

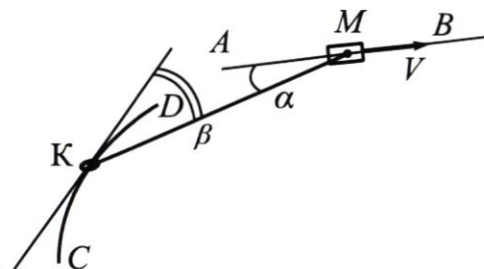
Олимпиада «Физтех» по физике, 6 класс

Вариант 11-01

Класс 11

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

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.



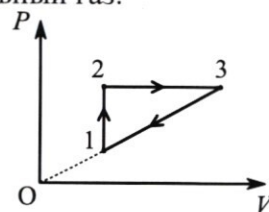
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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?

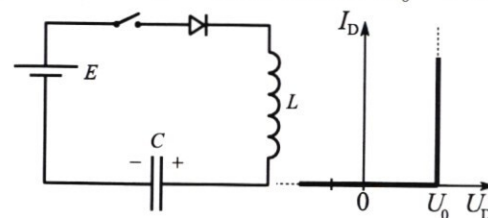
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

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.

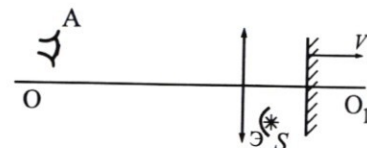


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

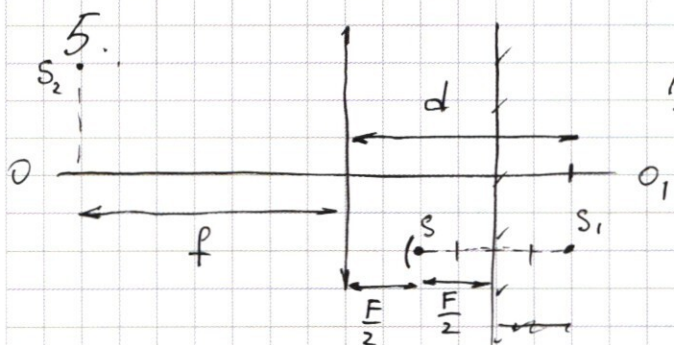
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

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



1) расстояние от источника S до зеркала равно расстоянию от зеркала до изображения S_1

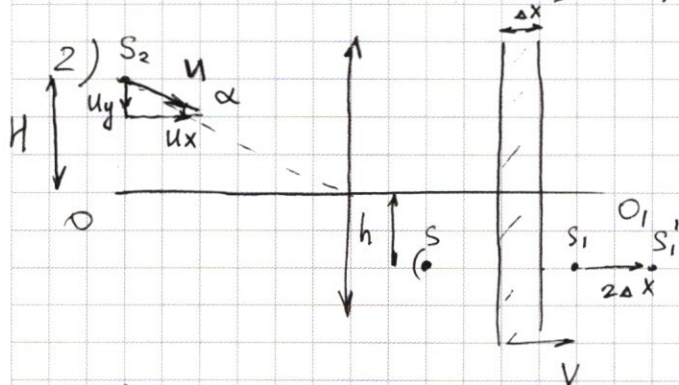
⇒ расстояние от S_1 до линзы
$$d = F + \frac{F}{2} = \frac{3}{2} F$$

и формулы тонкой оптики для собирающей линзы:

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

$d \succ F \Rightarrow$ изображение действительное

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



пусть n - скорость обращения

ну съ за $\Delta t \rightarrow 0$

зеркало сдвинулось
на $\Delta x = V_{\Delta} t$

На $\Delta X = V_{\Delta} t$

точка S_1 сдвинулось

Ha 2dx

$$\Rightarrow V_1 = 2V - \text{скорость } S_1$$

Куртук

$$\left(\frac{1}{F}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{f} + \frac{1}{d}\right)^{-1}$$

$$0 = -\frac{\dot{f}}{f^2} - \frac{\dot{d}}{d^2} - \frac{\dot{f}}{d} = \frac{f^2}{d^2} = \frac{u_x^2}{v_1^2}$$

$$\Rightarrow U_x = \frac{f^c}{\sqrt{2}} \quad V_1 = 4 \cdot 2V = 8V$$

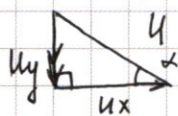
$$h = \frac{3}{4} F = \text{const} \quad U_y = \dot{h}^2 = (\dot{r} h) = \dot{h}(r) = \quad r = \frac{f}{d}$$

$$= \frac{f d - d f}{d^2} \cdot h = \frac{u_x d - v_1 f}{d^2} \cdot h =$$

$$= \frac{8V \cdot \frac{3}{2} F - 2V \cdot 3F}{\frac{9F^2}{4}} \cdot \frac{3}{4} F = \frac{12V - 6V}{3} = 2V$$

$$+ g \alpha = \frac{u_y}{u_x} = \frac{2}{8} = \frac{1}{4}$$

5 продолжение

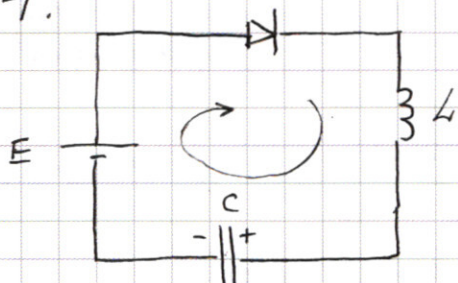


$$u^2 = u_y^2 + u_x^2 = 64V^2 + 4V^2 = 68V^2$$

$$u = 2\sqrt{17}V$$

Ответ: 1) 3F ; 2) $\tan \alpha = \frac{1}{4}$; 3) $\frac{2\sqrt{17} \cdot V}{8V} \approx \frac{2\sqrt{17}}{8}$

4.



