

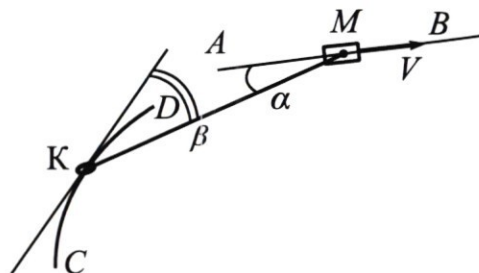
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

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

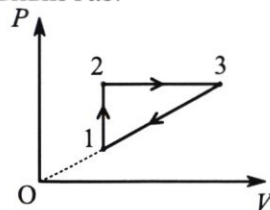
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной 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

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

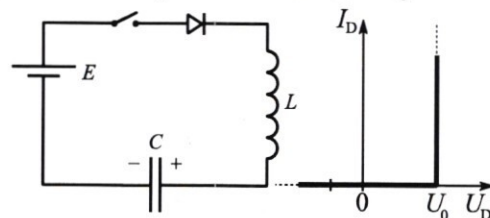
- 1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.
- 2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.
- 3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

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.

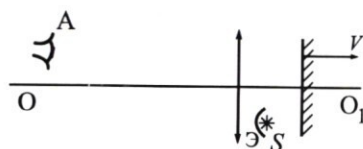


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

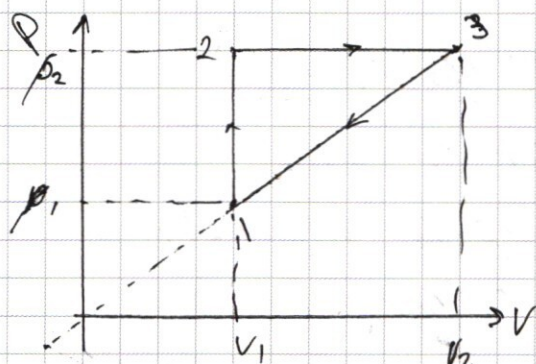
- 2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)

- 3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

а 2 1



$$\begin{aligned} p_1 &= \alpha V_1 \\ p_2 &= \alpha V_2 \\ \frac{p_1}{p_2} &= \frac{V_1}{V_2} \\ p_1 V_2 &= p_2 V_1 \end{aligned}$$

1) $Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{21} = C_{v1} \nu \Delta T_{21}$ — *исохора*

$Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{32} + p_2 (V_2 - V_1) = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{32} + p_2 V_2 - p_2 V_1 = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{32} + C_{v2} \nu \Delta T_{31}$ — *исобара*

Только на участках 1-2 и 2-3 ~~произошла~~ *произошла* ~~температура~~ *температура* ~~увеличивалась~~ *увеличивалась* температура, т.к.

процесс изобара и изохора с ~~увеличением~~ *увеличением* ~~давления~~ *давления* и давлением соответственно. В процессе 3-1 ~~уменьшалось~~ *уменьшалось* ~~давление~~ *давление* и объем $\rightarrow$ температура ~~уменьшалась~~ *уменьшалась*.

$$\begin{aligned} C_{v1} &= \frac{3}{2} R \\ C_{v2} &= \frac{5}{2} R \end{aligned} \quad \rightarrow \quad \frac{C_{v1}}{C_{v2}} = \frac{3}{5} = 0,6$$

2) $Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{32}$

$$\Delta_{23} = p_2 (V_2 - V_1) = p_2 V_2 - p_2 V_1 = \nu R (T_3 - T_2) = \nu R \Delta T_{32}$$

$$\frac{Q_{23}}{\Delta_{23}} = \frac{\frac{5}{2} \nu R \Delta T_{32}}{\nu R \Delta T_{32}} = \frac{5}{2} = 2,5$$

$$3) \quad \eta = 1 + \frac{Q_K}{Q_H}, \text{ где } Q_K = -Q_{31} \\ Q_H = Q_{12} + Q_{23}$$

$$-Q_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) + \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1)$$

$$Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

$$\eta = 1 + \frac{\frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) + \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1)}{\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)} =$$

$$= 1 + \frac{3(p_2 V_2 - p_1 V_1) + p_1 V_2 + p_2 V_2 - p_1 V_1 - p_2 V_1}{3(p_2 V_1 - p_1 V_1) + 5(p_2 V_2 - p_2 V_1)} =$$

$$= 1 + \frac{3p_2 V_2 - 3p_1 V_1 + p_1 V_2 + p_2 V_2 - p_1 V_1 - p_2 V_1}{3p_2 V_1 - 3p_1 V_1 + 5p_2 V_2 - 5p_2 V_1} =$$

$$= 1 + \frac{4p_2 V_2 - 4p_1 V_1}{5p_2 V_2 - 3p_1 V_1 - 2p_2 V_1} =$$

$$= 1 + \frac{4p_2 (V_2 - \frac{p_1}{p_2} V_1)}{p_2 (5V_2 - 3V_1 \frac{p_1}{p_2} - 2V_1)} = 1 + \frac{4(V_2 - \frac{V_1^2}{V_2})}{5V_2 - 3\frac{V_1^2}{V_2} - 2V_1} =$$

$$= 1 + \frac{\frac{1}{V_2} 4(V_2^2 - V_1^2)}{\frac{1}{V_2} (5V_2^2 - 3V_1^2 - 2V_1 V_2)} = 1 + \frac{4(V_2^2 - V_1^2)}{4V_2^2 - 4V_1^2 + (V_2 - V_1)^2} =$$

$$= 1 + \frac{4(V_2 + V_1)}{4V_2 + 4V_1 + V_2 - V_1} = 1 + \frac{4V_2 + 4V_1}{5V_2 + 3V_1} =$$

$$= 1 + \frac{4 + 4\frac{V_1}{V_2}}{5 + 3\frac{V_1}{V_2}}$$

Пусть $\frac{V_1}{V_2} = \beta$, $\beta > 0$ по условию

$$\eta = 1 + \frac{4 + 4\beta}{5 + 3\beta} = \frac{5 - 3\beta + 4 + 4\beta}{5 + 3\beta} = \frac{9 + \beta}{5 + 3\beta}$$

