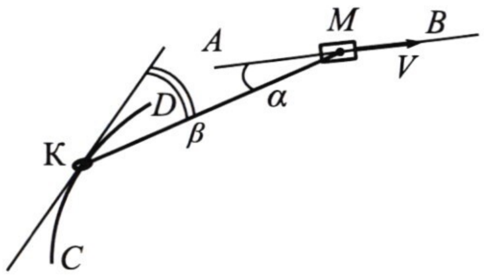
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

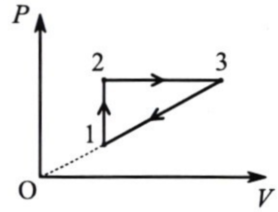
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0{,}1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1{,}9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол $\alpha(\cos\alpha = 15/17)$ с направлением движения муфты и угол $\beta(\cos\beta = 4/5)$ с направлением движения кольца.



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

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



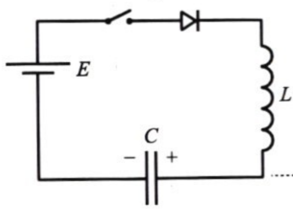
1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.
2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

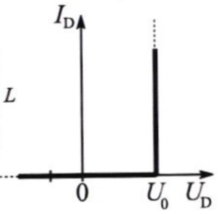
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S, расстояние между обкладками d $\left(d << \sqrt{S}\right)$. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица и через время T вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам. Удельный заряд частицы $\dfrac{q}{m} = \gamma$.

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.

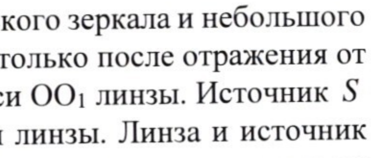
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0{,}1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 =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

№5

Дано

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

$d_1 = \frac{F}{2}$

υ

$l = F$

найти

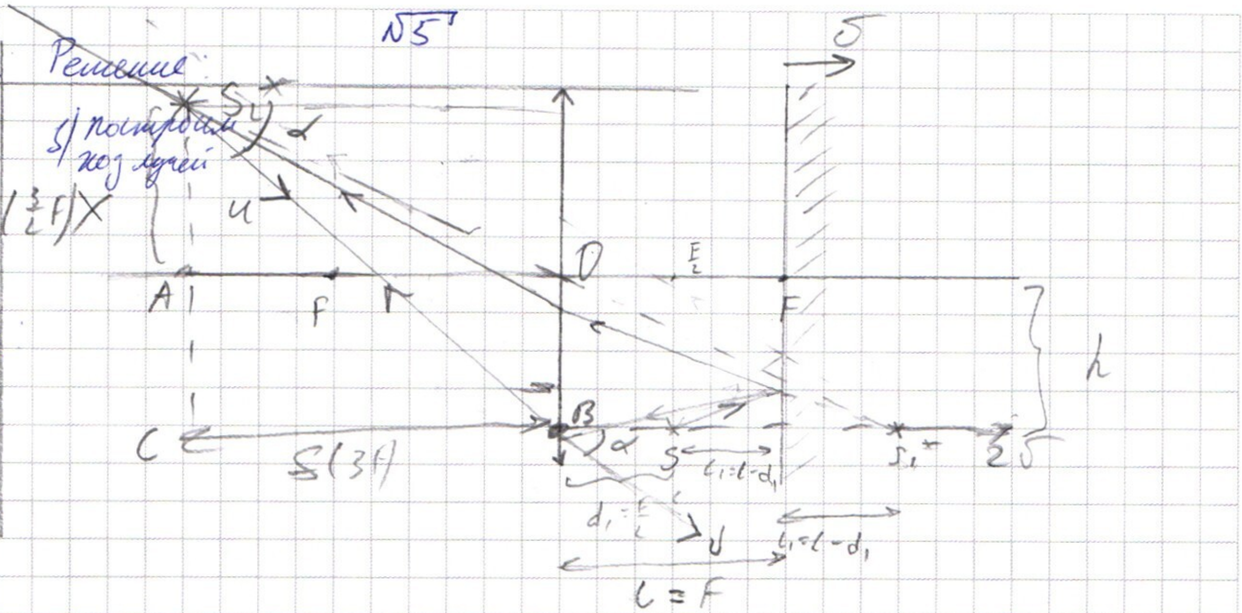
1) $f = ?$

2) $\alpha = ?$

3) $u = ?$

Решение

1) построим ход лучей



Зеркало симметрично изображает предмет на том же расстоянии по другую сторону от него. Первоначально расстояние от S до зеркала $l_1 = L - d_1 = F - \frac{F}{2} = \frac{F}{2}$. Изображение S_1^* предмета в зеркале находится на расстоянии $F + l_1 = d$; $d = F + \frac{F}{2} = \frac{3}{2}F$ от плоскости линзы. S_1^* – ~~мнимый~~ действительный предмет для линзы, т.к. от него на линзу падает расходящийся пучок лучей. По ф. тонкой линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}, \quad \text{где } d = \frac{3}{2}F$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{2}{3F} = \frac{1}{3F}, \quad \boxed{f = 3F}$$

