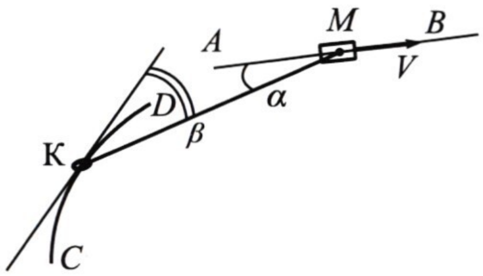
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-04

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

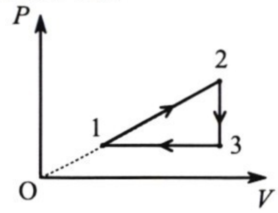
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол $\alpha(\cos\alpha = 4/5)$ 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 изменения внутренней энергии газа к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



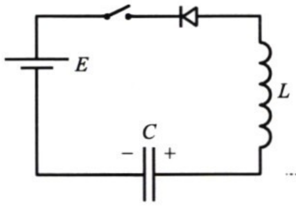
3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Напряжение на конденсаторе U. Отрицательно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается на расстоянии $0,2d$ от отрицательно заряженной обкладки.

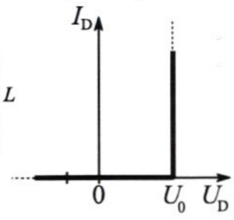
1) Найдите удельный заряд частицы $\gamma = \dfrac{|q|}{m}$.
2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?
3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

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 $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 9$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,4$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.

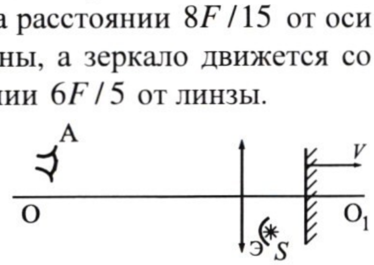
1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.





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 $3F/5$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO$_1$. В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $6F/5$ 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

Задача 1.

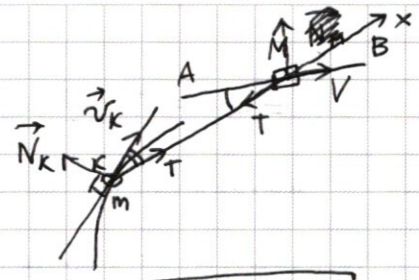


рисунок 1

1) Те точки троса, в которых находятся муфта и кольцо, имеют равные проекции скорости на ось троса (на рис. 1 ось x), ~~т.к.~~ поскольку трос натянут и он фиксированной длины.

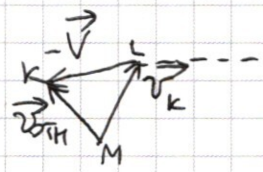
Это условие: $V\cos\alpha = v_K\cos\beta$ (v_K – скорость кольца)

$$v_K = V\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = 2\text{ м/с}\cdot\frac{4\cdot 17}{5\cdot 8} = 3{,}4\text{ м/с}.$$

2) Скорость кольца отн-но муфты есть $\vec{v}_{отн} = \vec{v}_K - \vec{V}$ (см. рис. 2).

$\angle KLM = 180^\circ - (\alpha+\beta)$. Тогда по т. косинусов

~~$|\vec{v}_{отн}| = \sqrt{v_K^2 + V^2 + 2v_K V\cos(\alpha+\beta)}$~~



$$|\vec{v}_{отн}| = \sqrt{v_K^2 + V^2 + 2v_K V\cos(\alpha+\beta)}$$, здесь

рисунок 2

$\cos(\alpha+\beta) = \cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta = \frac{32}{85} - \frac{9}{17} = -\frac{13}{85}$, тогда $|\vec{v}_{отн}| =$

$$= \sqrt{3{,}4^2 + 2^2 - \frac{2\cdot 3{,}4\cdot 2\cdot 13}{85}} = 3{,}7\text{ м/с}.$$

3) Ускорения точек, в которых находятся кольцо и муфта, в проекции на ось троса (ось x) равны (см. п. 1). Тогда из II з-на Ньютона: ~~для кольца~~ $a_x = \frac{T - N_K\sin\beta}{m} = \frac{N_M\sin\alpha - T}{M}$ (1).

(здесь N_K и N_M – силы реакции опоры на кольцо и муфту соотв.)

