

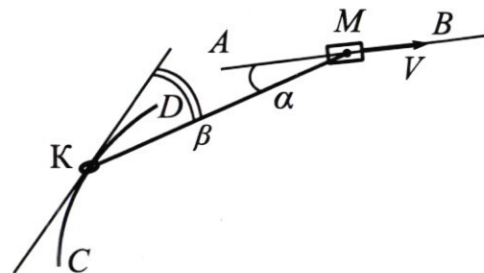
Олимпиада «Физтех» по физике, с

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.



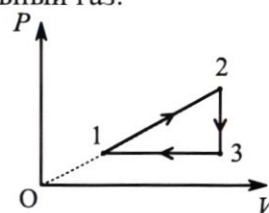
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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.

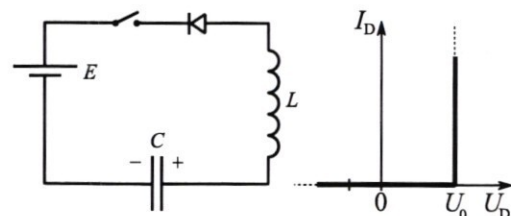
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,2$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке,

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.

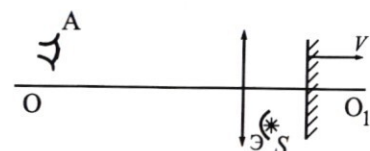


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник 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?

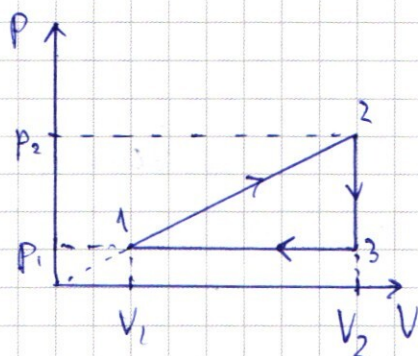
2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)

3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N2



$$1) \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

$$A_{23} = 0, \text{ т.к. } V = \text{const}$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3)$$

$$A_{31} = p_1 (V_1 - V_2) = p_1 V_1 - p_1 V_2 = \nu R (T_1 - T_3)$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$p_1 V_2 = \nu R T_3$$

$$1 \rightarrow 2: p \uparrow; V \uparrow \Rightarrow T \uparrow$$

$$2 \rightarrow 3: p \downarrow; V = \text{const} \Rightarrow T \downarrow$$

$$3 \rightarrow 1: p = \text{const}; V \downarrow \Rightarrow T \downarrow$$

$$Q_{23} = C_V \nu (T_3 - T_2)$$

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

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

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = \frac{5}{2} \nu R (T_1 - T_3)$$

$$C_V \nu (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) \Rightarrow C_V = \frac{3}{2} R$$

$$C_P \nu (T_1 - T_3) = \frac{5}{2} \nu R (T_1 - T_3) \Rightarrow C_P = \frac{5}{2} R \Rightarrow \frac{C_P}{C_V} = \frac{5}{3}$$

$$2) \text{ Пусть } p = \alpha V, \text{ тогда } p_1 = \alpha V_1; p_2 = \alpha V_2$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} (p_1 + p_2) (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} (\alpha V_1 + \alpha V_2) (V_2 - V_1) = \frac{\alpha}{2} (V_2^2 - V_1^2)$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} (\alpha V_2^2 - \alpha V_1^2) = \frac{3\alpha}{2} (V_2^2 - V_1^2)$$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{\alpha}{2} (V_2^2 - V_1^2) + \frac{3\alpha}{2} (V_2^2 - V_1^2) = 2\alpha (V_2^2 - V_1^2)$$

$$\frac{Q_{12}}{A_{12}} = \frac{2\alpha (V_2^2 - V_1^2)}{\frac{\alpha}{2} (V_2^2 - V_1^2)} = 4$$

$$3) A_z = \frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} (2V_2 - 2V_1) (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} (V_2 - V_1)^2$$

$Q_{\text{нагр.}} = Q_{12}$, т.к. в процессах $2 \rightarrow 3$ и $3 \rightarrow 1$ раз
охлаждается и нагревается.

$$\eta = \frac{A_z}{Q_{\text{нагр.}}} = \frac{\frac{1}{2} (V_2 - V_1)^2}{2(V_2 - V_1)(V_2 + V_1)} = \frac{(V_2 - V_1)}{4(V_2 + V_1)}$$

По теореме Карно КПД цикла не может превышать
КПД цикла Карно при тех же температурах
нагрева и охлаждения.

