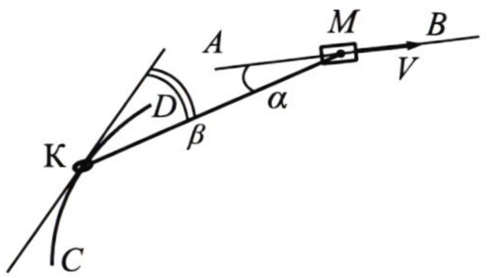
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-03

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

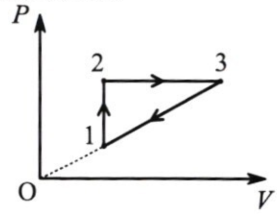
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 34$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,3$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 0,53$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/4$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол $\alpha (\cos\alpha = 15/17)$ с направлением движения муфты и угол $\beta (\cos\beta = 3/5)$ 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 изменения внутренней энергии газа к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

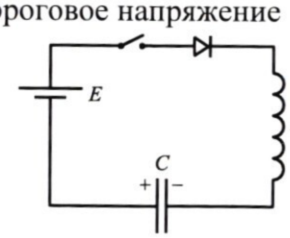


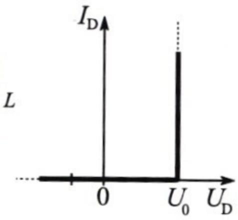
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки, радиус обкладок намного больше расстояния d между обкладками. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,3d$ от отрицательно заряженной обкладки стартует с нулевой начальной скоростью отрицательно заряженная частица и вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам со скоростью V_1. Удельный заряд частицы $\dfrac{|q|}{m} = \gamma$.

1) Через какое время T частица будет находиться на одинаковых расстояниях от обкладок?
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 $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 2$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.

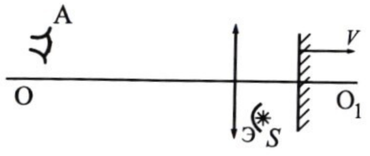




1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

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 плоскости $F/4$ от линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1. В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $3F/4$ от линзы.

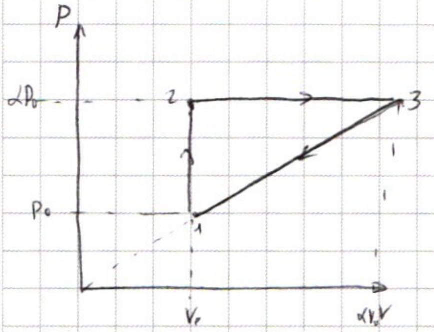
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
3) Найти скорость изображения в этот момент.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



№2

Пусть в точке 1 давление – P_0, объём V_0, температура T_0. Тогда в точке 2 объём V_0, давление αP_0, температура αT_0. В точке 3 давление αP_0, объём αV_0, температура $\alpha^2 T_0$

Температура возрастает на участках 1-2, 2-3.

$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$ (т.к. процесс изохорный, то $A_{12} = 0$) $\Rightarrow Q_{12} = \Delta U_{12}$

$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}\nu R T_0(\alpha - 1)$

$\Delta T_{12} = \alpha T_0 - T_0 = T_0(\alpha - 1)$

$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = (\alpha V_0 - V_0)\cdot \alpha P_0 + \frac{3}{2}\nu R(\alpha^2 T_0 - \alpha T_0) = P_0 V_0 \alpha(\alpha - 1) +$

$+ \frac{3}{2}\nu R T_0 \cdot \alpha(\alpha - 1) = \nu R T_0 \alpha(\alpha - 1) + \frac{3}{2}\nu R T_0 \alpha(\alpha - 1) = \frac{5}{2}\nu R T_0 \alpha(\alpha - 1)$

$\Delta T_{23} = \alpha^2 T_0 - \alpha T_0 = \alpha T_0(\alpha - 1)$

1) $\frac{C_{V12}}{C_{V23}} = \frac{Q_{12} \cdot \nu \Delta T_{23}}{\nu \Delta T_{12} \cdot Q_{23}} = \frac{3 \cdot \nu R T_0(\alpha - 1) \cdot 2 \cdot T_0 \alpha(\alpha - 1)}{2 \cdot T_0(\alpha - 1) \cdot 5 \cdot \nu R T_0 \alpha(\alpha - 1)} = \frac{3}{5}$

2) $\Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R T_0 \alpha(\alpha - 1)$ – находили, когда искали Q_{23}

