

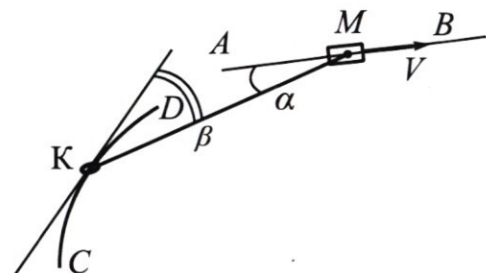
Олимпиада «Физтех» по физике, 11 класс

Вариант 11-01

Класс 11

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

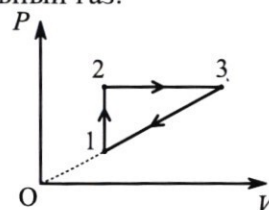
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной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

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

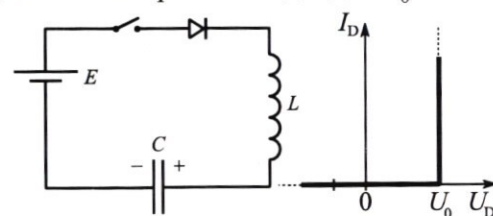
- 1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.
- 2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.
- 3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

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.

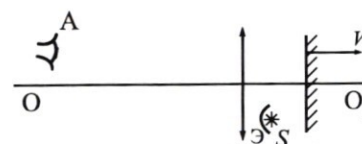
Ключ замыкают.

- 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 U_k, U_k', T | 1)

$R = 1,4 \text{ м}$

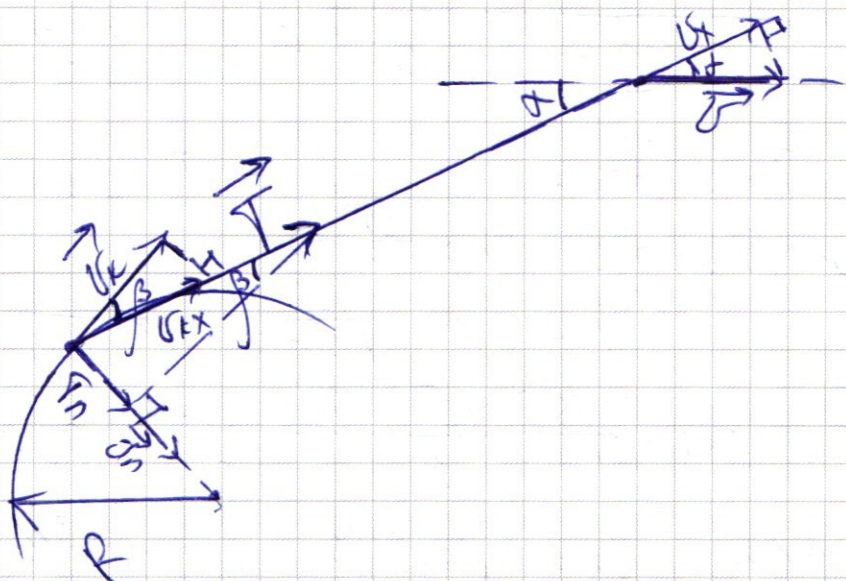
$m = 0,1 \text{ кг}$

$U = 68 \text{ см/с}$

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

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

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

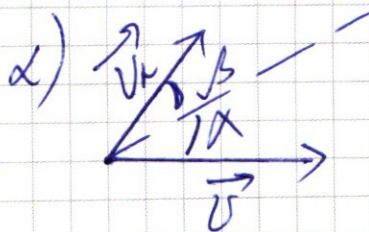


В.п. $L = \frac{5R}{3} = \text{const} \Rightarrow$

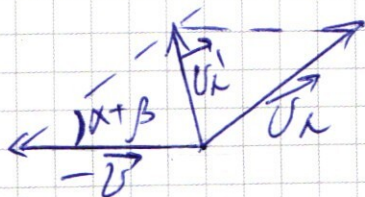
проекция скорости на ось кинки равна:

$U_{kx} = U_x$

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



относительно скорости:



$\vec{U}_k' = \vec{U}_k + (-\vec{U}) = \vec{U}_k - \vec{U} \Rightarrow$

$|\vec{U}_k'| = \sqrt{U_k^2 + U^2 - 2UU_k \cos(\alpha + \beta)} \Rightarrow$

$$v_k' = \sqrt{68^2 \text{ м/с}^2 + 75^2 \text{ м/с}^2 - 2 \cdot 68 \cdot 75 \text{ м/с}^2 \cdot \cos(\alpha + \beta)}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \frac{36}{85}$$

$$v_k' = \sqrt{4624 + 5625 - 2 \cdot 68 \cdot 75 \cdot \frac{36}{85}} \text{ м/с} =$$

$$= \sqrt{10249 - 4320} \text{ м/с} = 77 \text{ м/с}$$

3) $T_n = m a_n$ — II закон Ньютона

$$T_n = T \sin \beta = m \frac{v_k^2}{R} \rightarrow$$

$$T = m \frac{v_k^2}{R \sin \beta} = m \frac{v_k^2}{R \sqrt{1 - \cos^2 \beta}}$$

$$T = 0,1 \text{ кг} \cdot \frac{75^2 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}^2}{1,94 \cdot 3} \cdot 5 = 937,5 \cdot 10^{-4} \text{ Н}$$

