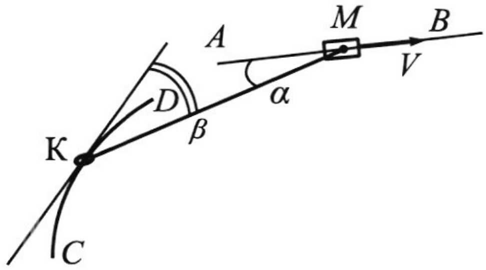
Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 11

Вариант 11-02

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

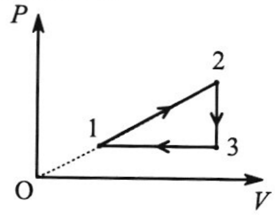
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 40$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,7$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол $\alpha (\cos\alpha = 3/5)$ с направлением движения муфты и угол $\beta (\cos\beta = 8/17)$ с направлением движения кольца.



1) Найти скорость кольца в этот момент.
2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
3) Найти силу натяжения троса 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 понижение температуры газа.
2) Найти для процесса 1-2 отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



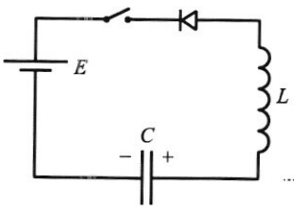
3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается между обкладками на расстоянии $0,2d$ от положительно заряженной обкладки. Удельный заряд частицы $\dfrac{q}{m} = \gamma$.

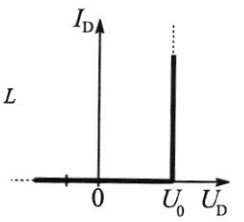
1) Найдите продолжительность T движения частицы в конденсаторе до остановки.
2) Найдите напряжение U на конденсаторе.
3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

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 $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,2$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.

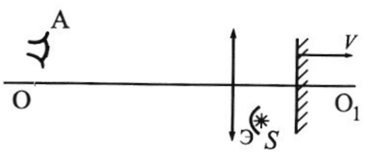
1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.





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 $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии плоскости $F/3$ от 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.

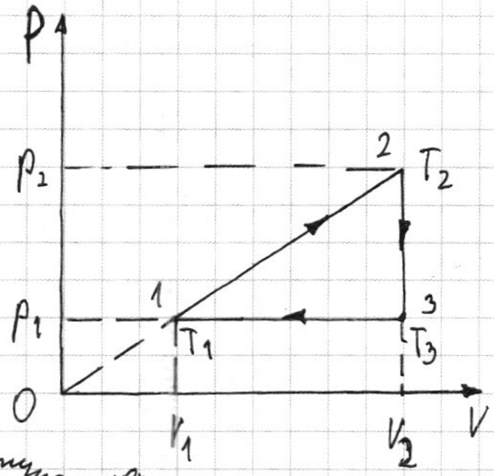


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N2.



Рассмотрим участки цикла:

I. участок 1→2, давление растёт, объём ~~также~~ увеличивается => => температура увеличивается, т.к. $pV=\nu RT$

II. участок 2→3; давление ~~уменьш~~ уменьшается, $V=const$, => температура ~~уменьшается~~ уменьшается

III. участок 3→1, $p=const$, V уменьшается => => температура уменьшается.

⇓ температура уменьшается на участках 23 и 31.

1) $\frac{C_{23}}{C_{31}}$ – ? $\quad C_{23}=\frac{Q_{23}}{\nu\Delta T_{23}} \quad C_{31}=\frac{Q_{31}}{\nu\Delta T_{31}}$

C_{23} – молярная теплоёмкость на участке 2→3.

C_{31} – молярная теплоёмкость на участке 3→1

Q_{23} – полученная теплота на участке ~~23~~ 2→3

Q_{31} – полученная теплота на участке 3→1

ν – количество вещества данного газа.

ΔT_{23} – изменение температуры на участке 2→3

ΔT_{31} – изменение температуры на участке 3→1

$Q_{31}=\Delta U_{31}+A_{31}$, ΔU_{31} – изменение внутр. энергии на 3→1,

A_{31} – работа, совершённая газом на 3→1.

