

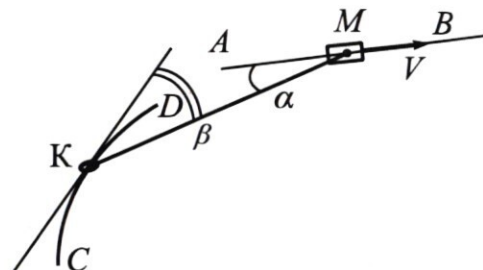
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

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

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 α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 4/5$) с направлением движения кольца.



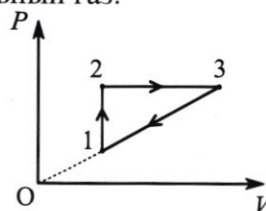
- ✓1) Найти скорость кольца в этот момент.
- ✓2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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 ($d \ll \sqrt{S}$). 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

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

✓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.

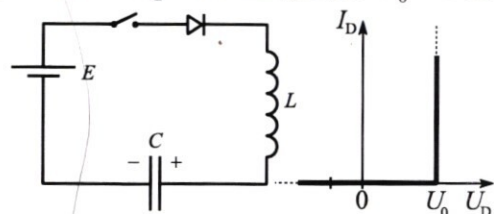
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$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

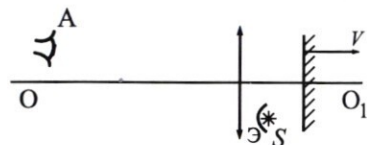


✓5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

1) $f_{\text{сист}} = ?$
2) $L = ?$
3) $v^* = ?$

2) СО линзы.

Закон сложения скоростей

$\vec{v}_{\text{ход}} = \vec{v}_{\text{пер}} + \vec{v}_{\text{отн}}$

Продолжения скоростей в СО линзы пересекаются в одной точке (см. рис.)

Рис. 1: Оптическая схема. Предмет S^* находится на расстоянии d_1 от линзы. Изображение S' находится на расстоянии d_2 от линзы. Фокусное расстояние F . Оптическая сила f . Расстояние от предмета до изображения L . Скорость предмета v . Скорость изображения v^* . Скорость линзы $v_{\text{лин}}$. Скорость изображения от линзы $2v$.

Рис. 2: Векторная диаграмма. Векторы $\vec{v}_{\text{пер}}$, $\vec{v}_{\text{отн}}$ и $\vec{v}_{\text{ход}}$ сложены по правилу треугольника.

Рис. 3: Геометрическая конструкция. Построены продолжения векторов скорости в системе отсчета линзы. Получены соотношения: $\frac{3F}{2} = \frac{x}{3F-x}$ и $\frac{3F}{2} = \frac{x}{3F-x} \Rightarrow x = 6F - 2x \Rightarrow 3x = 6F \Rightarrow x = 2F$.

Решение:

$$f_{\text{сист}} = \frac{F \cdot \frac{3}{2}F}{\frac{3}{2}F - F} = \frac{\frac{3}{2}F^2}{\frac{1}{2}F} = 3F$$

$$\Gamma_{\text{сист}} = \Gamma_z \cdot \Gamma_{\text{линза}} = \frac{f_{\text{сист}}}{F + f_1} = \frac{3F}{\frac{3}{2}F} = 2$$

$$\tan L = \frac{\frac{3}{2}F}{2F} = \frac{3}{4} \Rightarrow \cos L = \frac{4}{5}$$

$$3) \frac{v^* \cos L}{2v} = \Gamma_{\text{сист}}^2 = 4 \Rightarrow v^* = \frac{8v}{\cos L} = 5 \frac{8v}{4} = 10v$$

Ответ: $f_{\text{сист}} = 3F$, $\tan L = \frac{3}{4}$, $v^* = 10v$

N 3

d:

S

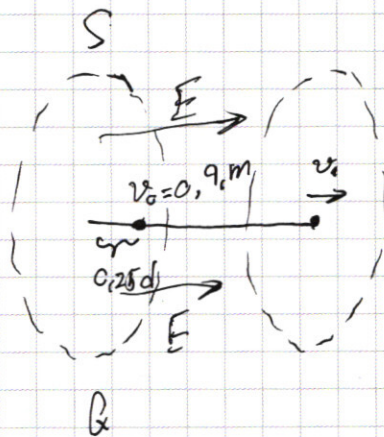
T

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

1) $v_1 = ?$

2) $Q = ?$

3) $v_2 = ?$



1) S -расстояние $= d - \frac{1}{4}d = \frac{3}{4}d$

плоскости создают электростатическое поле

напряж. E

$$E_1 = \frac{Q}{2\epsilon_0 S} = E_2 = \frac{Q}{2\epsilon_0 S}$$

Полную напряж. суперпозиции.

$$E_{\Sigma} = E_1 + E_2 = 2 \cdot \frac{Q}{2\epsilon_0 S} = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

2) 3) для частицы.

$$F_{\Sigma} = E_{\Sigma} q \quad ma = F_{\Sigma} = E_{\Sigma} q$$

3) движ. равноускор.

$$\frac{3}{4}d = \frac{aT^2}{2}$$

$$\frac{3}{4}d = \frac{E_{\Sigma} q T^2}{2}$$

$$\frac{3}{4}d = \frac{q T^2}{2} \cdot \frac{m v_1^2}{q d} \cdot \frac{2}{3}$$

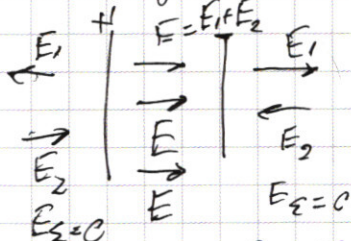
$$\frac{3}{4}d = T^2 \cdot \frac{v_1^2}{d} \cdot \frac{2}{3}$$

$$E_{\Sigma} = \frac{m \cdot 2}{q d \cdot 3} \cdot \frac{3}{4} \frac{d^2}{T^2} = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$= \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$\frac{Q}{\epsilon_0 S} = \frac{3}{2} \frac{m d^2}{q d T^2} \Rightarrow Q = \frac{3}{2} \frac{\epsilon_0 S d}{T^2}$$

