

Рег. №: Ф11-41-0041Класс участия: 11Место проведения: ЧемпионатДата проведения: 23 февраля 2020 г.Время начала (местное): 13⁰⁰

ШК

(заполнить)



Олимпиада школьников «Физтех»

по физике
Название предмета

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.

<u>Мясникова</u> Фамилия	<u>Анастасия</u> Имя	<u>Владимировна</u> Отчество	<u>16.11.2002</u> Дата рождения	<u>17 лет</u> Возраст
<u>Россия</u> Страна	<u>Чембышский обл.</u> Регион	<u>г. Чембышск</u> Населенный пункт		
<u>Паспорт РФ</u> Документ, удостоверяющий личность	<u>7516</u> Серия	<u>902961</u> Номер	<u>22.02.2017</u> Дата выдачи	<u>740-058</u> Код подразделения
<u>Россия</u> Страна школы	<u>Чембышский обл.</u> Регион школы	<u>г. Чембышск</u> Населенный пункт школы		
<u>11</u> Класс обучения	<u>МБОУ ФМЛ 831</u> Полное название образовательного учреждения			
<u>+79193572660</u> Мобильный телефон	<u></u> Доп. телефон	<u>my.dianochka@gmail.com</u> 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

ФИО законного представителя

Степень родства

Подпись законного представителя

Анкета без подписи недействительна.

Анкета обязательно должна быть вложена в работу!

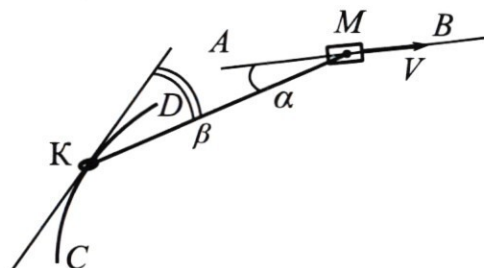
Олимпиада «Физтех» по физике, 11 класс

Вариант 11-01

Класс 11

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

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.



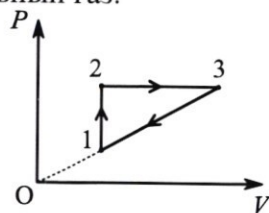
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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.

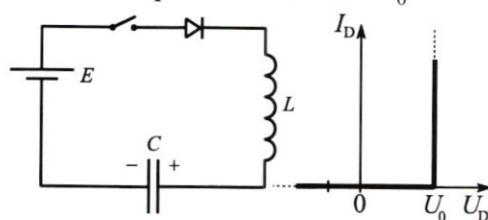
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.

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.

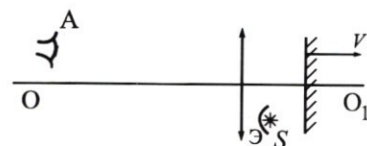


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

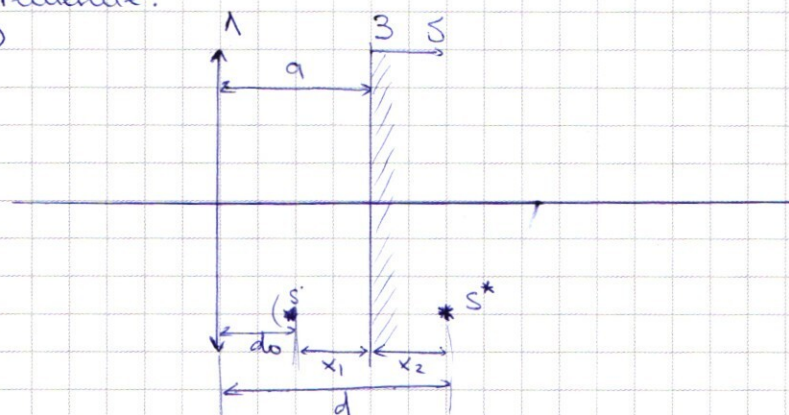
2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)

3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5) Дано: $F, h = \frac{3F}{4}$
Решение:
1) $f = ?$
2) $d = ?$
3) $u = ?$



Изображение предмета S в зеркале - S^*

Расстояние от S^* до зеркала, равно расстоянию от S до зеркала

$$x_1 = x_2 = a - d_o = F - \frac{F}{2} = \frac{F}{2}.$$

2) Расстояние от S^* до линзы равно $d = x_1 + x_2 + d_o = F + \frac{F}{2} = \frac{3F}{2}.$

Линза собирающая, $d = \frac{3F}{2} > F \Rightarrow$ изображение S^* предмета S в линзе - действительное, по оп-ке тонкой линзы;

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad f = \frac{dF}{d-F} = \frac{\frac{3}{2}F^2}{\frac{1}{2}F} = 3F$$

$$\boxed{f = 3F}$$

3) При получении S и S^* в зеркале:

В $\odot$ зеркала: $S_n = S$

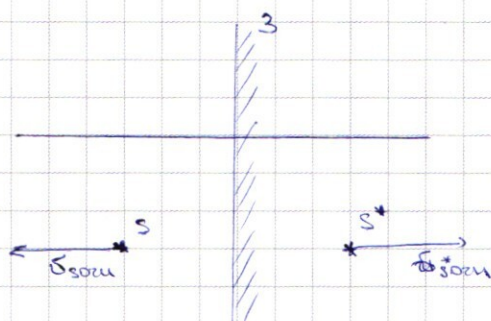
$S_{\text{очн}} = S$, направлена влево

$$\vec{S_n} \rightarrow \vec{S_{\text{очн}}} \quad \vec{S_n} = \vec{S} \quad \vec{S_n} + \vec{S_{\text{очн}}} = \vec{S_{\text{адс}}}$$