Ур-е движения кольца по окр-ти: $m\frac{v_K^2}{R} = T\sin\beta - N_K$ (2).

Для движения муфты по стержню: $N_M = T\sin\alpha$ (3).

Выразив N_K и N_M из (2) и (3), подставим их в (1) и получим:

$$m(T\sin^2\alpha - T) = M\left(T - T\sin^2\beta + \frac{m v_K^2\sin\beta}{R}\right)$$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

~~$T(m\sin^2\alpha + \sin^2\beta - M$~~

$$\cancel{T\left(m(\sin^2\alpha - 1) - M(1-\sin^2\beta)\right) = \frac{mMv_к^2 \sin\beta}{R}}$$

$$\cancel{T = \frac{mMv_к^2 \sin\beta}{R(-m\cos^2\alpha - M\cos^2\beta)} =}$$

$$a_x = a_M = \frac{T - N_к \sin\beta}{m} = 0 \quad (1).$$

Ур-е движения кольца по окр-ти: $\frac{mv_к^2}{R} = T\sin\beta - N_к$ (2),

где $N_к$ - сила реакции ~~опоры~~ проволоки на кольцо.

Выразив $N_к$ из (2), подставим его в (1) и получим:

$$T - \left(T\sin\beta - \frac{mv_к^2}{R}\right)\sin\beta = 0$$

$$|T|(1-\sin\beta) = \frac{mv_к^2}{R}\sin\beta$$

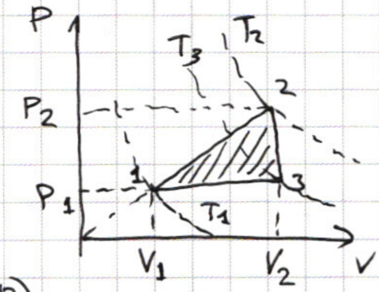
$$|T| = \frac{\frac{mv_к^2}{R}\sin\beta}{1-\sin\beta} = \frac{0{,}4\,кг \cdot 4 \cdot 2{,}80\ м^2/с^2}{1{,}9\ м} \cdot \frac{15}{2} \approx 17{,}4\ Н.$$

<u>Ответ:</u> 1) 3,4 м/с

2) 3,7 м/с

3) 17,4 Н.

<u>Задача 2.</u>



1) Как видно из диаграммы, $T_2 > T_3 > T_1$.
Тогда понижение тем-ры газа происходило на участках 2-3 и 3-1.
Участок 2-3 - изохорный процесс ($C_V = \frac{i}{2}R$),
участок 3-1 - изобарный процесс ($C_p = \frac{i+2}{2}R$), тогда искомое отношение теплоемкостей $K = \frac{C_V}{C_p} = \frac{i}{i+2} = \frac{3}{5}$ для одноат. газа.

2) Для процесса 1-2 справедливо: $\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1}$ (т.к. $P \sim V$),
отсюда $P_2 = P_1\frac{V_2}{V_1}$ (1). Работа газа на 1-2: площадь под графиком 1-2 на PV-диаграмме $A_{12} = \frac{(P_1+P_2)(V_2-V_1)}{2} = \frac{P_1}{2}(V_2-V_1)\left(1+\frac{V_2}{V_1}\right) =$
$= \frac{P_1}{2V_1}\left(V_2^2 - V_1^2\right)$ с учётом (1).

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Изменение внутренней энергии $\Delta U_{1-2} = \frac{i}{2}\nu R(T_2 - T_1) =$

$= \frac{i}{2}(P_2V_2 - P_1V_1) = \frac{3P_1}{2}\left(\frac{V_2^2}{V_1} - V_1\right) = \frac{3P_1}{2V_1}(V_2^2 - V_1^2)$. Тогда искомое от-е

$$\frac{A_{1-2}}{\Delta U_{1-2}} = \frac{P_1 \cdot 2V_1}{2V_1 \cdot 3P_1} = \frac{1}{3}.$$