№2. (продолжение)

$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$, ΔU_{23} – изменение внутр. энергии на $2 \to 3$,
A_{23} – работа, совершённая газом на $2 \to 3$.

$$\Delta U_{23} = U_3 - U_2 = \frac{3}{2}\nu RT_3 - \frac{3}{2}\nu RT_2 = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{23}$$, т.к.
газ одноатомный

$$\Delta U_{31} = U_1 - U_3 = \frac{3}{2}\nu RT_1 - \frac{3}{2}\nu RT_3 = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{31}.$$

$A_{23} = 0$, т.к. на участке $2 \to 3$ $V = const$

$$A_{31} = p_1(V_1 - V_2) = p_1V_1 - p_1V_2 = \nu RT_1 - \nu RT_3 = \nu R\Delta T_{31}$$

$p_1V_1 = \nu RT_1$ $\quad p_1V_2 = \nu RT_3$

$$Q_{31} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{31} + \nu R\Delta T_{31} = \frac{5}{2}\nu R\Delta T_{31}$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{23} + 0 = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{23}$$

$\Downarrow$

$$C_{23} = \frac{\frac{3}{2}\nu R\Delta T_{23}}{\nu\Delta T_{23}} = \frac{3}{2}R \qquad C_{31} = \frac{\frac{5}{2}\nu R\Delta T_{31}}{\nu\Delta T_{31}} = \frac{5}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{\frac{3}{2}}{\frac{5}{2}} = \frac{3}{5}.$$

2) $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$ $\quad Q_{12}$ – теплота, полученная газом на $1 \to 2$

ΔU_{12} – изменение внутр. энергии на $1 \to 2$

A_{12} – работа, совершённая газом на $1 \to 2$

A_{12} равна площади под графиком отрезка $1 \to 2$.

$$A_{12} = \frac{1}{2}(p_1 + p_2)(V_2 - V_1) = \frac{1}{2}(p_1V_2 - p_1V_1 + p_2V_2 - p_2V_1)$$

$p_1 = kV_1$
$p_2 = kV_2$, где k – некий коэффициент $\Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow p_1 = \frac{p_2V_1}{V_2}$

$$A_{12} = \frac{1}{2}\left(\frac{p_2V_1}{V_2}\cdot V_2 - p_1V_1 + p_2V_2 - p_2V_1\right) = \frac{1}{2}(p_2V_2 - p_1V_1) = \frac{1}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_1)$$

$\Delta U_{12} = U_2 - U_1 = \frac{3}{2}\nu RT_2 - \frac{3}{2}\nu RT_1$ $\qquad p_2V_2 = \nu RT_2$

$p_1V_1 = \nu RT_1$

$\Downarrow$

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

$$\frac{Q}{A} = \frac{2\nu R(T_2 - T_1)}{\frac{1}{2}\nu R(T_2 - T_1)} = 4$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2. (продолжение)

3) $\eta = 1 - \frac{|Q_{отд}|}{Q_{пол}}$, η – КПД, $Q_{отд}$ – количество отданной теплоты, $Q_{пол}$ – количество полученной теплоты.

$Q_{пол} = Q_{12} = 2\nu R(T_2 - T_1)$

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

$\eta = 1 - \frac{|\frac{3}{2}(T_3 - T_2) + \frac{5}{2}(T_1 - T_3)|}{2(T_2 - T_1)}$

$p_1 V_1 = \nu R T_1$; $p_2 V_2 = \nu R T_2$; $p_1 V_2 = \nu R T_3$

$p_1 = kV_1$, $p_2 = kV_2$ $\Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = x^2$, где

$x = \frac{p_2}{p_1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = x^2$ $\quad \frac{T_2}{T_3} = x \Rightarrow \frac{T_3}{T_1} = x$

$T_2 = x^2 T_1 \quad T_3 = xT_1$

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

$$= 1 - \frac{\frac{3}{2}(x^2 T_1 - xT_1) + \frac{5}{2}(xT_1 - T_1)}{2(x^2 T_1 - T_1)} = 1 - \frac{\frac{3}{2}(x^2 - x) + \frac{5}{2}(x - 1)}{2(x^2 - 1)} =$$

$$= 1 - \frac{\frac{3}{2}x(x-1) + \frac{5}{2}(x-1)}{2(x-1)(x+1)} = 1 - \frac{\frac{3}{2}x + \frac{5}{2}}{2(x+1)} = 1 - \frac{3x+5}{4(x+1)}$$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