Т.к. Зеркала (поперечное увеличение) = 1

$$S_{\text{очн}} = S_{\text{адс}} = S$$

$$S_{\text{очн}} \uparrow S_{\text{адс}}$$



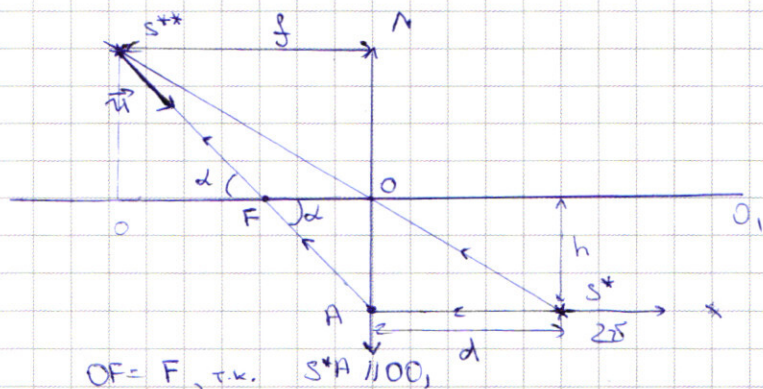
В $\odot$ Земли:

$$S^* \rightarrow S_{\text{адс}}^* \quad \vec{S_{\text{адс}}^*} = \vec{S_{\text{очн}}} + \vec{S_n}$$

$$\vec{S} \rightarrow \vec{S}$$

$$S_{\text{адс}}^* = 2S$$

4) Р-м S^* и линза: линза покоится, значит в Σ линзы скорости S^* такие же как и в Σ земли, а скорости набр. в Σ земли и линзы совпадают.



в Σ линзы $\vec{v}$ скорости предмета и изображения пересекаются на линзе, или на параллельной ей

в данной точке пересечения - т. А.
 $\vec{u} \parallel \vec{v} \parallel \vec{S^*A}$
 $\Rightarrow$ скорости $\vec{u}$ направлены, как изображение на рисунке.

Р-м ΔFOA :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{OA}{OF} = \frac{h}{F} = \frac{\frac{3F}{4}}{F} = \frac{3}{4}$$

5) Γ - непрерывное увеличение

$$\frac{u_{\parallel}}{\delta s_{\parallel}} = \Gamma^2 \quad u_{\parallel} = u \cos \alpha \quad \delta s_{\parallel} = 2\delta$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + 1}} = \frac{4}{5}$$

$$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{3F}{\frac{3F}{2}} = 2$$

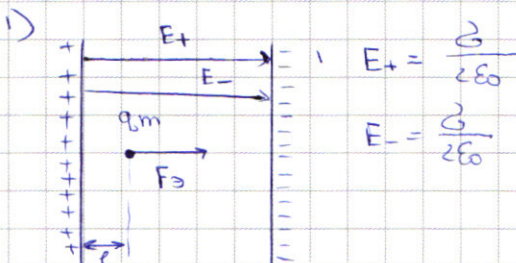
$$u \cos \alpha = 2\delta \cdot 4$$

$$u = \frac{8\delta}{\cos \alpha} = \frac{8\delta}{\frac{4}{5}} = 10\delta$$

Ответ: 1) $3F$
 2) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{4}$
 3) 10δ

3) Дано:
 $S, d,$
 $e = 0,25\sigma$,
 $T_0 = \frac{q}{m}$
 1) $\vec{D}_1 = ?$
 2) $Q = ?$
 3) $\vec{D}_2 = ?$

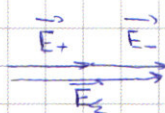
Решение:



$$E_+ = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$E_- = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$\text{где } \sigma = \frac{Q}{S}$$



$$\vec{E}_3 = \vec{E}_+ + \vec{E}_-$$

$$E_3 = \frac{2\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$2) \vec{F}_3 = q\vec{E}_3, q > 0 \Rightarrow \vec{F}_3 \parallel \vec{E}_3$$

$$F_3 = \frac{Qq}{\epsilon_0 S}$$

$$2) \text{ ЗН Дине } q, m: m\vec{a} = \vec{R} = \vec{F}_3 \quad F_3 = ma \quad a = \frac{Qq}{m\epsilon_0 S} = \frac{qQ}{\epsilon_0 S}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) $\vec{a} = \vec{const}$, т.к. вблизи оси симметрии э. поле однородное.
 $a = const.$

Тогда, справедливы формулы равноускоренного движения:
т.к. $v_0 = 0$

$$v_1 = aT$$

$$L = \frac{aT^2}{2}, \text{ где } L - \text{ пройденное за время } T \text{ расстояние}$$

$$L = d - l = 0,75d$$

$$a = \frac{2L}{T^2} = \frac{1,5d}{T^2}$$

$$v_1 = aT = \boxed{\frac{1,5d}{T}}$$

4) $a = \frac{dQ}{\epsilon_0 S} \rightarrow \frac{dQ}{\epsilon_0 S} = \frac{1,5d}{T^2} \quad \boxed{Q = \frac{1,5\epsilon_0 S d}{T^2}}$
 $a = \frac{1,5d}{T^2}$