1) в начальный момент разность потенциалов на диоде равна:

$$E - U_1 = 4B > U_0 = 1B$$

$\Rightarrow$ диод открыт

обойдем контур.
по 2 правилу Кирхгофа:

$$E + \mathcal{E}_i = U_0 + U_1 \quad \mathcal{E}_i = -L \frac{dI}{dt} = -L \dot{I}$$

$$\Rightarrow L \dot{I} = E - (U_0 + U_1) = 3B$$

$$\dot{I} = \frac{E - (U_0 + U_1)}{L} = \frac{3}{0,1} \frac{A}{с} = 30 \frac{A}{с}$$

2)

если ток максимален, то $\dot{I} = 0$

$$\Rightarrow \mathcal{E}_i = 0$$

$$E = U_0 + U_c \quad U_c = E - U_0 = 3B$$

из закона сохр. энергии

$$W_0 + A_{\text{ист}} = W_1 + Q, \quad Q = 0$$

$$A_{\text{ист}} + W_0 = W_1$$

$$E \Delta q + \frac{CU_1^2}{2} = \frac{CU_c^2}{2} + \frac{LI_{\text{max}}^2}{2}$$

$$\Delta q = CU_c - CU_1$$

$$CE(U_c - U_1) + \frac{C(U_1 - U_c)(U_1 + U_c)}{2} = \frac{LI_{\text{max}}^2}{2}$$

$$\frac{C(U_c - U_1)(2E - U_1 - U_c)}{2} = \frac{LI_{\text{max}}^2}{2}$$

$$I_{\text{max}} = \sqrt{\frac{C(U_c - U_1)(2E - U_1 - U_c)}{L}} = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 5}{10^{-1}}} A = 20\sqrt{15} \text{ mA}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4, продолжение

3) в установившемся режиме
ток в катушке не течет,
диод закрыт
из закона сохранения энергии

$$E \Delta q_1 + \frac{CU_1^2}{2} = \frac{CU_2^2}{2}$$

$$\Delta q_1 = C(U_2 - U_1) > 0$$

т.к. $U_2 \geq E$, раз диод закрыт

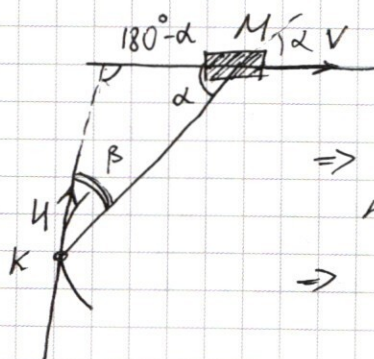
$$CE(U_2 - U_1) = \frac{C(U_2 - U_1)(U_2 + U_1)}{2}$$

$$2E = U_2 + U_1$$

$$U_2 = 2E - U_1 = 2 \cdot 9 - 5^B = 13 \text{ В}$$

Ответ: 1) $\dot{I} = 30 \frac{\text{А}}{\text{с}}$; 2) $I_{\text{max}} = 20\sqrt{15} \text{ мА} \approx 80 \text{ мА}$
3) $U_2 = 13 \text{ В}$

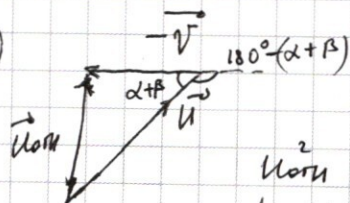
1.



1) пусть U скорость кольца K
т.к. нить нерастянута
 $\Rightarrow$ проекции скоростей M и K
на ось, параллельную нити,
равны
 $\rightarrow V \cos \alpha = U \cos \beta$

$$\Rightarrow U = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{68 \cdot 15 \cdot 5}{17 \cdot 4} \frac{\text{см}}{\text{с}} = 75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

2)

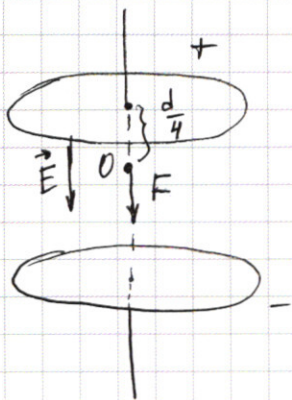


$$\vec{U}_{\text{отн}} = \vec{U} + (-\vec{V})$$

$$U_{\text{отн}}^2 = U^2 + V^2 - 2UV \cos(\alpha + \beta)$$

$$U_{\text{отн}} = \sqrt{68^2 + 75^2 - 2 \cdot 68 \cdot 75 \cdot \frac{36}{517}} = 77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