2) Найдём, с какой скоростью от-но Земли движется S и S_1^* от-но зеркала: В СО зеркала ск-ть источника S $\upsilon_S = \upsilon$ и направлена к линзе $\Rightarrow$ ск-ть изображения $\upsilon_{S_1^*} = \upsilon$ и направлена от линзы. По ЗСС ск-ть S_1^* $\cancel{\upsilon_S}$ $\boxed{u = \upsilon + \upsilon = 2\upsilon}$ и напр. от линзы. Ск-ть изображения в системе S_1^* и ск-ть изображения S_1^* в линзе пересекаются на линзе. S_2^*, т. О и S_1^* находятся на

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле) одной прямой. Треугольники $S_1^* AO$ и OBS_1^+ подобны по 2-м углам из математики. Следовательно

$\frac{S_1^* A}{OB} = \frac{f}{d}$, по условию $OB = h = \frac{3}{4}F$,

$\cancel{d}\ f = 3F$; $d = \frac{3}{2}F$

$$\frac{S_1^* A}{\frac{3}{4}F} = \frac{3F}{\frac{3}{2}F}$$

$$\frac{S_1^* A \cdot 4}{3F} = 3F \cdot \frac{2}{3F}$$

$$S_1^* A = \frac{6F}{4} = \frac{3}{2}F$$

~~Найдем~~ Тангенс искомого угла $\alpha = \angle S_1^* B C = \frac{S_1^* C}{f}$, где

$S_1^* C = \frac{3}{2}F + \frac{3}{4}F = \frac{9}{4}F$, $f = 3F$

$$tg\,\alpha = \frac{9}{4}F \cdot \frac{1}{3F} = \frac{3}{4} = \frac{3}{4} \Rightarrow$$

$$\alpha = arctg\,\frac{3}{4}$$

3) Продольные скорость S_1^* и S_1^+ соотносятся как

$u \cdot \cos\alpha = \Gamma^2 \cdot 2v$, где Γ^2 – поперечное увеличение в системе: ~~u cos~~ $\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{3}{4}$; $4\sin\alpha = 3\cos\alpha$

$$4 - 4\cos^2\alpha = 9\cos^2\alpha$$

$$4 = 13\cos^2\alpha$$

$$\cos\alpha = \frac{2}{\sqrt{13}}$$

$\Gamma = \Gamma_1 \cdot \Gamma_2$, Γ_1 – ув-е в зеркале, $\Gamma_1 = 1$, $\Gamma_2 = \frac{f}{d}$

$\Gamma_2 = \frac{3F}{\frac{3F}{2}} = 2$ $\boxed{\Gamma = 2}$

$$u \cdot \frac{2}{\sqrt{13}} = 2^2 \cdot 2v = 8v$$

$\frac{u}{\sqrt{13}} = 4v$; $u = 4\sqrt{13}\,v$ – ск-ть изображения в системе

Ответ: 1) $f = 3F$

2) $tg\,\alpha = \frac{3}{4}$

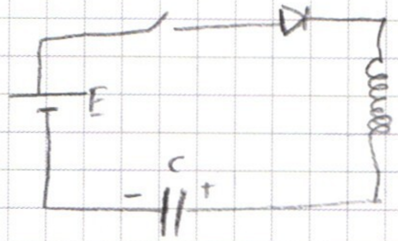
3) $u = 4\sqrt{13}\,v$

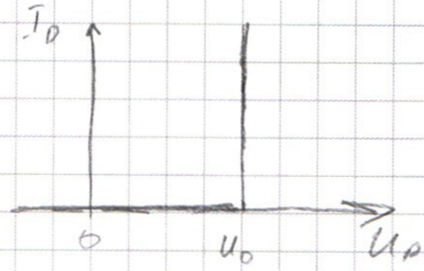
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4

Дано:
$E = 9В$
$C = 40 мкФ$
$U_1 = 5В$
$L = 0,1 Гн$
$U_0 = 1В$
найти:
1) $\frac{\Delta I}{\Delta t}(0) = ?$
2) $I_{max} = ?$
3) ~~$U_c\ t = 6$~~ $U_c = ?$

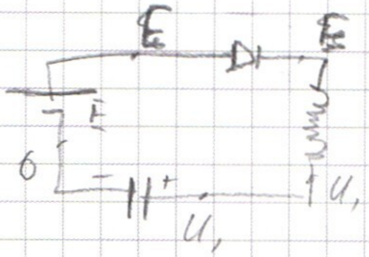
Решение:





1) Сразу после замыкания ключа напряжение на конденсаторе мгновенно не изм-ся, ток на катушке, а следовательно и в цепи, т.к. он не появится ⇒ $I(0) = 0$; $U_c(0) = U_1$. Рассчитаем цепь

