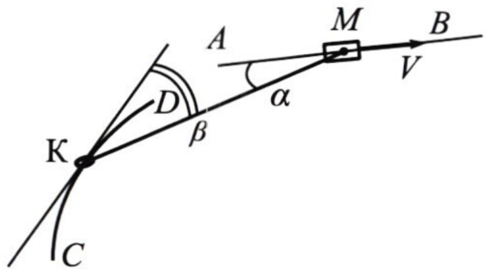
Олимпиада «Физтех» по физике, (

Класс 11

Вариант 11-01

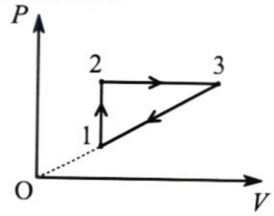
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

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.



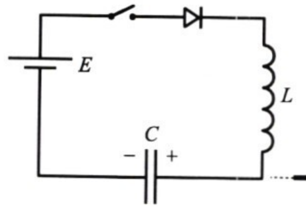
1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.
2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

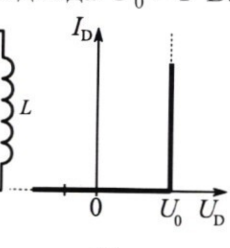
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S, расстояние между обкладками d $\left(d << \sqrt{S}\right)$. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0{,}25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная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

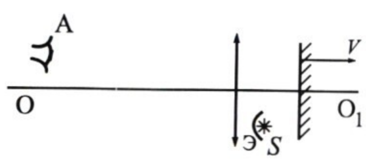
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0{,}1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 =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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

Дано:

$i=3$

$p_{13} \approx kV_{13}$

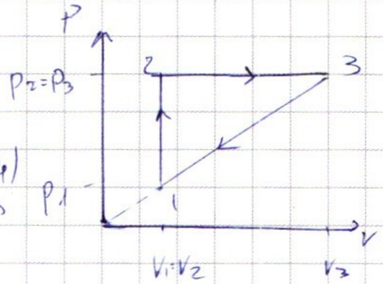
Найти:

1) $\frac{C_1}{C_2}$ - ?

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

3) η_{max} - ?

Решение:



1-2: $V=const$, $A_1=0$

$Q=\Delta U=\frac{3}{2}\nu R(T_2-T_1)=\frac{3}{2}V_1\underbrace{(p_2-p_1)}_{>0}\Rightarrow$

$\Rightarrow Q_{1-2}>0$

2-3: $p=const$

$Q=\Delta U+A=\frac{3}{2}\nu R(T_2-T_1)+p_2(V_3-V_2)=\frac{5}{2}p_2\underbrace{(V_3-V_2)}_{>0}\Rightarrow Q_{23}>0$

3-1: $p\approx kV$

$Q=\Delta U+A=\frac{3}{2}\nu R(T_1-T_3)+\frac{1}{2}(p_1+p_3)(V_1-V_3)=$

$=\frac{3}{2}(p_1V_1-p_3V_3)+\frac{1}{2}(p_1V_1+p_3V_1-V_3p_1-V_3p_3)\Big\}\Rightarrow$

т.к. $p=kV\Rightarrow\frac{p_1}{p_3}=\frac{V_1}{V_3}\Rightarrow p_1V_3=V_1p_3$

$\Rightarrow Q_{23}=2\underbrace{(p_1V_1-p_3V_3)}_{<0}\Rightarrow Q_{23}<0$

1) $Q=C\nu(T_2-T_1)$

повышение T происходило на участках 1-2 и 2-3

$C_{12}=\frac{Q_{12}}{\nu(T_2-T_1)}=\frac{\frac{3}{2}\nu R(T_2-T_1)}{\nu(T_2-T_1)}=\frac{3}{2}R$

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

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

2) 2-3: $p=const$ $A_2=p_2(V_3-V_2)=\nu R(T_3-T_2)$

$Q_{2-3}=\frac{5}{2}\nu R(T_3-T_2)$

$\frac{Q_{23}}{A_2}=\frac{5}{2}=2,5$

3) $\eta=\frac{Q_н-|Q_х|}{Q_н}=1-\frac{|Q_х|}{Q_н}$

$Q_x = Q_{31} = 2(p_1V_1 - p_3V_3) = 2(kV_1^2 - kV_3^2) = 2k(V_1-V_3)(V_3+V_1)$

$Q_n = Q_{23} + Q_{13} = \frac{3}{2}(p_3-p_1)V_1 + \frac{5}{2}p_2(V_3-V_2) = \frac{3}{2}(p_3-p_1)V_1 + \frac{5}{2}p_3(V_3-V_1) =$