3) т.к. конденсатор сначала не был заряжен, суммарный заряд пластинок $= 0 \Rightarrow$ наружу kein электростат. поле



$\Rightarrow$ все конденсатора на ~~пластинку~~ не действует внеш. сил, она движется равномерно со скоростью $v = v_1$

Ствет: $v_1 = \frac{3}{2} \frac{d}{T}$, $Q = \frac{3}{2} \frac{\epsilon_0 S d}{T^2}$, $v_2 = v_1 = \frac{3}{2} \frac{d}{T}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 4

$$\mathcal{E} = 9 \text{ В.}$$

$$C = 40 \cdot 10^{-6} \text{ Ф.}$$

$$U_1 = 5 \text{ В}$$

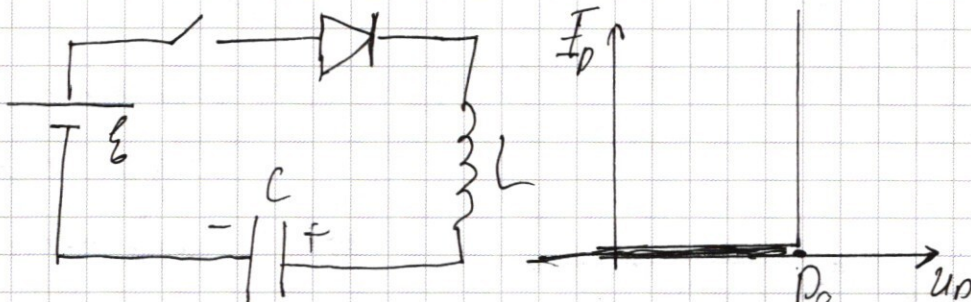
$$L = 0,1 \text{ Гн.}$$

$$U_0 = 1 \text{ В.}$$

$$1) I' = ?$$

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

$$3) U_2 = ?$$



1) раскрываем цепь сразу после замыкания ключа.

Напряжение на конденсаторе

Напряжение на конденсаторе не меняется

$$U_{C(0)} = U_0$$

Ток через конденсатор не меняется

$$I_L = 0$$

2) $\mathcal{E} > U_1 \Rightarrow$ внак может двигаться.

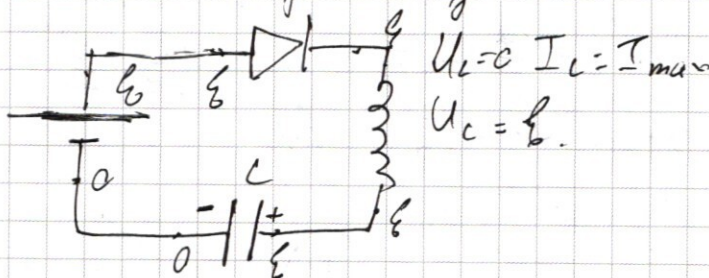
$$U_L = L I'$$

$$I' = \frac{U_{L(0)}}{L} = \frac{\mathcal{E} - U_0}{L} =$$

$$= \frac{9 - 5}{0,1} = \frac{4}{0,1} = 40 \frac{\text{В}}{\text{Гн}}$$

2) $I_{\max} = ?$ $I_{\max} \Rightarrow U_L = L I' \Rightarrow U_C = 0$

может когда $I_{\max}$



ЗСЭ:

$$A_{\delta} = \frac{L I_{\max}^2}{2} + \frac{C \mathcal{E}^2}{2} - \frac{C (\mathcal{E} - U_0)^2}{2}$$

$$A_{\delta} = \pm \mathcal{E} q$$

$$A_{\delta} = + C U_1 \mathcal{E}$$

$$C U_1 \mathcal{E} = \frac{L I_{\max}^2}{2} + \frac{C \mathcal{E}^2}{2} - \frac{C (\mathcal{E} - U_0)^2}{2} \Rightarrow \mathcal{E} = \frac{L I_{\max}^2}{2C} + \mathcal{E} - U_0 \Rightarrow \mathcal{E} = \frac{L I_{\max}^2}{2C} + U_0$$

$$2 C U_1 \mathcal{E} = L I_{\max}^2 + C \mathcal{E}^2 - C (\mathcal{E} - U_0)^2$$

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

N 1

1) $v_R = ?$

2) $v_{\text{отн}} = ?$

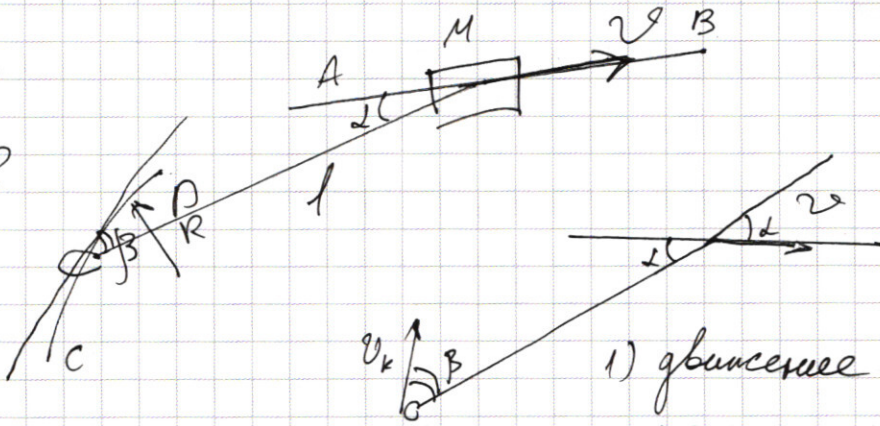
$v = 68 \text{ см/с}$

$p = 1.9 \text{ м}$

$m = 0.1$

$l = \frac{5}{3} R$

2)

