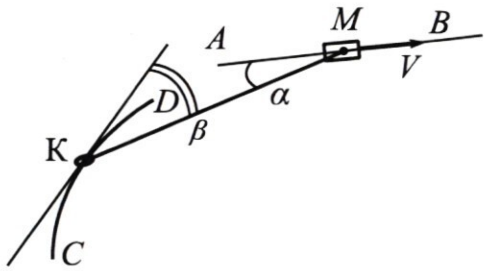
Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 11

Вариант 11-01

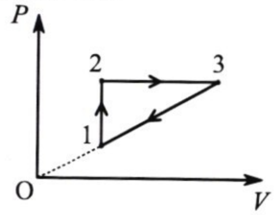
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

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 $\alpha(\cos\alpha = 15/17)$ с направлением движения муфты и угол $\beta(\cos\beta = 4/5)$ 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.



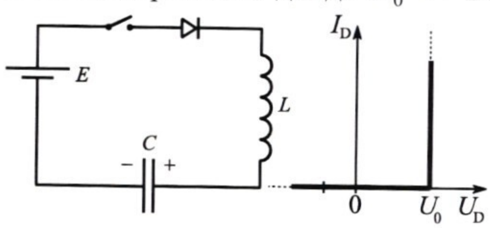
1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.
2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S, расстояние между обкладками d $\left(d << \sqrt{S}\right)$. 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?

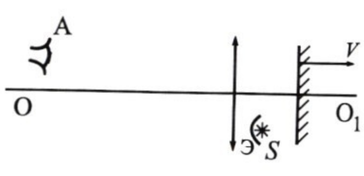
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

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.



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.

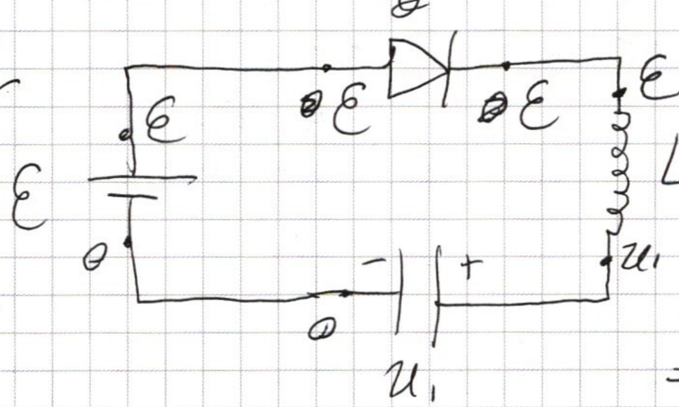


1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
3) Найти скорость изображения в этот момент.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4)

~~Ввод~~ метод потенциалов



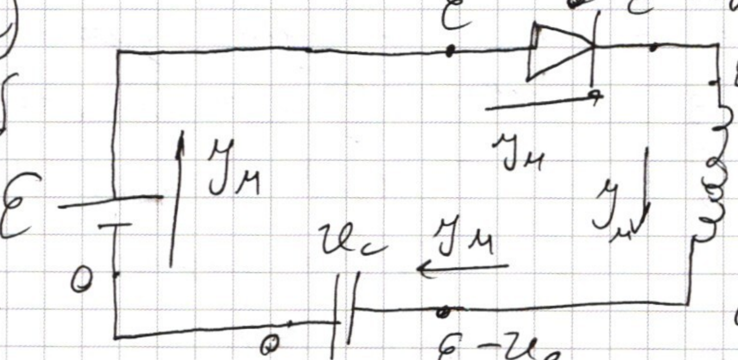
Рассмотрим цепь сразу 1) После замыкания ключа. Ток на катушке скачком не меняется $\Rightarrow$ $\Rightarrow I_L(0)=0$, а так как все элементы соединены последовательно, то тока нет и во всей цепи. Также напряжение на конденсаторе скачком не меняется $\Rightarrow$ $\Rightarrow U_C(0)=U_1$. Из графика видно что при $I=0$ $U_д=0$.

$U_L=\mathcal{E}-U_1$; $U_L=L\frac{dI}{dt}$ $\Rightarrow$ $\frac{dI}{dt}=\frac{\mathcal{E}-U_1}{L}$

$\frac{dI}{dt}=\frac{9В-5В}{0,1Гн}=40\,\frac{А}{с}$

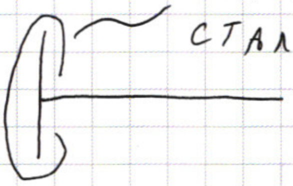
2)

метод потенциалов



$\mathcal{E}-U_0$ т.к. ток в цепи максимален, то $U_L=0$ (т.к. $U_L=L\frac{dI}{dt}$)

Предположим диод открыт, тогда $U_д=U_0$, т.к. диод открыт, то заряд приходит на правую обкладку.



был: $+CU_1$

стал: $+C(\mathcal{E}-U_0)$

$$\Rightarrow q^* = C(\mathcal{E}-U_0-U_1)$$

тогда $A_б = +\mathcal{E} q^* = C\mathcal{E}(\mathcal{E}-U_0-U_1)$

по ЗСЭ для электрической цепи:

$$A_б = \Delta W + \underset{=0}{Q} \qquad \Delta W = \frac{C(\mathcal{E}-U_0)^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2} + \frac{LI_м^2}{2}$$

$$C\mathcal{E}(\mathcal{E}-U_0-U_1) = \frac{LI_м^2}{2} + \frac{C(\mathcal{E}-U_0)^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2} \Big| \cdot 2$$

$$2C\mathcal{E}(\mathcal{E}-U_0-U_1) = LI_м^2 + C(\mathcal{E}-U_0-U_1)(\mathcal{E}-U_0+U_1)$$

$$LI_м^2 = C(\mathcal{E}-U_0-U_1)(2\mathcal{E}-(\mathcal{E}-U_0+U_1))$$

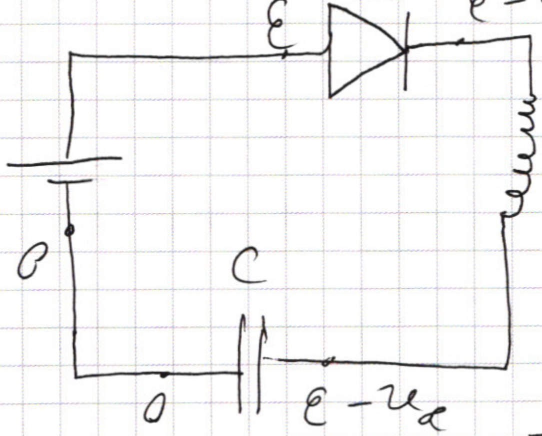
$$I_м^2 = \frac{C}{L}(\mathcal{E}-(U_0+U_1))(\mathcal{E}+U_0-U_1) = \cancel{\frac{C}{L}((\mathcal{E}+U_1)^2}$$

$$\Rightarrow I_м = \sqrt{\frac{C}{L}((\mathcal{E}-U_1)^2-U_0^2)} = \sqrt{\frac{40\cdot10^{-6}}{0{,}1}((9-5)^2-1^2)} =$$

$$= \sqrt{4\cdot10^{-4}\cdot15} = 2\sqrt{5}\cdot10^{-2}\ A$$

3)