На систему не действует никаких
внешних сил.
 $\Rightarrow$ Энергия сохраняется.

$$\frac{mv_1^2}{2} + E_n = \frac{mv_2^2}{2}$$

Найдем потенциальную энергию взаимодействия частицы и
заряда



Возьмем в массе кольцо радиусом r и шириной dr ,
зарядом dq
т.к. все точки кольца удалены от центра на расстояние r ,
то

$$dF_n = dE_n = \frac{k dq \cdot q}{r^2}$$

$$dq = \sigma dS = \sigma 2\pi r dr = \frac{Q}{S} 2\pi r dr$$

$$dE_n = \frac{kQ 2\pi r dr q}{r^2} = kqQ 2\pi \frac{dr}{r}$$

Принтегрируем при $0 \leq r \leq R$:

$$E_n = kqQ 2\pi R, \text{ где } R - \text{ радиус пластины}$$

$$S = \pi R^2 \Rightarrow R = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$$

$$E_n = kqQ 2\sqrt{\pi S}$$

$$v_1^2 + \frac{kq}{m} Q \cdot 4 \cdot \sqrt{\pi S} = v_2^2$$

~~$$v_2^2 = \frac{2mv_1^2}{m} + \frac{2kqQ}{m} \sqrt{\pi S}$$~~

$$\delta_1 = \sqrt{\frac{2125 d^2}{T^2} + 4k \cdot \frac{1,5 \epsilon_0 S d}{T^2} \sqrt{1,5}} = \sqrt{\frac{2125 d^2}{T^2} + \frac{1,5 S d \sqrt{1,5}}{\sqrt{\epsilon} T^2}}$$

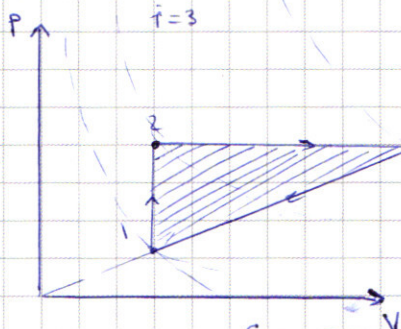
$$\delta_2 = \sqrt{\frac{2125 d^2}{T^2} + \frac{1,5 S d \sqrt{1,5}}{\sqrt{\epsilon} T^2}}$$

Ответ: 1) $\delta_1 = \frac{1,5 d}{T}$

2) $Q = \frac{1,5 \epsilon_0 S d}{T^2 d}$

3) $\sqrt{\frac{2125 d^2}{T^2} + \frac{1,5 S d \sqrt{1,5}}{\sqrt{\epsilon} T^2}}$

2) ~~Решение:~~ Дано: $i=3$



Найти: 1) $k = \frac{C_{23}}{C_{12}} - ?$

2) $\frac{Q_{23}}{A_{23}} - ?$

3) $\eta_{max} - ?$

Решение:

1) Пунктиром на рисунке указаны
уточнения.
т.по их расположению делаем вывод

$$T_3 > T_2 > T_1$$

Значит температура растет в процессах
1-2 и 2-3.

$$k = \frac{C_{23}}{C_{12}}$$

$$C_{23} = C_p$$

$$C_{12} = C_v$$

$$C_v = \frac{i}{2} R = \frac{3}{2} R$$

$$C_p = C_v + R = \frac{3}{2} R + R = \frac{5}{2} R$$

$$k = \frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{C_p}{C_v} = \frac{5}{3}$$

$$k = \frac{5}{3}$$

2) $Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$

$$A_{23} = P(V_3 - V_2)$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} P R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} P (V_3 - V_2) = \frac{3}{2} A_{23}$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} A_{23} \Rightarrow \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2}$$

3) $\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{+}}$

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

$$A_{\Sigma} = +S_{\text{цикл}} = \frac{1}{2} (V_k - V)(k_p - p) =$$

$$= \frac{1}{2} (k-1)^2 pV$$

Пусть $p_1 = p$ $T_1 = T$
 $V_1 = V$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \Delta U_{12} =$$

$$= \frac{3}{2} P R (kT - T) = \frac{3}{2} (k-1) pV$$

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

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

$$A_{\Sigma} = \frac{1}{2} (k-1)^2 pV$$

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

тогда $p_3 = kp$ $T = kT$
 $V_3 = kV$

$k p V = P R T_2$ $T_2 = kT$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} A_{23} = \frac{5}{2} k p (k-1) V =$$

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

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$f(k) = \frac{k-1}{5k+3} \quad f'(k) = \frac{1(5k+3) - 5(k-1)}{(5k+3)^2} = \frac{8}{(5k+3)^2} > 0$$

$\Rightarrow f(k)$ - возрастает.

$$\eta_{\max} = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{k-1}{5k+3} = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{1 - \frac{1}{k} \rightarrow 0}{5 + \frac{3}{k} \rightarrow 5} = \frac{1}{5}$$

$$\boxed{\eta_{\max} = 20\%}$$

Ответ: 1) $k = \frac{5}{3}$

2) $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{8}{2}$

3) $\eta_{\max} = 20\%$

4) Дано:

$E = 9В$

$C = 40 \mu\text{кФ}$

$U_0 = 5В$

$L = 0,1 \text{ Гн}$

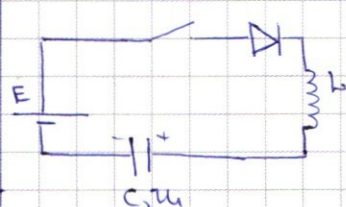
$U_0 = 1В$

1) $k = \frac{dI}{dt} - ?$

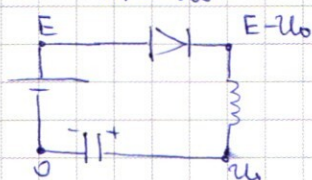
2) $I_{\max} - ?$

3) $U_L - ?$

Решение:



Диод открыт $\Rightarrow U_D = U_0$

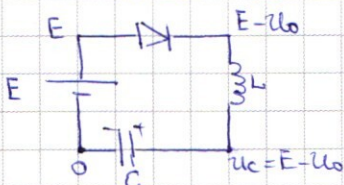


$$U_L = E - U_0 - U_C$$

$$U_L = L \frac{dI}{dt}$$

$$k = \frac{dI}{dt} = \frac{U_L}{L} = \frac{E - U_0 - U_C}{L} = \frac{9 - 1 - 5}{0,1} = \boxed{30 \frac{В}{Гн}}$$

2) Когда $I = I_{\max}$ $U_L = L \frac{dI}{dt} = 0$, ток в цепи есть $\Rightarrow U_C = U_0$



$U_C = E - U_0$, тогда $\Delta q_{\text{конт}} = C(E - U_0) - C(U_0) > 0$
 $\Rightarrow$ через источник пройдет заряд $q_{\text{ист}} = \Delta q_{\text{конт}}$

$$E \xrightarrow{\uparrow} q_{\text{ист}}$$

Закон сохранения энергии в цепи:

1) ~~В цепи~~ сразу после замыкания ключа:

Напряжение на конденсаторе скачком не изменилось.

• Предположим диод закрыт, тогда тока в цепи нет, $U_0 < U_0$

$$I = 0 = \text{const} \Rightarrow U_L = L \frac{dI}{dt} = 0$$

$U_L = E - U_C = 4В > U_0 \Rightarrow$ предполож. не верно, диод открыт.

$$A_{\text{ист}} = \Delta W + Q, \quad Q = 0, \text{ т.к. сопротивление отсутствует.}$$

$$A_{\text{ист}} = + E q_{\text{ист}} = E(C(E - U_0) - CU_1)$$

$$\Delta W = \frac{C(E - U_0)^2}{2} + \frac{L I_{\text{ист}}^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$$

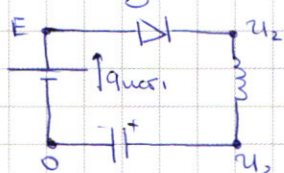
$$CE(E - U_0 - U_1) = \frac{C(E - U_0)^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2} + \frac{L I_{\text{ист}}^2}{2}$$

$$\sqrt{\frac{2CE(E - U_0 - U_1) - C(E - U_0)^2 - CU_1^2}{L}} = I_{\text{ист}}$$

$$I_{\text{ист}} = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1} (18 \cdot 3 - 64 - 25)} = \sqrt{400 \cdot 10^{-6} (15)} = \sqrt{60 \cdot 10^{-4}} =$$

$$= \sqrt{60} \cdot 10^{-2} \approx 7,7 \cdot 10^{-2} = \underline{77 \text{ мА}}$$

3) в установившемся режиме: $U_1 = 0$



$I_c = 0 \Rightarrow$ ток в цепи нет, диод закрыт

$$E - U_2 < U_0$$

Закон сохранения энергии в цепи:

$$A_{\text{ист1}} = \Delta W_1 + Q = 0$$

$$\Delta W_1 = A_{\text{ист1}}$$

$$q_{\text{ист1}} = CU_2 - CU_1$$

$$\Delta W_1 = \frac{CU_2^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2} = \frac{C}{2}(U_2 - U_1)(U_2 + U_1)$$

$$A_{\text{ист1}} = E q_{\text{ист1}} = EC(U_2 - U_1)$$

$$EC(U_2 - U_1) = \frac{C}{2}(U_2 - U_1)(U_2 + U_1)$$

$$\begin{cases} U_2 = U_1 \\ 2E - U_1 = U_2 \end{cases} \quad \begin{cases} U_2 = 5 \text{ В} \\ U_2 = 18 - 5 = 13 \text{ В} \end{cases}$$

Ответ: 1) $30 \frac{\text{В}}{\text{м}}$

2) $\approx 77 \text{ мА}$

3) 5В или 13В

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

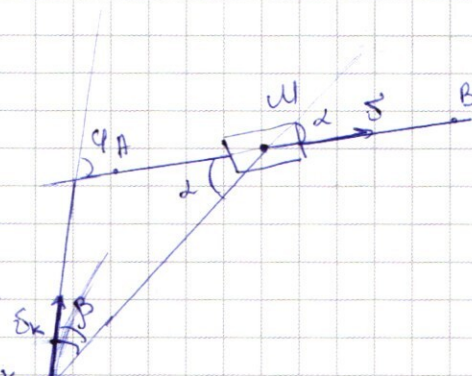
① Дано:
 $\vec{v} = 68 \frac{\text{см}}{\text{с}}$
 $m = 0,1 \text{ кг}$
 $R = 1,5 \text{ м}$
 $\ell = SR/3$
 $\cos \alpha = \frac{15}{17}$
 $\cos \beta = \frac{4}{5}$

- 1) $\vec{v}_k$ - ?
 2) $\vec{v}_{\text{ком}}$ - ?
 3) T - ?