№2. (продолжение)

$\eta - max \Rightarrow \eta' = 0$ $\quad \eta' = -\frac{(3x+5)'(4(x+1)) - (3x+5)\cdot(4(x+1))'}{16(x+1)^2} \Rightarrow$

$\Rightarrow (3x+5)'\cdot 4(x+1) - (3x+5)\cdot(4x+4)' = 0$

$3\cdot(4x+4) - 4(3x+5) = 12x+12-12x-20 = -8 \neq 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow$ У η — нет определённого max. $\quad \eta = 1 - \frac{3x+5}{4x+4}$

$\lim\limits_{x\to+\infty}\frac{3x+5}{4x+4} = \frac{3}{4}$ — ~~на~~ минимальное значение $\Rightarrow \eta_{max} = 1-\frac{3}{4} = 0,25$

$\eta_{max} = 25\%$.

Ответ: 1) $\frac{3}{5}$; 2) 4; 3) 25%

№1.

Дано:

$V = 40$ см/с

$m = 1$ кг

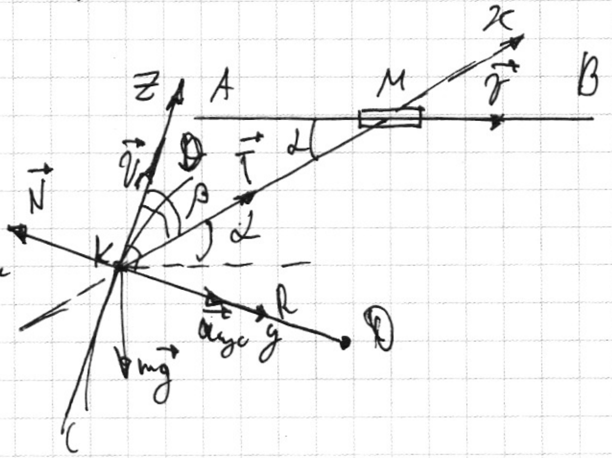
$R = 1,7$ м

$l = \frac{17R}{15}$

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

$\cos\beta = \frac{8}{17}$

Решение:



1) Т.к. трос натянут $\Rightarrow$

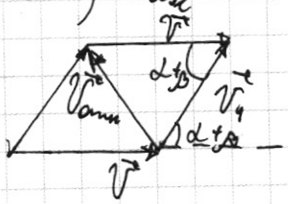
$\Rightarrow$ проекция скорости ~~точки~~ муфты M на ось x, проходящую через трос, будет равна проекции кольца K на эту же ось.

V_1 — скорость кольца в этот момент.

$V_1\cos\beta = V\cos\alpha \quad V_1 = \frac{V\cos\alpha}{\cos\beta} = \frac{40\cdot\frac{3}{5}}{\frac{8}{17}} = 17\cdot 3 = 51$ см/с

2) По закону сложения скоростей:

$\vec{V}_{абс} = \vec{V}_{отн} + \vec{V}_c$, $\vec{V}_c = \vec{V}$, $\vec{V}_{абс} = \vec{V}_1$



По теореме косинусов

$V_{отн}^2 = V^2 + V_1^2 - 2VV_1\cos(\alpha+\beta)$

$V_{отн} = \sqrt{V^2 + V_1^2 - 2VV_1\cos(\alpha+\beta)}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1 (продолжение)

$$V_{отн} = \sqrt{V^2 + V_1^2 - 2VV_1\cos(\alpha+\beta)} = \sqrt{V^2 + V_1^2 - 2VV_1(\cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\cdot\sin\beta)}$$

$$\cos\alpha\cos\beta = \frac{3}{5}\cdot\frac{8}{17} = \frac{24}{85}$$

$$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

$$\sin\beta = \sqrt{1-\cos^2\beta} = \sqrt{1-\frac{64}{289}} = \sqrt{\frac{289-64}{289}} = \frac{15}{17}$$