Отвечая: $v_k = 75 \text{ м/с} = 0,75 \text{ м/с}$

$v_k' = 77 \text{ м/с} = 0,77 \text{ м/с}$

$T = 937,5 \cdot 10^{-4} \text{ Н} = 93,75 \text{ мН}$

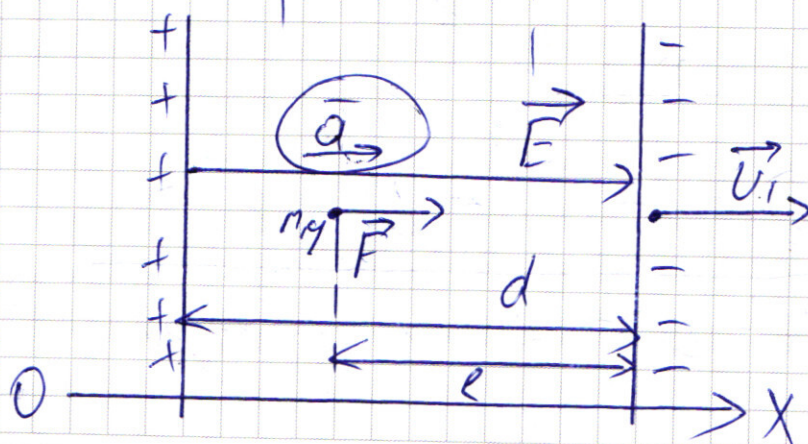
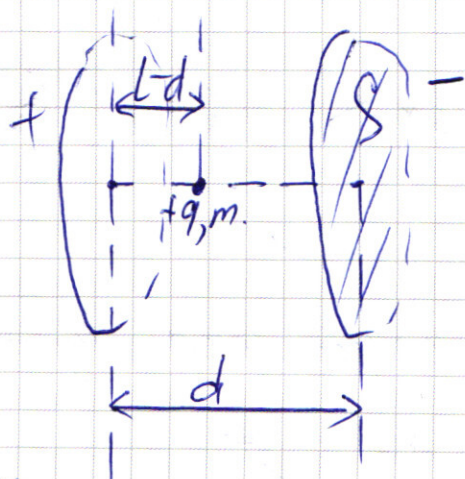
③ U_1, Q, U_2

d
 s

$l = 0,75d$

$\frac{q}{m} = f$

T



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) По ∇ Гаусса (т.к. $d \ll \sqrt{S}$) ~~т.к.~~:

$$E_{\pm} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \quad \text{— напряженность 1-й пластины}$$

по принципу суперпозиции: $E = E_+ + E_- =$

$$= \frac{\sigma}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \text{const} \rightarrow$$

~~Ох. 2-й 3-й Ньютона: $F = Eq = ma \rightarrow$~~

$\vec{F} = m\vec{a}$ — 2-й 3-й Ньютона

Ох: $F = ma \rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{Eq}{m} = E \cdot \frac{q}{m} = \frac{\sigma \cdot q}{\epsilon_0 \cdot m}$

т.к. $a = E \cdot \frac{q}{m} = \frac{\sigma \cdot q}{\epsilon_0 \cdot m} = \text{const}$, то

$$l = \langle v \rangle T = \frac{v_1}{2} T \rightarrow v_1 = \frac{2l}{T} = \frac{0,15 \cdot 2d}{T} = \frac{1,5d}{T}$$

2) $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_1}{T} = \frac{\sigma \cdot q}{\epsilon_0 \cdot m} \rightarrow a = \frac{v_1 \epsilon_0}{q \cdot T} = \frac{Q}{S} \Rightarrow$

$$Q = \frac{S v_1 \epsilon_0}{q \cdot T} = \frac{1,5 S d \epsilon_0}{q \cdot T^2}$$

3) По 3 С-: $A_{\text{эл}} = A_{\text{мк}}$

$$A_{\text{эл}} = A_1 + A_2$$

A_1 — работа электрического поля

A_2 — работа сил индукции

$$A_1 = E \cdot q \cdot l = 0,15 d q E$$

~~$A_2 > E$~~ за конденсатором (принимая суперпозицию)
 $E' = E_+ - E_- = 0 \Rightarrow$
 $A_2 > 0$.

$$A > A_1 = 0,75 d q E = \frac{m U_1^2}{2} - 0$$

$$0,75 d q E = \frac{m U_1^2}{2} \Rightarrow$$

$$U_1^2 = 1,5 d q E$$

~~$A < E$~~ $A < E \Rightarrow \frac{U_1}{V} \Rightarrow E \neq \frac{U_1}{V} = \frac{1,5 d}{V^2}$

