

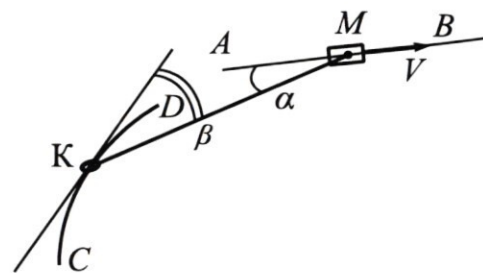
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-02

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

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 α ($\cos \alpha = 3/5$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 8/17$) с направлением движения кольца.



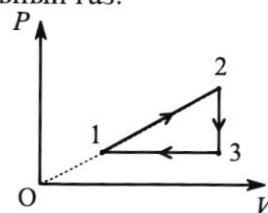
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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.

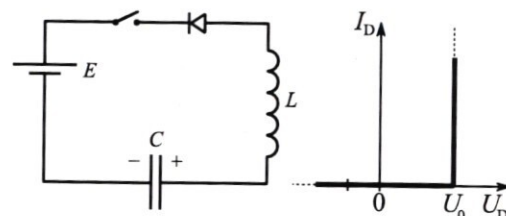


3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается между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

- 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.



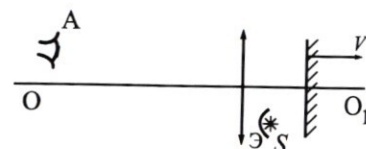
- 1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
- 3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

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?

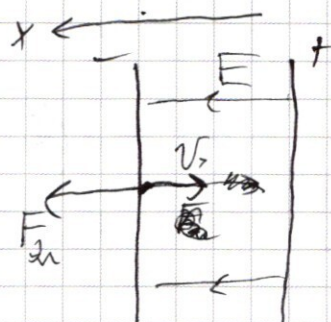
2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)

3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

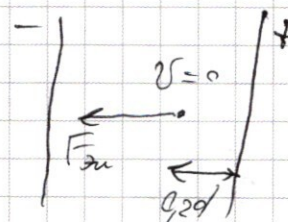
N 3



Частица вылетает со скоростью
нулевой зарядки пластины
т.е. если бы она вылетела
со скоростью „+“ она бы не остановилась, а
под действием ускорения (т.е. поле E было бы направлено
с v_1) ; $F_{эл} = qE$ (поле внутри конденсатора однородно)

По II З.И. x : $ma_x = F_{эл}$; частица внутри
конденсатора ускорится $0,8d$, остановится и начнет
ускоряться в другую сторону

$$0,8d = \frac{v_1^2}{2a} ; a = \frac{qE}{m} = \frac{qV}{1,6d}$$



$$T = \frac{1,6d}{v_1} ; ma = q \cdot E ; E = \frac{V}{1,6d \cdot x}$$

$$U = E \cdot d = \frac{V}{1,6d \cdot x} \cdot d = \frac{V}{1,6x}$$

Заметим, что т.е. поле скорости
обладает тем, значит частица разогнана до
той же скорости $0,8d = \frac{v_0^2}{2a}$; $v_0^2 = 1,6d \cdot d = v_1^2$

Ответ: 1) $T = \frac{1,6d}{v_1} = \frac{8d}{5V_1}$; 2) $U = \frac{V}{1,6d \cdot x}$; 3) $v_0 = v_1$.

S_1 - изображение
 S в зеркале

S_2 - изображение предмета

S_1 в луже. ~~(S)~~

$$d_0 = F + \frac{2F}{3} = \frac{5F}{3}$$

$$\Gamma = \frac{F}{d_0 - F} = \frac{F}{\frac{2F}{3}} = \frac{3}{2}, \text{ так } d_0 > F$$

$$F = \Gamma \cdot d = \frac{5F}{2} - \text{на этом расстоянии от}$$

плоскости наблюдатель видит предмет

перейдем в СО "зеркала"; S движется

со скоростью V влево (~~для~~ луже координаты строим
 только предмета S), S_1 движется со скоростью V

вправо,

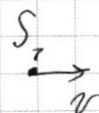
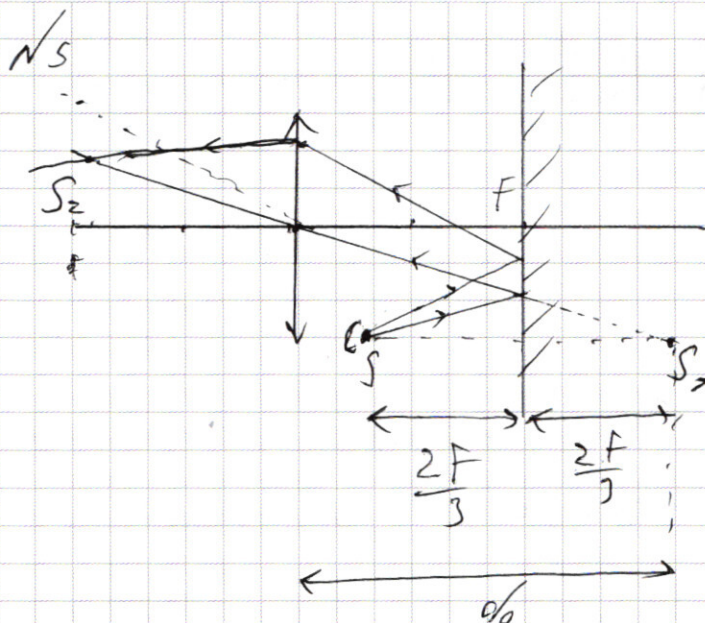
Перейдем обратно
 в СО земли.

