

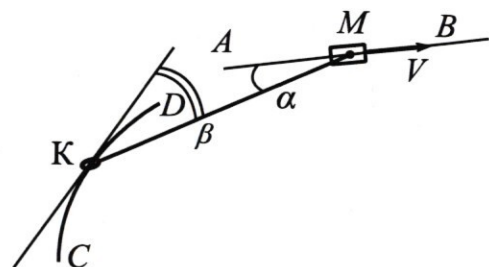
Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 11

Вариант 11-03

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

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.



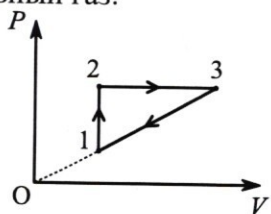
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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?

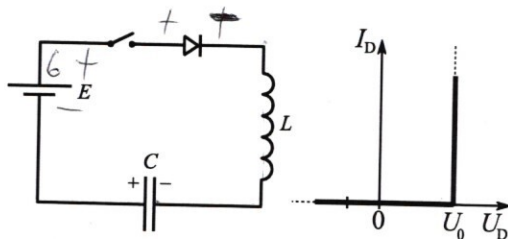
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

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.

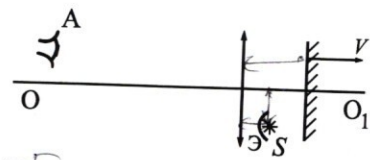


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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



$$f = \frac{F \cdot d}{d - F} = \frac{5}{4} F^2 = 5F$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

- 1) Повышение температуры происходящее на участках 1-2 и 2-3

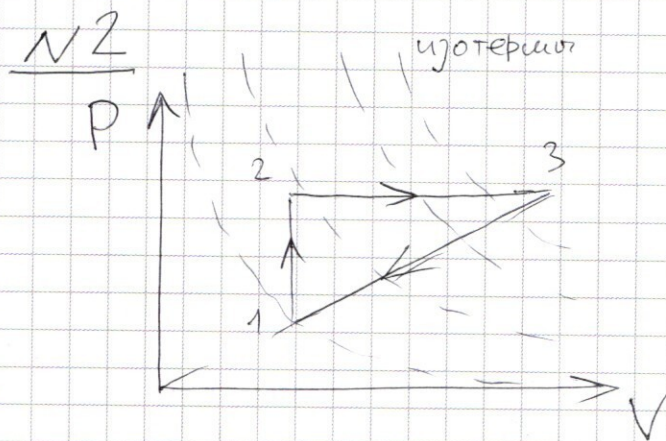
1-2 - изохора

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

2-3 - изобара

$$C_p = \frac{i+2}{2} R$$

$$\Rightarrow \frac{C_p}{C_v} = \frac{i+2}{i} = \left\{ i=3 \right\} = \frac{5}{3}$$



$$2) Q_{23} = C_p \nu \Delta T = \frac{i+2}{2} \nu R \Delta T_{23}$$

$$\Delta W_{23} = \frac{i}{2} \nu R \Delta T_{23}$$

$$Q_{23} = \Delta W_{23} + A_{23}$$

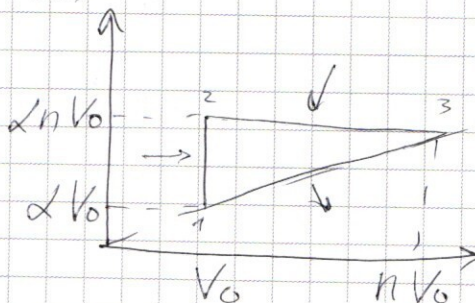
$$\Rightarrow A_{23} = \nu R \Delta T_{23}$$

$$\frac{\Delta W_{23}}{A_{23}} = \frac{i}{2} = \frac{3}{2} = 1,5$$

$$3) A_y = \frac{(nV_0 - V_0)(\ln V_0 - \ln V_0)}{2} =$$

$$= \frac{2V_0^2(n-1)^2}{2}$$

Используем Мандельсона-Клапейрона



$$Q = \frac{3}{2} (\ln V_0^2 - \ln V_0^2) + \frac{5}{2} (\ln^2 V_0^2 - \ln V_0^2) =$$

$$= \frac{3}{2} \ln V_0^2 (n-1) + \frac{5}{2} \ln V_0^2 (n^2 - n) =$$

$$= \ln V_0^2 \left(\frac{3}{2} n - \frac{3}{2} + \frac{5}{2} n^2 - \frac{5}{2} n \right) = \frac{\ln V_0^2}{2} (5n^2 - 2n - 3)$$

$$\eta = \frac{A_0}{Q} = \frac{(n-1)^2}{5n^2 - 2n - 3} \rightarrow \max$$

$$\eta = 1 - 4 \cdot \frac{n^2 - 1}{5n^2 - 2n - 3} \quad g(n); \quad g'(n) = -2 \cdot \frac{(n-1)^2}{n^2} < 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow g(n) \text{ — убывает} \Rightarrow \eta_{\max} = 1 - 4 \cdot \frac{1}{5} = 1 - \frac{4}{5} = \frac{1}{5} \Rightarrow \eta \rightarrow \max \text{ в пределе на } +\infty$$

Ответ: 1) $\frac{5}{3}$ или $\frac{3}{5}$ 2) 1,5 3) $\frac{1}{5}$ или 20%

н.1

1) $\vec{u}$ — скорость кольца

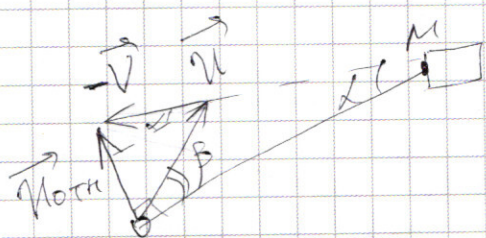
Глисть неподвижна, значит проекции скоростей

концов шнур на нее сами равны, т.е.

$$V \cos \alpha = u \cos \beta; \quad u = V \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$u = 34 \frac{\text{см}}{\text{с}} \cdot \frac{45^\circ}{17} \cdot \frac{5}{3} = 34 \frac{\text{см}}{\text{с}} \cdot \frac{25}{17} = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