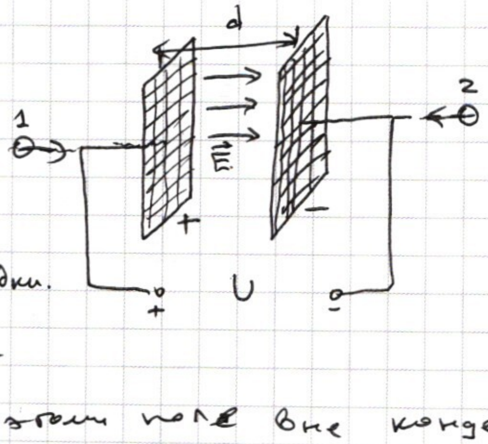
3) Работа газа за цикл A есть площадь треугольника 1-2-3 на PV-диаграмме и она равна $A = \frac{(P_2-P_1)(V_2-V_1)}{2}$. Подведённое к газу тепло за цикл есть $Q_+ = Q_{1-2} = A_{1-2} + \Delta U_{1-2} = \frac{4}{3}\Delta U_{1-2}$ (на 2-3 и 3-1 внутр. энергия уменьшается, а работа неположительна, поэтому по I началу т/д тепло отводится). $A = \frac{1}{2}\cdot P_1\left(\frac{V_2}{V_1} - 1\right)(V_2 - V_2) =$

$= \frac{P_1}{2V_1}(V_2 - V_1)^2$; $\cancel{\eta = \frac{A}{Q_+}}$ $Q_+ = \frac{4}{3}\Delta U_{1-2} = \frac{4}{3}\cdot\frac{3}{2}\frac{P_1}{V_1}(V_2^2 - V_1^2) = \frac{2P_1}{V_1}(V_2^2 - V_1^2)$.

КПД цикла $\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{1}{4}\frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}$ достигает максимального зн-я $\eta_{max} = 25\%$ при $\frac{V_1}{V_2} \to 0$.

Ответ: 1) $\frac{3}{5}$ 2) $\frac{1}{3}$ 3) 0,25

Задача 3.



1) Для частицы возможны два варианта пролёта через конденсатор: (1) со стороны положительно зар. обкладки;
(2) со стороны отриц. заряженной обкладки.

Обкладки можно рассматривать как равномерно заряженные плоскости, поэтому поле вне конденсатора почти отсутствует. Напряжённость поля в конденсаторе $E = \frac{U}{d}$, поэтому на частицу внутри конденсатора действует постоянная сила $F = |q|E = \frac{|q|U}{d}$, отсюда $a = \frac{F}{m} = \frac{|q|U}{md} = \frac{\gamma U}{d}$. Очевидно, что в случае (2) частица пролетит насквозь без остановок, поэтому возможен только вариант (1). В этом случае по формуле $L = \frac{v_к^2 - v_н^2}{2a}$ можно записать ур-е: $(d - 0{,}2d) = \frac{V_1^2}{2a}$ или $0{,}8d = \frac{V_1^2 d}{2\gamma U}$. Отсюда $\gamma = \frac{5}{8}\frac{V_1^2}{U}$.

2) Время влёта частицы равно времени вылета (т.к. ускорение постоянно), поэтому $T = 2t_{вл} = 2\frac{v_1}{a} = \frac{2V_1 d}{\gamma U} = \frac{16}{5}\frac{d}{V_1}$.

3) Когда частица влетает в конденсатор, её энергия $K = \frac{mv_1^2}{2} + qdE = \frac{mv_0^2}{2}$ (по ЗСЭ), где $E = \frac{U}{2d}$, тогда $v_0 = \sqrt{\frac{mv_1^2 + qU}{m}} = \sqrt{v_1^2 + \gamma U}$

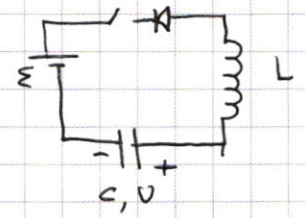
Ответ: 1) $\frac{5}{8}\frac{V_1^2}{U}$

2) $\frac{16}{5}\frac{d}{V_1}$

3) $\sqrt{v_1^2 + \gamma U}$

Задача 4.