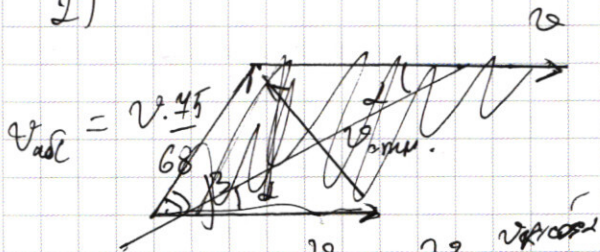


1) движение по дуге окружности $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ 2) нить нерастяжима $\Rightarrow$

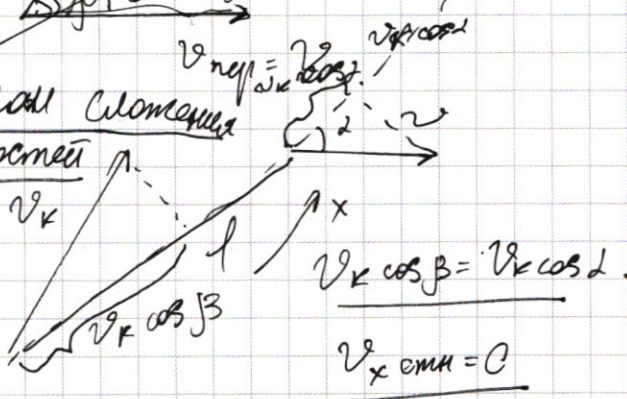
$\Rightarrow v_k \cos \beta = v \cos \alpha$

$$v_k = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{v \cdot 155}{14 \cdot 4} = \frac{v \cdot 45}{68} = 45 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$\frac{229}{223} = 4$$



3) Векторы скорости



$v_k \sin \beta$

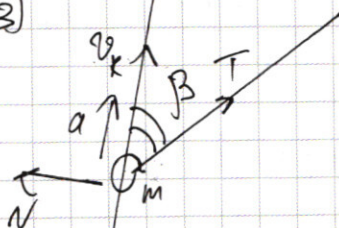
$v_{\text{отн}} = v_k \sin \beta + v \sin \alpha = v \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \cdot \sin \beta + v \sin \alpha =$

$= v \tan \beta \cos \alpha + v \sin \alpha = v (\tan \beta \cos \alpha + \sin \alpha)$

$= v \left(\frac{3}{4} \cdot \frac{155}{14} + \frac{8}{14} \right) = v \left(\frac{45}{4.14} + \frac{8}{14} \right) = v \left(\frac{45 + 32}{68} \right) = \frac{77}{68} v =$

$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{225}{289}} = \frac{8}{17}$

$= 77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$



Итак: $v_k = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = 45 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

