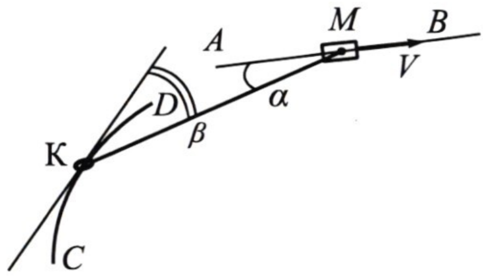
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-02

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

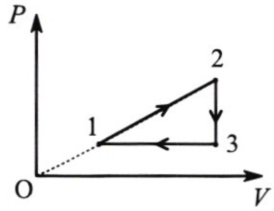
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 40$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1{,}7$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной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



1) Найти скорость кольца в этот момент.
2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

2. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из изохоры, изобары и участка прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V (см. рис.). Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ.

1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило понижение температуры газа.
2) Найти для процесса 1-2 отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

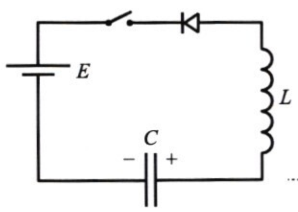


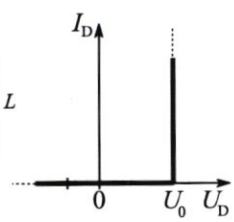
3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается между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

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

При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0{,}2$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.

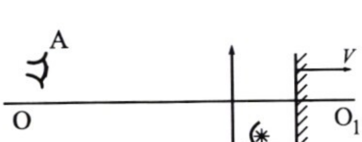




1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F, плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии плоскости $F/3$ от линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1. В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии F от линзы.

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



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

① Дано:

$V = 0{,}4\ \frac{м}{с}$

$m = 1$ кг

$R = 1{,}7$ м

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

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

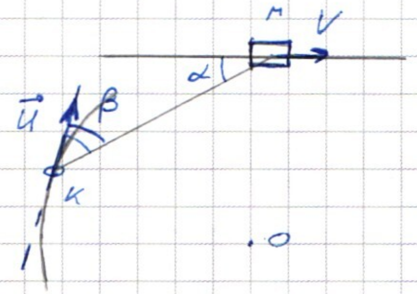
$\cos\beta = \frac{8}{17}$

1) u - ?

2) $u_{отн}$ - ?

3) T - ?

Решение:



1) Возможно 2 случая: трос может быть натянут, тогда скорость кольца равна u; и трос может быть ненатянут, тогда скорость кольца равна нулю.

Рассмотрим кинематическую связь типа "нить" в случае, когда нить натянута. Тогда, т.к. трос нерастяжим, то проекции скоростей всех его точек на ось троса равны.

Тогда $V\cos\alpha = u\cos\beta \Rightarrow u = V\cdot\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = V\cdot\frac{3\cdot17}{5\cdot8} = \frac{51}{40}V = 51\ \frac{см}{с}$

u - скорость кольца в лабораторной СО.

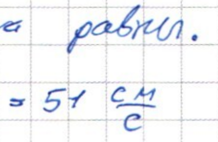
2) ~~По той же кинем~~ Перейдем в СО т. М: здесь кольцо вращается по окружности радиуса l со скоростью $u_{отн} = u\sin\beta + V\sin\alpha =$

$= V(\cos\alpha\ tg\beta + \sin\alpha) = \cancel{V}$; $tg\beta = \frac{\sin\beta}{\cos\beta}$; $\sin\beta = \sqrt{1-\cos^2\beta} = \frac{15}{17}$; $\Rightarrow tg\beta = \frac{15}{8}$

$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \frac{4}{5} \Rightarrow u_{отн} = V\left(\frac{3}{5}\cdot\frac{15}{8}+\frac{4}{5}\right) = \frac{V}{5}\left(\frac{45}{8}+4\right) = \frac{77}{40}V = 77\ \frac{см}{с}$

$u_{отн}$ - скорость кольца отн. муфты

3) Кольцо движется со скоростью u по окружности радиуса R, и при этом на него действует сила T. Введем ось X, как на рисунке. Тогда $m\frac{u^2}{R} = T\sin\beta \Rightarrow T = \frac{mu^2}{R\sin\beta}$ - сила натяжения троса. $T = \frac{1(0{,}51)^2\cdot17}{1{,}7\cdot15} = \frac{3(0{,}17)^2\cdot10}{15} = (0{,}17)^2\cdot2 =$



$= 2\cdot17^2\cdot10^{-4} = 578\cdot10^{-4}$ Н

Ответ: 1) $u = 51\ \frac{см}{с} = \frac{51}{40}V$; 2) $u_{отн} = \frac{77}{40}V = 77\ \frac{см}{с}$; 3) $T = \frac{mV^2\cos^2\alpha}{R\sin\beta\cos^2\beta} = 578\cdot10^{-4}$ Н (*)

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

(*) U ⊕, U от и $T=0$, если трос не натянут

② Дано: цикл 123, 1 ат. газ

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

2) $\frac{Q_{12}}{A_{12}}$ - ?

