

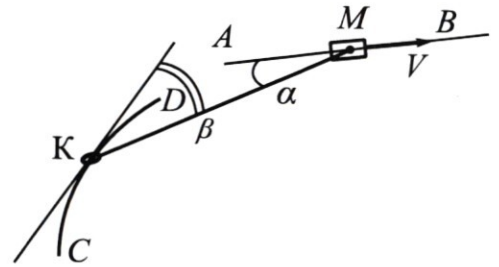
Олимпиада «Физтех» по физике, 1

Класс 11

Вариант 11-03

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

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.



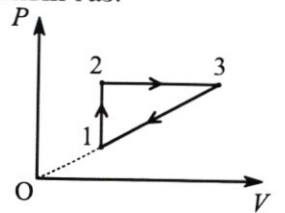
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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

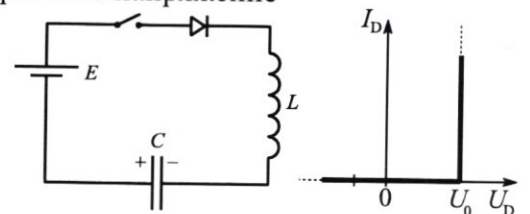
1) Через какое время T частица будет находиться на одинаковых расстояниях от обкладок?

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.

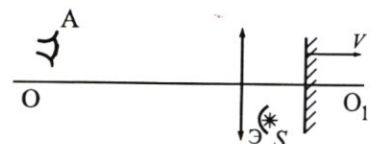
3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

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.

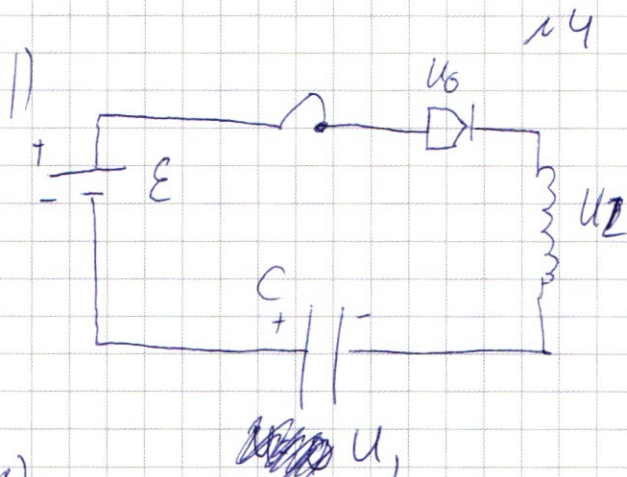
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

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.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$U_1 = L \left(\frac{dI}{dt} \right)_1 = \mathcal{E}_i$$

~~II~~ 3-й Кирхгофа

$$U_1 + \mathcal{E} - U_0 - U_2 = 0$$

$$U_2 = \mathcal{E} - U_0 + U_1$$

$$L \left(\frac{dI}{dt} \right)_1 = \mathcal{E} - U_0 + U_1$$

$$\left(\frac{dI}{dt} \right)_1 = \frac{U_1 + \mathcal{E} - U_0}{L} = \frac{(2+6-1)\text{В}}{0,1\text{Гн}} = 70 \frac{\text{В}}{\text{с}}$$

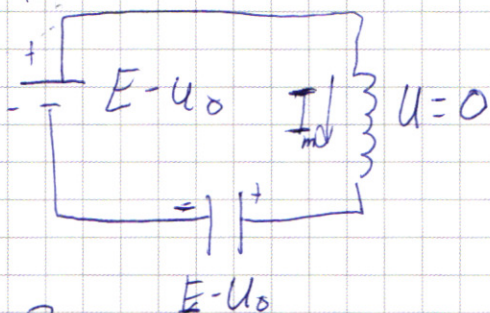
$$\left(\frac{dI}{dt} \right)_1 = 70 \frac{\text{В}}{\text{с}}$$

$$\left(\frac{dI}{dt} \right)_1 = \frac{U_1 + \mathcal{E} - U_0}{L} = \frac{(2+6-1)\text{В}}{0,1\text{Гн}} = 70 \frac{\text{В}}{\text{с}}$$

$$2) I_{\max} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = 0 \Rightarrow \mathcal{E}_i = 0$$

Т.к. во время от включения до макс. тока диод был открыт, то мы можем считать его переменной с показавшимся напряжением.

Т.е. схема выглядит вот так.



$$q = C \cdot (E - U_0) + C \cdot U,$$

т.к. полярность разная

ЗСЭ: $\frac{L I_m^2}{2} = q(E - U_0)$

$$q(E - U_0) = \frac{C(E - U_0)^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2} + \frac{L I_m^2}{2}$$

$$\frac{L I_m^2}{2} = C(E - U_0 + U_1)(E - U_0) - \frac{C(E - U_0)^2}{2} + \frac{C U_1^2}{2}$$

$$\frac{L I_m^2}{2} = C \left(7.5 - \frac{25}{2} + \frac{4}{2} \right) \neq 0$$

$$I_m^2 = \frac{2C}{L} (70 - 25 + 4) = \frac{C}{L} \cdot 49 \text{ A}^2$$

$$= \frac{40 \cdot 10^{-6}}{0.1} \cdot 49 \text{ A}^2 =$$

$$\Rightarrow I_m = \sqrt{4 \cdot 10^{-4} \cdot 49 \text{ A}} = 2.7 \cdot 10^{-2} \text{ A}$$

$$= 0.14 \text{ A}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) конденсатор зарядится до макс. напряжения
в катушке прекратится ток и диод
не пропустит разряжение конденсатора
т.е. установившаяся напр. у конд. это
макс. напр.

$$3\text{с): } q_1(E - U_0) = \frac{CU_m^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$$

$$q_1 = C(U_m + U_1)$$

$$C(U_m + U_1)(E - U_0) = \frac{C(U_m^2 - U_1^2)}{2}$$

$$C(U_m + U_1) = C(U_m + U_1)(U_m - U_1) \frac{1}{2}$$

$$2(E - U_0) = U_m - U_1$$

$$2(E - U_0) + U_1 = U_m$$

$$U_m = U_2 = 12 \text{ В}$$

Ответ. 1) $\left(\frac{dI}{dt}\right)_1 = 50 \frac{\text{А}}{\text{с}}$ 2) $I_m = 0,14 \text{ А}$ 3) $U_2 = 12 \text{ В}$

$$U_g = \frac{m V_1^2}{2}$$

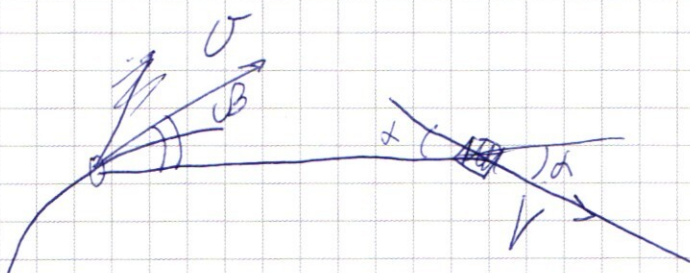
$$U = \frac{Q}{C}$$

$$\frac{Q}{C} \cdot q = \frac{m V_1^2}{2}$$

$$Q = C \frac{8 V_1^2}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) Т.к. кинь катянута, то мы можем
вспомнить, что называется «законом сохранения энергии»



$$U \cos \beta = V \cos \alpha$$

$$U = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = 34 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{15.5}{17.3} = \frac{2 \cdot 15.5}{3} = 50 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2)

