

Рег. №: Ф11-УФ-0008

ШК

(заполняется секретарём)

Класс участия: 11 класс

Место проведения: Уфа

Дата проведения: 2_ февраля 2020 г.

Время начала (местное): 13:00



Олимпиада школь

по Физике

Заключительный этап 2020 г.

Анкета участника

Данная анкета предъявляется участником вместе с документом, удостоверяющим личность, при входе на олимпиаду. По окончании написания олимпиады анкета обязательно вкладывается в работу. Работа без предоставления анкеты недействительна и не проверяется. Анкета без подписей недействительна.

Колтыпин	Никита	Сергеевич	12/07/2002	
Фамилия	Имя	Отчество	Дата рождения	Возраст
Российская Федерация	Республика Башкортостан			
Страна	Регион		Населенный пункт	
паспорт	80 15	432423	05/08/2016	020-004
Документ, удостоверяющий личность	Серия	Номер	Дата выдачи	Код подразделения
Российская Федерация	Республика Башкортостан		г. Уфа	
Страна школы	Регион школы		Населенный пункт школы	
11	МБОУ "Школа №153"			
Класс обучения	Полное название образовательного учреждения			
8 937 346 11 33				
Мобильный телефон	Доп. телефон	E-mail		

Согласие на обработку персональных данных

Я согласен(-на) на сбор, хранение, использование, распространение (передачу) и публикацию своих персональных данных, а также олимпиадных работ, в том числе в сети "Интернет". Я согласен(-на), что мои персональные данные будут ограничено доступны организаторам олимпиады для решения административных и иных рабочих задач. Я проинформирован(а), что под обработкой персональных данных понимаются действия (операции) с персональными данными в рамках выполнения Федерального закона №152 от 27 июля 2006 г., конфиденциальность персональных данных соблюдается в рамках исполнения Операторами законодательства Российской Федерации. Я согласен(-на) на получение информационных писем от организаторов олимпиады на E-mail, указанный при регистрации.

Я подтверждаю, что все указанные мной данные верны и в указанном виде будут использованы при печати дипломов олимпиад в случае их получения. Я согласен(-на) на передачу данных в государственный информационный ресурс о детях, проявивших выдающиеся способности, созданный во исполнение Постановления Правительства Российской Федерации № 1239 от 17 ноября 2015 г.

Я подтверждаю, что ознакомлен с Положением и Регламентом проведения олимпиады школьников «Физтех», а также с правилами оформления и условиями проверки работы.

« 23 » февраля 2020 г.

Подпись участника олимпиады

Колтыпина Анна Владимировна
ФИО законного представителя

мать
Степень родства

А. Колтыпина
Подпись законного представителя

**Анкета без подписи недействительна.
Анкета обязательно должна быть вложена в работу!**

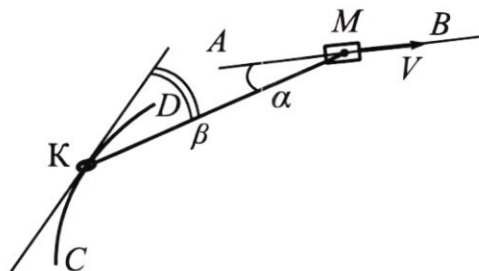
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-03

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

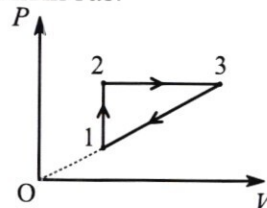
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 34$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,3$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 0,53$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/4$. Система находится в одной горизонтальной 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.



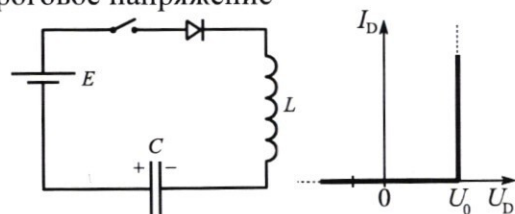
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки, радиус обкладок намного больше расстояния d между обкладками. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,3d$ от отрицательно заряженной обкладки стартует с нулевой начальной скоростью отрицательно заряженная частица и вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам со скоростью V_1 . Удельный заряд частицы $\frac{|q|}{m} = \gamma$.

- 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.

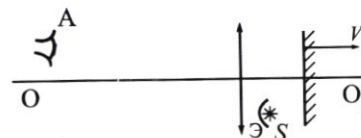
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 2$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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.



