

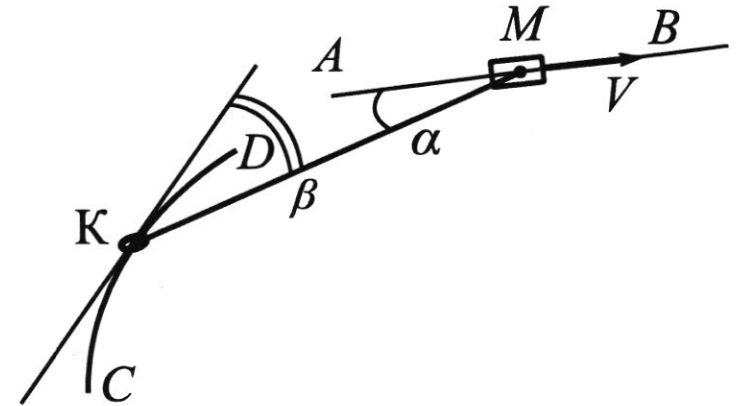
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

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

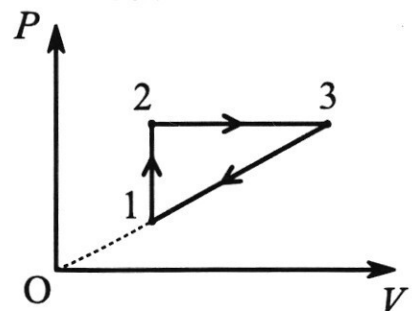
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной 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.



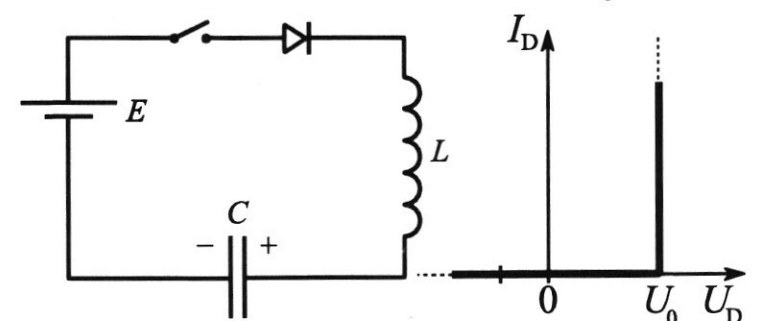
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица 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.

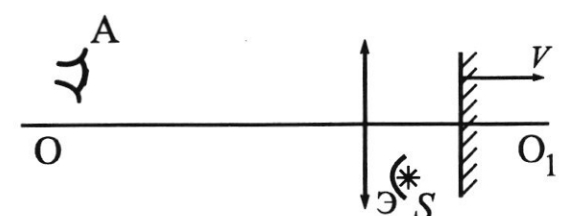
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$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

- 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:	Решение:
F	$* S''$
v	
$f - ?$	
$v_{S'} - ?$	
$v' - ?$	

1) Изображение S' предмета S в зеркале располагается симметрично ему же самому относительно зеркала. Тогда, из рисунка видно, что расстояние от S' до линзы равно $d = \frac{3F}{2}$. По формуле тонкой линзы $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow \boxed{f = \frac{Fd}{d-F}}$

$\boxed{f = \frac{F \cdot \frac{3F}{2}}{\frac{F}{2}}} = 3F$

2) Рассмотрим источник S , его изображение в зеркале S' и само зеркало в СО зеркала:

Скорость S в СО зеркала равна v по модулю и направлена от зеркала (из закона сложения скоростей). Скорость S' в СО зеркала равна скорости S в СО зеркала и направлена ей противоположно. Из закона сложения скоростей скорость S' относительно линзы:

$v_{S'} = v + v = 2v$.

$v_{S'} = v_{S,S'} + v_{S,S'}$ (скорость зеркала от линзы)

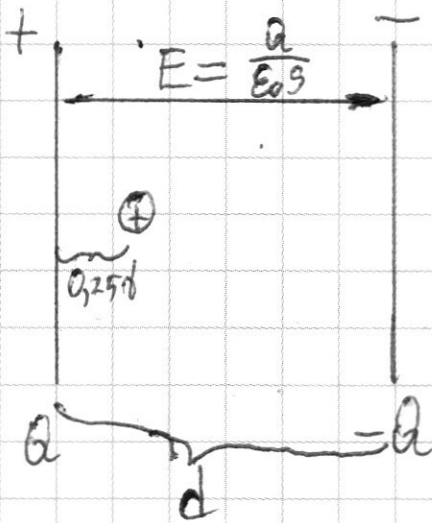
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3.