Учитывая ВАХ диода,



1) ~~Предположим сначала, что в цепи нет диода. Тогда~~ для этой схемы запишем второе правило Кирхгофа:

$$U_0 + \frac{q}{C} + L\frac{dI}{dt} = \varepsilon$$

$$\ddot{q} + \frac{q}{LC} - \frac{\varepsilon \mp U_0}{L} = 0$$

Введём $Q = q - (\varepsilon \mp U_0)C$, тогда $\ddot{Q} = \ddot{q}$

$$\ddot{Q} + \frac{Q}{LC} = 0$$ – ур-е гармонических колебаний с цикл. частотой $\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$

Тогда для переменной Q: $Q = Q_0 \cos\frac{t}{\sqrt{LC}}$

для q: $\cancel{(q - \varepsilon C) = (q_0 - \varepsilon C)\cos\frac{t}{\sqrt{LC}}}$ $(q - (\varepsilon \mp U_0)C) = (q_0 - (\varepsilon \mp U_0)C)\cos\frac{t}{\sqrt{LC}}$

$\cancel{q = \varepsilon C + (q_0 - \varepsilon C)\cos\frac{t}{\sqrt{LC}}}$ $q = (\varepsilon \mp U_0)C + (q_0 - (\varepsilon \mp U_0)C)\cos\frac{t}{\sqrt{LC}}$

~~В нач. момент~~ ~~здесь ... в ходе ...~~

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа есть

$$|\ddot{q}(0)| = \left| -\frac{(q_0 - (\mathcal{E} \mp U_0)C)\cos 0}{LC} \right| = \frac{U_1 - (\mathcal{E} \mp U_0)}{L} = 10\,\frac{A}{c}$$

2) Ток в цепи есть по модулю $\dot{q}(t) = -\frac{(q_0 - (\mathcal{E} \mp U_0)C)\sin\frac{t}{\sqrt{LC}}}{\sqrt{LC}}$.

Максимальное его зн-е достигается при $\sin\frac{t}{\sqrt{LC}} = 1$ или

$t = \frac{\pi\sqrt{LC}}{2}$ и равно $I_{max} = \frac{q_0 - (\mathcal{E} \mp U_0)C}{\sqrt{LC}} \approx 2 \cdot 10^{-2}$ A.

Примечание: при $t = \frac{\pi}{2}\sqrt{LC}$ $I < 0$ – конденсатор разряжается и диод пропускает ток.

Ответ: 1) $10\,\frac{A}{c}$

2) $2 \cdot 10^{-2}$ A.

Задача 5.

рисунок 1

1) Изображение источника в зеркале – т. S', находящаяся на расстоянии

$L = m + 2d = \frac{3F}{5} + 2\left(\frac{6F}{5} - \frac{3F}{5}\right) = \frac{9F}{5}$ от линзы. Тогда по формуле тонкой линзы расстояние от изображения S_1 точки S' в линзе до линзы есть

$$a = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{L}} = \frac{FL}{L - F} = \frac{F \cdot \frac{9F}{5}}{\frac{4F}{5}} = \frac{9}{4}F.$$

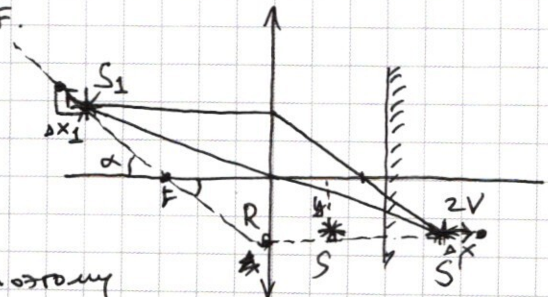


рисунок 2

2) Изображение S' точки S в зеркале движется со скоростью 2V параллельно главной опт. оси, поэтому изображение S1 движется вдоль прямой, соединяющей

S_1 с фокусом линзы (слева от неё). Отсюда искомый угол $\alpha = \operatorname{arctg} \frac{y}{F} = \operatorname{arctg} \frac{8}{15}$, где y – расстояние от S до главной ОО.

3) Пусть ~~точка~~ точка S' сдвинулась на малое расстояние Δx, по горизонтали тогда её изображение в линзе сдвинулось на малое Δx_1 такое, что $\frac{\Delta x_1}{\Delta x} = \Gamma^2 = \left(\frac{a}{m+2d}\right)^2 = \frac{25}{16}$ – продольное увеличение (см. ЗФТШ Геометрическая оптика). Тогда пройденное изображением S_1 полное расстояние $\Delta l = \frac{\Delta x_1}{\cos\alpha} = \frac{\Delta x\, \Gamma^2}{\cos\alpha}$. Его скорость $v_{S_1} = \frac{\Delta l}{\Delta t} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \frac{\Gamma^2}{\cos\alpha} = 2V \cdot \frac{25 \cdot 17}{16 \cdot 15} \approx 3{,}5V$.

