

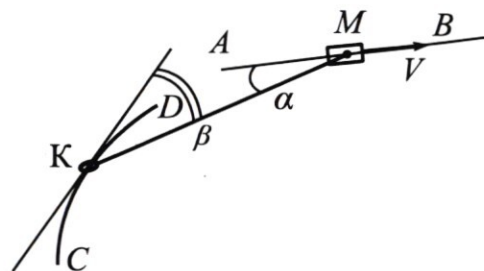
Олимпиада «Физтех» по физике, с

Вариант 11-03

Класс 11

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложенного бланка не принимаются.

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 34$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,3$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 0,53$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/4$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 3/5$) с направлением движения кольца.



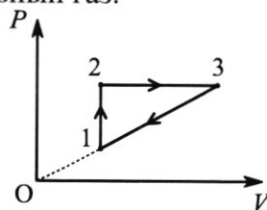
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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 изменения внутренней энергии газа к работе газа.

3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки, радиус обкладок намного больше расстояния d между обкладками. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,3d$ от отрицательно заряженной обкладки стартует с нулевой начальной скоростью отрицательно заряженная частица и вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам со скоростью V_1 . Удельный заряд частицы $\frac{|q|}{m} = \gamma$.

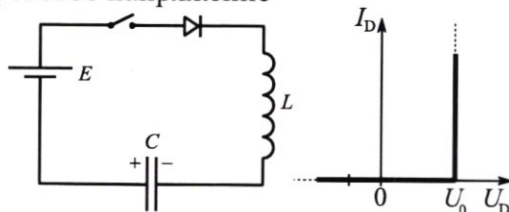
1) Через какое время T частица будет находиться на одинаковых расстояниях от обкладок?

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 $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 2$ 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.

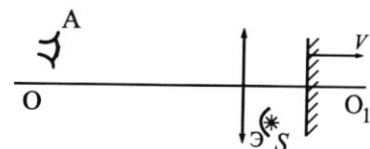
3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

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 плоскости $F/4$ от линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $3F/4$ 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.



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad \begin{cases} d > F, \text{ мнимое изображение, значит} \\ d < 2F \text{ } \Pi_2 - \text{увеличенное, действительное} \end{cases}$$

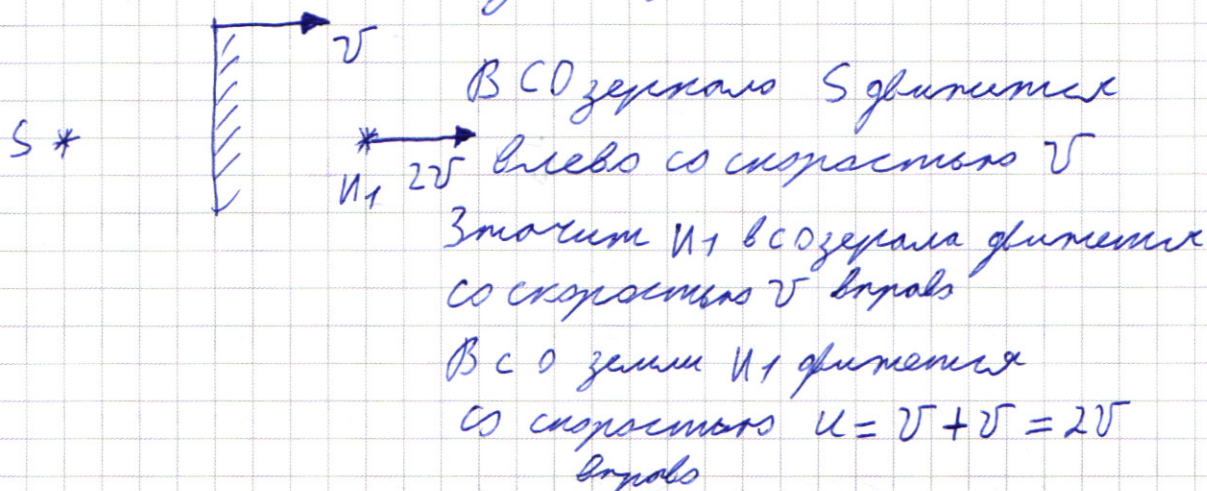
(Π_2 - изображение предмета Π_1 в линзе)

Потом Π_2 - реальное изображение
вместе
f - расстояние от линзы до Π_2

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{\left(\frac{5F}{4}\right)} + \frac{1}{f} ; \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{F} = \frac{1}{5F} ; \quad f = 5F$$

$f = 5F$ - ответ на первый вопрос

Рассмотрим систему S - зеркало



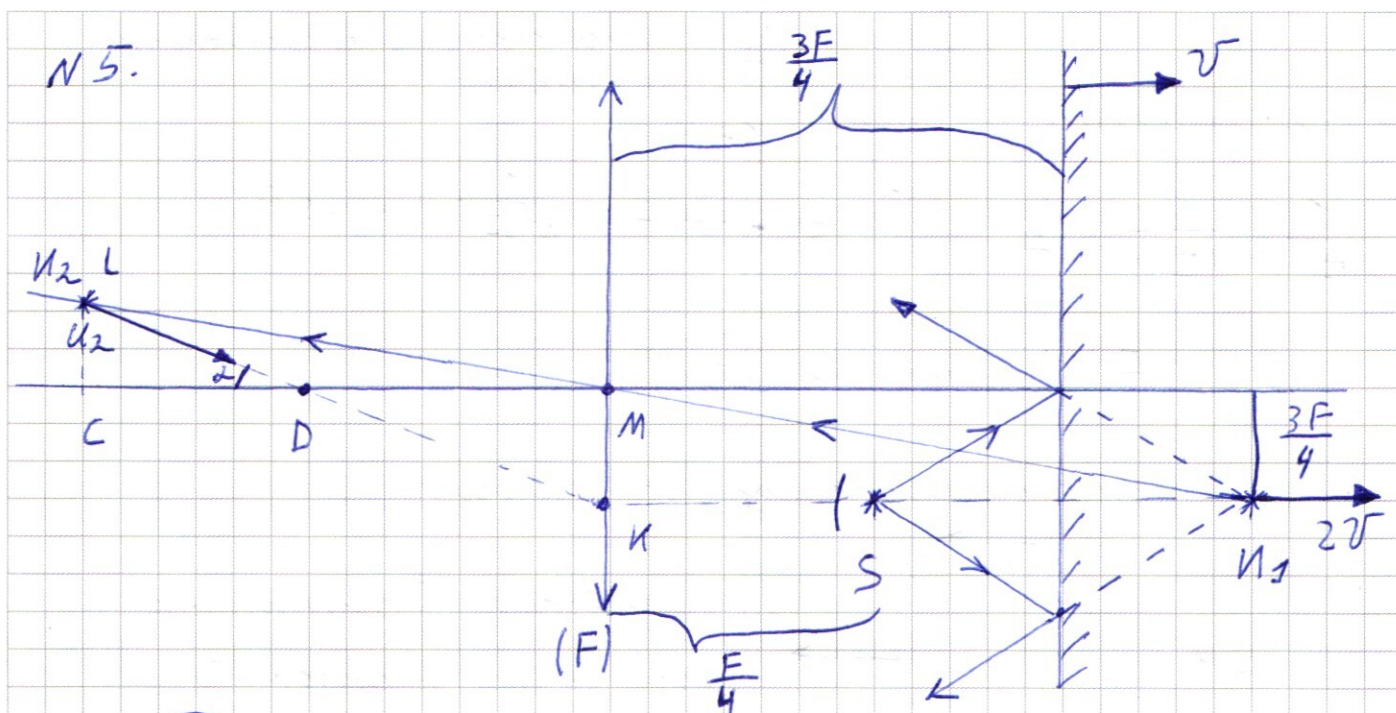
На первом рисунке я построил ход луча
 Π_1 для линзы, через ГОУ линзы, луч проходит
без преломления. Значит Π_2 лежит на этом
луче.