$= \frac{5}{2}p_3V_3 - \frac{5}{2}p_3V_1 + \frac{3}{2}p_3V_1 - \frac{3}{2}p_1V_1 = \frac{5}{2}p_3V_3 - \frac{3}{2}p_1V_1 - p_3V_1 =$

$= \frac{5}{2}kV_3^2 - \frac{3}{2}kV_1^2 - kV_1V_2 = \frac{5}{2}k(V_3-V_1)(V_3+\frac{3}{5}V_1)$

$\eta = 1 - \frac{4}{5}\frac{\cancel{(V_3-V_1)}(V_3+V_1)}{(\cancel{V_3}-V_1)(V_3+\frac{3}{5}V_1)} = 1 - \frac{4}{5}\frac{(V_3+V_1)}{(V_3+\frac{3}{5}V_1)} = \frac{V_3-V_1}{V_3+\frac{3}{5}V_1}$

$V_3 \neq V_1$, иначе цикла не будет

Ответ: 1) $\frac{C_1}{C_2} = \frac{3}{5}$; 2) $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = 2,5$

3.

Дано:

q, d, t

$\frac{q}{m} = \gamma$

$v_0 = 0$

Найти:

1) V_1 - ?

2) Q - ?

3) V_2 - ?

Решение:

1) т.к. $q>0$, то заряд начнет равноускоренное прямолинейное движение в сторону отрицательно заряженной пластины

$a = const$

$(d - 0,25d) = \frac{at^2}{2} \Rightarrow at = \frac{2}{t}\cdot\frac{3}{4}d$

$V = v_0 + at = \frac{3}{2}\frac{d}{t}$

2) По th Гаусса напряженность пластины

$\left.\begin{array}{l} E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \\ \sigma = \frac{Q}{S} \end{array}\right\} E = \frac{Q}{2\varepsilon_0 S}$ Q - заряд пластины

в конденсаторе электрическое поле сосредоточено только между обкладками, его напряженность:

справедливо в данном случае, т.к. эл поле неизменно и однородно у обкладок пластин

$\left.\begin{array}{l} E = \frac{Q}{\varepsilon_0 S} \\ F = E\cdot q \\ 2\,ЗН: \quad Eq = ma \end{array}\right\} Q = \frac{\varepsilon_0 S}{\gamma}\cdot\frac{3d}{2t^2}$

3) Т.к. вне пластин конденсатора $E = 0$, то ЗСЭ запишем:

$\frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2} \Rightarrow V_1 = V_2$

☐ черновик ☑ чистовик Страница № 2
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Ответ: 1) $V_1 = \frac{3d}{2t}$ 2) $Q = \frac{\varepsilon_0 S}{d} \cdot \frac{3d}{2t^2}$ 3) $V_2 = \frac{3d}{2t}$

№5. Дано:

$d_0 = \frac{1}{2}F$

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

V

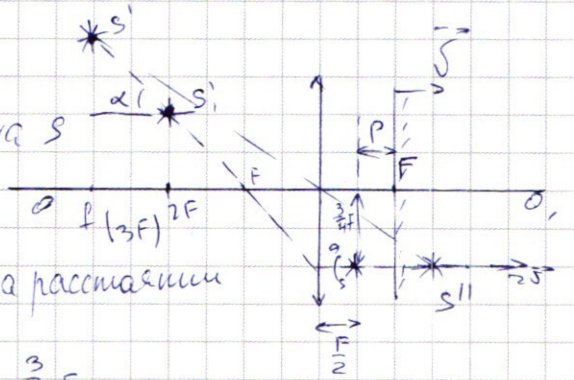
Найти:

1) f - ?

2) α - ?

3) $V_и$ - ?

Решение.



1) изображение предмета S в зеркале будет находиться от плоскости линзы на расстоянии

$d = \frac{F}{2} + 2P$

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

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

$\rho(S_1; OO_1) = 2 \cdot \frac{3}{4}F = \frac{3}{2}F$

по формуле тонкой линзы

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

2) скорость изображения в зеркале относительно скорость предмета

$\vec{V}_{абс} = \vec{V}_{отн} + \vec{V}_{пер} \Rightarrow \vec{V}_{отн} = -\vec{V}$

тогда относительно линзы изображение в зеркале движется со скоростью $2V$

Через время Δt зеркало сместилось на $\frac{1}{4}F$

$\Delta t = \frac{F}{4V}$

$d = \frac{F}{2} + 2\left(F - \frac{F}{2} + \frac{1}{4}F\right) = 2F$

$f = 2F$

$\Gamma = 1$, изображение предмета высотой $\frac{3}{4}F$

~~Т.к. изображение в зеркале движется равномерно~~

Т.к. мнимый предмет в зеркале S'' движется прямолинейно, то изображение будет двигаться прямолинейно тогда $tg\,\alpha = tg(\vec{V_n}; \widehat{OO_1})$