Дано:

Решение:

$S,$
 $d,$
 $T,$
 $\gamma = \frac{q}{m}$
 $v_1 - ?$
 $Q - ?$
 $v_2 - ?$



Рассмотрим движение частицы внутри конденсатора.
Второй закон Ньютона при движении

частицы внутри конденсатора:

$$ma = q \frac{Q}{\epsilon_0 S}, \text{ где } a - \text{ускорение частицы,}$$

$$a = \frac{v_1}{T}$$

$$\Rightarrow m \frac{v_1}{T} = q \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$\Downarrow$$

$$\frac{v_1}{T} = \gamma \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

~~$$3\text{ЗЗ: } \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot 0,75d = \frac{mv_1^2}{2}$$~~

$$3\text{ЗЗ: } q_1 = \frac{mv_1^2}{2} + q_2 q$$

Примем $q_2 = 0$. Тогда, $q_1 = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot 0,75d$.

Тогда $\frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot 0,75d q = \frac{mv_1^2}{2} \Leftrightarrow \gamma \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot 0,75d = \frac{v_1^2}{2}$

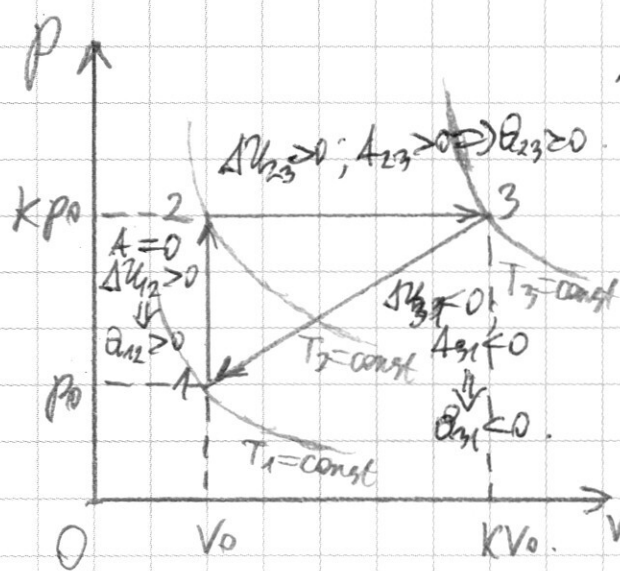
Из 3З: $\gamma \frac{Q}{\epsilon_0 S} = \frac{v_1}{T}$. И.е: $\frac{v_1}{T} \cdot 0,75d = \frac{v_1^2}{2}$

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

Из 3З: $\boxed{Q = \frac{v_1 \epsilon_0 S}{T \gamma} = \frac{3 \epsilon_0 d S}{T^2 \gamma}}$

12.

Решение:



1) Повышение температуры, как видно из графика, происходит в процессах 1-2 и 2-3.

То есть, нужно найти отношение C_{23} к C_{12} .

1-2: изохорный нагрев, ~~потеплел~~.

Для изохорного процесса: $Q = C_V \Delta T = \Delta U = \frac{i}{2} \Delta T R$

C_V — молярная теплоемкость изохор. процесса. из определения молярной теплоемкости

Q — кол-во теплоты,

ΔT — кол-во в-ва

ΔT — разн. температур

i — кол-во степеней свободы

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

2-3: изобарный нагрев.

Для изобарного процесса: $Q = C_P \Delta T = \Delta U + A = \frac{i}{2} \Delta T R + \Delta T R = \frac{i+2}{2} \Delta T R$

C_P — молярная теплоемкость изобар. процесса

ΔU — изм. внутр. энергии газа

A — работа газа

из определения молярной теплоемкости

по I началу термодинамики

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

т.е.:

$$\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{\frac{i+2}{2} R}{\frac{i}{2} R} = \frac{i+2}{i} R.$$

В данной задаче газ одноатомный и $i=3 \Rightarrow$

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

2) Для изобарного процесса, как было написано выше:

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{i}{2} \Delta T R + p \Delta V = \frac{i}{2} \Delta T R + \Delta T R = \frac{i+2}{2} \Delta T R.$$

из закона Менделеева-Клапейрона

I начало термодинамики.

$$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{i+2}{2} \Delta T R}{\Delta T R} = \frac{i+2}{2} = \frac{5}{2}$$

по условию для 123

$$3) \eta = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{S_{123}}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{\frac{1}{2}(k-1)p_0(k-1)V_0}{\frac{3}{2}\Delta T_1 + \frac{5}{2}\Delta T_2} = \frac{\frac{1}{2}(k-1)^2 p_0 V_0}{\frac{3}{2}(k-1)p_0 V_0 + \frac{5}{2}(k-1)p_0 V_0} = \dots$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$3) \eta = \frac{A_{23} + A_{31}}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{(k-1)p_0 V_0 + \frac{1}{2}(k^2-1)p_0 V_0}{\frac{3}{2}(k-1)p_0 V_0 + \frac{5}{2}k p_0 (k-1)V_0} \Rightarrow$$

$$A_{31} = \frac{p_0 + k p_0}{2} \cdot (k-1)V_0 = \frac{1}{2}(k+1) \cdot \frac{1}{2}(k^2-1)p_0 V_0.$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R T_2 - \frac{3}{2} \nu R T_1 = \frac{3}{2} k p_0 V_0 - \frac{3}{2} p_0 V_0 = \frac{3}{2}(k-1)p_0 V_0.$$