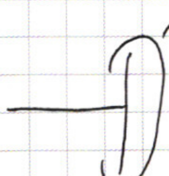
метод потенциалов



Т.к. режим установившийся, то $I(t_{уст})=0 \Rightarrow$

$L \Rightarrow U_L(t_{уст})=0$, а на диоде

$U_д \le U_0$ (из графика)



было: CU_1

стало: $C\cancel{\mathcal{E}}U_2$

$q^{**} = C(U_2-U_1)$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$A_б = + \mathcal{E} C (U_2 - U_1)$

„+" т.к в цепи есть диод, который не допускает протекания обратного тока

По ЗСЭ для электрической цепи:

$A_б = \Delta W + \underbrace{Q}_{=0}$

$$C\mathcal{E}(U_2 - U_1) = \frac{CU_2^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2} \quad \Big| \cdot \frac{2}{C}$$

$$2\mathcal{E}(U_2 - U_1) = U_2^2 - U_1^2$$

$$U_2^2 - 2\mathcal{E}U_2 + (2\mathcal{E} - U_1)U_1 = 0$$

$$U_2 = \frac{2\mathcal{E} \pm \sqrt{4\mathcal{E}^2 - 4U_1(2\mathcal{E} - U_1)}}{2} = \frac{18 \pm 2\sqrt{81 - \underbrace{5 \cdot 13}_{65}}}{2} =$$

$$= \frac{18 \pm 4}{2} = 11 / 7 \Rightarrow U_2 = \left[\begin{array}{l} 11 В \\ 7 В \end{array}\right., \text{ но}$$

$$U_д = \mathcal{E} - U_2 = \left[\begin{array}{l} 9 - 11 = -2 - \text{подходит т.к. } U_д \le 1 \\ 9 - 7 = 2 - \text{не подходит. т.к. } U_д \le 1 \end{array}\right.$$

Ответ: 1) 40

2) $2\sqrt{15} \cdot 10^{-2}$

3) 11 В

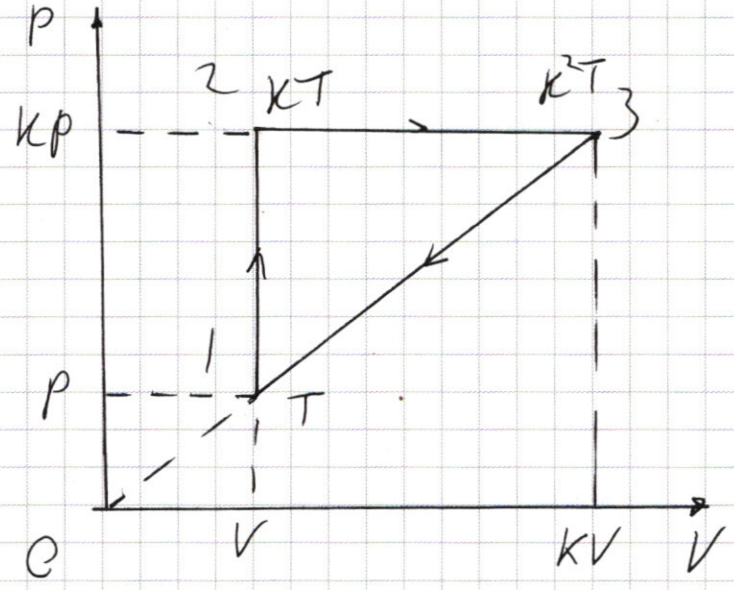
① (Не вписывается) ~~перейдем в СО клина~~ 3) $T \sin\beta + mg\sin\beta - N = m\frac{u^2}{R}$.

$a_к = \frac{\cos\alpha}{\cos\beta} a_м$

$T\cos\alpha - mg\cos\alpha = ma_к = m\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} a_м$ ...

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

2



1) на участке 1–2 газ получал тепло т.к. $P\uparrow \Rightarrow T\uparrow \Rightarrow \Delta U\uparrow$ $(A_{12}=0) \Rightarrow Q_{12}>0$.
На участке 2–3 газ тоже получал тепло т.к. $V\uparrow$ ($p=\text{const}$) $\Rightarrow A_\delta > 0$ и $T\uparrow \Rightarrow \Delta U > 0 \Rightarrow$
$\Rightarrow Q_{23} > 0$.

2–3 – изобарный процесс $\Rightarrow C_p = \frac{i+2}{2}R$

1–2 – изохорный процесс $\Rightarrow C_V = \frac{i}{2}R$

$\Rightarrow \frac{C_p}{C_V} = \frac{i+2}{i}$, т.к. газ одноатомный, то $i=3$.

$\Rightarrow \frac{C_p}{C_V} = \frac{3+2}{3} = \frac{5}{3}$

по уравнению Менделеева–Клапейрона

2) $A_{23} = Kp\Delta V = \nu R(T_3 - T_2)$

$\Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2)$ $\quad Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$

$Q_{23} = \frac{5}{2}\nu R(T_3 - T_2) \Rightarrow \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2}\cancel{\nu R(T_3 - T_2)}}{\cancel{\nu R(T_3 - T_2)}} = \frac{5}{2}$

3) Обозначим объём и давление и температуру в состоянии 1 за V, P, T, тогда в состоянии 3 (из-за прямой пропорциональности) $V_3 = KV$; $P_3 = KP$,
$T_3 = K^2T$ (по Менделееву–Клапейрону)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Площадь цикла это работа совершенная газом за цикл: $A_2 = \frac{1}{2}(Kp-p)(KV-V) = \frac{1}{2}pV(K-1)^2$