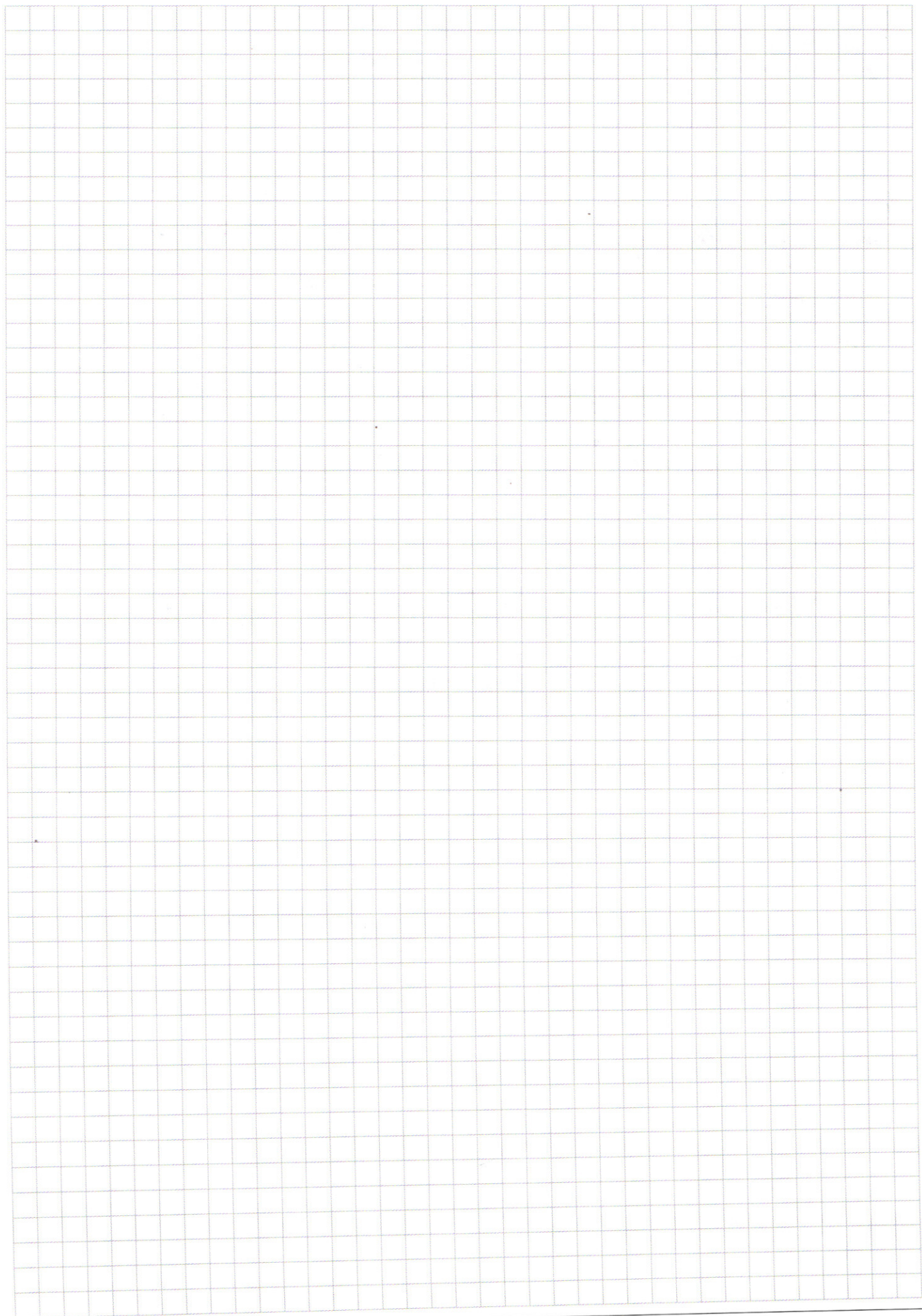
$v_{\text{отн}} = v (\tan \beta \cos \alpha + \sin \alpha) = 77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{aligned}
 I_{\max} &= \sqrt{\frac{2CU_1\mathcal{E} + C(\mathcal{E} - U_1)^2 - C\mathcal{E}^2}{L}} = \sqrt{2 \cdot 40 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 9 + \dots} = \\
 &= \sqrt{\frac{C}{L} (2U_1\mathcal{E} + (\mathcal{E} - U_1)^2 - \mathcal{E}^2)} = \\
 &= \sqrt{\frac{C}{L} (2U_1\mathcal{E} + \mathcal{E}^2 - 2U_1\mathcal{E} + U_1^2 - \mathcal{E}^2)} = \sqrt{\frac{C}{L} U_1^2} = U_1 \sqrt{\frac{C}{L}} \\
 I_{\max} &= 5 \cdot \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6}}{10^{-1}}} = 5 \sqrt{4 \cdot 10^{-4}} = 5 \cdot 2 \cdot \sqrt{10^{-4}} = 5 \cdot 2 \cdot 10^{-2} = \\
 &= 10 \cdot 10^{-2} = 0,1 \text{ A}
 \end{aligned}$$

2) В цепи резистор $\mathcal{E} \rightarrow \text{диод} \rightarrow U_1 \rightarrow U_2 = U_0$

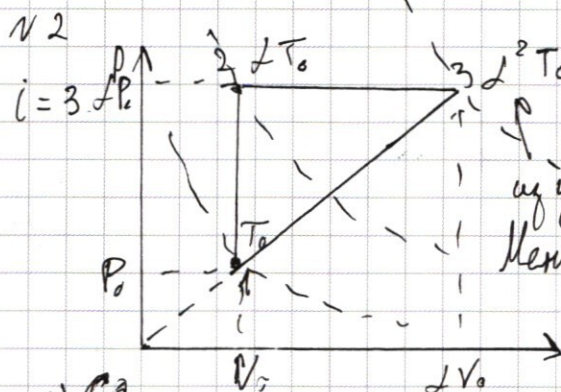
Следует: $I' = \frac{\mathcal{E} - U_0}{L} = 40 \frac{\text{В}}{\text{Гн}}, I_{\max} = U_1 \sqrt{\frac{C}{L}} = U_{02} = U_0 = 1 \text{ В}$
 $= 0,1 \text{ A}$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) проводим изотермиче, видим, что
в процессе 1-2 $\uparrow T \uparrow A_2 = \Delta V = \text{const}$

2-3 $\uparrow T \uparrow A_2 > 0$

3-1 $\downarrow T \downarrow A_2 < 0$

$$\frac{Q_{12}}{Q_{23}} = ?$$

$$Q_{12} = C_V \Delta R (T_2 - T_1)$$

(процесс изохорный $V = \text{const}$)

$$Q_{23} = C_P \Delta R (T_3 - T_2)$$

(процесс изотермичный $P = \text{const}$)

$$C_{12} = C_V = \frac{i}{2} R \quad C_{23} = C_P = \frac{i}{2} R + R$$

$$\left(\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = \frac{3}{5} \right)$$

1) $\frac{Q_{12}}{Q_{23}} = ?$

2) $\frac{A_{23}}{A_{23}} = ?$

3) $\eta_{\max} = ?$

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

$$Q_{23} = A_2 + U_3 - U_2 = A_2 + \frac{3}{2} \Delta R (T_3 - T_2) \Rightarrow A_2 = Q_{23} - \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{5} Q_{23} =$$

$$A_2 = \frac{2}{5} Q_{23} \Rightarrow \left(\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2} = 2,5 \right)$$

$$\frac{T_2}{T_1} = 2 \text{ т.к. } P \text{ прямая пропорциональна}$$

3) $\eta_{\max} = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H} = 1 - \frac{Q_X}{Q_H}$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} \Delta R T_0 (2 - 1) + \frac{5}{2} \Delta R T_0 (2^2 - 1)$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \Delta R (2T_0 - T_0) = \frac{3}{2} \Delta R T_0 (2 - 1)$$

$$Q_X = -Q_{31} = 2 \Delta R T_0 (2^2 - 1)$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} \Delta R (2^2 T_0 - T_0) = \frac{5}{2} \Delta R T_0 (2^2 - 1)$$

$$Q_{31} = \left(\frac{C_V + C_P}{2} \right) \Delta R (T_0 - 2^2 T_0)$$

$$Q_{31} = 2 \Delta R (T_0 - 2^2 T_0) = 2 \Delta R T_0 (1 - 2^2)$$

т.к. процесс прямой
пропорциональный
норм.