Здесь $T_x = T_{\min} = T_1$; $T_H = T_{\max} = T_2$

$$\begin{aligned} p_1 V_1 &= 2RT_1 \rightarrow 2V_1^2 = 2RT_1 \\ p_2 V_2 &= 2RT_2 \rightarrow 2V_2^2 = 2RT_2 \end{aligned} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{V_1^2}{V_2^2} = \frac{T_x}{T_H}$$

$$\eta_{\text{Карно}} = 1 - \frac{T_x}{T_H} = 1 - \frac{V_1^2}{V_2^2} = \frac{V_2^2 - V_1^2}{V_2^2}$$

$$\eta = 1 - \frac{|Q_{\text{х}}|}{Q_{\text{н}}} = \frac{\frac{1}{2} (5V_1^2 - 3V_2^2 - 2V_1V_2)}{2(V_2^2 - V_1^2)}$$

$$\frac{5V_1^2 - 3V_2^2 - 2V_1V_2}{V_2^2 - V_1^2} = \frac{V_1^2}{V_2^2}$$

$$5V_1^2V_2^2 - 3V_2^4 - 2V_1V_2^3 = V_1^2V_2^2 - V_1^4 \quad | : V_2^4$$

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

$$V_2^3 - V_1V_2^2 = 4V_2^3 - 4V_2V_1^2 + 4V_1V_2^2 - 4V_1^3 \quad | : V_2^3$$

$$1 - \frac{V_1}{V_2} = 4 - 4\frac{V_1^2}{V_2^2} + 4\frac{V_1}{V_2} - 4\frac{V_1^3}{V_2^3}$$

Пусть $\frac{V_1}{V_2} = t$, тогда

$$4t^3 + 4t^2 - 5t - 3 = 0$$

заменим, что $t=1$ - корень.

$$(t-1)(4t^2 + 8t + 3) = 0$$

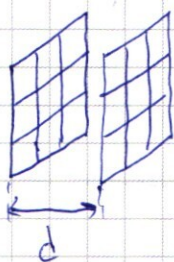
$$D_1 = 16 - 12 = 4$$

$$t_{1,2} = \frac{-4 \pm 2}{4} = \left[-\frac{3}{2}, -\frac{1}{2} \right]$$

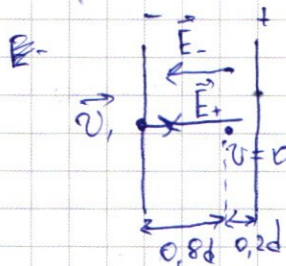
$$\eta = 75\%$$

Ответ: 1) $\frac{5}{3}$; 2) $\frac{Q_{\text{н}}}{A_{12}} = 4$; 3) 75%

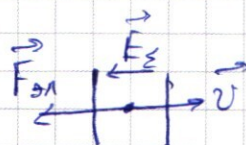
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



N 3



Т.к. пластина установлена внутри конденсатора и $q > 0$, то результирующая $\vec{E}_z$ э. поля внутри конденсатора направлена против скорости частицы значит Φ убывает дальше $\Rightarrow$ частица до остановки пролетела $0,8d$



$$1) \quad m a = F_{эл} = q E$$

$$a = \frac{q}{m} E = \gamma E$$

$$v(T) = v_1 - aT = 0$$

$$v_1 = aT = \gamma E T$$

$$s(T) = v_1 T - \frac{aT^2}{2} = v_1 T - \frac{\gamma E T^2}{2} = 0,8d$$

$$v_1 T - \frac{v_1 T}{2} = \frac{v_1 T}{2} = 0,8d \Rightarrow T = \frac{1,6d}{v_1}$$

$$2) \quad E = \frac{U}{d} \Rightarrow v_1 = \gamma \cdot \frac{U}{d} \cdot \frac{1,6d}{v_1} \Rightarrow U = \frac{v_1^2}{1,6\gamma}$$

$$3) \quad \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + A \Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + qU \quad \left| \cdot \frac{2}{m} \right.$$

$$A = q \Delta \varphi = q(\varphi_1 - \varphi_2) = +q\varphi_1 = +qU$$

$$v_0^2 = v_1^2 + 2\gamma U = v_1^2 + 2\gamma \cdot \frac{v_1^2}{1,6\gamma} = v_1^2 + 1,25v_1^2$$

$$v_0 = \sqrt{2,25v_1^2} = 1,5v_1$$

Ответ: 1) $T = \frac{1,6\phi}{v_1}$; 2) $U = \frac{v_1^2}{1,6\gamma}$; 3) $v_0 = 1,5v_1$