Решение:

1) Т.к. нить нерастяжимая, то проекции скоростей муфты и конца стержня будут равны.

~~Скорость конца стержня~~



$$v_k \cos \beta = v \cos \alpha$$

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

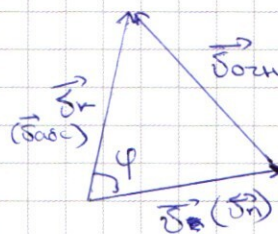
2) $\vec{v}$ $\vec{v}_k$ $\vec{v}_{\text{ком}}$ муфты:

$$\vec{v}_n = \vec{v}$$

$$\vec{v}_{\text{адс}} = \vec{v}_k$$

$$\vec{v}_{\text{ком}} = ?$$

$$\vec{v}_{\text{адс}} = \vec{v}_n + \vec{v}_{\text{ком}}$$



$$\varphi = \alpha + \beta$$

$$\sin \alpha = \frac{8}{17}$$

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

$$\cos \varphi = \cos(\alpha + \beta) =$$

$$= \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta =$$

$$= \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{3}{5} = \frac{60 - 24}{17 \cdot 5} =$$

$$= \frac{36}{17 \cdot 5}$$

По Th cos:

$$v_{\text{ком}}^2 = v_k^2 + v^2 - 2 v_k v \cos \varphi =$$

$$= 68^2 + 75^2 - 2 \cdot 75 \cdot 68 \cdot \frac{36}{17 \cdot 5} = 68^2 + 75^2 - 2 \cdot 15 \cdot 4 \cdot 36 =$$

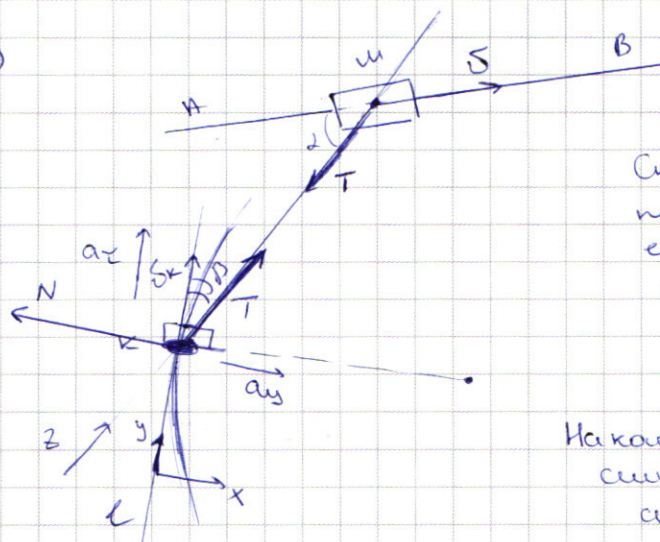
$$= 68^2 + 15(75 \cdot 5 - 2 \cdot 4 \cdot 36) = 68^2 + 15(25 \cdot 5 - 8 \cdot 12) \cdot 3 =$$

$$= 68^2 + 45(125 - 96) = 68^2 + 45 \cdot 29 = 4624 + 1305 = 5929$$

$$v_{\text{ком}} = \sqrt{5929} = 77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

Ответ: 1) $75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$
 2) $77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

3)



Скорость камня направлена по касательной к траектории движения $\Rightarrow$ прямая l - касат. к O -ти

$$OK \perp l.$$

На камень действуют две силы: сила реакции опоры и сила истечения воды.

$$\text{ЗН: } \vec{N} + \vec{T} = m\vec{a}$$

$$x: \text{ ~~...~~ }$$

$$T \sin \beta - N = m a_y, \text{ где } a_y = \frac{v^2}{R}.$$

$$y: T \cos \beta = m a_y$$

$$\text{~~...~~ } \rightarrow a_y = \frac{v^2}{R}$$

$$\text{~~...~~ } \rightarrow a_y = 0$$

$$\text{~~...~~ }$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$A_{\Sigma} = \frac{1}{2} p (k-1)^2 v$$

$$Q_H = k p (k^2 - 1) v + \frac{3}{2} (k^2 - 1) p v = (k-1) p v \left(k + \frac{3}{2} k + \frac{3}{2} \right) = (k-1) p v \left(\frac{5}{2} k + \frac{3}{2} \right)$$

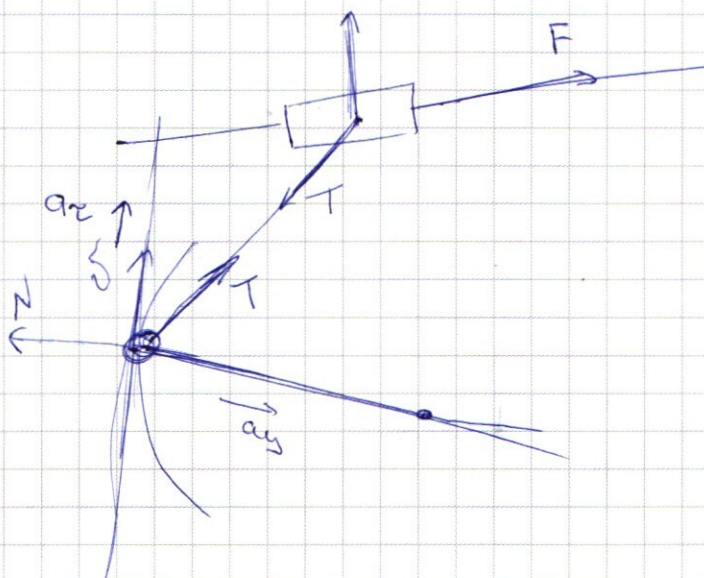
$$y = \frac{\frac{1}{2} p v (k-1)^2}{p v (k-1) (1+k+1)} = \frac{\frac{1}{2} (k-1)}{2k+2} = \frac{k-1}{2k+4}$$