2) Перейдем в ИСО „шурта“

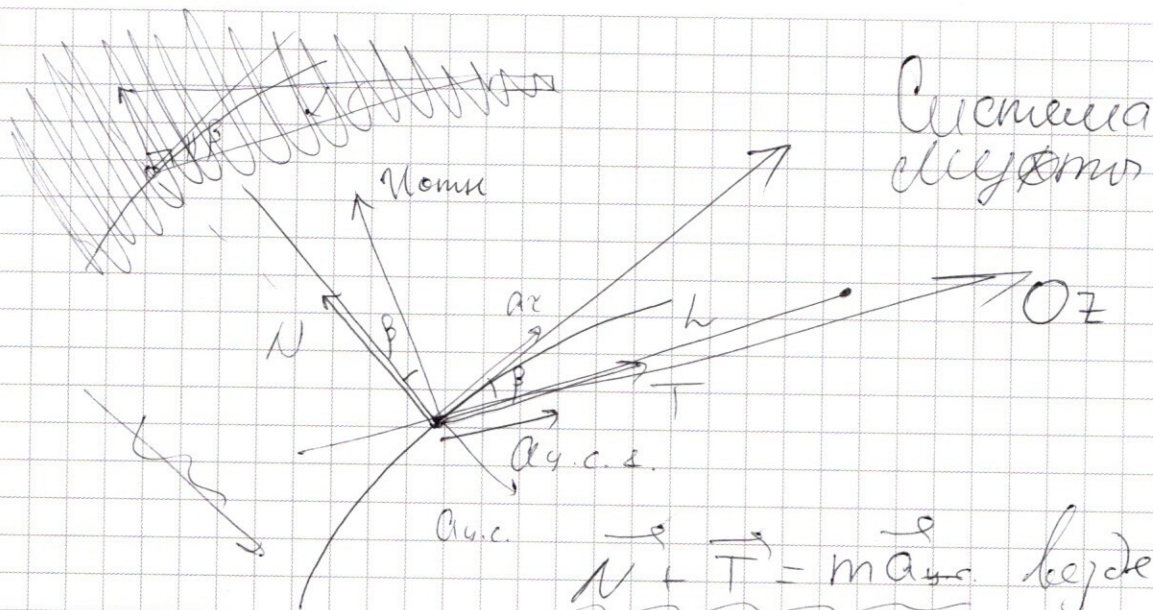


Глисть не растяжима, точка М неподвижна, значит проекции $\vec{u}_{\text{отн}}$ на шнур — ноль $\Rightarrow \vec{u}_{\text{отн}} \perp \text{KM}$

$$\text{Из геометрии } u_{\text{отн}} = u \sin \beta + V \sin \alpha =$$

$$= \begin{cases} \sin \beta = 4/5 \\ \sin \alpha = 8/17 \end{cases} = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}} \cdot \frac{4}{5} + 34 \frac{\text{см}}{\text{с}} \cdot \frac{8}{17} = 56 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

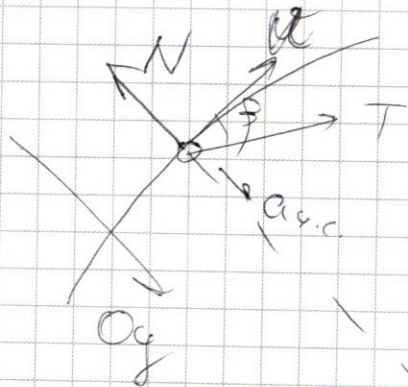
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\vec{N} + \vec{T} = m \vec{a}_{\text{ц.с.}} \text{ везде.}$$

В проекции на ось OZ

$$\frac{m v_{\text{н.с.}}^2}{L} = T - N \sin \beta \quad (1)$$



Система Л.С.О.

$$T \sin \beta - N = \frac{m v^2}{R} \quad (2)$$

$$N = T \sin \beta - \frac{m v^2}{R}$$

$$\frac{m v_{\text{н.с.}}^2}{L} = T - T \sin^2 \beta + \frac{m v^2}{R} \sin \beta$$

$$\frac{4 m v_{\text{н.с.}}^2}{5 R} - \frac{4 m v^2}{5 R} = T \cdot \frac{9}{25}$$

$$\frac{m v_{\text{н.с.}}^2}{L} - \frac{m v^2 \sin \beta}{R} = T \cos^2 \beta$$

$$\frac{25}{9} \cdot \frac{4 m}{5 R} (v_{\text{н.с.}}^2 - v^2) = T; \quad T = \frac{20}{9} \frac{m (v_{\text{н.с.}}^2 - v^2)}{R}$$

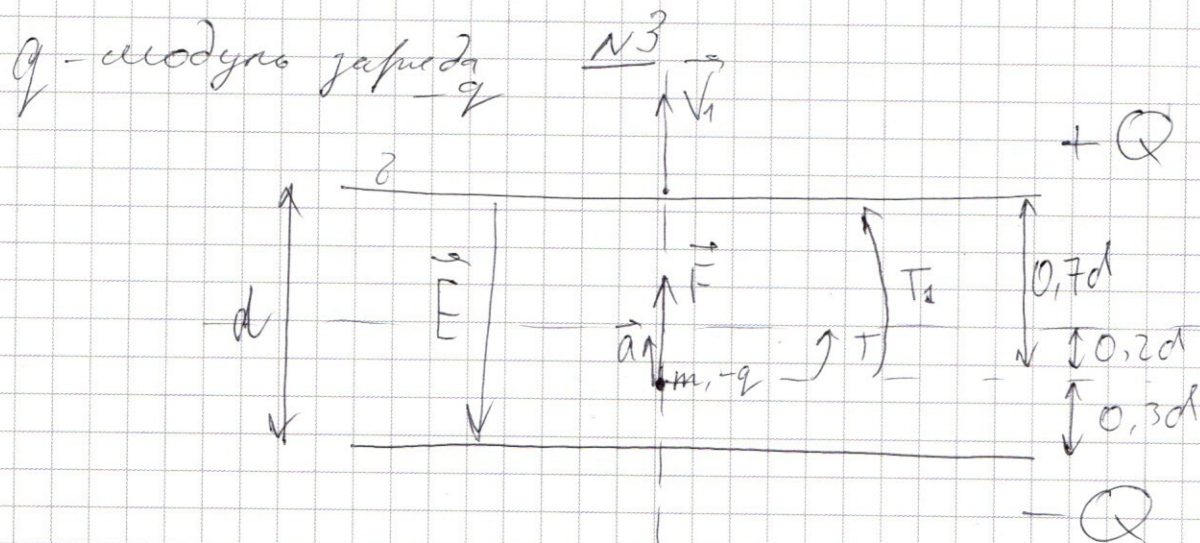
$$v_{\text{н.с.}} = 0,56 \text{ м/с}; \quad v = 0,5 \text{ м/с};$$

$$T = \frac{20}{3} \cdot \frac{8^3}{5} \cdot \frac{1,06 \cdot 0,06}{1} = \frac{1,2}{15} = \frac{12}{150} = \frac{4}{50} = 0,08 \text{ H}$$

Ответ: 1) $50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$ 2) $56 \frac{\text{см}}{\text{с}}$ 3) $0,08 \text{ H}$

Далее на
стр. 5

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$1) E = E_Q + E_{-Q} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{S\epsilon_0}$$

$$mg = Eq \Rightarrow a = \frac{Qq}{S\epsilon_0 m} = \frac{Q\sigma}{S\epsilon_0}$$