Дано:

$$E = 3 \text{ В}$$

$$C = 20 \text{ мкФ} = 20 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$

$$U_1 = 6 \text{ В}$$

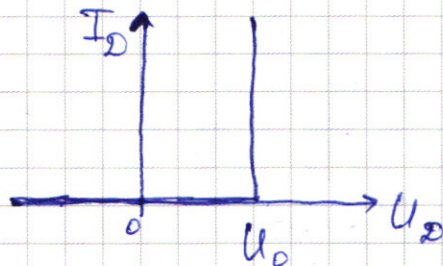
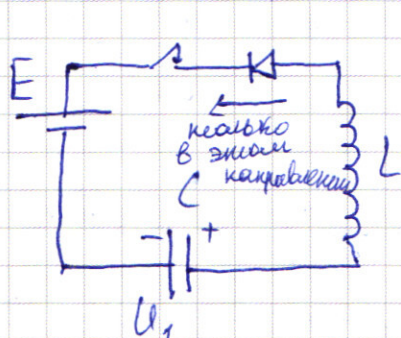
$$L = 0,2 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

$$1) \dot{I}_0 - ?$$

$$2) I_{\max} - ?$$

$$3) U_2 - ?$$



$$\mathcal{E}_i = -L \frac{dI}{dt} = -L \dot{I}$$

1) В начальный момент после замыкания ключа

$$U_1 + \mathcal{E}_i - E - U_0 = 0$$

$$U_1 - L \dot{I} - E - U_0 = 0$$

$$\dot{I} = \frac{U_1 - E - U_0}{L} = \frac{6 - 3 - 1}{0,2} = 10 \text{ А/с}$$

2) Конденсатор разряжается, напряжение на нем падает, ток будет максимален когда $\dot{I} = 0$

$$U_k(t) - L \dot{I} - E - U_0 = 0$$

$$\dot{I} = \frac{U_k(t) - E - U_0}{L} = 0 \Rightarrow U_k = E + U_0$$

$$W_0 = W_{\text{МДТ}} + W_k$$

$$\frac{CU_1^2}{2} = \frac{LI_{\max}^2}{2} + \frac{CU_k^2}{2} \Rightarrow I_{\max} = \sqrt{\frac{C(U_1^2 - U_k^2)}{L}} = \sqrt{\frac{C(U_1^2 - (E + U_0)^2)}{L}}$$

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{20 \cdot 10^{-6} \cdot (36 - 16)}{0,2}} = \sqrt{\frac{20 \cdot 20 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-2}}} = \sqrt{20} \approx 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ А}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

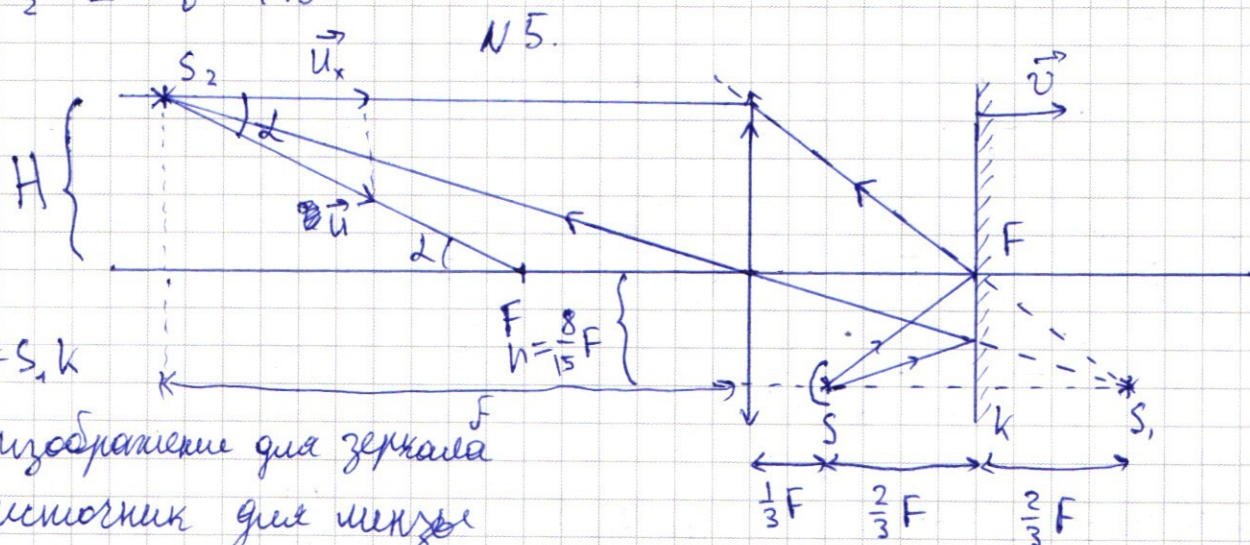
3) В установившемся режиме $\varepsilon_i = 0$, тогда