$$f(k) = \frac{k-1}{2k+4}$$

$$f'(k) = \frac{(2k+4) - 2(k-1)}{(2k+4)^2} =$$

$$y = \frac{k-1}{2 \left(\frac{5}{2} k + \frac{3}{2} \right)} = \frac{k-1}{5k+3}$$

$$y' = \frac{5k+3 - 5k+5}{(5k+3)^2} =$$



1)

Дано:

$$v = 68 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$l = 5R$$

$$R = 1,5 \text{ м}$$

$$\cos \alpha = \frac{15}{17}$$

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

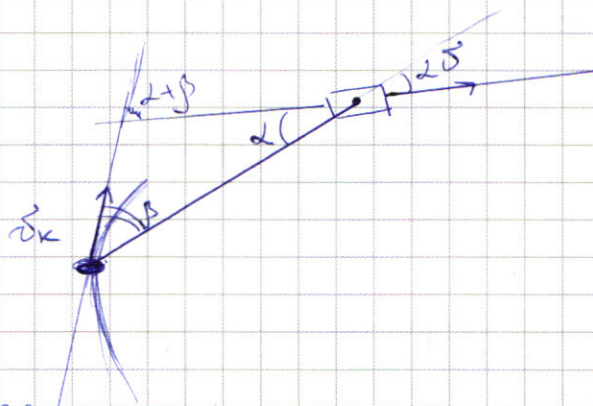
Ускорения

Скорости

T - ?

Решение:

1)



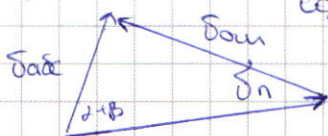
Так как имеем равномерное движение:

$$v_k \cos \beta = v \cos \alpha$$

2)

$$v_k = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{68 \cdot \frac{5}{17}}{\frac{4}{5}} = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$285 - 225 = 60$$



$$v_m = \sqrt{v_k^2 + v^2 - 2v_k v \cos(\alpha + \beta)}$$

$$= \sqrt{68^2 + 25^2 - 2 \cdot 68 \cdot 25 \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5}} =$$

$$= 170 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\cos \alpha = \frac{15}{17}$$

$$\sin \alpha = \frac{8}{17}$$

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

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

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{3}{5} =$$

$$= \frac{60 - 24}{17 \cdot 5} = \frac{36}{17 \cdot 5}$$

$$\begin{array}{r} 68 \\ \times 68 \\ \hline 544 \\ 408 \\ \hline 4624 \\ + 625 \\ \hline 5249 \\ - 2240 \\ \hline 3009 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 56 \\ \hline 112 \\ 2240 \\ \hline \end{array}$$

$$1002 \cdot \sqrt{3} \approx 1740$$

$$\begin{array}{r} 45 \\ \times 29 \\ \hline 405 \\ 90 \\ \hline 1305 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} 125 \\ - 96 \\ \hline 29 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4624 \\ + 1305 \\ \hline 5929 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ 6 \\ \times 78 \\ \hline 624 \\ 546 \\ \hline \end{array}$$

$$6084$$

$$15(75 \cdot 5 - 8 \cdot 36) =$$

$$= 45(125 - 8 \cdot 12) =$$

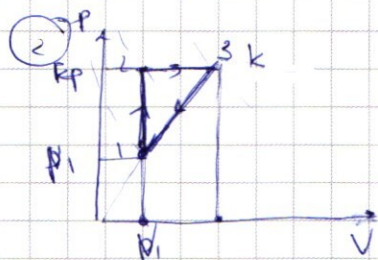
$$\begin{array}{r} 77 \\ \times 77 \\ \hline 539 \\ 539 \\ \hline 29 \end{array}$$

$$75^2 = 9^2 \cdot 5^4 \cdot \frac{12}{96}$$

$$= 5 \cdot 8 \cdot 25 \cdot 45$$

$$\begin{array}{r} 77 \\ \times 77 \\ \hline 539 \\ 539 \\ \hline 29 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{C_V}{C_P} = \frac{\frac{f}{2}R}{\frac{f}{2}R + R} = \frac{3}{5}$$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$$

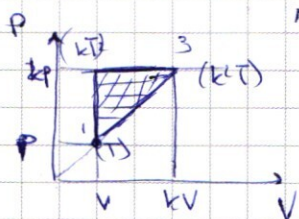
$$A_{23} = p(V_3 - V_2)$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \mathcal{O} R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} p(V_3 - V_2)$$

$$Q = \frac{5}{2} p(V_3 - V_2)$$

$$\frac{A_{23}}{Q_{12}} = \frac{\frac{3}{2} p(V_3 - V_2)}{\frac{5}{2} p(V_3 - V_2)} = \frac{3}{5}$$

$$\eta = \frac{A_{12}}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{\frac{1}{2} (V_3 - V_2) (p_2 - p_1)}{A_{12} + \Delta U_{12} + \frac{5}{2} p(V_3 - V_2)}$$