$A_{23} = \nu R T_0 \alpha(\alpha - 1)$

$\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{3}{2}\frac{\nu R T_0 \alpha(\alpha - 1)}{\nu R T_0 \alpha(\alpha - 1)} = \frac{3}{2}$

3) Максимальный КПД равен $\eta_{max} = 1 - \frac{T_{min}}{T_{max}} = 1 - \frac{T_0}{\alpha^2 T_0}$

$\eta = 1 - \frac{|Q_-|}{Q_+}$

$Q_- = Q_{31} = \frac{(P_0 + \alpha P_0)(\alpha V_0 - V_0)}{2} + \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_3) =$

$= \frac{P_0 V_0(\alpha^2 - 1)}{2} + \frac{3}{2}\nu R T_0(1 - \alpha^2) =$

$= \frac{1}{2}\nu R T_0(\alpha^2 - 1) - \frac{3}{2}\nu R T_0(\alpha^2 - 1) = -\nu R T_0(\alpha^2 - 1)$

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

$\frac{5}{2}\nu R T_0 \alpha(\alpha - 1) + \frac{3}{2}\nu R T_0(\alpha - 1) =$

$= \frac{\nu R T_0(\alpha - 1)(5\alpha + 3)}{2}$

$\eta = 1 - \frac{2\nu R T_0(\alpha + 1)(\alpha - 1)}{\nu R T_0(\alpha - 1)(5\alpha + 3)} = 1 - \frac{2\alpha + 2}{5\alpha + 3}$

$= \frac{5\alpha + 3 - 2\alpha - 2}{5\alpha + 3} = \frac{3\alpha - 1}{5\alpha + 3}$. Если взять от этого производную, то она никогда не обратится в ноль. Следовательно α можно подобрать такое, чтобы $\eta = 50\%$, $\alpha = 5$

Ответ: 1) $\frac{C_{V12}}{C_{V23}} = \frac{3}{5}$ 2) $\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{3}{2}$ 3) $\eta = 50\%$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 1
(Нумеровать только чистовики)

№3

1) Частица будет разгоняться под разгоняющим напряжением $U = Ed$. Т.к. частица двигается она будет порождать магнитное поле. И на неё будет действовать помимо электрической силы $F_э = |q|E$, будет действовать сила Лоренца $F_Л = q\upsilon B$. Т.к. сила Лоренца перпендикулярна линиям магнитной индукции, то она никак не будет влиять на изменение скорости частицы.

Скорость Частица будет двигаться ~~со скоростью~~ равноускоренно, с ускорением равным $ma = |q|E \Rightarrow a = \gamma E$

$x(t) = x_0 + \frac{at^2}{2}$ $\quad$ $\frac{m\upsilon_1^2}{2} = |q|E \cdot 0{,}7d \Rightarrow E = \frac{\upsilon_1^2}{1{,}4\gamma d}$

$0{,}5d = 0{,}3d + \frac{aT^2}{2} \Rightarrow \frac{at^2}{2} = 0{,}2d$

$\frac{\upsilon_1^2 \cdot T^2}{1{,}4d} = 0{,}2d$

$T = \sqrt{\frac{14 \cdot 2d^2}{10 \cdot 10\upsilon_1^2}} = \frac{d\sqrt{28}}{10\upsilon_1} = \frac{2d\sqrt{7}}{10\upsilon_1} = \frac{d\sqrt{7}}{5\upsilon_1}$

2) $Q = CU$ (где C - ёмкость конденсатора, U - напряжение на конденсаторе)

$C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$ $\quad U = Ed$

$Q = \frac{\varepsilon_0 S}{d} \cdot Ed = \varepsilon_0 SE = \frac{\varepsilon_0 S \cdot \upsilon_1^2}{1{,}4\gamma d} = \frac{5\varepsilon_0 S\upsilon_1^2}{7\gamma d}$