$$U_1 - E - U_0 = 0$$

$$U_1 = E + U_0 = 3 + 1 = 4 \text{ B}$$

Омбене: 1) $\dot{I} = \frac{U_1 - E - U_0}{L} = 10 \text{ A/c}$; 2) $I_{\max} = \sqrt{\frac{C(U_1^2 - (E + U_0)^2)}{L}} \approx 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ A}$

$$3) U_2 = E + U_0 = 4 \text{ B}$$



S_1 - изображение для зеркала

S_1 - источник для мензур

$1S_2$ - изображение для микры

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

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{\frac{5}{2}F^2}{\frac{2}{3}F} = \frac{5}{2}F$$

2) Если зеркало сместится на ∞ расстояние, то изображение в линзе попадет на фокус, значит, $\vec{u}$ изображения, направлено к фокусу.

$$r = \frac{f}{d} = \frac{H}{h} \Rightarrow H = \frac{f h}{d} = \frac{\frac{5}{2} F \cdot \frac{48}{515} R}{\frac{5}{2} R} = \frac{4}{5} F$$

Тогда $\operatorname{tg} \alpha = \frac{H}{f-F} = \frac{\frac{4}{5}F}{\frac{3}{2}F} = \frac{8}{15}$

$$\alpha = \arctg \frac{8}{15}$$

3) Пусть расстояние от S до Σ зеркала равно l
тогда расстояние до изображения в зеркале $2l$
За время Δt эти расстояния изменяются так:

$(l + \Delta l)$ до зеркала $2(l + \Delta l)$ до изображ. в зеркале
где $\Delta l = \frac{v}{\Delta t}$, тогда $2\Delta l = \frac{v_{из}}{\Delta t} = \frac{2v}{\Delta t} \Rightarrow v_{из} = 2v$

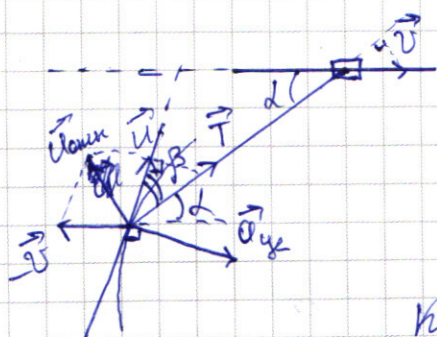
$$\Gamma = \frac{u_x}{v_{из}} = \frac{u_x}{2v} \quad \Gamma = \frac{f}{d}$$

$$\frac{u_x}{2v} = \frac{f}{d} \quad u_x = \frac{2vf}{d}$$

$$u = \frac{u_x}{\cos \alpha} = \frac{2vf \cdot 17}{d \cdot 15} = \frac{2v \cdot \frac{5}{2}F \cdot 17}{8 + 5 \cdot \frac{5}{2}F} = \frac{51v}{5}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{64}{225}}} = \sqrt{\frac{225}{289}} = \frac{15}{17}$$

Ответ: 1) $f = \frac{5}{2}F$; 2) $\alpha = \arctg \frac{8}{15}$; 3) $u = \frac{51}{5}v$



1) Плоскость сообщает часть скорости на плос, равную $v \cos \alpha$

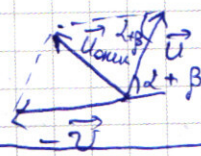
Плос в свою очередь сообщает навывес часть этой скорости,

тогда скорость навывеса $= u = v \cos \alpha \cos \beta = \frac{24}{85}v = \frac{24 \cdot 17}{85} \approx 12,8$
 $\approx 0,128 \text{ м/с}$

2) $\vec{u}_{нав} = \vec{u} - \vec{v}$ навывес паралл-н

тогда

$$u_{нав} = \sqrt{u^2 + v^2 - 2(\vec{u} \cdot \vec{v}) \cos(\alpha + \beta)} = \sqrt{u^2 + v^2 - 2(u \cdot v \cos(\pi - (\alpha + \beta))) \cos(\alpha + \beta)}$$





ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

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

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3)$$

$$A_s = \frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_2 - V_1)$$

$$\eta = 1 - \frac{A_s}{Q_{12}} = 1 - \frac{A_s}{4A_{12}} = 1 - \frac{\frac{1}{2}(V_2 - V_1)^2}{2 \times (V_2^2 - V_1^2)} =$$

$$A_{12} = \frac{Q_{12}}{4} = \frac{1}{2} (p_1 + p_2) (V_2 - V_1) =$$

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

$$A_{12} - A_s = p_1 (V_2 - V_1)$$

$$2V_1^2 = \nu R T_1$$

$$2V_2^2 = \nu R T_2$$

$$2V_3^2 = \nu R T_3$$

$$T_x = T_1$$

$$T_y = T_2$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{V_1^2}{V_2^2}$$