$$V_{S_1} = V_{\text{отн}} + V_{\text{пер}} = V + V = 2V$$

S_1 движется с скоростью $2V$ в СО земли

Тогда скорость параллельная Г.Р., то

$$V_{S_2} = \Gamma^2 \cdot V_{S_1} = 2V \cdot \Gamma^2 = \frac{9}{2} V \text{ и скорость изображения}$$



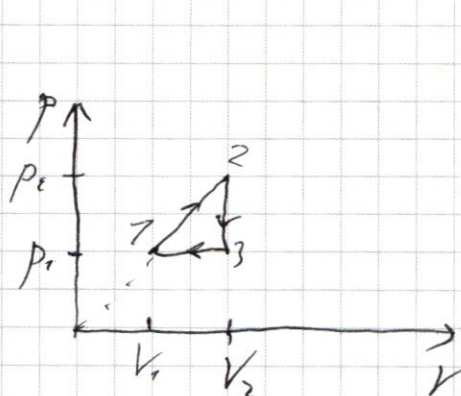
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

точка 11 Г.О.Р., то есть $\alpha = 0^\circ$.

Ответ: 1) $F = \frac{5}{2} F$; 2) $\alpha = 0^\circ$; 3) $V_{S_2} = \frac{9}{5} V$.

6 процесс 23 и
31 температура уменьшается

$C_{23} = \frac{3}{2} R$ — изохорный процесс



$C_{23} = \frac{5}{2} R$ — изобарический процесс (т.к. из уравнения)

$$\frac{C_{23}}{C_{23}} = \frac{5 \cdot 2}{2 \cdot 3} = \frac{5}{3}; \quad Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$$

$A_{12} = \frac{(P_1 + P_2)}{2} \cdot (V_2 - V_1)$ — площадь под процессом

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2} \text{ — т.к. точки лежат на изобаре, из } 0^\circ$$

$$A_{12} = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1 + P_1 V_2 - P_2 V_1}{2} = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{2} = \frac{2R(T_2 - T_1)}{2}$$

т.к. $P_1 V_2 = P_2 V_1$ и $P_2 V_2 = 2RT_2$; (закон М-К).

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} 2R(T_2 - T_1); \quad Q_{12} = 2 \cdot 2R(T_2 - T_1)$$

$$\frac{Q_{12}}{A_{12}} = \frac{2 \bar{V} R \Delta T_{12}}{\frac{5}{2} \bar{V} R \Delta T_{21}} = 4; \quad \eta = \frac{A_{12} - A_{32}}{Q_{12}} =$$

$$= \frac{\frac{\bar{V} R (T_2 - T_1)}{2} - \bar{V} R (T_3 - T_2)}{\frac{5}{2} \bar{V} R (T_2 - T_1)} = \frac{T_2 + T_2 - 2T_3}{4(T_2 - T_1)}$$

$$(1) \frac{T_2}{T_3} = \frac{p_2}{p_1} \quad (23 - \text{изохора}) \quad \frac{T_3}{T_1} = \frac{V_2}{V_1} \quad (32 - \text{изобар}) \quad (2)$$

$$\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2} \quad (12 - \text{процесс изотермический}), \quad \text{получим}$$

$$(1) \text{ и } (2), \text{ получим } \frac{T_2 \cdot T_2}{T_3^2} = \frac{p_2 V_1}{p_1 V_2} = 1$$

$$\alpha = \frac{T_3}{T_1} = \frac{T_2}{T_3}; \quad \eta = \frac{\frac{T_2}{T_3} + \frac{T_2}{T_3} - 2}{4\left(\frac{T_2}{T_3} - \frac{T_1}{T_3}\right)} \quad - \text{разделим числитель и знаменатель на } T_1$$

$$\eta = \frac{\alpha + \frac{1}{\alpha} - 2}{4\left(\alpha - \frac{1}{\alpha}\right)} = \frac{(\alpha - 1)^2}{4(\alpha^2 - 1)} = \frac{\alpha - 1}{4(\alpha + 1)}$$

$$\eta' = \frac{1}{4} \cdot \frac{\alpha + 1 - (\alpha - 1)}{(\alpha + 1)^2} = \frac{1}{2(\alpha + 1)^2} > 0, \quad \text{то } \eta \rightarrow \text{max}$$

$$\text{или } \alpha \rightarrow \infty; \quad \eta_{\text{max}} = \lim_{\alpha \rightarrow \infty} \frac{\alpha - 1}{4(\alpha + 1)} = \frac{1}{4} = 25\%$$