3.



$$1) \quad F = ma$$

$$a = \frac{F}{m}$$

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

$$V_1 = aT = \frac{3d}{2T}$$

$$2) \quad a = \frac{3d}{2T^2} = \frac{F}{m} = \frac{Eq}{m} = E \cdot \gamma$$

$$E = \frac{3d}{2T^2\gamma}$$

$$E_1 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}, \text{ но т.к. обкладки } \gamma \text{ и поле } \gamma \text{ симметричны}$$

и поле вне оси симметрии равно нулю,

$$\text{то } E = 2E_1 = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$\frac{3d}{2T^2\gamma} = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$Q = \frac{3\epsilon_0 d S}{2T^2\gamma}$$

3)

из закона сохранения энергии

$$q\varphi_0 = \frac{mv_2^2}{2} + q\varphi_\infty$$

$$\varphi_\infty \sim \frac{1}{r} \Rightarrow \varphi_\infty \rightarrow 0$$

$$\Rightarrow q\varphi_0 = \frac{mv_2^2}{2} \quad v_2 = \sqrt{2\gamma\varphi_0}$$

$$\varphi_0 = -\varphi_1 + \varphi_2, \text{ где } \varphi_1 \text{ и } \varphi_2 - \text{ потенциалы,}$$

создаваемые верхней и нижней обкладкой в т. О

$$\varphi_1 = \frac{E \cdot d}{2 \cdot 4}$$

$$\varphi_2 = \frac{3Ed}{4 \cdot 2}$$

φ_0 - потенциал в т. О.

$$\varphi_0 = \frac{2Ed}{4 \cdot 2} = \frac{Ed}{4}$$

$$\frac{qEd}{4} = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$v_2^2 = \frac{\gamma Ed}{2} = \frac{\gamma d Q}{2\epsilon_0 S} = \frac{\gamma d \cdot 3\epsilon_0 d S}{2\epsilon_0 S \cdot 2T^2\gamma} = \frac{3d^2}{4T^2}$$

$$v_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{d}{T}$$

Ответ: 1) $V_1 = \frac{3d}{2T}$;
2) $Q = \frac{3\epsilon_0 S d}{2T^2\gamma}$; 3) $V_2 = \frac{\sqrt{3}d}{2T}$

~~Ответ: 1) $V_1 = \frac{3d}{2T}$~~

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2. преобразование

$$Q_+ = \frac{3}{2} \alpha (V_3 - V_1)(V_3 + V_1) + \alpha V_3(V_3 - V_1) =$$
$$= \frac{\alpha}{2} (V_3 - V_1)(3V_3 + 3V_1 + 2V_3) = \frac{\alpha}{2} (V_3 - V_1)(5V_3 + 3V_1)$$

$$\eta = \frac{\frac{\alpha}{2} (V_3 - V_1)^2}{\frac{\alpha}{2} (V_3 - V_1)(5V_3 + 3V_1)} = \frac{V_3 - V_1}{5V_3 + 3V_1} =$$
$$= \frac{1}{5} \left(\frac{5V_3 + 3V_1}{5V_3 + 3V_1} - \frac{3V_1 - V_1}{5V_3 + 3V_1} \right) = \frac{1}{5} - \frac{8V_1}{5(5V_3 + 3V_1)}$$

при $V_3 \gg V_1$

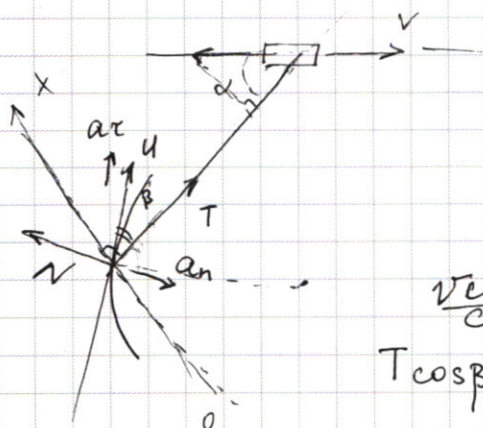
$$\frac{8V_1}{5(5V_3 + 3V_1)} \approx \frac{8V_1}{25V_3} \rightarrow 0$$

$$\Rightarrow \eta_{\max} = \frac{1}{5} = 0,2$$

Ответ: 1) $\frac{3}{5} = 0,6$; 2) $\frac{5}{2} = 2,5$; 3) $\frac{1}{5} = 0,2$

1. продолжение

перенесем в СО М
на ось ОХ:



$$V_{отн} = u \sin \beta + v \sin \alpha$$

$$V_{отн} = \dot{x} \cdot \frac{5}{3} R \Rightarrow \dot{x} = \frac{3(u \sin \beta + v \sin \alpha)}{5 R}$$