$Q_{пол} = Q_{12} + Q_{23}$

$Q_{12} = \underbrace{A_{12}}_{0} + \Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R(KT-T) = \frac{3}{2}\underbrace{\nu RT}_{pV}(K-1)$

$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = \frac{5}{2}A_{23} = \frac{5}{2}\nu R(K^2T-KT) =$

$= \frac{5}{2}\underbrace{\nu RT}_{pV}K(K-1) = \frac{5}{2}pV K\cdot(K-1)$

$\eta = \frac{A_2}{Q_{пол}} = \frac{\frac{1}{2}pV(K-1)^2}{\frac{3}{2}pV(K-1)+\frac{5}{2}pV(K-1)K} = \frac{K-1}{3+5K} =$

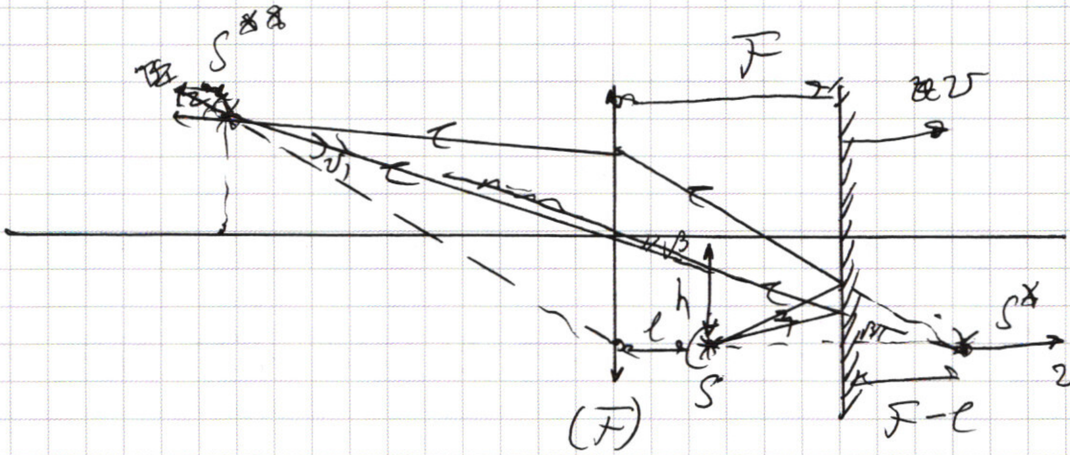
$= \frac{5K+3-4K-4}{5K+3} = 1 - \frac{4(K-1)}{5K+3} =$

$= 1 - \frac{4\left(1-\frac{1}{K}\right)}{5+\frac{3}{K}}$, чем больше K, тем меньше отнимаем от числителя и тем меньше прибавляем к знаменателю $\Rightarrow$ $\Rightarrow \eta \to max$ при $K \to max$

$\eta_{max} = 1 - \frac{4}{5} = 0{,}2$

Ответ: 1) $\frac{5}{3}$ 2) $\frac{5}{2}$ 3) 20%

③



$h = \frac{3}{4}F$ 1) проведём перпендикуляр от источника

$l = \frac{F}{2}$ S до зеркала и проведём его на то

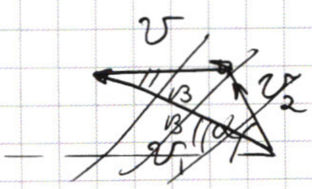
же расстояние (там и будет И в зеркале), тогда расстояние до линзы

от S^*: $d = (F - l) + F = \frac{3}{2}F$.

Тогда из формулы тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{\frac{3}{2}F^2}{\frac{1}{2}F} = 3F$$

2) Перейдём в СО зеркала, тогда скорость S^* равна v и направлена вправо. Продлим вектор $\vec{v}$ до пересечения с плоскостью линзы. Соединим эту точку и S^{**} и так будет направлена скорость S^{**} в СО зеркала. Перейдём в СО земли



β – искомый угол

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{h}{d} = \frac{3}{4}F \cdot \frac{2}{3F} = \frac{1}{2}$$

☐ черновик ☑ чистовик Страница №6

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

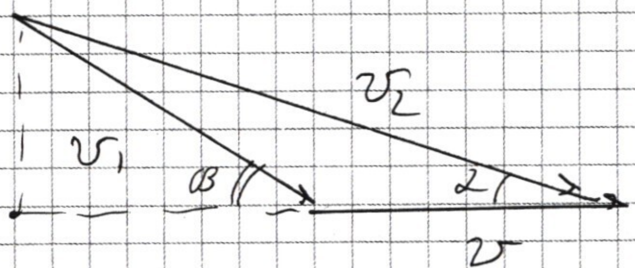
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$tg^2\beta + 1 = \frac{1}{\cos^2\beta} = \frac{1}{4}+1 = \frac{5}{4}$

$\cos\beta = \frac{2\sqrt{5}}{5}$

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

$\sin\beta = \sqrt{1-\frac{4}{5}} = \frac{1}{\sqrt{5}}$



$v_1\cos\beta = \Gamma^2 v = 4v \Rightarrow v_1 = \frac{2\sqrt{5}}{1}v$

$tg\alpha = \frac{v_1\sin\beta}{v_1\cos\beta + v} = \cancel{\frac{\frac{\sqrt{5}}{10}\frac{1}{\sqrt{5}}v}{\frac{\sqrt{5}}{10}\cdot\frac{2}{\sqrt{5}}v+v}} = \cancel{\frac{1}{10\left(\frac{1}{5}+1\right)}} =$

$= \cancel{\frac{1}{10\frac{6}{5}}} = \cancel{\frac{5}{6\cdot 10}} = \cancel{\frac{1}{12}} = \frac{2\sqrt{5}\frac{1}{\sqrt{5}}}{2\sqrt{5}\frac{2}{\sqrt{5}}+1} = \frac{2}{5}$

3) $v_2 = \sqrt{v_1^2+v^2+\ldots} = \sqrt{20v^2+v^2+2\cdot 2\sqrt{5}v^2\cdot\frac{2}{\sqrt{5}}} = \sqrt{29}v$

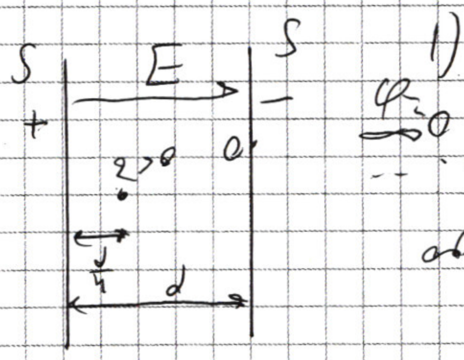
$\cancel{v_2 = \sqrt{v_1^2+v^2+2v_1v\cos\beta} =}$