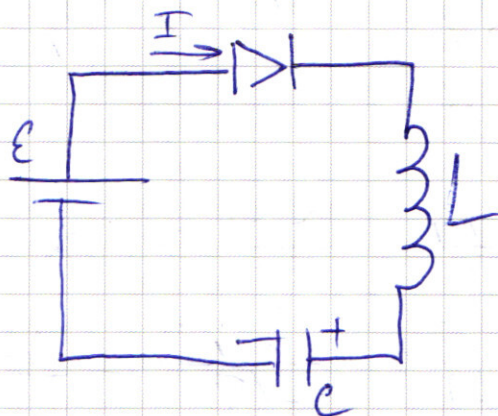
$$U_1^2 = \frac{2,25 d^2}{V^2} \Rightarrow U_2 = U_1 = \frac{1,5 d}{V} \text{ (работа}$$

за конденсатором $A_2 > 0 \Rightarrow$ ~~скорость~~ скорость преобразования

Отметим: $U_1 = \frac{1,5 d}{V} = U_2$
 $q = 1,5 \frac{d q E_0}{V^2}$

④ $\frac{dI}{dt} = I_m; U_2$

$E = 9 \text{ В}$
 $C = 40 \text{ мкФ}$
 $U_1 = 5 \text{ В}$
 $L = 0,2 \text{ Гн}$
 $U_0 = 1 \text{ В}$



1) как только ключ замыкает, конденсатор не успевает разрядиться

по II-му правилу Кирхгофа для контура
 $E - E_{is} = U_0 + U_1 \Rightarrow E_{is} = E - U_0 - U_1$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$+ L \frac{dI}{dt} = \mathcal{E} - U_0 - U_1$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E} - U_0 - U_1}{L} = \frac{9B - 1B - 5B}{0,1 \text{ Гн}} = 30 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

3) В установившемся режиме: $\mathcal{E} - U_0 = 0$;

2-е правило Кирхгофа:

$$\mathcal{E} = U_0 + U_2 \Rightarrow U_2 = \mathcal{E} - U_0 = 8B$$

2) 1-е правило Кирхгофа:

$$\mathcal{E} - U_{\text{ис}} = U_0 + \frac{q}{C}$$

$$(\mathcal{E} - U_{\text{ис}}) = \mathcal{E} - L \frac{dI}{dt} = U_0 + \frac{q}{C}$$

$$\cancel{dI} \cdot \frac{dI}{dt} \Rightarrow I = \frac{dq}{dt} \Rightarrow dt = \frac{dq}{I} \Rightarrow$$

$$\mathcal{E} - L I \frac{dI}{dq} = U_0 + \frac{q}{C}$$

$$L I dI = (\mathcal{E} - U_0) dq - \frac{q dq}{C}$$

$$\cancel{L I dI} = \cancel{(\mathcal{E} - U_0) dq} - \frac{q dq}{C}$$

$$L \int_0^I I dI = (\mathcal{E} - U_0) \int_{C U_1}^{C U} dq - \frac{1}{C} \int_{C U_1}^{C U} q dq$$

$$L \frac{I^2}{2} = (\mathcal{E} - U_0)(CU - CU_1) - \frac{1}{C} (C^2 U^2 - C^2 U_1^2)$$

$$L \frac{I^2}{2} = C(\varepsilon - U_0)(U - U_1) + C(U^2 - U_1^2)$$

Тогда будет тогда, когда все выражение
максимально:

$$\left((\varepsilon - U_0)(U - U_1) + (U^2 - U_1^2) \right)' = 0.$$

$$(\varepsilon - U_0) + 2U = 0 \Rightarrow U = \frac{\varepsilon - U_0}{2} = 4B$$

~~$$L \frac{I^2}{2} = C \left((\varepsilon - U_0)(U - U_1) + (U^2 - U_1^2) \right)$$

$$= \frac{L}{2} \cdot \frac{20}{0,1 \text{ Гн} \cdot 40 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}} \cdot \left(-8B^2 - 16B^2 + 25B^2 \right) =$$

$$= \frac{L}{2} \cdot \frac{B^2}{0,2 \cdot 10^{-6} \text{ Гн} \cdot \text{Ф}}$$~~

$$I_m = \sqrt{\frac{2C}{L} \left((\varepsilon - U_0)(U - U_1) + U^2 - U_1^2 \right)}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot 40 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}}{0,1 \text{ Гн}} \cdot (25 - 8 - 16) B^2} =$$

$$= \sqrt{800 \cdot 10^{-6}} \text{ А} = 2\sqrt{2} \cdot 10^{-2} \text{ А} \approx 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ А}.$$