Пусть u_2 - скорость Π_2 , скорости u и u_2
пересекаются в одной точке на линзе

Продольное направление скоростей совпадают ..

$$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{5F}{\left(\frac{5F}{4}\right)} = 4 ; \quad \text{Расстояние от } \Pi_1 \text{ до см} = \frac{3}{4} F$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) Построим изображение S , в зеркале.
(U_1)

Расстояние от предмета до зеркала, равно
расстоянию от зеркала до изображения

d_1 - расстояние от (S) до зеркала

$$d_1 = \frac{3F}{4} - \frac{F}{4} = \frac{2F}{4}$$

f_1 - расстояние от (U_1) до зеркала

$$f_1 = d_1 = \frac{2F}{4}$$

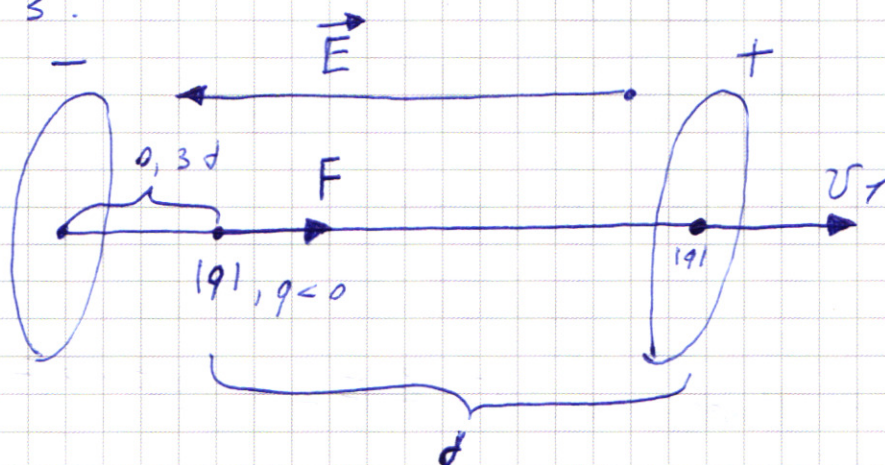
U_1 - является действительным предметом
для линзы (F)

d - расстояние от U_1 до линзы

$$d_{U_1} = \frac{3F}{4} + \frac{2F}{4} = \frac{5F}{4}$$

Воспользуемся формулой тонкой линзы.

N 3.



$$F = E \cdot |q| = ma, \quad E = \text{const}, \quad q = \text{const}, \quad m = \text{const}$$

Значит $a = \text{const}$, движение электрона равноускоренное

$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}; \quad 0,7d = \frac{v_1^2}{2a}; \quad a = \frac{v_1^2}{1,4d}$$

$$0,7d = \frac{at^2}{2}$$

$$\frac{1,4d}{a} = T^2; \quad T^2 = \frac{1,4d \cdot 1,4d}{v_1^2}; \quad T = \frac{1,4d}{v_1}$$

$$T = \frac{1,4d}{v_1} - \text{время на первый виток}$$

$$E|q| = ma$$

$$E = \frac{ma}{|q|} = \frac{v_1^2}{1,4d \cdot \gamma}$$

По теореме Гаусса. $\varphi = \frac{q}{\epsilon_0}; \quad \varphi = 2E \cdot S \cos 90^\circ = ES \cdot 2$

$$\frac{q}{\epsilon_0} = 2ES; \quad q = 2ES\epsilon_0 = \frac{2v_1^2 S \epsilon_0}{1,4d \gamma} = \frac{v_1^2 S \epsilon_0}{0,7d \gamma}$$

время на второй виток.

$$\text{время: } \frac{1,4d}{v_1}; \quad \frac{v_1^2 S \epsilon_0}{0,7d \gamma}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 5.

$$\text{Расстояние от } U_2 \text{ до оси} = r \cdot \frac{3}{4} F = 4 \cdot \frac{3}{4} F = 3F$$

2-угол между U_2 и осью

$$\epsilon_{g2} = \frac{LC}{CD}; LC = 3F$$

$$CD = F - DM$$

$\triangle LCD$ и $\triangle DKM$ - подобные

$$\frac{CD}{DM} = \frac{LC}{MK} = 4$$

$$F = 5CD \quad F = 5DM = 5F$$

$$CD = \frac{5F}{5} = F \quad CD = 4DM = 4F$$

$$\epsilon_{g2} = \frac{3F}{4F} = \frac{3}{4} - \text{ответ на 2 вопрос.}$$

$$\Gamma_{зеркала} = 1; \Gamma_{линзы} = 4$$

$$U_2 \cos \alpha = 2U \cdot \Gamma^2 = 32U$$

$$U_2 = \frac{32U}{\cos \alpha}; 1 + \epsilon_{g2} = \frac{1}{\cos^2 \alpha}; 1 + \frac{9}{16} = \frac{1}{\cos^2 \alpha};$$

$$\frac{25}{16} = \frac{1}{\cos^2 \alpha}; \cos \alpha = \frac{4}{5}$$

$$U_2 = \frac{32U}{\frac{4}{5}} = \frac{32U \cdot 5}{4} = 40U - \text{ответ на 3 вопрос.}$$

Ответ: $5F$; $\frac{3}{4}$; $40U$.

$$\frac{C_V}{C_P} = \frac{\frac{3}{2}R}{\frac{5}{2}R} = \frac{3}{5} - \text{отношение на первую температуру.}$$

Рассмотрим процесс 23

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U ; Q = C_V \Delta T$$

$$Q_{23} = C_P \Delta T_1 (\alpha^2 - 1) = C_P \Delta T_1 (\alpha^2 - 1)$$

$$A_{23} = \alpha P_1 V_1 (\alpha - 1) ; P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R T_1 (\alpha^2 - 1)$$

$$A_{23} = (\alpha^2 - 1) \nu R T_1$$

$$\frac{\Delta U}{A_{23}} = \frac{\frac{3}{2} \nu R T_1 (\alpha^2 - 1)}{\nu R T_1 (\alpha^2 - 1)} = \frac{3}{2} - \text{отношение на вторую температуру.}$$

$$\eta = \frac{Q_M - Q_X}{Q_M} ; Q_{12} > 0 ; Q_{23} > 0 ; Q_{31} < 0$$

$$\eta = \frac{Q_{12} + Q_{23} - (-Q_{31})}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}}{Q_{12} + Q_{23}}$$

$$Q_{12} = C_V \Delta T_1 (\alpha - 1) = \frac{3}{2} R \Delta T_1 (\alpha - 1) ; C_V = \frac{3}{2} R$$

$$Q_{23} = C_P \Delta T_1 (\alpha^2 - 1) = \frac{5}{2} \nu R T_1 (\alpha^2 - 1) ; C_P = \frac{5}{2} R$$