$$\Delta U_{12} =$$

$$pV = \mathcal{O} R T$$

$$k p V = \mathcal{O} R T$$

$$T = k T$$

$$A_{23} = k p (k^2 - k) V$$

$$\Delta U_{123} = \frac{3}{2} \mathcal{O} R (k^2 - 1) T = \frac{3}{2} (k^2 - 1) p V$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} p (k - 1)^2 V$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} (k - 1)^2 p V}{\left(\frac{1}{2} (k^2 - k) + \frac{3}{2} (k^2 - 1) \right) p V} = \frac{(k - 1)^2}{2k^2 - 2k + 3k^2 - 3} = \frac{k^2 - 2k + 1}{5k^2 - 2k - 3}$$

$$f(k) = \frac{k^2 - 2k + 1}{5k^2 - 2k - 3}$$

$$f'(k) = \frac{(2k - 2)(5k^2 - 2k - 3) - (k^2 - 2k + 1)(5k - 2)}{(5k^2 - 2k - 3)^2}$$

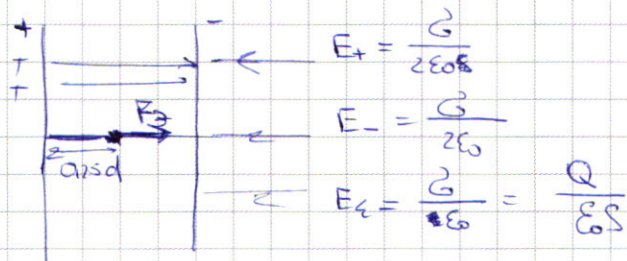
$$= \frac{(k - 1)(10k^2 - 4k - 6 - 5k^2 + 7k - 1)}{5k^2 - 2k - 3}$$

$$= \frac{(k - 1)(5k^2 + 3k - 8)}{(k - 1)(k + \frac{3}{5})} = \frac{(k - 1)^2 (k + \frac{8}{5})}{(k - 1)(k + \frac{3}{5})}$$

$$\eta = \frac{k - 1}{5k + 3}$$

$$\eta' = \frac{5k + 3 - 5k + 5}{5k + 3} = \frac{8}{5k + 3} > 0$$

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{k - 1}{5k + 3} = \lim$$



$$\Delta \left(\frac{m \delta_1^2}{2} \right) = A E_+ = E_+ Q \delta_1 d = \frac{Q^2 d}{\epsilon_0 S}$$

$$F = \frac{Qq}{\epsilon_0 S} = ma$$

$$\delta_1 = aT$$

$$0,75d = \frac{aT^2}{2} = \frac{Qq}{2\epsilon_0 S}$$

$$\frac{1,5d}{T^2} = a$$

$$\delta_1 = \frac{1,5d}{T}$$

$$a = \frac{1,5d}{T^2} = \frac{Qq}{\epsilon_0 S}$$

$$Q = \frac{1,5\epsilon_0 S d}{T^2 d}$$

$$E_n + \frac{m \delta_1^2}{2} = \frac{m \delta_2^2}{2}$$

$$E_n =$$

$$\Delta E_n = \frac{k q \Delta q}{r^2}$$

Δq - заряд оболочки

$$\Delta q = G \Delta S = G 2\pi r dr$$

$$\Delta E = \frac{k q G 2\pi r dr}{r^2}$$

$$E = \int \Delta E = k q G 2\pi R =$$

$$R = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$$

$$= k q G 2\pi \sqrt{S}$$

$$\delta_2 = \sqrt{\delta_1^2 + \frac{k q Q \sqrt{S}}{2}}$$

$$\delta_1 = \frac{1,5d}{T}$$

$$Q = \frac{1,5\epsilon_0 S d}{T^2 d}$$

$$\frac{1}{\epsilon_0 \epsilon}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

⑤ Дано: Решение:

$$h = \frac{3F}{2}$$

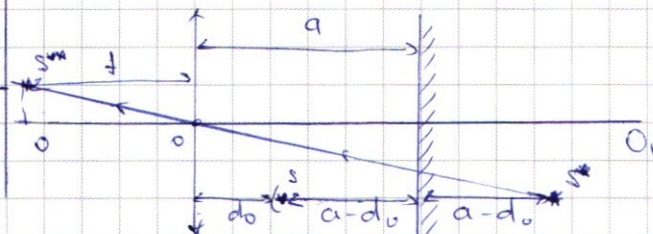
$$d_0 = \frac{F}{2}$$

$$a = F$$

$$f = ?$$

$$d = ?$$

$$u = ?$$



1) S^* - изображение источника S в зеркале

$$d = d_0 + 2(a - d_0) = 2a - d_0 = 2F - \frac{F}{2} = \frac{3F}{2}$$

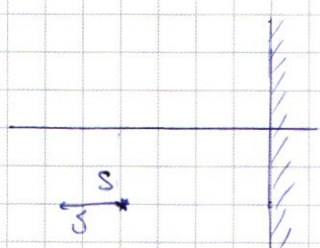
2) $d > F \Rightarrow$ уоор. в сообр. линзе Действит.

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

S^{**} - уоор. из. S^* в линзе,

$$f = \frac{Fd}{d - F} = \frac{F \cdot \frac{3F}{2}}{\frac{3F}{2} - F} = 3F$$

3) В О зеркала:



$\vec{v}_{S^*} = \vec{v}_S$ $v_{\text{отл}} = v$, направлено влево.



