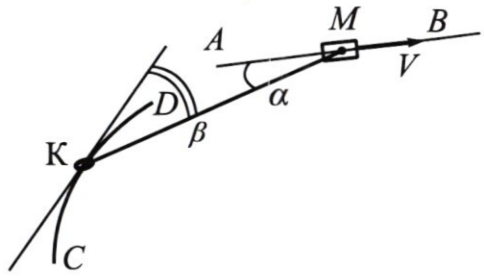
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

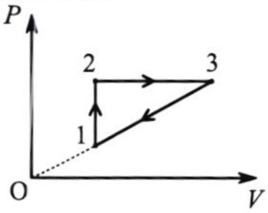
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без влож

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.



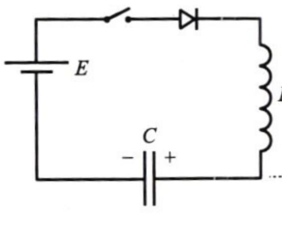
1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.
2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

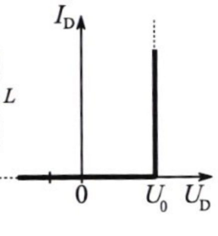
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S, расстояние между обкладками d $\left(d << \sqrt{S}\right)$. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0{,}25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная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

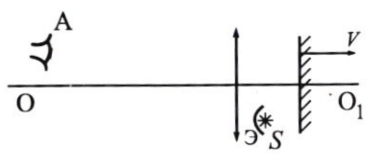
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0{,}1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 =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



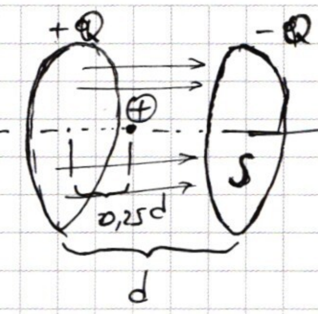
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
3) Найти скорость изображения в этот момент.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3.)



Дано: $d \ll \sqrt{S}$

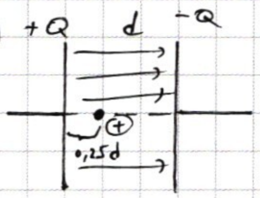
$\frac{q}{m} = \gamma$; S; $0{,}25d$;

T

---

1. v_1 – ?
2. Q – ?
3. v_∞ – ? (на ∞)

S_1 – расст. от заряда ($t=0$) до отриц. обкладки.

1. 

$E = \frac{F}{q} \Rightarrow F = Eq \qquad E = \frac{u}{d}$

Т.к. частица положит., то она полетит к правой обкладке ($-Q$)

Ей необходимо преод. расстояние $d - 0{,}25d = 0{,}75d = S_1$

Согл. ф-ле: $S_1 = \frac{v_k^2 - v_0^2}{2a}$, $S_1 = 0{,}75d$, $v_0 = 0$; $v_k = v_1$, тогда $v_1^2 = 2aS_1 \quad v_1 = \sqrt{2aS_1}$

Внутри конденсатора однородное поле $\Rightarrow E = const \Rightarrow F = const$

Тогда у частицы постоянное ускорение $a = \frac{F}{m}$

Т.к. дв-ние р/у (равноускореное), то $S_1 = \bar{v}t$, где $\bar{v}$ – ср. скорость

и $\bar{v} = \frac{v_1 + v_0}{2}$

$S_1 = \frac{v_1 + \cancel{v_0}}{2} t \qquad S_1 = \frac{v_1 t}{2} \qquad v_1 = \frac{2S_1}{t}$, у нас $t = T$

$S_1 = 0{,}75d$

$v_1 = \frac{2 \cdot 0{,}75d}{T} = \frac{2 \cdot \frac{3}{4} d}{T} = \frac{3}{2} \cdot \frac{d}{T}$.

$\boxed{\text{Ответ: а.) } v = \frac{3d}{2T}}$

2. Из полученной выше ф-лы: $v_1 = \sqrt{2aS_1}$ $\quad a = \frac{F}{m}$, $F = Eq \Rightarrow a = \frac{Eq}{m} = E\gamma$; $E = \frac{u}{d}$ (в силу однородного поля внутри конд.),

тогда $a = \frac{u\gamma}{d}$, т.е. $S_1 = \frac{v_1^2}{2a} \Rightarrow S_1 = \frac{v_1^2 d}{2u\gamma}$

$S_1 = \frac{9}{4} \frac{d^2}{T^2} \cdot \frac{d}{u\gamma} = \frac{9}{4} \frac{d^3}{u\gamma T^2}$ По опр-нию ёмкости для конд.: $C = \frac{q}{u} \Rightarrow q = Cu$

Получаем $S_1 = \frac{9}{4}\frac{d^3}{U\gamma T^2}$ $\quad U = \frac{q}{C}$

$S_1 = \frac{9}{4}\frac{d^3 C}{Q\gamma T^2}$ $\quad S_1 = 0{,}75d$, тогда

$0{,}75 = \frac{9}{4}\cdot\frac{d^2 C}{Q\gamma T^2}$

Емкость конд. по определению: $C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$ $\quad \varepsilon = 1$