Чем больше β , тем больше η , ~~то~~ а так β ,

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

которое можно взять, т.е. $\beta = 1$. При этом
~~Значит $\eta = \frac{9+1}{5+3} = \frac{10}{8} = \frac{5}{4}$~~

$$\eta < 100\%$$

при $\beta = 1$

$$\eta = \frac{10}{8} = 1,25 \text{ - не подходит}$$

при $\beta = 2$

$$\eta = \frac{11}{11} = 1 \text{ - не подходит}$$

при $\beta = 3$

$$\eta = \frac{12}{14} = \frac{6}{7} \text{ - подходит}$$

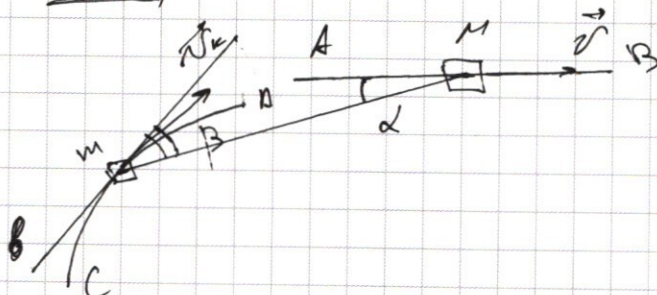
Значит $\eta \approx 85\%$

Ответ: 1) 0,6

2) 2,5

3) ~~max~~ 85%

~~а 1~~



$$\eta = 68 \text{ см/с}$$

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$R = 1,9 \text{ м}$$

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

$$\cos \alpha = \frac{15}{17}$$

$$\cos \beta = \frac{4}{5}$$

$$N = ?$$

$$v_{\text{норм}} = ?$$

$$T = ?$$

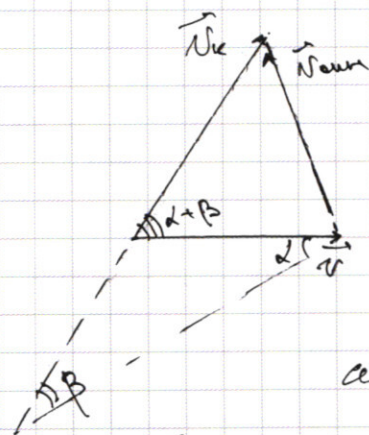
Т.к. каюта движется по дуге CA , то его скорость направлена по касательной к этой дуге

Чтобы найти скорость воспользуемся формулой,

что $v_k \cos \beta = v \cos \alpha$

$$v_k = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} v = \frac{15 \cdot 5}{17 \cdot 4} \cdot 68 \text{ м/с} = 75 \text{ м/с}$$

2) $\vec{v}_k = \vec{v} + \vec{v}_{\text{шт}}$



$$\cos \alpha = \frac{15}{17}$$

$$\sin \alpha = \frac{8}{17}$$

$$\cos \beta = \frac{4}{5}$$

$$\sin \beta = \frac{3}{5}$$

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

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{3}{5} = \frac{36}{85}$$

По ф. косинусов

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

$$v_{\text{шт}}^2 = (75^2 + 68^2 - 2 \cdot 75 \cdot 68 \cdot \frac{36}{85}) (\text{м/с})^2$$

$$v_{\text{шт}}^2 = (5625 + 4623 - 4320) (\text{м/с})^2$$

$$v_{\text{шт}} = \sqrt{5625 + 303 (\text{м/с})^2} = \sqrt{3(1875 + 101)} \text{ м/с}$$

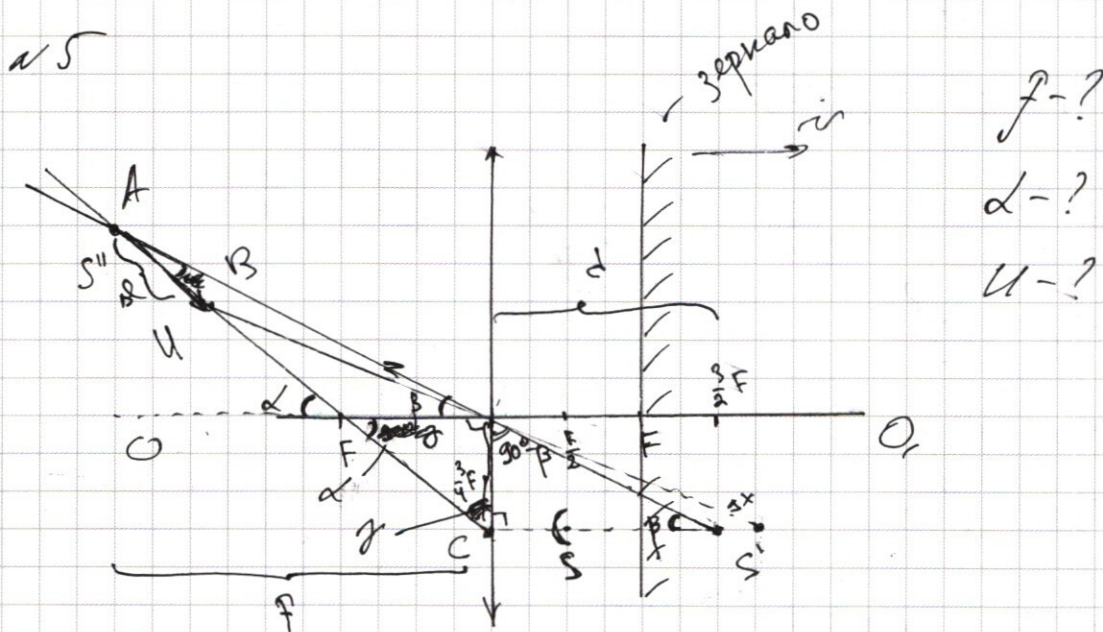
$$v_{\text{шт}} = 2,17 \cdot 4 \cdot 2,12 \approx$$