в лаб. СО:

$$\frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = u = \dot{\beta} R \Rightarrow \dot{\beta} = \frac{u}{R}$$

$$T \cos \beta = m a_t = \frac{m d u}{d t} = m v \frac{d}{d t} \left(\frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \right) =$$

$$= m v \left(-\dot{\alpha} \sin \alpha \cos \beta + \dot{\beta} \cos \alpha \sin \beta \right) =$$

$$= m v \left(\frac{4}{R} \cos \alpha \sin \beta - \frac{3(u \sin \beta + v \sin \alpha)}{5 R} \cdot \sin \alpha \cos \beta \right) =$$

$$T = \frac{m v}{R} \left(-\frac{3}{5} \left(\frac{75 \cdot 3}{5} + \frac{68 \cdot 8}{17} \right) \cdot \frac{8}{17} \cdot \frac{4}{5} + \frac{75 \cdot 15}{17} \cdot \frac{3}{5} \right) =$$

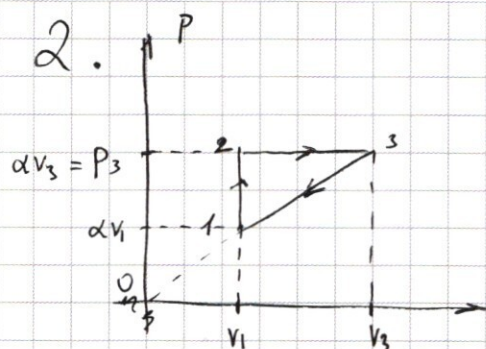
$$\approx \frac{m v}{R} \left(\frac{75 \cdot 15}{17} \cdot \frac{3}{5} \right) = \frac{10^{-1} \cdot 68 \cdot 10^{-2} \cdot 75 \cdot 12 \cdot 3 \cdot 10^{-2}}{1,9 \cdot 17 \cdot 5} =$$

$$= \frac{60 \cdot 9 \cdot 4^2}{2} \cdot 10^{-5} =$$

$$\approx 2 \text{ мН}$$

Ответ: 1) $75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; 2) $77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; 3) 2 мН

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



процесс

- 1) повышение температур газа произошло на участках 1-2 и 2-3
по закону сохр. энергии:

$$Q_{12} = \nu \Delta T C_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$\Rightarrow C_{12} = \frac{3}{2} R$$

$$Q_{23} = \nu \Delta T' C_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} =$$

$$= \frac{3}{2} \nu R \Delta T' + P_3 (V_3 - V_2)$$

по ур-ию Менделеева-Клапейрона

$$\begin{cases} P_3 V_3 = \nu R T_3 \\ P_3 V_2 = \nu R T_2 \end{cases} \text{ вычитаем}$$

$$A_{23} = P_3 (V_3 - V_2) = \nu R (T_3 - T_2) = \nu R \Delta T'$$

$$\Rightarrow Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T' + \nu R \Delta T' = \frac{5}{2} \nu R \Delta T' = \nu \Delta T' C_{23}$$

$$\Rightarrow C_{23} = \frac{5}{2} R$$

$$\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{3}{5}$$

- 2) 2-3 - изобарный процесс

$$\frac{A_{23}}{Q_{23}} = \frac{\nu R \Delta T'}{\frac{5}{2} \nu R \Delta T'} = \frac{2}{5}$$

$$\Rightarrow \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2} = 2,5$$

- 3) г.к. $P = \alpha V$ в процессе 3-1

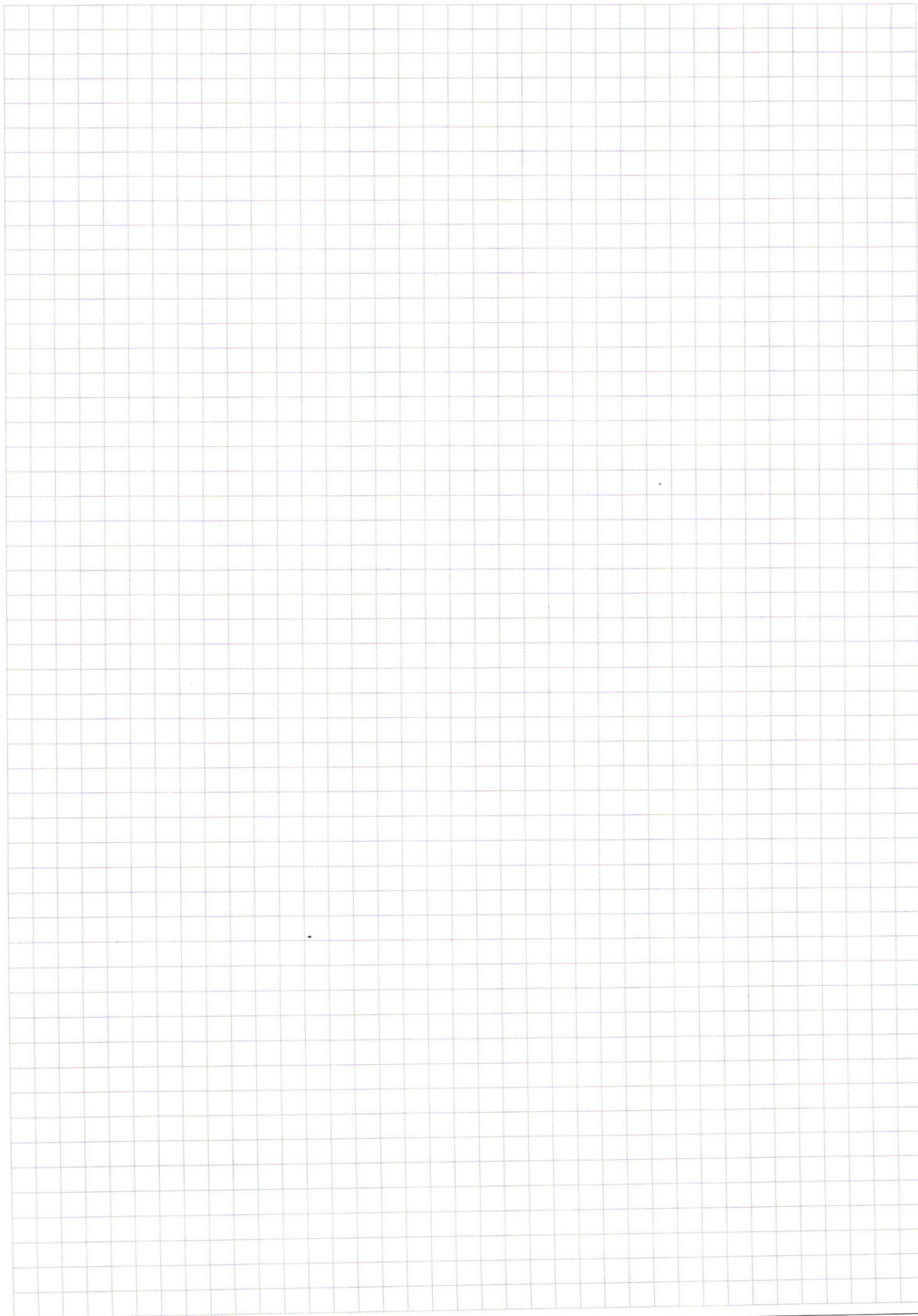
$$\Rightarrow P_1 = \alpha V_1, P_3 = \alpha V_3$$