3) η_{max} - ?

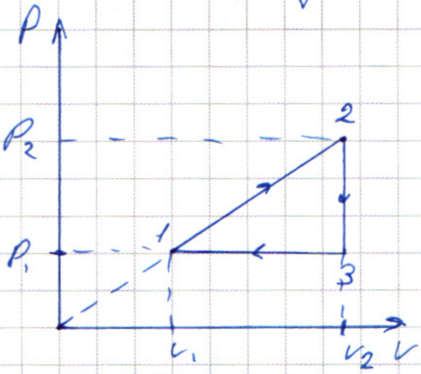
Решение:

1) Запишем ур-ния процессов 1-2, 2-3 и 3-1:

1-2: $P=\alpha V \Rightarrow \frac{\alpha V^2}{T}=const$

2-3: $V=const$, $P\downarrow \Rightarrow \frac{P}{T}=const$

3-1: $P=const$; $V\downarrow \Rightarrow \frac{V}{T}=const$



Видим, что понижение температуры идет на участках 2-3 и 3-1 $\Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{C_1}{C_2}=\frac{C_{23}}{C_{31}}$; На участке 2-3 $V=const \Rightarrow C_{23}=C_V=\frac{3}{2}R$.

На участке 3-1 $P=const \Rightarrow C_{23}=C_P=C_V+R=\frac{5}{2}R \Rightarrow \frac{C_1}{C_2}=\frac{C_{23}}{C_{31}}=\frac{3}{5}=\frac{C_V}{C_V+R}$

2) Пусть давление и объем газа в т. 1 и 2 равны соответственно P_1, V_1 и P_2, V_2. Тогда $Q=\frac{3}{2}(P_2V_2-P_1V_1)+A_{газа\,12}=\frac{3}{2}(P_2V_2-P_1V_1)+\frac{(P_1+P_2)(V_2-V_1)}{2}$

Т.к. $P=\alpha V$ - в процессе 1-2, ~~тогда~~ где α - размерная константа; $[\alpha]=\frac{Па}{м^3} \Rightarrow$

$\Rightarrow Q=\frac{3}{2}\alpha(V_2^2-V_1^2)+\frac{\alpha}{2}(V_2+V_1)(V_2-V_1)=\frac{3}{2}\alpha(V_2^2-V_1^2)+\frac{1}{2}\alpha(V_2^2-V_1^2)=2\alpha(V_2^2-V_1^2)$

~~Тогда~~ ЗСЭ). Тогда $\frac{Q_{12}}{A_{12}}=\frac{2\alpha(V_2^2-V_1^2)}{\frac{1}{2}(P_1+P_2)(V_2-V_1)}=\frac{2\alpha(V_2^2-V_1^2)}{\frac{\alpha}{2}(V_2^2-V_1^2)}=4$ - искомая величина

3) $\eta=\frac{A_0}{Q_+}$ - КПД цикла. Здесь A_0 - работа газа за весь цикл, Q_+ - тепло, полученное газом

$Q_+=Q_{12}$, т.к. $Q_{23}<0$ и $Q_{31}<0$. $A_0=(V_2-V_1)\cdot(P_2-P_1)\cdot\frac{1}{2} =$

$=\frac{1}{2}\alpha(V_2-V_1)^2$; Тогда $\eta=\frac{A_0}{Q_+}=\frac{A_0}{Q_{12}}=\frac{1}{2}\frac{\alpha(V_2-V_1)^2}{2\alpha(V_2^2-V_1^2)}=\frac{1}{4}\cdot\frac{(V_2-V_1)^2}{(V_2-V_1)(V_2+V_1)}=$

$=\frac{1}{4}\cdot\frac{V_2-V_1}{V_2+V_1}=\frac{1}{4}\cdot\frac{V_2+V_1-2V_1}{V_2+V_1}=\frac{1}{4}\left(1-\frac{2V_1}{V_2+V_1}\right)$ - видим, что ~~$\frac{2V_1}{V_2+V_1}$~~

что $\eta_{max}=\frac{1}{4}$ - максимально возможный КПД цикла

Ответ: 1) $\frac{C_1}{C_2}=\frac{C_V}{C_V+R}=\frac{3}{5}$; 2) $\frac{Q_{12}}{A_{12}}=4$; 3) $\eta_{max}=\frac{1}{4}$

③ Дано: $d \ll \sqrt{S}$, где S - площадь обкладок (не дана)

V_1, $\gamma=\frac{q}{m}$

1) T - ?

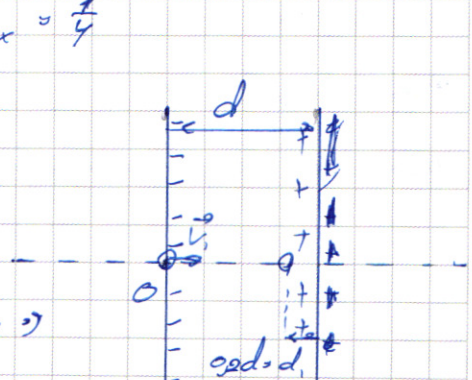
2) U - ?