$$\approx 2,17 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 2,12 = 32 \cdot 1,7 \cdot 1,4 \approx 32 \cdot 2,4 \approx 76,8 \text{ м/с}$$

Ответ: 1) 75 м/с

2) 76,8 м/с

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



- 1) Для луча отражение S' является действительным источником

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

По формуле тонкой линзы

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

$$f = \frac{dF}{d-F} = \frac{1.5F^2}{1.5F-F} = 3F$$

$$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{3F}{1.5F} = 2$$

- 2) Снесшим S' на Δx вправо

Получим, что S'' снесшим на Δf по прямой AB , значит скорость S'' направлена вдоль AB

Обозначим угол α и γ

$$\alpha = 90^\circ - \gamma$$

$$\alpha = 90^\circ - \gamma$$

$$\tan \gamma = \frac{3F}{4} = \frac{F}{\frac{4}{3}F} = \frac{4}{3}$$

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

$$\cos^2 \gamma = \frac{1}{1 + \tan^2 \gamma} = \frac{1}{1 + \frac{16}{9}} = \frac{9}{25}$$

$$\cos \gamma = \frac{3}{5}$$

$$\sin \alpha = \sin(90^\circ - \gamma) = \cos \gamma = \frac{3}{5}$$

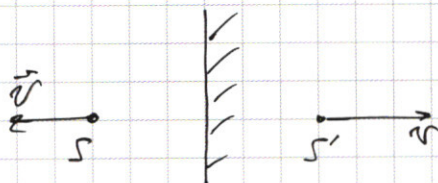
$$\cos \alpha = \frac{4}{5}$$

3)

Найдем скорость S'

В СО "Зеркало"

В СО "Земля"



$$v_{S'} = v + v = 2v$$

Продольная составляющая скорости u в S'' и скорости S' относительно как

$$\frac{u \cos \alpha}{v_{S'}} = \Gamma^2, \text{ где } \Gamma = 2 \text{ у пункта 1)}$$