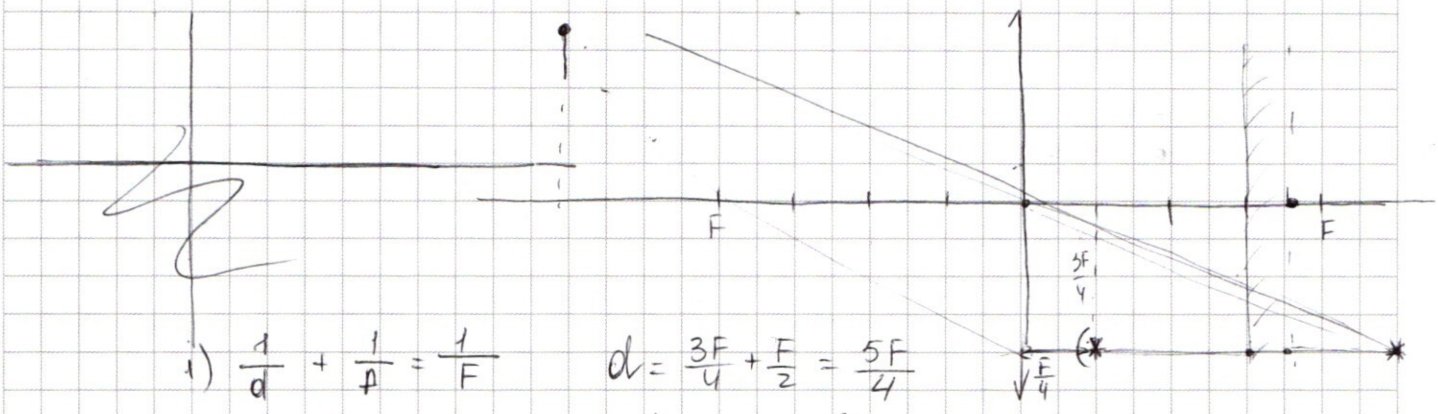
3) На бесконечно большом расстоянии $E_1 = \frac{E}{2}$ (где E_1 - напряжённость электрического поля)

~~$\upsilon(t) = \upsilon_1 t$~~ Частица будет двигаться с такой же скоростью, так как на бесконечно большом расстоянии от конденсатора на неё не будет действовать $F_э$

$$\boxed{\text{Ответ: } 1)\ T = \frac{d\sqrt{7}}{5\upsilon_1} \quad 2)\ Q = \frac{5\varepsilon_0 S\upsilon_1^2}{7\gamma d} \quad 3)\ \upsilon_2 = \upsilon_1}$$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$ $\quad d = \frac{3F}{4} + \frac{F}{2} = \frac{5F}{4}$

$\frac{1}{f} = \frac{d-F}{Fd}$ $\quad f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{5F^2 4}{4 \cdot 1 F} = 5F$

2) Δt $\quad d = \frac{3F}{4} + v\Delta t + \frac{3F}{4} + v\Delta t - \frac{F}{4} = \frac{5F}{4} + 2v\Delta t$

$f = \frac{\frac{5F^2}{4} + 2vF\Delta t}{\frac{5}{4}F - F + 2v\Delta t} = \frac{\frac{5F^2}{4} + 2vF\Delta t}{\frac{1}{4}F + 2v\Delta t}$ $\quad \frac{v\cos\alpha}{u\cos\alpha} = \Gamma^2$

$B = \frac{Om \cdot A}{Om \cdot C} = \frac{A}{C}$

$\omega L = \frac{\omega L}{\sqrt{LC}} =$

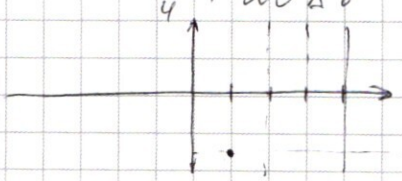
$\sqrt{\frac{L}{C}}$

$\Gamma_1 = \frac{5F \cdot 4}{5F} = 4$ $\quad H_1 = 4 \cdot \frac{3F}{4} = 3F$

$\Gamma_2 = 5F \frac{\frac{5F^2}{4} + 2vF\Delta t}{\frac{1}{4}F + 2v\Delta t}$ $\quad H_2 = \frac{\frac{5F^2}{4} + 2vF\Delta t}{\frac{1}{4}F + 2v\Delta t} \cdot \frac{3F}{4} =$

$= \frac{5F\left(\frac{F}{4} + 2v\Delta t\right)}{\frac{F}{4} + 2v\Delta t}$

$\frac{5F\left(\frac{5F}{4} + 2v\Delta t\right)}{\frac{5F}{4} + 10v\Delta t}$

2) 

$5F - \frac{7}{3}F =$

$H = 3F$ $\quad = \frac{15F - 7F}{3} = \frac{8F}{3}$

$d_1 = \frac{F}{4} + 2 \cdot \frac{3F}{4} = \frac{7F}{4}$ $\quad f_2 = \frac{7F^2 \cdot 4}{4 \cdot 3F} = \frac{7}{3}F$ $\quad \cos\beta = \frac{1}{\sqrt{1+tg^2\alpha}} = \frac{1}{\sqrt{1+\frac{9}{16}}}$