Ответ: 1) $\frac{9}{4}F$
2) $\operatorname{arctg} \frac{8}{15}$
3) $3{,}5V$.

☐ черновик ☑ чистовик

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$10^{-5}(9-2,4) = 6,6\cdot 10^{-5}$

$-\dfrac{(q_0-\mathcal{E}LC)\cdot \sin\frac{t}{\sqrt{LC}}}{\sqrt{LC}}$ $\quad -\dfrac{(q_0-\mathcal{E}LC)\cos\frac{t}{\sqrt{LC}}}{LC}$

$\mathcal{E}$

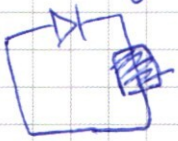
$\dfrac{3}{0,4} = \dfrac{30}{4} = 7,5$

$\dfrac{q}{C} + L\dfrac{dI}{dt} - \mathcal{E}$ $\quad L\dfrac{dI}{dt} - U_1 + \mathcal{E} = 0$

$U_1 - L\dfrac{dI}{dt} - \mathcal{E} =$

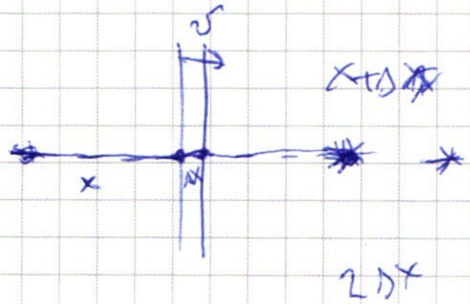
max

$0-2$



$\dfrac{D/1}{D/5}$

U_0



$x+\Delta x$ $\quad x \quad \dfrac{D^x}{D^x}$

$2x$

$2(x+\Delta x)$ $\quad \dfrac{8}{17}$ $\quad \dfrac{2\cdot 38\cdot 17}{16\cdot 18}$ ✓

$\dfrac{15}{17}$

$2\Delta x$ $\quad \dfrac{85}{24}$

Ed

$\varphi = \dfrac{A}{q} = Ed$ $\quad 85 : 24 = 3,54$ $\quad qEd$

$A = qEd$

$\varphi = -\int E\,dr = -E\int dr = -Er$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа есть

$$\cancel{|\ddot{q}(0)| = \left| -\frac{(q_0 - \mathcal{E}LC)\cos 0}{LC} \right| = \frac{q_0 - \mathcal{E}LC}{LC} = \frac{c(U_1 - \mathcal{E}L)}{\frac{U_1}{L}} = 6{,}6 \cdot 10^{-5}}$$

$$\left| \frac{dI}{dt}_{t=0} \right| = |\ddot{q}(0)| = \left| \frac{-(q_0 - \mathcal{E}c)\cos 0}{LC} \right| = \frac{U_1 - \mathcal{E}}{L} = 7{,}5 \ \frac{A}{c}.$$

~~Как видно, $U_1 + L\frac{dI}{dt} - \mathcal{E} = 6$ В $> U_0$ — ток через диод пойдёт.~~

2)

$$\frac{(q_0 - (\mathcal{E} + U_0)c)\sin\frac{t}{\sqrt{LC}}}{\sqrt{LC}} = q_0 \qquad \frac{\sqrt{c}(U_1 \ldots)}{\sqrt{\frac{c}{L}}} \cdot 2\sqrt{\frac{C}{L}} =$$

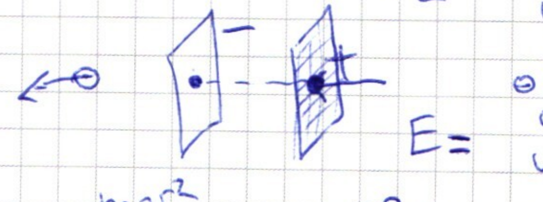
$$(\mathcal{E} + U_0)C = \qquad 7C + 2C\cos \qquad = 2\sqrt{\frac{10^{-4}}{4}} =$$

$$2 \ldots 14 \quad 2(\mathcal{E} + U_0) \qquad = \frac{\ldots}{2}$$

$$\text{Размах} = 2(q_0 - (\mathcal{E} + U_0)c)$$

$$q_0 \quad C(9 - 5)$$

$$4\sqrt{\frac{C}{L}} \qquad k\frac{q_1 q_2}{r}$$



$$E = \frac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

$$E = \frac{qU}{2} = \frac{cU^2}{2} \qquad \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{\varepsilon_0 E^2}{2}$$

$$\varphi =$$

$$E = \frac{U}{d} \qquad \frac{cE^2 d^2}{2} = \frac{\varepsilon_0 S E^2}{2d} d^2 = \frac{\varepsilon_0 E^2}{2} V$$