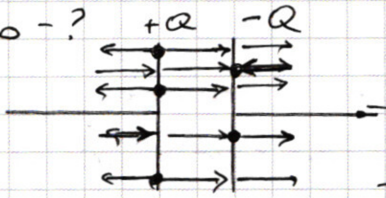
$\Rightarrow C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$

$\frac{3}{4} = \frac{9}{4}\frac{d^3\varepsilon_0 S}{dQ\gamma T^2}$ $\quad 1 = 3\frac{d^2\varepsilon_0 S}{Q\gamma T^2}$

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

$\boxed{\text{Ответ: б.) } Q = \frac{3d^2\varepsilon_0 S}{\gamma T^2}}$

3. $v_\infty - ?$



Поле вне конденсатора компенсируется, поэтому $E = 0 \Rightarrow F = 0 \Rightarrow a = 0$

$v = const$

т.е. $v_\infty = v_1$

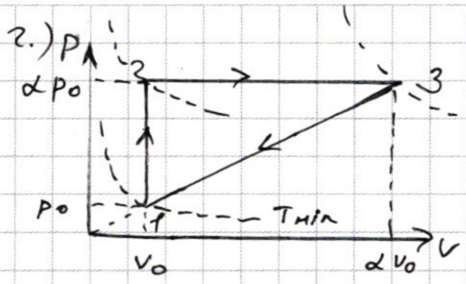
$\boxed{\text{Ответ: в.) } v_\infty = \frac{3d}{2T}}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2.)



$p(V)$

$i = 3$

1-3 $p \sim V$

(1.) $\frac{C_{\nu 12}}{C_{\nu 23}}$ - ?

(2.) $p = const$ $\frac{Q}{A}$ - ?

(3.) η_{max} - ?

(1.) на уч-ке 1-2 $T \uparrow$
2-3 $T \uparrow$
3-1 $T \downarrow$

$C_\nu = \frac{Q}{\nu \Delta T}$ $C_{\nu 12} = \frac{Q_{12}}{\nu \Delta T_{12}}$ - уч. 1-2

$C_{\nu 23} = \frac{Q_{23}}{\nu \Delta T_{23}}$ - уч. 2-3

т.к. $p \sim V$ на уч-ке 1-3, то
$p_1 = p_0$,
$p_2 = \alpha p_0 = p_3$
$V_1 = V_0 = V_0$
$V_3 = V_0 \alpha$

$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$ $A_{12} = 0$, т.к. изох. процесс

$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$ $A_{23} = (\alpha V_0 - V_0)\alpha p_0$.

Тогда $C_{\nu 12} = \frac{\frac{3}{2}\nu R \Delta T_{12}}{\nu \Delta T_{12}} = \frac{3}{2}R$ (1)

$C_{\nu 23} = \frac{(\alpha - 1)V_0 \alpha p_0 + \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{23}}{\nu \Delta T_{23}}$

По ур-ию Менделеева-Клапейрона:

$p \Delta V_{23} = \nu R \Delta T_{23}$, поэтому

$A_{23} = \nu R \Delta T_{23}$, тогда

$C_{\nu 23} = \frac{\nu R \Delta T_{23} + \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{23}}{\nu \Delta T_{23}} = R + \frac{3}{2}R = \frac{5}{2}R$ (2)

$\frac{C_{\nu 12}}{C_{\nu 23}} = \frac{3/2 R}{5/2 R} = \frac{3}{5}$ или $\frac{C_{\nu 23}}{C_{\nu 12}} = \frac{5}{3}$

$\boxed{\text{Ответ: а.) } \frac{C_{\nu 12}}{C_{\nu 23}} = 0,6}$

б.) В процессе 2-3 постоянное давление, тогда

$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{A_{23} + \Delta U_{23}}{A_{23}} = 1 + \frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = 1 + \frac{\frac{3}{2}\nu R T_{23}}{\nu R T_{23}} =$ (см. выше)

$= 1 + \frac{3}{2} = \frac{5}{2}$

$\boxed{\text{Ответ: б.) } \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2}}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

3.) $\eta = \dfrac{Q_{нагр} - Q_{хол}}{Q_{нагр}}$

В процессе 1 – 2

$T\uparrow \Rightarrow \Delta U \uparrow \quad A_{12}=0 \Rightarrow Q>0$

2 – 3

$T\uparrow \Rightarrow \Delta U \uparrow \quad A_{23}>0 \Rightarrow Q>0$

3 – 1

$T\downarrow \Rightarrow \Delta U \downarrow \quad A_{31}<0 \Rightarrow Q<0$

т. е. $Q_{нагр} = Q_{12} + Q_{23} \qquad Q_{хол} = Q_{31}$

$Q_{12} = \Delta U_{12}$ (процесс изохорный) $\qquad Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31}$