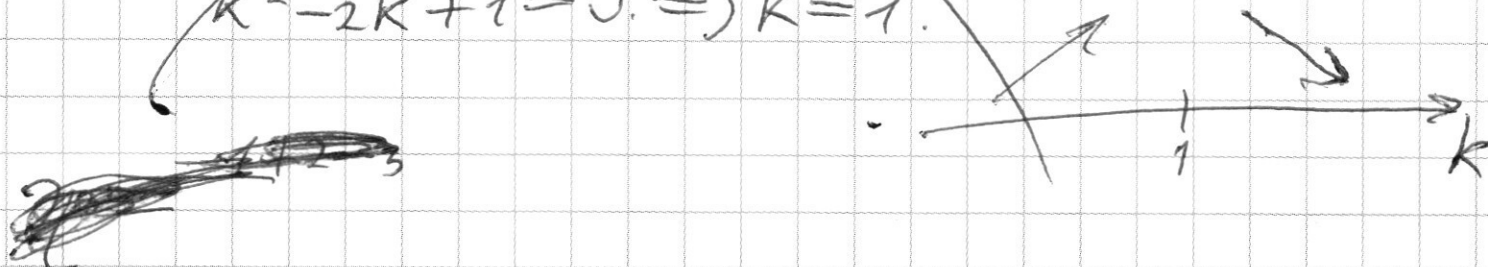
$$\Rightarrow \eta = \frac{2(k-1) + (k^2-1)}{3(k-1) + 5k(k-1)} = \frac{k^2 + 2k - 3}{5k^2 - 2k - 3}$$

$$\eta' = \frac{(2k+2)(5k^2-2k-3) - (10k-2)(k^2+2k-3)}{(5k^2-2k-3)^2}$$

$$10k^3 - 4k^2 - 6k + 10k^2 - 4k - 6 - 10k^3 - 20k^2 + 30k + 2k^2 + 4k - 6 = 0$$

$$-12k^2 + 24k - 12 = 0.$$

$$k^2 - 2k + 1 = 0 \Rightarrow k = 1.$$



$$\frac{1}{2}(k-1)p_0 \cdot (k-1)V_0 = \frac{1}{2}(k-1)^2 p_0 V_0.$$

$$(10k-2)(k^2-2k+1)$$

$$(k^2-2k+1)$$

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

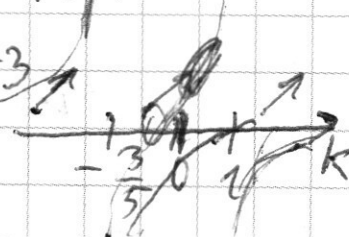
$$10k^3 - 4k^2 - 6k - 10k^2 + 4k + 6 - 10k^3 + 20k^2 - 10k + 2k^2 - 4k + 2 = 0$$

$$8k^2 - 16k + 8 = 0.$$

$$k^2 - 2k + 1 = 0.$$

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

$$\begin{array}{r} 5k^2 - 2k - 3 \overline{) k-1} \\ 5k^2 - 5k \\ \hline 3k - 3 \end{array}$$



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

По условию $k > 1 \Rightarrow \eta = \frac{k-1}{5k+3}$

$$\frac{d\eta}{dk} = \frac{8}{(5k+3)^2} > 0$$

т.е. функция $\eta(k)$ возрастает при $k > 1$.

Трение порождает отклонениями газом идеальности, попробуем оценить максимально возможное k .

1: $p_0 V_0 = \nu R \cdot T_1$

2: $k p_0 V_0 = \nu R T_{\text{исх}}$

$$\Rightarrow k = \frac{T_{\text{исх}}}{T_1} - \text{максимально возможное } k.$$

температура, начиная с которой газ начнет ионизироваться

$$\eta = \frac{\frac{T_{\text{исх}}}{T} - 1}{5 \frac{T_{\text{исх}}}{T} + 3}$$

Ответ: $\frac{5}{3}R$; $\frac{5}{2}$; $\frac{\frac{T_{\text{исх}}}{T} - 1}{5 \frac{T_{\text{исх}}}{T} + 3}$

№1.

Дано: Решение:

$v = 68 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

$m = 0,1 \text{ кг}$

$R = 1,9 \text{ Н}$

$l = \frac{5R}{3}$

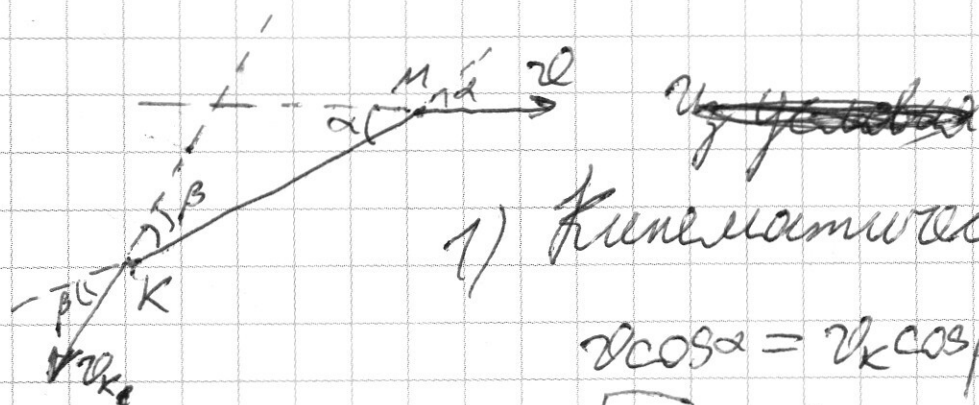
$\cos \alpha = \frac{15}{17}$

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

$v_k = ?$

$v_{\text{ком}} = ?$

$T = ?$

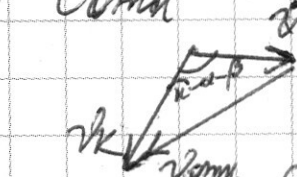


1) Кинематическая связь скоростей v и v_k :

$v \cos \alpha = v_k \cos \beta$ (иначе нить разорвет)

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

2) $\vec{v}_{\text{ком}} = \vec{v}_k - \vec{v}$

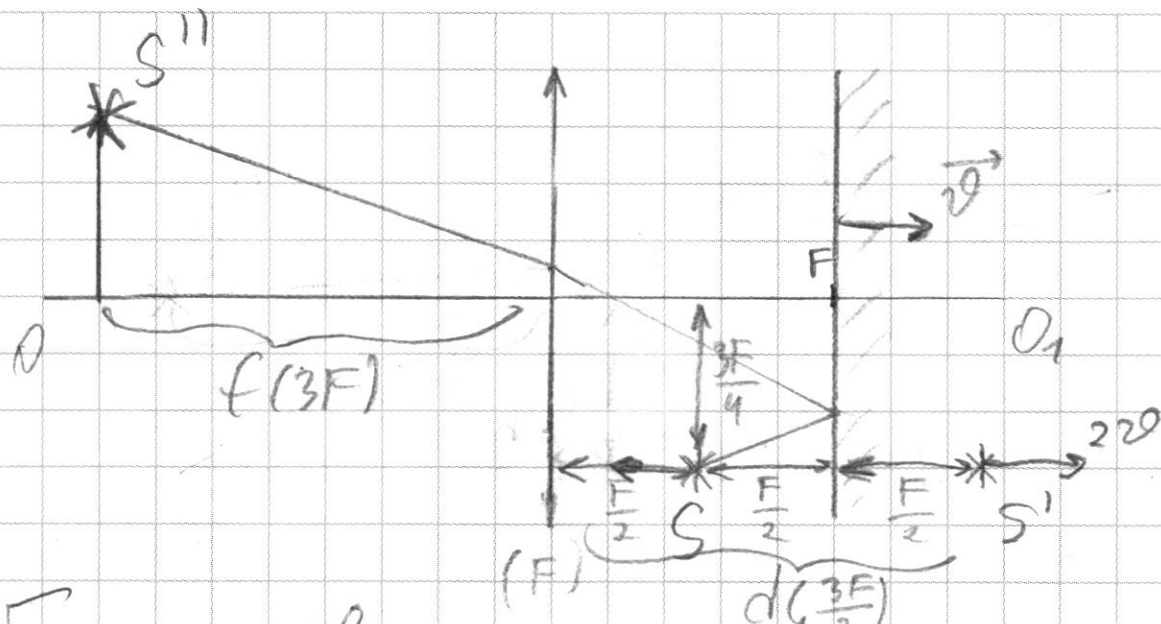


$$v_{\text{ком}} = \sqrt{v^2 + v_k^2 - 2vv_k \cos(\pi - \alpha - \beta)}$$

$$\cos(\pi - \alpha - \beta) = -\cos(\alpha + \beta) = -\cos \alpha \cos \beta + \sin \alpha \sin \beta = -\frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} + \sqrt{1 - \frac{225}{289}} \cdot \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = -\frac{12}{17} + \frac{8}{17} \cdot \frac{3}{5} = -\frac{36}{85}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5.



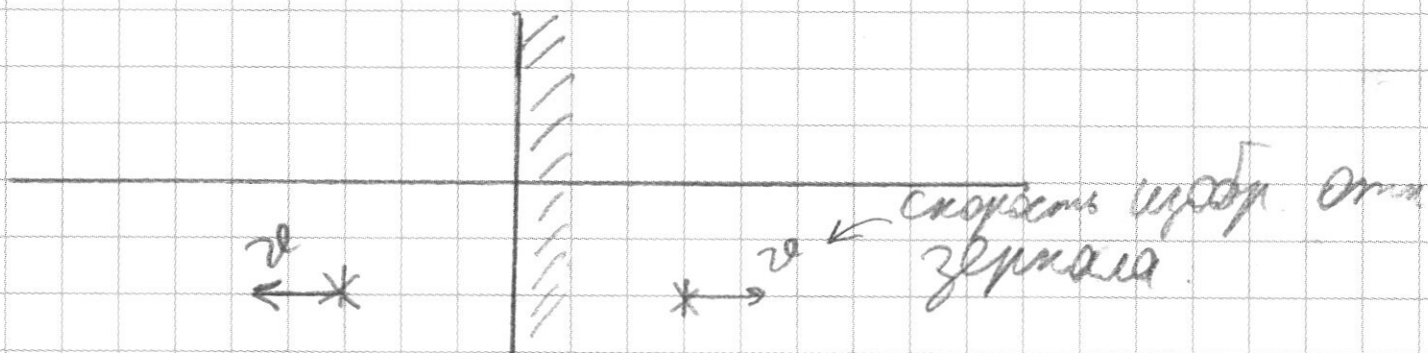
1) Изображение в зеркале равноудалено как от предмета, так и от зеркала, что и предмет. Т.е.