$\cancel{= \sqrt{\frac{5}{100}v^2+v^2+2\frac{\sqrt{5}}{10}\frac{2}{\sqrt{5}}v^2} = v\sqrt{1+\frac{1}{20}+\frac{2}{5}} =}$

$\cancel{= v\sqrt{\frac{20+1+8}{20}} = v\sqrt{\frac{29}{20}}}$ ~~Ответ.~~

1) $3F$
2) $tg\alpha = \frac{2}{5}$
3) $v_2 = v\sqrt{29}$

(3) $T \quad v_0 = 0 \quad \gamma = \frac{q}{m}$



1) Т.к. $d \ll \sqrt{S}$ можно считать, что поле между обкладками однородно.

2ЗН: $F_{эл} = ma \Rightarrow Eq = ma \Rightarrow a = \gamma E = const$

$v_1 = aT = \gamma ET$

по ЗИМЭ:

$\frac{mv_1^2}{2} = A_{эл} = \frac{3}{4} qEd \qquad \gamma E = \frac{v_1}{T}$

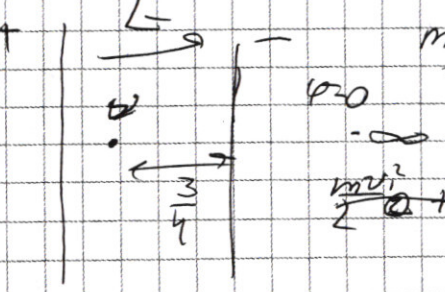
$v_1^2 = \frac{3}{2}\gamma E d = \frac{3}{2}\frac{v_1}{T}d \Rightarrow v_1 = \frac{3}{2}\frac{d}{T}$

2) $E = \frac{v_1}{\gamma T}$

$q = CU = CEd =$

$= \frac{\varepsilon_0 S}{\cancel{d}}\frac{v_1}{\gamma T}\cancel{d} = \frac{\varepsilon_0 S}{\gamma T}\frac{3}{2}\frac{d}{T} = \frac{3}{2}\frac{\varepsilon_0 S d}{\gamma T^2}$

3) Возьмем на бесконечности потенциал 0.



~~$\frac{mv_2^2}{2} = A_{эл\,внутри} + A_{эл\,снаружи}$~~

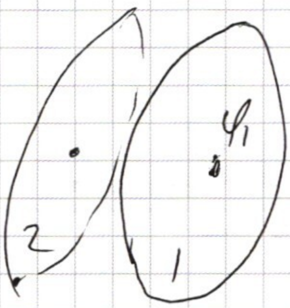
~~$\frac{mv_1^2}{2} + W_1 = \frac{mv_2^2}{2} + W_2$~~

~~$W_1 = \varphi_1 q \quad W_2 = \varphi_2 q \quad \varphi_2 = 0$ (т.к. на ∞)~~

$\frac{mv_1^2}{2} + W_1 = \frac{mv_2^2}{2} + W_2 \qquad W_1 = \varphi_1 q$

$W_2 = \varphi_2 q = 0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$\cancel{\varphi_1 = \varphi_{1\,кольца} + \varphi_{2\,кольца}}$

$\cancel{\varphi_1 =}$ $\quad \varphi_2 = 0$

$\cancel{\frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = A_{эл}}$

~~т. к. в усл. написано что поле создаваемое конденсаторами~~

$$\sigma = \frac{q}{S}$$

$$\varphi_1 = \varphi_{1\,кольца} + \varphi_{2\,кольца}$$

$$\varphi_{1\,кольца} = \int_0^R \frac{k\,dq}{r} = \int_0^R \frac{k\sigma\, 2\pi \cancel{r}\, dr}{\cancel{r}} = k\sigma \cdot 2\pi R = \frac{kq\,2\pi R}{S} = \frac{kq\,2\pi R}{\pi R^2} = \frac{2kq}{R}$$

$$dr^2 = 2r\,dr$$

$$\varphi_{2\,кольца} = \int_0^R \frac{k\sigma\, 2\pi\, r\,dr}{\sqrt{d^2+r^2}} = k\sigma\pi \int_0^R \frac{d(r^2+d^2)}{(d^2+r^2)^{\frac{1}{2}}} =$$

$$= \cancel{\frac{k\sigma\pi}{(d^2+r^2)^{\frac{3}{2}}}} = k\sigma\pi \cdot 2\sqrt{d^2+r^2}\Big|_0^R =$$

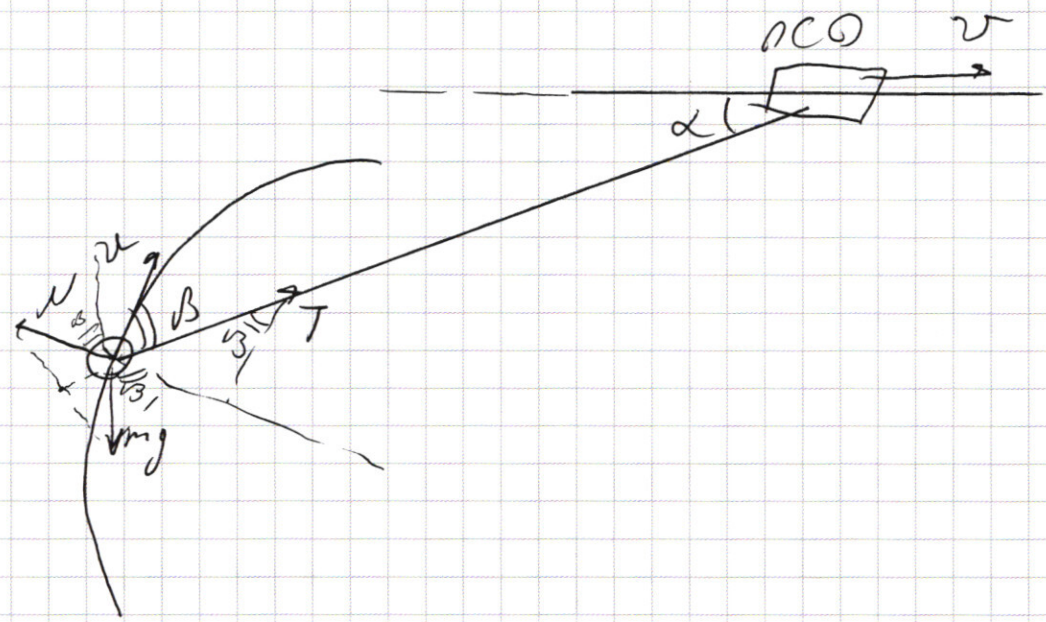
$$= 2k\sigma\pi\sqrt{R^2+d^2}$$

$$v_2^2 = v_1^2 + 2\frac{q}{m}(\varphi_1 - \overset{0}{\varphi_2}) = v_1^2 + 2\gamma \cdot 2k\frac{q}{S}\pi\sqrt{d^2+R^2}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{9}{4}\frac{d^2}{T^2} + 4k\gamma\frac{q}{S}\pi\sqrt{d^2+R^2}}\ ,\ \text{где}$$