$$\sin\alpha\cdot\sin\beta = \frac{60}{85}$$

$$V_{отн} = \sqrt{V^2 + V_1^2 - 2VV_1\left(\frac{24-60}{85}\right)} = \sqrt{V^2 + V_1^2 + 2VV_1\cdot\frac{36}{85}} =$$

$$= \sqrt{1600 + 2601 + 2\cdot 51\cdot 40\cdot\frac{36}{5\cdot 17}} = \sqrt{40^2 + 51^2 + 2\cdot 3\cdot 8\cdot 36} =$$

$$= \sqrt{1600 + 2601 + 1728} = \sqrt{5929} = 77 \text{ см/с}$$

3) Проведём ось y по радиусу, а ось z ~~на~~ $\perp$ ей. Угол между $m\vec{g}$ и осью y равен $\alpha+\beta$

Oy: $ma_{ц} = T\sin\beta + mg\cos(\alpha+\beta) - N$, T – сила натяжения нити, N – сила реакции опоры,

Oz: $T\cos\beta - mg\sin(\alpha+\beta) = 0$

$$T = \frac{mg\sin(\alpha+\beta)}{\cos\beta} = \frac{mg(\sin\alpha\cos\beta + \sin\beta\cdot\cos\alpha)}{\cos\beta} =$$

$$\cancel{ma = \frac{mg\sin(\alpha+\beta)}{\cos\beta} + mg\cos(\alpha+\beta) - N}$$

$$\cancel{N = mg\left(\frac{\sin(\alpha+\beta)}{\cos\beta} + \cos(\alpha+\beta)\right) - \frac{mv^2}{R}}$$

$$= \frac{1\cdot 10\left(\frac{4}{5}\cdot\frac{8}{17} + \frac{15}{17}\cdot\frac{3}{5}\right)}{\frac{8}{17}} = \frac{10\left(\frac{32}{5} + \frac{45}{5}\right)}{8} = \frac{5\left(\frac{32}{5} + \frac{45}{5}\right)}{4} =$$

$$= \frac{32+45}{4} = \frac{77}{4} = 19{,}25 \text{ Н}$$

Ответ: 1) 51 см/с; 2) 77 см/с; 3) 19,25 Н.

№ 3.

Дано: d; V_1; $\frac{q}{m} = \gamma$

Решение:

1) $Q = CU_к$, где Q - заряд на обкладках конденсатора, C - электроёмкость конденсатора, $U_к$ - напряжение на обкладках конденсатора.

$C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$, где S - площадь поверхности обкладок,

$Q = \frac{\varepsilon_0 S}{d} U_к$ $\quad U_к = Ed$, E - напряжённость электрического поля между обкладками.

$$Q = \frac{\varepsilon_0 S}{d} \cdot Ed = \varepsilon_0 S E \Rightarrow E = \frac{Q}{\varepsilon_0 S}$$

По второму закону Ньютона:

$ma = qE$

$$a = \frac{qE}{m} = \gamma E = \frac{\gamma Q}{\varepsilon_0 S} \qquad L = d - 0{,}2d = 0{,}8d$$

L - расстояние, которое прошёл заряд внутри конденсатора.

$$L = V_1 T - \frac{aT^2}{2}$$

$V_1 - aT = 0$

$V_1 = aT$

$$L = V_1 T - \frac{V_1 T}{2} = \frac{V_1 T}{2}$$

$$T = \frac{2L}{V_1} = \frac{1{,}6d}{V_1}$$

$$a = \frac{V_1}{T} = \frac{\gamma Q}{\varepsilon_0 S} = \gamma E \Rightarrow E = \frac{V_1}{T\gamma} \qquad E = \frac{U}{d}.$$

$$\frac{U}{d} = \frac{V_1}{T\gamma} \qquad U = \frac{dV_1}{T\gamma} = \frac{dV_1}{\frac{2L}{V_1}\gamma} = \frac{dV_1^2}{2L\gamma} = \frac{dV_1^2}{1{,}6d\gamma} = \frac{V_1^2}{1{,}6\gamma}$$

3) Напряжение на конд. равно разности потенциалов обкладок, при этом $\varphi_{л.об} = -\varphi_{п.об} \Rightarrow$