3) V_0 - ?

Решение:

1) Т.к. частица останавливается между обкладками $\Rightarrow$ она летит поперек силовым линиям поля конденсатора $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ заряды внутри распределены так, как на рисунке. Запишем ЗСЭ для частицы (см. след. лист):

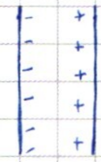


ЗСЭ: $\frac{mV_1^2}{2} = qE_0 \cdot 0{,}8d$, где E_0 - ~~поле~~ величина поля внутри конденсатора

Тогда $E_0 = \frac{mV_1^2}{1{,}6dq} = \frac{V_1^2}{1{,}6\gamma d}$. Сила, действующая на частицу, равна $F = qE_0 \Rightarrow a = \frac{F}{m} = E_0 \frac{q}{m} = \gamma E_0$ - ускорение частицы. Оно направлено навстречу её нач. скорости $\Rightarrow V_1 - aT = 0$ - проекция скорости на ось X (см. рис) $\Rightarrow T = \frac{V_1}{a} = \frac{V_1}{\gamma E_0} = \frac{V_1 \cdot 1{,}6\gamma d}{V_1^2 \gamma} = \frac{1{,}6d}{V_1}$ - время движения частицы в конденсаторе до остановки.

2) Напряжение между обкладками $U = E_0 d = \frac{V_1^2}{1{,}6\gamma}$

3) Рассмотрим конденсатор без частицы в нём.



~~По т. Гаусса выделим вокруг конденсатора поверхность в виде п/у параллелепипеда. Суммарный~~

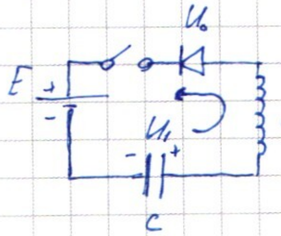
$\sqrt{S} \gg d$, где S - площадь обкладок ~~конденсатор можно~~ По т. Фарадея конденсатор не создаёт поле ~~вне~~ снаружи пластин $\Rightarrow$ при движении из бесконечности в т. О (см. рис) ($X=0$) частица не теряет кинетическую энергию ~~и работы~~ и внеш. силы над ней работы не совершают $\Rightarrow$ на бесконечности скорость частицы будет равна V_1

Ответ: 1) $T = \frac{1{,}6d}{V_1}$; 2) $U = \frac{V_1^2}{1{,}6\gamma}$; 3) $V_1 = V_0$

④ Дано:
$E = 3B$
$C = 20 \cdot 10^{-6}$Ф
$U_1 = 6B$
$U_0 = 1B$
$L = 0{,}2$Гн

1) $\dot{I}$ - ?
2) I_m - ?
3) U_2 - ?

Решение:

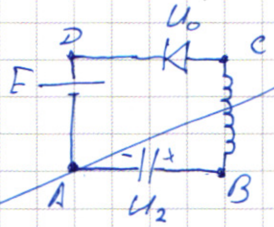


1) $U_1 - U_0 > E \Rightarrow$ ток сначала потечёт против часовой стрелки $\Rightarrow$ Запишем II з-н Кирхгофа для контура, взяв за положительное направление против часовой стрелки.

II з-н Кирхгофа: $-U_1 + L\dot{I} + U_0 = -E \Rightarrow L\dot{I} = U_1 + U_0 - E \Rightarrow \dot{I} = \frac{U_1 + U_0 - E}{L} =$

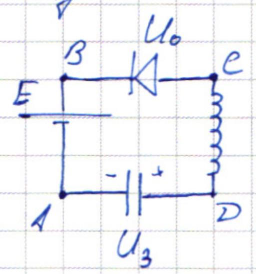
$= \frac{dI}{dt}$ - скорость изменения тока сразу после замыкания ключа

$\frac{dI}{dt} = \frac{6+1-3}{0{,}2} = \frac{2}{\frac{1}{5}} = 10 \ \frac{A}{c}$



2) ~~В установившемся режиме ток в цепи течь не будет~~ $\Rightarrow$ напряжение на катушке (уч. BC) будет равно нулю, ~~а напряжение на уч. AB будет равно $E = U_0 = U_2$~~; ~~Заметим, что~~. Тогда $\varphi_D - \varphi_A = E$, $\varphi_C - \varphi_D = \varphi_B - \varphi_D = U_0 \Rightarrow \varphi_C - \varphi_A = \varphi_B - \varphi_A = E + U_0 = U_2 \Rightarrow U_2 = 4B$ - напряжение на конденсаторе после установления равновесия, причем полярность не изменилась $\Rightarrow$ заряд, утекший с конденсатора, равен $\Delta q = C(U_0 - U_2) =$
$= 2 \cdot 20 \cdot 10^{-6} = 40$ мкКл

2) В момент, когда ток максимален, напряжение на катушке равно нулю $\Rightarrow$ По II правилу Кирхгофа:



$E = -U_0 + U_3 \Rightarrow U_3 = E + U_0 = 4B$ - напряжение на конденсаторе в этот момент.