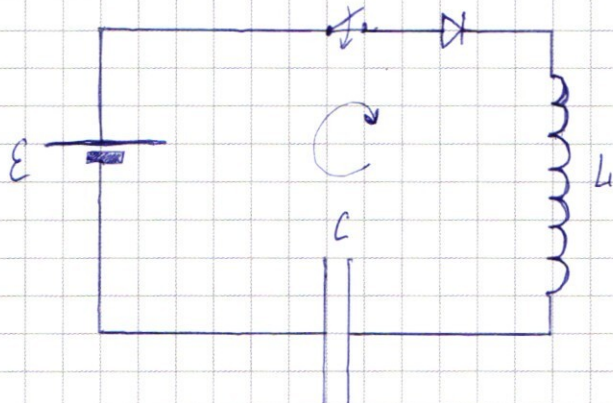
5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

14



Дано:

$$E = 6 \text{ В}, C = 40 \cdot 10^{-6} \text{ Ф},$$

$$U_1 = 2 \text{ В}, L = 0,1 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

$$1) \frac{\Delta I}{\Delta t} - ? \quad 2) I_{\max} - ?$$

$$3) U_2 - ?$$

Решение:

1) по пр. Кирхгофа: (U_d - напр. на диоде, U_L - напр. на катушке, U_C - на конденсаторе.)

$E = U_d + U_L + U_C$, в момент замыкания ток в цепи равен нулю (из-за наличия катушки)

$$U_L = E - U_d - U_C = L \frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{E - U_d - U_C}{L}, \text{ где } U_d = U_0$$

$$U_C = U_1$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{6 - 1 - 2}{0,1} = 30 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

2) по пр. Кирхгофа: U_{C1} - новое напряжение на конденсаторе.

$$E = U_d + U_{L1} + U_{C1}, \text{ в момент максимального тока}$$

напряжения на катушке ($U_{L1} = 0$) равно нулю. Так как ток в цепи есть, то на ВАХ видно, что напряжение на диоде = U_0

$$E = U_0 + U_{C1} \Rightarrow$$

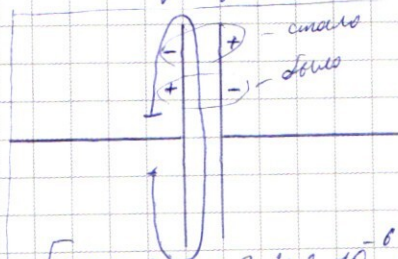
$$\Rightarrow U_{C1} = E - U_0 = 5 \text{ В}, Q = CU = 5 \cdot 40 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$

$$\Delta Q = -Q - CU_1 = -7 \cdot 40 \cdot 10^{-6} \text{ Кл} = -280 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$

- вышло с обкладки $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ через источник протек заряд

$$\Delta Q_1 = -\Delta Q = 280 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$



$$\text{было: } CU_1 = 2 \cdot 40 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$

$$\text{стало: } -Q = -5 \cdot 40 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$

По 3.1.3.

$$E \cdot \Delta q_1 = \frac{1}{2} C U_{C1}^2 + \frac{1}{2} C U_1^2 + \frac{1}{2} L I^2 \quad 1.2$$

$$2 E \Delta q_1 = C U_{C1}^2 - C U_1^2 + L I^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I = \sqrt{\frac{2 E \Delta q_1 + C U_1^2 - C U_{C1}^2}{L}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6 \cdot 280 \cdot 10^{-6} + 4 \cdot 40 \cdot 10^{-6} - 25 \cdot 40 \cdot 10^{-6}}{0,1}}$$

$$= \sqrt{\frac{3360 \cdot 10^{-6} + 160 \cdot 10^{-6} - 1000 \cdot 10^{-6}}{0,1}} = \sqrt{25200 \cdot 10^{-6}} \approx$$