$$\eta_{\max} = 1 - \frac{2 \Delta R T_0 (2^2 - 1)}{\frac{3}{2} \Delta R T_0 (2 - 1) + \frac{5}{2} \Delta R T_0 (2^2 - 1)}$$

$$1 - \frac{2 (2^2 - 1)}{\frac{3}{2} (2 - 1) + \frac{5}{2} 2 (2 - 1)}$$

$$= 1 - \frac{4 (2 - 1) (2 + 1)}{3 (2 - 1) + 5 (2 - 1)} = 1 - \frac{4 (2 + 1)}{3 + 5 \cdot 2} =$$

здесь
нет

$$L=0 \quad \sqrt{2}$$

$$\eta = 1 - \frac{4(L+1)}{3+5L} = 1 - \frac{4 \cdot 1}{3} = -\frac{1}{3} \quad \times$$

$$L=1 \quad \eta = 1 - \frac{4 \cdot 2}{3+5} = 1 - \frac{8}{8} = 0 \quad \times$$

$$L=2 \quad \eta = 1 - \frac{4 \cdot 3}{3+5 \cdot 2} = 1 - \frac{12}{13} = \frac{1}{13}$$

$$L=3 \quad \eta = 1 - \frac{4 \cdot 4}{3+5 \cdot 3} = 1 - \frac{16}{18} = 1 - \frac{8}{9} = \frac{1}{9}$$

$$L=4$$

$$\eta = 1 - \frac{4 \cdot 5}{3+20} = 1 - \frac{20}{23} = \frac{3}{23}$$

$$L=5 \quad \eta = 1 - \frac{4 \cdot 6}{3+5 \cdot 5} = 1 - \frac{24}{28} = \frac{4}{28} = \frac{1}{7}$$

$$L=6$$

$$\eta = 1 - \frac{4 \cdot 7}{3+5 \cdot 6} = 1 - \frac{28}{33} = \frac{5}{33}$$

$$\sqrt{2} \text{ Ответ: } \frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{3}{5}, \quad \frac{Q_{29}}{A_{23}} = \frac{5}{2} \quad \eta_{\max} = 1 - \frac{4(L+1)}{3+5L}$$

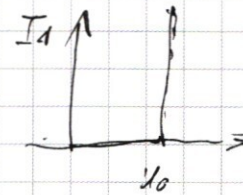
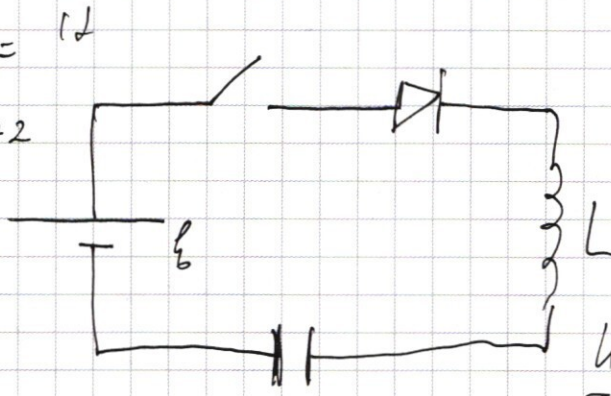
$\lim \rightarrow 0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\sqrt{A} \quad L = 12$$

$$\frac{4}{3}$$

$$\frac{4}{3+13}$$



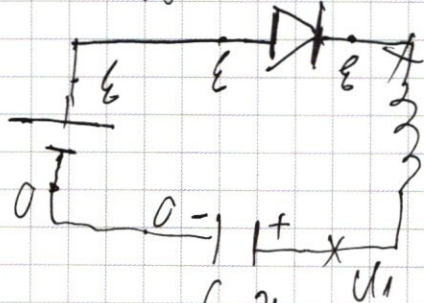
$$I' = ?$$

$$I_{in} = \frac{4}{3} (12+1)$$

$$L = 12$$

$$\frac{4}{3}$$

сразу после замыкания



U_L - скач. не мен.

I_L - скач не мен.

$$U_L = LI'$$

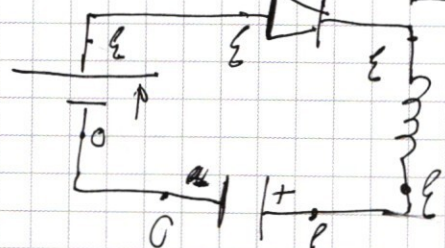
$$I' = \frac{U_L(\omega)}{L}$$

$$I' = \frac{E - U_1}{L}$$

2) ЗСД:

$$I_{max} \quad I_L = LI' \quad U_L = LI' \quad I_{max} \Rightarrow I' = 0 \quad U_L = E$$

$$L = 0$$



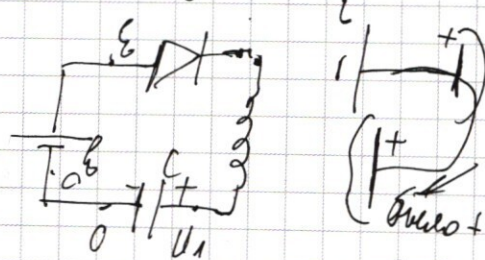
ЗСД:

$$A_{\delta} = W_{1max} - W_0$$

$$A_{\delta} = \frac{cE^2}{2} - \frac{cU_1^2}{2}$$

$$A_{\delta} = + c(E - U_1)E = \frac{cE^2}{2} - \frac{cU_1^2}{2}$$

$$L = 1$$



$$q = c(E - U_1)$$

было + cU₁
стало + cE

$$\frac{4 \cdot 2}{8} = 8 = 0$$

$$L = 5$$

$$\frac{4 \cdot 3}{18} = \frac{12}{18}$$

$$L = 2$$

$$\frac{4 \cdot (2+1)}{3+5 \cdot 2} = \frac{4 \cdot 3}{3+10} = \frac{12}{13} = \frac{1}{13}$$

$$\eta_{max} = 1 - \frac{Q_{21}}{Q_{12}} = 1 + \frac{Q_{12}}{Q_{23} + Q_{31}}$$

$$Q_{12} = \dot{C}_v \delta R (T_0 L - T_0) = \frac{3}{2} \delta R T_0 (L - 1)$$

$$Q_{23} = c_p \delta R (T_0 L^2 - T_0 L) = \frac{5}{2} \delta R T_0 (L^2 - 1)$$

$$Q_{31} = \frac{c_v + c_p}{2} \delta R (T_0 - T_0 L^2) = 2 \delta R T_0 (1 - L^2)$$

$$\eta_{max} = 1 - \frac{\frac{3}{2} \delta R T_0 (L - 1)}{\frac{5}{2} \delta R T_0 (L^2 - 1) + 2 \delta R T_0 (1 - L^2)}$$

$$= 1 + \frac{\frac{3}{2} (L - 1)}{\frac{5}{2} (L^2 - 1) + 2 (1 - L^2)} = 1 + \frac{3(L - 1)}{5(L^2 - 1) + 4(L^2 - 1)} =$$

$$= 1 + \frac{3(L - 1)}{(L^2 - 1)} = 1 + \frac{3(L - 1)}{L(L + 1)} = 1 + \frac{3}{L + 1} = 1 + \frac{3}{L - 1}$$

$$1 + \frac{3}{2}$$

$$\frac{3}{L - 1}$$

$$1 - \frac{4}{L}$$

$$\frac{Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}}{Q_{12} + Q_{23}} = 1 + \frac{Q_{31}}{Q_{12} + Q_{23}} =$$

$$1 + \frac{2 \delta R T_0 (1 - L^2)}{\frac{3}{2} \delta R T_0 (L - 1) + \frac{5}{2} \delta R T_0 L (L - 1)}$$

$$= 1 + \frac{2(1 - L^2)(1 + L)}{\frac{3}{2}(L - 1) + \frac{5}{2}L(L - 1)} =$$

$$1 - \frac{4(L^2 - 1)}{\frac{3}{2}(L - 1) + \frac{5}{2}L(L - 1)} =$$

$$= \frac{1 + 4(L - 1)(1 + L)}{3 + 5L - 4L + 1} = \frac{1 + 4L}{5L + 3}$$

$$1 = \frac{4(L + 1)}{3 + 5L}$$

$$\frac{3 + 5L - 4L + 1}{3 + 5L} = \frac{1 + L}{5L + 3}$$

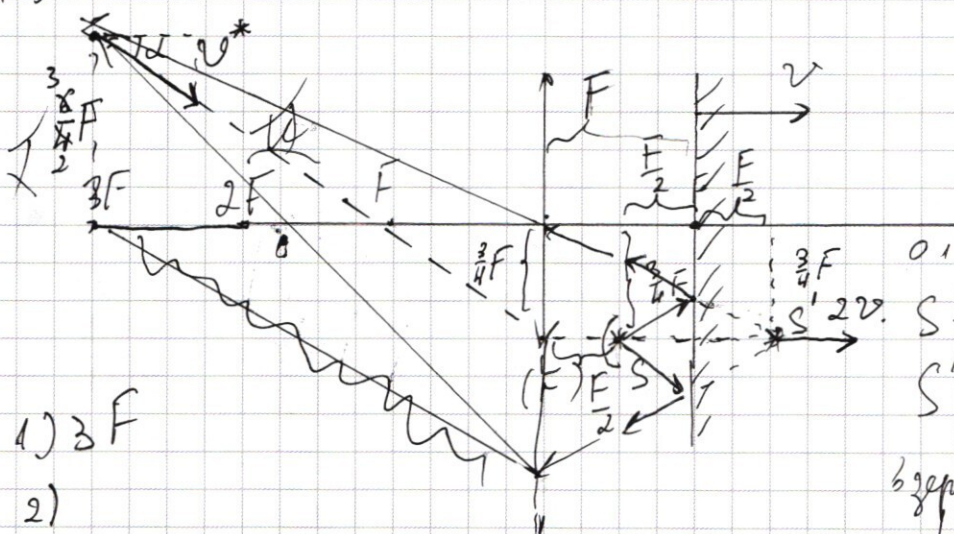
$$\frac{3}{17}$$

$$\frac{1}{3 + 10} = \frac{1}{13}$$

$$\frac{3 + 5L - 4L - 1}{3 + 5L} = \frac{-1 + L}{3 + 5L}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5



1) $3F$

2)

(с масштабом)

S - предмет.

S' - изображение предмета в зеркале.