Используем метод узловых потенциалов



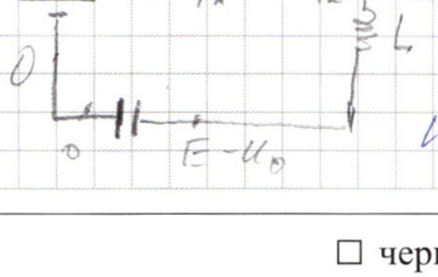
Т.к. тока в цепи нет, то тока через диод нет ⇒ по ВАХ $U_D(0) = 0$ ⇒ $U_L(0) = E - U_1$ – напр. на катушке сразу после замык. ключа

$$L\frac{\Delta I}{\Delta t}(0) = U_L(0) \Rightarrow \frac{\Delta I}{\Delta t}(0) = \frac{U_L(0)}{L} = \frac{E - U_1}{L}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t}(0) = \frac{(9-5)В}{0,1 Гн} = 40\ \frac{В}{Гн}$$

2) Максимальный ток в цепи ⇒ максимальный ток через катушку. ⇒ $U_L(T) = 0$ (напр. на катушке в момент, когда $I = I_{max}$. Ток через диод идёт, следовательно $U_D(T) = U_0$ ⇒ $\varphi_A - \varphi_K = U_0$. Т.к. $U_L(T) = 0$, то $U_C(T)$ – напряжение на конденсаторе при $I = I_{max}$;

Метод узловых потенциалов



$$U_C(T) = E - U_0 - 0 = E - U_0$$

По ЗСЭ: $A_{ист} = \Delta W_C + \Delta W_L + Q$, где $Q = 0$.
Нач эн-я на конденсаторе $W_C(0) = \frac{CU_1^2}{2}$, конечная $W_C(T) = \frac{C(E-U_0)^2}{2}$; нач. эн-я на катушке $W_L(0)=0$ (тока нет), конечная $W_L(T) = \frac{LI_{max}^2}{2}$

$A_{ист} = E \cdot q$, где q – заряд, протёкший через источник. Т.к. все элементы соединены последовательно, то $(-q) = CU_1 - C(E-U_0)$ – заряд, протёкший на правую обкладку конденсатора. Выходит, что

$$\cancel{E(CU_1 - C(E-U_0)) = \frac{C(E-U_0)^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2} + \frac{LI_{max}^2}{2}}$$

$$\cancel{2CEU_1 - 2CE^2 + 2CEU_0 = CE^2 - 2CEU_0 + CU_0^2 - CU_1^2 + LI_{max}^2}$$

$$E(C(E-U_0) - CU_1) = \frac{C(E-U_0)^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2} + \frac{LI_{max}^2}{2}$$

$$2CE^2 - \cancel{2CEU_0} - 2CEU_1 = CE^2 - \cancel{2CEU_0} + CU_0^2 - CU_1^2 + LI_{max}^2$$

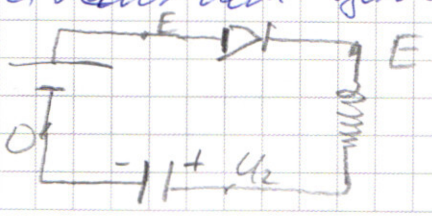
$$CE^2 - 2CEU_1 + CU_1^2 - CU_0^2 = LI_{max}^2$$

$$I_{max} = \sqrt{\frac{CE^2 - 2CEU_1 + CU_1^2 - CU_0^2}{L}}$$

$$I_{max} = \sqrt{\frac{C(E^2 - 2EU_1 + U_1^2 - U_0^2)}{L}};\quad I_{max} = \sqrt{\frac{40\cdot10^{-6}(81-90+25-1)}{0{,}1}}$$

$$I_{max} = \sqrt{40\cdot10^{-5}\cdot15} = 2\cdot10^{-2}\sqrt{15} \approx 8\cdot10^{-2}\,A = 80\,мA$$

3) ~~При~~ В уст режиме $U_C(t_{уст}) = U_C \Rightarrow$ ток через конденсатор не течёт // $\Rightarrow$ тока в цепи нет.
Раз тока нет в цепи, то напр. на диоде 0 ($U_D(t_{уст})=0$)
Рассчитаем цепь (используя МУП)



☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Из закона сохр. энергии:

$A_{ист}^* = \Delta W_c^* + \Delta W_L^* + Q$, где $Q = 0$

$W_c(0) = \frac{CU_1^2}{2}$, $W_c(t_{уст})$ – эн-я конденсатора в уст. режиме

$$W_c(t_{уст}) = \frac{CU_2^2}{2}$$

$W_L(0) = 0$, $W_L(t_{уст}) = 0$ (т.к. тока нет)

$A_{ист}^* = E \cdot q^*$, где q^* – заряд протекший через источник. $q^* = CU_2 - CU_1$. Выходит, что

$$E(CU_2 - CU_1) = \frac{CU_2^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$$

$$2EU_2 - 2EU_1 = U_2^2 - U_1^2$$

$2E(U_2 - U_1) = (U_2 - U_1)(U_2 + U_1)$. Т.к. $U_2 \neq U_1$, то

$2E = U_2 + U_1 \Rightarrow U_2 = 2E - U_1$

$U_2 = 2 \cdot 9 - 5 = 13$ В

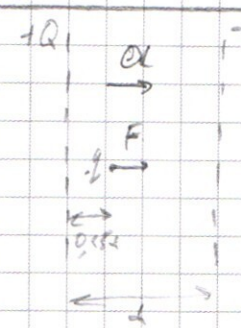
Ответ: 1) $40\ \frac{В}{Гн}$ 2) ≈ 80 мА 3) 13 В