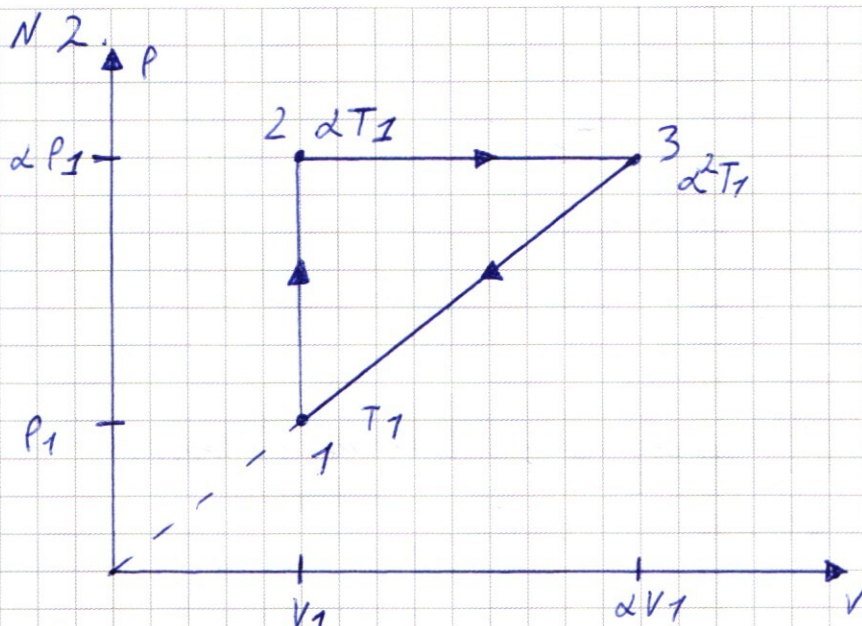
(31) - процесс прямо пропорциональной зависимости
P от V, $C_{(31)} = \frac{1}{2} R + \frac{1}{2} R = R$

$$Q_{(31)} = C_{(31)} \Delta T_1 (1 - \alpha^2) = R \Delta T_1 (1 - \alpha^2)$$

$$\eta = \frac{\frac{3}{2} \nu R T_1 (\alpha - 1) + \frac{5}{2} \nu R T_1 (\alpha^2 - 1) + R \Delta T_1 (1 - \alpha^2)}{\frac{3}{2} \nu R T_1 (\alpha - 1) + \frac{5}{2} \nu R T_1 (\alpha^2 - 1)} =$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Дано:
 $i = 3$

Рассмотрим все процессы

(1 2) $P \uparrow, T \uparrow, V = \text{const}$, во сколько раз увеличится давление, во столько же раз увеличится температура

$$P_1 V = \nu R T_1 ; \frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} ; \text{Пусть } P_2 = 2 P_1, \text{ где } 2 > 1$$

$$P_2 V = \nu R T_2 ; \text{значит } T_2 = 2 T_1.$$

(2 3) $V \uparrow, T \uparrow, P = \text{const}$, значит $P_3 = 2 P_1$

(1 3) - процесс прямо пропорциональной зависимости P от V , $P = \beta V$, во сколько раз меняется P , во столько же раз меняется V

$$P_3 = 2 P_1, \text{ значит } V_3 = 2 V_1$$

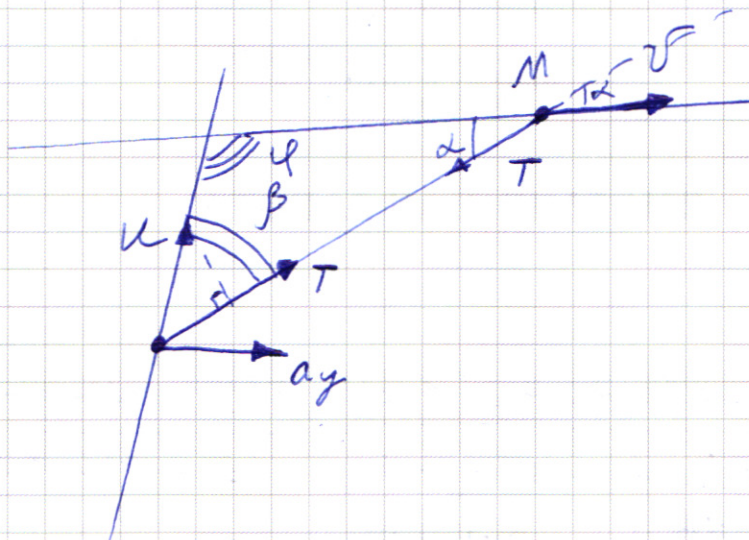
$$2 T_3 = 2^2 T_1$$

Температура повышается в процессах (1-2) и (2-3)

(1 2) - изохорный процесс, $C = C_V = \frac{1}{2} R = \frac{3}{2} R$

(2 3) - изобарный процесс, $C = C_P = \frac{1}{2} R + R = \frac{5}{2} R$

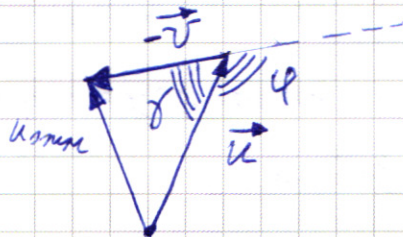
N 1.



Пот как нить нерастяжима и натянута, проекция скоростей точек нити, на ось веревки нити равны (Кин-связь на нерастяжимости нити)

$$u \cos \beta = v \cos \alpha; u = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = v \cdot \frac{15}{17} : \frac{3}{5} = \frac{0,34 \cdot 15 \cdot 5}{17 \cdot 3} = \frac{15}{10 \cdot 3} = 0,5 \text{ м/с}$$

$\vec{u}_{\text{нит}} = \vec{u} - \vec{v}$, $u_{\text{нит}}$ - скорость кольца относительно нити.



$$\angle \varphi = 180 - \beta - \alpha$$

$$\angle \gamma = 180 - \angle \varphi$$

$$\angle \gamma = \beta + \alpha$$

По теореме косинусов:

$$|u_{\text{нит}}|^2 = v^2 + u^2 - 2uv \cos \gamma$$

$$u_{\text{нит}} = \sqrt{v^2 + u^2 - 2uv \cos(\alpha + \beta)}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \left(\frac{15}{17}\right)^2}$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \left(\frac{3}{5}\right)^2}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \beta \cos \alpha - \sin \beta \sin \alpha = \frac{15}{17} \cdot \frac{3}{5} - \sqrt{\left(1 - \left(\frac{15}{17}\right)^2\right) \left(1 - \left(\frac{3}{5}\right)^2\right)} =$$

$$= \frac{9}{17} - \sqrt{\left(1 - \left(\frac{15}{17}\right)^2\right) \left(1 - \left(\frac{3}{5}\right)^2\right)}$$

$$u_{\text{нит}} = \sqrt{(0,34)^2 + (0,5)^2 - 2 \cdot 0,34 \cdot \sqrt{\left(1 - \left(\frac{15}{17}\right)^2\right) \left(1 - \left(\frac{3}{5}\right)^2\right)}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 2.