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

$$4t^3 + 4t^2 - 5t - 3 = 0$$

$$V_2^3 - V_1 V_2^2 = 4V_1^2 V_2 + 4V_1^3$$

$$4V_1^3 + 4V_1^2 V_2 - V_1 V_2^2 - V_2^3 = 0$$

$$4 \frac{V_1^3}{V_2^3} + 4 \frac{V_1^2}{V_2^2} - \frac{V_1}{V_2} - 1 = 0$$

$$4t^3 + 4t^2 - t - 1 = 0$$

$$\frac{4t^3 + 4t^2 - t - 1}{4t^3 + 4t^2} = \frac{-t - 1}{4t^2 - 1}$$

$$Q_x = \frac{3}{2} (V_1 V_1 - V_2^2) + \frac{5}{2} (V_1^2 - V_2 V_2) = \frac{3}{2} (V_1^2 - 3V_2^2 - 2V_1 V_2)$$

$$Q_x = \frac{3}{2} (5V_1^2 - 3V_2^2 - 2V_1 V_2) (t+1)(2t-1)(2t+1) = 0$$

$$t = \frac{1}{2} \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{V_1^2}{V_2^2} = \frac{1}{4}$$

$$\eta = 1 - \frac{V_1^2}{V_2^2} = \frac{3}{4} = 75\%$$

$$5V_1^2 V_2^2$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} (p_1 V_2 - p_2 V_2) = \frac{3}{2} (2V_1 V_2 - 2V_2^2)$$

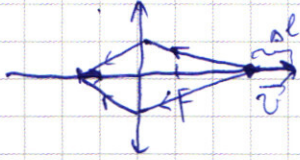
$$Q_{31} = \frac{3}{2} (p_1 V_1 - p_2 V_2) + p_1 (V_1 - V_2) =$$

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

$$= \frac{5}{2} (V_1^2 - V_1 V_2)$$

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

$$\frac{3V_2 + 5V_1}{4(V_2 + V_1)} = \frac{V_1^2}{V_2^2}$$



$$d = 3F$$

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

$$\Delta l = F$$

$$\Delta l = v \Delta t$$

$$d_1 = 4F$$

$$f_1 = \frac{4F^2}{3F} = \frac{4}{3}F$$

$$\Delta l_s = f - f_1 = \left(\frac{3}{2} - \frac{4}{3}\right)F = \frac{9-8}{6}F = \frac{1}{6}F$$

$$\Delta l_s = u \Delta t \Rightarrow u = \frac{1}{6}v$$

$$d_0 = 2F$$

$$f_0 = 2F$$

$$d_1 = 4F$$

$$f_1 = \frac{4F^2}{3F} = \frac{4}{3}F$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{1}{1 + \tan^2 \alpha}$$

$$\sqrt{\frac{1}{1 + \frac{64}{225}}} = \sqrt{\frac{225}{289}} = \frac{15}{17}$$

$$\Delta l_d = 2F = v \Delta t \quad 2F - \frac{4}{3}F =$$

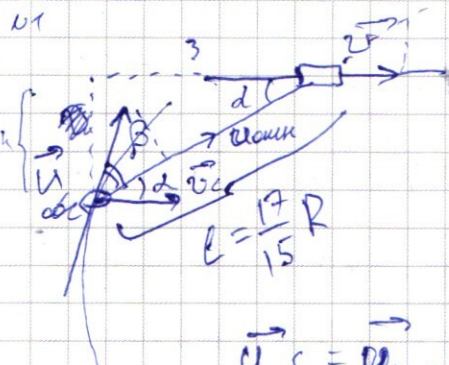
$$\Delta l_f = \frac{2}{3}F = u \Delta t$$

$$\frac{u}{v} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{f}{d} = \frac{1}{1} = \frac{\frac{4}{3}}{4} = \frac{1}{3}$$