$d_1 = f$

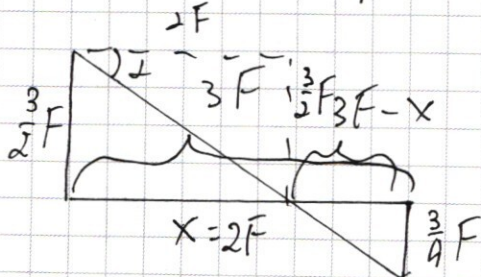
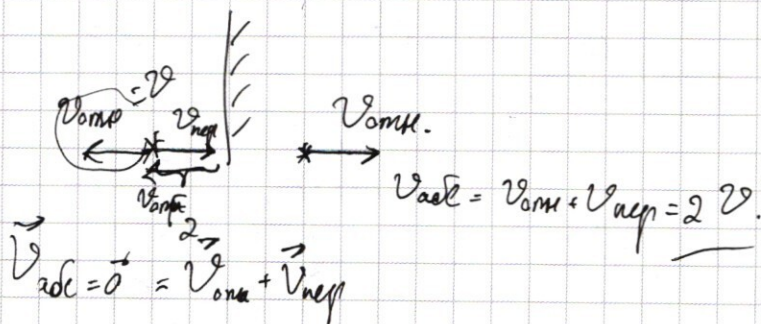
S' - действительный предмет

для линзы:

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

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

$$\Gamma = \frac{1}{d} = \frac{3F}{\frac{3}{2}F} = 2$$



$$\frac{\frac{3}{2}F}{\frac{3}{2}F} = \frac{x}{3F - x} = 2 = \frac{x}{3F - x} \Rightarrow x = 6F - 2x \Rightarrow 3x = 6F \Rightarrow x = 2F$$

$$\tan \alpha = \frac{\frac{3}{2}F}{2F} = \frac{3}{4} \Rightarrow 3) \quad \cos \alpha = \frac{4}{5}$$

$$v^* \cdot \cos \alpha = \Gamma^2 = 4$$

$$v^* = \frac{4v}{\cos \alpha} = v^* = \frac{4v}{\frac{4}{5}} = 5v = 10v$$

$$\eta_{\max} = \frac{P_0 V_0 (L-1)^2}{\frac{15}{4} \delta R T_0 (L-1) + \frac{3}{2} P_0 V_0 (L-1)}$$

$$= \frac{P_0 V_0 \frac{(L-1)^2}{2}}{P_0 V_0 (L-1) \left(\frac{15}{4} L + \frac{3}{2} \right)} = \frac{(L-1)}{2 \left(\frac{15}{4} L + \frac{3}{2} \right)} = \frac{L-1}{\frac{15}{2} L + 3}$$

$$\eta = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H} = 1 - \frac{Q_X}{Q_H} \Rightarrow$$

$$Q_X = -Q_{31}$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{23} =$$

$$Q_{31} = \frac{C_P + C_V}{2} \delta R (T_1 - T_3) = 2 \delta R (T_1 - T_3)$$

$$Q_X = 2 \delta R (T_3 - T_1)$$

$$Q_H = A_{12} + U_2 - U_1 + A_{23} + U_3 - U_2 = A_{12} + A_{23} + U_3 - U_1 = A_{23} + \frac{3}{2} \delta R (T_3 - T_1)$$

$$\eta'_{\max} = \frac{(L-1) \left(\frac{15}{2} L + 3 \right) - (L-1) \left(\frac{15}{2} L + 3 \right)}{\left(\frac{15}{2} L + 3 \right)^2}$$

$$0 = 1 \left(\frac{15}{2} L + 3 \right) - (L-1) \left(\frac{15}{2} \right)$$

$$C = \frac{15}{2} L + 3 - \frac{15}{2} L +$$

N

$$\eta = 1 - \frac{2 \delta R (T_3 - T_1)}{2 \delta R (T_0 L^2 - T_0)}$$

$$1 - \frac{L(L^2 - 1)}{5L^2 + L - 6}$$

$$\eta = 1 - \frac{2 \delta R (T_0 L^2 - T_0)}{\frac{3}{2} \delta R (T_0 L - T_0) + \frac{3}{2} \delta R (T_0 L^2 - T_0 L) + L P_0 (V_0 L - V_0)}$$

$$\eta = 1 - \frac{2 \delta R T_0 (L^2 - 1)}{\frac{3}{2} \delta R T_0 (L-1) + \frac{3}{2} \delta R T_0 (L^2 - 1) + 2 \delta R T_0 (L-1)}$$

$$1 - \frac{2(L^2 - 1)}{\frac{3}{2} L - \frac{3}{2} + \frac{3}{2} L^2 - \frac{3}{2} + L^2 - L} = 1 - \frac{2(L^2 - 1)}{\frac{5}{2} L^2 + L - 3}$$

$$\frac{999}{15} \cdot 1000 + 3$$

$$\frac{3}{2} + \frac{5}{2} = \frac{999}{333}$$

$$\frac{4503}{15} \cdot 13$$

$$\frac{4503}{15} \cdot 13$$

$$\frac{2-1}{1(L+1)} = \frac{333}{2501}$$

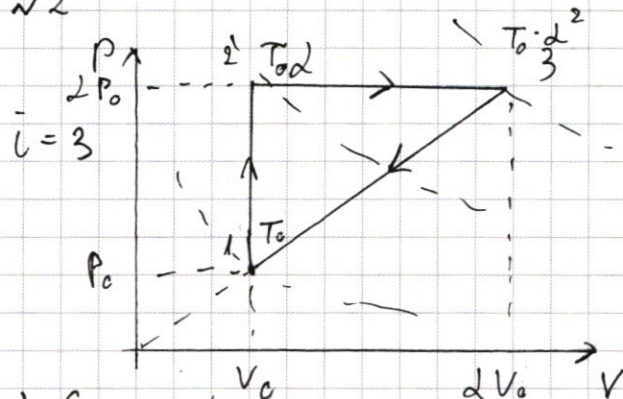
$$10000$$

$$1 - \frac{2K+2}{\frac{3}{2}K + \frac{5}{2}} = \frac{4X+4}{3X+5}$$

$$1 - \frac{2(L^2 - 1)}{\frac{5}{2} L^2 + L - 3}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 2