$$R^2 = \frac{S}{\pi} \quad и \quad q = \frac{3}{2}\frac{\varepsilon_0 S d}{\gamma T^2}$$

①

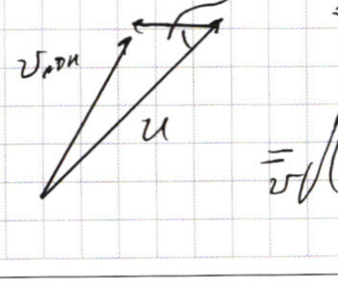


1) Т.к. стержень нерастяжим, то проекции скоростей кольца и лодки на него равны

$$v\cos\alpha = u\cos\beta \qquad u = v\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} =$$

$$= 68\frac{15\cdot5}{17\cdot4} = 75\ \frac{см}{с}$$

2) $\vec{u} = \vec{v}_{отн} + \vec{v} \Rightarrow \vec{v}_{отн} = \vec{u} - \vec{v}$



$$v_{отн} = \sqrt{u^2 + v^2 - 2v_{отн}v\cos(\alpha+\beta)}$$

$$= v\sqrt{\frac{\cos^2\alpha}{\cos^2\beta} + 1 - 2\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}(\cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta)} =$$

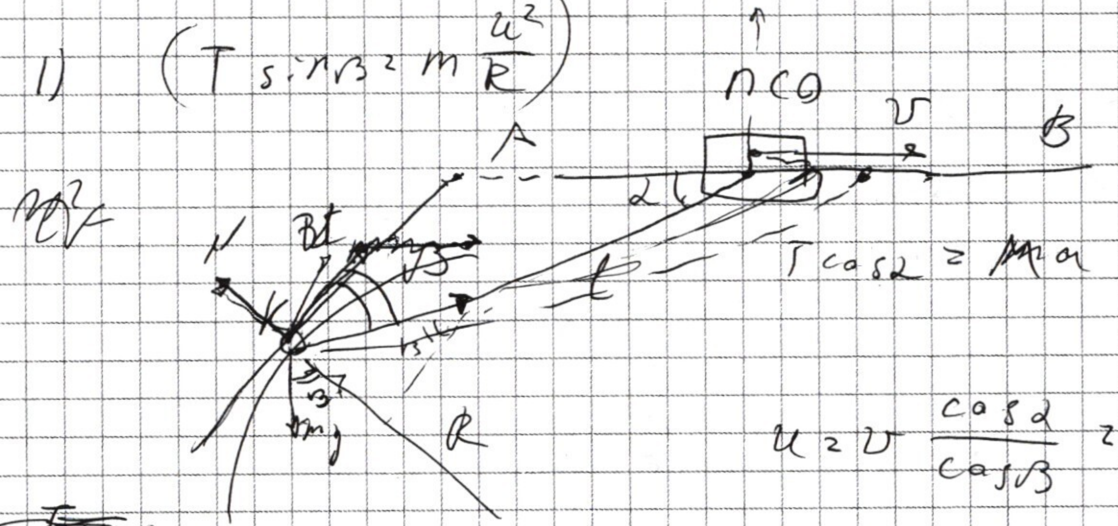
$$= v\sqrt{\left(\frac{75}{68}\right)^2 + 1 - 2\left(\frac{225}{289} - \frac{75\cdot3\cdot8}{68\cdot5\cdot17}\right)} = v\sqrt{1 - \frac{153}{289}\cdot 2} \approx 1\ \frac{м}{с}$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) $\left(T\sin\beta = m\frac{u^2}{R}\right)$

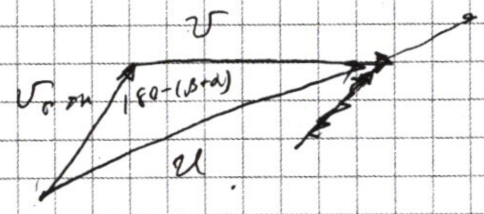


$T\cos\alpha = ma$

$u = v\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} =$

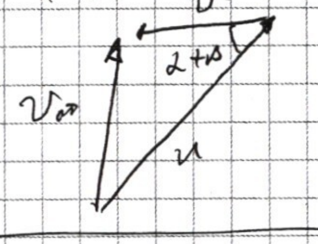
1) $v\cos\alpha = u\cos\beta$ $= 68\frac{15\cdot5}{17\cdot4} = 75$

2) $v_{абс} = v_{пер} + v_{отн}$



$\overline{v_{отн}} = \overline{u} - \overline{v}$

$u^2 = v_{отн}^2 + v^2$



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

$v_{отн} = \sqrt{v^2 + v^2\frac{\cos^2\alpha}{\cos^2\beta} \mp 2v^2\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}(\cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta)^2}$