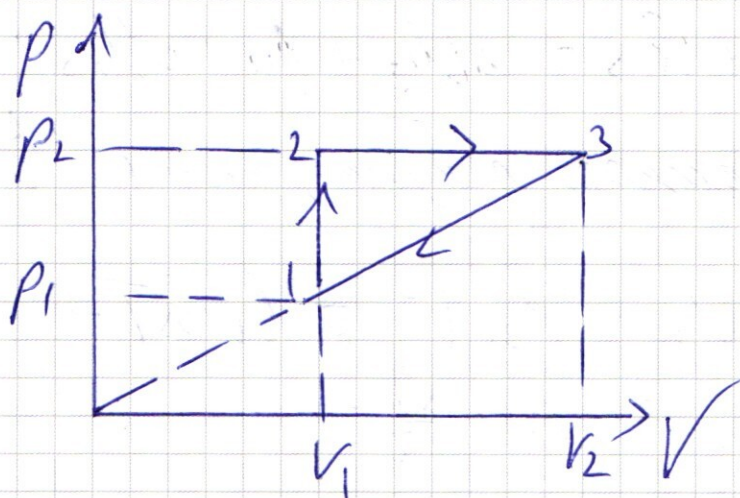
Ответ: $\frac{\Delta I}{\Delta t} \approx 30 \frac{\text{А}}{\text{с}}$

$$I_m \approx 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ А}$$

$$U_2 = 8B$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

② $f, \frac{Q_p}{A_p}, \eta$
 $i = 3$
 $\gamma = \frac{c_1}{c_2}$



1) ~~формулы~~ Q_{12} - по картам на углах 1-2 и 2-3.

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}; \quad \Delta V_{12} = 0 \Rightarrow A_{12} = 0.$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12}$$

$$C_1 = \frac{Q_{12}}{\Delta T_{12}} \Rightarrow C_1 \Delta T_{12} = \frac{i}{2} R \Delta T_{12} \Rightarrow$$

$$C_1 = \frac{i}{2} R.$$

$$\begin{aligned} Q_{23} &= A_{23} + \Delta U_{23} = p_2(V_2 - V_1) + \frac{i}{2} R(T_3 - T_2) = \\ &= p_2(V_2 - V_1) + \frac{i}{2} p_2(V_2 - V_1) = \frac{i+2}{2} R(T_3 - T_2) \end{aligned}$$

~~Q_{23}~~ по ур-ню Менделеева-Клапейрона:
 $pV = \nu RT$

$$C_2 = \frac{Q_{23}}{\Delta T_{23}} \Rightarrow C_2 \Delta T_{23} = \frac{i+2}{2} R \Delta T_{23} \Rightarrow$$

$$C_2 = \frac{i+2}{2} R \Rightarrow \gamma = \frac{i}{i+2} = \frac{3}{5}.$$

$$2) Q_{23} = \frac{i+2}{2} P_2 (V_2 - V_1) - \text{из пункта 1)}$$

$$Q_{23} = \frac{i+2}{2} A_{12} \Rightarrow \frac{Q_{23}}{A_{12}} = \frac{Q_P}{A_P} = \frac{i+2}{2} = \frac{5}{2}$$

$$3) \eta = \frac{A}{Q} = \frac{A_{12} + A_{23}}{Q_{12} + Q_{23}} = 1 - \frac{|Q_{31}|}{Q_{12} + Q_{23}}$$

$$Q = Q_{12} + Q_{23} = \Delta U_{12} + A_{12} + \Delta U_{23} = \Delta U_{12} + \frac{i+2}{2} A_{12}$$

Для предельного η нужно, чтобы $\frac{A}{Q}$ было максимумом:

$$|Q_{31}| = |\Delta U_{31} + A_{31}| = C_V \Delta T + P_{cp} \Delta V$$

$$C_3 = C_V + P_{cp} \frac{\Delta V}{\Delta T}$$

$$P_{cp} PV = RT$$

$$P \Delta V + V \Delta P = R \Delta T$$

из 3-1: $P = kV$

$$P_1 = kV_1 \Rightarrow k = \frac{P_1}{V_1}$$

$$P = P_1 \frac{V}{V_1}$$

$$\Delta P = \frac{P_1}{V_1} \Delta V$$

$$P_1 \frac{V}{V_1} \Delta V + \frac{P_1}{V_1} V \Delta V = R \Delta T \quad / : \Delta T$$

$$P_1 \frac{V}{V_1} \frac{\Delta V}{\Delta T} + \frac{P_1}{V_1} V \frac{\Delta V}{\Delta T} = R$$

$$\frac{\Delta V}{\Delta T} = \frac{R}{\frac{P_1}{V_1} V \cdot 2} = \frac{R V_1}{2 P_1 V}$$

$$C_3 = C_V + P_{cp} \cdot \frac{R V_1}{2 P_1 V}$$

$$P_{cp} = \frac{P_2 + P_1}{2} = \frac{\frac{P_1 V_2}{V_1} + P_1}{2} = P_1 \frac{V_2 + V_1}{2 V_1}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$C_3 = C_V + P_1 \frac{V_2 + V_1}{2V_1} \cdot \frac{RV_1}{2P_1V} = \frac{V_2 + V_1}{2V_1} + C_V$$