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

из ур-ния менд.-клапейрона

$$\eta = \frac{\Delta U_{12} + \Delta U_{23} + A_{23} - \Delta U_{31} - A_{31}}{\Delta U_{23} + A_{23}} =$$

$$= \frac{\frac{3}{2}(\alpha p_0 V_0 - p_0 V_0) + \frac{3}{2}(\alpha p_0 \alpha V_0 - \alpha p_0 V_0) - \alpha p_0(\alpha V_0 - V_0) - (p_0 V_0 - \alpha^2 p_0 V_0)}{\frac{3}{2}(\alpha p_0 V_0 - p_0 V_0) + \alpha p_0 V_0(\alpha - 1)} =$$

$$= \frac{3/2\, p_0 V_0 \cancel{(\alpha-1)} + 3/2\, \alpha \cancel{(\alpha-1)} p_0 V_0 - \alpha p V_0 \cancel{(\alpha-1)} - \cancel{(\alpha-1)}(\alpha+1) p_0 V_0}{3/2\, \cancel{(\alpha-1)} p_0 V_0 + \alpha p_0 V_0 \cancel{(\alpha-1)}}$$

$$= \frac{3/2\, p_0 V_0 + 3/2\, \alpha p_0 V_0 - \alpha p_0 V_0 - p_0 V_0}{3/2\, p_0 V_0 + \alpha p_0 V_0} = \frac{3/2\, p_0 V_0 (\alpha+1) - (\alpha+1) p_0 V_0}{(3/2 + \alpha) p_0 V_0}$$

$$\eta = \frac{3/2(\alpha+1) - (\alpha+1)}{3/2 + \alpha} = \frac{3/2\,\alpha + 3/2 - \alpha - 1}{3/2 + \alpha} = \frac{1/2\,\alpha + 1/2}{\alpha + 3/2} = \frac{\alpha+1}{2\alpha+3}$$

Заметим, что по ~~3-му кл~~ ур. ид. газа: $\dfrac{p_0 V_0}{T_1} = \dfrac{\alpha^2 p_0 V_0}{T_3}$

$$\frac{T_3}{T_1} = \alpha^2$$

$\eta_{max} \Leftrightarrow \eta' = 0 \qquad \eta' = \dfrac{(\alpha+1)'(2\alpha+3) - (2\alpha+3)'(\alpha+1)}{(2\alpha+3)^2}$

$\eta' = \dfrac{(2\alpha+3) - 2(\alpha+1)}{(2\alpha+3)^2} = 0 \qquad 2\alpha + 3 = 2(\alpha+1)$

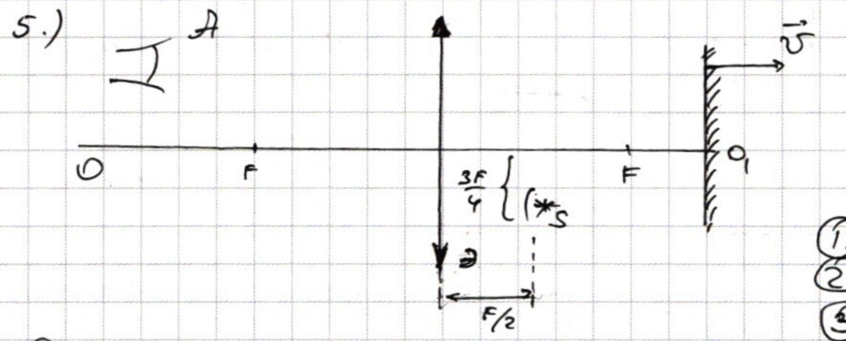
$\alpha \neq -\frac{3}{2} \qquad 2\alpha + 3 = 2\alpha + 2$

$3 = 2$ – нев.

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

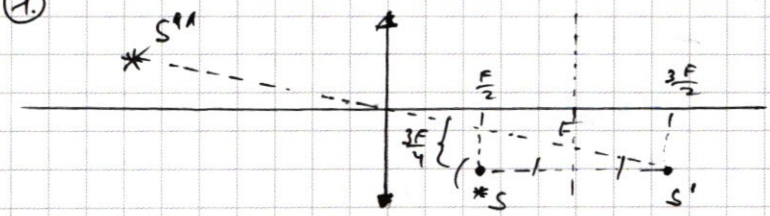
5.)



Дано:
$\frac{3F}{4}$
$\frac{F}{2}$
F

1. ρ – ? раст. от OO_1 до S''
2. α – ?
3. $v_{цз}$ – ?

1.



Зеркало отразило предмет => предмет становится на раст. $\frac{F}{2} + F = \frac{3F}{2}$ от линзы

т.е. $d = \frac{3F}{2}$

По ф-ле тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ $\quad \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d}$

$\frac{1}{f} = \frac{d-F}{dF}$ $\quad f = \frac{dF}{d-F}$

Найдем увеличение по опр-нию: $\Gamma = \frac{f}{d}$

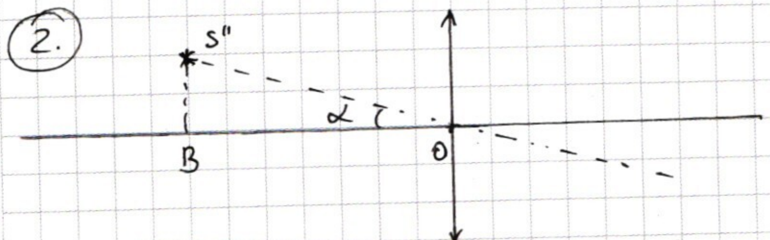
$\Gamma = \frac{F}{d-F}$ с другой стороны $\Gamma = \frac{H_{изобр}}{h_{пр}}$.