$tg\,\alpha = \frac{\frac{3}{2}F - \frac{3}{4}F}{F} = \frac{3}{4} \Rightarrow \cos\alpha = \sqrt{\frac{1}{\frac{9}{16}+1}} = \frac{4}{5}$

3) для малого промежутка Δt справедливо, что $B = \Gamma \cdot \Gamma$, где B - поперечное увеличение

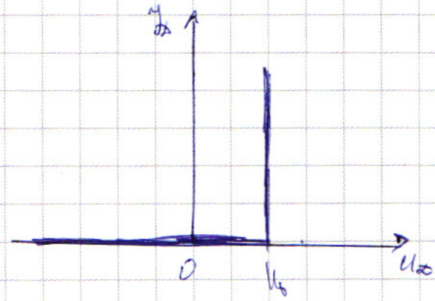
за Δt S' относительно линзы прошел ~~$\Delta t \cdot 2U$~~ $\Delta t \cdot 2V$

$\Rightarrow$ путь вдоль OO_1 изображение сместилось на $\Gamma^2 \cdot \Delta t \cdot 2V = 8V\Delta t$

тогда полная скорость $V_n = \frac{8V\Delta t}{\cos\alpha\,\Delta t} = \frac{8V \cdot 5}{4} = 10V$

Ответ: 1) $f = 3F$; 2) $\alpha = arctg\frac{3}{4}$; $V_n = 10V$.

№4



Дано:

$E = 9B$

$C = 40 \cdot 10^{-6}$Ф

$U_1 = 5B$

$L = 0{,}1$Гн

$U_0 = 1B$

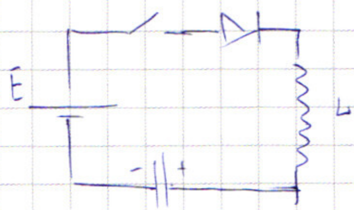
Найти:

1) I' - ?

2) I_{max} - ?

3) U_2 - ?

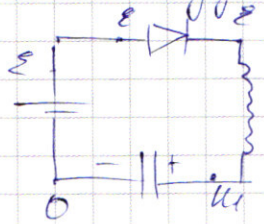
Решение



1) сразу после замыкания ключа I_L и U_C скачком не изменились $\Rightarrow U_C(0) = U_1$

$I_L(0) = 0 \Rightarrow$ ток в цепи идет

используем метод узловых потенциалов



$U_L = L\,I'$

$I' = \frac{\varepsilon - U_1}{L}$.

3) ~~при I_{max} и I_{min}~~ $U_L = 0$ в установившемся режиме

$I_C = 0 \Rightarrow U_L = 0 \Rightarrow U_C = \varepsilon - U_0$

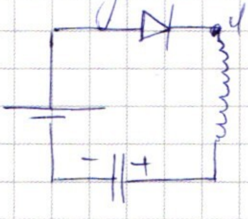
$U_C = 8B$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) ~~В установившемся режиме~~ $\mathcal{Y}_L' = 0$, $U_L = 0$ при $\mathcal{Y}_{max}$ или $\mathcal{Y}_{min}$



$U_L = 0 \Rightarrow \mathcal{Y} = \mathcal{E} - U_0$

$U_C = \mathcal{E} - U_0 - 0 = \mathcal{E} - U_0 = 8\,В$

$q = U_C \cdot C$ стало.

$q_0 = U_1 \cdot C$ было

ЗСЭ: $\mathcal{E}C(U_C - U_1) = \frac{CU_C^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2} + \frac{L\mathcal{Y}_m^2}{2}$

$2\mathcal{E}C(U_C - U_1) = CU_C^2 - CU_1^2 + L\mathcal{Y}_m$

$2 \cdot 9 \cdot 40 \cdot 10^{-6} \cdot 3 = 40 \cdot 10^{-6}(64 - 25) + L\mathcal{Y}_m$

$40 \cdot 10^{-6}(6 \cdot 9 - 39) = L\mathcal{Y}_m^2$

$\mathcal{Y}_m = 20 \cdot 10^{-3}\sqrt{24} = 40 \cdot 10^{-3}\sqrt{3} = 68\,мА$

Ответ: 1) $\mathcal{Y}' = 40\,А/с$ 2) $\mathcal{Y}_m = 68\,мА$ 3) $U_2 = U_C = 8\,В$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

№1

Дано:

$V = 0{,}68$ м/с

$R = 1{,}9$ м

$m = 0{,}1$ кг

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

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

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

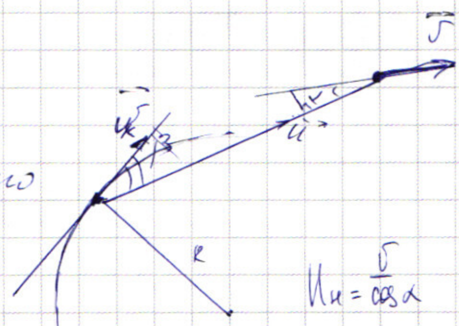
Найти:

1) $\upsilon_к$ - ?