$\Rightarrow U = 2\varphi_{об}$

По ЗСЭ:

$$\frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2} - A$$

$A = q(\varphi_1 - \varphi_{об}) = q(0 - \varphi_{об})$, т.к. на ∞ $\varphi_1 = 0$

$$\frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2} + q\varphi_{об}$$

$V_1^2 = V_2^2 + \gamma U$

$V_2 = \sqrt{V_1^2 - \gamma U} = \sqrt{V_1^2 - \frac{V_1^2}{1{,}6}} = V_1 \cdot \sqrt{\frac{0{,}6}{1{,}6}}$

Ответ: $T = \frac{1{,}6d}{V_1}$; $U = \frac{V_1^2}{1{,}6\gamma}$; $V_2 = V_1 \cdot \sqrt{\frac{0{,}6}{1{,}6}} = V_1 \cdot \sqrt{\frac{3}{8}}$.

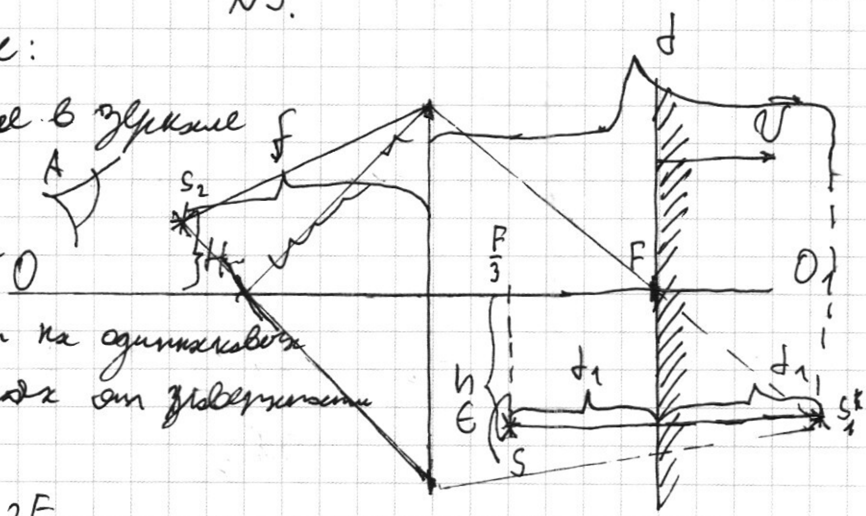
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5.

Дано: F, V

Решение:

Отражение в зеркале и источник



Свети лежат на одинаковых расстояниях от поверхности зеркала

$d_1 = F - \frac{F}{3} = \frac{2F}{3}$ $\quad d = F + d_1 = \frac{5F}{3}$

По формуле тонкой линзы:

$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$, где f — расстояние от изображения S_2 до тонкой линзы.

$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{Fd} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{F\cdot\frac{5F}{3}}{\frac{5F}{3}-F} = \frac{\frac{5}{3}F^2}{\frac{2F}{3}} = \frac{5}{2}F$

h — расстояние между S_1 и OO_1 $\quad h = \frac{8}{15}F$

H — расстояние между S_2 и OO_1

2) $tg\alpha = \frac{h+H}{f}$, α — угол между вектором скорости и осью OO_1

$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d} \Rightarrow H = \frac{hf}{d} \Rightarrow tg\alpha = \frac{h + \frac{hf}{d}}{f} = \frac{\frac{hd+hf}{d}}{f} = \frac{h(d+f)}{fd} =$

$= \frac{\frac{8}{15}F\cdot\left(\frac{5F}{3}+\frac{5F}{2}\right)}{\frac{25F^2}{6}} = \frac{8}{15}$

3) $\Gamma^2 = \frac{u}{V}$, где Γ — коэффициент увеличения линзы, а u — скорость изображения.