Пусть в цепи течет ток I_m. Тогда по ЗСЭ:

$\frac{CU_0^2}{2} = \frac{CU_3^2}{2} + \frac{LI_m^2}{2} - EC(U_0 - U_3) \Rightarrow \frac{LI_m^2}{2} = C(U_0 - U_3)(U_0 + U_3) + C2E(U_0 - U_3) =$

$= C(U_0 - U_3)(U_0 + U_3 + 2E) \Rightarrow I_m = \sqrt{\frac{C}{L}(U_0 - U_3)(U_0 + U_3 + 2E)} = \sqrt{\frac{20 \cdot 10^{-6}}{0{,}2} \cdot 2 \cdot 16} =$

$= 4\sqrt{2} \cdot 10^{-2}$ A - макс. ток в цепи

3) При $U_C < U_3$ диод закрывается (U_C - напряжение на конденсаторе) $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ ниже значения U_3 ~~его~~ U_C опуститься не может $\Rightarrow U_2 = U_3 = 4B$

U_2 - напряжение после установления равновесия

Ответ: 1) $\dot{I}(0) = 10 \frac{A}{c}$; 2) ~~$I_m = 4\sqrt{2}$ A~~; 3) $U_2 = 4B$; 2) $I_m = 4\sqrt{2} \cdot 10^{-2}$ A

5 Дано: F, V | Решение

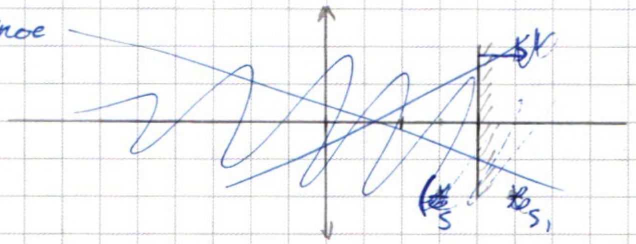
См. след. лист

1) δ - ?
2) α - ?; 3) V_1 - ?

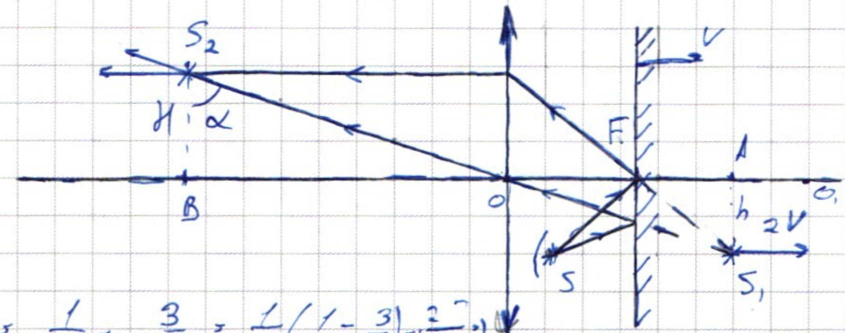
☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) Источник будет создавать действительное изображение в зеркале S_1, и уже изображение S_1 в линзе (S_2) будет видеть наблюдатель.



S_1 находится от линзы на расстоянии $d = F + (F - \frac{F}{3}) = \frac{5F}{3}$. Тогда по формуле тонкой линзы:

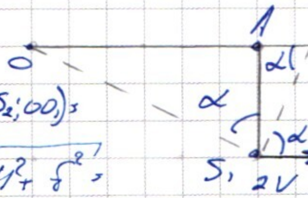


$\frac{1}{\delta} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{\delta} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{3}{5F} = \frac{1}{F}\left(1 - \frac{3}{5}\right) = \frac{2}{5F}$

$\Rightarrow \delta = \frac{5}{2}F$ - расстояние от линзы до изображения S_2. В этой точке наблюдатель будет видеть четкое изображение источника в ~~линзе~~. системе

2) В данный момент увеличение равно; Γ; $\Gamma^2 = \left(\frac{\delta}{d}\right)^2 = \frac{9}{4} = \frac{V_1}{2V} \Rightarrow V_1 = \frac{9}{2}V$ ~~3V~~ (*) ~~скорость~~ изображения в данный момент времени вдоль оси OO_1 ; (*): составляющая скорости

а) Луч S_1S_2 ~~отрезок переменной длины~~ вращается вокруг т. О с ~~постоянной~~ некой угловой скоростью $\omega(t)$

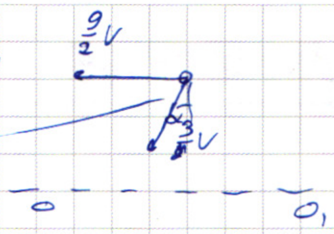


Пусть $S_1A = \frac{8F}{15} = h$ - расстояние от S_1 до OO_1, а $BS_2 = \rho(S_2; OO_1) = H = \Gamma h$. Тогда $OB = \delta$; $OA = d \Rightarrow S_1O = \sqrt{h^2 + d^2}$; $S_2O = \sqrt{H^2 + \delta^2} = \Gamma \cdot S_1O$. Пусть $\angle OS_1A = \alpha$. Введем ось $X \perp S_1S_2$. Тогда