$H_1 = \frac{7F \cdot 4}{3 \cdot 7F} = \frac{4}{3} \cdot \frac{3F}{4} = F$

$\Delta H = 2F$ $\quad \Delta f = \frac{8}{3}F = \frac{4}{5}$

$tg\beta = \frac{\Delta H}{\Delta f} = \frac{2F \cdot 3}{8F} = \frac{3}{4}$

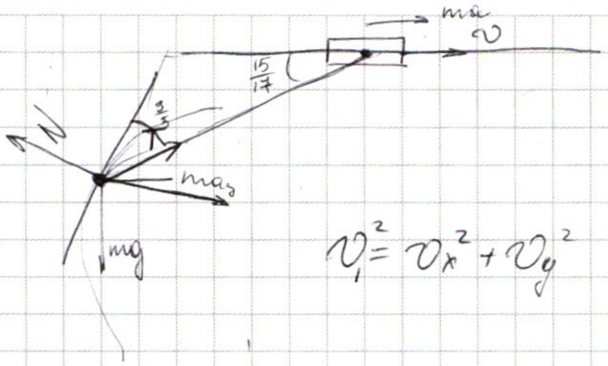
3) $\frac{2v \cdot \cos\alpha}{u\cos\beta} = \Gamma^2$ $\quad u\cos\beta = \frac{\Gamma^2}{2v}$ $\quad u\cos\beta = \frac{2v\cos\alpha}{\cos\beta\,\Gamma^2} =$

$u = \frac{16}{2v}$

$= \frac{2v \cdot 1.5}{4 \cdot 16} = \frac{10}{64}v = \frac{5}{32}v$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



$\frac{mv_1^2}{2} =$

$v_1^2 = v_x^2 + v_y^2$

$qEd = qU$

$Fd \quad F = qE$

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

$x(t) - ?$

$Q = \frac{1}{2} CU =$

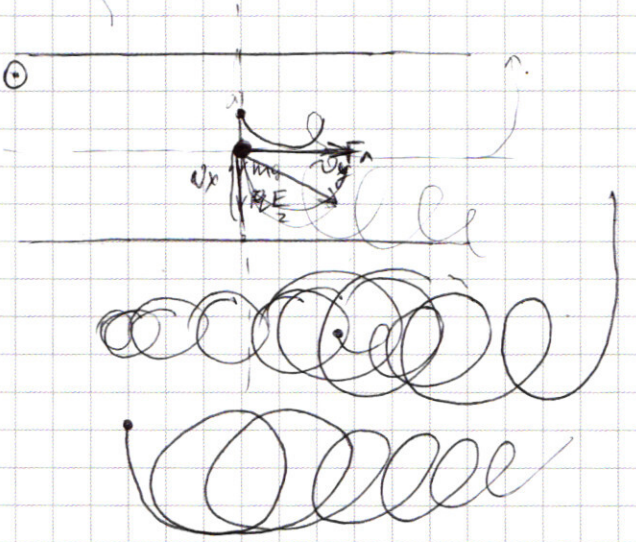
$Q = \frac{\varepsilon_0 S}{d} \cdot \frac{E \cdot d}{2} =$

$= \varepsilon_0 S E$

$S = \pi R^2$

$R =$

$ma_y = F_Л = qvB$



$mgh + \frac{kq}{l^2} =$

$A_{31} = -A_{23} - A_{12}$

$\frac{\nu R T_0 (\alpha^2 - 1)}{2} = \nu R T_0 \alpha(\alpha - 1)$

$\frac{(\alpha-1)(\alpha+1)}{2} = \alpha(\alpha - 1)$

$\alpha + 1 = 2\alpha$

$3\alpha = -1$

$\alpha^2 = \frac{1}{9}$

$1 - \frac{1}{\alpha^2} =$

$A_{23} + A_{31} = A$

$\nu R T_0 \alpha(\alpha - 1) - \frac{\nu R T_0}{2} \cdot (\alpha-1)(\alpha+1) = \frac{(\alpha p_0 - p_0)(\alpha V_0 - V_0)}{2} = -\frac{1}{3}$

$2\nu R T_0 \alpha(\alpha - 1) + \nu R T_0 (\alpha - 1)(\alpha + 1) = \nu R T_0 (\alpha - 1)^2$

$2\alpha - \alpha + 1 = \alpha - 1$

$2\alpha^2 - 2\alpha + \alpha^2 - 1 = \alpha^2 - 2\alpha + 1$

$2\alpha^2 = 2$

$\alpha^2 = 1$

$\alpha = 1$

$\frac{mv_x^2}{2} = qv_x B$

$v_x = \frac{q}{m} R B$

$v_y =$

$\frac{E}{2} = \frac{v_2^2}{1{,}48 d} =$

$2\alpha^2 - 2\alpha - \alpha^2 + 1 = \alpha^2 - 2\alpha + 1$

$\frac{3}{2} \nu R T_0 \alpha(\alpha - 1) + \frac{3}{2} \nu R T_0 (1 - \alpha^2) + \frac{3}{2} \nu R T_0 (\alpha - 1) = 0$