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

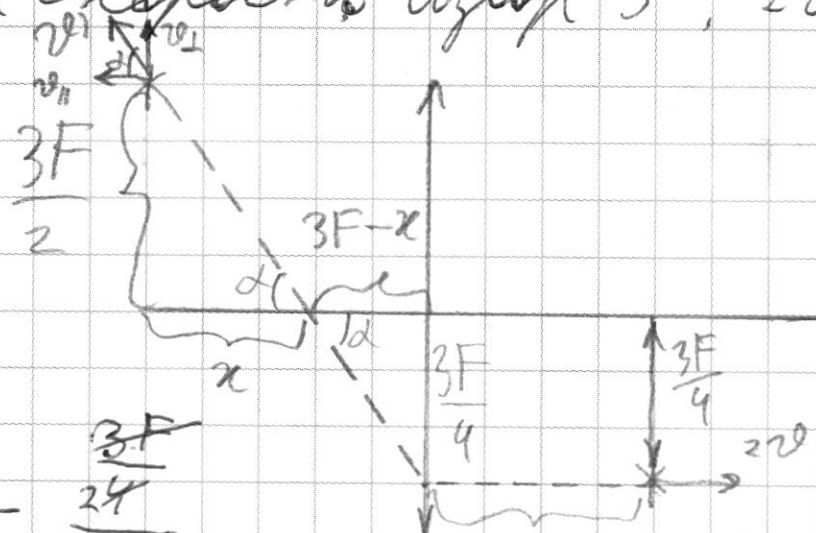
по формуле тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{F \cdot \frac{3F}{2}}{\frac{3F}{2} - F} =$

2) ВСО зеркала:

$$= 3F$$



Абсолютная скорость изображения S': 2v.



$$\frac{\frac{3F}{2}}{x} = \frac{\frac{3F}{2}}{3F-x}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{6F-2x}$$

$$6F-2x = x$$

$$6F = 3x \Rightarrow x = 2F$$

$$\tan \alpha = \frac{\frac{3F}{2}}{2F} = \frac{3}{4}$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = 1 + \frac{9}{16} \Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{16}{25} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{4}{5}$$

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

$$v_{||} = 2v \cdot \Gamma^2 = 8v$$

$$v' = \frac{8v}{\frac{4}{5}} = 10v$$

N2.

$i=3$.