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

$$= \frac{3 + 5\alpha - 2\alpha}{3 + 5\alpha} = \frac{3 + 3\alpha}{3 + 5\alpha}$$

$$= \frac{3 + 5\alpha - 2\alpha}{3 + 5\alpha} = \frac{3 + 3\alpha}{3 + 5\alpha}$$

$$(\lambda)' = \left(\frac{3 + 3\alpha}{3 + 5\alpha} \right)' = \frac{(3 + 3\alpha)'(3 + 5\alpha) - (3 + 5\alpha)'(3 + 3\alpha)}{(3 + 5\alpha)^2} =$$

$$= \frac{3(3 + 5\alpha) - 5(3 + 3\alpha)}{(3 + 5\alpha)^2} = \frac{9 + 15\alpha - 15\alpha - 15}{(3 + 5\alpha)^2} =$$

$$= \frac{-6}{(3 + 5\alpha)^2}, \text{ мы видим, что функция } \lambda(\alpha) \text{ - убывает.}$$

По условию я вижу, что $\alpha > 1$

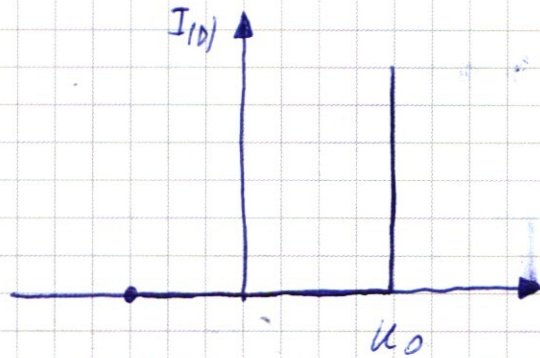
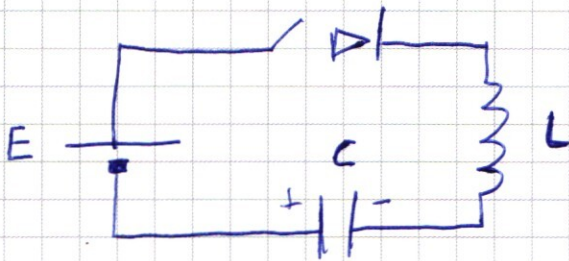
$$\lambda = \frac{3 + 3\alpha}{3 + 5\alpha}$$

$$\lambda < \frac{3 + 3}{3 + 5} ; \lambda < \frac{6}{8} ; \lambda < \frac{3}{4}$$

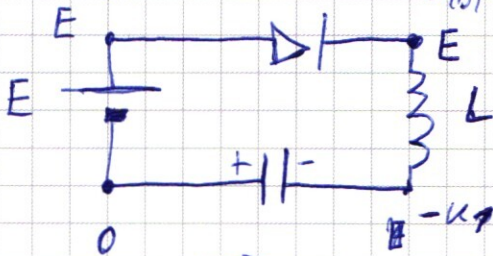
$\frac{3}{4}$ - предельное значение λ .

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 9.



Сразу после замыкания, ток через катушку скачком не изменится $I(0) = 0$
напряжение на конденсаторе тоже скачком не изменится $U(0) = U_0$



$$I = 0 \quad I_D = 0$$

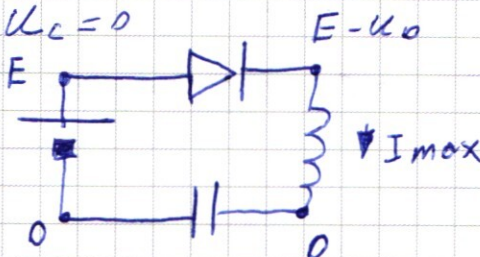
- используем метод узловых потенциалов.

$$U_L = LI'; \quad I' = \frac{U_L}{L} \quad - \text{скорость возрастания тока}$$

$$U_L = E + U_C$$

$$I' = \frac{E + U_C}{L} \quad - \text{ответ на первый вопрос}$$

$I_{\max}$, когда $U_C = 0$
 $I = \frac{E}{L}$



$$A = Q + \Delta W$$

$$Q = 0; \Delta W = \frac{L I_{\max}^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2}$$

$$Q_0 = -C U_1$$

$$Q_2 = 0$$

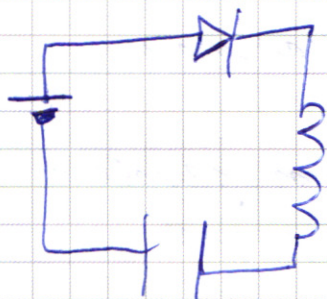
$$A = E \cdot C U_1$$

$$E \cdot C U_1 = \frac{L I_{\max}^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2}$$

$$2 E C U_1 + C U_1^2 = L I_{\max}^2$$

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{C U_1 (2 E + U_1)}{L}}$$

Установившийся режим



N2 (продолжение)

$$h = \frac{\alpha - 1}{3 + 5\alpha}; h_{\max} = ?$$

$$h' = \frac{(\alpha - 1)'(3 + 5\alpha) - (\alpha - 1)(3 + 5\alpha)'}{(3 + 5\alpha)^2} = \frac{-(3 + 5\alpha) - 5(\alpha - 1)}{(3 + 5\alpha)^2} =$$

$$= \frac{-3 - 5\alpha - 5\alpha + 5}{(3 + 5\alpha)^2} = \frac{2 - 10\alpha}{(3 + 5\alpha)^2}$$

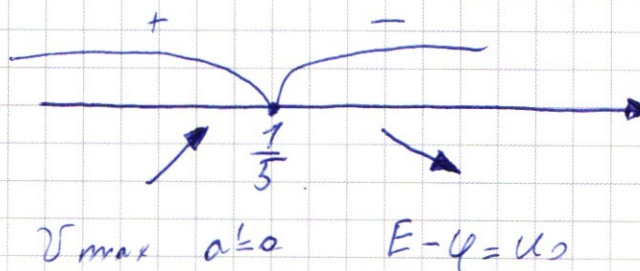
$\alpha > 1$, функция всегда убывает

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 2.