$\frac{H_{изобр}}{h_{пр}} = \frac{F}{d-F}$ $\quad \boxed{H_{изобр} = \frac{F}{d-F} h_{пр}}$

$H_{изобр} = \frac{F}{\frac{3F}{2} - F} \cdot \frac{3F}{4} = \frac{F}{\frac{F}{2}} \cdot \frac{3F}{4} = \frac{3F \cdot \cancel{2}}{\cancel{4}\,2} = \frac{3F}{2}$

Т.к. $\rho = H_{изобр}$, то $\boxed{\text{Ответ: а.) } \rho = \frac{3F}{2}}$

2.



В $\triangle OS''B$:

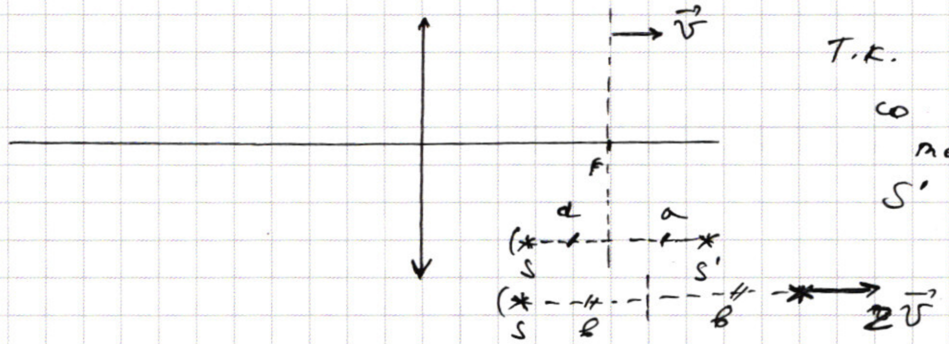
$S''B = \rho = \frac{3F}{2}$

$OB = f = \frac{dF}{d-F} = \frac{\frac{3}{2}F\,F}{\frac{3}{2}F - F} = \frac{\frac{3}{2}\cancel{F}}{\frac{1}{2}\cancel{F}} F = 3F$

Тогда $tg\,\alpha = \frac{S''B}{BO} = \frac{\frac{3}{2}F}{3F} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$

$\boxed{\text{Ответ: б.) } tg\,\alpha = \frac{1}{2}}$

3.) Скорость изображения — это $v = \dot{f} = \frac{df}{dt}$



Т.к. зеркало удаляется со скоростью v от точки S, то точка S' дв-ся со ск. $2\vec{v}$ отн. линзы

$d = d_0 + 2vt$

d_0 — нач. полож. $(t=0)$

$$f = \frac{dF}{d-F} = \frac{(d_0+2vt)F}{d_0+2vt-F} = \frac{d_0F+2vtF}{d_0+2vt-F}$$

$$f'_t = \frac{(d_0F+2vtF)'_t \cdot (d_0+2vt-F) - (d_0+2vt-F)'_t\,(d_0F+2vtF)}{(d_0+2vt-F)^2}$$

$$f'_t = \frac{2F\,(d_0+2vt-F) - 2(d_0F+2v+F)}{(d_0+2vt-F)^2}$$

$$v_{из}(0) = \frac{2F(d_0-F) - 2(d_0F+2v+F)}{(d_0-F)^2} \ \dots$$

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

Значит и скорость изображения будет в 2 р. больше $v_{из.} = 2\cdot 2v = 4v$

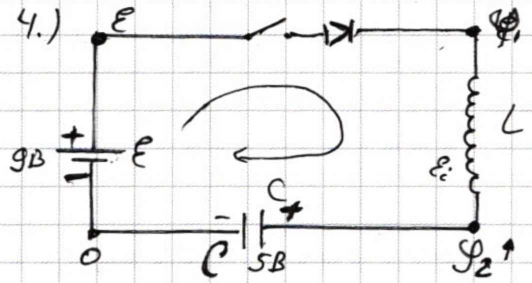
$\boxed{\text{Ответ: в.) } v_{из} = 4v}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4.)



Дано:
$\mathcal{E} = 9В$
$C = 40мкФ$
$u_1 = 5В$
$L = 0,1Гн$
ВАХ диода
$u_0 = 1В$

1) $\dot I = ?$ сразу после зам. K

2) $I_м$ - ?

3) u_2 - ? стац. режим

$\boxed{\dot I = \frac{dI}{dt}}$

$[\dot I] = \frac{A}{c}$

$C = \frac{q}{u}$

1) По II з-ну Кирхгофа:

$\mathcal{E} - \mathcal{E}_i - u_c = 0.$

$\mathcal{E} - L\dot I - u_c = 0 \qquad \dot I = \frac{\mathcal{E} - u_c}{L}$

$L\dot I = \mathcal{E} - u_c \qquad \mathcal{E} = const \quad L = const,$

~~поэтому $\dot I = max$, когда $u_c = 0$~~

u_c не может мгновенно измениться,

поэтому $\dot I = \frac{9В - 5В}{0,1Гн} = \frac{4}{0,1}\frac{A}{c} = 40\frac{A}{c}$ Ответ: и.) $\dot I = 40\frac{A}{c}$

2) Максимальный ток будет тогда, когда $\dot I = 0$, т.е. ток прекратит расти.