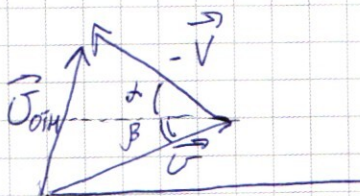
$$\vec{U}_{\text{адс}} = \vec{U}_{\text{отн}} + \vec{U}_{\text{пер}}$$

$$\vec{U}_{\text{адс}} = \vec{U}$$

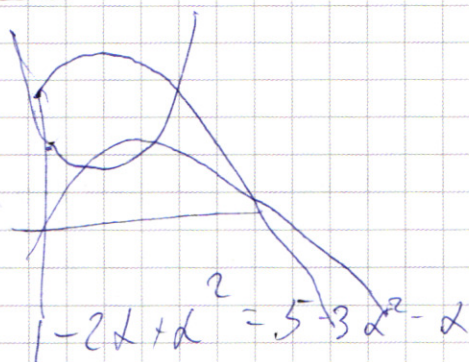
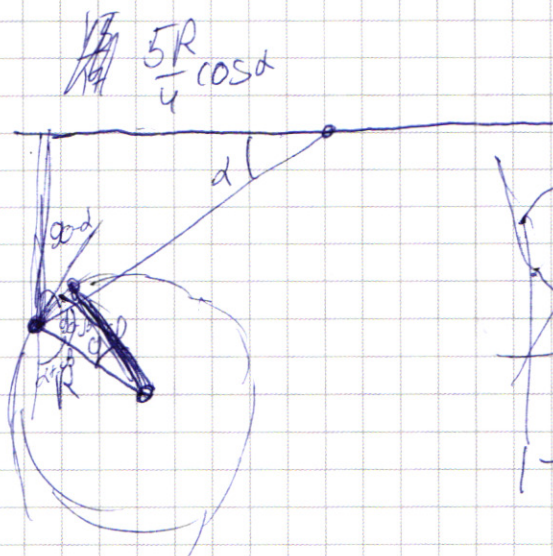
$$\vec{U}_{\text{отн}} = -\vec{U}_{\text{пер}} + \vec{U}_{\text{адс}}$$

$$\vec{U}_{\text{пер}} = \vec{V}$$

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

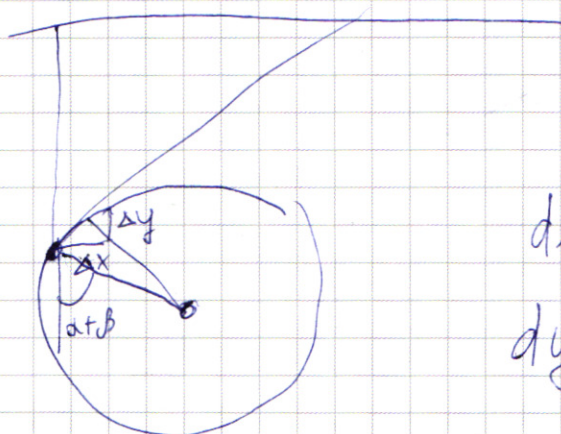


$$\frac{1-d-d+d^2}{5-3d^2-d} = \frac{1-2d+d^2}{5-3d^2-d}$$



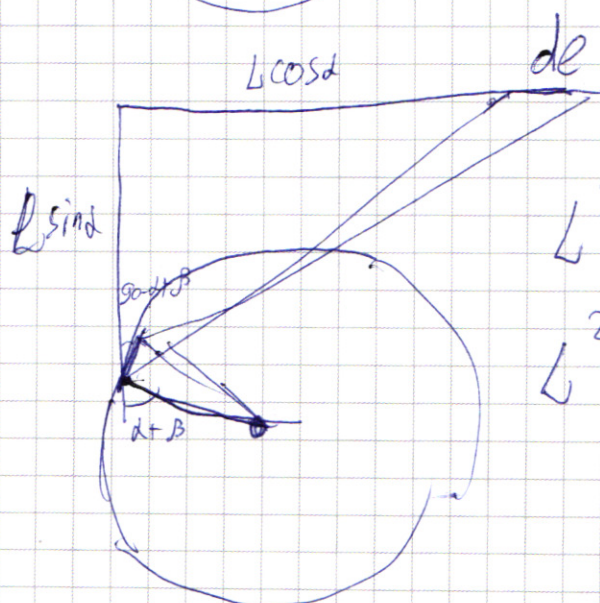
$$4d^2 - 3d + 4 = 0$$

$$d = \frac{3 \pm \sqrt{9 + 4 \cdot 4 \cdot 4}}{8}$$



$$dx = R \cdot \sin(90 - \alpha + \beta)$$

$$dy = R \cdot \cos(90 - \alpha + \beta)$$



$$L^2 = (L \sin \alpha - dy)^2 + (L \cos \alpha - dx + de)^2$$

$$L^2 = L^2 \sin^2 \alpha + L^2 \cos^2 \alpha - 2dyL \sin \alpha + (L \cos \alpha - dx + de)^2$$

7. ма $\cos$

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

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

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \left(\frac{15}{17}\right)^2} = \frac{\sqrt{17^2 - 15^2}}{17} = \frac{8}{17}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 17 \\ \times 17 \\ \hline 119 \\ 119 \\ \hline 289 \\ - 225 \\ \hline 64 \end{array}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \left(\frac{3}{5}\right)^2} = \frac{4}{5}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{15}{17} \cdot \frac{3}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{4}{5} = \frac{45 - 32}{17 \cdot 5} = \frac{13}{17 \cdot 5}$$

$$U_{\text{отн}}^2 = 50^2 + 34^2 - 2 \cdot 50 \cdot 34 \cdot \frac{13}{17 \cdot 5} = 50^2 + 34^2 - 2 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 13 = 56^2 \frac{\text{см}^2}{\text{с}^2}$$

$$U_{\text{отн}} = 56 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$\begin{array}{r} 40 \\ \times 13 \\ \hline 520 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2500 \\ + 1156 \\ \hline 3656 \end{array}$$