10,2

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$v \sqrt{1 + \frac{24}{85^2} - \frac{24}{85^2}} = v \quad 2u \cdot 0.4 = \frac{2.0}{4} \cdot 9.685$$

$$u \cos \beta = v \cos \alpha$$

$$u = v \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 40 \cdot \frac{3.17}{5.8} = 51 \text{ км/ч}$$

$$\vec{u}_{\text{абс}} = \vec{u}_{\text{мех}} + \vec{v}$$

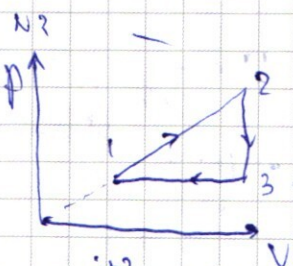
$$\angle(\vec{u}; \vec{v}) = \alpha + \beta$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \frac{3.17}{5.8} \cdot \frac{1.6}{8} - \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} \sqrt{1 - \cos^2 \beta}$$

$$\text{OX: } v \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \cdot \cos(\alpha + \beta) = u_{\text{мех}} \cos \alpha + v$$

$$u_{\text{мех}} = \frac{v \left(\frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \cdot \cos(\alpha + \beta) - 1 \right)}{\cos \alpha}$$

$$\frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} - \sqrt{1 - \frac{9}{25}} \sqrt{1 - \frac{64}{289}} = \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} = \frac{3 \cdot 4(2-3)}{5 \cdot 17} = \frac{12}{5 \cdot 17}$$



$$2 \rightarrow 3: V = \text{const}, p \downarrow \Rightarrow T \downarrow$$

$$3 \rightarrow 1: p = \text{const}, V \downarrow \Rightarrow T \downarrow$$

$$1 \rightarrow 2: p \uparrow, V \uparrow \Rightarrow T \uparrow$$

$$p_1 = 2V_1, \quad p_2 = 2V_2$$

$$A = \frac{1}{2}(p_1 + p_2)(V_2 - V_1)$$

$$\Delta U = \frac{3}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$C_p = \frac{i+2}{2} R, \quad C_v = \frac{i}{2} R \Rightarrow \frac{C_p}{C_v} = \frac{i+2}{i} = \frac{5}{3}$$

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

$$\Delta U = \frac{3}{2}(V_2^2 - V_1^2)$$

$$Q = A + \Delta U = 2(V_2^2 - V_1^2)$$

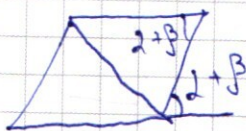
$$Q = 4$$

$$\eta = 1 - \frac{|Q_1|}{Q_2} = 1 - \frac{|Q_1| + |Q_3|}{Q_1} = 1 - \frac{|\Delta U_{23}| + |\Delta U_{31}| + |A_{31}|}{Q_1} = 1 - \frac{3}{2}$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2}(p_3 V_2 - p_2 V_2)$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2}(p_1 V_1 - p_3 V_2)$$

$$A_{31} = p_1(V_2 - V_1)$$



$$Q_1 = U - 94$$

$$20 \cdot 5 = 125$$

$$16 \cdot 3 = 48$$

$$12 \cdot 8 = 96$$

$$4 \cdot 3 = 12$$

$$38 \cdot 4 = 152$$

$$512$$

$$5504$$

$$Q_{31} = C_p \Delta T_{31} \quad Q_{23} = C_p \Delta T_{23} \quad \sqrt{20} \approx 1,4 \cdot 3,2 \approx 4,48$$

$$Q = C_p \Delta T \quad Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} = \frac{3}{2} \Delta R (T_1 - T_3) + p_1 V_1 - p_1 V_2 = \frac{3}{2} \Delta R (T_1 - T_3) + \Delta R (T_1 - T_3) = \frac{5}{2} \Delta R (T_1 - T_3) = C_p \Delta T_{31}$$

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

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

$$C_v = \frac{3}{2} R$$

$$A = q \Delta \varphi$$

$$\varphi_1$$

$$\frac{Q_{23} + Q_{31}}{Q_{12}} = \frac{\frac{5}{2} \Delta R (T_1 - T_3) + \frac{3}{2} \Delta R (T_3 - T_2)}{\frac{1}{2} (p_1 + p_2) (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} \Delta R (T_2 - T_1)} = \frac{\frac{5}{2} p_1 V_1 - \frac{5}{2} p_1 V_2 + \frac{3}{2} p_1 V_2 - \frac{3}{2} p_2 V_2}{\frac{1}{2} p_1 V_2 - \frac{1}{2} p_1 V_1 + \frac{1}{2} p_2 V_2 - \frac{1}{2} p_2 V_1 + \frac{3}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1}$$

$$1 - \frac{T_x}{T_u} = 1 - \frac{\frac{p_1 V_1}{\Delta R}}{\frac{p_2 V_2}{\Delta R}} = 1 - \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = 1 - \frac{\Delta U_1^2}{\Delta U_2^2}$$