3) В чет. решение ток $= 0 \Rightarrow$

$$E = U_2$$

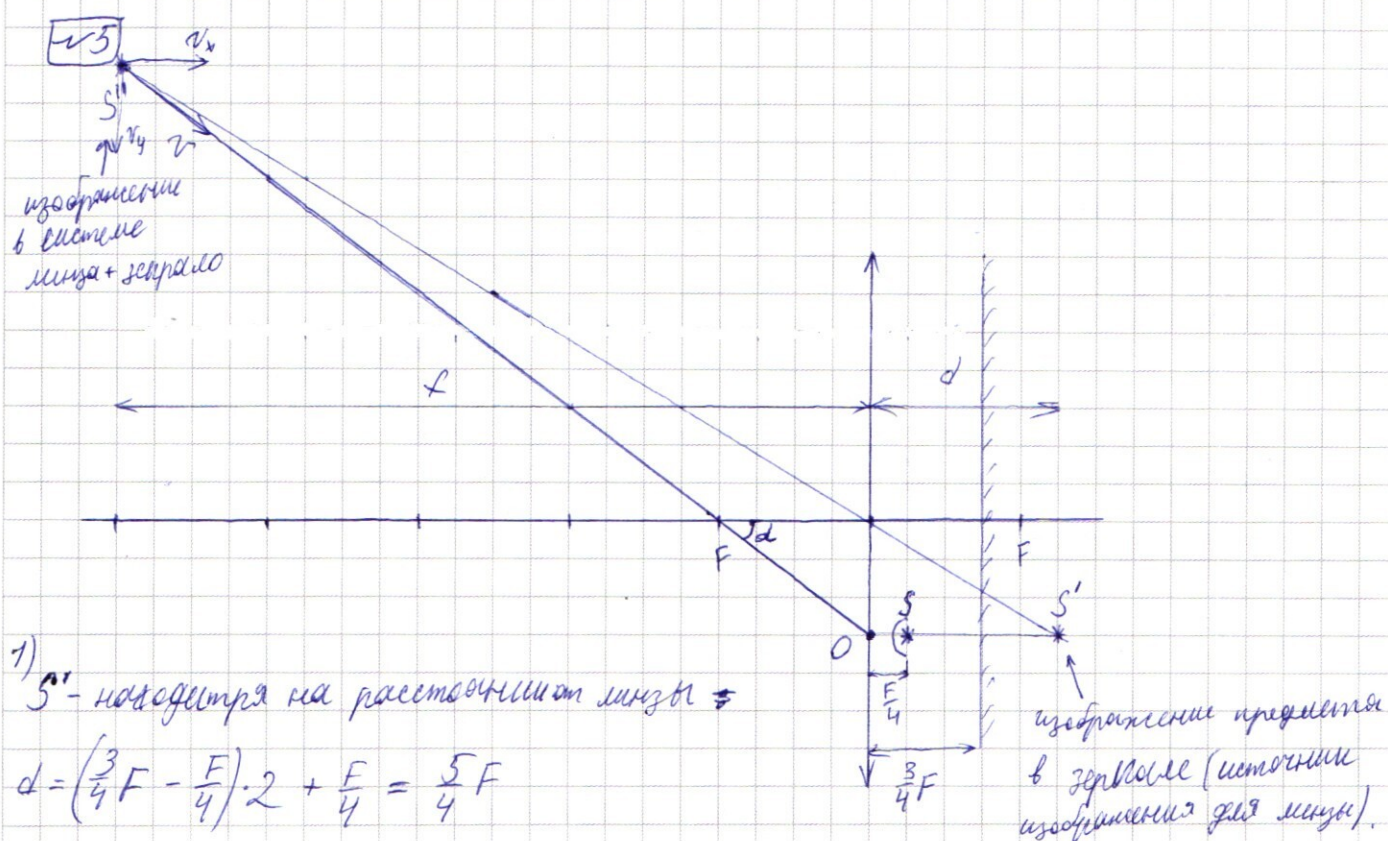
Ответ: 1) $\frac{\Delta I}{I} = 30 \frac{\%}{\%}$, 2) $I_{\max} =$

$$3) U_2 = E$$

1)

$$1) v \cdot \cos \alpha = v_k \cdot \cos \beta \Rightarrow v_k = v \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



5) - находим на расчётном линзы $\neq$

$$d = \left(\frac{3}{4}F - \frac{F}{4} \right) \cdot 2 + \frac{F}{4} = \frac{5}{4}F$$

По формуле точкой лунки:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{4}{5F} = \frac{1}{5F} \Rightarrow \boxed{f = 5F} \quad (7)$$

2) Изображение движется по прямой $S''O \Rightarrow \boxed{\text{доп} \alpha = \frac{3}{4}}$

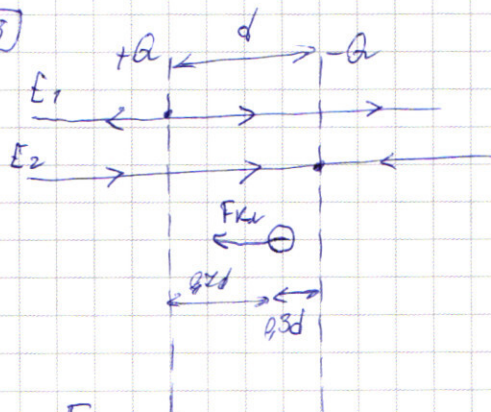
3) $\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{5F}{5F} \cdot 4 = 4$, ~~при~~ $5'$ -длиннее со скоростью (20) $\Rightarrow$

$$\Rightarrow V_x = 17^2 \cdot 2V = 32V$$

$$\frac{V_x}{V_y} = \frac{3}{4} \Rightarrow V_y = \frac{3}{4} \cdot 32 \text{ V} = 24 \text{ V}$$