$$A = \frac{(P_3 - P_1)(V_3 - V_1)}{2} = \frac{\alpha(V_3 - V_1)^2}{2}$$

$\eta = \frac{A}{Q_+}$, где A - площадь
под цикла на $P(V)$

$$Q_+ = A_{23} + \Delta U_{13} = \frac{3}{2} (P_3 V_3 - P_1 V_1) + P_3 (V_3 - V_1) =$$

$$= \frac{3}{2} \frac{\alpha}{2} (V_3 - V_1)(V_3 + V_1) + \alpha V_3 (V_3 - V_1)$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5.

$68 = 2 \cdot 34 \quad 17 \cdot 4$
 $\Rightarrow d = F + \frac{F}{2} = \frac{3}{2} F$
 $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad f = \frac{dF}{d - F} =$
 $\frac{5R}{3 \sin(\alpha + \beta)} = \frac{x}{\sin \alpha} \quad \frac{3FF}{\frac{F}{2}} = 3F$
 $x = \frac{5R \sin \alpha}{3 \sin(\alpha + \beta)} \quad v = \frac{5R \cos \alpha \cdot d}{3 \sin(\alpha + \beta) \sin \alpha}$
 $E_{Cu_2 - Cu_1} = 36.60$
 $qE(u_2 - u_1) = C(u_2 - u_1) \frac{u_2 + u_1}{d} \cdot h$
 $2E = u_2 + u_1$
 $u_2 = 2E - u_1 = 18 - 5 = 13$
 $68 = 2 \cdot 34 = 2 \cdot 17$
 $\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{2V}{8V} = \frac{1}{4}$
 $v = \sqrt{64 + 4} V = 2\sqrt{17} V$
 $48V \cdot \frac{3F}{2} - 2V \cdot 3F = \frac{12 - 6}{3}$

Handwritten calculations and diagrams are present throughout the page, including vector diagrams, force diagrams, and numerical calculations.

$$1) E - U_0 = \frac{L dI}{dt} = LI \quad \cos^2 \alpha = \frac{64}{64+1} = \frac{64}{65}$$

$$I = \frac{E - U_0}{L} = \frac{8}{0,1} = 80 \frac{A}{C}$$

$$U_c = E - U_0 \quad \max \Rightarrow E_i = 0 \quad \frac{4}{\sqrt{17}} = 8$$

$$E q_f = \frac{CU_c^2}{2} + \frac{LI_m^2}{2}$$

$$E CU_c - CU_c U_c = LI_m^2 \quad C(E - U_0) \left(\frac{E + \frac{E}{2} + U_0}{2} \right) = \frac{LI_m^2}{2}$$

$$\frac{40 \cdot 10^{-6} (3)}{10^{-1}} \cdot \frac{18 - 528}{40 \cdot 10^{-5} \cdot 10} = I_{\max} \quad \frac{C(E^2 - U_0^2)}{L} = \frac{40 \cdot 10^{-6} \cdot 80}{0,1}$$