$\dot I = 0 = \frac{\mathcal{E} - u_c}{L} \qquad \underline{\mathcal{E} = u_c}$

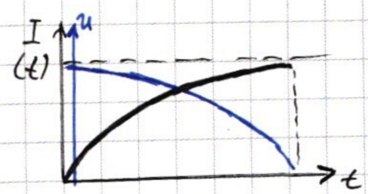


график $I(t)$ на катушке

$\ddot x + \omega x = 0$
гарм. колеб.

~~$-\mathcal{E} + \varphi_1 \geq u_0$ ток идёт~~
~~$u_c = \varphi_1 - 0$, т.е.~~
~~$u_c - \mathcal{E} \geq u_0$~~
~~$u_c - 9В \geq 1В \qquad u_c \geq 10В$~~

$\varphi_2 - 0 = u_c$
$\varphi_2 - \varphi_1 = u_L$
~~$2\varphi_1 = u_c + u_c + \mathcal{E}$~~

$L\dot I + \frac{q}{C} - \mathcal{E} = 0. \qquad$ ~~$\ddot q + \frac{q}{LC} - \frac{\mathcal{E}}{L} = 0$~~

~~$\ddot q + \frac{\mathcal{E}}{L}\left(q - \frac{L}{\mathcal{E}}\right) = 0$~~ $\qquad \ddot q + \frac{1}{LC}(q - \mathcal{E}C) = 0.$

ток идёт, если
$\varphi_1 - \mathcal{E} \geq u_0$
$\varphi_1 \geq 10В.$

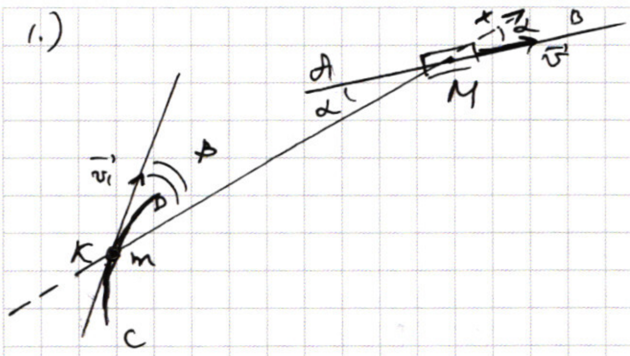
Конд. всё время заряжается, т.к. в обр. сторону он не может разрядиться из-за диода.

ЗСЭ: $\Delta q \mathcal{E} = \Delta W \qquad (Cu - Cu_1)\mathcal{E} = \frac{C}{2}(u^2 - u_1^2)$

$2\mathcal{E} = u + u_1 \qquad u = 2\mathcal{E} - u_1$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

1.)



Дано:
$v = 68$ см/с
$m = 0,1$ кг
$R = 1$, ум.
$l = \frac{5R}{3}$
$\cos\alpha = \frac{15}{17}$
$\cos\beta = \frac{4}{5}$

1. $v_1 - ?$
2. $v_{отн} - ?$
3. $T - ?$

1. Условие того что нить не растягивается и не сжимается: (проецируем на Ox)

$v\cos\alpha = v_1\cos\beta \qquad v_1 = \frac{v\cos\alpha}{\cos\beta}$

$v_1 = 68\,\frac{см}{с} \cdot \frac{15/17}{4/5} = 68 \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{5}{4} = 4 \cdot 17 \cdot \frac{15 \cdot 5}{17 \cdot 4} = 15 \cdot 5 = 75 \left(\frac{см}{с}\right)$

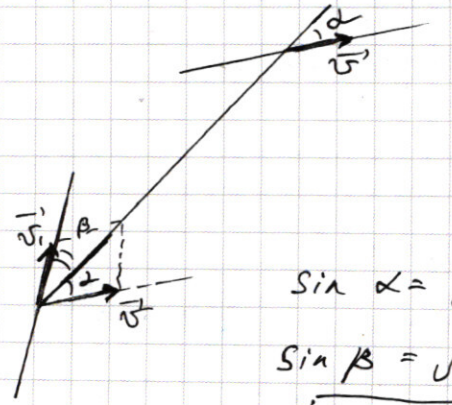
$\boxed{\text{Ответ: } v_1 = 75\,\frac{см}{с}}$

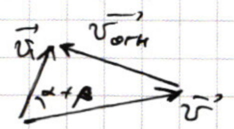
2. $\vec{v_{абс}} = \vec{v_{отн}} + \vec{v_{пер}}$, где $\vec{v_{абс}} = \vec{v_1}$