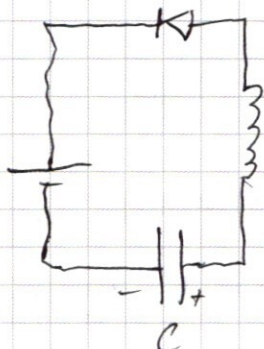
$$\text{Ответ: } 1) \frac{C_{32}}{C_{23}} = \frac{5}{3}; \quad 2) \frac{Q_{12}}{A_{12}} = 4; \quad 3) \eta_{\text{max}} = 25\%$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 5
№ 4

на диоде падает напряжение U_0
по закону Ома для цепи

$$U_1 - L \frac{dI}{dt} - U_0 - E = 0$$



$$L \frac{dI}{dt} = U_1 - U_0 - E; \quad \frac{dI}{dt} = \frac{U_1 - U_0 - E}{L} = \frac{2B}{0,2 \Gamma_H} = 10 \frac{A}{C}$$

Если ток прекратился, то $\frac{dI}{dt} = 0$, напряжение

на катушке равно 0, пусть на конденсаторе

$U_C = U_3$, то $U_3 - U_0 - E = 0$; $U_3 = U_0 + E$, то

в цепи протек заряд $\Delta q = C \cdot \Delta U_C = C \cdot (U_1 - U_3)$

$= C \cdot (U_1 - U_0 - E)$, тогда $A_{ист} = -E \cdot \Delta q = CE(U_1 - U_0 - E) \cdot (-1)$

$A_{звд} = U_0 \cdot \Delta q = -U_0 C \cdot (U_1 - U_0 - E)$ из ЗСЭ.

$$W_1 + A_{ист} + A_{звд} = W_2 + \frac{LI^2}{2}; \quad \frac{CU_1^2}{2} - CE(U_1 - U_0 - E) -$$

$$- CU_0(U_1 - U_0 - E) = \frac{CU_3^2}{2} + \frac{LI^2}{2}$$

$$\frac{L I_0^2}{2} = \frac{C}{2} (U_1^2 - (U_0 + E)^2) - C (U_1 - U_0 - E) \cdot (E + U_0)$$

$$I_0 = \sqrt{\frac{C}{L} (U_1^2 - (U_0 + E)^2 - (U_1 - U_0 - E) \cdot (E + U_0))} =$$

$$= \sqrt{\left(\frac{20 \cdot 10^{-6}}{0,2} \cdot (36 - 16 - 2 \cdot 4) \right)} A = \sqrt{72 \cdot 100 \cdot 10^{-6}} A =$$

$$= \sqrt{72} \cdot 10^{-2} A \approx 77 \text{ мА.}$$

Тогда будет продолжаться ток, однако он будет уменьшаться, поэтому зарядов хватит на некоторое количество зарядов конденсаторов, после этого ток равен 0.

$$A_{ист} + A_{дв} = -(E + U_0) \cdot C U_1; \text{ где } C U_1 = \Delta q.$$

$$\frac{C U_1^2}{2} - (E + U_0) \cdot C U_1 = W_k = C \left(\frac{U_1^2}{2} - U_0 U_1 - E U_1 \right) =$$

$$= 20 \text{ мкФ} \cdot (78 - 6 - 18) \text{ В}^2 < 0, \text{ значит конденсатор}$$

до конца не разрядится в какой-то момент

диод закроется и на конденсаторе останется заряд q_1 и ток будет равен 0.

~~где $U_2 = U_0 + E$~~ ЗСЭ.

$$A_{ист} + A_{дв} + \frac{C (U_0 + E)^2}{2} + \frac{L I_0^2}{2} = \frac{C U_2^2}{2}$$

$$\Delta q_1 = C (U_3 - U_2) = C \cdot (E + U_0 - U_2)$$

$$A_{ист} + A_{дв} = -(E + U_0) \cdot C \cdot (E + U_0 - U_2)$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$C \cdot U_2 (E + U_0) - C (E + U_0)^2 + \frac{C(U_0 + E)^2}{2} + \frac{L I_0^2}{2} = \frac{C U_2^2}{2}$$

Все в СК.