$\alpha^2 - \alpha + 1 - \alpha^2 + \alpha - 1 = 0$

$l =$

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

$\frac{mv_0^2}{2} = |q| E \cdot d$

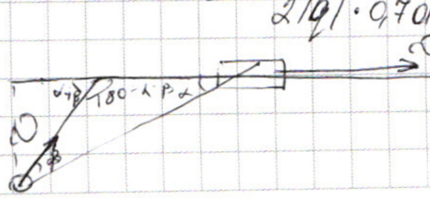
$\frac{mv_1^2}{2} = |q| E \cdot 0{,}7 d$

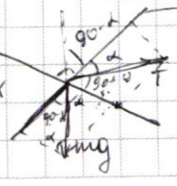
$E = \frac{m v_1^2}{2|q| \cdot 0{,}7 d} = \frac{v_1^2}{1{,}48 d}$ $\quad v_2^2 = 1{,}48 d \cdot E$

T

$\cos(90 - \alpha) = \frac{Q}{mg}$

$Q = mg \sin\alpha$





☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

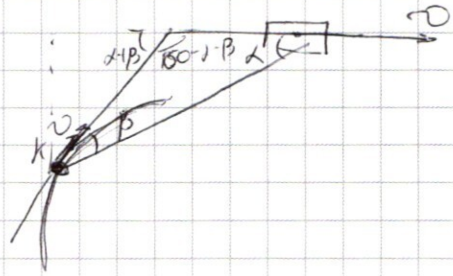
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 1

1) Скорость кольца будет равна скорости муфты, т.к. нет ни каких факторов влияющих на скорость $\Rightarrow v_к = v = 34$ см/с

2) Скорость кольца относительно муфты будет равна

$v_{отн} = |v_к \cdot \sin(\alpha+\beta) - v|$



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

$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{225}{289}} =$

$= \frac{8}{17}$

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

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

$= \frac{24+60}{85} = \frac{84}{85}$

$v_{отн} = \left|\frac{84}{85}\cdot 34 - 34\right| = \frac{34}{85}$ см/с

3) Запишем 2-ой закон Ньютона

$Ox: ma_y = T\sin\alpha + mg\cos\alpha - N$

$Oy: 0 = T\cos\alpha - mg\sin\alpha$

$T\cos\alpha = mg\sin\alpha$

$T = mg\cdot tg\alpha$

$T = \frac{0{,}3\,кг\cdot 10\,м}{с^2}\cdot\frac{8\cdot 17}{17\cdot 15} = \frac{3\cdot 8}{15}\,Н = \frac{8}{5}\,Н = 1{,}6\,Н$

Ответ: 1) $v_к = v = 34$ см/с 2) $v_{отн} = \frac{34}{85}$ см/с 3) $T = 1{,}6$ Н

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

1) Зеркало создаёт мнимый источник, который будет находится на ~~расстояни~~ таком же расстоянии от зеркала, что и сам источник, но по другую сторону.

$$d_1 = \frac{3F}{4} + 2\cdot\left(\frac{3F}{4} - \frac{F}{4}\right) = \frac{F}{4} + F = \frac{5F}{4}$$

$$f_1 = \frac{d_1 F}{d_1 - F} = \frac{5F^2\, 4}{4\cdot F} = 5F$$

2) Предположим, что зеркало находится в фокусе. Тогда

$$d_2 = \frac{F}{4} + 2\cdot\left(F - \frac{F}{4}\right) = \frac{F}{4} + \frac{6F}{4} = \frac{7F}{4}$$

$$f_2 = \frac{d_2 F}{d_2 - F} = \frac{7F^2\, 4}{4\cdot 3F} = \frac{7}{3}F$$

Поперечное увеличение линзы ~~равно~~ в 1-ом случае равно $\Gamma_1 = \frac{f_1}{d_1} = 4$, во 2-ом случае равно $\Gamma_2 = \frac{f_2}{d_2} = \frac{4}{3}$

Найдём на каком расстоянии от оптической оси находится изображение в 1-ом и 2-ом случаях