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{3(\alpha-1) + 5(\alpha^2-\alpha) + 4(1-\alpha^2)}{3(\alpha-1) + 5(\alpha^2-\alpha)} = \\ &= \frac{3(\alpha-1) + 5\alpha(\alpha-1) + 4(1-\alpha)(1+\alpha)}{3(\alpha-1) + 5\alpha(\alpha-1)} = \frac{3 + 5\alpha + 4 \cdot (-1)(1+\alpha)}{3 + 5\alpha} = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{3(\alpha-1) + 5(\alpha^2-\alpha) + 4(1-\alpha^2)}{3(\alpha-1) + 5(\alpha^2-\alpha)} = \\ &= \frac{3(\alpha-1) + 5\alpha(\alpha-1) - 4(\alpha-1)(\alpha+1)}{3(\alpha-1) + 5\alpha(\alpha-1)} = \\ &= \frac{3 + 5\alpha - 4(\alpha+1)}{3 + 5\alpha} = \frac{3 + 5\alpha - 4\alpha - 4}{3 + 5\alpha} = \\ &= \frac{\alpha - 1}{3 + 5\alpha}; \quad \eta' = \frac{(\alpha-1)'(3+5\alpha) - (\alpha-1)(3+5\alpha)'}{(3+5\alpha)^2} = \\ &= \frac{-1(3+5\alpha) - 5(\alpha-1)}{(3+5\alpha)^2} = \frac{-3-5\alpha-5\alpha+5}{(3+5\alpha)^2} = \\ &= \frac{2-10\alpha}{(3+5\alpha)^2} \end{aligned}$$



У

7-15

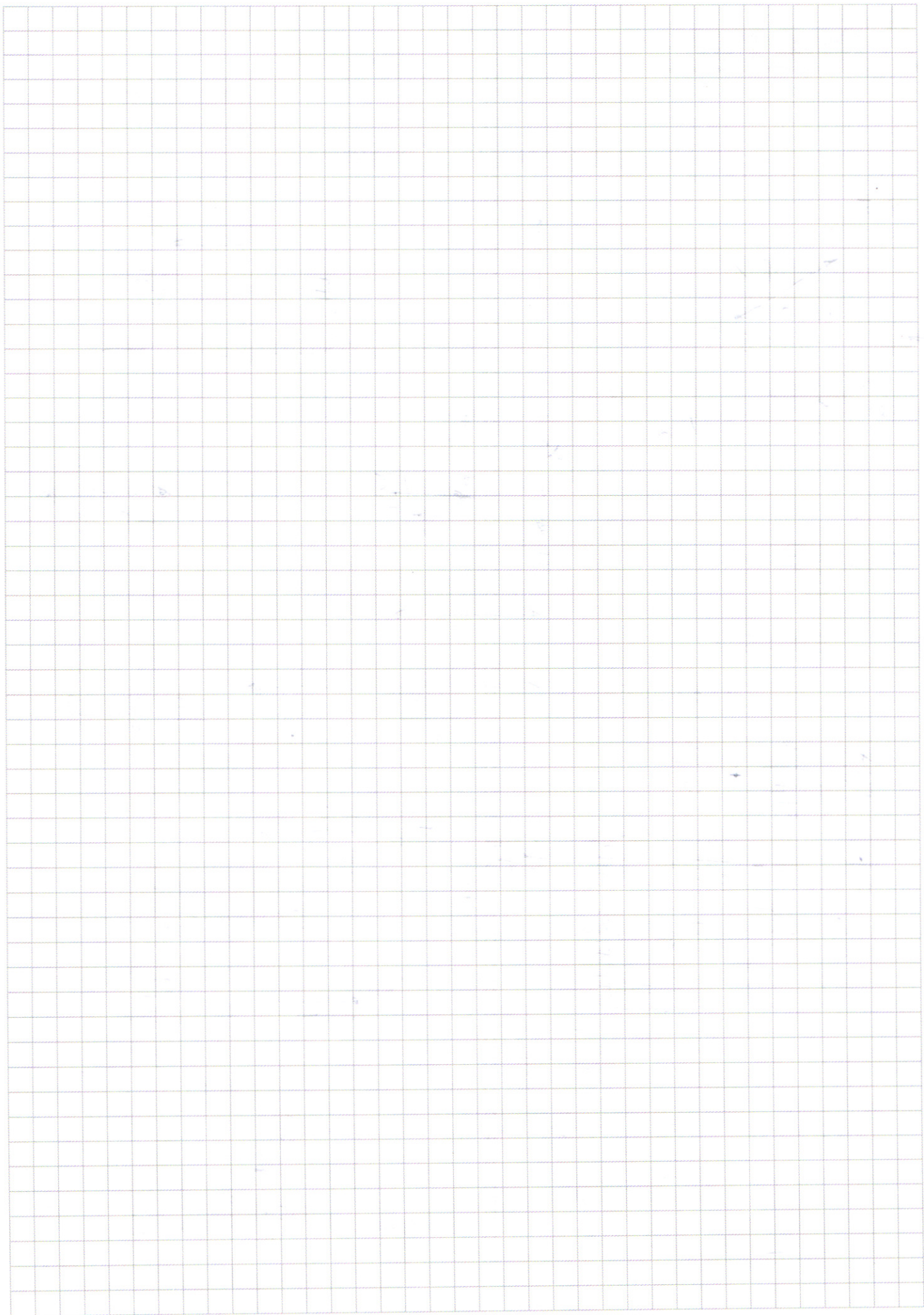
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

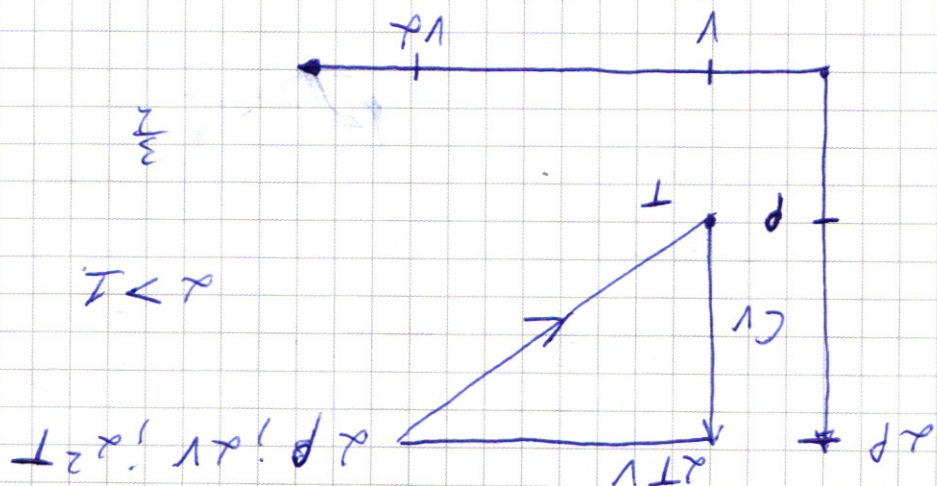
N 5

$4x = 3F$
 $5y = 5F$
 $\frac{1}{F} = \frac{1}{\frac{5F}{4}} + \frac{1}{F}$
 $\frac{1}{F} = \frac{1}{F} - \frac{4}{5F} = \frac{5-4}{5F} = \frac{1}{5F}$
 $\frac{1}{F} = \frac{1}{5F}; f = 5F$
 $4F \cdot \frac{3F}{4F} = \frac{3}{4}$
 $\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1$
 $1 + \frac{9}{16} = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$
 $1 + \frac{9}{16} = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$
 $\cos \alpha = \frac{4}{5}$
 $10V$

$d = \frac{2F}{4} + \frac{3F}{4} = \frac{5F}{4}$
 $\Gamma = \frac{5F}{5F/4} = 4$
 $\cos \alpha = \frac{8V}{u}$
 $u = \frac{8V}{\cos \alpha}$
 $u = \frac{8V \cdot 5}{4} = 10V$

Answer: 1) $5F$; 2) $\frac{3}{4}$; 3) $10V$





$$C_V = \frac{5}{2}R, \quad C_P = \frac{7}{2}R$$

$$\frac{5}{2}$$

$$A = \alpha R V / (\alpha - 1)$$

$$\Delta U = \frac{5}{2} \alpha R T (\alpha^2 - 1)$$

$$\frac{1}{2} R + \frac{1}{2} R =$$

$$= \frac{5}{2} \alpha R T (\alpha - 1)$$

$$\alpha R T$$

$$\alpha_{12} = \frac{3}{2} \alpha R T (\alpha - 1)$$

$$\alpha_{23} = \frac{5}{2} \alpha R T (\alpha^2 - 1)$$

$$\alpha_{31} = 2 \alpha R T (1 - \alpha^2)$$

$$\alpha_{12} = 1 - \frac{\alpha_{12}}{\alpha_{12}} = 1 - \frac{2 \alpha R T (\alpha^2 - 1)}{\frac{3}{2} \alpha R T (\alpha - 1) + \frac{5}{2} \alpha R T (\alpha^2 - 1)}$$

$$1 - \frac{4 \alpha R T (\alpha + 1)}{3 \alpha R T + 5 \alpha R T (\alpha + 1)}$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N2.