№3

Дано:
S, d
$x = 0{,}15d$
$t = T$
$\gamma = \frac{q}{m}$

Найти:
1) $v_1 = ?$
2) $Q = ?$
3) $v_2 = ?$ (на ∞)

Решение:



1) Пусть q – заряд частицы, E – напряжённость поля м/у обкладками конд. $\boxed{E = \frac{Q}{\varepsilon_0 S}}$

Сила, действующая на частицу, определяется по формуле

$F = E \cdot q = const$

По 2ЗН: $ma = F = Eq$ $\cancel{a = \frac{Eq}{\ldots}}$ $\Rightarrow a = \frac{Eq}{m} = const$

Т.к. $a = const$, то верны формулы кинематики равноуск. движения:

$$\upsilon = \upsilon_{нач} + at, \text{ где } \upsilon_{нач} = 0,\ t = T,\ \upsilon = \upsilon_1$$

$$\upsilon_1 = aT = \frac{Eq}{m}T = \frac{Qq}{\varepsilon_0 S m}T = \frac{Q}{\varepsilon_0 S}T\gamma \quad (1)$$

По ЗСЭ:

$$A_F = \frac{m\upsilon^2}{2} - \frac{m\upsilon_0^2}{2};\ \text{т.к. } \upsilon_0 = 0,\ F = const, \text{ то}$$

$$F\cdot(d - 0{,}25d) = \frac{m\upsilon_1^2}{2}$$

$$\frac{3}{4}Eq\cdot d = \frac{m\upsilon_1^2}{2} \Rightarrow \frac{3}{2}Eqd = m\upsilon_1^2$$

$$\upsilon_1^2 = \frac{3}{2}\frac{Eqd}{m} = \frac{3}{2}E\cdot\gamma d = \frac{3}{2}\frac{Q}{\varepsilon_0 S}\gamma d \quad (2)$$

Из (1) и (2):

$$\frac{Q^2}{(\varepsilon_0 S)^2}T^2\gamma^2 = \frac{3}{2}\frac{Q}{\varepsilon_0 S}\gamma d$$

$$\frac{Q}{\varepsilon_0 S}T^2\gamma = \frac{3}{2}d \Rightarrow \boxed{Q = \frac{3d\cdot\varepsilon_0 S}{T^2\gamma}}$$

2) Подставим найденное значение Q в (1)

$$\upsilon_1 = \frac{Q}{\varepsilon_0 S}T\gamma = \frac{T\gamma}{\varepsilon_0 S}\cdot\frac{3d\,\varepsilon_0 S}{T^2\gamma} = \frac{3d}{T}$$

$$\boxed{\upsilon_1 = \frac{3d}{T}}$$

3) ~~Из ЗСЭ~~:

~~$m\upsilon$ $E_{нач} = E_{кон}$, где~~ $E_{нач} = W_C$ — эн. поля конденсатора, $E_{кон} = \frac{m\upsilon_1^2}{2}$

~~$W_C = \frac{Q^2}{2C}$, где $C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$ $W_C = \frac{Q^2 d}{2\varepsilon_0 S}$~~

~~$\frac{Q^2 d}{2\varepsilon_0 S} = \frac{m\upsilon_1^2}{2} \Rightarrow \frac{Q^2 d}{\varepsilon_0 S}$~~ Вне конденсатора поле нет $\Rightarrow$ на частицу не будут действовать никакие силы $\Rightarrow$ скорость ~~υ_2~~ на ∞ будет такой же, как υ_1 на вылете: $\boxed{\upsilon_2 = \upsilon_1 = \frac{3d}{T}}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

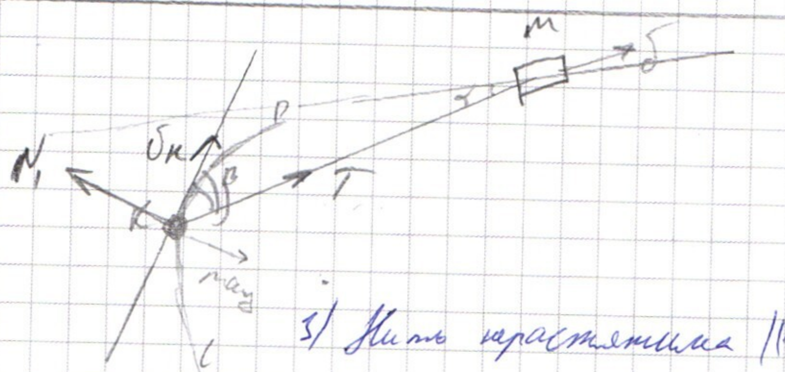
Ответ: 1) $\upsilon_1 = \frac{3d}{T}$; 2) $Q = \frac{3d\varepsilon_0 S}{T^2\delta}$; 3) $\upsilon_2 = \frac{3d}{T}$

№1

Дано:
$V = 68\ \frac{см}{с}$
$m = 0{,}1$ кг
$R = 1{,}9$ м
$l = \frac{5R}{3}$
$\cos\alpha = \frac{15}{17}$
$\cos\beta = \frac{4}{5}$