в первом $H_1 = \Gamma_1 \cdot \frac{3F}{4} = 3F$ ~~H_2~~, во 2-ом $H_2 = \Gamma_2 \cdot \frac{3F}{4} = F$

$$\Delta H = H_1 - H_2 = 2F \qquad \Delta f = f_1 - f_2 = \frac{8F}{3}$$

$tg\alpha = \frac{\Delta H}{\Delta f} = \frac{3}{4}$, где α – угол под которым движется изображение к оси OO_1

3) Γ_1 – поперечное увеличение линзы в этот момент

$\frac{v_1 \cos\beta}{u \cos\alpha} = \Gamma_1^2$, где u – скорость изображения, v_1 – скорость мнимого источника, β – угол между направлением скорости мнимого источника к оси OO_1

$v_1 = 2v \quad \cos\beta = 1$

~~$u = \frac{\Gamma_1^2 \cdot \cos\alpha}{v_1 \cos\beta} = \Gamma_1^2 \cdot \sqrt{\ } = \frac{\Gamma_1^2}{\sqrt{1+tg^2\alpha}\cdot 2v\cdot 1} = \frac{4\Gamma_1^2}{5\cdot v\cdot 2} =$~~

$$u = \frac{v_1 \cos\beta}{\Gamma_1^2 \cdot \cos\alpha} = \frac{2v\cdot 1\cdot\sqrt{1+tg^2\alpha}}{\Gamma_1^2} = \frac{2v\cdot 5}{4\cdot 16} = \frac{5}{32}v$$

$$\boxed{\text{Ответ: 1) } 5F \quad 2)\ tg\alpha = \frac{3}{4} \quad 3)\ u = \frac{5}{32}v}$$

№4

1) Запишем 2-ой закон Кирхгофа

$$\mathcal{E} = U_0 - U_1 + L\dot{I}$$
$$L\dot{I} = \mathcal{E} - U_0 + U_1$$
$$\dot{I} = \frac{\mathcal{E} - U_0 + U_1}{L} = \cancel{6B-1+} \frac{6B - 1B + 2B}{0,1\,Гн} = \frac{7B}{0,1\,Гн} = 70\ A/c$$

2) Запишем 2ой закон Кирхгофа

$$\mathcal{E} = -\frac{q}{C} + U_0 + L\dot{I}$$ Введём замену $q = -\tilde{q} - \mathcal{E}C + U_0C$

$$\mathcal{E} = \frac{\tilde{q}}{C} + \mathcal{E} - U_0 + U_0 + L\ddot{\tilde{q}}$$
$$\frac{1}{LC}\tilde{q} + \ddot{\tilde{q}} = 0$$
$$\tilde{q} = A\cos\omega t$$
$$U_0C - \mathcal{E}C - q = A\cos\omega t$$
$$\cancel{U_0C}\ q = U_0C - \mathcal{E}C - A\cos\omega t$$

Мы знаем, что в ~~начальный~~ нулевой момент времени на конденсаторе был заряд $q(0) = U_1C$

$$U_1C = U_0C - \mathcal{E}C - A\cos(0)$$
$$U_1C = U_0C - \mathcal{E}C - A$$
$$A = U_0C - \mathcal{E}C - U_1C = C(U_0 - \mathcal{E} - U_1) = \cancel{7}$$
$$I_m = |-A\omega| = \cancel{7\cdot 40\cdot}\,|(U_0 - \mathcal{E} - U_1)|\sqrt{\frac{C}{L}} = 7B\cdot\sqrt{\frac{40\cdot10^{-6}\,Ф}{0,1\,Гн}} =$$
$$= 7\cdot 20\cdot 10^{-3}A = 140\,мкА = 0,14\,A$$

3) $\mathcal{E} = U_2 + U_0 + U_L$ (где U_L – действующее значение напряжения на катушке)

$U_L = \frac{I_g}{X_L}$ (I_g – действующее значение напряжение на катушке X_L – ~~ре~~ реактивное сопротивление катушки)

$$\cancel{U_L = \frac{I_m}{\sqrt{2}\cdot\omega L} = \frac{I_m\cdot\sqrt{2}}{\sqrt{2}\cdot\sqrt{L}} \approx \frac{0,14A\cdot 20\,Ом}{1,4}}$$

$$U_L = \frac{I_m}{\sqrt{2}\cdot\omega L} = \frac{I_m\sqrt{LC}}{\sqrt{2}\cdot L} = \frac{0,14\cdot 20}{1,4} \approx 2B$$