$$u = \frac{\Gamma^2}{\cos \alpha} v_{S'} = \frac{4}{\frac{4}{5}} 2v = 10v$$

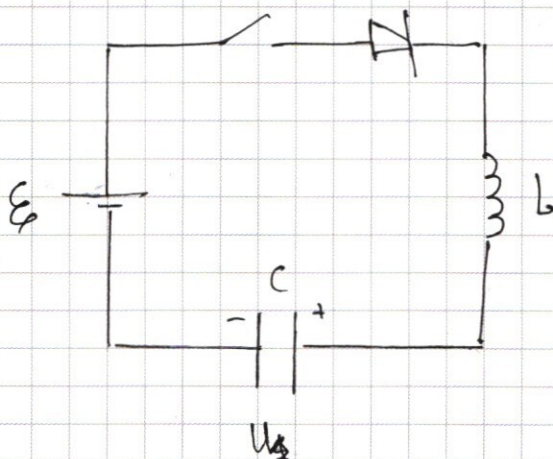
Ответ: 1) $3F$

2) ~~cos~~ $\sin \alpha = \frac{3}{5}$

3) $u = 10v$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

а4



$$E_0 = 9\text{ В}$$

$$C = 40\text{ мкФ}$$

$$U_0 = 5\text{ В}$$

$$U_0 = 1\text{ В}$$

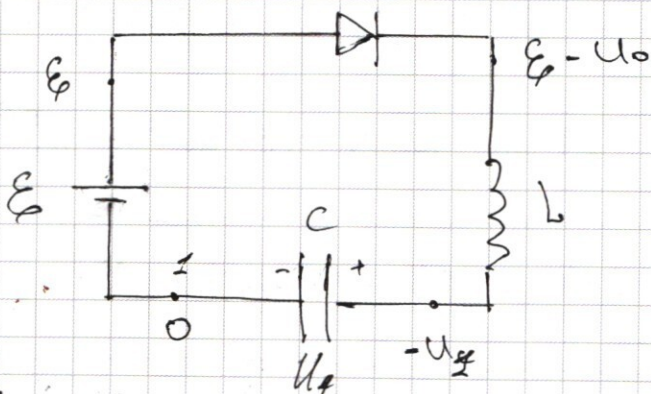
$$L = 0,1\text{ Гн}$$

$$1) I' - ?$$

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

$$3) U_2$$

1) сразу после замыкания ключа, напряжение на конденсаторе скачком не меняется



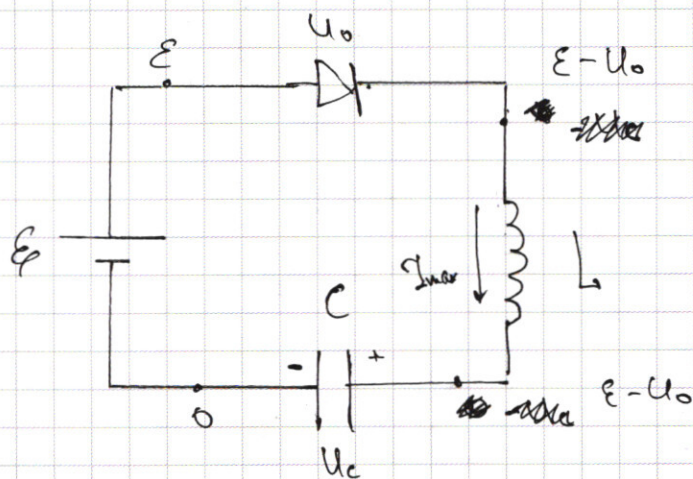
Приняв в точке 1 потенциал за 0 рассчитаем потенциал в цепи

$$U_L = E - U_0 - (-U_0) \quad U_L = E - U_0$$

$$U_L = L I'$$

$$\rightarrow I' = \frac{E + U_L - U_0}{L} = \frac{9\text{ В} + 5\text{ В} - 1\text{ В}}{0,1\text{ Гн}} = 130\text{ А}$$

2) При максимальном токе напряжение на катушке равно 0, т.к. ток принимает экстремальное значение $I_{\max}' = 0$



$$U_0 = E - (U_c) = E + U_c$$

$$U_c = 0$$

$$q_1 = CU_1$$

$$q_2 = C(E - U_0)$$

$$\text{По ЗСЭ: } E(q_2 - q_1) = \frac{LI_{\max}^2}{2} + \frac{C(E - U_0)^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$$

$$2EC(E - U_0) - 2ECU_1 = LI_{\max}^2 + C(E - U_0)^2 - CU_1^2$$

$$LI_{\max}^2 = C(2E^2 - 2EU_0 - 2EU_1 - (E - U_0)^2 + U_1^2)$$

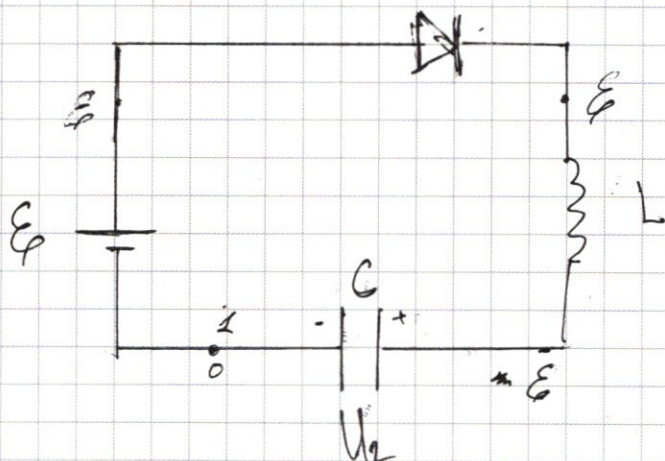
$$I_{\max} = \sqrt{\frac{C}{L}(2E^2 - 2EU_0 - 2EU_1 - (E - U_0)^2 + U_1^2)}$$

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}}{0,1 \text{ Гн}} (162 \text{ В}^2 - 18 \text{ В}^2 - 90 \text{ В}^2 - 64 \text{ В}^2 + 25 \text{ В}^2)}$$

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}}{0,1 \text{ Гн}} 15 \text{ В}^2} = 0,02 \sqrt{15} \text{ А}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) В установившемся режиме ток через конденсатор
нет. Напряжение на конденсаторе 0.
Значит нет тока в цепи. Если нет тока
в цепи, то