$u = V\Gamma^2$ $\quad \Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d} = \frac{\frac{5F}{2}}{\frac{5F}{3}} = \frac{3}{2}$

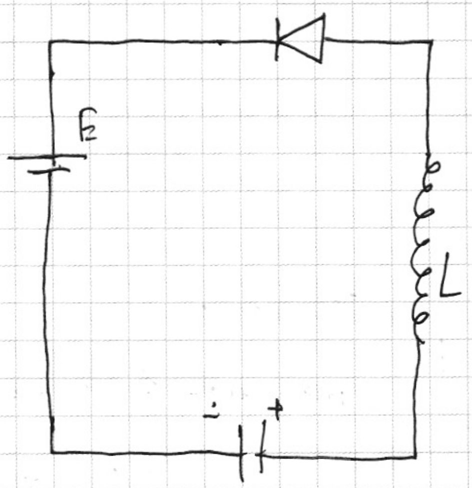
$u = V\cdot\frac{9}{4} = \frac{9V}{4}$

Ответ: 1) $f = \frac{5}{2}F$; 2) $tg\alpha = \frac{8}{15}$ 3) $u = \frac{9V}{4}$

№4.

Дано:
$E = 3В$
$C = 20мкФ$
$U_1 = 6В$
$L = 0,2Гн$
$U_0 = 1В$

Решение:



1) В начале ток всё ещё равен 0. =>

$\Rightarrow \mathcal{E}_{si} + U_1 = E + U_0$

$\cancel{U_1 \ne E}$

$\mathcal{E}_{si} = E - U_1 + U_0$

$\mathcal{E}_{si} = -L\dot{I}$

$-L\dot{I} = E - U_1 + U_0 \quad \dot{I} = \frac{U_1 - E - U_0}{L} = \frac{6-3-1}{0,2} =$

$= \frac{2}{0,2} = 10 А/с$

2) ~~Максимальный ток будет, когда конденсатор полностью разрядится~~:

Закон сохранения энергии:

$\frac{CU_1^2}{2} + A_{ист} = \frac{LI_{max}^2}{2} \qquad A_{ист} =$

3) В установившемся режиме ток не течёт =>

$\Rightarrow I = 0 \Rightarrow W = 0$

По закону сохранения энергии:

$A + \frac{CU_1^2}{2} = \frac{CU_2^2}{2} \qquad A = \Delta q \mathcal{E} = (CU_2 - CU_1)\mathcal{E}$

$\frac{CU_1^2}{2} = \frac{CU_2^2}{2} - CU_2\mathcal{E} + CU_1\mathcal{E}$

$\frac{U_1^2}{2} = U_2^2 - 2U_2\mathcal{E} + 2U_1\mathcal{E}$

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

$\frac{D}{4} = \mathcal{E}^2 - 2U_1\mathcal{E} + U_1^2$

$U_2 = \pm U_2 \pm \sqrt{\mathcal{E}^2 - 2U_1\mathcal{E} + U_1^2} =$

$= +6 \pm \sqrt{9-3} = 3В$

Ответ: 1) 10 А/с; 2) 3) $U_2 = 3В$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3.

$\frac{q}{m} = \gamma$ $\frac{mv_1^2}{2} = A$ $A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$

$\cancel{A = q(\varphi_1 - \varphi_2) = -q\varphi_2}$ $\cancel{q\varphi_2 = \frac{mv_1^2}{2}}$

φ_1 - в точке влёта в конденсатор

φ_2 = в точке остановки.

$\cancel{\frac{q}{m} = \frac{v_1^2}{2\varphi_2}}$

$\cancel{\varphi_2 \gamma = \frac{v_1^2}{2}}$

$\cancel{\varphi_2 = \frac{v_1^2}{2\gamma}}$

$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$ $T=$

$\varphi_2 = \frac{v_1^2}{2\gamma}$

$A_2 = q(\varphi_2 - \varphi_3) = \frac{v_1^2}{2}$

$ma = qE$

$2E_1 S = \frac{Q}{\varepsilon_0}$ $E_1 = \frac{Q}{2S\varepsilon_0}$ $ma = qE_1$

при этом $u_k = Ed$ $ma = \frac{qQ}{2\varepsilon_0 S}$

$Q = Cu_k$

$C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$ $a = \frac{\gamma Q}{2\varepsilon_0 S}$