2) $\upsilon_{к0}$ - ?

3) T - ?

Решение:



$U_н = \frac{\upsilon}{\cos\alpha}$

$\upsilon_к = \frac{\upsilon}{\cos\alpha \cos\beta}$

$\upsilon_к = \frac{0{,}68 \cdot 17}{15} \cdot \frac{4}{5}$

1) Т.к. кольцо двигается по дуге окружности, то его скорость $\vec{\upsilon_к}$ направлена по касательной

$U_{нит} = \frac{\upsilon}{\cos\alpha}$ $\quad V \cdot \cos\alpha$

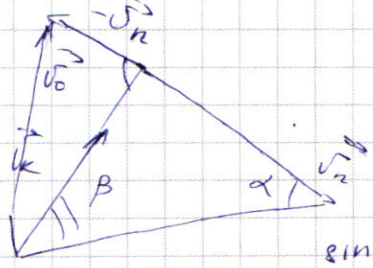
$V_к = U_{нит} * \cos\beta = \cancel{\frac{\upsilon_0}{\cos\alpha} * \cos\beta = \frac{0{,}68 \cdot 17}{15} * \frac{4}{5}} = \upsilon \cos\alpha * \cos\beta$

$= \cancel{\frac{0{,}68 \cdot 15}{17}} \cdot \frac{4}{5} = 0{,}48$ м/с

2) $\vec{\upsilon_{абс}} = \vec{\upsilon_{отн}} + \vec{\upsilon_{пер}}$

$\vec{\upsilon_{нит}} = \vec{\upsilon_{абс}} - \vec{\upsilon_{пер}}$

$\alpha + \beta$



$\sin\alpha = \frac{4}{17}$

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

$\upsilon_0^2 = \upsilon_n^2 + \upsilon_к^2 - 2\,\upsilon_n \upsilon_0 \cos(\alpha+\beta)$

$\upsilon_0^2 = 0{,}68^2 + \cancel{0{,}48}^2 + 2\,0{,}68 \cdot \cancel{0{,}48}\left(\frac{4}{17} \cdot \frac{3}{5} - \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5}\right)$

$\upsilon_0^2 = 0{,}68^2 + \upsilon_к^2 + 2\,0{,}68 \cdot \upsilon_к \cdot \frac{4 \cdot 3}{5 \cdot 17}(-4) =$

$= 0{,}68^2 + \frac{0{,}68^2 \cdot 17^2 \cdot 4^2}{15^2 \cdot 5^2} + \frac{2 \cdot 0{,}68^2 \cdot 4 \cdot \cancel{17}}{5 \cdot 15} \cdot \frac{4 \cdot 3}{5 \cdot \cancel{17}}(-4) =$

$= 0{,}68^2\left(1 + \frac{17^2 \cdot 4^2}{15^2 \cdot 5^2} - \frac{2 \cdot 4^3 \cdot 3}{5^2 \cdot 15}\right)$

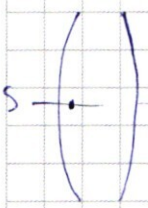
$\frac{17^2 \cdot 4^2}{15^2 \cdot 5^2} - \frac{2 \cdot 4^2 \cdot 12 \cdot 15}{15 \cdot 5^2} = \left(\frac{4}{15 \cdot 5}\right)^2 \left(17^2 - 24 \cdot 15\right)$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

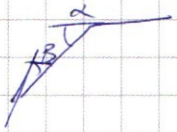
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3 S d



$\frac{q}{m} = \gamma$

$\frac{(2V_3 - \Delta V)}{\frac{8}{5}V_3 + \frac{3}{5}\Delta V}$ $-\frac{3}{5}\Delta V - (2V_3 - \Delta V)\frac{3}{5}$ $-2V_3$