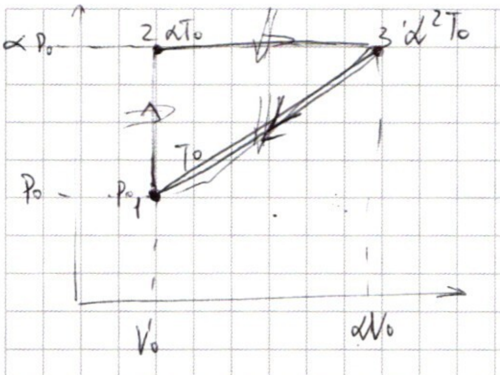
$$U_2 = \mathcal{E} - U_0 - U_L = 6B - 1B - 2B = 3B$$

$\boxed{\text{Ответ: 1) } \dot{I} = 70\ A/c \quad 2)\ I_m = 0,14A \quad 3)\ U_2 = 3B}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



№2

$$C_V = \frac{\Delta Q}{\nu \Delta T}$$

$\mathcal{E} + U_1 - U_0 = Lj$

$6 + 2 - 1 = Lj$

$7 = Lj$

$\dot{j} = 70\ A/c$

$$\frac{C_{V12}}{C_{V23}} = \frac{\Delta Q_{12}\ \nu \Delta T_{23}}{\nu \Delta T_{12}\ Q_{23}}$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2}\nu R T_0 (\alpha - 1)$$

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

$$A_{23} = (\alpha V_0 - V_0)\cdot \alpha P_0 = \alpha(\alpha-1)P_0V_0 = \nu R T_0 \alpha(\alpha-1)$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R T_0 \alpha(\alpha-1)$$

1) $$Q_{23} = \alpha \nu R T_0(\alpha-1) + \frac{3}{2}\alpha\nu R T_0(\alpha-1) = \frac{5}{2}\alpha\nu R T_0(\alpha-1)$$

$$\left(\frac{u}{v}\right)' = \frac{u'v - uv'}{v^2}$$

$$\frac{C_{V12}}{C_{V23}} = \frac{3\nu R T_0(\alpha-1)\cdot \alpha T_0(\alpha-1)\cancel{2}}{\alpha T_0(\alpha-1)\cdot 5\alpha\nu R T_0(\alpha-1)} = \frac{3}{5}$$

2) $$\Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R T_0 \alpha(\alpha-1)$$

$$A_{23} = \nu R T_0 \alpha(\alpha-1)$$

$$\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{3\nu R T_0\alpha(\alpha-1)}{2\nu R T_0 \alpha(\alpha-1)} = \frac{3}{2}$$

$\eta'(\alpha) = 3\alpha - 1$

№3

S - дано

3) $$\eta = 1 - \frac{T_x}{T_н} = 1 - \frac{T_1}{T_3} = 1 - \frac{T_0}{\alpha T_0} = 1 - \frac{T_0}{}\frac{1}{\alpha^2}$$

$$\frac{2\alpha\cdot\alpha^2 - (\alpha^2-1)\cdot 2\alpha}{\alpha^4} = \frac{2\alpha^3 - 2\alpha^3 + 2\alpha}{\alpha^4} = \frac{2\alpha}{\alpha^4} = \frac{2}{\alpha^3}$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2}\nu R T_0(\alpha^2-1)$$

$$A_{31} = \frac{(P_0 + \alpha P_0)(\alpha V_0 - V_0)}{2} = \frac{P_0V_0(\alpha^2-1)}{2}$$

$$C_{V} = \frac{5\alpha\nu R T_0(\alpha-1)}{2\nu\alpha T_0(}$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_-}{Q_+}$$

$$Q_- = Q_{31} = \frac{P_0V_0(\alpha^2-1)}{2} + \frac{3}{2}\nu R T_0(\alpha^2-1) = 2\nu R T_0(\alpha^2-1)$$

$$Q_+ = Q_{23} + Q_{12} = \frac{5}{2}\nu R T \alpha(\alpha-1) + \frac{3}{2}\nu R T_0(\alpha-1) = \frac{1}{2}\nu R T_0(\alpha+1)(5\alpha+3)$$

$$\frac{Q_-}{Q_+} = \frac{2\cdot 2\nu R T_0(\alpha-1)(\alpha+1)}{\nu R T_0(\alpha-1)(5\alpha+3)} = \frac{4\alpha+4}{5\alpha+3}$$

$$\frac{\alpha^2-1}{\alpha^2}$$

$$\eta'(\alpha) = \frac{2\alpha(\alpha^2-1) - 12\alpha\cdot\alpha^2}{\alpha^4} = 2\alpha^3 - 2$$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

№ 4 $\dot{J}$ - ?