напряжение на
катушке 0 и
на диоде 0

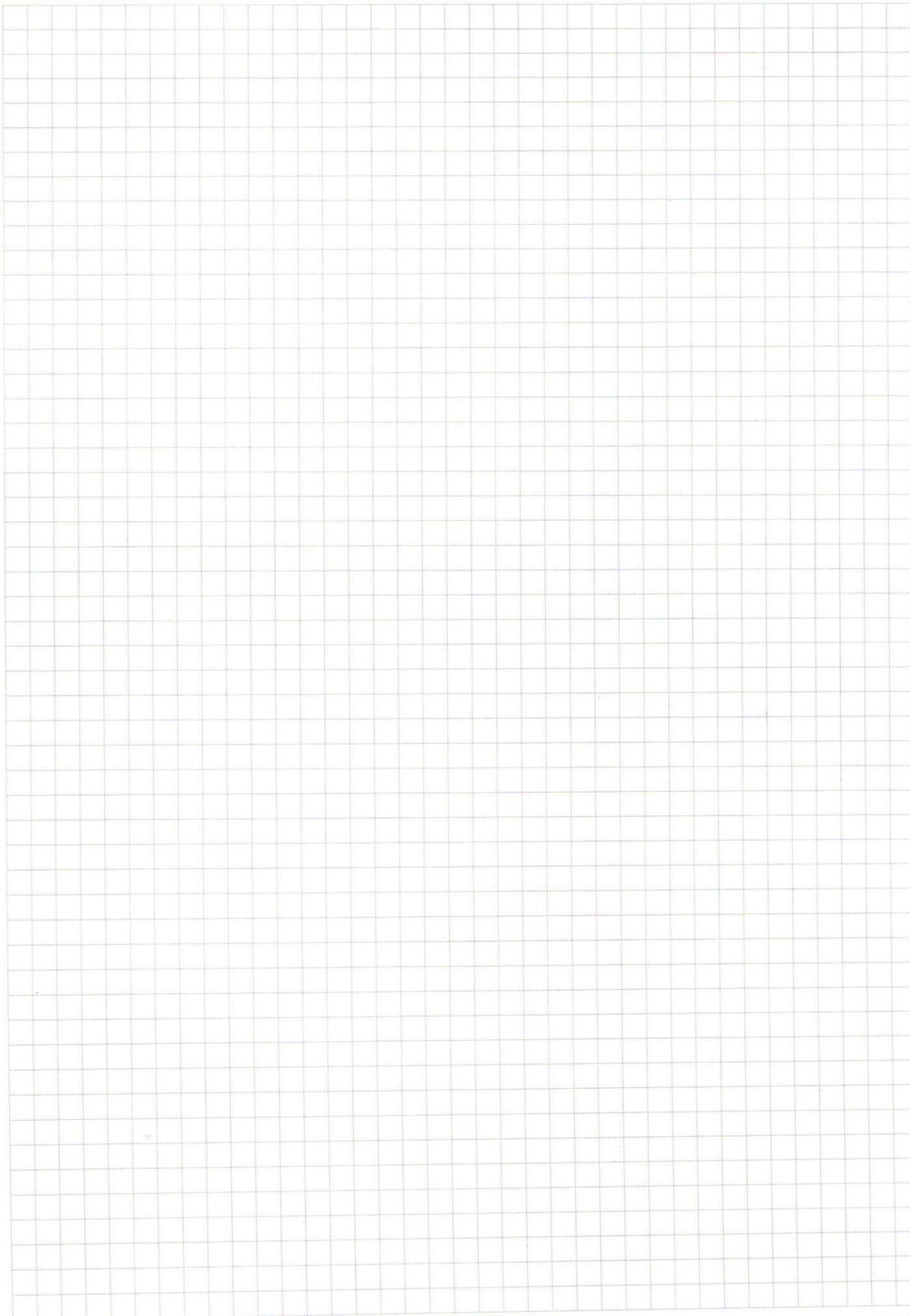
Рассеивать мощность, а также, что в в. /
мощности 0

$$U_2 = E - 0 = E = 9 \text{ В}$$

Ответ: 1) 130 мА

2) 2,15 ~~мА~~ мА

3) ~~9 В~~ 9 В



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{aligned}
 & \frac{p_2(V_2 - V_1) - p_1(V_2 - V_1)}{3(p_2 V_1 - p_1 V_1) + 5(p_2 V_2 - p_2 V_1)} = \frac{p_1 V_1 = \nu R T_1}{p_2 V_2 = \nu R T_2} \\
 & = \frac{(V_2 - V_1) - \frac{p_1}{p_2}(V_2 - V_1)}{3(V_1 - \frac{p_1}{p_2} V_1) + 5(V_2 - V_1)} = \frac{\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{T_1}{T_2}}{\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2 = \frac{T_1}{T_2}} \\
 & = \frac{V_2 - V_1 - \frac{V_1}{V_2}(V_2 - V_1)}{3V_1 - 3\frac{V_1}{V_2} V_1 + 5V_2 - 5V_1} = \frac{V_2 - V_1 - V_1 + \frac{V_1^2}{V_2}}{5V_2 - 2V_1 - \frac{V_1^2}{V_2}} \quad \begin{aligned} p_1 &= \alpha V_1 \\ p_2 &= \alpha V_2 \end{aligned} \\
 & = \frac{V_2 - 2V_1 + \frac{V_1^2}{V_2}}{5V_2 - 2V_1 - 3\frac{V_1^2}{V_2}} \quad \begin{aligned} p_1 V_1 - p_2 V_2 &= \alpha V_1^2 - \alpha V_2^2 \\ p_2 &= \alpha V_2 \end{aligned} \\
 & \eta = 1 + \frac{Q_K}{Q_H} = 1 + \frac{\frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1)}{\frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)} \\
 & = 1 + \frac{\cancel{\frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)} + \frac{3p_2 V_2 - 3p_1 V_1 + p_1 V_2 - p_1 V_1 + p_2 V_2 - p_2 V_1}{3p_2 V_1 - 3p_1 V_1 + 5p_2 V_2 - 5p_2 V_1}}{2} \\
 & = 1 + \frac{4p_2 V_2 - 4p_1 V_1}{5p_2 V_2 - 3p_1 V_1 - 2p_2 V_1} \\
 & = 1 + \frac{\cancel{4\alpha^2 V_2^2 - 4\alpha^2 V_1^2}}{\cancel{5\alpha^2 V_2^2 - 3\alpha^2 V_1^2 - 2\alpha^2 V_1 V_2}} = 1 + \frac{4V_2 - 4\frac{V_1^2}{V_2}}{5V_2 - 3\frac{V_1^2}{V_2} - 2V_1} \\
 & = 1 + \frac{4V_2^2 - 4V_1^2}{5V_2^2 - 3V_1^2 - 2V_1 V_2} \\
 & = 1 + \frac{4(V_2 - V_1)(V_2 + V_1)}{4V_2^2 - 4V_1^2 + (V_2 - V_1)^2} \\
 & = 1 + \frac{4(V_2 + V_1)}{4(V_2 + V_1) + (V_2 - V_1)} = 1 + \frac{4V_2 + 4V_1}{4V_2 + 4V_1 + V_2 - V_1}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{array}{r} 32 \\ \times 24 \\ \hline 128 \\ 640 \\ \hline 768 \end{array}$$