$i = 3$
 P, V, T - в точке 1
 (12) - $V = \text{const}$
 газ идеальный
 $PV = \nu RT$
 $PV_2 = \nu T_2 R$
 $\frac{V_2}{V} = \frac{T_2}{T}$; - в процессе
 (12) вначале P возросло
 V , в конце T возросло

Пусть $P_2 = 2P$
 тогда $T_2 = 2T$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} R \cdot \nu T (2 - 1)$$

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

$$Q_{31} = 2 R \nu T (1 - 2^2)$$

$$\eta = \frac{Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{\frac{3}{2}(\alpha - 1) + \frac{5}{2}(\alpha^2 - 1) - 2(\alpha^2 - 1)}{\frac{3}{2}(\alpha - 1) + \frac{5}{2}(\alpha^2 - 1)} =$$

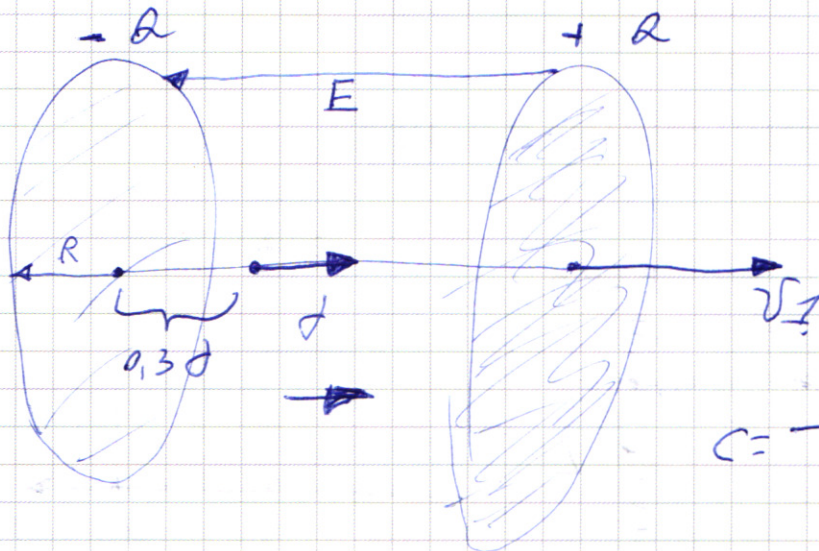
$$= \frac{\frac{3}{2}(\alpha - 1) + \frac{5}{2}}{\frac{3}{2} + \frac{5}{2}(\alpha + 1) - 2(\alpha + 1)} = \gamma$$

$$= \frac{\frac{3}{2} + \frac{1}{2}(\alpha + 1)}{\frac{3}{2} + \frac{5}{2}(\alpha + 1)}$$

$$= \frac{3 + \alpha + 1}{3 + 5\alpha + 5} = \frac{4 + \alpha}{8 + 5\alpha}$$

$3 + 5\alpha + 5 - 2\alpha - 2 = 6 + 3\alpha$
 $3 + 5\alpha + 5 - 2\alpha - 2 = 6 + 3\alpha$

N 3.