$V_{S_1X} = 2V\cos\alpha = 2V\frac{h}{\sqrt{h^2+d^2}} = 2V\frac{S_1A}{S_1O} \Rightarrow \omega = \frac{V_{S_1X}}{OS_1}$, V_{S_1X} - проекция V_{S_1} на ось X

Аналогично, $V_{S_2X} = \frac{9V}{2}\cdot\cos\alpha$; $\frac{V_{2X}}{OS_2} = \omega$ ~~$\Rightarrow$ скорость V_2 направлена~~ $\Rightarrow$ т.к. $OS_2 = \Gamma \cdot OS_1$, то $V_{2X} = \Gamma \cdot V_{1X} = \frac{3}{2}\cdot V_{S_1X} = 3V\frac{h}{\sqrt{h^2+d^2}} = 3V\cos\alpha$

~~Получается, что мы знаем, что проекция скорости~~
~~V_{S2} на ось OO_1 равна $\frac{9V}{2}$, а на ось, ⊥ лучу~~
~~S_1S_2 — $3V\cos\alpha$. Тогда проекция скорости V_{S2} на~~
~~ось, ⊥ OO_1, равна $3V\cdot\cos^2\alpha = 3V\cdot\frac{1}{1+\frac{625}{64}} = 3V\cdot\frac{64}{689}$~~



Пусть за время τ мн S_1 переместился на $\frac{F}{3}$. Тогда $d_1 = 2F$ ⇒ $f_1 = 2F$ ⇒ по вертикали S_2 переместился на $\Delta y = \left(\frac{3}{2}\cdot\frac{8}{15} - \frac{8}{15}\right)F = \frac{4F}{15}$, а по горизонтали — на $\Delta x = \frac{F}{2}$ ⇒ $tg\beta = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{4\cdot 2}{15\cdot 1} = \frac{8}{15}$;

β — угол, под которым направлена V_{S2}.

Тогда $\Delta l_{S2} = \sqrt{\Delta y^2 + \Delta x^2} = F\cdot\sqrt{\frac{16}{225}+\frac{1}{4}} = F\cdot\frac{\sqrt{964}}{30} = \frac{\sqrt{241}}{15}F$ ⇒

⇒ $V_{S2} = \frac{\Delta l_{S2}}{\tau}$; т.к. $\tau = \frac{F}{6V}$, то $V_{S2} = 6V\cdot\frac{\Delta l_{S2}}{F} = \frac{2}{5}V\sqrt{241}$ — скорость изобр.

Ответ: 1) $\frac{5}{2}F$; 2) $tg\beta = \frac{8}{15}$; 3) $\frac{2}{5}V\sqrt{241}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1

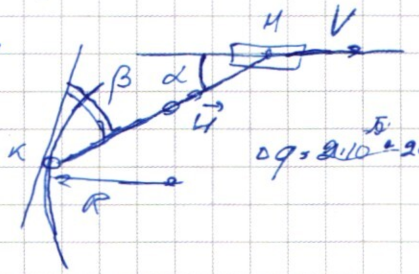
$u_{2p} = \frac{u}{\cos\alpha}$ (?)

$u_{2p} = V\cos\alpha$

$u_\kappa = \frac{u}{\cos\beta} = V\cdot\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = V\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{17}{8} = \frac{51}{40}V = \boxed{51\ \frac{см}{с}}$

3(x): система в вакууме $U = C_v \cdot T$

$\sin\alpha = \frac{4}{5}$; $\sin\beta = \sqrt{\frac{289-64}{289}} = \frac{15}{17} \Rightarrow tg\beta = \frac{15}{8}$ $C_v + R = C_p$

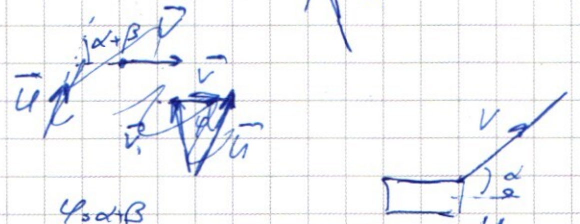


$\Delta q = 2\cdot10^{-5} = 20$ мкКл

$2\cos(\alpha+\beta) = 2(\cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta) =$

$= 2\left(\frac{3}{5}\cdot\frac{8}{17} - \frac{4}{5}\cdot\frac{15}{17}\right) = \frac{-2}{5\cdot17}(60-24) =$