$$\left(\frac{4 + 4t}{5 - 3t} \right)' = 4 \cdot \frac{5 - 3t + 3(1 + t)}{(5 - 3t)^2} =$$

$$\begin{array}{r} 8 \cdot 4 \cdot 8 \cdot 3 \\ 64 \cdot 12 \end{array}$$

$$= 4 \frac{5 - 3t + 3 + 3t}{(5 - 3t)^2} = 4 \frac{8}{(5 - 3t)^2}$$

8

$$f'(t) \quad + \quad 0 \quad +$$

$$\begin{array}{r} 1986 \mid 2 \\ 986 \mid 2 \\ 493 \mid \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 1,7 \\ \hline 14 \\ + 119 \\ \hline 3,38 \end{array}$$

$$\frac{5 - 3t + 4 + 4t}{5 - 3t} = \left(\frac{9 + t}{5 - 3t} \right)' = \frac{(5 - 3t) - (9 + t)(-3)}{(5 - 3t)^2}$$

$$\frac{5 - 3t + 4 + 4t}{5 - 3t}$$

$$\begin{array}{r} 60 \\ - 56 \\ \hline 40 \end{array} \quad \begin{array}{r} 12 \\ \times 0,85 \\ \hline 10,20 \end{array}$$

$$t = 1$$

$$\frac{10}{2} = 50\%$$

$$30 = 25\%$$

$$\begin{array}{r} 60 \\ \times 0,85 \\ \hline 51 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7 \\ 9 \end{array}$$

$$1,7 \cdot$$

$$2 \cdot 15 \cdot 4 \cdot 36$$

$$\sqrt{3} \approx$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 36 \\ \hline 36 \\ + 72 \\ \hline 432 \end{array}$$

$$1,7 \cdot 4$$

$$30 \cdot 4 \cdot 36$$

$$= 120 \cdot 36$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 25^2 \\ \times 125 \\ \hline 3125 \\ + 6250 \\ \hline 9375 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ \times 68 \\ \hline 544 \\ + 4080 \\ \hline 4624 \end{array}$$

$$48 + 6 = 54$$

$$\begin{array}{r} 493 \mid 13 \\ 35 \mid 3 \\ \hline 103 \end{array}$$

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

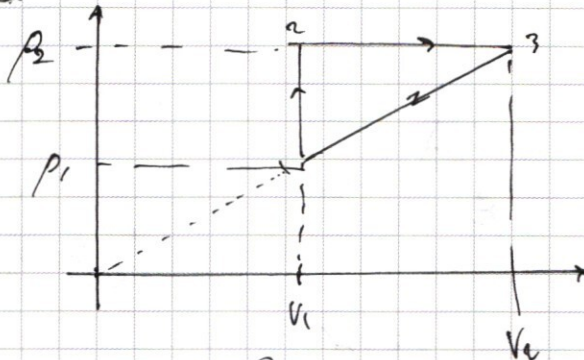
$$75$$

$$\times 625$$

$$1800 + 60 + 25 = 1885$$

$$2 \overline{) 3 \cdot 493}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{Q}{2605}$$

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

$$p_1 = 2 p_2$$

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

$$p_1 V_2 = p_2 V_1$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_1 = \nu R T_2$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_x}{Q_H}$$

$$Q_x = -Q_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1)$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) + p_2 (V_2 - V_3)$$

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

$$= \frac{3}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 + \frac{1}{2} p_1 V_2 - \frac{1}{2} p_1 V_1 + \frac{1}{2} p_2 V_2 - \frac{1}{2} p_2 V_1$$

$$= 2 p_2 V_2 - 2 p_1 V_1$$

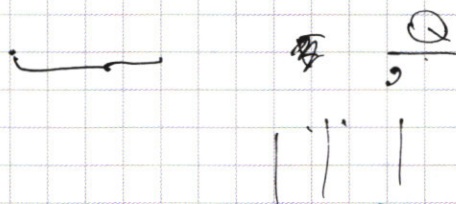
$$Q_H = \frac{3}{2} (p_2 V_1 - p_1 V_1) + \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_2 V_1) + p_2 V_2 - p_2 V_1$$

$$= \frac{3}{2} p_2 V_1 - \frac{3}{2} p_1 V_1 + \frac{5}{2} p_2 V_2 - \frac{5}{2} p_2 V_1 =$$

$$= \frac{5}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 - p_2 V_1$$

$$\eta = \frac{2 p_2 V_2 - 2 p_1 V_1}{\frac{5}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 - p_2 V_1} = \frac{4 \nu R (T_2 - T_1)}{5 \nu R T_2 - 3 \nu R T_1 - T_2} = \frac{4 (T_2 - T_1)}{5 T_2 - 3 T_1 - T_2}$$