Выразим a через известные величины!
 T_1 - время до столкновения

$$\left. \begin{aligned} aT_1 &= V_1 \\ \frac{aT_1^2}{2} &= 0,7d \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} a^2 T_1^2 &= V_1^2 \\ \frac{aT_1^2}{2} &= 0,7d \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$2a = \frac{V_1^2}{0,7d}$$

$$1,4ad = V_1^2$$

$$a = \frac{V_1^2}{1,4d}$$

$$\frac{aT^2}{2} = 0,2d; T^2 = \frac{0,4d}{a} = \frac{0,4d \cdot 1,4d}{V_1^2} = \frac{0,56d^2}{V_1^2}$$

$$T = \sqrt{0,56} \frac{d}{V_1}$$

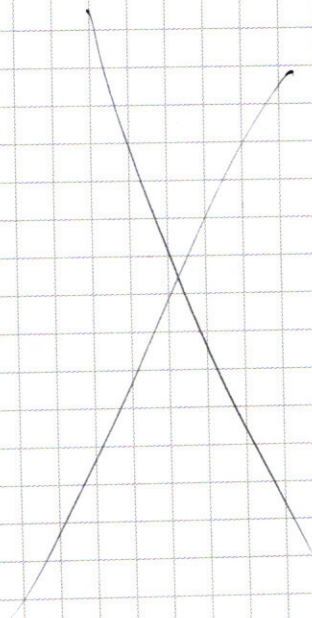
2) Требуем найти время для ускорения

$$\frac{Q\delta}{SE_0} = \frac{V_1^2}{1,4d} \Rightarrow Q = \frac{V_1^2 SE_0}{1,4\delta}$$

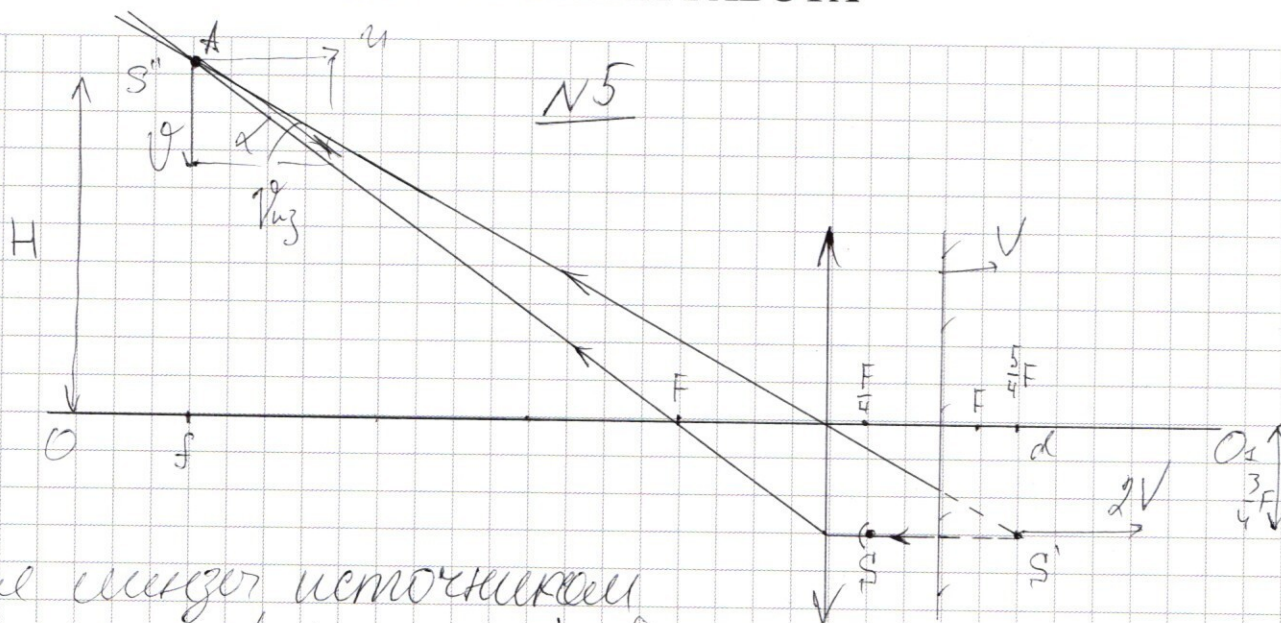
Ответ: 1) $\sqrt{0,56} \frac{d}{V_1}$ 2) $\frac{V_1^2 SE_0}{1,4\delta}$



Далее
см. 4



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Для данного источника
будет изображение S' в зеркале

$$\left. \begin{aligned} d &= \frac{5}{4} F \\ \frac{1}{f} + \frac{1}{d} &= \frac{1}{F} \end{aligned} \right\} \Rightarrow f = 5F$$

1) Точка A совпадает с $S'' \Rightarrow$

$$f = 5F$$

2) Изображение имеет две
составляющие: $\vec{u}$ и $\vec{v}$

S' движется со скоростью $2V$

$$\left. \begin{aligned} u &= \Gamma^2 \cdot 2V \\ \Gamma &= \frac{f}{d} \end{aligned} \right\} \Rightarrow F = \frac{5F \cdot 4}{5F} = 4; \quad u = 32V$$

$$\text{За } \Delta t \rightarrow 0 \quad d \rightarrow d_1 \quad f \rightarrow f_1 \quad H \rightarrow H_1$$

$$\begin{aligned} d_1 &= d + 2V\Delta t \\ f_1 &= \frac{F d_1}{d_1 - F} = \frac{\frac{5F}{4} + 2VF\Delta t}{\frac{5F}{4} - F + 2V\Delta t} = \frac{\frac{5F}{4} + 2VF\Delta t}{\frac{F}{4} + 2V\Delta t} \end{aligned}$$

$$\Gamma_1 = \frac{f_1}{d_1} = \frac{H_1}{\left(\frac{3F}{4}\right)} = \frac{4H_1}{3F} \Rightarrow H_1 = \frac{3F_1 F}{4d_1} =$$

$$= \frac{\frac{15F^3}{4} + 6VF^2\Delta t}{\left(\frac{F}{4} + 2V\Delta t\right)(5F + 8V\Delta t)} = \int K(\Delta t)^2 = 0 \quad \text{---} =$$

$$= \frac{\frac{15}{4}F^3 + 6VF^2\Delta t}{\frac{5}{4}F^2 + 12FV\Delta t}$$

$$\Delta H = H_1 - H_2 = \left\{ H = \frac{3}{4}F \cdot F = 3F \right\} = \frac{\frac{15}{4}F^3 + 6VF^2\Delta t - \frac{15}{4}F^3 - 36F^2V\Delta t}{\frac{5}{4}F^2 + 12FV\Delta t} =$$