P

$k p_0$

p_0

0

$1-2$

$2-3$

$3-1$

$1-2$

$2-3$

$3-1$

$1-2$

$2-3$

$3-1$

$1-2$

$2-3$

$3-1$

$1-2$

$2-3$

$3-1$

$1-2$

$2-3$

$3-1$

$1-2$

$2-3$

$3-1$

$1-2$

$2-3$

$3-1$

$1-2$

$2-3$

$3-1$

$1-2$

$2-3$

$$\Delta U_{12} > 0; A_{12} > 0 \Rightarrow Q_{12} > 0$$

$$\Delta U_{23} < 0; A_{23} < 0 \Rightarrow Q_{23} < 0$$

$$\Delta U_{31} < 0; A_{31} < 0 \Rightarrow Q_{31} < 0$$

$$\Delta U_{12} > 0; A_{12} > 0 \Rightarrow Q_{12} > 0$$

$$\Delta U_{23} < 0; A_{23} < 0 \Rightarrow Q_{23} < 0$$

$$\Delta U_{31} < 0; A_{31} < 0 \Rightarrow Q_{31} < 0$$

$$\Delta U_{12} > 0; A_{12} > 0 \Rightarrow Q_{12} > 0$$

$$\Delta U_{23} < 0; A_{23} < 0 \Rightarrow Q_{23} < 0$$

$$\Delta U_{31} < 0; A_{31} < 0 \Rightarrow Q_{31} < 0$$

$$\Delta U_{12} > 0; A_{12} > 0 \Rightarrow Q_{12} > 0$$

$$\Delta U_{23} < 0; A_{23} < 0 \Rightarrow Q_{23} < 0$$

$$\Delta U_{31} < 0; A_{31} < 0 \Rightarrow Q_{31} < 0$$

$$\Delta U_{12} > 0; A_{12} > 0 \Rightarrow Q_{12} > 0$$

$$\Delta U_{23} < 0; A_{23} < 0 \Rightarrow Q_{23} < 0$$

$$\Delta U_{31} < 0; A_{31} < 0 \Rightarrow Q_{31} < 0$$

$$\Delta U_{12} > 0; A_{12} > 0 \Rightarrow Q_{12} > 0$$

$$\Delta U_{23} < 0; A_{23} < 0 \Rightarrow Q_{23} < 0$$

$$\Delta U_{31} < 0; A_{31} < 0 \Rightarrow Q_{31} < 0$$

$$\Delta U_{12} > 0; A_{12} > 0 \Rightarrow Q_{12} > 0$$

$$\Delta U_{23} < 0; A_{23} < 0 \Rightarrow Q_{23} < 0$$

$$\Delta U_{31} < 0; A_{31} < 0 \Rightarrow Q_{31} < 0$$

$$\Delta U_{12} > 0; A_{12} > 0 \Rightarrow Q_{12} > 0$$

$$\Delta U_{23} < 0; A_{23} < 0 \Rightarrow Q_{23} < 0$$

$$\Delta U_{31} < 0; A_{31} < 0 \Rightarrow Q_{31} < 0$$

$$\Delta U_{12} > 0; A_{12} > 0 \Rightarrow Q_{12} > 0$$

$$\Delta U_{23} < 0; A_{23} < 0 \Rightarrow Q_{23} < 0$$

$$\Delta U_{31} < 0; A_{31} < 0 \Rightarrow Q_{31} < 0$$

$$\Delta U_{12} > 0; A_{12} > 0 \Rightarrow Q_{12} > 0$$

$$\Delta U_{23} < 0; A_{23} < 0 \Rightarrow Q_{23} < 0$$

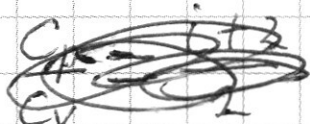
$$\Delta U_{31} < 0; A_{31} < 0 \Rightarrow Q_{31} < 0$$

$$\Delta U_{12} > 0; A_{12} > 0 \Rightarrow Q_{12} > 0$$

$$\Delta U_{23} < 0; A_{23} < 0 \Rightarrow Q_{23} < 0$$

$$\Delta U_{31} < 0; A_{31} < 0 \Rightarrow Q_{31} < 0$$

- 1) 1-2: изохорный нагрев.
- 2-3: изобарный нагрев.



$$1-2: Q = C_V \Delta T = \Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$$

$$pV = \text{const}$$

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

$$2-3: Q = C_P \Delta T = \Delta U + A = \frac{i}{2} \nu R \Delta T + \nu R \Delta T = \frac{i+2}{2} \nu R \Delta T$$

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

$$\frac{C_P}{C_V} = \frac{\frac{i+2}{2} R}{\frac{i}{2} R} = \frac{i+2}{i} = \frac{5}{3}$$

$$2) Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T; A_{23} = \nu R \Delta T \Rightarrow \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2}$$

$$3) \eta = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}} = \frac{A_{23} + A_{31}}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{\nu R (T_3 - T_2) + \frac{1}{2} \nu R (T_1 - T_3)}{\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)} = 1$$

$$\Delta U_{12} + \Delta U_{23} + \Delta U_{31} = 0$$

$$Q_{12} - A_{12} + Q_{23} - A_{23} + Q_{31} - A_{31} = 0$$

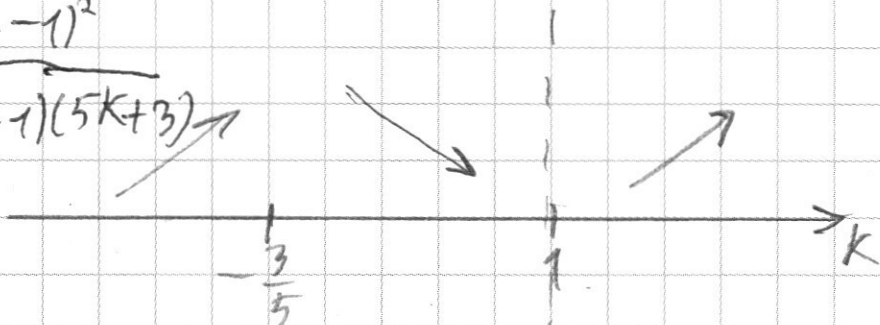
$$\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) + \frac{1}{2} \nu R (T_1 - T_3) = 0$$

$$\frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

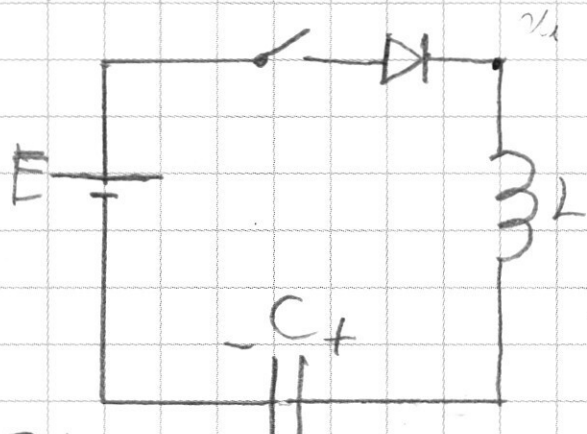
$$1 = \frac{2 \nu R T_3 - 2 \nu R T_2 + \nu R T_1 - \nu R T_3}{3 \nu R T_2 - 3 \nu R T_1 + 5 \nu R T_3 - 5 \nu R T_2} = 1$$