Найти:
1) $\upsilon_к = ?$
2) $\upsilon_{к\,отн} = ?$
3) $T = ?$

Решение:

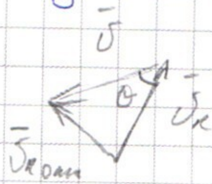


1) Нить нерастяжима $\Rightarrow$ проекции скоростей муфты и кольца на нить должны быть равны. $\upsilon_к \cdot \cos\beta = \upsilon \cdot \cos\alpha$

$$\upsilon_к = \upsilon \frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = \upsilon \cdot \frac{15 \cdot 5}{17 \cdot 4}$$

$$\boxed{\upsilon_к = 68 \cdot \frac{75}{68} = 75\ \frac{см}{с}}$$

2) По ЗСС: $\bar{\upsilon}_к = \bar{\upsilon}_{к\,отн} + \bar{\upsilon} \Rightarrow \bar{\upsilon}_{к\,отн} = \bar{\upsilon} - \bar{\upsilon}_к$



Пусть θ – угол м/у $\bar{\upsilon}$ и $\bar{\upsilon}_к$. Из геометрии $\theta = \alpha + \beta$ (по т. о внешнем угле треугольника). По т. косинусов

$$|\bar{\upsilon}_{к\,отн}| = \sqrt{\upsilon_к^2 + \upsilon^2 - 2\upsilon_к\upsilon\cos(\alpha+\beta)} = \sqrt{\cancel{\upsilon_к^2 + \upsilon^2 - 2\upsilon_к\upsilon\cos\alpha\cos\beta + 2\upsilon_к\cos}}$$

$$= \sqrt{\upsilon_к^2 + \upsilon^2 - 2\upsilon_к\upsilon\cos\alpha\cos\beta + 2\upsilon_к\upsilon\sin\alpha\sin\beta}.$$ По треугольникам Пифагора $\sin\alpha = \frac{3}{5}$; $\sin\beta = \frac{8}{17}$

$$|\bar{\upsilon}_{к\,отн}| = \sqrt{4624 + 5625 - 4320} = \sqrt{5929} = 77\ \frac{см}{с}$$

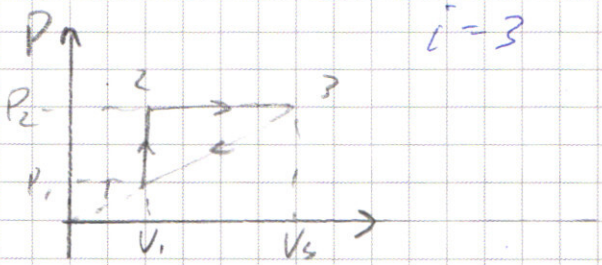
☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

$a_ц = \frac{v_к^2}{R}$

Ответ: 1) $v_к = 75 \frac{м}{с}$
2) $v_{к\,отн} = 77 \frac{м}{с}$

№2

$i = 3$ Запишем ур-е М-К.



1) $P_1 V_1 = \nu R T_1$
$P_2 V_1 = \nu R T_2$ Т.к. $P_2 > P_1$, то $T_2 > T_1$

2) $P_2 V_1 = \nu R T_2$
$P_2 V_3 = \nu R T_3$ Т.к. $V_3 > V_1$, то $T_3 > T_2$

$P_2 V_3 = \nu R T_3$ Т.к. $P_1 < P_2$, $V_1 < V_3$, $T_1 < T_3$
$P_1 V_1 = \nu R T_1$

Повышение температуры происходило на уч-ках 1-2 и 2-3. 1-2 - ~~изобара~~ изохора, 2-3 - изобара

$C_{12} = C_V = \frac{i}{2}R = \frac{3}{2}R$, $C_{23} = C_P = C_V + R = \frac{i}{2}R + R = \frac{5}{2}R$

$\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{5}{2}R \cdot \frac{2}{3R} = \frac{5}{3}$; $\boxed{\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{5}{3}}$

2) По 1 зак. термодинамики
$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$; $A_{23} = +S_{23} = P_2(V_3 - V_1)$.
Из ур-й М-К следует, что $A_{23} = \nu R (T_3 - T_2)$
$\Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R (T_3 - T_2)$ $\Rightarrow Q_{23} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) + \nu R(T_3 - T_2)$
$Q_{23} = \frac{5}{2}\nu R (T_3 - T_2)$

$\frac{Q_{23}}{A_{12}} = \frac{\frac{5}{2}\nu R(T_3 - T_2)}{\nu R(T_3 - T_2)} = \frac{5}{2}$; $\boxed{\frac{Q_{23}}{A_{12}} = \frac{5}{2}}$

Ответ: 1) $\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{5}{3}$; 2) $\frac{Q_{23}}{A_{12}} = \frac{5}{2}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\eta = \frac{Q_н - Q_х}{Q_н}$, где $Q_н = Q_{12} + Q_{23}$; $Q_х = Q_{31}$

$\boxed{Q_н - Q_х = S_{1231}}$ Если мы будем ~~увеличивать~~ уменьшать катет 1-2 в n раз и увеличивать катет 2-3 в n раз, что $S = const$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$u\cos\beta = \upsilon\cos\alpha$