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \boxed{40 \text{ V}}$$

13



Дано: d , $\frac{|q|d}{m_e} = \gamma$, v_1

$$E_1 = \frac{|Q|}{2\epsilon_0 S}$$

$$E_2 = \frac{|Q|}{2\epsilon_0 S}$$

$$E_s = E_1 + E_2 = \frac{Q}{\epsilon_0 S} - \text{мне нужно сложить}$$

$$F_{kin} = m_e a$$

$$E_s \cdot l_e = m_e \cdot a \Rightarrow a = \frac{l_e}{m_e} E_s = \gamma \cdot \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$0.7d = \frac{v_1^2}{2a} \Rightarrow v_1^2 = \frac{1.4 d \gamma Q}{\epsilon_0 S} \Rightarrow Q = \frac{v_1^2 \cdot \epsilon_0 S}{1.4 d \gamma}$$

$$\text{где } 0.2d = \frac{a T^2}{2} \Rightarrow T = \sqrt{\frac{0.4d}{a}} = \sqrt{\frac{0.4d \cdot \epsilon_0 S}{\gamma \cdot Q}} =$$

$$= \sqrt{\frac{0.4d \cdot \epsilon_0 S \cdot 1.4 d \gamma}{\gamma \cdot v_1^2 \cdot \epsilon_0 S}} = \boxed{\frac{d}{v_1} \sqrt{0.56}} \approx 0.75 \frac{d}{v_1}$$

3) энергия в начале: $E = \varphi \cdot q$

Энергия в конце когда учитываем кинетическую энергию: $E = \frac{m v^2}{2}$

По 3.1.2:

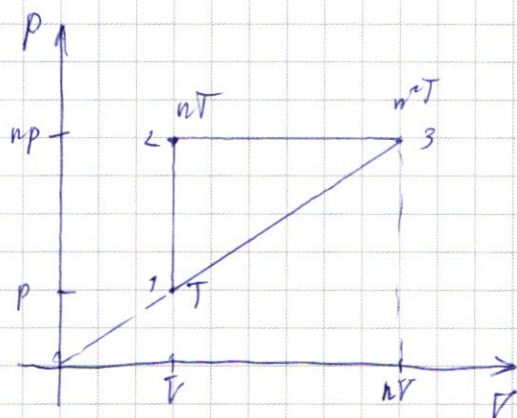
$$\varphi \cdot q_e = \frac{m_e v^2}{2}, \text{ где } \varphi = E_s \cdot d = \frac{v_1^2 d}{1.4 \gamma} = \frac{v_1^2}{1.4 \gamma}$$

$$\frac{v_1^2}{1.4 \gamma} \cdot q_e = \frac{m_e v^2}{2} \Rightarrow v = v_1 \sqrt{\frac{2}{1.4}}$$

Ответ: 1) $T = 0.75 \frac{d}{v_1}$ 3) $v = v_1 \sqrt{\frac{2}{1.4}}$ 2)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

У2



$$pV = nRT$$

1) 1-2:

$$Q_{12} = \frac{3}{2} nR \Delta T + A \Rightarrow c_{12} = \frac{3}{2} R$$

2-3

$$Q_{23} = \frac{3}{2} nR \Delta T + p \Delta V, \quad c_{23} = \frac{3}{2} R + nR \Delta T \neq$$

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

$$c_{23} = \frac{5}{2} R$$

2)

$$\Delta U = \frac{3}{2} nR n^2 T - \frac{3}{2} nR nT = \frac{3}{2} nR nT (n-1) = \frac{3}{2} pV n(n-1)$$