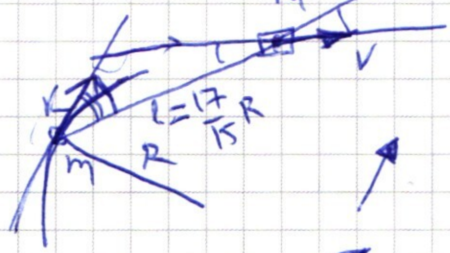
E

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

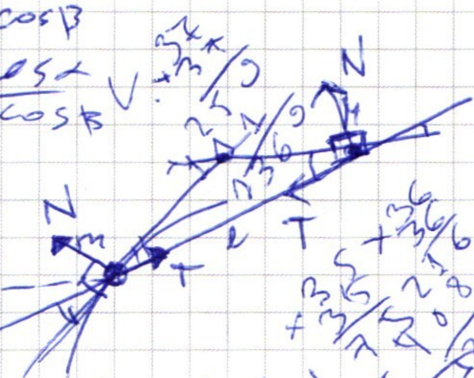
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

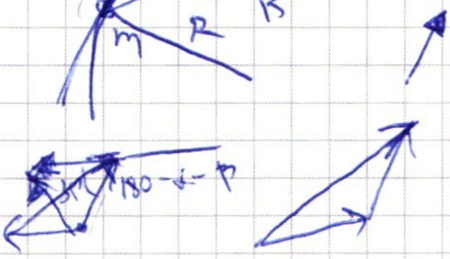


$V\cos\alpha = v\cos\beta$

$v_k = \frac{\cos\alpha}{\cos\beta}V$



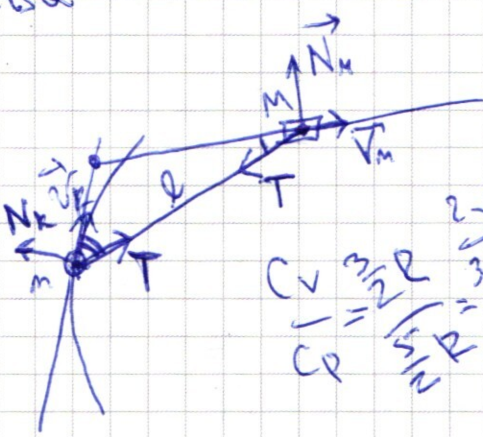
$\vec{v}_k - \vec{v}_M = \vec{v}_{отн}$



$m\frac{v_k^2}{R} = T\sin\beta - N_k$

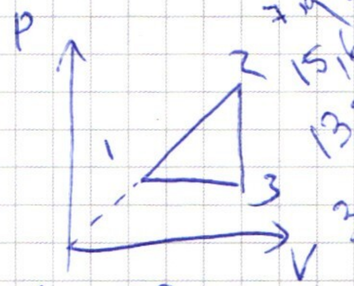
A+ΔQ

$N_M = T\sin\alpha$



$m\frac{v_k^2}{R} =$

$\frac{3}{5}\cdot\frac{15}{17}$



15,6

13,52

$\frac{C_V}{C_P} = \frac{\frac{3}{2}R}{\frac{5}{2}R}$ $\frac{2-3}{3-1}$ $\frac{3}{2}$

$P \sim V$

$2^2(2{,}89+1) - 2{,}08 = 4\cdot 3{,}89 - 2{,}08$

$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1}$ $P_1\frac{V_2}{V_1}$

$A_{газа} = \frac{(P_1+P_2)(V_2-V_1)}{2}$

$P_1V_2 + P_2V_2 - P_1V_1 - P_2V_1 =$

$= P_1\frac{V_2^2}{V_1} - P_1V_1 =$

$= P_1V_2$

$\Delta U = \frac{i}{2}\nu R\Delta T = \frac{3}{2}(P_2V_2 - P_1V_1)$

$\eta = \frac{A}{Q_+} =$

$P_1\frac{V_2^2}{V_1} - P_1V_1$

$Q_+ =$

$Q_+ = A_{12} + \Delta Q_{12}$

$A_{газа} = \frac{(P_2-P_1)(V_2-V_1)}{2}$

$= \frac{2\cdot 3\cdot 4\cdot 2\cdot 13}{85\cdot 10} =$

$\frac{T - N_k\sin\beta}{m} = \frac{N_M\sin\alpha - T}{M}$ (1)