$$4U_2 - 76 + 8 + \frac{L I_0^2}{2C} = \frac{U_2^2}{2}$$

$$\frac{U_2^2}{2} - 4U_2 + 8 - \frac{12 \cdot 10^{-4} \cdot 2 \cdot 10^{-7}}{2 \cdot 20 \cdot 10^{-6}} = 0$$

$$U_2^2 - 8U_2 + 16 - 12 = 0; \quad U_2^2 - 8U_2 + 4 = 0$$

$$D = 76 - 4 = 72; \quad U_2 = (4 - \sqrt{12})B, \text{ т.к. } U_2 = 4 + \sqrt{12} B > U_0$$

$$U_2 = 2(2 - \sqrt{3})B \approx 0,6B$$

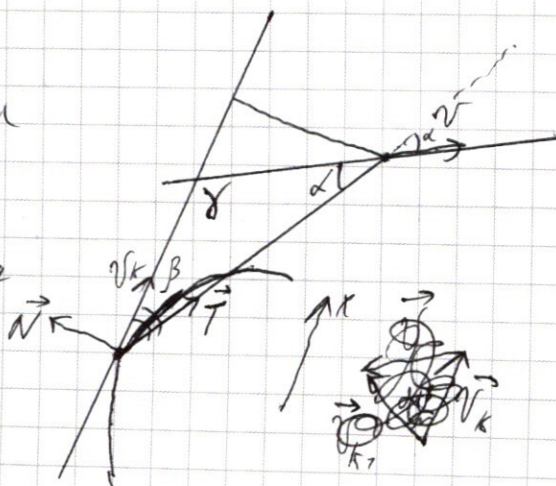
Ищем: 1) $\frac{dI}{dt} = 10 \frac{A}{c}$; 2) $I_0 \approx 77 \text{ мА}$.

3) $U_2 \approx 0,6B$.

N 7

П.к. трос не свисает и
не провисает, то проекция
скорости троса на ось // тросу
равна $V_k \cos \beta = V \cos \alpha$

$$V_k = \frac{3 - 77}{5 \cdot 8} \cdot 40 \frac{\text{см}}{c} = 57 \frac{\text{см}}{c}$$



$$\frac{d}{dt} \cos \beta$$

$$\alpha + \beta = \gamma = \text{const}$$

$$\alpha = \gamma - \beta$$

$$\cos(\beta + \alpha) = 1$$

$$\frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{v_x}{v}$$

$$\frac{d}{dt} \cos \alpha = \frac{v \cdot \frac{d}{dt} \left(\frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \right)}{\cos \beta} = \frac{v}{\cos \beta} \cdot \frac{d}{dt} \left(\frac{\cos(\gamma - \beta)}{\cos \beta} \right)$$

$$\cos \beta = \frac{b_0 + v t \cos \gamma}{l}$$

$$\sin \beta = \frac{\sqrt{l^2 - (b_0 + v t \cos \gamma)^2}}{l}$$

$$\frac{d}{dt} \cos \alpha = \frac{v}{\cos \beta} \cdot \frac{d}{dt} \left(\frac{\cos \gamma \cdot \cos \beta + \sin \gamma \cdot \sin \beta}{\cos \beta} \right) =$$

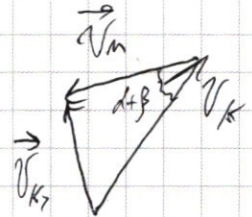
$$= \frac{v}{\cos \beta} \cdot \frac{d}{dt} (\cos \gamma + \sin \gamma \cdot \tan \beta) =$$

$$\tan \beta = \frac{b_0 + v t \sin \gamma}{b_0 + v t \cos \gamma} = \frac{v \cdot \sin \gamma}{\cos \gamma} \cdot \frac{d}{dt} \frac{b_0 + v t \sin \gamma}{b_0 + v t \cos \gamma}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Перемещение в СО мушкетера

$$\vec{v}_{k1} = \vec{v}_k - \vec{v}_m, \quad \text{где } \vec{v}_k \text{ и } \vec{v}_m \text{ — векторы скорости пушки и мушкетера соответственно}$$



по теореме косинусов

$$v_{k1}^2 = v_m^2 + v_k^2 - 2v_k v_m \cos(\alpha + \beta)$$

$$\sin \alpha = \frac{4}{5}; \quad \sin \beta = \frac{\sqrt{289 - 64}}{17} = \frac{15}{17}$$

$$v_{k1}^2 = 40^2 + 57^2 - 2 \cdot 40 \cdot 57 \cdot \left(\frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} \right) =$$

$$= 4201 + \frac{2 \cdot 40 \cdot 57 \cdot 36}{5 \cdot 17} = 4201 + 16 \cdot 3 \cdot 36 = 5929 = 77^2$$

$$v_{k1} = 77 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \quad \text{По II З.и. } m \vec{a}_k = \vec{N} + \vec{T},$$

в проекции на x . $T \cos \beta = m a_{\text{тан.}}$, скорость мушкетера не увеличивается, так в процессе движения

механизм удерживает $v_k(t) \cdot \cos \beta(t) = v \cdot \cos \alpha(t)$, значит $\alpha + \beta = \text{const} = \gamma$, то $\beta(t) = \gamma$ — где угловая.