$\frac{V}{\cos\alpha} \cdot \cos\beta$

$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{q}{2\varepsilon_0 S}$

$\frac{V \cdot 17}{15} \cdot \frac{4}{5}$

$\beta = \Gamma_A \cdot \Gamma_B$

$U = E \cdot d = \frac{q d}{\varepsilon_0 S} = \frac{q}{C}$

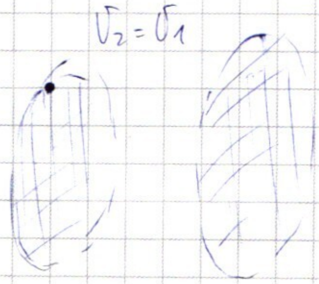
$A = E \cdot q$ $Eq = m \cdot a \Rightarrow a = E\gamma$

$V = V_0 + at$ $V = \frac{3d}{2t}$ $\frac{q}{\varepsilon_0 S} = \frac{a}{\gamma}$

$\frac{3}{4}d = \frac{at^2}{2} \Rightarrow at = \frac{3d}{2t} \Rightarrow a = \frac{3d}{2t^2}$

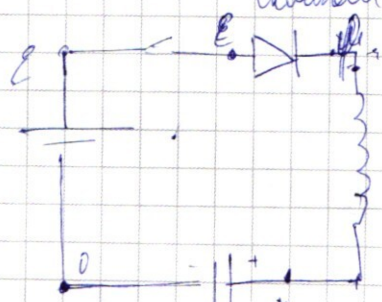
$a = \frac{q}{2\varepsilon_0 S}\gamma \Rightarrow q = \frac{2\varepsilon_0 S \cdot a}{\gamma} = \frac{3d\varepsilon_0 S}{\gamma t^2}$ $Q = \frac{\varepsilon_0 S}{\gamma} \cdot \frac{3}{2}\frac{d}{t^2}$

$V_2 = V_1$



ΔS 4. $y' - ?$

Сначала не меняли



$\mathcal{E} - U_1 > U_0$

$U_m = L y'$

$\frac{3}{4} = \frac{9}{16} + 1 = \frac{25}{16}$

$\cos$

1 если ток не пошел.

$\mathcal{E} - \varphi < U_0$

$\varphi_1 + U_1 = \mathcal{E}$

$\varphi_1 = \mathcal{E} - U_1$ $\mathcal{E} = \varphi = \varphi - U_1$ $\mathcal{E} - \varphi - U_1 = 0 \Rightarrow \varphi = \mathcal{E} - U_0$

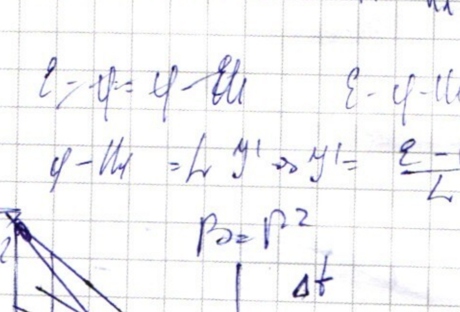
$U_1 < U_0$ $\varphi - U_1 = L y' \Rightarrow y' = \frac{\mathcal{E} - U_1}{L}$ $2F - \frac{F}{2} = \frac{3F}{2}$

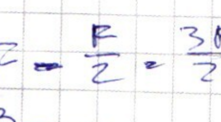
$S = \sqrt{(d_1 - d_2)^2 + (d - \frac{d}{2})^2}$

$= -$

$\Gamma_2 = \Gamma^2$ Δt $\frac{1}{2}F$ $\frac{3}{4}F$ $V = \frac{\Delta S}{\Delta t}$

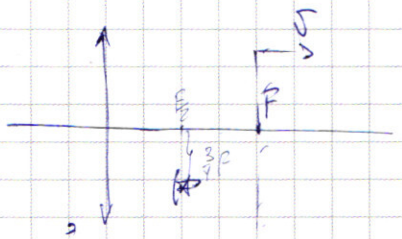
$\Gamma = 2$





☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

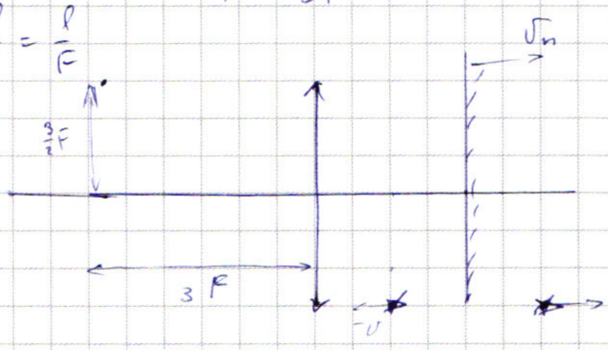
Страница №___
(Нумеровать только чистовики)