$$= - \frac{30F^2V\Delta t}{\frac{5}{4}F^2 + 12FV\Delta t \cdot V}$$

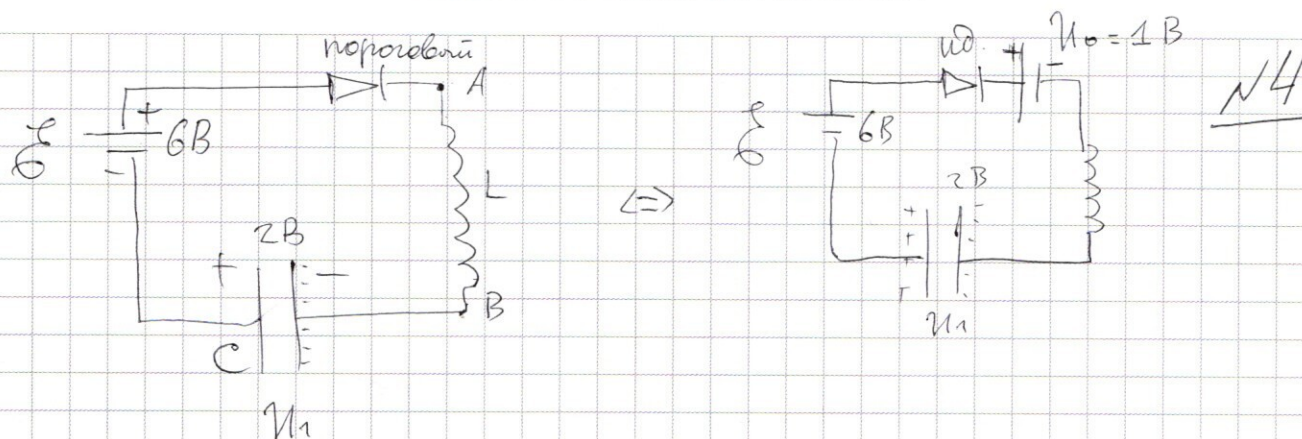
$$\vartheta = \left| \frac{\Delta H}{\Delta t} \right| = \frac{30F^2V}{\frac{5}{4}F^2 + 12FV\Delta t} = 24V$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\vartheta}{u} = \frac{24}{32} = \frac{3}{4}$$

$$3) \vartheta_{uz} = \sqrt{\vartheta^2 + u^2} = V\sqrt{24^2 + 32^2} = 40V$$

Ответ: 1) $5F$ 2) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{4}$ 3) $40V$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) ток через диод пойдет т.к. $U_{00} = 4В > U_0$

$$\begin{cases} E + U_1 + \mathcal{E}_L = 0 \\ \mathcal{E}_L = -L\dot{I} \end{cases} \Rightarrow L\dot{I} = E + U_1$$

$$\dot{I} = \frac{E + U_1}{L} = \frac{8В}{0,1Гн} = 80 \frac{А}{с}$$

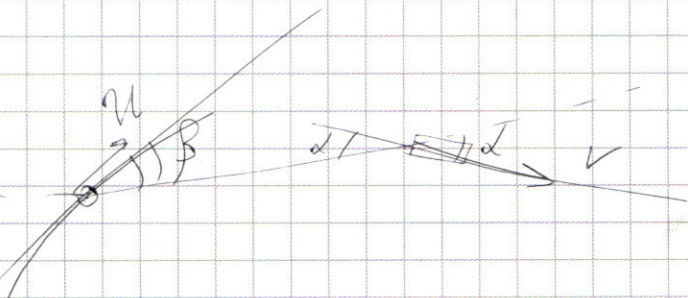
2) ток идет тогда, когда $E - \varphi_A \geq U_0$

$$\left. \begin{aligned} \varphi_B = U_C + \mathcal{E} \\ \varphi_A - \varphi_B = L\dot{I} \\ \varphi_B - \mathcal{E} = U_C \end{aligned} \right\}$$

$$\begin{aligned} \varphi_A - U_C - \mathcal{E} &= L\dot{I} \\ \varphi_A &= L\dot{I} + \mathcal{E} + U_C \\ \mathcal{E} - L\dot{I} - \mathcal{E} - U_C &\geq U_0 \\ -L\dot{I} - U_C &\geq U_0 \end{aligned}$$

Ответ: 1) $80 \frac{А}{с}$

1)



N.1

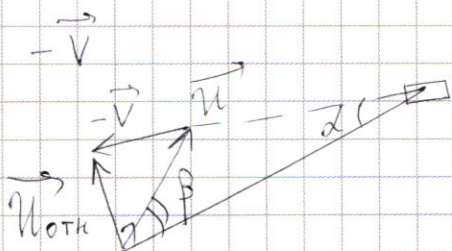
По 2-й кинематической ⇒

$$\Rightarrow V \cos \alpha = u \cos \beta$$

$$u = V \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 34 \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{5}{3} =$$

$$= 34 \cdot \frac{25}{17} = 50 \text{ м/с}$$

2)