В СО зеркала: $\upsilon_и = \upsilon$; в СО земли $\upsilon_и = 2\upsilon$

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

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

$f = \frac{3F}{5}$

$F - \frac{3}{5}F = \frac{2}{5}F$

$\frac{\frac{3}{5}F}{\frac{3}{2}F} = \frac{x}{\frac{3F}{4}}$

$\frac{3}{5}F \cdot \frac{2}{3F} = \frac{x \cdot 4}{3F}$

$\frac{2}{5} = \frac{4x}{3F}$

$x = \frac{6F}{20} = \frac{3}{10}F$

$\frac{3}{4}F - \frac{3}{10}F = \frac{15-6}{20} = \frac{9}{20}F$

$tg\,\alpha = \frac{9}{10}F \cdot \frac{5}{4F}$

$tg\,\alpha = \frac{9}{8}$

$\Gamma = \frac{3}{5} \cdot \frac{2}{3} = \frac{2}{5}$

$2 \cdot 75 \cdot 75 = 25 \cdot 3 \cdot 25 \cdot 3$

$9\sqrt{1-\sin^2\alpha} = 8\sin\alpha$

$81 - 81\sin^2\alpha = 64\sin^2\alpha$

$81 = 145\sin^2\alpha$

$\sin\alpha = \frac{9}{\sqrt{145}}$

$\frac{9}{8} = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}$

$\upsilon = \frac{8}{\sqrt{145}}$

$u = \frac{8\sqrt{145}}{9 \cdot 25}\cdot\upsilon$

$u = \frac{8}{225}\sqrt{145}\,\upsilon$

$u\cos\beta = \upsilon\cos\alpha$

$\frac{4}{5}u = \frac{15}{17}\upsilon$

$\upsilon_x = u_x$ иначе порвёт нить

$u = \frac{15\cdot5}{4\cdot17}\upsilon = \frac{75}{68}\upsilon = \frac{75}{68}\cdot 68 = \boxed{75\ \frac{см}{с}}$

$\bar{u} = \bar{\upsilon}_{отн} + \bar{\upsilon}$; $\bar{\upsilon}_{отн} = \bar{u} - \bar{\upsilon}$

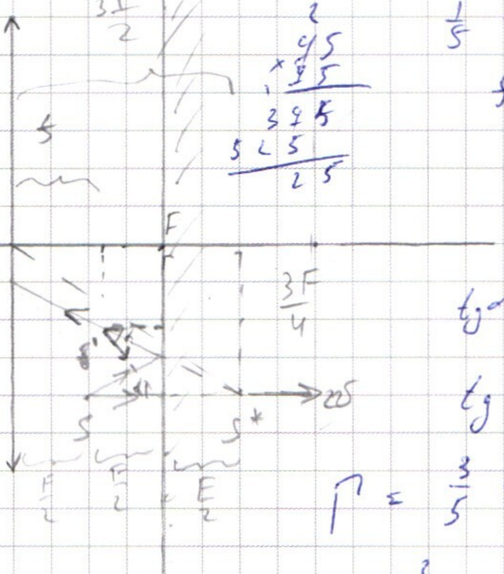
$\upsilon_{отн} = \sqrt{\upsilon^2 + u^2 - 2u\upsilon\cdot\cos(\alpha+\beta)}$

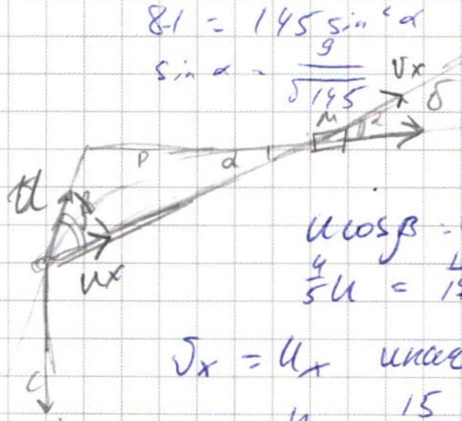
$\upsilon_{отн} = \sqrt{\upsilon^2 + u^2 - 2u\upsilon\cos\alpha\cos\beta + 2u\upsilon\sin\alpha\sin\beta}$

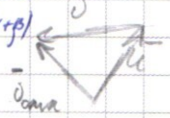
$\upsilon_{отн} = \sqrt{4624 + 5625 - 4320} = \sqrt{304 + 5625} = \sqrt{5929} = \boxed{77}$

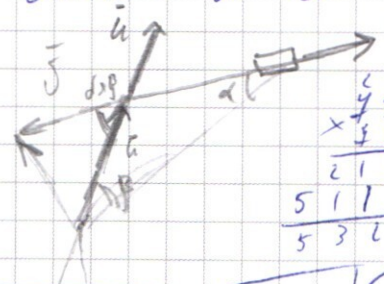
$2\cdot75\cdot68\cdot\frac{15}{17}\cdot\frac{4}{5}$; $36 - 2\cdot75\cdot68\left(\frac{4}{5}\cdot\frac{15}{17} - \frac{3}{5}\cdot\frac{8}{17}\right)$; $-2\cdot75\cdot68(60-24)/(5\cdot17)$