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

$\frac{2}{3F} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$

$\frac{1}{F} - \frac{2}{3F} \Rightarrow f = 3F$



$V_a = V_{отн} + V_{пер}$

$V_{отн} = -v$

$\Gamma = 2$

через Δt $\quad d = \frac{F}{2} + 2 v \Delta t$

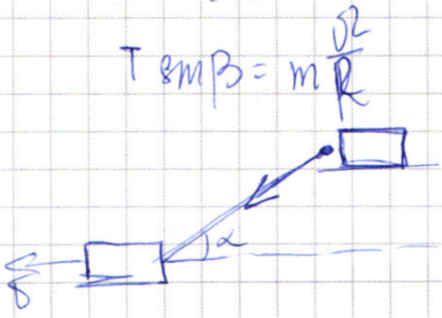
$\Gamma = \frac{F}{\frac{F}{2} + 2v\Delta t - F} = \frac{F}{2v\Delta t - \frac{F}{2}}$

$f = \frac{F}{2v\Delta t - \frac{F}{2}} \cdot \left(\frac{F}{2} + 2v_0\Delta t\right)$

$d = \frac{\cancel{f \cdot F_0}}{f - F_0}$

$+ t$, когда зеркалов

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



$2F - \frac{3}{2}F = \frac{1}{2}F$. $\quad \frac{3}{2}F - \frac{1}{2}F = \frac{1}{2}F$

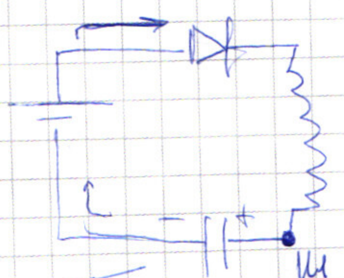
$2F - \frac{1}{2}F = \frac{3}{2}F \Rightarrow$ y двигается на $\frac{3}{4}F \Rightarrow t = \frac{\frac{3}{4}F}{v} = \frac{3F}{4v}$

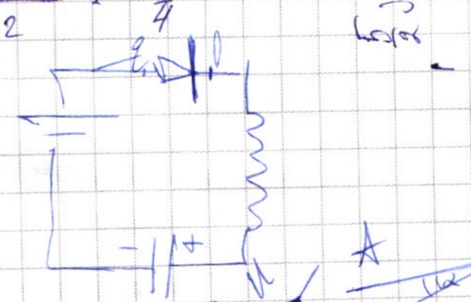
$\Gamma = 1 \quad y = \frac{3}{4}F \quad y = \frac{3}{2}F$