Кинематическая ⇒

⇒ проекция скорости на

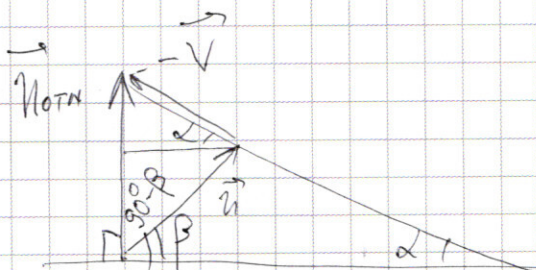
горизонталь — косинус ⇒

⇒ $\vec{u} \perp \vec{V}$

$$u^2 = u_{\text{гор}}^2 + V^2$$

$$50^2 = u_{\text{гор}}^2 + 34^2; u_{\text{гор}} = \sqrt{50^2 - 34^2} =$$

$$= 84 \cdot 16 = 21 \cdot 64$$



$$u_{\text{гор}} = u \cos (90^\circ - \beta) + V \sin \alpha =$$

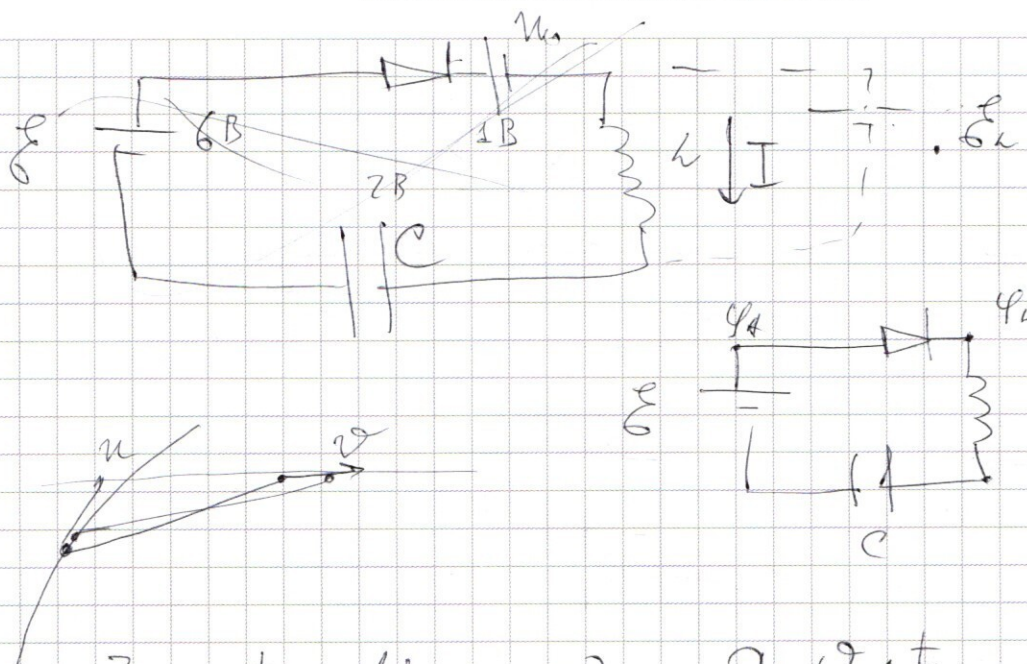
$$= u \sin \beta + V \sin \alpha =$$

$$= \left\{ \begin{array}{l} \sin \beta = \frac{4}{5} \\ \sin \alpha = \sqrt{\frac{289 - 225}{289}} = \sqrt{\frac{64}{289}} = \frac{8}{17} \end{array} \right\} =$$

$$= 50 \cdot \frac{4}{5} + 34 \cdot \frac{8}{17} =$$

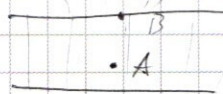
$$= 40 + 16 = 56 \text{ м/с}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

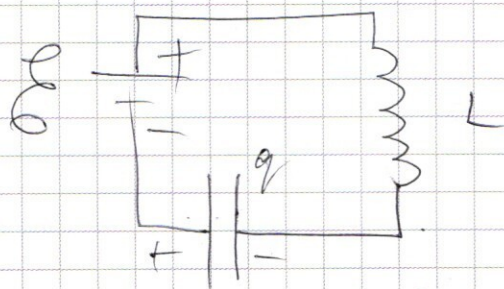


За Δt $\mathcal{U}$ пройдет $S = \mathcal{U} \Delta t$
~~А~~ пройдет $\mathcal{U} \Delta t$

$$q(\varphi_R - \varphi_B)$$



$$\mathcal{E} - \mathcal{U}_B - \mathcal{U}_L + \mathcal{U}_C = 0$$



$$q - \mathcal{E}C = q_m \cos \omega t$$

$$I = q_m \omega \sin \omega t$$

$$|I| = q_m \omega$$

$$q_0 = \mathcal{U}_1$$

$$\mathcal{E} - L \dot{I} - \frac{q}{C} = 0$$

$$L \dot{I} = \frac{q}{C} - \mathcal{E}$$

$$\ddot{q} = \frac{q}{CL} - \frac{\mathcal{E}}{L} =$$

$$= \frac{1}{CL} \left(q - \frac{L\mathcal{E}}{C} \right)$$

$$(q - \mathcal{E}C)$$

№4.3.

В момент остановки
тока ~~и~~

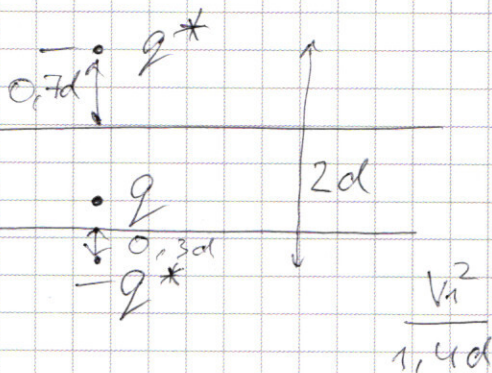
№3(3)

На ~~большом~~ расстоянии
конденсатор $\leftrightarrow$ заряду q

№3(3)

Метод
изображений

Энергия
изображенных
зарядов
 $\rightarrow$ кинетическая



~~к~~

$$\varphi = \frac{kq}{2d}$$

$$E = \frac{kq^2}{2d} = \frac{mV^2}{2}$$

$$V = \sqrt{\frac{kq^2}{md}} = \sqrt{\frac{k}{md}} q$$

Ошибка: 3) $\sqrt{\frac{k}{md}} q = \sqrt{\frac{kq}{d}}$

$\Rightarrow$ ТО ЧИСТОБЕЛ !!



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Теплота передается Q

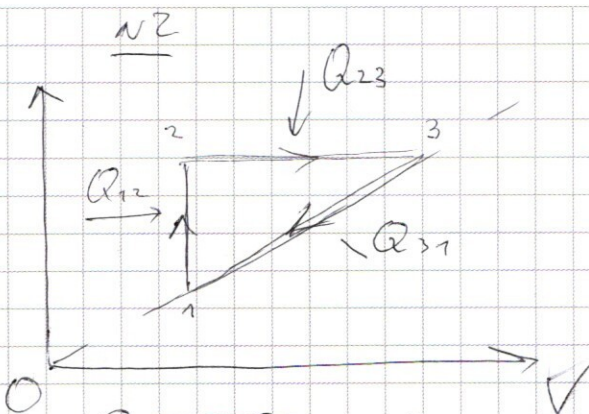
на участках

1-2 и 2-3

1-2 - изохора

2-3 - изобара

По 3-й задаче



$$C_{23} = C_{12} + R$$

$$\frac{C_{23}}{C_{12}} = 1 + \frac{R}{C_{12}}$$

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

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

$$i = 3$$

$$\Rightarrow \frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{i+2}{i} = \frac{5}{3} \checkmark$$

$$Q_{23} = \frac{i+2}{2} \nu R \Delta T$$

$$\Delta U_{23} = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$$

$$\Rightarrow \frac{i+2}{2} \nu R \Delta T = \frac{i}{2} \nu R \Delta T + A_{23}$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$$

$$A_{23} = \nu R \Delta T$$

$$\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{i}{i+2} = \frac{3}{5} \checkmark$$