установится ток, когда через катушку прекратится ток

$$E q_f = \frac{CU_c^2}{2} = 600 \cdot 10^{-5} = 4 \cdot 8 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-5} = 16 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 4 \cdot 10^{-2} \cdot 2\sqrt{5} = 8\sqrt{5} \text{ мА}$$

$$E q_f = \frac{CU_c^2}{2} = 60 \cdot 10^{-6} \quad U_c = 2E = 2,4 \text{ В}$$

8 мА $\Rightarrow$ все работа ит. пошла на зарядку

$$E \cdot CU_2 = \frac{CU_2^2}{2}$$

$$18 - 8 - 5 = U_2 = 2E \quad \frac{68}{17} = 4 \cdot 15 \cdot 5 \quad F = \frac{U \cdot q}{d \cdot m}$$

5) 1) 2) 3) 1)

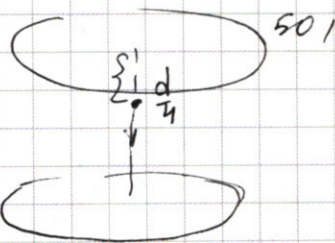
$$v_2^2 = 2 \cdot \frac{qE}{4}$$

$$q\varphi = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$20 \cdot 4 \quad v_2 = \frac{2q\varphi}{m}$$

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

$$\varphi = \frac{q\varphi}{R} = \frac{E \cdot r}{2} = \frac{E \cdot \frac{3}{4} r}{2} = \frac{qE}{4}$$



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

$$v_i = aT = \frac{3d}{2T}$$

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

$$a = \frac{Eq}{m} = E \cdot \frac{1}{4} = \frac{3}{4} \cdot \frac{2d}{T^2}$$

$$E = \frac{3d}{2T^2}$$

$$Q = E \epsilon_0 S = \frac{3\epsilon_0 S d}{2T^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

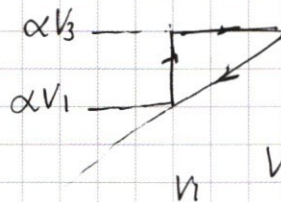
$\eta =$

$$V_2 = \frac{\sqrt{3}d}{2T}$$

$$\frac{1}{5}(5V_3 + 3V_1) - \frac{3}{5}V_1 - V_1 =$$

$$= V_3 + \frac{3}{5}V_1 - \frac{3}{5}V_1 - V_1$$

$$\frac{3}{5} + \frac{1}{5} = \frac{8}{5} \Rightarrow \frac{Qd}{4\epsilon_0 S} = \frac{Ed}{4} = \frac{mv_2^2}{2}$$



$$A = \frac{\alpha(V_3 - V_1)^2}{2}$$

$$V_3 \quad v_2^2 = \frac{4Qd}{2\epsilon_0 S} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 10^{-18}}{2 \cdot 8.85 \cdot 10^{-12} \cdot 10^{-16}} = \frac{3}{4} \frac{d^2}{T^2}$$

$$Q_+ = \alpha(V_3^2 - V_1^2) + \alpha V_3(V_3 - V_1) =$$

$$= \alpha(V_3 - V_1)(2V_3 + V_1)$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{V_3 - V_1}{4V_3 + 2V_1} =$$

$$V_3 \gg V_1$$

$$\eta = \frac{1}{4} - \frac{3}{4} \frac{V_1}{(2V_3 + V_1)} \approx \frac{1}{4} - \frac{3}{4} \frac{V_1}{2V_3} = \frac{V_3 - V_1}{2(2V_3 + V_1)} = \frac{1}{4} - \frac{3}{8} \frac{V_1}{(2V_3 + V_1)}$$

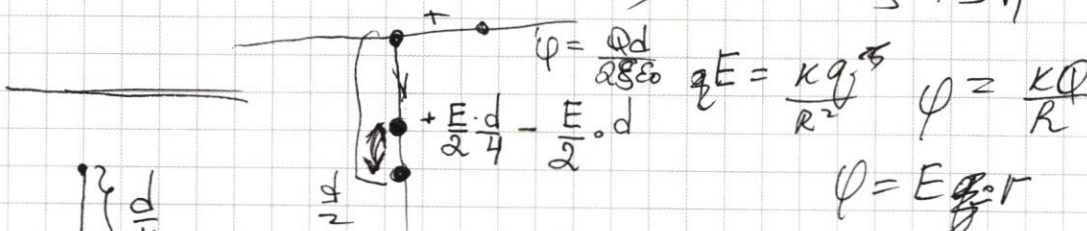
$$\frac{2V_3 + V_1 - V_3 - 2V_1}{2} =$$

$$A = \frac{\alpha(V_3 - V_1)^2}{2}$$

$$Q_+ = \frac{3}{2} \alpha(V_3 - V_1)(V_3 + V_1) + \frac{2}{2} \alpha V_3(V_3 - V_1) = \frac{1}{2} - \frac{(2V_1 + V_3)}{2(V_3 + V_1)}$$