$= -\frac{2}{5\cdot17}\cdot36 = -\frac{72}{5\cdot17}$



$\varphi = \alpha+\beta$

$V_1 = \sqrt{u^2+V^2-2uV\cos(\alpha+\beta)}$

$V\sqrt{\frac{9\cdot289}{25\cdot64}+1+\frac{72}{5\cdot17}} =$

$= V\sqrt{\frac{\cos^2\alpha}{\cos^2\beta}+1-2\cos(\alpha+\beta)}$

$= \sqrt{\frac{9\cdot289+25\cdot64}{25\cdot64} + \frac{72}{5\cdot17}} = \sqrt{\frac{1001}{25\cdot64}+\frac{72}{5\cdot17}} =$

$289-64 =$

$= 229-4 = 225 = 15^2$

$2890 - 289 = 2601$; $-1600 = 1001$

$25\cdot64 = 100\cdot16 = 1600$

$u\cos\beta = V\cos\alpha \Rightarrow u = V\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}$

$V_{отн} = u\sin\beta + V\sin\alpha = V(\cos\alpha\cdot tg\beta + \sin\alpha) =$

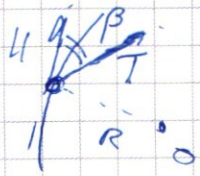
$= V\left(\frac{3}{5}\cdot\frac{15}{8}+\frac{4}{5}\right) = \frac{V}{5}\left(\frac{45}{8}+4\right) = \frac{V}{5}\left(\frac{45+32}{8}\right) = \boxed{V\cdot\frac{77}{40}}$

$64\cdot5 = 320$

$289\cdot3 = 867$

3 3)

$T\sin\beta = m\omega^2R = \frac{mu^2}{R} = \frac{mV^2\cos^2\alpha}{R\cos^2\beta} \Rightarrow T = \frac{mV^2\cos^2\alpha}{R\sin\beta\cos^2\beta} =$



$= \frac{mV^2}{R}\cdot\frac{9}{25}\cdot\frac{17\cdot289}{15\cdot64} = \frac{mV^2}{R}\cdot\frac{17^3\cdot3}{25\cdot64\cdot5} = \left(\frac{17}{20}\right)^3\cdot\frac{m3V^2}{R} =$

$= \frac{17^3}{20^3}\cdot\frac{...}{1{,}7\cdot10^{-1}}\cdot3\cdot\frac{(0{,}7)^2}{1{,}7} = \frac{17^2}{20^3}\cdot3\cdot16\cdot10^{-1} = \frac{17^2}{10^3}\cdot3\cdot10^{-1} = 17^2\cdot3\cdot10^{-4} = 289\cdot3\cdot10^{-4} =$

$= 867\cdot10^{-3}$ Н $\approx 0{,}87$ Н

1-2: $T\uparrow$; 2-3: $T\downarrow$; 13: $T\downarrow$

$T = \frac{mV_{от}^2}{l} = \frac{m\cdot V^2\cdot77^2\cdot15}{40^2\cdot17R} = \frac{mV^2}{R}\cdot\frac{77^2\cdot15}{40^2\cdot17}$ $289\cdot2 = 578$

$\frac{C_1}{C_2} = \frac{C_p}{C_v} = \frac{C_v+R}{C_v} = 1+\frac{R}{C_v} = 1+\frac{R}{\frac{3}{2}R} = \frac{5}{3}$

$-U_2 = -E+U_0 \Rightarrow U_2 = E-U_0 \Rightarrow$

$\varphi_A - \varphi_B = -E = -U_2 + \varphi_D - \varphi_C + \varphi_C - \varphi_B$

$\varphi_A - \varphi_D$

$\varphi_C = U_0$; $\varphi_B = E$; $\varphi_C = E - U_0 \Rightarrow \varphi_C - \varphi_B = U_0$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$P_1 = \alpha V_1 ;\ P_2 = \alpha V_2 \Rightarrow$ $\quad I = \frac{0{,}5929 \cdot 15}{17}$ $\quad 77^2 = 11^2 \cdot 49 = 11 \cdot 11 \cdot 49 = 11 \cdot (490+49) = 11 \cdot 539$

$\Rightarrow Q = \frac{3}{2}\alpha(V_1^2 - V_2^2) + \frac{1}{2}\alpha(V_1+V_2)^2 =$ $\quad \frac{3}{2}\nu R \Delta T + A = \frac{3}{2}(P_2V_2 - P_1V_1) + \frac{1}{2}(P_1+P_2)(V_1+V_2)$

$= \frac{3}{2}\alpha(V_1-V_2)(V_1+V_2) + \frac{1}{2}\alpha(V_1+V_2)^2 =$

$= \frac{\alpha}{2}(V_1+V_2)(3(V_1-V_2)+(V_1+V_2)) = \frac{\alpha}{2}(V_1+V_2)(4V_1-2V_2) = \alpha(V_1+V_2)(2V_1-V_2)$

$70+49=129+17=139+7=146$

$5929 : 17 = 348$

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

$\frac{d\eta}{d\beta} = 4$

$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{1}{4} \cdot \frac{V_2-V_1}{V_2+V_1} = \frac{1}{4} \cdot \frac{\beta-1}{\beta+1} =$

$= \frac{1}{4}\left(\frac{\beta+1-2}{\beta+1}\right) = \frac{1}{4}\left(1 - \frac{2}{\beta+1}\right) \Rightarrow \eta_{max} = \frac{1}{4}$?