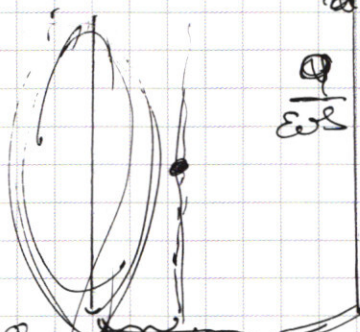
3



$$\frac{Q}{E \delta} q = m a^*$$

$$\tau \sin \beta = m \frac{u}{t}$$

$$\begin{aligned} p_1 &= d V_1 \\ p_2 &= d V_2 \\ p_1 V_2 &= p_2 V_1 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} E q &= F \\ \frac{Q}{2 E \delta} q &= \frac{m a^*}{2} \end{aligned}$$

$$p_2 V_2 = d^2 V_2$$

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

$$\psi_1 - \psi_2 = \frac{Q}{2 E \delta} + \dots$$

$$\psi_2 - \psi_3$$

$$\psi_1 = \frac{Q}{2 E \delta} \dots$$

$$F = (u \cdot h) q = m a$$

$$0.25 d = \frac{0 - u}{2 a}$$

$$p_2 V_2 = p_1 V_1$$

$$0.25 d$$

$$p_2 V_1 \quad p_1 V_1$$

2

$$Q_{12} = \frac{5}{2} D R (T_2 - T_1) = C_1 V_0 T$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} D R (T_3 - T_2) + p_2 V_2 = \frac{5}{2} D R \delta B_3$$

$$Q_6$$

$$p_2 V_2 - p_2 V_1 =$$

$$D R T_3 - D R T_2$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} D R \delta T_{23}$$

$$A_{23} = \frac{5}{2} D R (\delta T_{23}) = 2.5$$

$$\eta = 1 - \frac{\frac{5}{2} D R \delta T_{21}}{\dots}$$

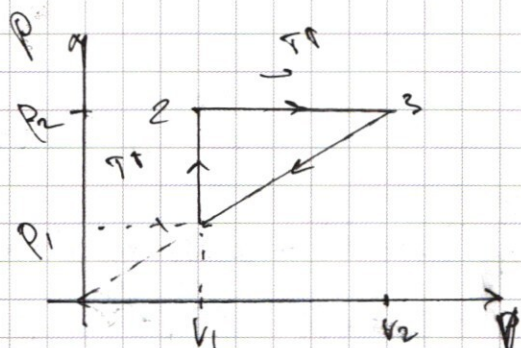
$$\frac{(p_2 - p_1)(V_2 - V_1)}{2 \left(\frac{3}{2} (p_2 V_1 - p_1 V_1) + \frac{5}{2} (p_2 V_2 - p_2 V_1) \right)}$$

$$= \frac{p_2 V_2 - p_2 V_1 - p_1 V_2 + p_1 V_1}{3 p_2 V_1 - 3 p_1 V_1 + 5 p_2 V_2 + 5 p_2 V_1}$$

$$p_2 (V_2 - \frac{p_1}{p_2} V_1 - \frac{p_1}{p_2} V_2 + \frac{p_1}{p_2} V_1)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

22



$$p_1 = 2 V_1$$

$$p_2 = 2 V_2$$

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

$$\frac{3}{2} DR(T_3 - T_2) = p_1 V_2 = p_2 V_1$$

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

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

$$1) Q_{12} = \frac{3}{2} DR T_{12} + p(V_2 - V_1) = \frac{5}{2} DR T_{12} = C_{v1} DR T_{12}$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} DR T_{12} = C_{v2} DR T_{12}$$

$$\frac{C_{v1}}{C_{v2}} = \frac{\frac{5}{2}}{\frac{3}{2}} = \frac{5}{3} = 1.6$$

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

$$pV_1 = p_1 V_1, \quad pV_2 = p_2 V_2$$

$$2) Q_{12} = \frac{3}{2} DR T_{12}$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} DR T_{23}$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} DR T_{23}$$

$$A_{23} = pV_3 - pV_2 = DR T_3 - DR T_2 = DR T_{23}$$

$$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = 2.5$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} DR (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} V_1 (p_2 - p_1)$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} p_2 (V_2 - V_1)$$

$$3) \eta = \frac{A_{12}}{Q_{12}} = \frac{(p_2 - p_1)(V_2 - V_1)}{2 \left(\frac{3}{2} p_2 (V_2 - V_1) + \frac{5}{2} p_2 (V_2 - V_1) \right)}$$

$$= \frac{p_2 V_2 - p_2 V_1 - p_1 V_2 + p_1 V_1}{3 p_2 V_2 - 3 p_2 V_1 + 5 p_2 V_2 - 5 p_2 V_1}$$

$$= \frac{p_2 V_2 + p_1 V_1}{5 p_2 V_2 - 3 p_1 V_1 - 2 p_2 V_1}$$

$$p_1 V_2 = p_2 V_1$$

$$\eta = \frac{A_2}{Q_{\text{no}}} = \frac{(p_2 - p_1)(V_2 - V_1)}{2 \left(\frac{3}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1) + \frac{5}{2}(p_2 V_1 - p_1 V_2) \right)}$$

$$= \frac{p_2 V_2 - p_2 V_1 - p_1 V_2 + p_1 V_1}{3p_2 V_2 - 3p_1 V_1 + 5p_2 V_1 - 5p_1 V_2}$$