$68 \times 68 = 4624$; $30 \times 36 = 1080$; $1080 \times 4 = 4320$; $75 \times 75 = 5625$; $77 \times 77 = 5929$







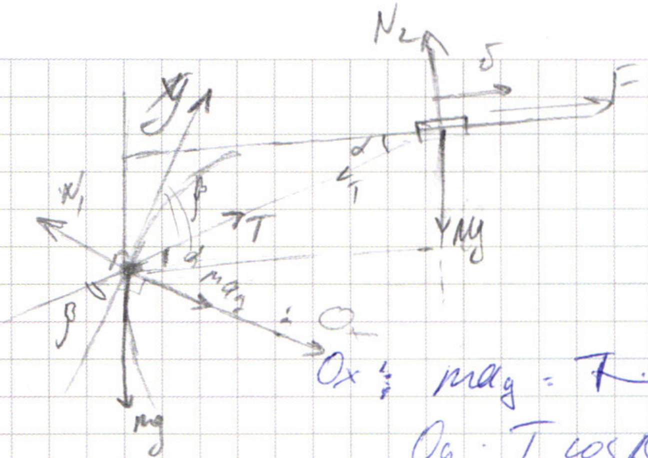


☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)



$Ox: \; ma_y = \cancel{T \cdot \sin\beta} + T \cdot \sin\beta - N_1$

$Oy: \; T\cos\beta :$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

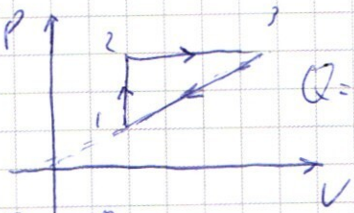
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$W = \frac{Q^2}{2C} = \frac{Q^2 d}{2\varepsilon_0 S}$

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

2.



$Q = C_V \nu \Delta$

$P_1 V_1 = \nu R T_1$

$P_2 V_1 = \nu R T_2$; $P_2 > P_1 \Rightarrow T_2 > T_1$

изохора $\Rightarrow C_V = \frac{3}{2} R$

$P_2 V_1 = \nu R T_2$ $V_3 > V_1 \Rightarrow T_3 > T_2$

$P_2 V_3 = \nu R T_3$

$C_p = \frac{3}{2} R + R = \frac{5}{2} R$

$\eta = \frac{Q_н - Q_х}{Q_н}$

$\frac{C_p}{C_V} = \frac{5}{2} R \cdot \frac{2}{3} R = \frac{5}{3}$ $\boxed{V}$

$Q_{12} = \cancel{C_V \nu R}\ C_V \nu \Delta T$

$Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$, $A_{23} = \nu R \Delta T$

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

$\boxed{\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2}}$ $C_{31} = 2R$

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

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

$Q_{31} = -2 \nu R (T_1 - T_3)$

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

$$\eta = \frac{\frac{3}{2} (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} (T_3 - T_2) - 2 (T_3 - \frac{T_3}{k^2})}{\frac{3}{2} (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \cancel{\nu R} (T_3 - T_2)}$$

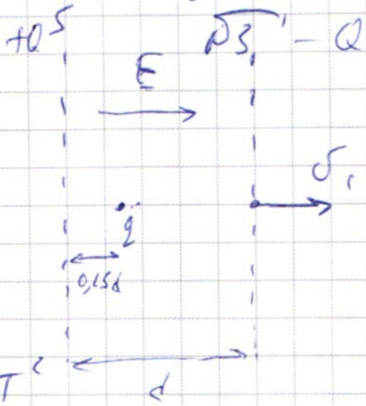
$$\eta = 1 - \cancel{\frac{2(T_3 - }{}} \frac{2 T_3 (1 - \frac{1}{k^2})}{\frac{3}{2} T_2 - \frac{3}{2} T_1 + \frac{5}{2} T_3 - \frac{5}{2} T_2} = 1 - \frac{2 T_3 (1 - \frac{1}{k^2})}{\frac{5}{2} T_3 - \frac{3}{2} T_1 - T_2}$$

$\cancel{v_1}\ F \cdot \frac{3}{4} d = \frac{m v_1^2}{2}$

$\frac{3}{4} \frac{Q q}{\varepsilon_0 S} d = \frac{m v_1^2}{2}$

$\frac{3}{4} \frac{Q \gamma}{\varepsilon_0 S} d = \frac{v_1^2}{2}$

$\frac{3}{2} \frac{Q \gamma}{\varepsilon_0 S} d = v_1^2$



$E = \frac{Q}{\varepsilon_0 S}$

$F = E \cdot q = \frac{Q q}{\varepsilon_0 S}$

$m a = F = \frac{Q q}{\varepsilon_0 S}$

$a = \frac{Q q}{m \varepsilon_0 S}$

$\cancel{v_1}\ \frac{3}{2} \frac{Q \gamma}{\varepsilon_0 S} d = \frac{Q^2 \gamma^2}{(\varepsilon_0 S)^2} T^2$