$$1 = \frac{T_3 - 2T_2 + T_1}{-2T_2 - 3T_1 + 5T_3}$$

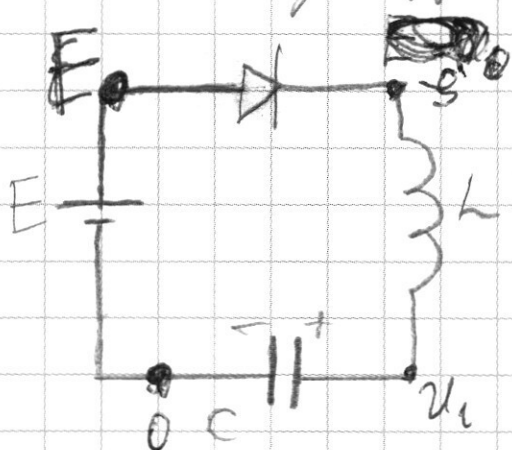
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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


№4.

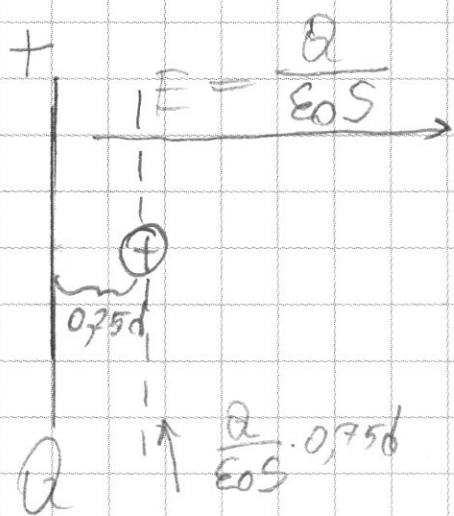


Цепь сразу после замыкания:



~~диод закрыт.~~

(Если бы диод был бы открыт, то через него
пошёл бы ток)



Дано:

$$\sigma, d, \epsilon, \gamma = \frac{q}{m}$$

$$\frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$\phi = 0$$

$$ma = q \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$\frac{v_1}{T} = a = \frac{\gamma Q}{\epsilon_0 S}$$

$$3(7): \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot 0,75d \cdot \gamma = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$\frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot 0,75d \cdot \gamma = \frac{v_1^2}{2}$$

$$\frac{3}{4} \cdot \frac{v_1}{T} d = \frac{v_1^2}{2}$$

$$v_1 = \frac{3}{2} \frac{d}{T}$$

$$Q = \frac{3}{2} \frac{d}{T} \cdot \frac{\epsilon_0 S}{\gamma}$$

$$\begin{array}{r} 117 \\ \times 117 \\ \hline 819 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 117 \\ + 117 \\ \hline 234 \end{array}$$

$$23689$$

$$\begin{array}{r} 121 \\ \times 121 \\ \hline 121 \\ + 242 \\ \hline 14521 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 120 \\ + 15 \\ \hline 135 \\ \times 18 \\ \hline 2430 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 270 \\ \times 16 \\ \hline 4320 \end{array}$$

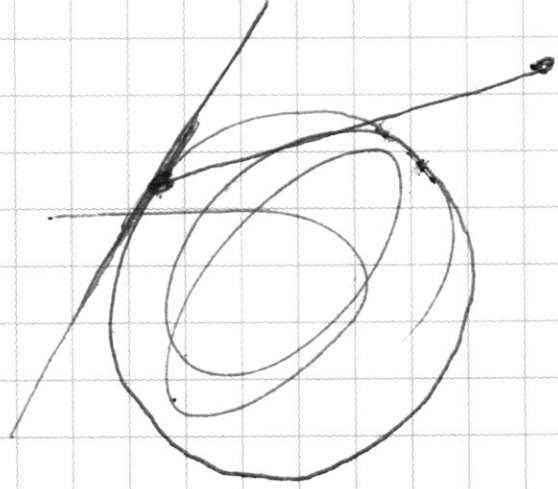
$$\begin{array}{r} 289 \\ \times 16 \\ \hline 1734 \\ + 289 \\ \hline 4624 \\ + 4320 \\ \hline 9024 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 75 \\ \times 75 \\ \hline 5625 \end{array}$$

$$\sqrt{1 + \frac{75^2}{68^2} + \frac{15 \cdot 18}{17 \cdot 17}} = \sqrt{1 + \frac{75^2}{16 \cdot 17^2} + \frac{15 \cdot 18}{17^2}} =$$

$$= \sqrt{1 + \frac{75^2 + 16 \cdot 15 \cdot 18}{16 \cdot 17^2}} = \sqrt{\frac{16 \cdot 17^2 + 75^2 + 16 \cdot 15 \cdot 18}{16 \cdot 17^2}} = 120$$

==



$$\begin{array}{r} 120 \\ \times 68 \\ \hline 96 \\ + 72 \\ \hline 8160 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4