$$T_1 < T_2 < T_3$$

процесс 1-2 $T \uparrow$
процесс 2-3 $T \uparrow$
процесс 3-1 $T \downarrow$

1) $\frac{C_{12}}{C_{23}} = ?$ ✓

процесс 1-2 изохорный $V = \text{const}$

2) $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = ?$

$$C_{12} = C_V = \frac{i}{2} R = \frac{3}{2} R$$

процесс 2-3 изобарный $P = \text{const}$

$$C_{23} = C_P = \frac{i}{2} R + R = \frac{5}{2} R$$

$$\left(\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{3R \cdot 2}{2 \cdot 5R} = \frac{3}{5} \right) \checkmark$$

2) $Q_{23} = A_{23} + U_3 - U_2 = A_{23} + \frac{3}{2} \delta R (T_3 - T_2)$

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

$$Q_{23} = A_{23} + \frac{2}{5} Q_{23}$$

$$\frac{3}{5} Q_{23} = A_{23} \Rightarrow \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{3}$$

3) $\eta_{\text{max}} = ?$

$$\eta = \frac{A_{123}}{Q_H}$$

$$\frac{2}{5} Q_{23} = \frac{3}{2} \delta R T_0 (d-1)$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} \cdot \frac{3}{2} \delta R T_0 (d-1) = \frac{15}{4} \delta R T_0 (d-1)$$

3) ?

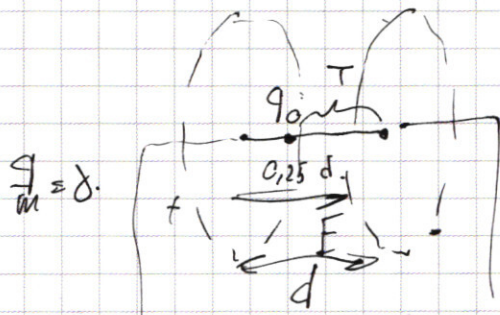
$$Q_H = Q_{12} + Q_{23}$$

$$A_{123} = (2P_0 - P_0) \cdot (2V_0 - V_0) \cdot \frac{1}{2} = P_0 (d-1) \cdot V_0 (d-1) \cdot \frac{1}{2} = \frac{P_0 V_0}{2} (d-1)^2$$

$$Q_{12} = \Delta U + A_{12} = \frac{3}{2} \delta R (2T_0 - T_0) = \frac{3}{2} \delta R T_0 (d-1) = \frac{3}{2} P_0 V_0 (d-1)$$

$$Q_{23} = U_3 - U_2 + A_{23} = \frac{3}{2} \delta R (T_0 d^2 - T_0 d) + \frac{3}{5} Q_{23}$$

N 3



238:
 $ma = F_0$

$ma = qE$

$ma = q \frac{q}{\epsilon_0 S}$

$ma = \frac{q^2}{\epsilon_0 S}$

$a = \frac{q^2}{m \epsilon_0 S}$

$\frac{3}{4}d = \frac{at^2}{2}$

$\frac{3}{4}d = \frac{q^2 t^2}{2 m \epsilon_0 S}$

$q^2 = \frac{3}{2} d m \epsilon_0 S \frac{1}{t^2}$

$v_1 = at$

$v_1 = \frac{q^2}{m \epsilon_0 S} t$

$\frac{3}{4} q E d = \frac{m v_1^2}{2}$

$\frac{3}{4} \cdot q \cdot \frac{3}{2} d \cdot \frac{1}{\epsilon_0 S} = \frac{m v_1^2}{2}$

$\frac{9}{8} \frac{d^2}{\epsilon_0 S} = \frac{m v_1^2}{2}, \quad v_1 = \frac{3}{2} \frac{d}{T}$

$U = Ed_1$

$A_2 = \frac{m v_1^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2}$

$d_1 = 0.75d$

$A_2 = qU = qEd_1 =$

$= qE \frac{3}{4}d = \frac{3}{4} qEd$

$\frac{m v_1^2}{2} = \frac{3}{4} qEd$

$E = \frac{q_0}{2\epsilon_0 S}$

$E_2 = 2 \frac{q_0}{2\epsilon_0 S} =$

$= \frac{q_0}{\epsilon_0 S}$

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

$\frac{m v_1^2}{2} = \frac{3}{4} q \cdot \frac{q_0}{\epsilon_0 S} d$

$\frac{m v_1^2}{2} = \frac{3}{4} \frac{q_0^2 d}{\epsilon_0 S}$

$v_1^2 = \frac{3}{2} \frac{q_0^2 d}{\epsilon_0 S m}$

$v_1^2 = \frac{3}{2} \frac{d}{\epsilon_0 S m} \cdot \frac{3}{2} d m \epsilon_0 S \frac{1}{t^2} =$

$= \frac{3}{2} d \cdot \frac{3}{2} d \frac{1}{t^2} = \frac{9}{4} \left(\frac{3}{2}\right) \frac{d^2}{t^2}$

$v_1 = \frac{3}{2} \frac{d}{T}$



$E = \frac{Q}{2\epsilon_0 S} \Rightarrow E = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$

$ma = Eq$

$ma = \frac{Q}{\epsilon_0 S} q$

$a = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \gamma$

$\alpha = E\gamma$

$0.75d = \frac{at^2}{2}$

$0.75d = \frac{E\gamma t^2}{2}$

$E = \frac{1}{2} \frac{3}{4} \frac{d}{\gamma t^2}$