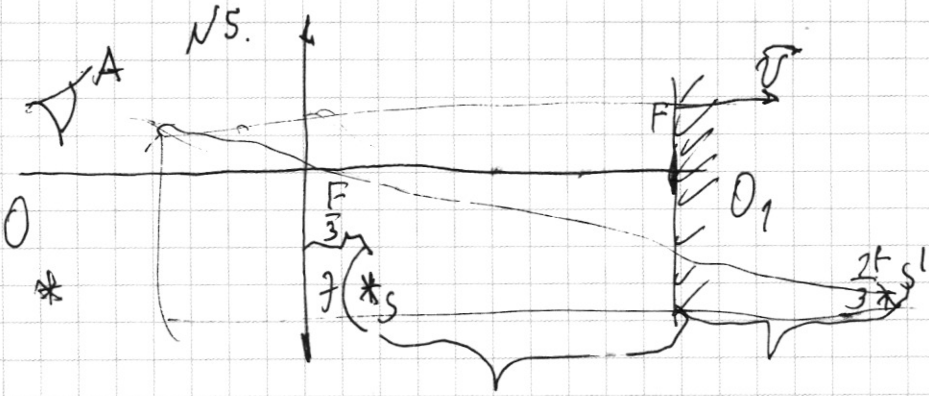
$Q = \frac{\varepsilon_0 S u_k}{d}$ $a = \frac{\gamma u_k}{2d}$

$Q = \frac{\varepsilon_0 S}{d} \cdot Ed = \frac{\varepsilon_0 S}{d} \cdot \frac{Q}{2S\varepsilon_0} \cdot d =$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

N5.



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

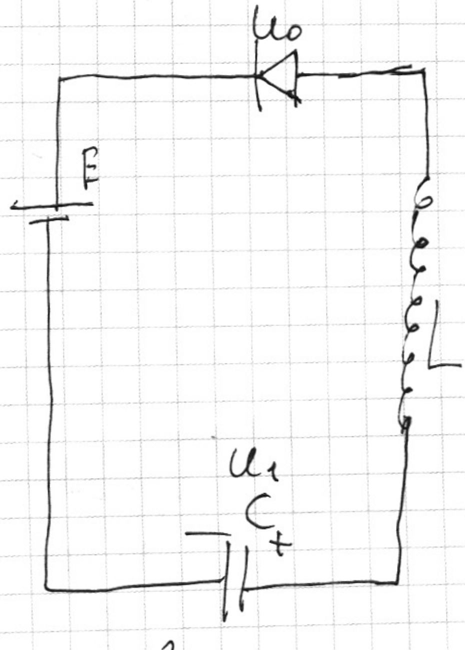
$d=\frac{5F}{3}$

1) $\frac{1}{f}=\frac{1}{F}-\frac{1}{d}=\frac{d-F}{Fd}$ $\quad f=\frac{Fd}{d-F}=\frac{F\cdot\frac{5F}{3}}{\frac{5F}{3}-F}=$

$=\frac{\frac{5F^2}{3}}{\frac{2F}{3}}=\frac{5}{2}F$

2)

N4.



$I_{max}=I'=0$

$A=\Delta q E$

$E_{si}=U_x-U_1$

$I_{max}=$

47 × 17 = 119, 47

51 × 51 = 51, 255, 2601

48 × 36 = 288, 144, 1728

4201

5729

77 × 77 = 539, 539, 5929

77 | 4 = 19; −4, 37, −36, 1

☑ 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. ✓

3) $\eta = 1 - \frac{|Q_{хол}|}{Q_{нагр}}$

$1 \to 2$: $p\uparrow, V\uparrow \Rightarrow T\uparrow$

$2 \to 3$: $p\downarrow, V = const \Rightarrow T\downarrow$

$3 \to 1$: $p = const, V\downarrow \Rightarrow T\downarrow$

$Q_{нагр} = \Delta U_{12} + A_{12} = 4A_{12}$

$\cancel{\Delta U_{цикл} = 0}$

$Q_{хол} = \cancel{A_{23} + A_{13}}\, Q_{23} + Q_{31}$

$A_{23} = 0$

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

$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31}$

$\Delta U_{31} = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_3)$

$\Delta U_{31} = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_2)$ $\quad C_{31} = \frac{Q_{31}}{\nu \Delta T_{31}}$