$v_1 = a T = \frac{Q \gamma}{\varepsilon_0 S} T$

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

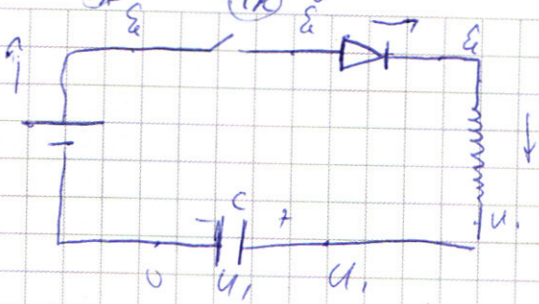
$Q = \frac{3}{2} \cancel{d \varepsilon} \quad \frac{3}{2} \frac{d \varepsilon_0 S}{\gamma T}$

$W = E \cdot p$; $W = \frac{CU^2}{2}$; $C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$; $= \frac{\varepsilon_0 S}{d}$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

$\varphi_K - \varphi_A = U_0$ $\quad \varphi_K - \mathcal{E}_e = U_0$; $\varphi_K = \mathcal{E}_e + U_0$



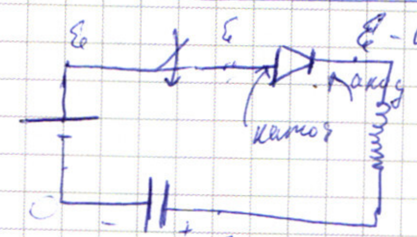
$\mathcal{E} - \varphi = U_0$

$\varphi = \mathcal{E}_e - U_0$

3/ $L\frac{\Delta I}{\Delta t} = U_L(0)$ $\quad U_L(0) = \mathcal{E}_e - U_1$

$$\boxed{\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{U_L}{L} = \frac{\mathcal{E}_e - U_1}{L}}$$

2/



$U_0 = \varphi_K - \varphi_A$

$\mathcal{E} - U_0$ дальше $M\times 1)$

напряжение на диоде: $\varphi_{катода} - \varphi_{анода}$

$A_{ист} = \mathcal{E} q_1$; $q = C(\mathcal{E}_e - U_0) - CU_1$

$A_{ист} = C\mathcal{E}_e^2 - C\mathcal{E}U_0 - C\mathcal{E}U_1$

$W_C(0) = \frac{CU_1^2}{2}$ $\quad W_C(t_y T) = \frac{C(\mathcal{E} - U_0)^2}{2}$

$W_L(T) = \frac{LI_{max}^2}{2}$

$C\mathcal{E}_e^2 - C\mathcal{E}_eU_0 - C\mathcal{E}U_1 = \frac{C(\mathcal{E}_e - U_0)^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2} + \frac{LI_{max}^2}{2}$

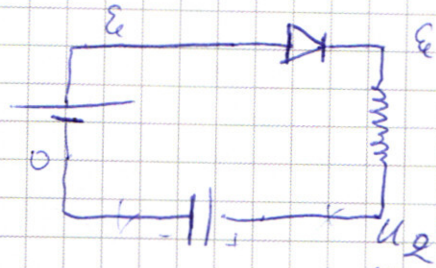
$2C\mathcal{E}_e^2 - \cancel{2C\mathcal{E}U_0} - 2C\mathcal{E}U_1 = C\mathcal{E}^2 - \cancel{2C\mathcal{E}_eU_0} + CU_0^2 - CU_1^2 + LI_{max}^2$

$C\mathcal{E}_e^2 + CU_1^2 - CU_0^2 - 2C\mathcal{E}U_1 = LI_{max}^2$

$I_{max} = \sqrt{\frac{C(\mathcal{E}^2 + U_1^2 - U_0^2 - 2\mathcal{E}U_1)}{L}} = \sqrt{\frac{40\cdot10^{-6}(81+25-1-90)}{0{,}1}}$

$I_{max} = \sqrt{40\cdot15\cdot10^{-5}} = \cancel{\sqrt{4\cdot2{,}5\cdot5\cdot5}} = 10\sqrt{2} = \sqrt{4\cdot15\cdot10^{-4}} = 2\cdot10^{-2}\sqrt{15}$

3/



$\Delta q = CU_2 - CU_1$ $\quad A_{ист} = W(T) - W(0)$

$A_{ист} = \mathcal{E}_e CU_2 - C\mathcal{E}U_1$

$\Delta W = \frac{CU_2^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$

$C\mathcal{E}U_2 - C\mathcal{E}U_1 = \frac{CU_2^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$

$2\mathcal{E}_eU_2 - 2\mathcal{E}_eU_1 = U_2^2 - U_1^2$

$U_2^2 - 2\mathcal{E}U_2 + 2\mathcal{E}U_1 - U_1^2$

$D = \mathcal{E}^2 - 2\mathcal{E}U_1 + U_1$

$U_2 = \left[\ \mathcal{E} \pm \sqrt{\mathcal{E}^2 - 2\mathcal{E}U_1 + U_1^2}\right.$

$U_2 = 9 \pm \sqrt{81 - 90 + 25} = 9 \pm 4$

$U_2 = 5В$; $U_2 = 13В$

$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$

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

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

$\frac{1}{f} = \frac{5}{3F}$

$f = \cancel{3F}$

$f = \frac{3}{5}F$

$\sqrt{5}$