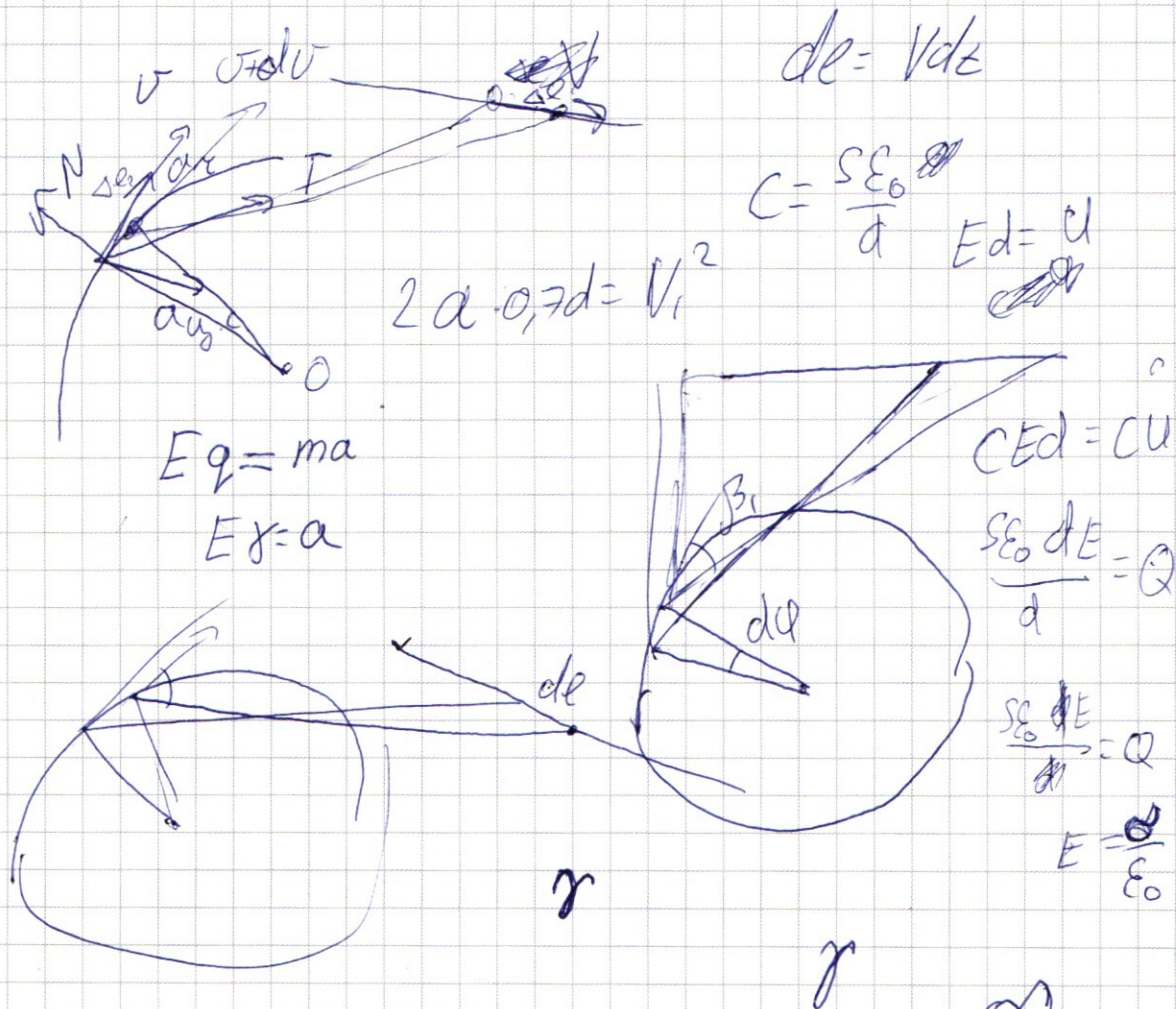
$$\begin{array}{r} 11 \\ 34 \\ 34 \\ \hline 136 \\ + 102 \\ \hline 1156 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3656 \\ - 520 \\ \hline 3136 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 332 \\ 56 \\ 56 \\ \hline 336 \\ + 280 \\ \hline 3136 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3)



$$q = C(U_m + U_1)$$

$$C(U_m + U_1)(E - U_0) = \frac{C(U_m^2 - U_1^2)}{2}$$

$$C(U_m + U_1)(E - U_0) = C(U_m + U_1)(U_m - U_1) \frac{1}{2}$$

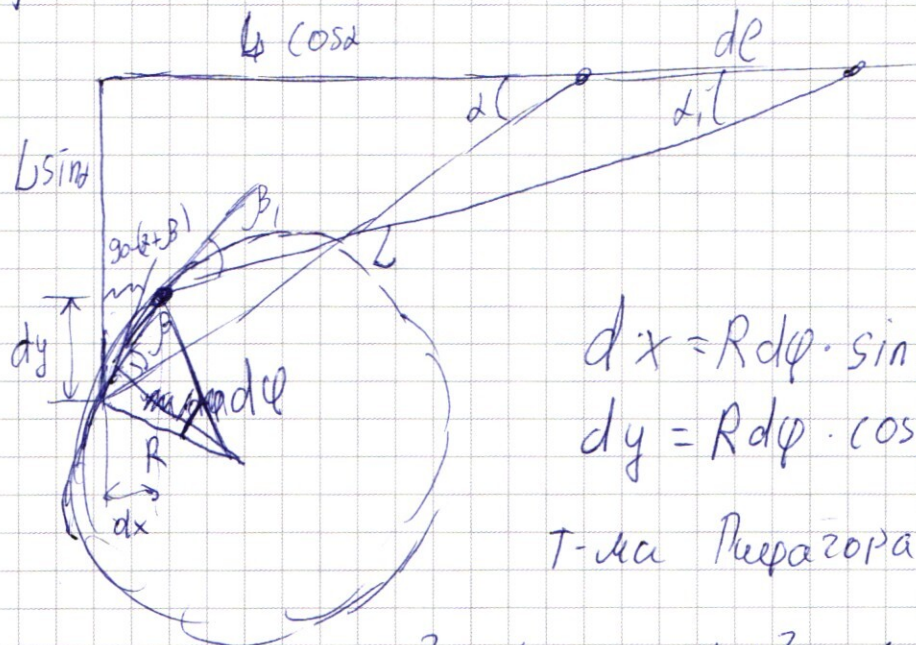
$$2(E - U_0) = U_m - U_1$$

$$2(E - U_0) + U_1 < U_m$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3)

Рассмотрим малое время dt



$$dx = R d\varphi \cdot \sin(90^\circ - (\alpha + \beta)) = R d\varphi \cos(\alpha + \beta)$$

$$dy = R d\varphi \cdot \cos(\varphi_0 - (\alpha + \beta)) = R d\varphi \sin(\alpha + \beta)$$