$$A = np(nV - V) = pV n(n-1)$$

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

3) $\eta = \frac{A}{Q_{12}}$

$$A = \frac{1}{2} (np - p)(nV - V) = \frac{1}{2} pV (n-1)^2$$

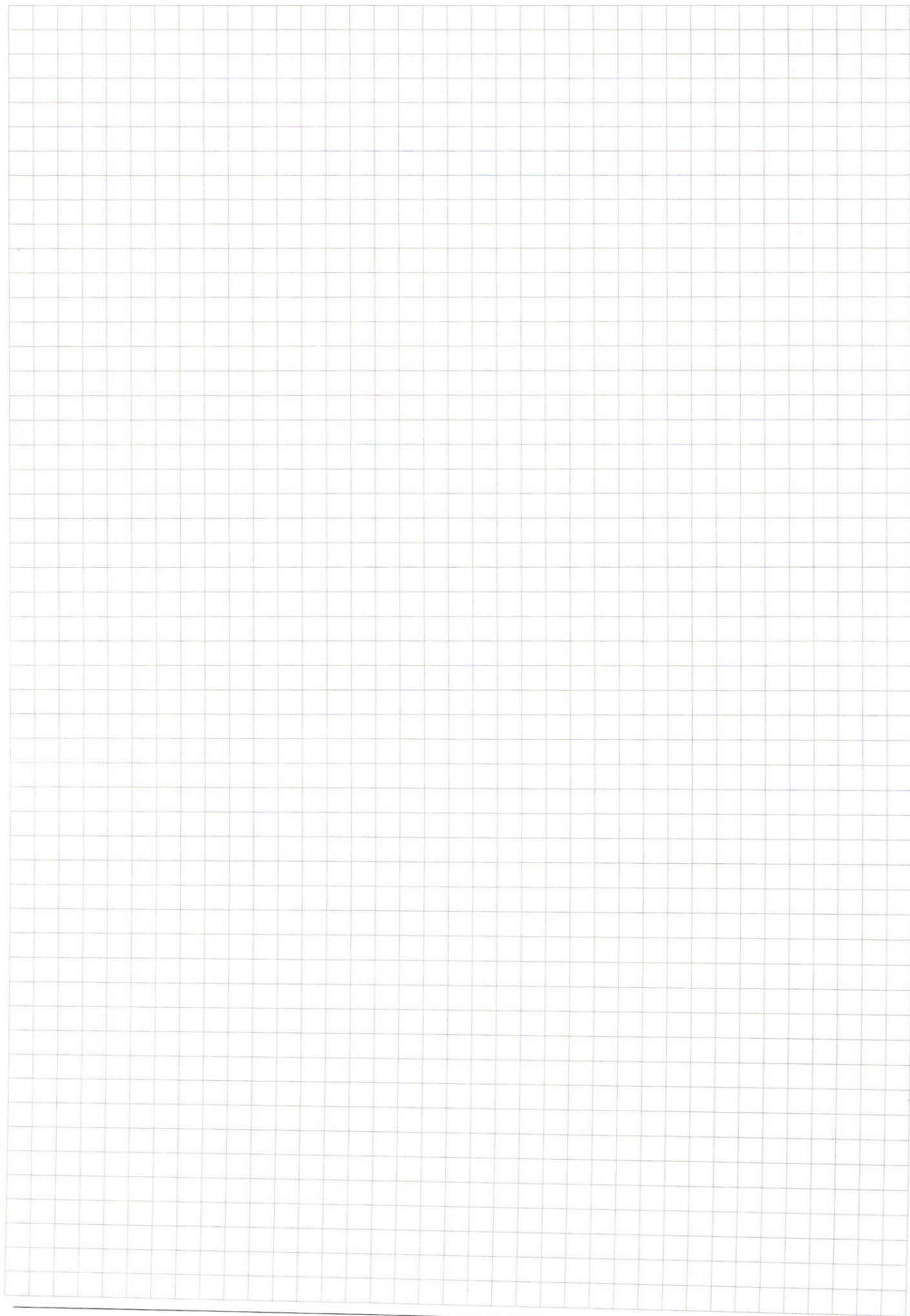
$$Q_{12} = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} nR (nT - T) + \frac{5}{2} pV n(n-1) =$$

$$= \frac{3}{2} pV (n-1) + \frac{5}{2} pV n(n-1)$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} pV (n-1)^2}{\frac{3}{2} pV (n-1) + \frac{5}{2} pV n(n-1)} =$$

$$= \frac{n-1}{3+5n}$$

Ответ: 1) $\frac{3}{5}$ 2) $\frac{3}{2}$ 3)



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1-2

1) $pV = \nu RT$

Получим. умнож:

$$\begin{array}{r} 25 \\ + 75 \\ \hline 100 \\ 75 \\ \hline 175 \\ 000 \\ \hline 175 \end{array} \quad 3$$

и - умножения

$$\begin{array}{r} 125 \\ + 125 \\ \hline 250 \end{array} \quad 2$$

1-2:

$$C_{12} \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A \Rightarrow C_{12} = \frac{3}{2} R$$

2-3:

$$C_{23} \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + n p \Delta V$$

$$C_{23} \nu R T = \frac{3}{2} \nu R T n(n-1) + \nu R T n(n-1)$$

$$C_{23} \cdot \nu \cdot n T (n-1) = \frac{3}{2} \nu R T n(n-1) + \nu R T n(n-1)$$

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

$$\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{5R}{2} \cdot \frac{2}{3R} = \frac{5}{3}$$