$\vec{v_{пер}} = \vec{v_м}$ – ск. муфты

$\vec{v_1} = \vec{v_{отн}} + \vec{v_м} \qquad \vec{v_{отн}} = \vec{v_1} - \vec{v_м} \Rightarrow \vec{v_{отн}} = \vec{v_1} - \vec{v_м}$

$\vec{v_м} = \vec{v}$





По теореме косинусов:

$v_{отн}^2 = v_1^2 + v^2 - 2v_1 v\cos(\alpha+\beta)$

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

$\sin\alpha = \sqrt{1 - \frac{15^2}{17^2}} = \sqrt{\frac{289-225}{289}} = \frac{\sqrt{62}}{17}$

$\sin\beta = \sqrt{1 - \frac{4^2}{5^2}} = \sqrt{\frac{9}{25}} = \frac{3}{5}$

$v_{отн} = \sqrt{v_1^2 + v^2 - 2v_1 v\cos(\alpha+\beta)}$

$\cos(\alpha+\beta) = \frac{15}{17}\cdot\frac{4}{5} - \frac{\sqrt{62}}{17}\cdot\frac{3}{5} = \frac{60 - \sqrt{62}\cdot 3}{85}$

$v_{отн} = \sqrt{75^2 + 68^2 - 2\cdot\cancel{75}^{15}\cdot\cancel{68}^{4}\cdot\frac{60-\sqrt{65}\cdot 3}{\cancel{85}\,8}} =$

$= \sqrt{10249 - 120(60 - \sqrt{65}\cdot 3)} = \sqrt{10249 - 7200 + 360\sqrt{65}} = \sqrt{3049 + 360\sqrt{65}}$

$\boxed{\text{Ответ: } v_{отн} = \sqrt{3049 + 360\sqrt{65}}}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

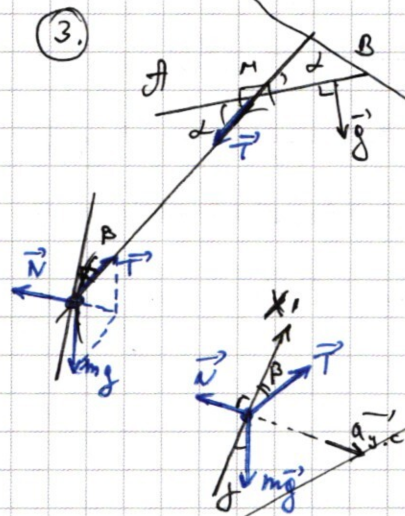
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1.) (продолжение)

3.



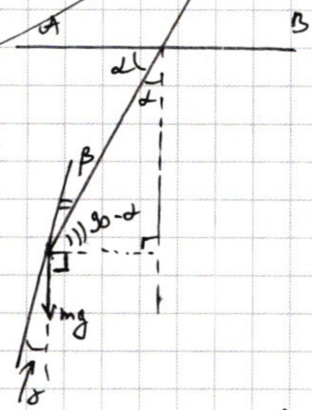
По II з-ну Ньютона:

OX_1 : $T\cos\beta = mg\cos\gamma$

$T\cos\beta = mg\cos(\alpha-\beta)$

$T = \dfrac{mg\cos(\alpha-\beta)}{\cos\beta}$

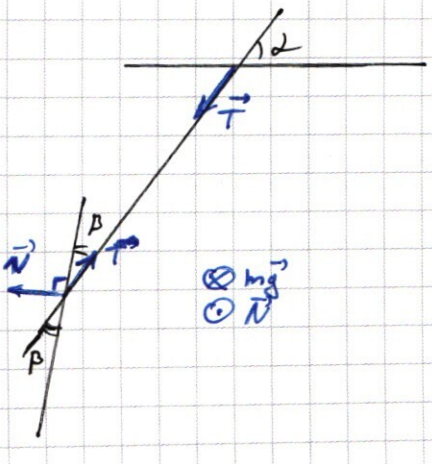
По усл. $\vec{g}$ перп. AB.



$\gamma = 180 - \beta - 90 - (90-\alpha) =$

$= \cancel{180} - \beta - \cancel{90} - 90 + \alpha =$

$= \alpha - \beta$



По усл. система нах-ся в одной гориз пл-ти

3.) продолж. 3

$$Q_{12} = \Delta U_{12}$$
$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$$
$$Q_H = \Delta U_{12} + \Delta U_{23} + A_{23} =$$

$$= \frac{3}{2}(\alpha p_0 V_0 - p_0 V_0) + \frac{3}{2}(\alpha^2 p_0 V_0 - \alpha p_0 V_0) + A_{23} =$$

$$= \frac{3}{2}(\alpha - 1) p_0 V_0 + \frac{3}{2}(\alpha-1)(\alpha+1) p_0 V_0 + A_{23} =$$

$$= \frac{3}{2}(\alpha - 1) p_0 V_0 (1 + \alpha + 1) + A_{23} =$$

$$= \frac{3}{2}(\alpha-1)(\alpha+2) p_0 V_0 + 2\left(\frac{\alpha V_0 \cdot \alpha p_0}{2} - \cancel{\alpha \frac{p_0 V_0}{2}}\right) =$$