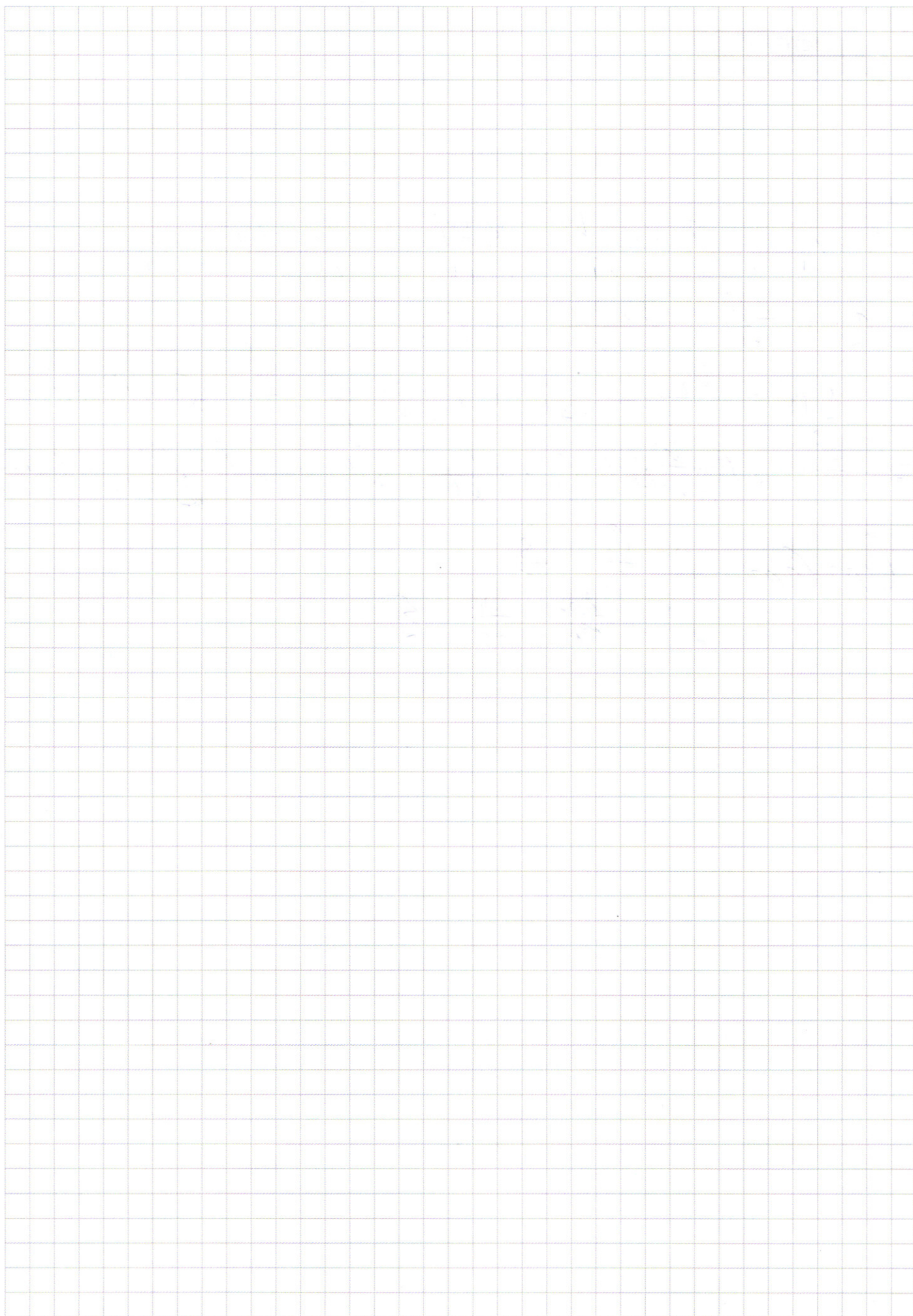
$$C_3 = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{V_2 + V_1}{4V} + C_V$$

$$\Delta Q = \frac{V_2 + V_1}{4V} \Delta T + C_V \Delta T = \frac{Q}{V} \Delta T + C_V \Delta T =$$

$$= \frac{Q}{V} \cdot 2P_1 \frac{V}{RV_1} \Delta V + C_V \cdot 2 \frac{P_1 V}{RV_1} \Delta V = \Delta V \left(\frac{V_2 + V_1}{2V_1} P_1 + C_V \frac{P_1}{RV_1} \right)$$