Т-ма Пиратова

$$L^2 = (L \sin \alpha - dy)^2 + (L \cos \alpha - dx + de)^2$$

$$\begin{aligned} dy &\ll L \\ (de - dx) &\ll L \end{aligned}$$

$$L^2 = L^2 \sin^2 \alpha + L^2 \cos^2 \alpha - 2L \sin \alpha dy + 2L \cos \alpha (de - dx) + dy^2 + (de - dx)^2$$

$$0 = -26 \sin x \, dy + 26 \cos x (de - dx) + dy^2 + (de - dx)^2$$

$$2L \sin \alpha dy = 2L \cos \alpha (de - dx)$$

$$\sin x \, dx = \cos x \, (dx)$$

$$\tan \alpha \, dy = de - dx$$

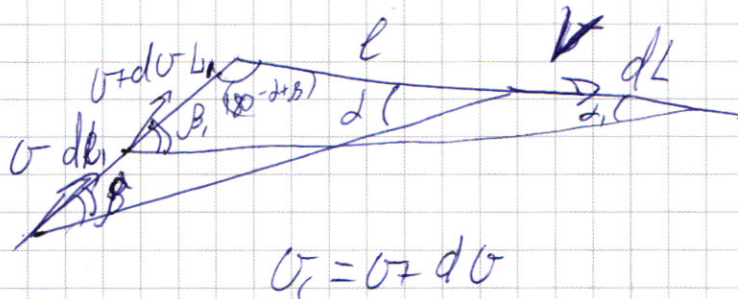
$$de = tg \cdot dy + dx$$

$$\text{or } \cos \alpha_1 = \frac{(de - dx) + L \cos \alpha}{L} = \cos \alpha + \frac{de - dx}{L} = \cos \alpha + \frac{de - dx}{L}$$

$$\beta_1 = \alpha_1 \beta -$$

3)

Считаем, что на малом участке
 ко двого движется по прямой
 (в кривизну учтем центробежную
 ускорением)

Через $3 dt$ 

~~$$dL = v dt$$~~

~~$$\frac{L}{\sin(\alpha + \beta)} = \frac{L}{\sin \beta}$$~~

~~$$\frac{L}{\sin(\alpha + \beta)} = \frac{L}{\sin \beta}$$~~

 ~~$\sin \alpha$~~

~~$\sin \beta, L \sin \alpha$~~

$$\frac{L + dL}{\sin \beta_1} = \frac{L}{\sin(\alpha + \beta)}$$

$$\frac{L + dL}{\sin \beta_1} = \frac{L}{\sin \beta}$$

$$dL_1 \approx v \cdot dt$$

$$dL_1 = dL \cdot \frac{\cos \beta}{\cos \alpha}$$

$$\frac{L_1 + dL_1}{\sin \alpha_1} = \frac{L_1}{\sin \alpha}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{L_1 + dL_1}{\sin \alpha_1} = \frac{L_1}{\sin \alpha}$$

$$\frac{e + dL_1}{\sin \beta_1} = \frac{e}{\sin \beta}$$

$$\cos \alpha_1 = \left(1 + \frac{dL_1}{L_1}\right) \sin \alpha$$

$$\cos \alpha_1 = \sqrt{1 - \left(1 - \frac{dL_1}{L_1}\right)^2 \sin^2 \alpha}$$

$$\sin \beta_1 = \left(1 + \frac{dL_1}{e}\right) \sin \beta$$

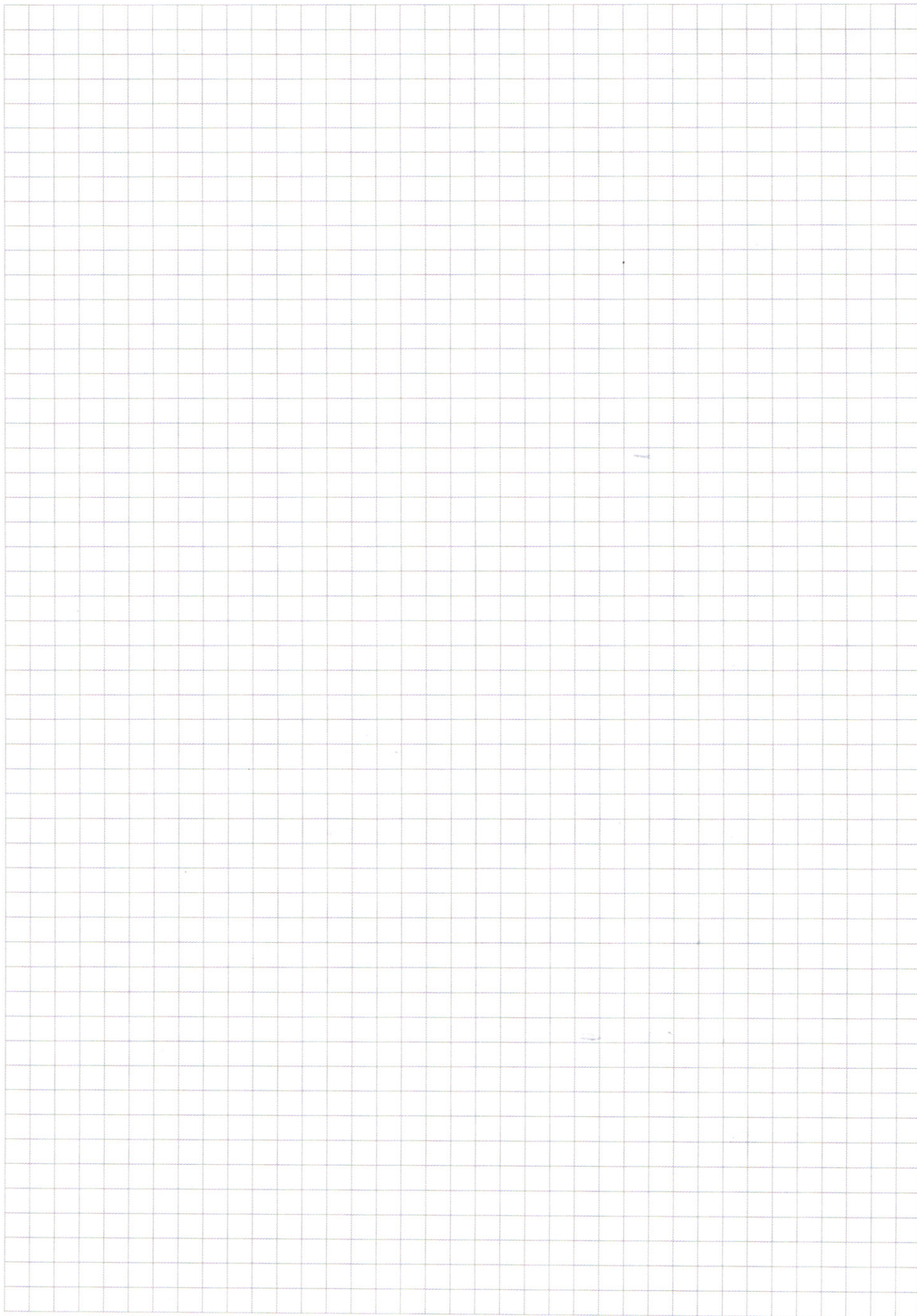
$$\cos \beta_1 = \sqrt{1 - \left(1 + \frac{dL_1}{e}\right)^2 \sin^2 \beta}$$