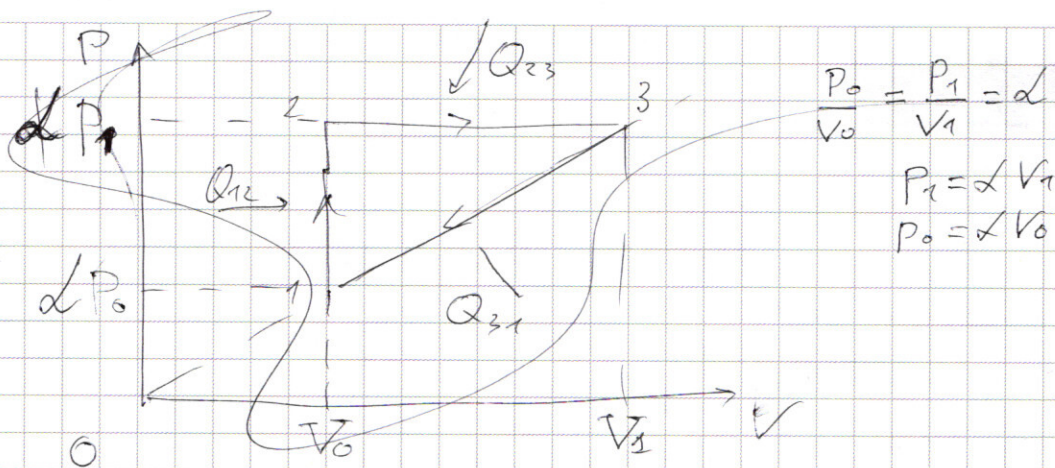
Теплота на 3-4 $P = \Delta U$

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

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

$$Q_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) + A_{31}$$

3)

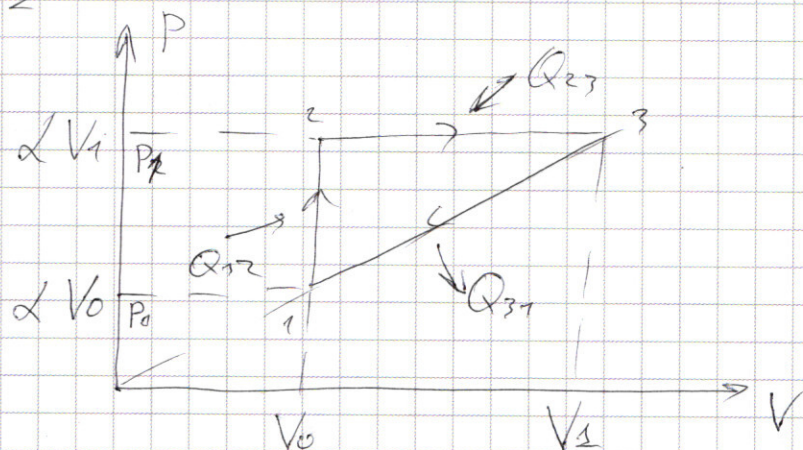


$$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (P_0 V_0 - \alpha P_0 V_0) = \frac{3}{2} P_0 V_0 (1 - \alpha) =$$

$$= \frac{3}{2} (\alpha P_0 V_0 - P_0 V_0) = \frac{3}{2} P_0 V_0 (\alpha - 1)$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{5}{2} P_0 (V_1 - V_0)$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (\alpha P_1 V_0 - \alpha P_0 V_0)$$



$$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (P_1 V_0 - P_2 V_0) = \frac{3}{2} (\alpha V_1 V_0 - \alpha V_0^2)$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{5}{2} (P_2 V_1 - P_1 V_0) = \frac{5}{2} (\alpha V_1^2 - \alpha V_1 V_0)$$

$$A_{31} = - \frac{\alpha V_1 + \alpha V_0}{2} (V_1 - V_0) = - \frac{\alpha}{2} (V_1^2 - V_0^2)$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} (\alpha V_0^2 - \alpha V_1^2)$$

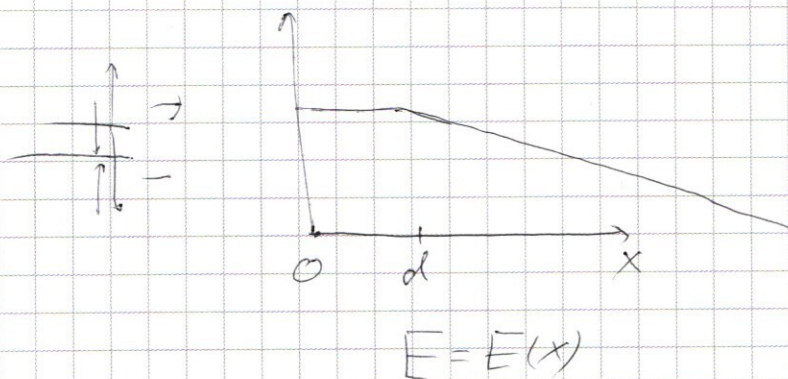
$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = - \frac{\alpha}{2} (V_1^2 - V_0^2) + \frac{3\alpha}{2} (V_0^2 - V_1^2) =$$

$$= - \frac{\alpha}{2} (V_1^2 - V_0^2) - \frac{3\alpha}{2} (V_1^2 - V_0^2) = - 2\alpha (V_1^2 - V_0^2)$$

$$Q_{\Sigma} = |Q_{31}| = 2\alpha (V_1^2 - V_0^2)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{Q\delta}{S\epsilon_0} = \frac{V_1^2}{1,4d} \Rightarrow Q = \frac{V_1^2 S \epsilon_0}{1,4\delta}$$



[illegible]

$$= \frac{8 + 2u - 16u^2 + 8u^3}{N^2}$$

$$= \frac{-14u^2 - 2u + 6 + 20u^3 - 10u^2 + u^3 - 10u^2 + u^3 - 10u^2 + u^3}{N^2}$$