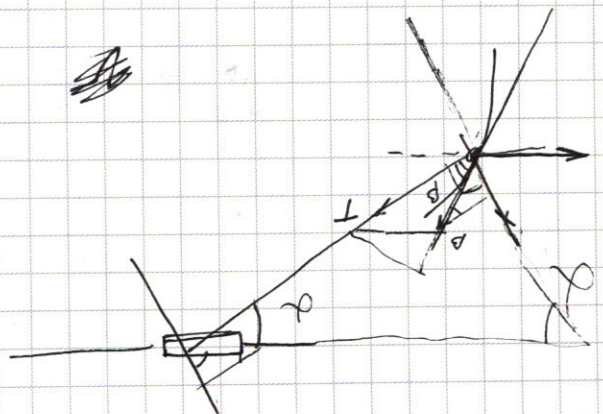
$$= \frac{\alpha}{2}(V_3 - V_1) \left(3V_3 + 3V_1 + \frac{2(2V_3 + V_1)}{2(V_3 + V_1)} \right) = \frac{1}{4} - V_1 - \frac{V_1}{2} = -3$$

$$= 5V_3 + 3V_1$$



$$q\varphi = E q \cdot \frac{d}{4} \quad \varphi = \frac{E \cdot d}{2} = \frac{Qd}{2\epsilon_0 S}$$

$$q\varphi_0 = -E q \cdot \frac{d}{4} \quad \frac{2Ed}{4} \quad \varphi_0 = \frac{Ed}{4}$$



$$T \cos \beta = m \frac{dv}{dt} = m d\sqrt{\cos \alpha} =$$

$$T = m a_T$$

$$\frac{5R}{3m(\alpha + \beta)} = \frac{X}{m\alpha}$$

$$X = \frac{5R}{3} \frac{m\alpha}{m(\alpha + \beta)}$$

$$T \cos \beta = m \frac{dv}{dt} = m d\sqrt{\cos \alpha} =$$

$$= m \sqrt{-\alpha \sin \alpha \cos \beta + \beta \sin \beta \cos \alpha}$$

$$\frac{5R}{3m(\alpha + \beta)} = \frac{X}{m\alpha}$$

$$X = \frac{5R}{3} \frac{m\alpha}{m(\alpha + \beta)}$$

$$T \cos \beta = m \frac{dv}{dt} = m d\sqrt{\cos \alpha} =$$

$$= m \sqrt{-\alpha \sin \alpha \cos \beta + \beta \sin \beta \cos \alpha}$$

$$\frac{5R}{3m(\alpha + \beta)} = \frac{X}{m\alpha}$$

$$X = \frac{5R}{3} \frac{m\alpha}{m(\alpha + \beta)}$$

$$T \cos \beta = m \frac{dv}{dt} = m d\sqrt{\cos \alpha} =$$

$$= m \sqrt{-\alpha \sin \alpha \cos \beta + \beta \sin \beta \cos \alpha}$$

$$\frac{5R}{3m(\alpha + \beta)} = \frac{X}{m\alpha}$$

$$X = \frac{5R}{3} \frac{m\alpha}{m(\alpha + \beta)}$$

$$\frac{4}{5} T \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = m \sqrt{\left(\frac{5}{4} \cdot \frac{8}{5} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{3}{5} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \right)}$$

$$\frac{4}{5} T = 4 \frac{R}{5} - 24 \alpha = \frac{15^2}{17^2} \frac{3}{5} R \left(\frac{4}{5} \frac{R}{5} - 24 \alpha \right)$$

$$\frac{4}{5} T = 4 \frac{R}{5} - 24 \alpha = \frac{15^2}{17^2} \frac{3}{5} R \left(\frac{4}{5} \frac{R}{5} - 24 \alpha \right)$$

$$N + T \sin \beta = \frac{R}{m \alpha^2} = \frac{17 \cdot 3}{15 \cdot 4} \beta - \frac{17 \cdot 8}{15 \cdot 15} \alpha =$$

$$= \frac{17}{15} \left(\frac{3}{4} \beta - \frac{8}{15} \alpha \right)$$

$$(N \cos \alpha + T \sin \alpha) = \frac{3}{5} R \beta$$

$$N + T \cos(\alpha + \beta) = \frac{3}{5} R \alpha$$

$$= 68 + 75 \left(\frac{17}{15} \frac{4}{5} - \frac{5}{3} \frac{8}{15} \right) =$$

$$= 68 + 75 \left(\frac{60}{24} - \frac{5 \cdot 17}{24} \right) =$$

$$= 17 \cdot 8 \cdot \frac{15}{15} = 17 \cdot 8 = 136$$

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

$$= \frac{17}{15} \left(\frac{3}{4} \beta - \frac{8}{15} \alpha \right)$$

$$= \frac{17 \cdot 3}{15 \cdot 4} \beta - \frac{17 \cdot 8}{15 \cdot 15} \alpha =$$

$$= \frac{17}{15} \left(\frac{4}{5} \frac{R}{5} - 24 \alpha \right)$$

$$= \frac{15^2}{17^2} \frac{3}{5} R \left(\frac{4}{5} \frac{R}{5} - 24 \alpha \right)$$

$$X = \frac{5R}{3} \frac{m\alpha}{m(\alpha + \beta)}$$

$$\frac{5R}{3m(\alpha + \beta)} = \frac{X}{m\alpha}$$

$$= m \sqrt{-\alpha \sin \alpha \cos \beta + \beta \sin \beta \cos \alpha}$$

$$T \cos \beta =$$

$$T = m a_T$$

$$T \cos \beta = m \frac{dv}{dt} = m d\sqrt{\cos \alpha} =$$

$$15^2 \cdot 3 \cdot 5^2 \cdot 17 = 77 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 4$$

$$25 \cdot 45 \cdot 3$$

$$16875$$

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

$$= \frac{45 + 32}{77 \cdot 15} =$$

$$= \frac{5 \cdot 17}{96} =$$

$$16 \cdot 17^2 + 5^2 \cdot 15^2 =$$

$$= 36 \cdot 120 =$$

$$= 42 - 24 =$$

$$= 16875$$

$$45 + 32 = 77$$

$$77 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 4 =$$

$$15 \cdot 15 \cdot 3 =$$

$$77 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 4 =$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2. повышение на 1-2 и на 2-3