$$U_1 = V \cdot \frac{\cos \alpha_1}{\cos \beta_1}$$

$$U_1 = V \cdot \frac{\sqrt{1 - \left(1 - \frac{dL_1}{L_1}\right)^2 \sin^2 \alpha}}{\sqrt{1 - \left(1 + \frac{dL_1}{e}\right)^2 \sin^2 \beta}} = \frac{\sqrt{1 - \left(1 - \frac{2dL_1}{L_1}\right) \sin^2 \alpha}}{\sqrt{1 - \left(1 + \frac{2dL_1}{e}\right) \sin^2 \beta}} =$$

$$= V \cdot \frac{\sqrt{\cos^2 \alpha + \frac{2dL_1}{L_1} \sin^2 \alpha}}{\sqrt{\cos^2 \beta - \frac{2dL_1}{e} \sin^2 \beta}} = V \cdot \frac{\sqrt{\cos^2 \alpha + \frac{2dL_1 \cos \beta}{e \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}} \sin^2 \alpha}}{\sqrt{\cos^2 \beta - \frac{2dL_1}{e} \sin^2 \beta}} =$$

$$L_1 = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} e$$

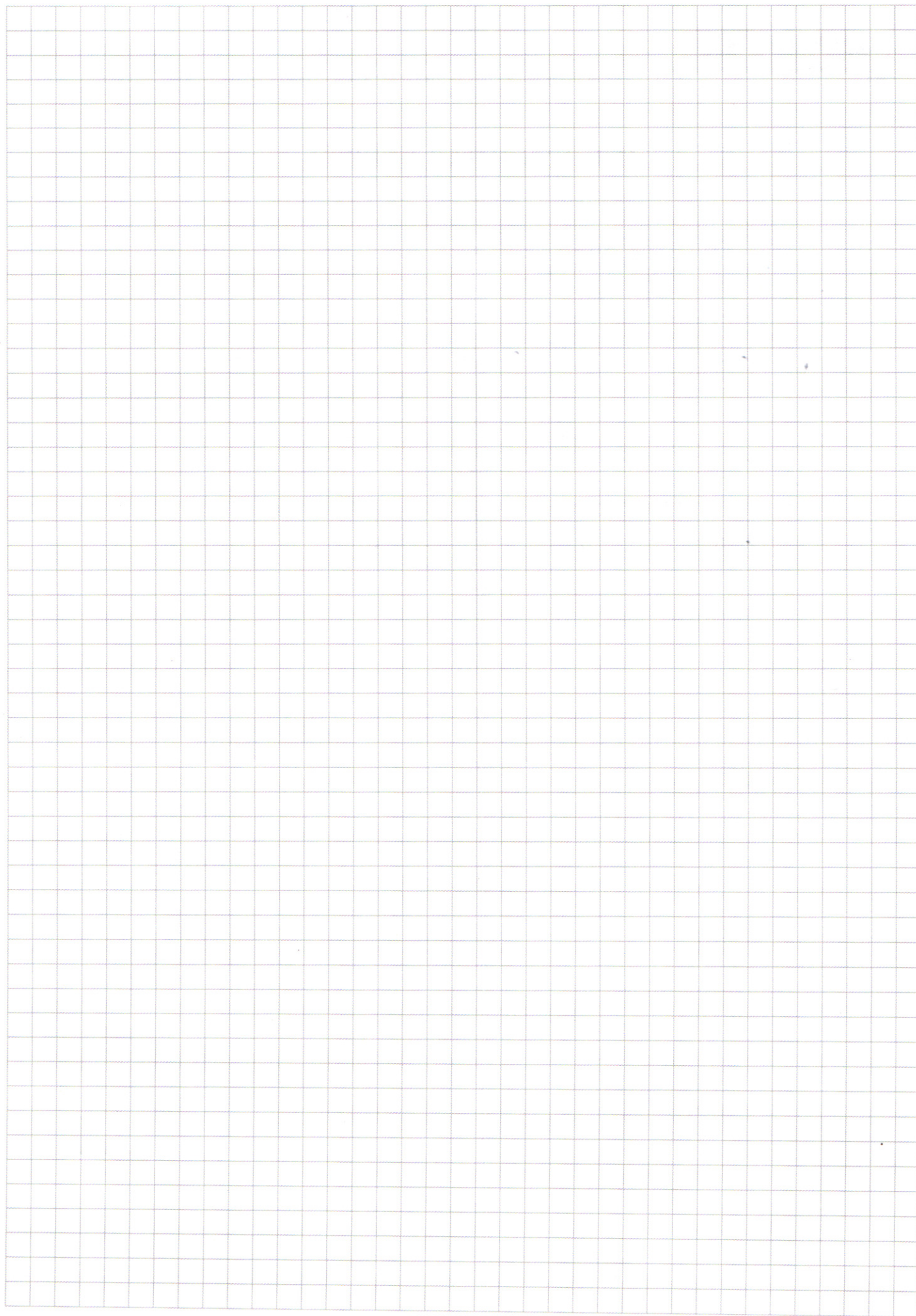


☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

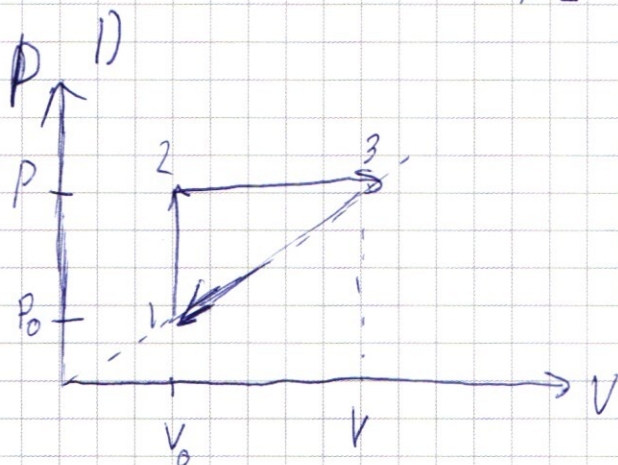
$$\begin{aligned} U_1 &= \frac{V \cdot \sqrt{\cos^2 \alpha + \frac{2dL \cos \beta \sin \beta \sin \alpha}{L \cos \alpha}}}{\sqrt{\cos^2 \beta - \frac{2dL \sin^2 \beta}{L}}} = \\ &= \frac{V \cdot \cos \alpha \left(1 + \frac{dL \cos \beta \sin \beta \sin \alpha}{L \cos^3 \alpha} \right)}{\epsilon \cos \beta \left(1 - \frac{dL \sin^2 \beta}{L \cos^2 \beta} \right)} = \\ &= V \cdot \end{aligned}$$



☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$C_{12} = \frac{\Delta Q_{12}}{\Delta T_{12}}$$

$$\begin{aligned} P_0 V_0 &= \nu R T_1 \\ P V_0 &= \nu R T_2 \\ \Delta T_{12} &= T_2 - T_1 = \frac{(P - P_0) V_0}{\nu R} > 0 \text{ т.к. } P > P_0 \end{aligned}$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} (P V_0 - P_0 V_0) + 0 = \frac{3}{2} V_0 (P - P_0)$$

$$C_{12} = \frac{\frac{3}{2} V_0 (P - P_0) \cdot \nu R}{(P - P_0) V_0 \cdot \nu} = \frac{3}{2} R$$

$$C_{23} = \frac{\Delta Q_{23}}{\Delta T_{23} \cdot \nu}$$

$$\begin{aligned} P V_0 &= \nu R T_2 \\ P V &= \nu R T_3 \\ \Delta T_{23} &= T_3 - T_2 = \frac{P(V - V_0)}{\nu R} > 0 \text{ т.к. } V > V_0 \end{aligned}$$

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

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} (PV - PV_0); A_{23} = P(V - V_0) = \cancel{\frac{5}{2} P(V - V_0)}$$

$$\Delta Q_{23} = \frac{5}{2} P(V - V_0)$$

$$C_{23} = \frac{\frac{5}{2} P(V - V_0) \cdot VR}{P(V - V_0) \cdot V} = \frac{5}{2} R$$

$$\Delta T_{31} < 0 \quad \text{т.к.}$$

$$P_0 V_0 = \nu R T_1 \quad \Delta T_{31} = T_1 - T_3 =$$

$$PV = \nu R T_3$$

$$= \frac{-PV + P_0 V_0}{\nu R} < 0$$

$$\text{т.к. } P < P_0 \\ V > V_0$$

$$\frac{C_{23}}{C_{13}} = \frac{5}{3}$$

2) 23 - изодара

$$\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{3}{2} (PV - PV_0)}{P(V - V_0)} = \frac{3}{2}$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} (P - P_0) (V - V_0)}{\frac{3}{2} PV_0 - \frac{3}{2} P_0 V_0 + \frac{5}{2} PV - \frac{5}{2} PV_0} =$$

$$= \frac{\frac{1}{2} (P - P_0) (V - V_0)}{\cancel{PV} + \frac{5}{2} PV - \frac{3}{2} P_0 V_0 + P_0 V_0}$$

3)

$$\eta = \frac{A}{Q_H} \quad A = \frac{1}{2} (P - P_0) (V - V_0)$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} (P - P_0) V_0 + \frac{5}{2} P(V - V_0)$$

$$\frac{V_0}{V} = \frac{P_0}{P} = \alpha$$

$$\alpha \in [0; 1]$$

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

$$\text{При } \alpha \Rightarrow 0 \quad \eta \rightarrow \frac{2}{5}$$

$$\lim_{\alpha \rightarrow 0} \eta = \frac{2}{5}$$

$$\text{Ответ: } 1) \frac{5}{3} \quad 2) \frac{3}{2} \quad 3) \frac{2}{5}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{PV - P_0V_0 - PV_0 + P_0V_0}{5PV - 3P_0V_0 - PV_0} = \frac{5PV - 3P_0V_0 - P_0V_0 - 4PV - P_0V + 2P_0V_0}{5PV - 3P_0V_0 - PV_0} = \\ &= 1 - \frac{4PV - P_0V + 2P_0V_0}{5PV - 3P_0V_0 - PV_0} = 1 - \frac{4PV + P_0V - 2P_0V_0}{5PV - 3P_0V_0 - PV_0} = \\ &= 1 - \frac{4 + \frac{P_0}{P} - 2\frac{P_0V_0}{PV}}{5 - 3\frac{P_0V_0}{PV} - \frac{V_0}{V}} = 1 - \frac{4 + \alpha - 2\alpha^2}{5 - 3\alpha^2 - \alpha} \end{aligned}$$

$$\frac{P_0}{P} = \frac{V_0}{V} = \alpha$$

$$\begin{aligned} Q_H &= \frac{3}{2}(P - P_0)V_0 + \frac{5}{2}P(V - V_0) = \frac{1}{2}(3PV_0 - 3P_0V_0 + 5PV - 5PV_0) = \\ &= \frac{1}{2}(5PV - 2P_0V_0 - 3P_0V_0) \end{aligned}$$

$$\eta = \frac{(\alpha - 1)^2}{5 - 2\alpha - 3\alpha^2} = \frac{(\alpha - 1)^2}{-(\alpha - 1)(\alpha + \frac{5}{3})} = \frac{\alpha - 1}{(\alpha + \frac{5}{3})} \quad \alpha \in [0; 1]$$

$$(\alpha + \frac{5}{3})\alpha^2 + 2\alpha - 5 = 0$$

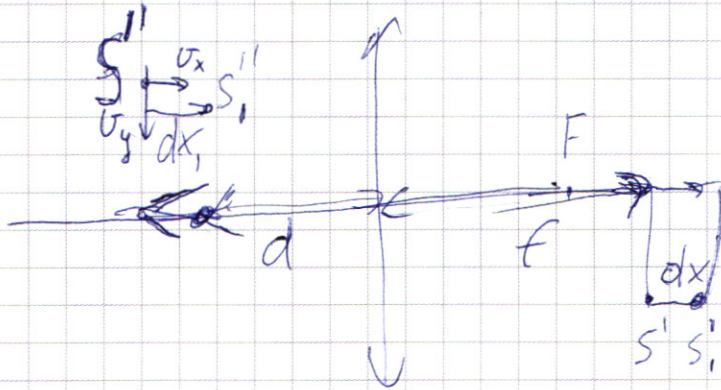
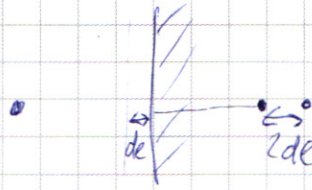
$$\eta = 1 - \frac{\frac{8}{3}}{\alpha + \frac{5}{3}} = 1 + \frac{8}{3\alpha + 5} = \frac{8}{3\alpha + 5} - 1 \quad \begin{matrix} \alpha = 1 \\ \alpha = -\frac{5}{3} \end{matrix} \quad 1 - \frac{-5}{3}$$