$$= \frac{10u^3 - 14u^2 - 2u + 6 - 2(5u^3 - 10u^2 + 5u^2 - 2u + 1)}{N^2}$$

$$= \frac{10u^3 - 14u^2 - 2u + 6 - 10u^3 + 20u^2 - 10u^2 + 4u - 2}{N^2}$$

$$= \frac{10u^3 - 14u^2 - 2u + 6 - 10u^3 + 20u^2 - 10u^2 + 4u - 2}{N^2}$$

$$= \frac{2(5u^3 - 2u^2 - 3u + 3) - 8(5u^3 - 10u^2 + 5u^2 - 2u + 1)}{N^2}$$

$$= \frac{2(5u^3 - 2u^2 - 3u + 3) - 8(5u^3 - 10u^2 + 5u^2 - 2u + 1)}{N^2}$$

$$= \frac{2(5u^3 - 2u^2 - 3u + 3) - 8(5u^3 - 10u^2 + 5u^2 - 2u + 1)}{N^2}$$

$$= \frac{2(5u^3 - 2u^2 - 3u + 3) - 8(5u^3 - 10u^2 + 5u^2 - 2u + 1)}{N^2}$$

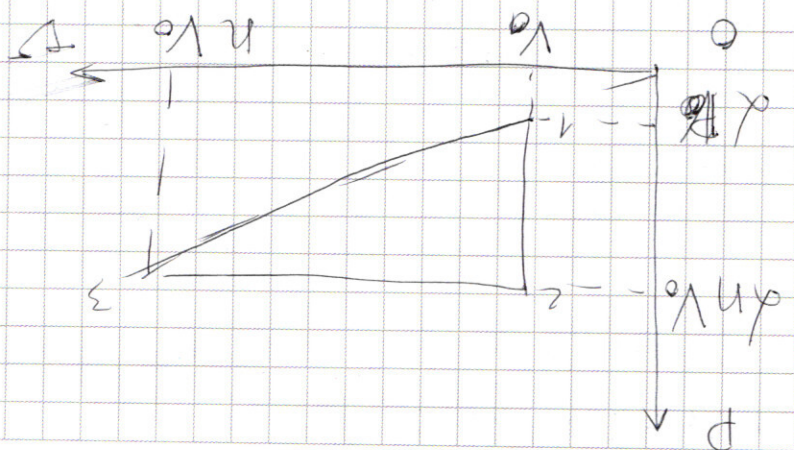
$$= \frac{2(5u^3 - 2u^2 - 3u + 3) - 8(5u^3 - 10u^2 + 5u^2 - 2u + 1)}{N^2}$$

$$= \frac{2(5u^3 - 2u^2 - 3u + 3) - 8(5u^3 - 10u^2 + 5u^2 - 2u + 1)}{N^2}$$

$$= \frac{2(5u^3 - 2u^2 - 3u + 3) - 8(5u^3 - 10u^2 + 5u^2 - 2u + 1)}{N^2}$$

$$= \frac{2(5u^3 - 2u^2 - 3u + 3) - 8(5u^3 - 10u^2 + 5u^2 - 2u + 1)}{N^2}$$

$$= \frac{2(5u^3 - 2u^2 - 3u + 3) - 8(5u^3 - 10u^2 + 5u^2 - 2u + 1)}{N^2}$$



$$\frac{8}{8} = 1$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

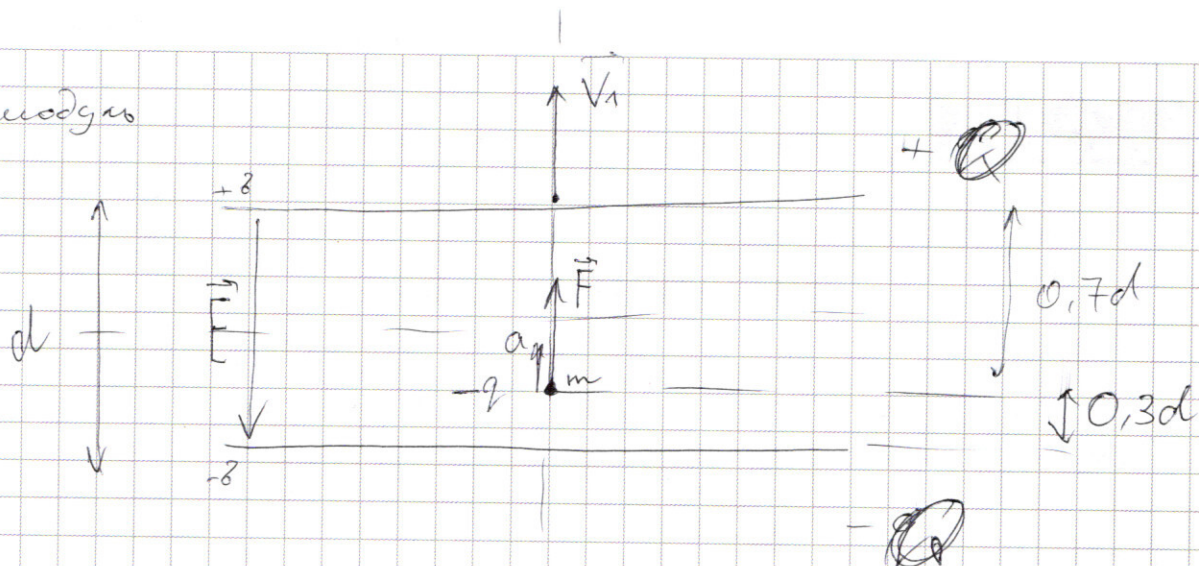
$$\begin{aligned}
 \eta &= \frac{A_{\text{п}}}{Q_{\text{н}}} = \frac{Q_{\text{н}} - Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}} = 1 - \frac{Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}} = 1 - \frac{|Q_{3+1}|}{Q_{12} + Q_{23}} = \\
 &= 1 - \frac{2\alpha(V_1^2 - V_0^2)}{\frac{3}{2}(\alpha V_1 V_0 - \alpha V_0^2) + \frac{5}{2}(\alpha V_1^2 - \alpha V_1 V_0)} = \\
 &= 1 - \frac{2\alpha(V_1^2 - V_0^2)}{\frac{3}{2}V_0(\alpha V_1 - \alpha V_0) + \frac{5}{2}V_1(\alpha V_1 - \alpha V_0)} = \\
 &= 1 - \frac{2\alpha(V_1 - V_0)(V_1 + V_0)}{(\alpha V_1 - \alpha V_0)(\frac{3}{2}V_0 + \frac{5}{2}V_1)} = 1 - \frac{2\alpha(V_1 - V_0)(V_1 + V_0)}{\alpha(V_1 - V_0)(\frac{3}{2}V_0 + \frac{5}{2}V_1)} = \\
 &= 1 - \frac{2(V_1 + V_0)}{(\frac{3}{2}V_0 + \frac{5}{2}V_1)} = 1 - \frac{4(V_1 + V_0)}{3V_0 + 5V_1} = \\
 &= \frac{3V_0 + 5V_1 - 4V_1 - 4V_0}{3V_0 + 5V_1} = \frac{V_1 - V_0}{3V_0 + 5V_1} \rightarrow \max
 \end{aligned}$$

$$V_1 = x \cdot V_0$$

$$\eta = \frac{xV_0 - V_0}{3V_0 + 5xV_0} = \frac{x - 1}{3 + 5x}$$

$$f(x) = \frac{x - 1}{3 + 5x}; \quad f'(x) = \frac{3 + 5x - 5x + 5}{(3 + 5x)^2} = \frac{8}{(3 + 5x)^2} \uparrow$$

q — модуль



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

$$ma = Eq \Rightarrow a = \frac{Qq}{S\epsilon_0 m} = \frac{Q\gamma}{S\epsilon_0}$$