Ответ: 1) $\frac{C_3}{C_1} = \frac{3}{5}$

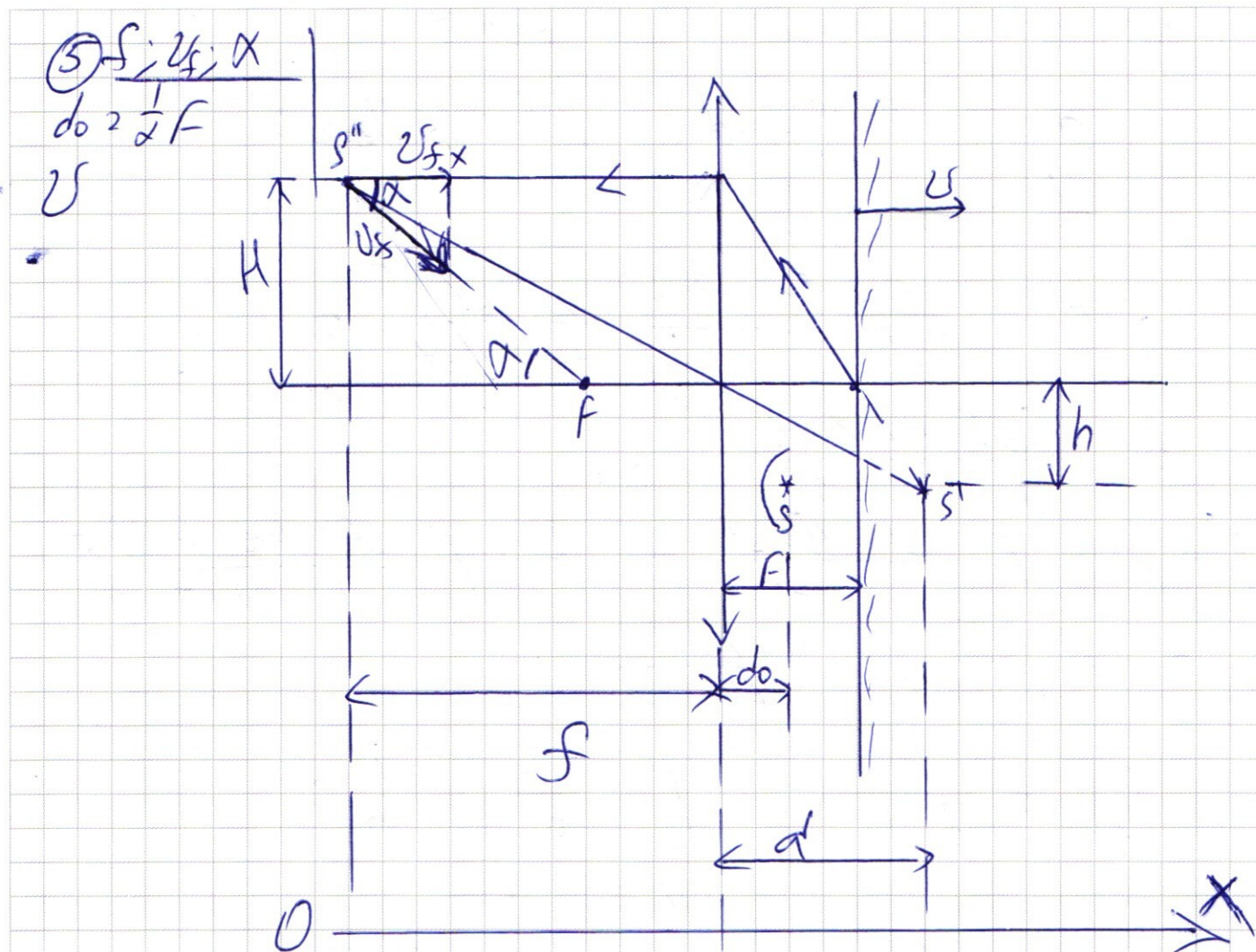
2) ~~$\frac{Q_p}{Q_p}$~~ $\frac{Q_p}{Q_p} = \frac{5}{2}$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) по формуле утолща: $SS' = 2(F - d_0) \Rightarrow$
 $d = d_0 + 2(F - d_0) = 2F - d_0 =$
 $= \frac{3}{2}F$

формула тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{F} + \frac{1}{d} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d - F} = 3F.$$

2) Упрощение выражения пополю в точке нуля,
т.е. $\Gamma_\infty = 0$ ($d \rightarrow \infty$; $\Gamma_\infty = \frac{f}{d} \rightarrow 0$)

При перемещении зеркала на Δd , (упрощение
в зеркале считается на $\Delta d \rightarrow$

$$d \rightarrow \frac{3}{2}F + \Delta d \rightarrow \frac{3}{2}F + 2U_{\Delta t}$$