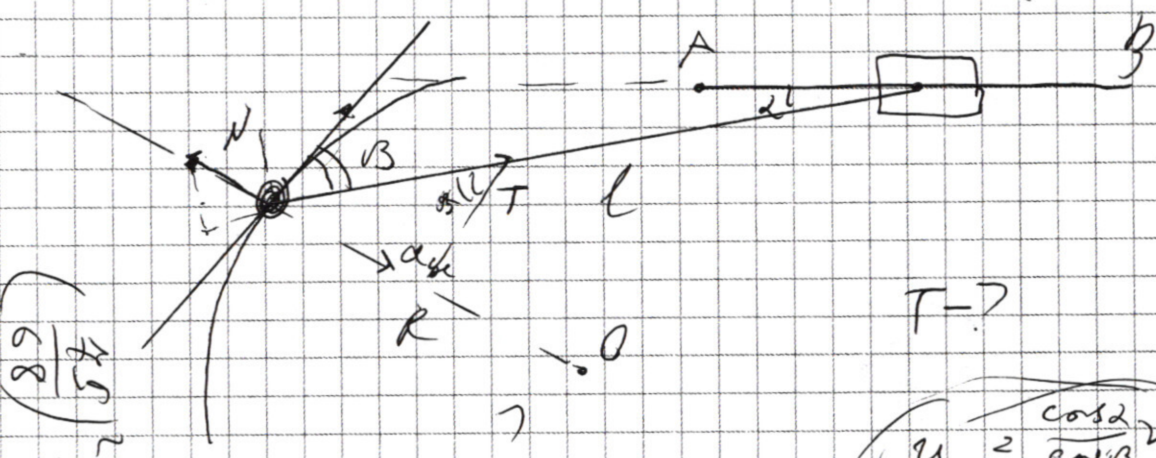
$= v^2\sqrt{\frac{\cos^2\alpha}{\cos^2\beta} - \frac{2\cos\alpha^2}{\cos\beta} + \frac{\cos\alpha\cdot\sin\alpha\cos\beta}{\cos\beta}}$

$\cos^2\alpha + \sin^2\alpha = 1$

$tg^2\alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2\alpha}$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)



$T-?$

$u = \frac{\cos\alpha}{\cos\beta} v$

$T \sin\beta - N = m \frac{v^2}{R}$

$T \cos\beta = m a_\tau = \frac{dv}{dt}$ $\quad a_\tau = \frac{\cos\alpha}{\cos\beta} a$

$\varphi = k \frac{2q}{R}$ $\quad \alpha = \frac{R}{l}$

$k \frac{2q}{R}$ $\quad dr^2 = 2r\,dr$

$\int k \frac{\sigma 2\pi r\,dr}{\sqrt{d^2+r^2}} = m \int \frac{r\,dr}{\sqrt{d^2+r^2}} =$

$= m \int \frac{dx}{\sqrt{1+\left(\frac{d}{x}\right)^2}}$

$= \frac{m}{2} \int \frac{d(r^2+d^2)}{\sqrt{}}$

$x^{-\frac{1}{2}} dx$

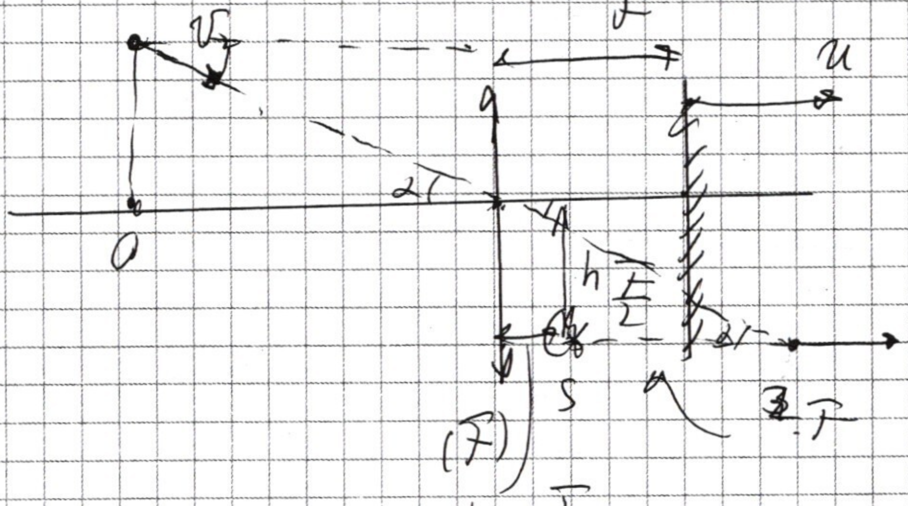
$\frac{x^{\frac{1}{2}}}{\frac{1}{2}} = 2x^{\frac{1}{2}}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

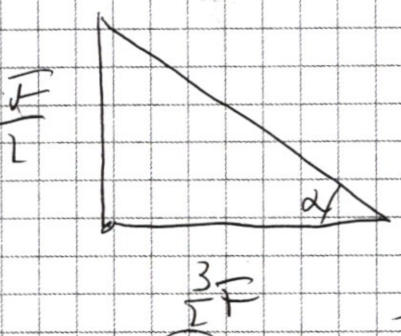
5)



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

$l = \frac{F}{2}$ $\quad d = \frac{3}{2}F$

$f = 3F$



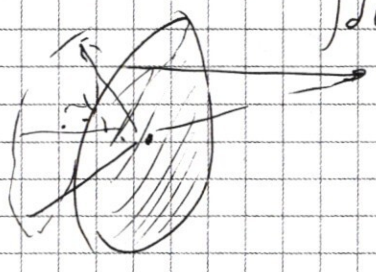
$\left(tg\alpha = \frac{F}{2} \cdot \frac{2}{3F} = \frac{1}{3}\right)$

$1 + tg^2\alpha = \frac{1}{\cos^2\alpha} \Rightarrow \frac{10}{9}$

$\left(\cos\alpha = \frac{3\sqrt{10}}{10}\right)$

3) $\quad (\Gamma = 2) \quad dq = \sigma\, 2\pi r\, dr$

v



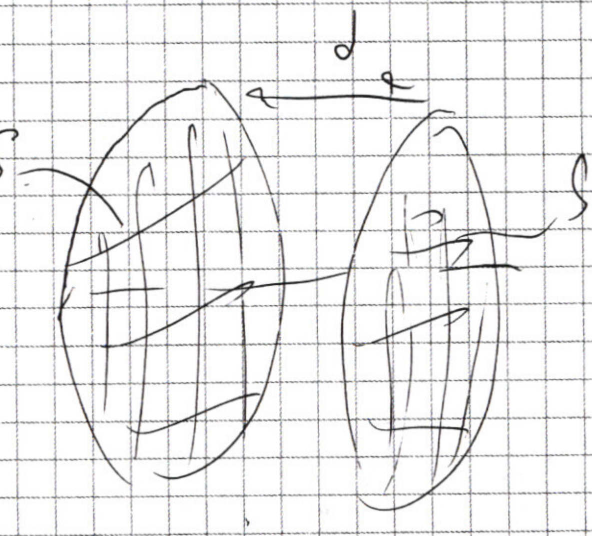
$\int d\varphi = k\frac{dq}{R} = k\frac{\sigma\, 2\pi r\, dr}{\sqrt{r^2 + x^2}} =$