2) $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R n T - \frac{3}{2} \nu R n T = \frac{3}{2} \nu R n T (n-1) = \frac{3}{2} p V n(n-1)$

$$A = n p (nV - V) = p V \cdot n(n-1)$$

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

3) $\eta = \frac{A}{Q}$

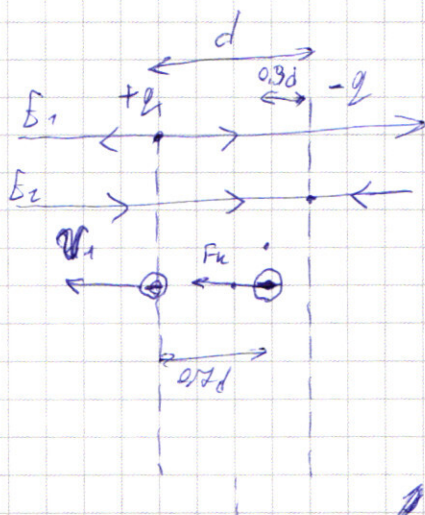
$$A = \frac{1}{2} (n p - p) \cdot (nV - V) = \frac{1}{2} p V (n-1)^2$$

$$Q = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (nT - T) + \frac{5}{2} \nu R T \ln(n-1) = \frac{5}{2} p V \ln(n-1)$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} p V (n-1)^2}{\frac{3}{2} \nu R T (n-1) + \frac{5}{2} \nu R T \ln(n-1)} = \frac{\frac{1}{2} p V (n-1)^2}{\frac{3}{2} p V (n-1) + \frac{5}{2} p V \ln(n-1)}$$

=

23



T-?

$$\frac{1qd}{m_e} = \gamma$$

$$E_1 = \frac{Q}{2\epsilon_0}$$

$$E_2 = \frac{Q}{2\epsilon_0}$$

$$E_{\Sigma} = \frac{Q}{\epsilon_0} \Rightarrow \frac{Q}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$Q = \frac{m_e v_1^2}{2d}$$

$$F_k = m_e a$$

$$E_{\Sigma} \cdot q_e = m_e \cdot a \Rightarrow a = \frac{q_e}{m_e} E_{\Sigma} = \gamma \cdot \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$0.7d = \frac{v_1^2}{2a} \Rightarrow v_1^2 = \sqrt{0.7d \cdot 2a} = \sqrt{0.7d \cdot 2\gamma \cdot \frac{Q}{\epsilon_0}}$$

$$v_1^2 = \frac{14d \cdot \gamma \cdot Q}{\epsilon_0} \Rightarrow Q = \frac{v_1^2 \epsilon_0}{14d \gamma} = Q$$

$$0.7d = \frac{aT^2}{2} \Rightarrow T^2 = \frac{0.7d}{a} = \sqrt{\frac{0.7d \epsilon_0}{\gamma \cdot Q}} = \sqrt{\frac{0.7d \epsilon_0 \cdot 14d \gamma}{\gamma \cdot v_1^2 \epsilon_0}} =$$

$$\frac{E_{\Sigma}}{Q} = \frac{Q}{\epsilon_0} = \frac{v_1^2 \epsilon_0}{14d \gamma \cdot \epsilon_0} = \frac{v_1^2}{14d \gamma}$$

$$= \sqrt{\frac{0.7d^2 \cdot 14}{v_1^2}} = \frac{d}{v_1} \sqrt{9.8}$$

3) ~~или это конденсатор~~

$$q \cdot q = \frac{m v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2q \cdot q}{m}}$$

$$= \sqrt{2q \cdot \gamma} = \sqrt{\frac{2 \cdot v_1^2}{1.4} \cdot \gamma}$$

$$= v_1 \sqrt{\frac{2}{1.4}} =$$

$$q = E_{\Sigma} \cdot d = \frac{v_1^2 d}{14d \gamma} = \frac{v_1^2}{14 \gamma}$$