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

$$f \rightarrow \frac{Fd}{d-F} = \frac{\left(\frac{3}{2}F + 2U_{\Delta t}\right)F}{\frac{1}{2}F - 2U_{\Delta t}}$$

$$= \frac{(3F + 4U_{\Delta t})F}{F - 4U_{\Delta t}}$$

$$f - F = F \frac{3F + 4U_{\Delta t}}{F - 4U_{\Delta t}} - F = F \left(\frac{3F + 4U_{\Delta t} - F + 4U_{\Delta t}}{F - 4U_{\Delta t}} \right) =$$

$$= F \frac{2F}{F - 4U_{\Delta t}} = \frac{2F^2}{F - 4U_{\Delta t}}$$

$$tg \alpha = \frac{H}{f - F}, \quad \Gamma = \frac{f}{d} = \frac{H}{h} \Rightarrow$$

$$tg \alpha = \frac{H}{d \cdot \frac{2F^2}{F - 4U_{\Delta t}}} = \frac{H \cdot (F - 4U_{\Delta t})}{2F^2} = \frac{h \cdot \frac{hf}{d} \cdot (F - 4U_{\Delta t})}{2F^2 \cdot \frac{3}{2}F} =$$

$$= \frac{\frac{3}{4}F \cdot 3(F - 4U_{\Delta t})}{2F^2} = \frac{9F(F - U_{\Delta t})}{4F^2}$$

$$\text{при } \Delta t \rightarrow 0: \quad tg \alpha \rightarrow \frac{9}{4}$$

3) $U_{fx} = U + \cos \alpha = \Gamma U = \frac{f}{d} U = \frac{U}{\cos \alpha}$

$$U_f = \frac{2U}{\cos \alpha}; \quad \cos \alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + tg^2 \alpha}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

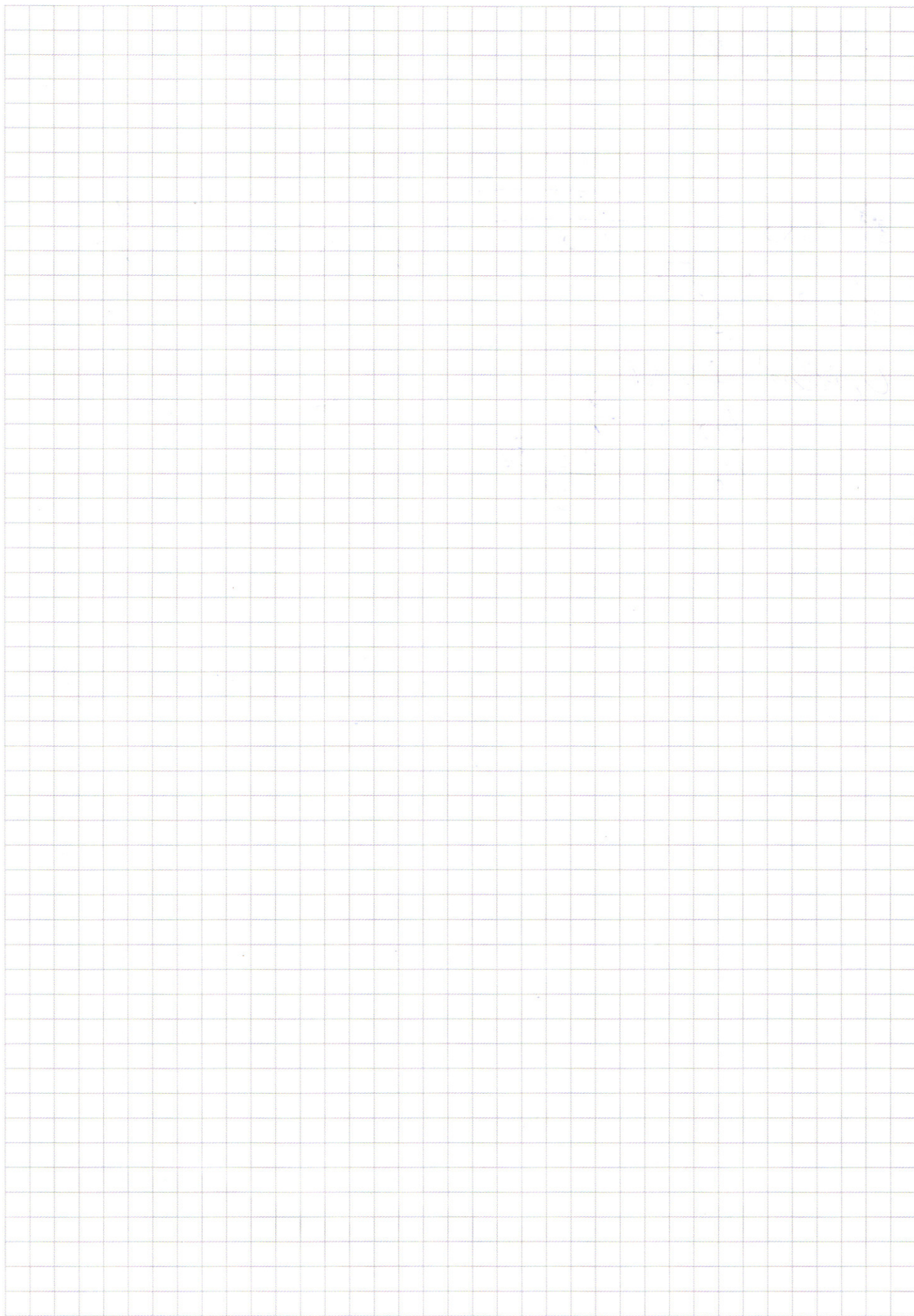
$$\cos \alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{81}{16}}} = \sqrt{\frac{16}{16 + 81}} = \frac{4}{\sqrt{97}}$$