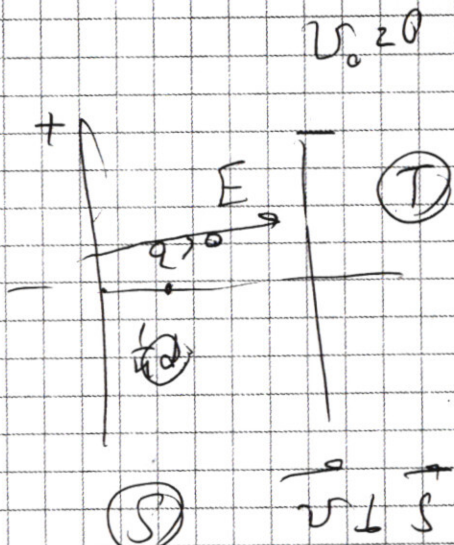
$= \int k \frac{2\pi\sigma\, dr}{\sqrt{1 + \left(\frac{x}{r}\right)^2}}$ $\quad d r^{-2} =$

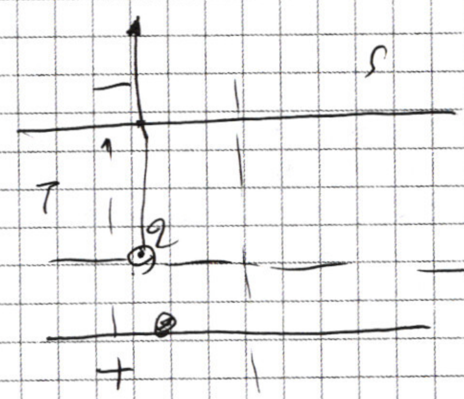
$d\frac{1}{r} = \frac{1}{r^{-2}} dr$

☒ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)







$Eq = ma$

$a = E\gamma$

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

$\frac{mv^2}{\cancel{2}} = \frac{3}{\cancel{4}_{2}} qEd \qquad v^2 = \frac{3}{2}\gamma E d$

$v = a\cancel{t} = \gamma E T$

$v^{\cancel{2}} = \frac{3}{2}\frac{\cancel{v}}{T} d \qquad \gamma E = \frac{v}{T} \qquad E = \frac{v}{T\gamma} =$

$v = \frac{3}{2}\frac{d}{T}$ 2) $q = CU =$

$= \frac{\varepsilon_0 S}{\cancel{d}} \cdot E\cancel{d} = \frac{\varepsilon_0 S}{\cancel{d}} E = \frac{\varepsilon_0 S}{T\gamma} v =$

$= \frac{3}{2}\frac{d}{T}\frac{\varepsilon_0 S}{T\gamma} = \frac{3}{2}\frac{\varepsilon_0 S d}{\gamma T^2}$

$\frac{m v_2^2}{2} = \frac{3}{2} qEd +$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

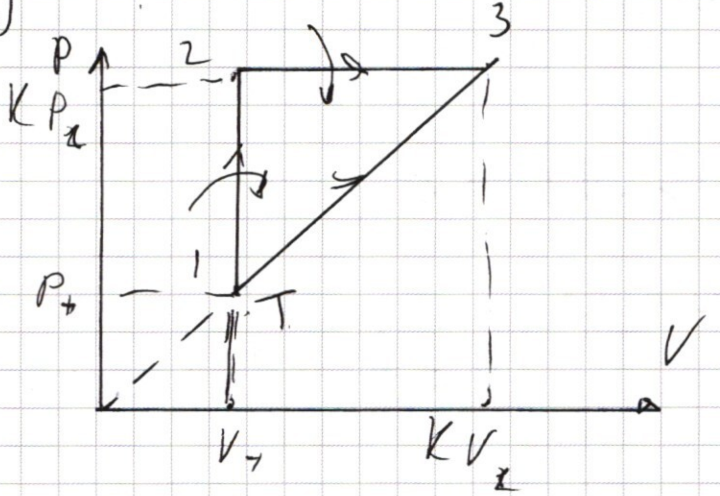
Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) $T_3 = KT_2$



$i = 3$

$\frac{C_{12}}{C_{23}} - ?$

$C_V = \frac{i}{2}R$

$C_p = \frac{i+2}{2}R$

1) $\frac{C_p}{C_V} = \frac{i+2}{i} = \frac{5}{3}$

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

$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + \nu R\Delta T = \frac{5}{2}\nu R\Delta T$

$\cancel{\frac{pV}{T_1} = \nu K}$

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

3) $A_{цикл} = \nu R \cancel{(T_3 - T_2)} \frac{1}{2}(p_2 - p_1)(V_2 - V_1)$

$\frac{V_2}{V_1} = \frac{p_2}{p_1} = K \Rightarrow V_2 = KV, \; p_2 = Kp$

$A_{цикл} = \frac{1}{2}pV(K-1)^2$

$Q_{получ} = \frac{3}{2}\nu R\cancel{(T_2 - T_1)}\, T(K-1) = \frac{3}{2}pV(K-1) +$

$+ \frac{5}{2}\nu R(T_3 - T_2) = \frac{5}{2}\nu R K(K-1)T = \frac{5}{2}pV K(K-1)$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