$\mathcal{E} = -\frac{q}{c} + L\dot{J}$

$\mathcal{E} = -\frac{q}{c} + L\dot{J}$

$\mathcal{E} = \frac{\tilde{q}}{C} + \mathcal{E} + L\ddot{\tilde{q}}$

$\frac{1}{LC}\tilde{q} + \ddot{\tilde{q}} = 0$

$\tilde{q} = A\cos\omega t$

$-q = \mathcal{E}C + A\cos\omega t$

$q = -A\cos\omega t - \mathcal{E}C$

$U_1 C = -A\cos\omega t - \mathcal{E}C$

$A = -\mathcal{E}C - \frac{\mathcal{E}C}{3}$

$A = -\frac{4\mathcal{E}C}{3}$

$\dot{J}(t) = -A\omega^2\cos\omega t$

$\dot{J}(t) = -A\omega^2 = \frac{4\mathcal{E}C}{3\,LC} = \frac{4}{3}\frac{\mathcal{E}}{L} = \frac{4 \cdot 6}{3 \cdot 0{,}1} =$

$= 80\ \frac{A}{c}$

$\mathcal{E} = \frac{q}{c} + L\dot{J}$

$q = -\tilde{q} - \mathcal{E}C + U_0 C$

$\tilde{q} = U_0 C - \mathcal{E}C - q$

$q(0) = U_1 C = \frac{\mathcal{E}C}{3}$

$q = -\tilde{q} - \mathcal{E}C$

$\tilde{q} = -q - \mathcal{E}C$

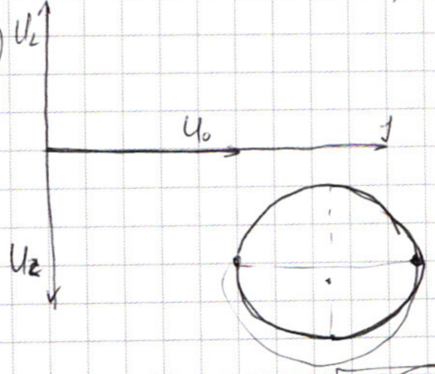
$\frac{kq^2}{r^2} \cdot d =$

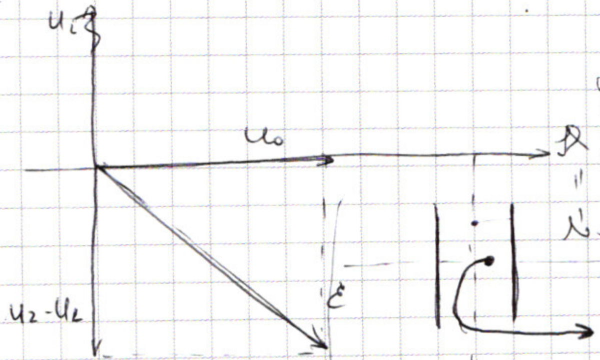
$= \frac{kq^2}{r}$

2) $J_m = -A\omega = \frac{4\mathcal{E}C}{3\sqrt{LC}} = \frac{4}{3}\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}} = \frac{4 \cdot 6\sqrt{40 \cdot 10^{-6}}}{3 \cdot \sqrt{0{,}1}} = \frac{4 \cdot 6 \cdot 10^{-3} \cdot 20}{3} =$

$= 160 \cdot 10^{-3}\ A = -0{,}16\ A$

3)





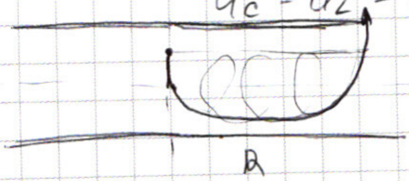
$U_C - U_L = \sqrt{\mathcal{E}^2 - U_0^2} = \sqrt{35}$

$J \cdot X_C - J \cdot X_L = \sqrt{35}$

$J(X_C - X_L) = \sqrt{35}$

$J = \frac{\sqrt{35}}{\frac{1}{\omega C} - \omega L} = \frac{\sqrt{35}}{1 - \omega^2 CL}$

$U_C - U_L = \mathcal{E}$



$\frac{u'v - uv'}{v^2}$

$3\alpha - 1 = 5\alpha + 3$

$3\alpha - 1 \cdot 5\alpha + 3$

$-2\alpha = 4$

$\alpha = -2$

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

$= 15\alpha + 9 +$

$5\alpha + 3 = 3\alpha + 1$

$2\alpha + 4$

$\alpha + 2$

$\alpha = -2$

$5\alpha + 3 = 5\alpha - 2$

$5 = \alpha$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)