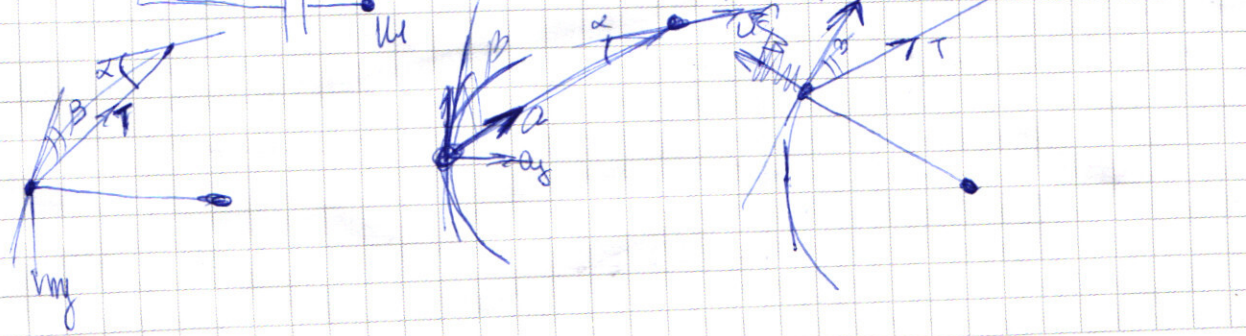
$f = 2F \quad f = 3F$

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

$\operatorname{tg} \quad \frac{\frac{3}{2} - \frac{3}{4}}{3 - 2} = \frac{3}{4}$



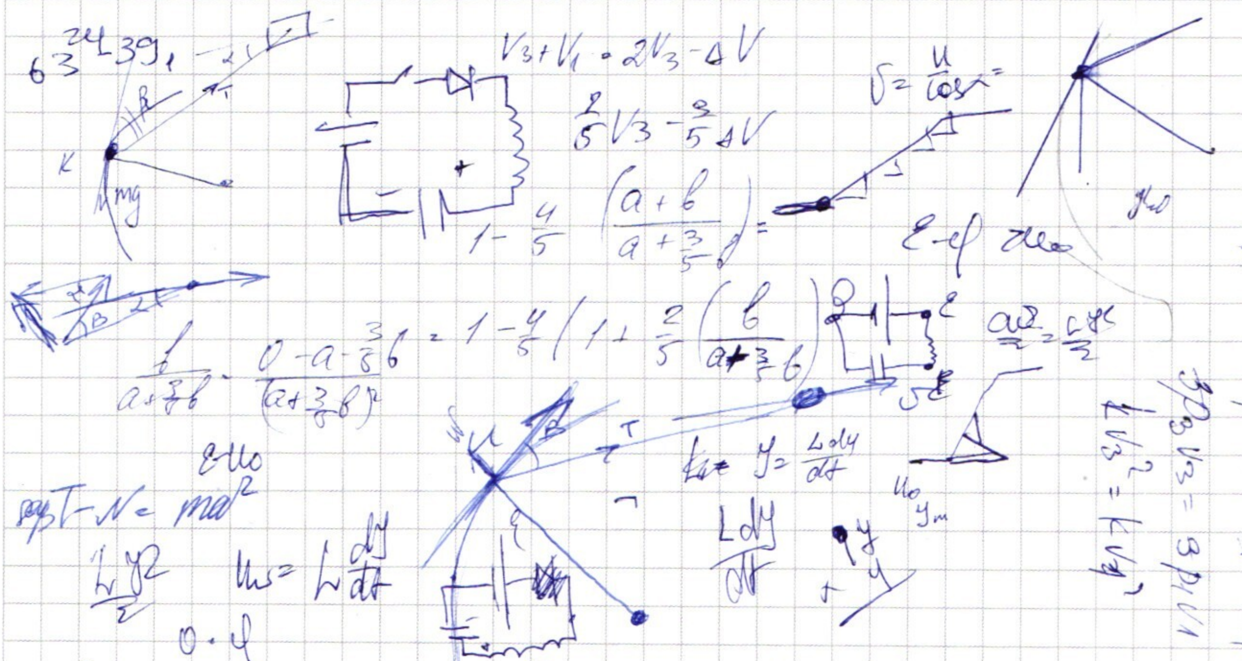




ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$V_3 + V_1 = 2V_3 - \Delta V$

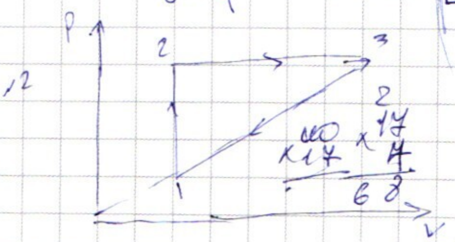
$\frac{2}{5}V_3 - \frac{3}{5}\Delta V$

$1 - \frac{4}{5}\left(\frac{a+b}{a+\frac{3}{5}b}\right) =$

$\frac{1}{a+\frac{3}{8}b} = \frac{0 - a - \frac{3}{8}b}{(a+\frac{3}{8}b)^2} = 1 - \frac{4}{5}\left(1 + \frac{2}{5}\left(\frac{b}{a+\frac{3}{5}b}\right)\right)$

$\frac{L\mathcal{Y}^2}{2}$ $\quad U_{L5} = L\frac{dY}{dt}$

$\mathcal{Y} = \frac{L\,dY}{dt}$



$p = kV \qquad Q = C\,\nu\,\Delta T$

$i = 3$

1-2 $V = const \qquad A = 0$

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

2-3: $p = const$

$Q = \frac{5}{2}\nu R\Delta T \Rightarrow C_{23} = \frac{5}{2}R$

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

2. $p = const$

$Q = \Delta U + A \qquad \Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}\,pV_2 - V_1 = \frac{3}{2}p\Delta V$

$A = p\Delta V \qquad Q = \frac{5}{2}p\Delta V$

$\frac{Q}{A} = \frac{5}{2}$

$p = kV \qquad \frac{p_1}{p_3} = \frac{V_1}{V_3} \qquad p_1V_3 = p_3V_1$

3. $\eta = \frac{A_{газа\,цикл}}{Q_H} = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H}$

$\frac{3}{2}(p_1V_1 - p_3V_3)$

$\frac{1}{2}(p_1V_1 - p_3V_3 + \cancel{p_3V_1} - \cancel{p_1V_3})$

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

$Q_X = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_3) + \frac{1}{2}(p_1 + p_3)(V_1 - V_3) = 2p_1V_1 - 2p_3V_3$

$\frac{1}{2}(p_3 - p_1)(V_3 - V_1) = \frac{1}{2}(p_3V_1 - p_1V_1)$

$\frac{1}{2}(p_3V_3 - p_1V_1) = 2(p_3V_3 - p_1V_1)$

$3p_3V_3 = 3p_1V_1$

$kV_3^2 = kV_1^2$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$$\begin{cases} p_3 = kV_3 \\ p_1 = kV_1 \end{cases}$$