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

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

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

$-(5k+3)-(k-1)5=0$

$5k+3 = -5k+5$

$10k=2 \qquad k=\frac{1}{5}=0{,}2$

$$(k-1)'(5k+3)-(k-1)(5k+3)'=0$$

$5k+3=(k-1)5$

$\cancel{5k+3=(5k-5)}=0$

$$A_2 = \frac{\frac{1}{2}pV(k-1)^2}{\frac{3}{2}pV(k-1)+\frac{5}{2}pV(k^2-k)} =$$

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

$(k-1)(5k+3)^{-1} =$

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

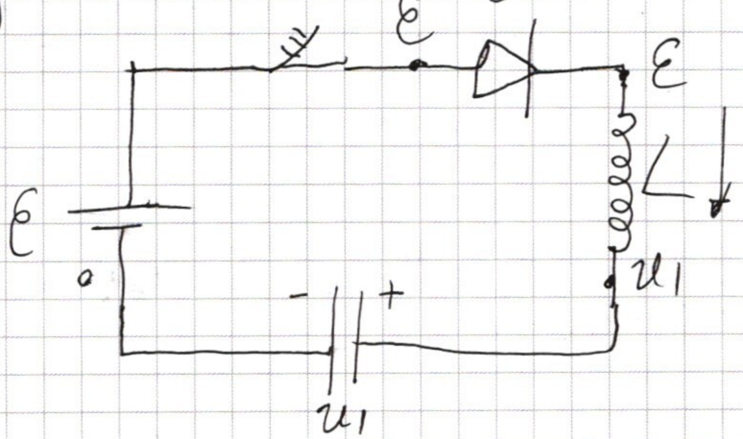
$-5(k+1)+5k+3=0$

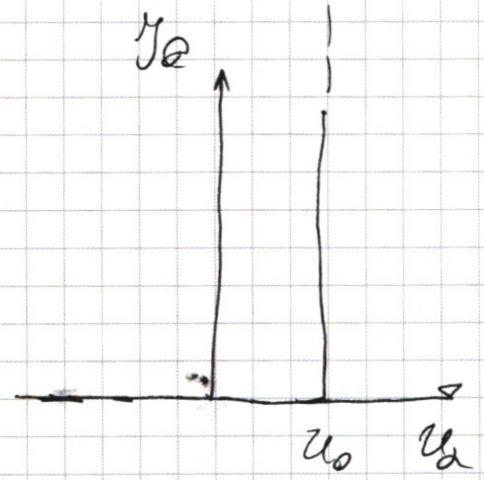
$$\frac{5k+3-4k-4}{5k+3} = 1-\frac{4(k-1)}{5k+3} = 1-\frac{4\left(1-\frac{1}{k}\right)}{5+\frac{3}{k}} = 20\%$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$4\cdot10^{-4}\cdot(\overbrace{9-5-1}^{3})\cdot(\overbrace{9-5+1}^{4})$

4)





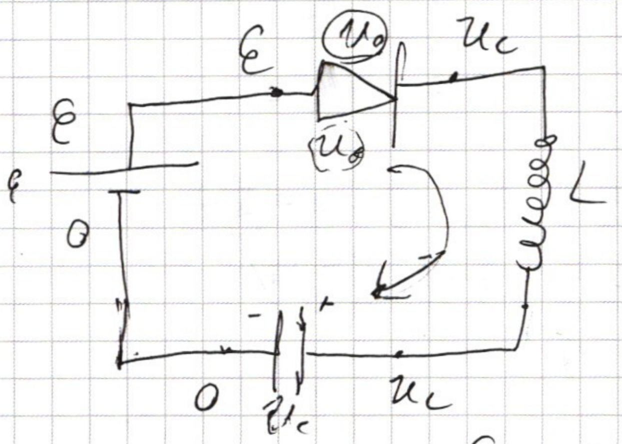
$\mathcal{E}=9$ В $C=40$ мкФ $U_1=5$ В $L=0,1$ Гн $U_0=1$ В

1) I' - ?

2) $I_м$ - ?

$\cancel{\mathcal{E}} = U_L = L\frac{dI}{dt}$ $\frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E}-U_1}{L}$

$I_м \Rightarrow U_L = 0$ $U_Д = \mathcal{E} - U_C$



$U_C = \frac{q}{C}$ $I = C\frac{dU}{dt}$

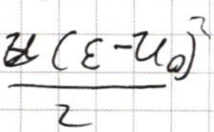
$\mathcal{E} - U_C = U_0$

$U_C = \mathcal{E} - U_0 = \frac{q}{C}$

$q = C(\mathcal{E}-U_0)$

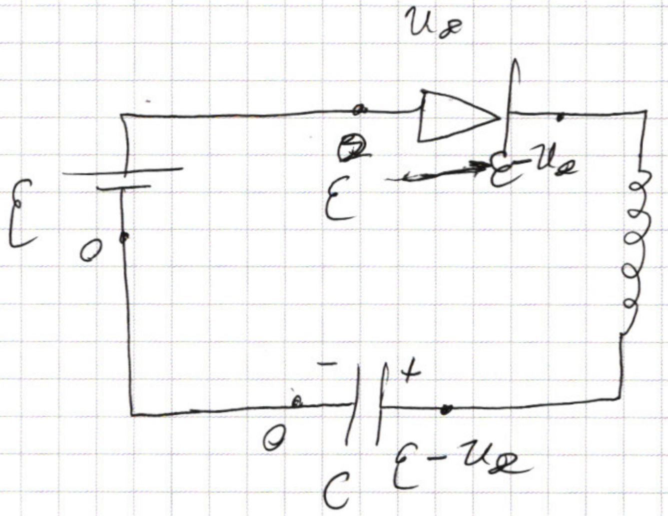
3) был ~~...~~ CU_1

стало: $C(\mathcal{E}-U_0)$ $\Rightarrow$



$\Rightarrow q^* = C(\mathcal{E}-U_0-U_1)$

$\mathcal{E}q^* = \frac{C(\mathcal{E}-U_0)^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2} + \frac{LI_м^2}{2} \Rightarrow$ ~~$I_м = ...$~~



$u_c = \mathcal{E} - u_д$

$\mathcal{E} q^{**} = \frac{C(\mathcal{E}-u_д)^2}{2} - \frac{Cu_1^2}{2}$

было: Cu_1 → $q^{**} = C(\mathcal{E} - u_д - u_1)$
стало: $C(\mathcal{E}-u_д)$

$2\cancel{C}\mathcal{E}(u_2-u_1) = \frac{\cancel{C}u_2^2}{\cancel{2}} - \frac{\cancel{C}u_1^2}{\cancel{2}}$

$u_2^2 - 2\mathcal{E}(u_2-u_1) - u_1^2 = 0$

$u_2^2 - 2\mathcal{E}u_2 + (2\mathcal{E}-u_1)u_1$

$+65$
$\cdot 16$
81

$18 - 5$
$= 13$

$\frac{2\mathcal{E} \pm \sqrt{4\mathcal{E}^2 - 4u_1(2\mathcal{E}-u_1)}}{2} = \frac{18 \pm \cancel{4} 2\sqrt{81 - 5 \cdot 13}}{2} =$

65

$= \frac{18 \pm 4}{2} = 11 / \cancel{5}\,7$

~~$u_c = \mathcal{E} - u_д$~~ $u_д = \mathcal{E} - u_c = 9 - 7 = \cancel{2В}$

~~$\mathcal{E}$~~ $9 - 11 = -2$ √

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)