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

$$\frac{Q\gamma T^2}{2S\epsilon_0} = 0,04d^2$$

$$T = d \sqrt{\frac{0,08S\epsilon_0}{Q\gamma}}$$

$$\begin{cases} \frac{aT_1^2}{2} = 0,7d \\ aT_1 = V_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{aT_1^2}{2} = 0,7d \\ a^2 T_1^2 = V_1^2 \end{cases} ; \quad \frac{a}{2a^2} = \frac{0,7d}{V_1^2} ;$$

$$\frac{1}{2a} = \frac{0,7d}{V_1^2}$$

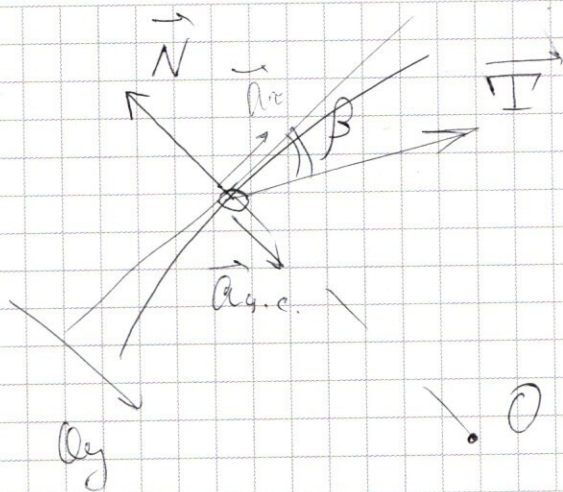
$$a = \frac{V_1^2}{1,4d}$$

$$\frac{V_1^2 T^2}{2,8d} = 0,2d$$

$$T^2 = \frac{0,56d^2}{V_1^2}$$

$$T = \sqrt{0,56} \frac{d}{V_1}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



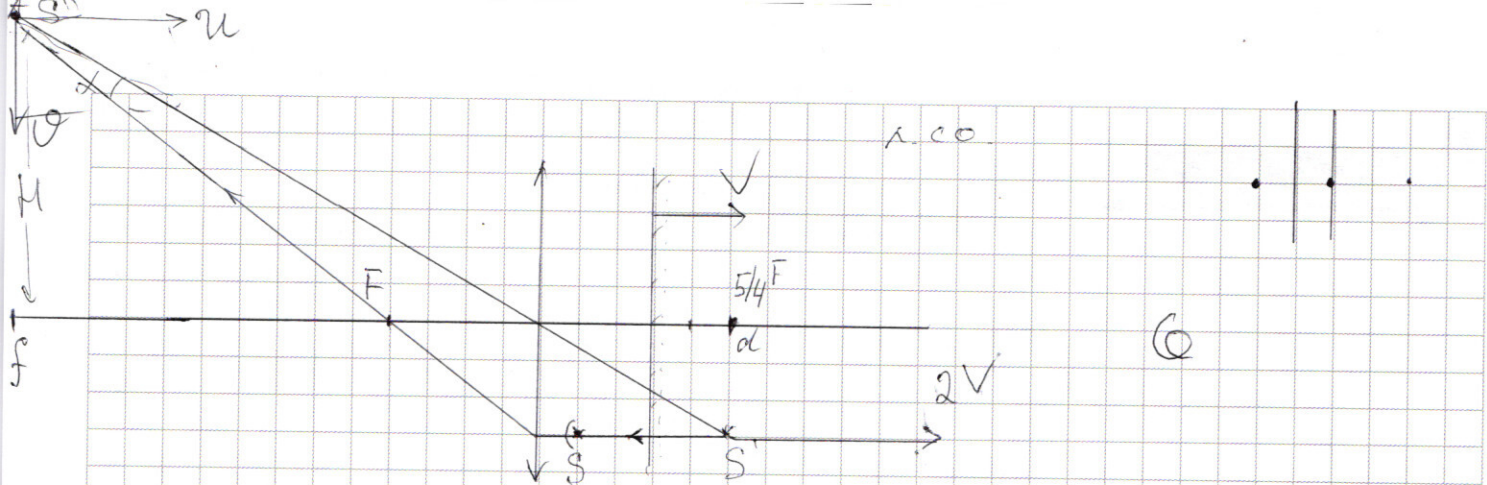
$$\begin{cases} \vec{N} + \vec{T} = m\vec{a} \\ \vec{a} = \vec{a}_{c.c.} + \vec{a}_r \end{cases}$$

$$O_y: -N + T \sin \beta = \frac{mv^2}{R}$$

В системе отсчета

$$2) \operatorname{tg} \alpha = \frac{v}{u} = \frac{24}{32} = \frac{12}{16} = \frac{6}{8} = \frac{3}{4}$$

$$3) v_{\text{из}} = \sqrt{v^2 + u^2} = \sqrt{24^2 + 32^2} = 40 \text{ V}$$



$$\begin{cases} \frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d} \\ d = \frac{5}{4}F \end{cases} \quad \frac{1}{F} = \frac{1}{F} + \frac{4}{5F} \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{4}{5F} = \frac{1}{F} \left(1 - \frac{4}{5}\right) = \frac{1}{5F}$$

$$\boxed{f = 5F}$$

$$\begin{cases} U = I^2 \cdot 2V = \\ I = \frac{f}{d} \end{cases}$$

$$I = \frac{5F \cdot 4}{5F} = 4; \quad U = 16 \cdot 2V = 32V$$

$$H = \frac{3F}{4} \cdot I = 3F$$

За время Δt

$$d_1 = d + 2V\Delta t$$

$$\frac{1}{f_1} + \frac{1}{d_1} = \frac{1}{F} \Rightarrow f_1 = \frac{F d_1}{d_1 - F} = \frac{dF + 2VF\Delta t}{\frac{F}{4} + 2V\Delta t} = \frac{\frac{5F^2}{4} + 2VF\Delta t}{\frac{F}{4} + 2V\Delta t}$$

$$I_1 = \frac{f_1}{d_1} = \frac{4H_1}{3F}; \quad H_1 = \frac{3f_1 F}{4d_1} = \frac{\frac{15F^3}{4} + 6VF^2\Delta t}{\left(\frac{F}{4} + 2V\Delta t\right)(5F + 8V\Delta t)}$$

$$\Delta H = H_1 - H = \frac{\frac{15}{4}F^3 + 6VF^2\Delta t}{\left(\frac{F}{4} + 2V\Delta t\right)(5F + 8V\Delta t)} - 3F$$

$$\left(\frac{F}{4} + 2V\Delta t\right)(5F + 8V\Delta t) = \frac{5}{4}F^2 + 2FV\Delta t + 10FV\Delta t = \frac{5}{4}F^2 + 12FV\Delta t$$

$$\Delta H = \frac{\frac{15}{4}F^3 + 6VF^2\Delta t - \frac{15}{4}F^3 - 36F^2V\Delta t}{\frac{5}{4}F^2 + 12FV\Delta t} = -\frac{30FV\Delta t}{\frac{5}{4}F^2 + 12FV\Delta t}$$

$$U = \left| \frac{\Delta H}{\Delta t} \right| = \frac{30F^2V}{\frac{5}{4}F^2 + 12FV\Delta t} = \frac{30FV}{\frac{5}{4}F^2} = \frac{120}{5}V = 24V$$