$$0,2 \cdot 15 \cdot 5 = 15$$

$$15$$

$$C = \frac{Q}{\dots}$$

$$0,2 \cdot 15 \cdot 5 = 15$$

$$F = E \cdot q$$

$$ma = Eq$$

$$a = YE$$

$$d = at$$

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

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

$$0,3d = \frac{aT^2}{2}$$

$$0,6d = aT^2; T = \sqrt{\frac{0,6d}{a}}$$

$$T = \sqrt{\frac{0,6d \cdot 2d}{v_1^2}}$$

$$= \frac{d}{v_1} \sqrt{1,2}$$

$$C = \frac{Q}{\dots}$$

$$\frac{v_1^2}{2d} = YE$$

$$E = \frac{v_1^2}{2dY}$$

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

$$Q = \frac{v_1^2}{2dY} \cdot \epsilon_0 = \frac{\epsilon_0 v_1^2}{2dY}$$

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

$$U = \frac{v_1^2}{2Y}$$

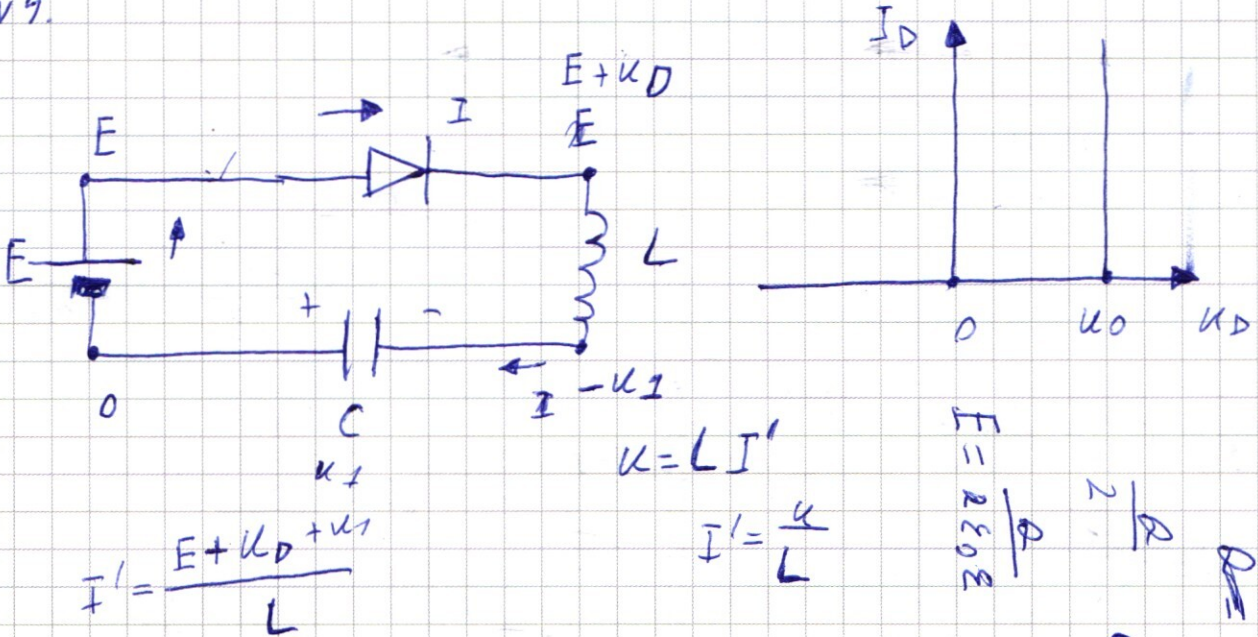
$$0 - \dots = \Pi_1 - 0 =$$

$$S \cdot d = b$$

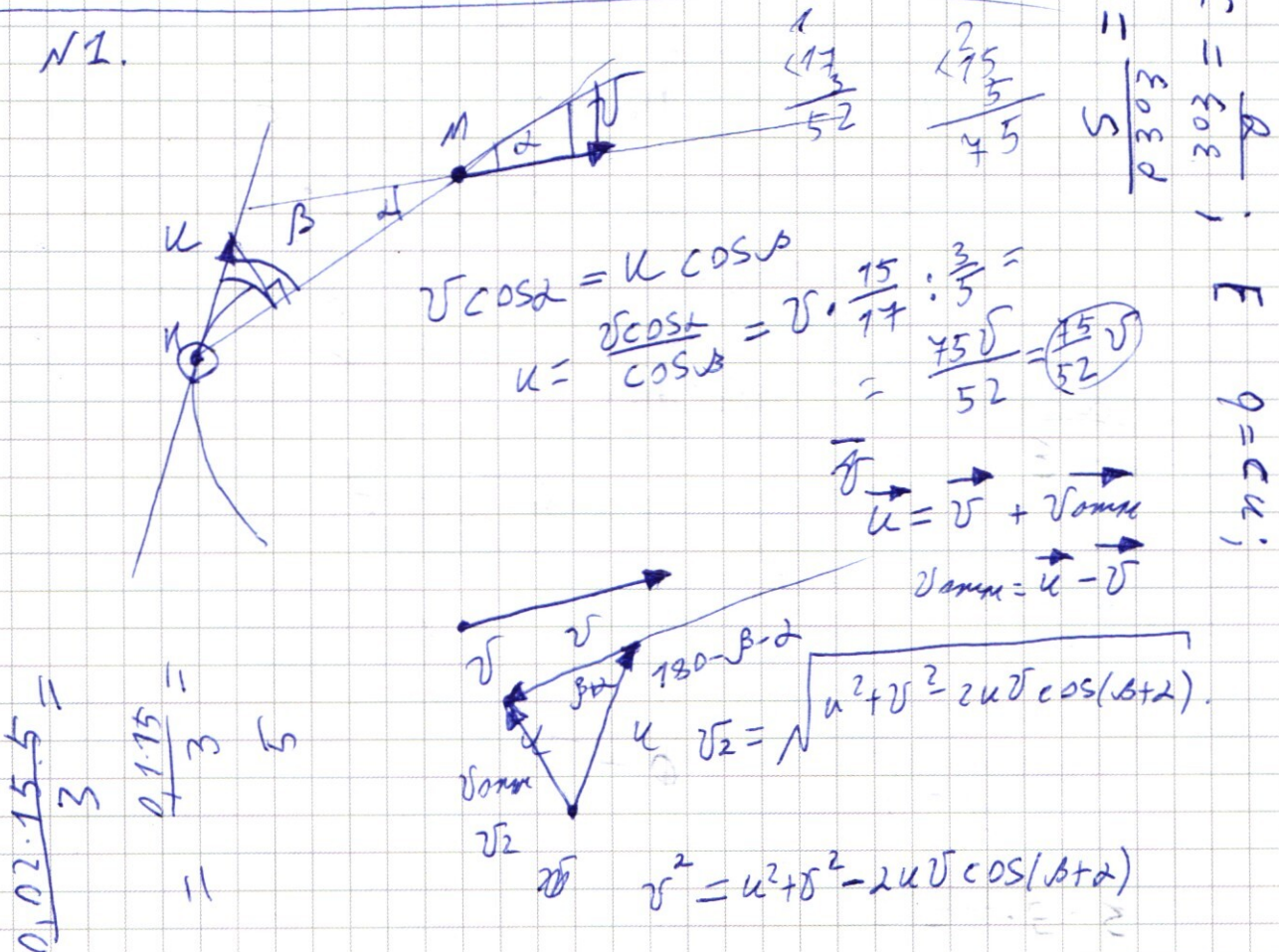
$$S \cdot 3 \cdot 7 = \frac{803}{6}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

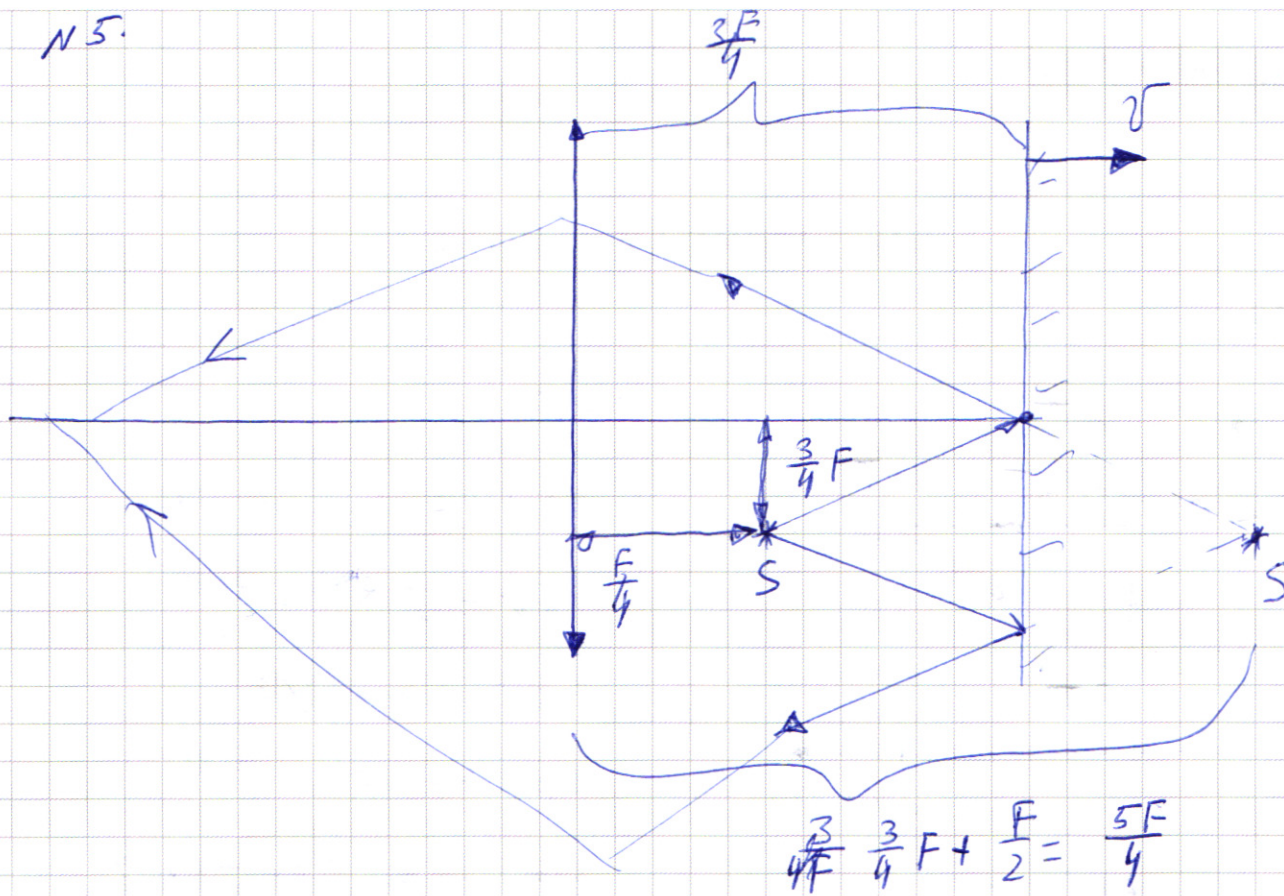
№ 9.