$$= \frac{3}{2}(\alpha-1)(\alpha+2) p_0 V_0 + \cancel{\frac{2(\alpha+1)(\alpha-1)}{2} p_0 V_0} + \alpha^2 p_0 V_0 =$$

$$\cancel{= \frac{p_0 V_0}{2}\left(3(\alpha-1)(\alpha+2) + 2(\alpha-1)(\alpha+1)\right) = \frac{p_0 V_0}{2}(\alpha-1)(3\alpha + 6 + 2\alpha + 2) =}$$

$$\cancel{= \frac{p_0 V_0}{2}(\alpha - 1)(5\alpha + 8)} = \left(\frac{3}{2}(\alpha-1)(\alpha+2) + \alpha^2\right) p_0 V_0.$$

$$Q_X = \Delta U_{31} + A_{31}$$
$$Q_X = \frac{3}{2}(\alpha^2 p_0 V_0 - p_0 V_0) + \quad \ldots$$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

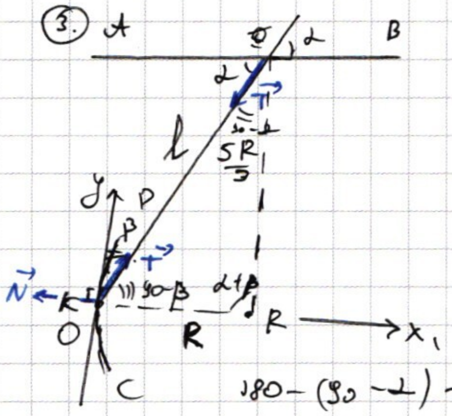
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1.) продолж.

3.



$180-(90-\alpha)-(90-\beta)=$
$=\alpha+\beta$

„K" дв-ся по окр-ти радиусом R.
На него действует $a_{ц.с.} = \frac{v^2}{R}$
По усл. система находится в одной гориз. пл-ти $\Rightarrow \vec{mg}$ и $\vec{N_1}$ компенсируются

II з-н Ньютона в проекции на OX_1: $T\cos(90-\beta) - N = ma_{ц.с.}$

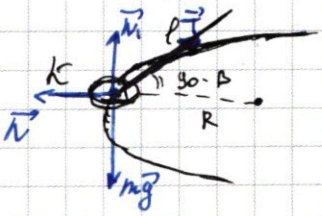
$T\sin\beta - N = m\frac{v^2}{R} = ma_n$

v – ск. K отн.

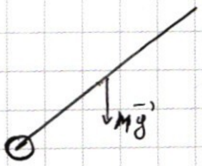
$T = \frac{m\frac{v^2}{R}+N}{\sin\beta}$

Oy: $T\cos\beta = ma_\tau$ – танг. уск.

$T = \frac{ma_\tau}{\cos\beta}$



По пр-лу моментов для нити ~~свободной~~:



☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 11
(Нумеровать только чистовики)

4.) продолжение.

(3.) по ЗСЭ: $A_{ист} = \Delta W + \cancel{Q}^{\to 0}$ $\quad C = \frac{q}{U}$

$\Delta q\, \mathcal{E} = \left(\frac{CU_м^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}\right) + \cancel{Q}^{\to 0}$

$(CU_м - CU_1)\, \mathcal{E} = \frac{C}{2}(U_м^2 - U_1^2)$

$(U_м - U_1)\, \mathcal{E} = \frac{1}{2}(U_м - U_1)(U_м + U_1)$

$2\mathcal{E} = U_м + U_1$

$U_м = 2\mathcal{E} - U_1 = 2 \cdot 9В - 5В = 13В$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2.) $C_{\nu,12} = \frac{Q_{12}}{\nu_{12}\Delta T}$ $Q_{23} =$

$A_{12} =$

ν $A_{23} = p_2 \Delta V = \nu R \Delta T$

$\frac{3}{2}(\alpha - 1)p_0V_0 + \frac{3}{2}\alpha(\alpha - 1)p_0V_0 + \alpha^2 p_0$

$= \dot{I}$

$q = CU$

$F = \frac{Uq}{d}$

$\dot{I} = \frac{dI}{dt} =$

$U_c = \frac{q}{C}$?

$\frac{15}{17}\cdot\frac{5}{4} = \frac{75}{}$ $15 \cdot 5 = 75$

$E =$ $C = \frac{q}{4}$

$a = \frac{Uq}{md}$

$68 = 2 \cdot 34 = 2 \cdot 2 \cdot 17$

$85 | 5$, 17

$\cancel{\frac{3}{2}}$ $15 \cdot 5 = 75$ $12 \cdot 6 = 72$

$68 | 2$, $34 | 2$, 17

$a = \frac{v^2 - v_0^2}{2S} \leftarrow 0$

$S = 0,25\, d$

$30 \cdot 4 = 120$ $375 \cdot 68$

$F = ma$

$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$ $a = \frac{F}{m}$

$600 + 450 = 5100$ $75 | 5$, 15

$S = \frac{v_0 + v}{2}t$ $\frac{m^2\,\Phi}{кл^2 \frac{кл \cdot кл}{кг} \cdot c^2}$ $U = \frac{q}{C}$