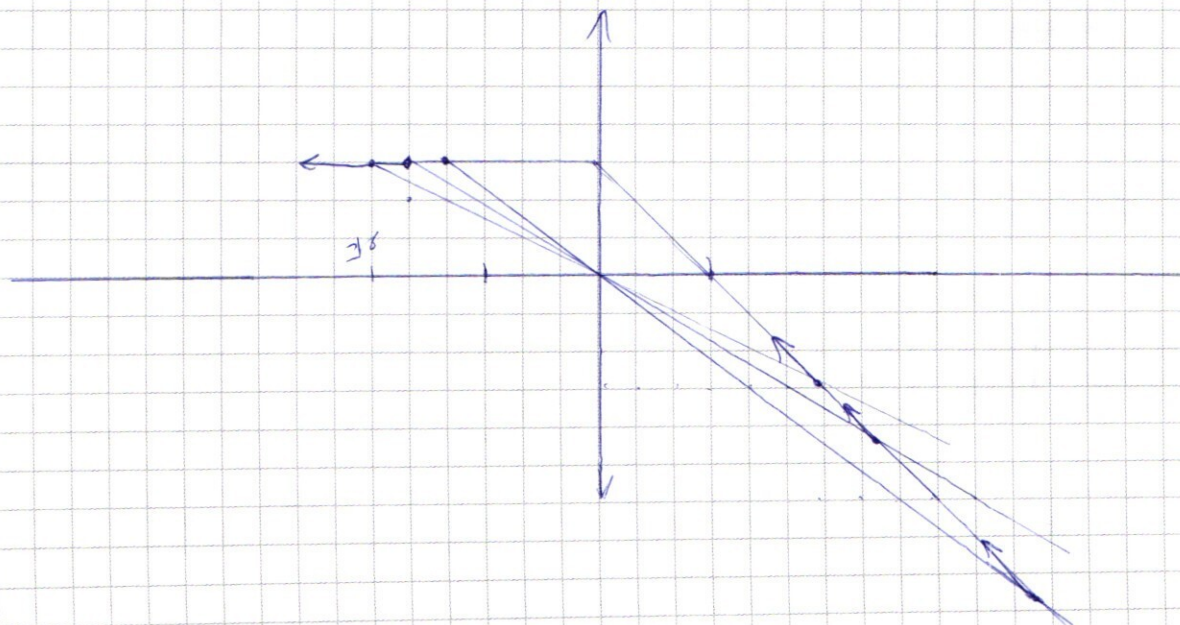
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} p k (n-1)^2}{p k (n-1) (3+5n)} = \frac{n-1}{3+5n} \quad n > 0$$

$$\eta' = \left(\frac{n-1}{3+5n} \right)' = \frac{(n-1)' \cdot (3+5n) - (3+5n)' \cdot (n-1)}{(3+5n)^2} =$$

$$= \frac{3+5n - 5(n-1)}{(3+5n)^2} = 0 \quad n > 0$$

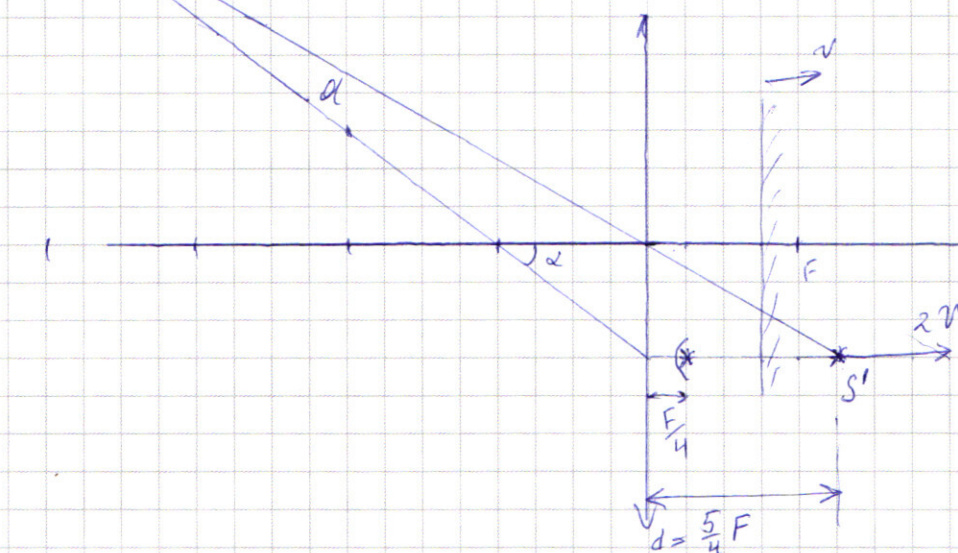
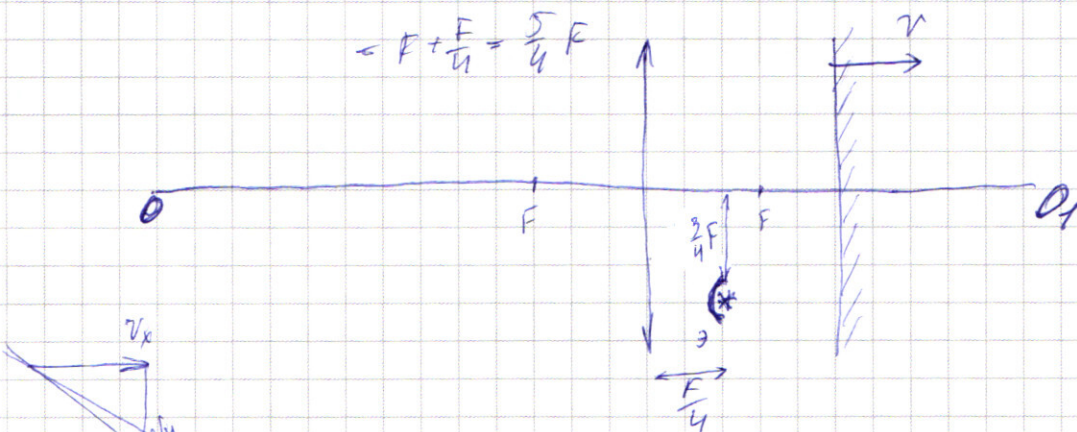
$$3+5n = 5(n-1) \quad) \quad 3+5n = 5n-5$$