Дано:

$$C = 40 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 5 \text{ В}$$

$$E = 9 \text{ В}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

$$L = 0,1 \text{ мГн}$$

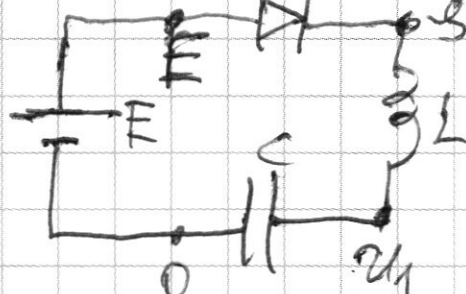
$$\frac{dI(0)}{dt} - ?$$

$$I_{\text{max}} - ?$$

$$U_2 - ?$$

Решение:

1) Рассм. цепь сразу после замыкания ключа:



$$U_2 = L \cdot \frac{dI}{dt}$$

$$E - U_1 = L \cdot \frac{dI}{dt}$$

метод потенциалов

Если ключ открыт, то $E - \varphi = U_0 \Rightarrow \varphi = E - U_0$



$$\frac{dI(0)}{dt} = \frac{E - U_0 - U_1}{L} = 30 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

Если ключ закрыт, то $\frac{dI}{dt} = 0$

2) По ЗСЭ: $E q_E = \frac{L I_{\text{max}}^2}{2}$

$$q_E = C U_1 \quad (\text{т.к. ток максимален, тогда}$$

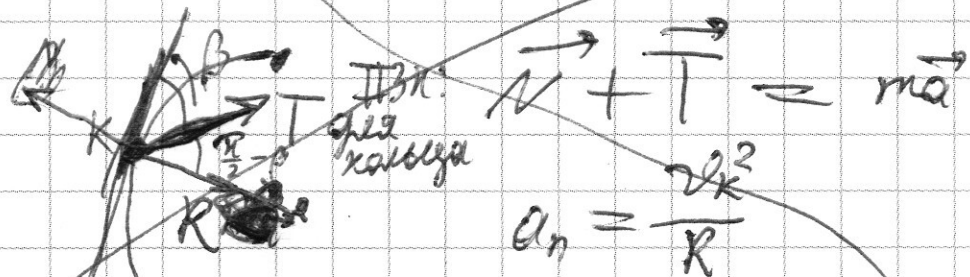
когда $U_C = 0$, т.е. $q_C = 0$, всего $I_L = I_C = C \cdot \frac{dU_C}{dt}$, а
напряж. на конденсаторе заряд на конденсаторе ток через катушку ток через конденсатор при $I_C = I_{\text{max}}$

$$E C U_1 = \frac{L I_{\text{max}}^2}{2} \Rightarrow I_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2 E C U_1}{L}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9 \cdot 40 \cdot 10^{-6} \cdot 5}{10^{-4}}} = 6 \sqrt{0,001}$$

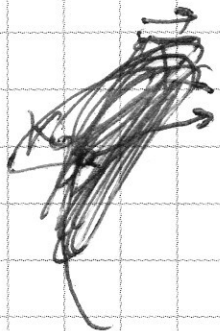
Ответ: либо $30 \frac{\text{А}}{\text{с}}$, либо $I_{\text{max}} = 6 \sqrt{0,001}$

$$v_{\text{ком}} = \sqrt{v^2 + \frac{75^2}{88^2} v^2 + 2 \cdot \frac{75}{88} v^2 \cdot \frac{36}{85}} \approx 120v = 8160 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

3) П.к. скорость шурты постоянна, то уг:



В СО шурты движение кольца равномерное



Ещё раз напишем закон сложения скоростей для кольца и шурты: $\vec{v}_k = \vec{v} + \vec{v}_{\text{шурты}}$

Продифференцируем его: $\vec{a}_k = \vec{a}_{\text{шурты}} + \vec{a}_{\text{шурты}}$

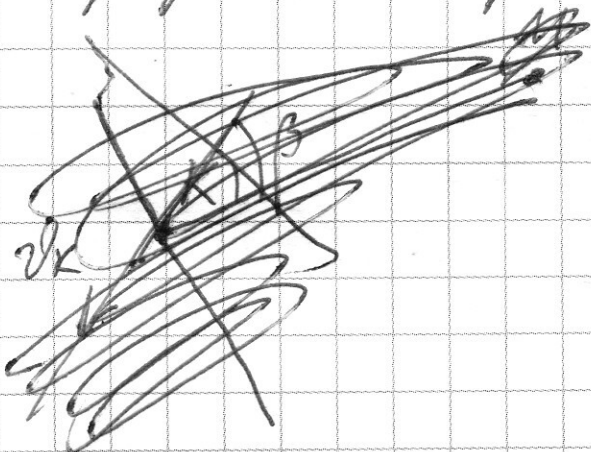
$\vec{v}$ — посыл



$$a_k = a_{\text{шурты}}$$

~~П.к.~~ П.к. расстояние между К и М не меняется $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ В СО шурты К движется ~~относительно шурты~~ по окружности радиусом l .



Ответ: $v_k = 75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; $v_{\text{ком}} = 8160 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