$\eta = \frac{Q_{12}}{A_0} = \frac{Q_{12}}{\frac{1}{2}(P_2-P_1)(V_2-V_1)} = \frac{2\alpha(V_2^2-V_1^2)}{\frac{1}{2}\alpha(V_2-V_1)^2} = 4 \cdot \frac{V_2+V_1}{V_2-V_1} = 4 \cdot \frac{\beta+1}{\beta-1} = 1 + \frac{2}{\beta-1}$

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

$\frac{2V_1}{V_2+V_1} = \frac{2}{\frac{V_2}{V_1}+1} = 2$ $\quad \frac{V_2}{V_1} > 0 \Rightarrow \frac{2}{\frac{V_2}{V_1}+1} < 2$

$-U_1 + L\dot{I} - U_0 = \mathcal{E}$

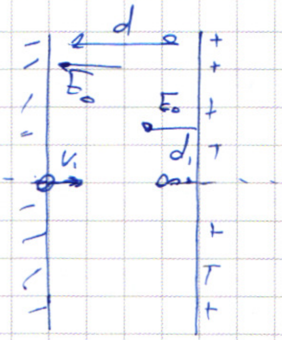
$L\dot{I} = U_1 + \mathcal{E} + U_0 = 6+3+1 = 10$

$\dot{I} = \frac{U_1+\mathcal{E}+U_0}{L} = \frac{10}{0{,}2} = 50\ \frac{A}{c}$

$E_0 = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$; $\frac{mV_0^2}{2} = \frac{q}{m} \cdot E_0(d - 0{,}2d) \Rightarrow$

$\Rightarrow E_0 = \frac{V_0^2}{2\gamma \cdot 0{,}8d} = \frac{V_0^2}{1{,}6\gamma d}$

$U_2 - U_0 = \mathcal{E} \Rightarrow U_2 = U_0 + \mathcal{E}$ $\quad V_0 = \frac{qE}{m}\tau \Rightarrow \tau = \frac{V_0}{E \cdot \gamma} = \frac{V_0 \cdot 1{,}6d}{V_0^2} = \boxed{\frac{1{,}6d}{V_0}}$



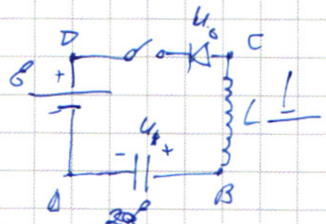
$\varphi_A - \varphi_B = -U_1$

$\varphi_B - \varphi_C = L\dot{I}$ $\quad \varphi_D - \varphi_A = \mathcal{E} = U_2 - U_0$ $\quad U = E_0 d = \frac{V_0^2}{1{,}6\gamma}$

$\varphi_C - \varphi_D = -U_0$

$\varphi_A - \varphi_D = L\dot{I} - U_1 - U_0$ $\quad U_1 + L\dot{I} - U_0 = \mathcal{E}$

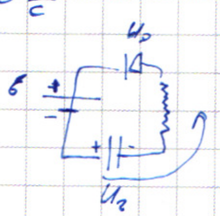
$\varphi_D - \varphi_A = \mathcal{E}$



$L\dot{I} - U_1 - U_0 = -\mathcal{E}$ $\quad L\dot{I} = \frac{|\mathcal{E} - U_1 + U_0|}{L} = \frac{U_1 - U_0 - \mathcal{E}}{L} = \frac{6-1-3}{L} = \frac{2B}{0{,}2\ \Gamma н} = 10\ \frac{A}{c}$

$L\dot{I} = U_1 + U_0 - \mathcal{E} = 6+1-3 = 4B$

$\dot{I} = \frac{U_1+U_0-\mathcal{E}}{L}$ $\quad \frac{CU_0^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2} + qE = -\mathcal{E} \cdot CU_0 \Rightarrow$



$W_1 - W_2 = A$ $\quad = \frac{LI_m^2}{2} = \frac{CU_0^2}{2} + \mathcal{E}CU_0 = CU_0\left(\mathcal{E} + \frac{U_0}{2}\right)$

$\boxed{W_1 = W_2 + A}$ $\quad -U_2 - U_0 = -\mathcal{E}$

$I_m = \sqrt{\frac{2CU_0(\mathcal{E}+\frac{U_0}{2})}{L}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \cdot 10^{-5} \cdot 6 \cdot 6}{0{,}2}} = 12 \cdot \sqrt{10^{-5} \cdot 5} = 12 \cdot 10^{-2}$ $\quad U_2 = \mathcal{E} - U_0 = 2B$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\cancel{\frac{CU_0^2}{2} = \frac{CU_2^2}{2} + EC}$