$375 \cdot 75$

$10249 - 7200 = 3049$

$\frac{м \cdot кг\,\Phi}{кл^2\, c^2} = \frac{м \cdot кг\,\Phi}{A\, кл^2\, B}\cdot\frac{м}{кг}$

$375 + 525 = 5625$

$5625 - 4624 = 10249$

$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = k$ $\Phi = \frac{кл}{B}$

$68 \cdot 68$

$F = \frac{k q_1 q_2}{r^2}$

$544 + 408 = 4624$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

$\Delta U_{12} =$

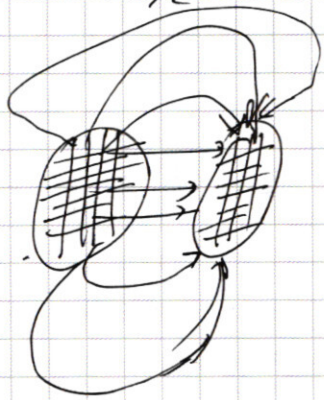
$\ldots(\alpha-1) + \ldots \alpha(\alpha-1) + \alpha(\alpha-1)\ldots + (p_0 V_0)(1-\alpha^2)$

$(\alpha-1) \quad + (\alpha-1)$

$$\frac{\frac{3}{2}\alpha + \frac{3}{2} + \alpha + 1}{\frac{3}{2} + \alpha} = \frac{2\alpha + \frac{5}{2}}{\alpha + \frac{3}{2}} = \frac{\alpha + \frac{3}{2} + \alpha + 1}{\alpha + 3/2} = 1 + \frac{\alpha+1}{\alpha + 3/2}$$

$17 \cdot 17 = 289$

$\mathcal{E} - \varphi_1 - \varphi_1 + \mathcal{E}$

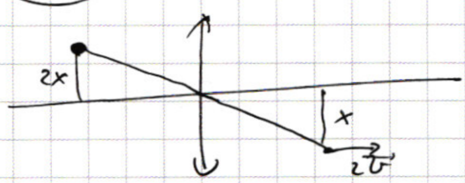


$\angle I = \varphi_2 - \varphi_1$

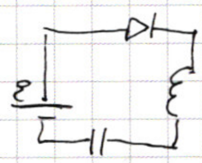
$U_c = \varphi_2$

$15 \cdot 15 = 225$

$\varphi_1 - \mathcal{E} > U_0$

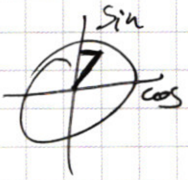


$289 - 225 = 64$



$\mathcal{E} - \mathcal{E}_i = U_C$

$\eta_{max} = \gamma$



$r = r_1 \cdot r_2$

$\Delta q \mathcal{E} = \frac{C U_m^2}{2} - C U$

$17 \cdot 5 = 85$

$\varphi_1 - g \geq 1$

$Q_H = \Delta U_{12} + \Delta U_{23} + A_{23}$

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

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

$\frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) + (\alpha V_0 - V_0) \alpha p_0$

$\frac{3}{2} p (V_3 - V_1) = \frac{3}{2} p(\alpha - 1) p \alpha - 1$

2

$\frac{3}{2}\alpha + \alpha + \frac{3}{2} + 1$

$\frac{\frac{5}{2}\alpha + \frac{5}{2}}{\frac{5}{2}\alpha + \alpha}$

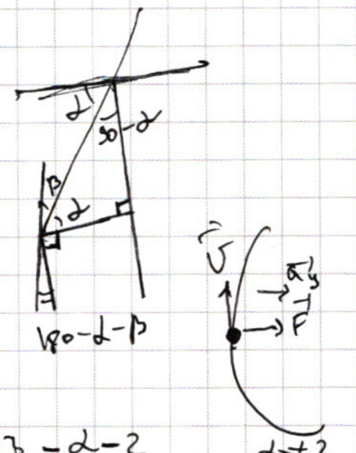
$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{\alpha \cdot \alpha p_0 p_0}{T}$

$\frac{T}{T_0} = \alpha^2$

$(a + b)' = a' + b'$

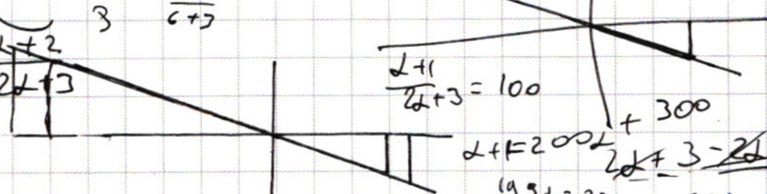
$\frac{2}{5} \quad 4$

$(2x+3)' = 2$



$3 \quad \frac{3+1}{6+3}$

$$\frac{2\alpha + 3 - \alpha - 2}{2\alpha + 3} = 1 - \frac{\alpha + 2}{2\alpha + 3}$$



$\frac{\alpha+1}{2\alpha+3} = 100$

$+ 300$

$\alpha + 1 = 200\alpha$

$199\alpha = 299$

$2\alpha + 3 - 2\alpha + 1 = \frac{4}{\ldots}$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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