$Q_x = 2p_1V_1 - 2p_3V_3$

$Q_н = \frac{3}{2}p_2V_2 - \frac{3}{2}p_1V_1 + \frac{5}{2}p_3V_3 - \frac{5}{2}p_2V_2 = \frac{5}{2}p_3V_3 - \frac{3}{2}p_1V_1 - p_2V_2$

1-2. $V_x = const \Rightarrow V_2 = V_1$ $\qquad \frac{1}{2}(V_3 - V_1)(p_3 - p_1) = 2$

$= \frac{5}{2}p_3V_3 - \frac{3}{2}p_1V_1 - V_1p_3$

$\eta = 1 - \frac{|Q_x|}{Q_н} = 1 - \frac{-2p_1V_1 + 2p_3V_3}{\frac{5}{2}p_3V_3 - \frac{3}{2}p_1V_1 - V_1p_3} = 1 - \frac{2(2p_3V_3 - 2p_1V_1)}{5p_3V_3 - 3p_1V_1 - V_1p_3}$

$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} = \frac{p_3}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{p_2 T_1}{p_1}$ $\qquad \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_3}{T_2} \quad T_2 = \frac{p_3}{p_1}T_1$

$\frac{V_1}{T_2} = \frac{V_3}{T_3} \Rightarrow T_3 = \frac{V_3 \; T_2}{V_1} = \frac{V_3}{V_1} \cdot \frac{p_2}{p_1} \cdot T_1$ $\qquad \frac{V_1}{T_2} = \frac{V_3}{T_3} \Rightarrow T_2 = \frac{V_1}{V_3}T_3$

$\frac{p_3V_3}{T_3} = \frac{p_1V_1}{T_1}$ $\qquad \frac{p_3 \; T_1}{p_1} = \frac{V_1}{V_3}T_3$

$T_3 = \frac{p_1V_1 \; T_1}{p_3V_3} \Rightarrow \frac{p_1V_1}{p_3V_3} = \frac{V_3}{V_1} \cdot \frac{p_3}{p_1}$ $\qquad T_1 = \frac{V_1p_1}{p_3V_3}T_3$

$p_1^2 \cdot V_1^2 = p_3^2 V_3^2$

$pV = \nu RT \quad \nu R = const$ $\qquad 1 - \frac{4}{5}\frac{V_3 + V_1}{V_3 + \frac{3}{5}V_1}$

$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_3V_3}{T_3} \Rightarrow T_3 = p_3V_3$

$\eta = 1 - \frac{4(kV_3^2 - kV_1^2)}{5kV_3^2 - 3kV_1^2 - 2kV_1V_3} = 1 - \frac{4(V_3^2 - V_1^2)}{5(V_3 - V_1)(V_3 + \frac{3}{5}V_2)} = 1 - \frac{4}{5}\left(\frac{V_3 + V_1}{V_3 + \frac{3}{5}V_1}\right)$

$5V_3^2 - 2V_1V_3 - 3V_1^2 = 5(V_3 - V_1)(V_3 + \frac{3}{5}V_1)$

$5x^2 - 2x - 3 = 0 \qquad D_1 = 1 + 15 \qquad x = \frac{1 \pm 4}{5} = 1 \qquad -\frac{3}{5} \qquad 1 - \frac{3}{5}$

$(5V_3 + 3V_1)(V_3 - V_1) = 5V_3^2 + 3V_1V_3 - 5V_3V_1 - 3V_1^2 =$

ΔV

$1 - \frac{4}{5}\left(1 + \frac{\frac{2}{5}V_1}{V_3 + \frac{3}{5}V_1}\right)$ $\qquad 1 - \frac{4}{5}\left(\frac{V_3 + V_1}{V_3 + \frac{3}{5}V_1}\right)$

$\left(\frac{V_1}{V_3 + \frac{3}{5}V_1}\right)' = \frac{V_3 + \frac{3}{5}V_1 - V_1 \cdot \frac{3}{5}}{(V_3 + \frac{3}{5}V_1)^2}$

$\frac{V_1 + V_1 + \Delta V}{\frac{3}{5}V_1 + V_1 + \Delta V} = \frac{2V_1 + \Delta V}{\frac{8}{5}V_1 + \Delta V}$

$\frac{8}{5}V_1 + \Delta V - 2V_1 - \Delta V$

$5V_3 + 3V_1 = 4 \quad 4V_3 - 4V_1 = \frac{V_3 - V_1}{5(V_3 + \frac{3}{5}V_1)}$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)