$$v_k(t) \cdot \cos \beta(t) = v \cdot \cos(\gamma - \beta(t))$$

$$v_k(t) = v \cdot (\cos \gamma + \sin \gamma \cdot \tan \beta)$$

$$\frac{dv_k}{dt} = a_{\text{норм}} = \frac{T \cos \beta}{m}$$

$$\frac{dv_k}{dt} = v \cdot \frac{d}{dt} (\cos \gamma + \sin \gamma \cdot \tan \beta) = v \cdot \sin \gamma \cdot \frac{d}{dt} (\tan \beta)$$

$$\tan \beta = \frac{a_0 + v_m \sin \gamma \cdot t}{b_0 - v_k \cdot t + v_m \cos \gamma \cdot t}$$

где начало $t \rightarrow 0$
 $\tan \beta = \tan \beta = \frac{a(t)}{b(t)} =$

$$= \frac{a_0 + v_m \sin \gamma \cdot t}{b_0 - v_k \cdot t + v_m \cos \gamma \cdot t} ; \quad \tan \beta = \frac{v_m \cdot \sin \gamma (b_0 - v_k t + v_m \cos \gamma t)}{b_0^2 - (-v_k + v_m \cos \gamma) \cdot (a_0 + v_m \sin \gamma t)}$$

$$= \frac{v_m \cdot \sin \gamma \cdot b_0 + (v_k - v_m \cos \gamma) \cdot a_0}{b_0^2}$$

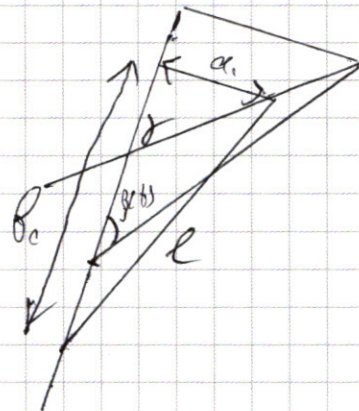
$$(\tan \beta)' = \frac{v_m \cdot \sin \gamma \cdot b_0 + (v_k - v_m \cos \gamma) \cdot a_0}{b_0^2} ; \quad a. \text{ и } b.$$

где известные стороны треугольника

$$a_0 = l \sin \gamma ; \quad b_0 = l \cdot \cos \gamma = \frac{77}{75} \cdot 7,7 \cdot \frac{8}{77} = \frac{8}{75} \cdot 7,7$$

$$a_0 = \frac{17}{75} \cdot 7,7 \cdot \frac{15}{77} = 1,2 ; \quad \cos \gamma = -\frac{36}{5,77} ; \quad \sin \gamma = \frac{\sqrt{6929}}{5,77}$$

$$(\tan \beta)' = \frac{40 \cdot \frac{\sqrt{6929}}{5,77} \cdot \frac{8}{75} \cdot 7,7 + (40 + \frac{57 \cdot 36}{5,77}) \cdot 7,7}{b_0^2}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$(tg \beta)' = \frac{1,2 \cdot 15^2 \left(\frac{408 \sqrt{6929}}{8 \cdot 77} \cdot \frac{8}{75} \cdot 740 + \frac{3 \cdot 36}{5} \right)}{64 - 1,2^2} = \frac{15^2}{64} \cdot \left(\frac{87 \cdot 64}{75 \cdot 77} + 40 + 20 \right)$$

$$T = \frac{m}{\cos \beta} \cdot v \cdot \sin \alpha \cdot (tg \beta)', \quad tg \beta' = \frac{225}{64} \cdot 80 \approx 200, \quad T = \frac{77}{8 \cdot 100} \cdot 40 \cdot \frac{87}{5 \cdot 77}$$

Ответ: 1) $v_k = 57 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

$$= \frac{77 \cdot 40 \cdot 87}{200 \cdot 8 \cdot 5 \cdot 77} \cdot 200 = 9 \cdot 8 \cdot 200 = \frac{15000}{100} = 150 \text{ Н}$$

2) $v_{\text{отн}} = 77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

3) $T \approx 150 \text{ Н}$

6919

$$\begin{array}{r} 8 \\ \times 83 \\ \hline 249 \\ 684 \\ \hline 7089 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 30 \\ 95 \\ 36 \end{array}$$