$$\frac{\frac{5}{2} \Delta U_1^2 - p_1 V_1 V_2 - \frac{3}{2} \Delta U_2^2}{2 \Delta U_2^2 + \frac{1}{2} p_1 V_1 V_2 - \frac{1}{2} p_2 V_1 V_2 - 2 \Delta U_1^2} = \frac{\frac{5}{2} V_1^2 - V_1 V_2 - \frac{3}{2} V_2^2}{2 V_2^2 - 2 V_1^2}$$

$$A = \frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} (V_2 - V_1)^2$$

$$Q = \frac{1}{2} (p_2 + p_1) (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} (V_2 - V_1) (V_2 + V_1)$$

$$\frac{A}{Q} = \frac{1}{V_2 + V_1}$$

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

$$F_{\text{ЭП}} = \frac{U}{d}$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

$$ma = F_{\text{ЭП}}$$

$$ma = qE$$

$$a = \gamma E = \frac{\gamma \sigma}{\epsilon_0}$$

$$v_1 = \gamma U d \cdot \frac{1,6d}{v_1}$$

$$\frac{v_1 T}{2} = 0,8d \quad U =$$

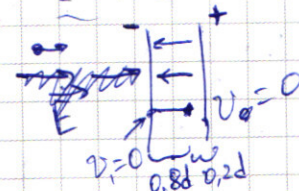
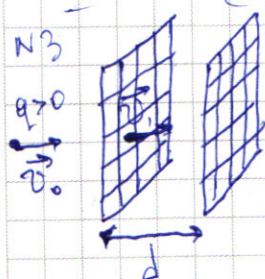
$$s(T) = 0,8d = v_1 T - \frac{a T^2}{2} = v_1 T - \frac{\gamma F_{\text{ЭП}} T^2}{2} = 0,8d$$

$$F_{\text{ЭП}} = \frac{U}{dT} = \frac{U}{d} = U d$$

$$U = \frac{v_1 d}{\gamma T} = \frac{v_1 \cdot 0,8d}{\gamma \cdot 1,6d} = \frac{v_1}{1,6\gamma}$$

$$T = \frac{1,6d}{v_1}$$

$$U = \frac{v_1}{\gamma T d} = \frac{v_1 \cdot v_1}{\gamma \cdot 1,6d^2} = \frac{v_1^2}{1,6\gamma d^2}$$



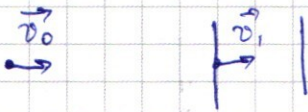
$$v(T) = v_1 - aT = 0$$

$$v_1 = \gamma T \cdot \gamma F_{\text{ЭП}}$$

$$v_1 T - \frac{\gamma \cdot v_1 T^2}{2} = 0,8d$$

$$U = \frac{v_1 d}{\gamma T} = \frac{v_1 \cdot 0,8d}{\gamma \cdot 1,6d} = \frac{v_1}{1,6\gamma}$$

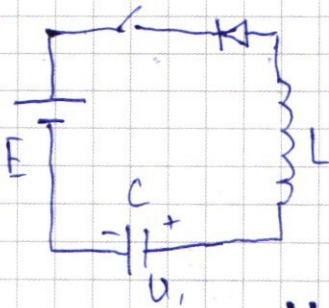
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + A$$