2) и 3)

$$V_s' = 2V$$

$$de = V \cdot dt$$

$$2de = V_s' \cdot d\ell$$



Рассмотрим малый
участок времени dt

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

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f+dx} + \frac{1}{d-dx_1}$$

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{f+dx} + \frac{1}{d-dx_1}$$

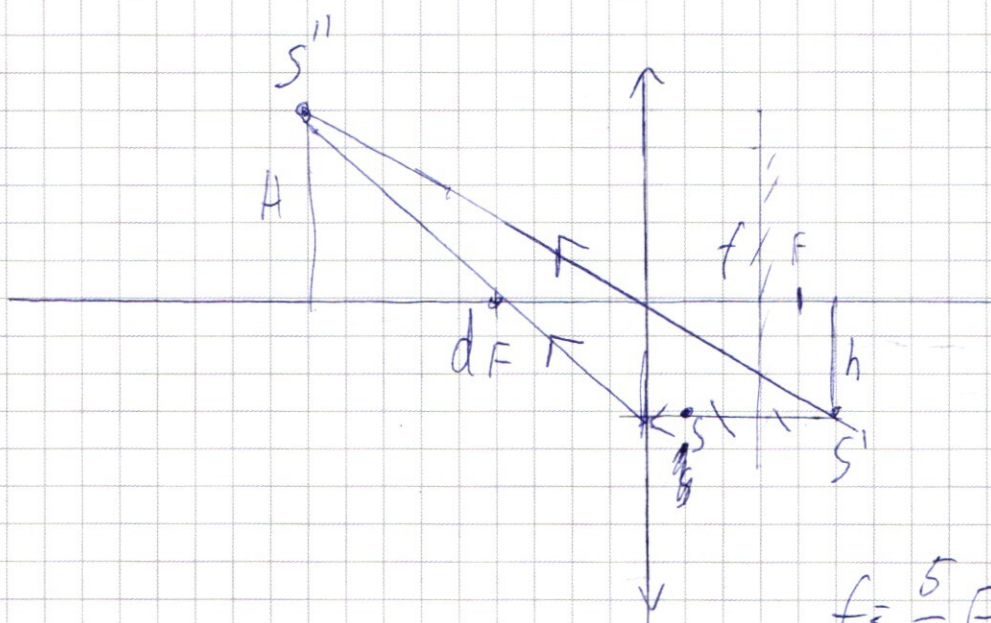
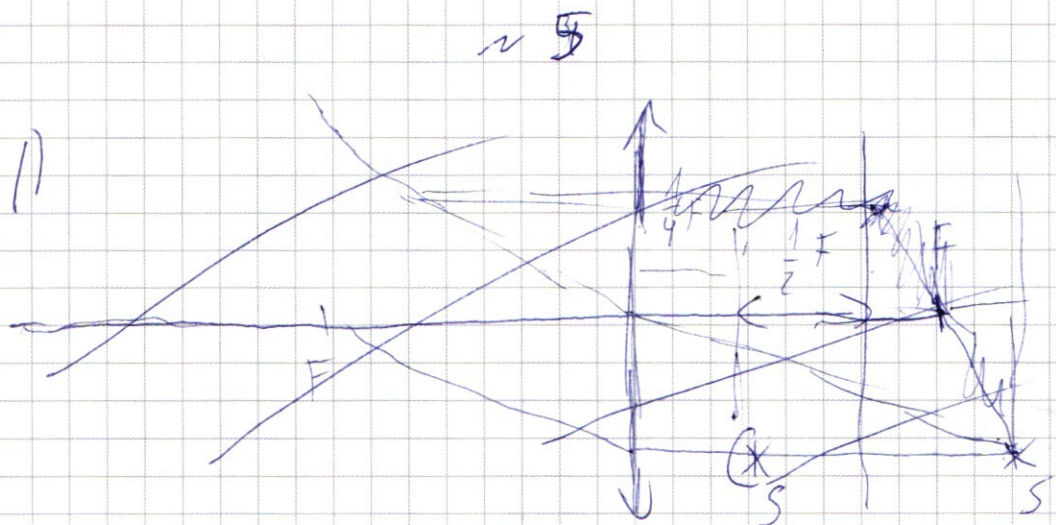
$$\frac{d+f}{fd} = \frac{d-dx_1+f+dx}{fd-fdx_1+d \cdot dx-dx \cdot dx_1}$$

$dx \ll f$
 $dx_1 \ll d$

$(d+f)(fd) =$

$dx \cdot dx_1$ пренебр.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$f = \frac{5}{4} F$$

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

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{4}{5F} = \frac{1}{5F}$$

$$d = 5F$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{f} \left(1 + \frac{dx}{f}\right)^{-1} + \frac{1}{d} \left(1 + \frac{dx_1}{d}\right)^{-1}$$

$$(1+x)^{-1} = 1-x; \quad x \ll 1 \quad \begin{matrix} dx \ll f \\ dx_1 \ll d_1 \end{matrix}$$

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{f} - \frac{dx}{f^2} + \frac{1}{d} + \frac{dx_1}{d^2}$$

$$\frac{dx}{f^2} = \frac{dx_1}{d^2}$$

$$dx = V_s \cdot dt$$

$$dx_1 = U_x \cdot dt$$

$$U_x \cdot dt = \frac{d^2}{f^2} \cdot V_s \cdot dt \Rightarrow U_x = \frac{d^2}{f^2} \cdot 2V = \frac{25 \text{ f}^2}{16 \text{ f}^2} \cdot 2V = 32V$$

$$Hf = hd$$

$$\frac{H}{h} = \frac{d}{f}$$

$$\frac{H-dy}{h} = \frac{d-dx_1}{f+dx}$$

$$\Rightarrow (H-dy)(f+dx) = hd - hdx_1$$

$$Hf + Hdx - fdy = hd - hdx_1$$

$$Hdx - fdy = -hdx_1$$

$dx \cdot dy$ - пренебреж

$$dy = \frac{Hdx + hdx_1}{f}$$

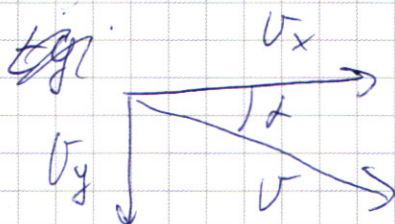
$$Q_y \cdot dt = \frac{H \cdot 2V \cdot dt + h \cdot U_x \cdot dt}{f} \Rightarrow$$

$$h = \frac{3}{4}F \quad U_y = \frac{H \cdot 2V + h \cdot U_x}{f} = \frac{3F \cdot 2V + \frac{3}{4}F \cdot 32V}{\frac{5}{4}F} =$$

$$H = \frac{d}{f} \cdot h = \frac{5F}{\frac{5}{4}F} \cdot \frac{3}{4}F = 3F$$

$$= \frac{6FV + 24FV}{\frac{5}{4}F} =$$

$$= 24V$$



$$\tan \alpha = \frac{24}{32} = \frac{3}{4}$$

$$U = \sqrt{U_y^2 + U_x^2} = 24 \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{4}{3}\right)^2} V =$$

$$= 24 \cdot \frac{5}{3} V = 40V$$

Ответ. 1) $5F$ 2) $\tan \alpha = \frac{3}{4}$ 3) $U = 40V$

2)