7225 -

$$\begin{array}{r} 7225 \\ - 7296 \\ \hline 6929 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 289 \\ \times 25 \\ \hline 7445 \\ 571 \\ \hline 7225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ + 36 \\ \hline 72 \\ 708 \\ \hline 7296 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 85 \\ \times 85 \\ \hline 425 \\ 690 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 85:55 \\ 578 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$d_0 = F + \frac{2}{3}F$
 $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{F}$
 $\frac{2}{F} = \frac{d \cdot F}{F \cdot d}$
 $f = \frac{F \cdot d}{d - F} = F \cdot \frac{\frac{22}{75}}{\frac{22}{75} - 1} = \frac{22 \cdot 75}{75 - 22} F = \frac{22 \cdot 75}{53} F$
 $d_0 = F + \frac{2F}{3} = \frac{5F}{3}$
 $I = \frac{F}{d - F} = \frac{F}{\frac{2}{3}F} = \frac{3}{2}$
 $f = \frac{\frac{5F}{3} \cdot F}{\frac{2}{3}F} = \frac{5}{2}F$
 using the formula for the work of the force
 $S_2 = \text{work of } 2U, \text{ m} ; S_2 = U_{\text{eq}} I^2 \cdot 2U$
 $= \frac{9}{4} \cdot 2U = \frac{9}{2}U ; S_2 = \frac{8 \cdot 3}{5 \cdot 5} F = \frac{24}{25} F$

$$4u_z^2 - 16 + 8 + \frac{L \cdot \dot{\varphi}^2}{2C} = \frac{u_z^2}{2}$$

$$\frac{u_z^2}{2} + 4u_z - 8 + \frac{20 \cdot 10^{-4}}{2} = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 12 \cdot 10^{-4}}{20 \cdot 10^{-6}}$$

$$v_k \cos \beta = v_{\text{сн}}$$

$$20 \cdot 10^{-6} = v_k \cdot \frac{\cos \alpha \cdot v}{\cos \beta}$$

$$= 2 \cdot 10^{-5}$$

$$\frac{10^{-5}}{20^{-7}}$$

$$\frac{u_z^2}{2} + 4u_z - 20 =$$

$$v_{\text{сн}} = \sqrt{v_k^2 + v^2 - 2v_k \cdot v \cos(\alpha + \beta)}$$

$$u_z^2 + 8u_z - 4 =$$

$$m a_z = -T \cos \alpha ; a_{zx} = \frac{T \cos^2 \alpha}{m}$$

$$D_1 = 16 + 4000$$

$$m a_z = T \sin \beta \cos \beta ; a_z = T \sin \beta \cos \beta$$

$$u_z = -4 + \sqrt{20} \text{ в}$$

$$N + T \sin \beta = m a_y$$

As

$$\alpha_k \cdot \sin \beta + \alpha_k \cdot \cos \beta = \alpha_{rk}$$

$$N = T$$

$$T \cos \beta - N = \frac{m v_k^2}{R}$$

$$T \sin \beta = m a_k$$

$$\begin{array}{r} 77 \\ \times 77 \\ \hline 539 \\ 539 \\ \hline 5929 \end{array}$$

$$D_1 = 16 - 4 = 12$$

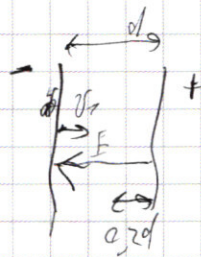
$$\frac{m v_1^2}{2} = E q a d.$$

$$U = Ed; \quad m a = q E$$

~~$$m a = q E;$$~~

$$E = \frac{m \cdot v_1^2}{2 q d \cdot x}$$

$$U = \frac{v_1^2}{2 q d}; \quad U_0 = U_1$$



$$a d = \frac{a t^2}{2}; \quad a = \frac{v_1}{t} = \frac{v_1^2}{2 q d}$$

$$a d = \frac{v_1 t}{2}$$

$$T = \frac{2 q d}{v_1}$$

$$S_1 = 1, x$$

$$1,7 \cdot 10^{-2} \text{ Грн}$$

$$dI = \frac{U}{L} \cdot dt \rightarrow \text{B}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{U_1 - E - U_0}{L} = \frac{2}{0,2} =$$

$$= 10 \frac{\text{A}}{\text{C}}$$

$$\frac{dI}{dt} = 0$$

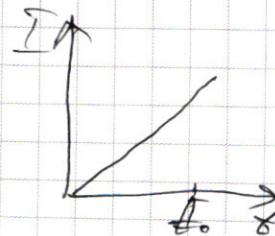
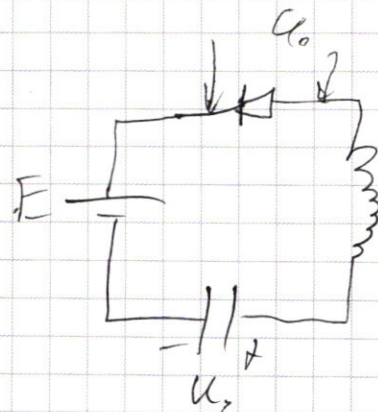
$$U_c = U_0 + E = 4 \text{ В}$$

$$\Delta q = C \cdot \Delta U = C \cdot (U_1 - U_0 - E)$$

$$W_1 + A_{\text{вн}} = W_2 + \frac{L I^2}{2} + Q'_{\text{вн}}$$

$$\frac{C U_1^2}{2} - \frac{C (U_0 + E)^2}{2} - C E (U_1 - U_0 - E) = \frac{L I^2}{2} + U_0 \cdot I$$

$$\frac{1}{2} C U_1^2 = 2 C U_0$$



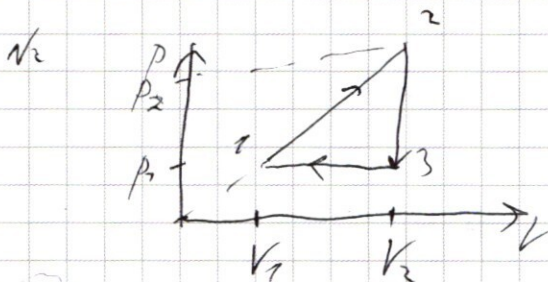
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