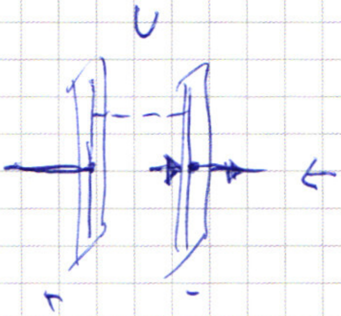
$m\frac{v_k^2}{R} = N_K$

$10^5\cdot 9 - 6\cdot 94\cdot 10^{-5}$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

U



$\frac{m v_0^2}{2} =$

$0{,}4 \cdot$

$0{,}4 \cdot 15 \cdot 2{,}9 =$

$= 6 \cdot 2{,}9 \approx 17{,}4$

$\frac{v_1^2}{2a}$

$m(N m \sin\alpha - T) = M(T - N_x \sin\beta)$

$m(T \sin^2\alpha - T) = M\left(T - \left(T\sin\beta - \frac{m v_x^2}{R}\right)\sin\beta\right)$

$T(m \sin^2\alpha - \cancel{M}) = \cancel{B} T(M - \cancel{M}\sin^2\beta) + \frac{M m v_x^2 \sin\beta}{R}$

$\frac{1}{3}$

$\cancel{\Delta U}$ $\frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{i}{2}(P_2V_2 - P_1V_1) = \frac{i}{2} P_1\left(\frac{V_2^2}{V_1} - \cancel{P}V_1\right) =$

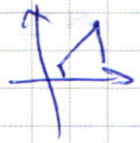
$\frac{2V_1}{4V_1} = \frac{1}{2}$

$= \frac{i}{2}\frac{P_1}{V_1}(V_2 - V_1)(V_2 + V_1)$

$\frac{4}{\cancel{3}} \cdot \frac{\cancel{3}}{2} \frac{2P_1}{V_1}(V_2^2 - V_1^2)$

$\cancel{P_2 \Delta} \frac{P_1}{2}\left(\frac{V_2}{V_1} - 1\right)(V_2 - V_1)$

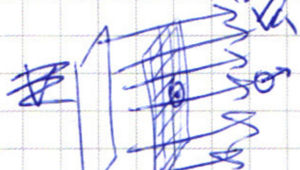
$= \dfrac{\frac{P_1}{\cancel{2}V_1}(V_2 - V_1)^2}{\frac{1}{4}\frac{\cancel{P_1}}{V_1}(V_2^2 - V_1^2)} =$



$\frac{1}{4}\frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1} =$

$x - y = \max$

$x + y = \min$



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

$\frac{m v_0^2}{2}$

9β

$\frac{q}{C} + L\ddot{q} = \mathcal{E}$ $\quad I = \frac{dq}{dt}$ $\quad \frac{dI}{dt} = \ddot{q}$

$\ddot{q} + \frac{q}{LC} - \mathcal{E} = 0$ $\quad \cancel{Q = \frac{q}{LC} - \mathcal{E}}$

$\ddot{Q} + \frac{Q}{LC} = 0$ $\quad \frac{1}{LC}(\underbrace{q - LC\mathcal{E}}_{Q})$

$(q_0 - LC\mathcal{E})\cos\frac{t}{\sqrt{LC}} = q - LC\mathcal{E}$

$q = LC\mathcal{E} + (q_0 - LC\mathcal{E})\cos\frac{t}{\sqrt{LC}}$

$\frac{dq}{dt} = (q_0 - LC\mathcal{E})(-\sin 0)$

$Q = Q_0 \cos\omega t = \cancel{Q_0 \cos\frac{t}{\sqrt{LC}}} = q - LC\mathcal{E} =$

$q = LC\mathcal{E} + (q_0 - LC\mathcal{E})\cos\frac{t}{\sqrt{LC}}$ $\quad \ddot{q} =$