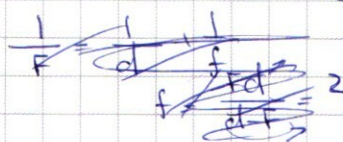
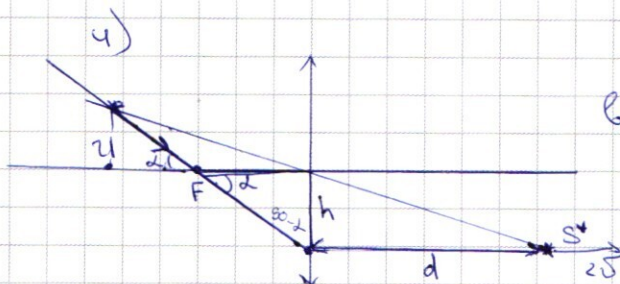
$\Rightarrow v_{\text{отл}} S^* = v$, т.к. $\Gamma_{\text{зеркала}} = 1$.

$v_{\text{отл}} S^*$ направлено вправо.

В О земли $\vec{v}_{S^*} = \vec{v}_{\text{отл}} S^* + \vec{v}_n$

$$v_{S^*} = 2v$$

В О линзы скорости предмета и уоор. пересекаются на линзе, либо || ей. Линза покоится



$$\tan \alpha = \frac{h}{F} = \frac{3}{4}$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{9}{16}}} = \frac{4}{5}$$

$$3) \quad \frac{v^2}{v_{\parallel}^2} = \frac{v_{\parallel}^2}{v_{\parallel}^2} = \frac{f}{d} = \frac{3F}{\frac{3F}{2}} = 2 = \Gamma$$

$$v_{\parallel} = v \cos \alpha = \Gamma^2 v = 8v$$

$$v_{\perp} = \frac{8v}{\cos \alpha} = \frac{8v}{\frac{4}{5}} = 10v$$

4

Дано:

$$E = 9 \text{ В}$$

$$C = 40 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 5 \text{ В}$$

$$L = 0,1 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 18 \text{ В}$$

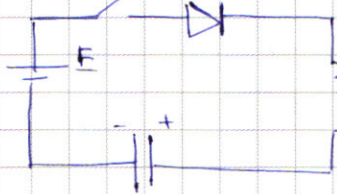
$$\delta = \frac{dI}{dt} = ?$$

$$I_{\text{м}} = ?$$

$$U_2 = ?$$

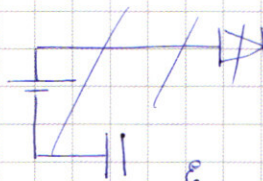
$$U_{\text{кз}} = ?$$

Решение:



1) Сразу после замыкания:

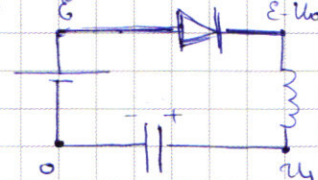
Предположим, диод открыт:
 $I_0 > 0, U_0 = U_0$



Ток через катушку

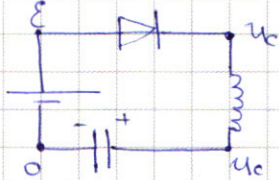
сначала не меняется

→ Ток в цепи не



Чтобы ток начал возрастать, диод должен быть открыт.

$I = I_{\text{м}} \text{, диод открыт}$
 $U_0 = 0$



$$E - U_0 = U_0$$

$$U_0 = E - U_0$$

$$\text{ЗЗД: } \Delta S = \Delta W + Q, Q = 0.$$

$$\Delta Q = C(E - (U_0 + U))$$

$$\Delta S = E \Delta Q$$

Сумма емкостных зарядов $C(E - U_0)$

$$\Delta S = CE^2 - CE(U_0 + U) \quad \Delta Q = C(E - (U_0 + U))$$

$$\Delta W = W_k - W_n = \frac{L I_{\text{м}}^2}{2} + \frac{C(E - U_0)^2}{2} - \frac{C(U_1)^2}{2}$$

$$CE^2 - CE(U_0 + U) = \frac{L I_{\text{м}}^2}{2} + \frac{C}{2} (E - (U_0 + U))(E - U_0 + U)$$

$$I_{\text{м}} = \sqrt{\frac{2CE^2 - 2CE(U_0 + U) - C(E - U_0)^2 + C U_1^2}{L}} = \sqrt{\frac{C}{L}} = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1}} = \sqrt{400 \cdot 10^{-5}} = \sqrt{600 \cdot 10^{-5}} = \sqrt{60} \cdot 10^{-2} = 2,45 \text{ А}$$

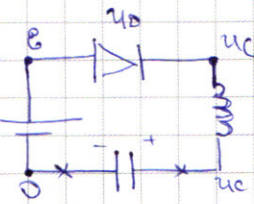
$$= \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1} \cdot \frac{162 - 18 \cdot 6 - 64 + 25}{1}} = \sqrt{40 \cdot 10^{-5} \cdot 15} =$$

$$= \sqrt{600 \cdot 10^{-5}} = \sqrt{60} \cdot 10^{-2} =$$

$$U_2 = E - U_0, \text{ так как } U_0 < U_0$$

Р-м макс ток при этом

$$U_2 = E - U_0 = \frac{C U_1^2}{\sqrt{E - U_0}}$$



$$\frac{9(18-12)}{9-6} = \frac{54-64,25}{3} = 15$$