$$= \frac{p_2 V_2 - 2p_2 V_1 + p_1 V_1}{8p_2 V_2 - 5p_2 V_1 - 3p_1 V_1}$$

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

$$\eta = 1 - \frac{Q_{\text{ex}}}{Q_{\text{in}}} =$$

$$\begin{aligned} & \frac{25}{75} \\ & \frac{38}{75} \\ & \frac{52}{58} \end{aligned} \quad \begin{aligned} & 50 \\ & 200 \cdot 38 = 8200 \end{aligned}$$

$$52 \sqrt{V_2} = u^2 + v^2 - 2uv \cos(\alpha + \beta)$$

$$15^2 = 85^2 + 68^2 - 2 \cdot 85 \cdot 68 \cdot \frac{36}{18 \cdot 2}$$

$$\frac{p_2(V_2 - 2V_1) + p_1 V_1}{p_2(8V_2 - 5V_1) - 3p_1 V_1} =$$

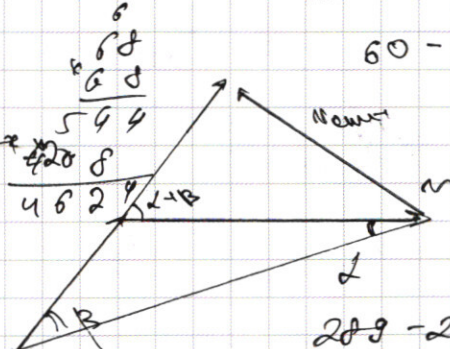
$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{17}{17} \cdot \frac{3}{5}$$

$$60 - 24 = 36$$

$$8V_2 = 5V_1$$

$$V_1 = \frac{8}{5} V_2$$

$$V_{\text{sum}}^2 = 85^2 + 68^2 - 2 \cdot 85 \cdot 68 \cdot \frac{36}{18 \cdot 2}$$



$$289 - 225 = 64$$

$$\vec{V}_{\text{адс}} = \vec{V}_{\text{ам}} + \vec{V}_{\text{пер}}$$

$$\sigma = \omega R$$

$$T_{\text{сир}} = m \frac{v^2}{R}$$

$$\begin{aligned} & 27 \\ & \times 27 \\ & \hline 1289 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 37 \\ & \times 37 \\ & \hline 259 \end{aligned}$$

$$5625 - 4624 = 1001$$

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

$$\begin{aligned} & 5625 \\ & - 4624 \\ & \hline 1001 \end{aligned}$$

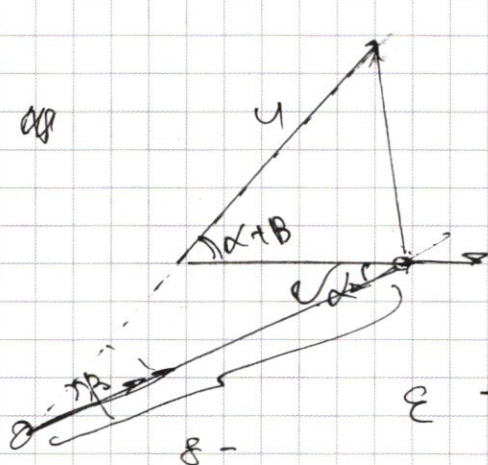
$$10248 - 8200$$

$$3048$$

$$u \frac{4}{5} = 68 \cdot \frac{15}{17}$$

$$u = 68 \cdot \frac{5 \cdot 15}{4 \cdot 17} = 75 \text{ см/с}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



γ. косинус

$$8 - (-5) = 13 \text{ О}$$

РЗ

$$\tau \sin \beta = m \frac{u^2}{r}$$

u_0

$$u_0 = \varepsilon - \varphi = \varphi = 8$$

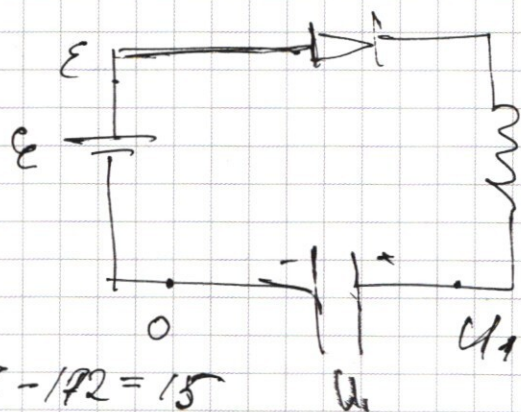
N 4

1) Срезу нект. зам. экв. и нект. экв. не нект.

$$4 \cdot 10^{-4}$$

162 -

$$\varphi = 400 \cdot 10^{-6}$$



$$Q_1 = \frac{U_1 C}{2}$$

$$Q_2 = \frac{U_2 C}{2}$$

$$187 - 172 = 15$$

$$\varepsilon - U_1 = L I_1$$

$$I_1 = \frac{\varepsilon - U_1}{L} = \frac{9 - 5}{0,1} = 40 \text{ А}$$

$$L I^2 = 2 \varepsilon U_1 C - 2 \varepsilon U_1 C$$

$$L I^2 = 2 \varepsilon U_1 C + C U_1^2 - 2 \varepsilon U_1 C$$

$$L I^2 = C (90 + 25 - 81)$$

$$L I^2 = C (90 + 25 - 81)$$

$$9 + 25 = 34$$

$$0,1 =$$

$$340$$

$$\varepsilon (Q_2 - Q_1) = \frac{L I^2}{2} + \frac{C \varepsilon^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2}$$

$$2 \varepsilon U_1 C + 2 \varepsilon^2 C = L I^2 + C \varepsilon^2 - C U_1^2$$