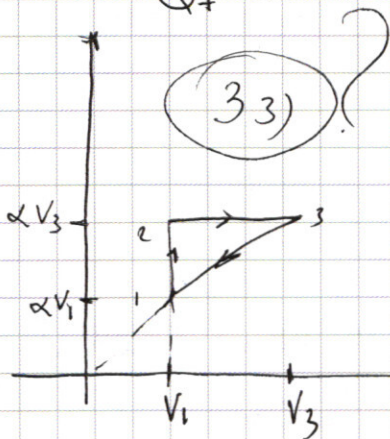
1) $Q_{12} = \frac{3}{2} \gamma R \Delta T$
 $\Rightarrow C_{12} = \frac{3}{2} R$
 $\Rightarrow \frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{3}{5} = 0,6$

2) $Q_{23} = \frac{5}{2} \gamma R \Delta T$
 $A_{23} = \gamma R \Delta T$

3) $y = 1 - \frac{Q_-}{Q_+}$
 $Q_- = \frac{4}{3} \gamma R (T_3 - T_1)$
 $Q_+ = \frac{3}{2} \gamma R (T_3 - T_1) + \gamma R (T_3 - T_2)$
 $A_{23} = \gamma R (T_3 - T_2)$
 $\Delta U_{13} = \frac{3}{2} \gamma R (T_3 - T_1)$
 $A_{13} = \frac{\Delta U_{13}}{3}$
 $|\Delta U_{13}| = \frac{3}{2} \alpha (V_1^2 - V_3^2)$
 $\Rightarrow A_{13} = \frac{\Delta U_{13}}{3}$

Handwritten calculations and diagrams are present throughout the page, including a diagram of a thermodynamic cycle with states 1, 2, and 3.

$$\eta = \frac{A}{Q_+}$$



$$A = 2R(T_3 - T_2) - \frac{2R}{2}(T_3 - T_1) = 2R\left(\frac{T_3}{2} - T_2 + \frac{T_1}{2}\right)$$

$$A = \frac{\alpha(V_3 - V_1) \cdot (V_3 - V_1)}{2}$$

$$\varphi_+ = \frac{3\alpha(V_3^2 - V_1^2)}{2} + \alpha(V_3 - V_1)$$

$$\frac{A}{Q_+} = \frac{V_3 - V_1}{3(V_3 + V_1) + 2V_3} =$$

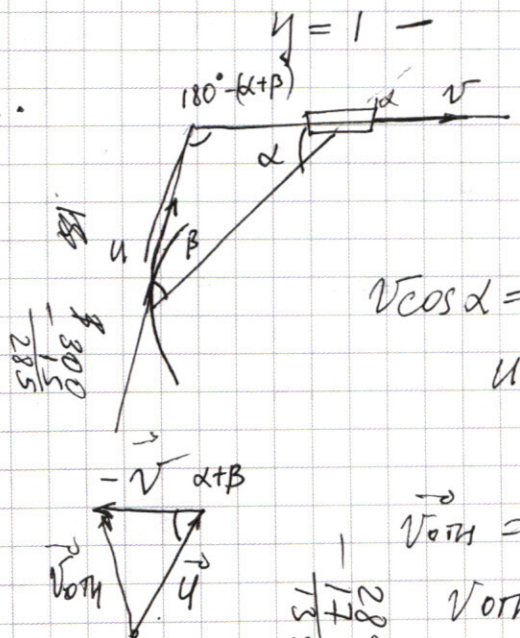
$$E \cdot d = \varphi_1 - \varphi_2$$

$$\frac{Ed}{4} = \varphi_1 - \varphi_0 \quad \varphi_0 = \frac{3}{4}Ed + \varphi_2$$

$$\frac{3Ed}{4} = \varphi_0 - \varphi_2 \quad A =$$

$$= \frac{V_3 - V_1}{5V_3 + 3V_1}$$

1.



или через проекции скоростей на напр. парал. ей равно

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

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

$$\vec{v}_{отн} = \vec{u} + (-\vec{v})$$

$$v_{отн} = \sqrt{v^2 + u^2 - 2vu \cos(\alpha + \beta)} = \sqrt{v^2 + \frac{v^2 \cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} - 2v^2 \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \cos(\alpha + \beta)} =$$

$$v \sqrt{\cos^2 \beta + \cos^2 \alpha - \cos^2 \alpha \cos^2 \beta - 2 \sin \alpha \sin \beta \cos \alpha \cos \beta}$$

$$= \frac{\cos^2 \alpha \sin^2 \beta - \sin^2 \alpha \sin^2 \beta}{4}$$

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

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