$p_2 V_2 = \nu R T_2$

$p_1 V_2 = \nu R T_3$

$p_1 V_1 = \nu R T_1$

$Q_{23} = \Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{23}$

$C_{23} = \frac{\frac{3}{2}\nu R \Delta T_{23}}{\nu \Delta T_{23}} = \frac{3}{2}R$

$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31}$

$A_{31} = p_1 \Delta V = p_1(V_1 - V_2) =$

$= \nu R T_1 - \nu R T_3$

$\Delta U_{31} = \frac{3}{2}\nu R T_1 - \frac{3}{2}\nu R T_3$

$Q_{31} = \frac{5}{2}\nu R \Delta T_{31} \Rightarrow C_{31} = \frac{5}{2}R$

$\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3}{5}$.

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

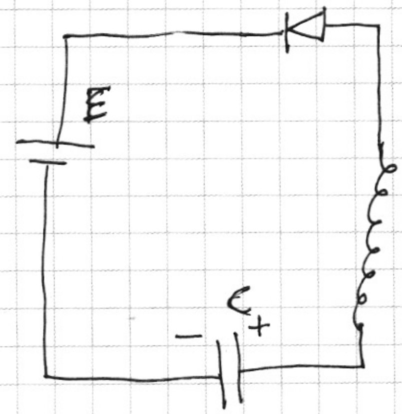
$A_{12} = \frac{1}{2}(p_1 + p_2)(V_2 - V_1) = \frac{1}{2}(p_1 V_2 + p_2 V_2 - p_1 V_1 - p_2 V_1) =$

$= \frac{1}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{1}{2}(\nu R T_2 - \nu R T_1)$

$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{12}$

$Q_{12} = 2\nu R \Delta T_{12} \Rightarrow A = \frac{Q}{4}$

N 1.



1) $\mathcal{E}_{si} = -L\dot{I}$

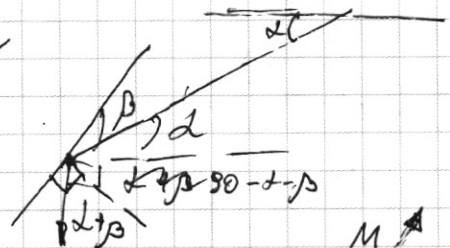
$U_1 - E + \mathcal{E}_{si} = 0$

$U_1 = E - \mathcal{E}_{si}$

$U_1 = E + L\dot{I}$

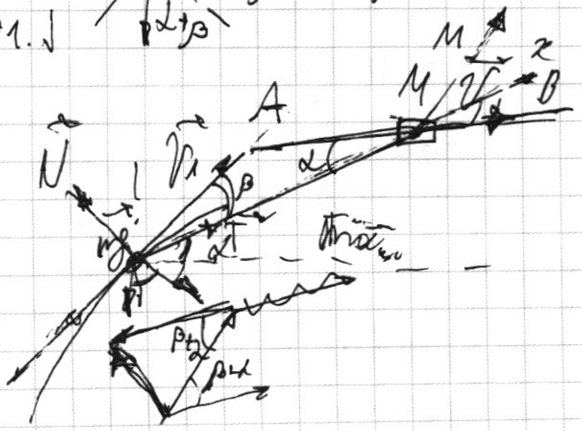
$\dot{I} = \dfrac{U_1 - E}{L}$

2) I_{max}



3) $I_{уст} = 0 \Rightarrow \mathcal{E}_{si} = 0$

N 1.2



1) $V\cos\alpha = V_1\cos\beta$

$V_1 = \dfrac{V\cos\alpha}{\cos\beta}$

2) $\vec{V}_{абс} = \vec{V}_{отн} + \vec{V}_{е}$

$\vec{V}_{e} = \vec{V}$

$\vec{V}_{отн} - ?$ $\quad \vec{V}_{абс} = \vec{V}_1$ $\quad V_{отн}^2 = V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2\cos(\alpha+\beta)$

$\vec{V}_{отн} = \vec{V}_1 - \vec{V}_2$ $\quad V_{отн} = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2\cos(\alpha+\beta)}$

$$\begin{cases} ma_{цс} = T\sin\beta + mg\cos\gamma - N \\ T\cos\beta = mg\sin\gamma \end{cases} \qquad \gamma = \alpha+\beta$$

решаем систему

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)