23 - нагреватель T

31 - холодильник

$$C_{23} = \frac{3}{2} R; C_{13} = \frac{5}{2} R; dQ = C V dT$$

$$\frac{C_{23}}{C_{13}} = \frac{3 \cdot 2}{2 \cdot 5} = \frac{3}{5}$$



$$\eta = \frac{\Delta + \frac{1}{\Delta} - 2}{4(\Delta - \frac{1}{\Delta})} = \frac{\Delta^2 - 2\Delta + 1}{4\Delta^2 - 4} = \frac{(\Delta - 1)^2}{4(\Delta^2 - 1)}$$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{(p_1 + p_2)(V_2 - V_1)}{2} = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{2}; A = \frac{\gamma R}{2} \Delta T$$

$$Q = \gamma R \Delta T; \frac{Q}{A} = \frac{2}{\frac{\gamma}{2}} = 4$$

$$\eta = \frac{\Sigma Q}{Q_1} = \frac{\frac{\gamma R (T_2 - T_1)}{2} - \frac{\gamma R (T_3 - T_2)}{2}}{\frac{\gamma R (T_2 - T_1)}{2}} = \frac{\Delta - 1}{4(\Delta + 1)} = \frac{1}{4}$$

$$= \frac{T_2 - T_1 - 2T_3 + 2T_2}{4(T_2 - T_1)} = \frac{T_2 + 2T_2 - T_3 - T_3}{4(T_2 - T_1)} = \frac{T_2 + T_2 - 2T_3}{4(T_2 - T_1)} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

$$\gamma R \frac{3}{2} (T_2 - T_1) + \frac{\gamma R}{2} (T_3 - T_2) + \frac{\gamma R}{2} (T_2 - T_3) = 0; T_2 \rightarrow \infty$$

$$\eta = \frac{3}{4} = 0.75$$

$$T_2 - T_1 + T_3 - T_2 + T_2 - T_3 = 0$$

$$\eta = \frac{1}{2}$$

$$T_3 = T_2 T_1; \frac{T_3}{T_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2}{p_1} \Rightarrow \frac{T_3}{T_1} = \frac{p_2}{p_1} \Rightarrow \frac{T_3}{T_2} = \frac{p_2}{p_1} \Rightarrow \frac{T_3}{T_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$\frac{T_2}{T_3} = \frac{p_2}{p_1}; \frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2}$$

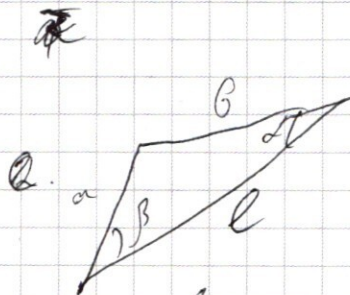
$$\frac{T_2 T_3}{T_1^2} = \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{V_2}{V_1} = 1$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$d\theta = l + v dt$$

$$OK = OK - R\delta = v\delta t$$

$$\delta = \omega dt$$



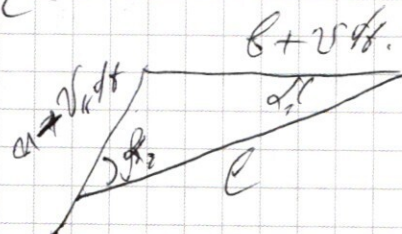
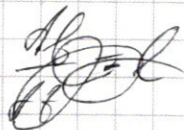
$$l = \sin(\alpha + \beta) \sin \alpha \sin \alpha$$