W5

$$\frac{2}{4} F \cdot 2 + \frac{F}{4} =$$

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



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

$$\frac{1}{F} = \frac{4}{5F} + \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{F} - \frac{4}{5F} = \frac{1}{5F} \Rightarrow f = 5F$$

скорость изобр. по оси горизонтальная составляющая. центр изобр. (O₁)

$$v_x = 2V \cdot \Gamma^2 = 32V$$

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

$$\frac{v_y}{v_x} = \frac{3}{4} \Rightarrow v_y = \frac{3}{4} v_x = \frac{3}{4} \cdot 32 = 24V$$

$$\Gamma^2 = 16$$

верт. составляющая: v_y

Изображение будет двигаться вдоль прямой @ $\Rightarrow \tan \alpha = \frac{3}{4}$

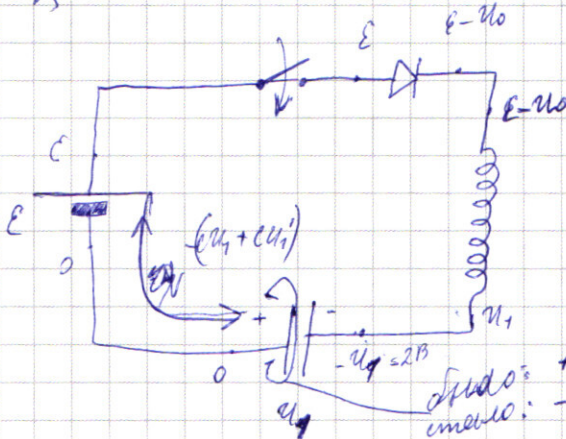
$$v_y = V \cdot \Gamma = 8V$$

$$U = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{32^2 V^2 + 24^2 V^2} = V \sqrt{32^2 + 24^2} = 40V$$

$$\begin{aligned} 32 &= 8 \cdot 4 \\ 24 &= 8 \cdot 3 \\ 40 &= 8 \cdot 5 \end{aligned}$$

14

$$C = \frac{q}{U}$$



т.к. в н.ч. м.м.м. т.м.м.
н.ч. т.м. н.ч. н.ч.
к.м.м.м. т.м.м.

$$E = u_0 + u_1 + u_q$$

$$u_1 = E - u_0 - u_q = L \frac{dI}{dt} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{E - u_0 - u_q}{L}$$

$$\begin{aligned} \text{фидо: } + cu_1 \\ \text{темо: } - cu_1 \end{aligned} \Rightarrow \Delta q = -cu_1 - cu_1 = -5 \cdot 40 \cdot 10^{-6} - 2 \cdot 40 \cdot 10^{-6} = -7 \cdot 40 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$

$$2) \quad E = u_0 + u_1 + u_q$$

$$u_1 = E - u_0 = 6 - 2 = 4 \text{ В}$$

$$E \cdot q = \frac{1}{2} C u_1^2 + \frac{1}{2} L I^2$$

$$C = \frac{q}{u_1} \Rightarrow q = C u_1 = 40 \cdot 10^{-6} \cdot 5$$

$$E \cdot C u_1 = \frac{1}{2} C u_1^2 + \frac{1}{2} L I^2$$

$$2 E \cdot C u_1 - C u_1^2 = L I^2 \Rightarrow$$

$$I = \sqrt{\frac{2 E C u_1 - C u_1^2}{L}}$$

3) Если решить эту, то тогда в цепи нет.

$$E = u_1 + u_2 + u_3$$

$$\Delta q =$$

$$2) \quad E \cdot \Delta q = \frac{1}{2} C u_1^2 - \frac{1}{2} C u_2^2 + \frac{1}{2} L I^2$$

$$E C (u_1 + u_2) = \frac{1}{2} C u_1^2 - \frac{1}{2} C u_2^2 + \frac{1}{2} L I^2 \quad | \cdot 2$$

$$2 E C (u_1 + u_2) = C u_1^2 - C u_2^2 + L I^2$$

$$\frac{mL^2}{2} = \frac{Qd \cdot q}{\epsilon_0}$$