$\cancel{U_0^2 = U_2^2 + 2E(U_0 - U_2)}$

$\cancel{U_0 + U_2 = 2E}$

$\varphi_B = E$; $\varphi_C = E - U_0$

$\varphi_A = 0$; $\varphi_D = U_2$

$-U_2 + \varphi_C - \varphi_B = -E$

$U_2 - (\varphi_C - \varphi_B) = U_2 - (-U_0) = E$

$U_2 = E - U_0 = 2B$

$\varphi_{AC} = 2B$ - закрытие диода

$\varphi_A = 0$ $\varphi_B = 3B$; $\varphi_C = U_C$

$\varphi_C \geq 4B$ => при

$\frac{CU_0^2}{2} = \frac{CU_3^2}{2} + \frac{LI_m^2}{2} - EC(U_0 - U_3)$

$(U_0 - U_3)(U_0 + U_3) + 2E(U_0 - U_3) = \frac{L}{C} I_m^2$

$\sqrt{\frac{(U_0 - U_3)(U_0 + U_3 + 2E) \cdot C}{L}} = I_m = \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \cdot 20 \cdot 10^{-6}}{20 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-1}}} = 2\sqrt{\frac{10^{-5}}{10^{-1}}} = 2 \cdot 10^{-2} A = 20$ мА

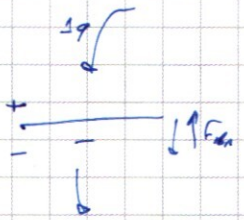
$4\sqrt{\frac{2 \cdot 20 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-1}}} = 4\sqrt{2} \cdot 10^{-2} A$

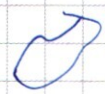
$V_1 \cos\alpha = 2V\cos^2\alpha = 2V$

$\frac{H}{h} = \frac{f}{d} = \Gamma_0$

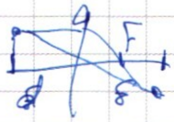
$\frac{H + \Delta H}{h} = \Gamma_0 - \frac{\Delta H}{h} = \frac{f + \Delta f}{d + \Delta d}$

$\frac{f}{d} \quad \frac{\Delta H}{h} = \frac{f + \Delta x}{d + 2Vt}$





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

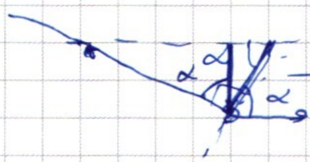


$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d} = \frac{5F \, 3}{2 \cdot 5F} = \frac{3}{2} \Rightarrow V_1 = 3V$

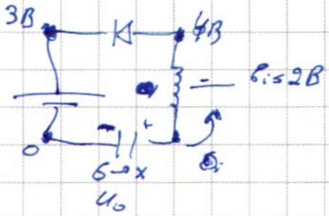
$2V\cos\alpha = 3$

$\frac{25}{3}$

$\frac{125}{3}$



$tg\alpha = \frac{\frac{5}{3}}{8/1.5} = \frac{5 \cdot 1.5}{3 \cdot 8} = \frac{25}{8}$

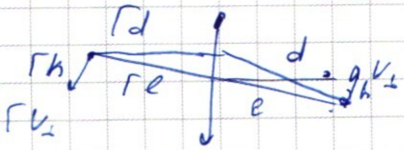


$U_3 - U_0 = E \Rightarrow U_3 = U_0 + E = 4B$

$\varphi_D - \varphi_C = -$

6+6+4 = 16

$\frac{V_1}{V_2} = \Gamma^2 = \frac{9}{4} \Rightarrow V_1 = \frac{9}{4} \cdot 2V = \frac{9}{2}V$



☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$\sqrt{\frac{25}{9}+\frac{64}{225}}=\frac{1}{3}\sqrt{25+\frac{64}{25}}=$

$676=26^2$

$=\frac{1}{3}\cdot\sqrt{\frac{625+64}{25}}$

$625+64=689$

$\frac{8}{15}\cdot\frac{3}{2}=\frac{4}{5}$

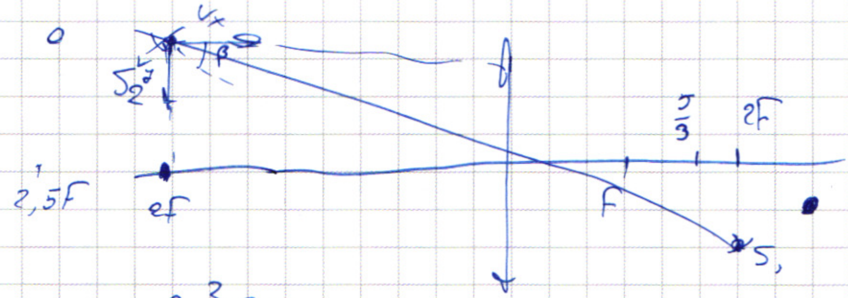
$25+26=51$

$26+26=56$

$689:13=53$

$\sqrt{\left(\frac{5}{2}\right)^2+\left(\frac{4}{5}\right)^2}=$

$\sqrt{\frac{25}{4}+\frac{16}{25}}=$



$30^2=900$

$96:4=24$

$964:4=241$

$2\sqrt{241}$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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