$$v_0^2 = v_1^2 + 2\gamma \Delta\varphi$$

$$v_0 = \sqrt{v_1^2 + 2\gamma \varphi_1}$$



E, C, U_0, L, U_0

Замк. ключ

конденсатор разряжается

$$|E_0| = +L \frac{dI}{dt}$$

$$U_2 - E - U_0 - E = 0$$

$$U_2 = U_0 + E$$

$$U_1 - L \dot{I} - U_0 - E = 0$$

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

$I_{\max}$ при $\dot{I} = 0$

$$U_k = U_0 + E$$

$$I_{\max} =$$

$$\varphi_{\infty} = 0$$

$$\varphi_1 = \frac{E}{\gamma}$$

$$E = \gamma \varphi_1$$

$$A = q \Delta\varphi$$

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

$$F = qE$$

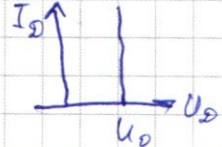
$$A = E \cdot l$$

$$E d = \frac{U d^2}{\epsilon}$$

$$E q = U d$$

$$E d = \frac{U d^2}{\epsilon}$$

$$\varphi_1 = E d = \frac{U d^2}{\epsilon}$$

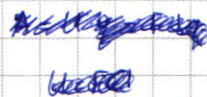


$$U_1 - L \frac{dI}{dt} - U_0 - E - \sum \text{напряж. в кон. моменты}$$

$$U_k(t) - L \frac{dI}{dt} - U_0 - E = 0$$

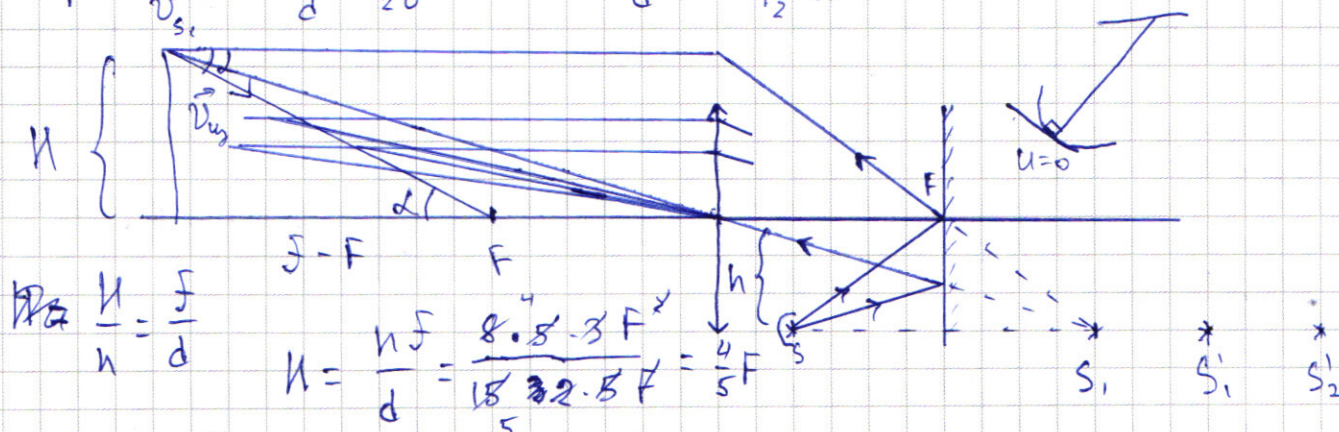
$$\frac{CU_1^2}{2} = \frac{LI_{\max}^2}{2} + \frac{C(U_0 + E)^2}{2}$$

$$I_{\max} = \sqrt{C(U_1^2 - (U_0 + E)^2)} = \sqrt{20 \cdot 10^{-6} (36 - 16)} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$



$$r^2 = \frac{u}{v_s} \Rightarrow \frac{f^2}{d^2} = \frac{u}{2v}$$

$$U = \frac{20 \text{ V}^2}{4} = \frac{20 \cdot 25 \text{ F}^2 \cdot 9}{4 \cdot 25 \text{ F}^2} = \frac{9}{2} \text{ V}$$



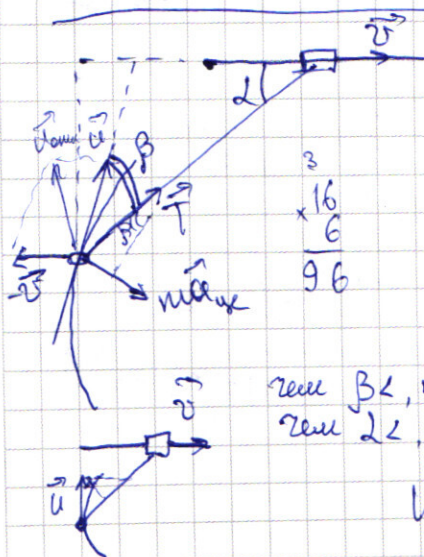
$$\underline{\alpha = \arctg \frac{H}{f-F} = \arctg \frac{4-2}{5-3} = \arctg \frac{8}{15}}$$

$$A = qC_1$$

$$\varphi_1 \sim k \cdot \frac{q}{r} \sim U$$

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

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 17 \\ \hline 68 \\ 104 \end{array}$$



$$ma = T \sin \beta$$

$$\frac{mu^2}{R} = T \sin \beta$$

$$\frac{25}{156} = 0,16$$

Wenn $\beta < 1$, dann $\dot{U} > 0$
 Wenn $\beta > 1$, dann $\dot{U} < 0$

$$u = v \cos \alpha \cos \beta$$

$$T = \frac{mu^2}{R \sin \beta} = \frac{m \cdot v^2 \cos \alpha}{R \sin \beta \cos \beta} =$$

$$= \frac{mv^2 \cos \beta}{R \cos \beta \sqrt{1 - \cos^2 \beta}} = \frac{1.8 \times 10^{-27} \times 0.4 \times 3 \times 10^8}{5.17 \times 10^{-27} \times 15} =$$

$$= \frac{12,289^{0,6}}{75 \cdot 34} = \frac{10,4}{75} \approx \frac{2}{15} \approx 0,17$$

$$l + 12l$$