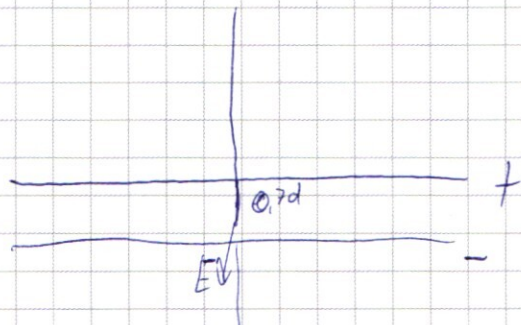
$$a = \frac{V_1^2}{1,4d} = E\gamma$$

$$\frac{V_1^2}{1,4d} = \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0} \gamma$$

$$Q = \frac{\epsilon \epsilon_0 V_1^2 \gamma}{1,4d}$$

Нет, тут не хватает данных
 при отпр. ϵ есть отпр. E , а от
 E зависит a , а от a ~~и~~,
 т.е. нужно еще что-то, что бы
 найти Q (например ϵ)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



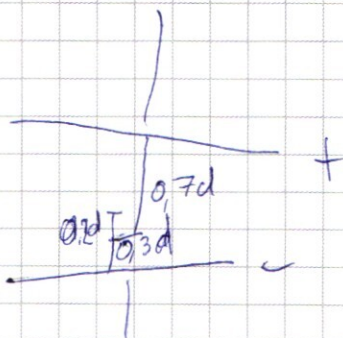
$$E = \frac{Q}{\epsilon_0 S} = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$\vec{\Sigma F} = m\vec{a}$$

$$F = Eq$$

$$Eq = ma$$

$$Ex = a$$



из кинематики

$$\frac{V_1^2 - V_0^2}{2a} = L$$

$$V_0 = 0 \quad L = 0.7d$$

$$V_1^2 = 2a \cdot 0.7d$$

$$a = \frac{V_1^2}{1.4d}$$

из кинематики

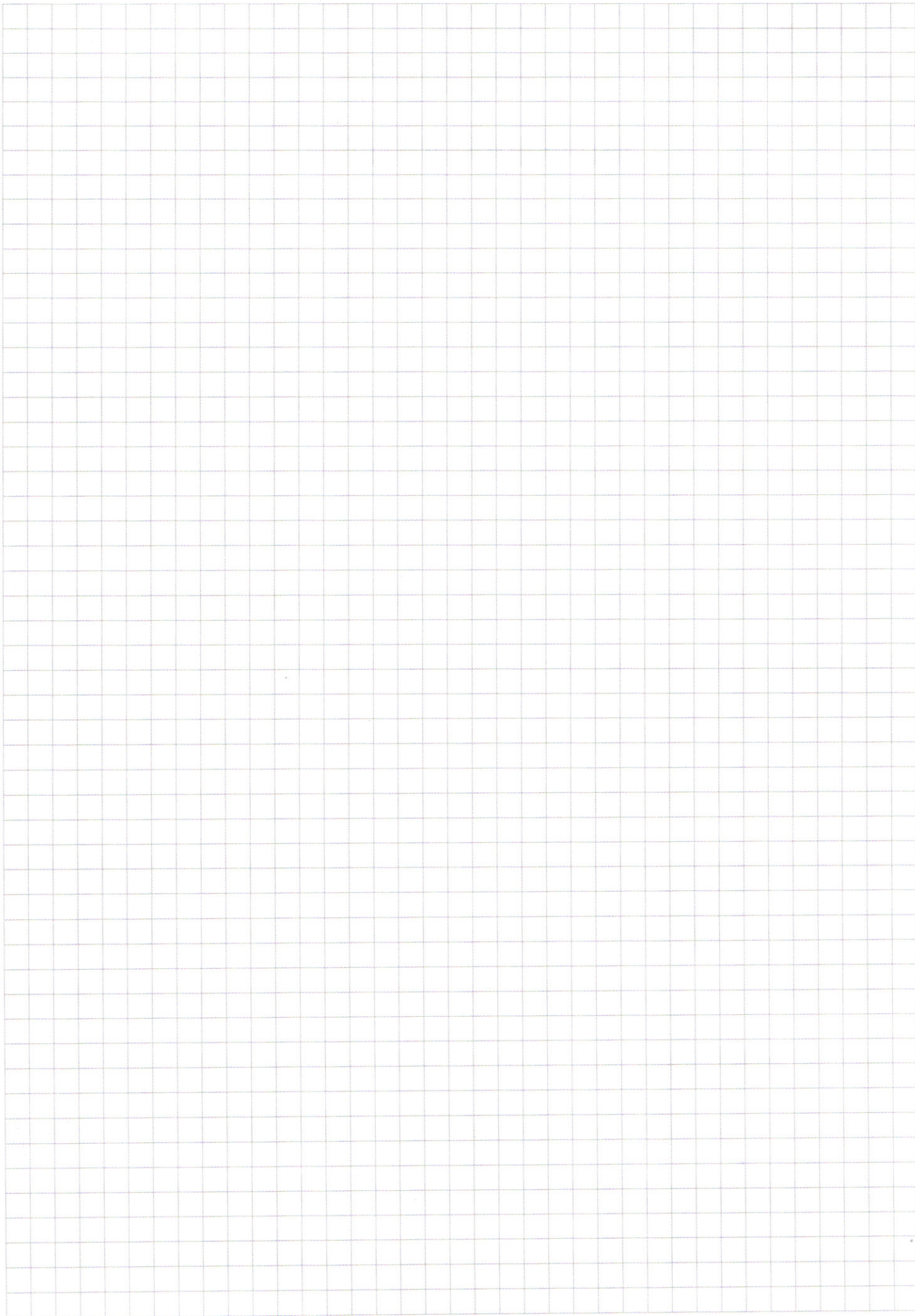
$$\frac{aT^2}{2} + V_0 T = 0.2d$$

$$V_0 = 0 \quad \frac{aT^2}{2} = 0.2d$$

$$\frac{V_1^2 T^2}{2.8d} = 0.2d$$

$$V_1^2 T^2 = 0.56d^2$$

$$T = \sqrt{0.56} \frac{d}{V_1} \approx 0.71 \frac{d}{V_1}$$





ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)