$$\alpha = \frac{l \sin(\alpha + \beta)}{\sin \alpha}$$

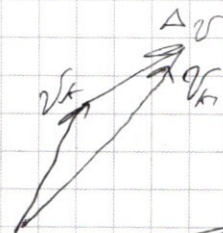
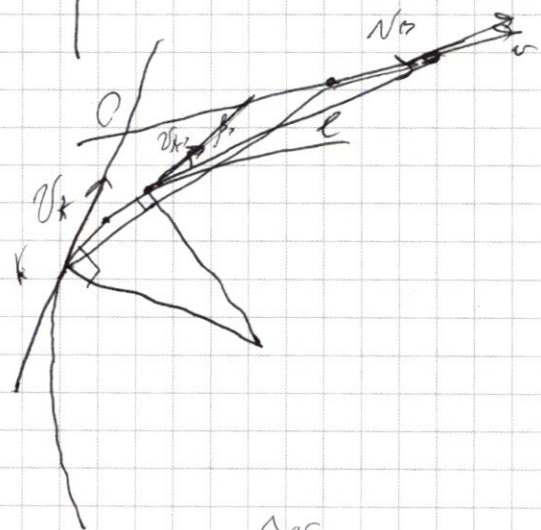
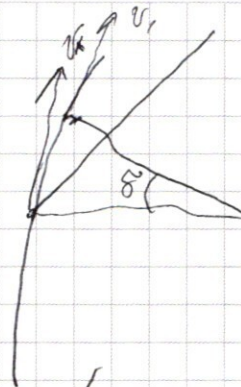
$$b = \frac{l \sin(\alpha + \beta)}{\sin \alpha}$$

$$AB = l$$

$$AB = v dt + l$$



$$\frac{l \sin(\alpha + \beta)}{b + v dt} = \frac{l \sin(\alpha + \beta)}{\sin \alpha}$$



$$N_k + \frac{d_{\text{max}} \cdot dt}{L} \cos(\beta + \Delta\beta) = \frac{v \cdot dt \cdot \cos(\beta + \Delta\beta)}{L} = \frac{v}{L} \cdot dt \cdot \cos(\beta + \Delta\beta)$$

$$(v_k + \Delta v) \cdot \Delta \varphi = C U_1$$

$$A = (E + U_0) \cdot C U_1$$

$$W_s = C \cos(\beta + \Delta\beta) \cdot \frac{v \cdot dt \cdot \cos(\beta + \Delta\beta)}{L} = \cos(\beta + \Delta\beta) \cdot \frac{v \cdot dt \cdot \cos(\beta + \Delta\beta)}{L}$$

$$\max \quad \Delta - \Delta\beta$$

$$U_3 = U_0 + E$$

$$\Delta \varphi = C(U_1 - U_0 - E)$$

$$T \cos \beta, \max$$

$$\alpha_m \cos \alpha = \alpha_r$$

$$\alpha_r = \alpha_{\text{max}} \cdot \cos \beta + \alpha_{\text{min}} \cdot \sin \beta$$

$$\alpha_{\text{min}} = \frac{v_x^2}{R}$$

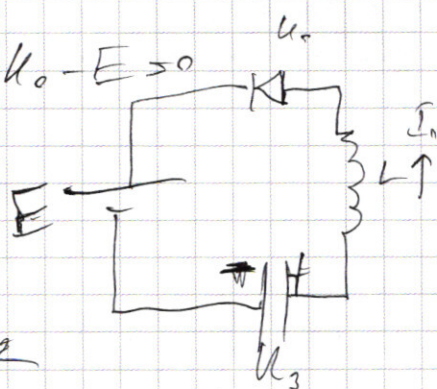
$$\alpha_m = 0$$

$$T \sin \beta = \max$$

$$\max_{\text{не}} = T \sin \beta - N$$

$$\max_{\text{к}} = T \cos \beta$$

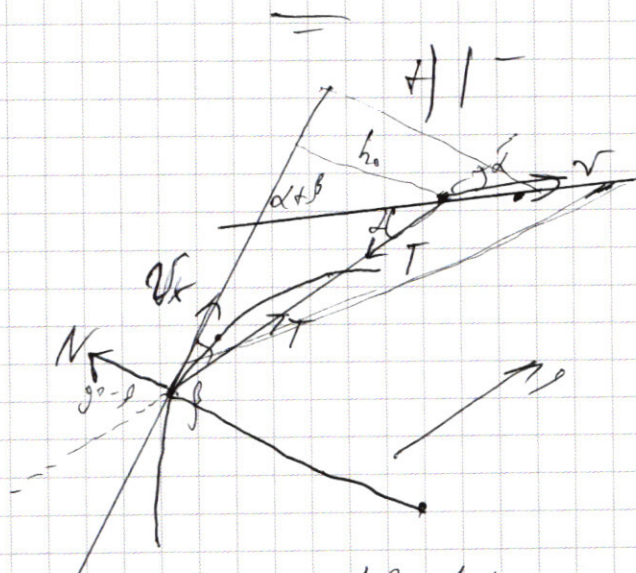
$$(v + \Delta v) \cdot \cos(\beta + \Delta\beta) = v \cdot \cos(\Delta - \Delta\beta)$$



$$(E + U_0) \cdot \Delta \varphi$$

$$\frac{C U_1^2}{2} = (E + U_0) \cdot \Delta \varphi + \frac{C U_3^2}{2} + \frac{L I^2}{2}$$

$$\frac{C U_1^2}{2} = (E + U_0) \cdot L (U_1 - U_0 - E) + \frac{C (U_0 + E)^2}{2} + \frac{L I^2}{2}$$



$$\Delta \beta = \Delta \alpha$$