№ 1.



N 5.



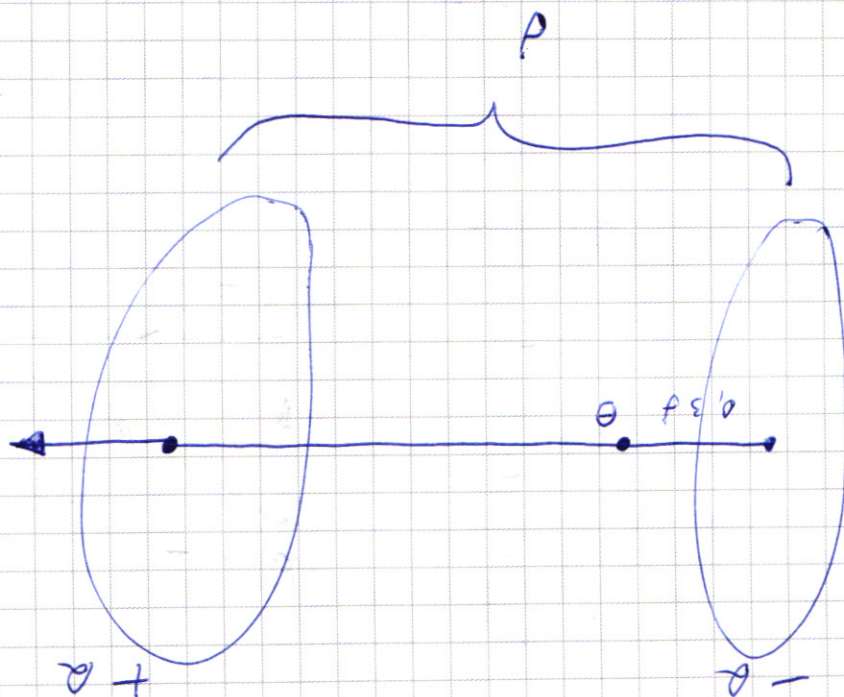
$$\frac{3}{4}F + \frac{3}{4}F + \frac{F}{2} = \frac{5F}{4}$$

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

37.

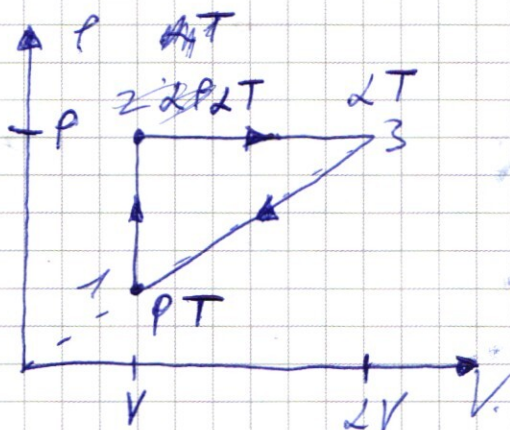
$$\frac{3}{2} \frac{dR}{dt} (2^2 - \alpha^2) = (2^2 - \alpha^2) \frac{dR}{dt}$$

8 S-модуль
однофазный



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 2.



$i = 3$

12 | $P = \text{const}, V = \text{const}, T \uparrow$

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

23 | $P = \text{const}, V \uparrow$

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

$$\frac{C_V}{C_P} = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = \frac{3}{5}$$

1) $\gamma = \frac{C_P}{C_V} = \frac{5}{3}$

$$C_{(13)} = \frac{3}{2} R + \frac{1}{2} R = 2R$$

2) $\gamma = \frac{C_P}{C_V} = \frac{3}{2}$

$$A = P \Delta V = P(V) = P(2V - V) = PV$$

$$Q = \frac{5}{2} R \Delta T = \frac{5}{2} R (2T - T) = \frac{5}{2} R T$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} R \Delta T = \frac{3}{2} R (2T - T) = \frac{3}{2} R T$$

$$A = \Delta U = \frac{3}{2} R T$$

$$\frac{\Delta U}{A} = \frac{\frac{3}{2} R T}{\frac{3}{2} R T} = 1$$

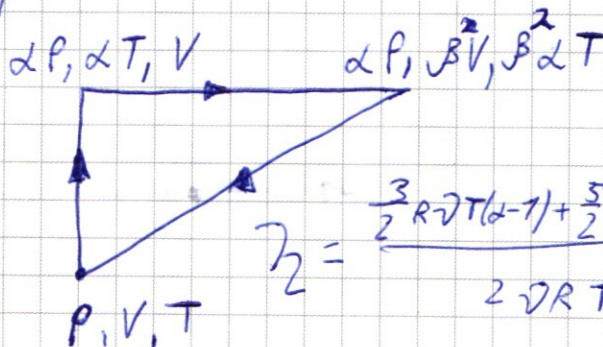
$$\eta = \frac{Q_{12} - Q_{31}}{Q_{12}}; \quad \eta = \frac{Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}}{Q_{12} + Q_{23}}$$

$$Q_{12} = \frac{5}{2} R \Delta T = \frac{5}{2} R (2T - T) = \frac{5}{2} R T$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} R \Delta T = \frac{5}{2} R (2T - T) = \frac{5}{2} R T$$

$$Q_{31} = 2R \Delta T = 2R (T - 2T) = -2R T$$

$$\eta = \frac{\frac{5}{2} (2-1) + \frac{5}{2} (1-2)}{\frac{5}{2} (2-1) + \frac{5}{2} (1-2)} = 0$$



$$\eta = \frac{\frac{3}{2} R \Delta T + \frac{5}{2} R \Delta T}{2 R \Delta T} = \frac{4}{2} = 2$$

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

$$\frac{15}{17} \cdot \frac{3}{5} = \frac{9}{17}$$

$$\sqrt{1 - \frac{15}{17}} = \frac{\sqrt{274}}{17}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{9}{17} \cdot \frac{4}{5}$$

$$\frac{9}{17} - \frac{4}{5} \cdot \frac{\sqrt{274}}{17}$$

$$= \frac{45 - 4\sqrt{274}}{17.5}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 177 \\ 14 \\ \hline 179 \\ 77 \\ \hline -280 \\ 75 \\ \hline 274 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 120 \\ 16 \\ \hline 184 \\ 16 \\ \hline 244 \end{array}$$