$$U_f = \frac{2U\sqrt{97}}{9}$$

$$\text{Отвечая: } f = 3F$$

$$f_{yx} = \frac{9}{4}$$

$$U_f = \frac{2U\sqrt{97}}{9}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$P = P_0 \Delta V = 2R \Delta T$$

$$\Delta \mu \approx \frac{c}{2} A.$$

$$Q = \frac{i}{2} A + A = \frac{i+2}{2} A \cdot B^2$$

A . φ . B
C

$$\frac{B}{GH} \sim \frac{A}{C}$$

$$\frac{k_A \cdot A}{C}$$

$$K_A = \frac{A}{C}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d + 20 \Delta t} + \frac{1}{f}$$

$$f^2 \frac{d\phi + 2VF_{\Delta} t}{\cancel{F_{\Delta} d\phi}} \quad d\phi + V_{\Delta} t - F$$

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

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

$$\frac{1}{f} = -\frac{2}{3f} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{3F - 2F}{3F^2} = \frac{1}{3F} \Rightarrow$$

$$dE =$$

Fe

$f = 3F$

$$E(1 - \frac{2\sigma h + J}{2\sigma h + J})$$

2) ~~85%~~ cglunysoco kor Vdt

$$d = d_0 + 2 \int_{t_0}^{t_1} v' dt.$$

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

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_0 + 2U'dt} + \frac{1}{d_0 + U'dt}$$

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

$$0 = -\frac{1}{d^2} \frac{dd}{dt} - \frac{1}{f^2} \frac{df}{dt}$$

$$+\frac{1}{d^2} \cdot U + \frac{1}{f^2} U'$$

$$\mathcal{E} = U_0 - L \frac{\Delta I}{\Delta t} + \frac{q}{C}$$

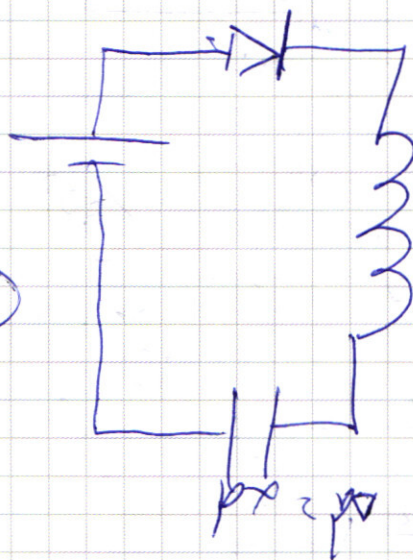
$$\mathcal{E} = U_0 + \frac{q}{C} \Rightarrow q = (\mathcal{E} - U_0)C$$

$$dq = (\mathcal{E} - U_0)C$$

$$I =$$

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

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



$$\mathcal{E} = U_0$$

$$\mathcal{E} - \mathcal{E}_{is} = U_0 + \frac{q}{C}$$

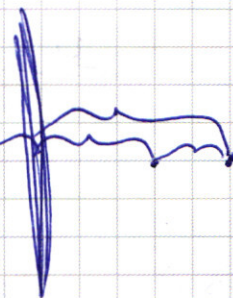
$$\mathcal{E} = U_0 + \frac{q}{C} - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta q}{\Delta I}$$

$$\mathcal{E} \Rightarrow \mathcal{E} - U_0 = \frac{q}{C} - L \cdot I \frac{\Delta I}{\Delta q} \Rightarrow$$

2P

$$F = \frac{F + 4U'dt}{F - 4U'dt} \Rightarrow F = \frac{F + 4U'dt}{F - 4U'dt}$$



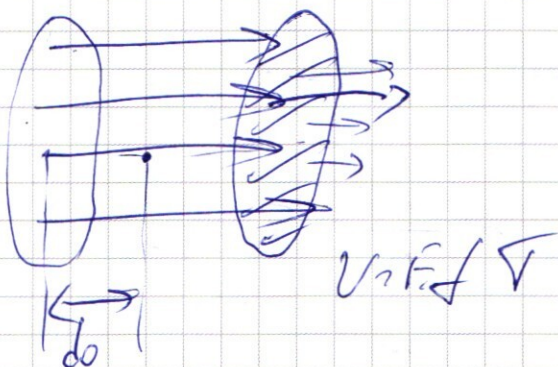
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) 1) $\left(\frac{C_p}{C_v}\right)$

$$2) Q = A + \Delta U = A + \frac{i}{2} A = \frac{i+1}{2} A \Rightarrow \frac{Q}{A} = \frac{i+1}{2}$$

$$3) A = \frac{A}{Q} \quad E = \frac{U}{d} \quad l = \frac{a t^2}{2}$$

3)



$$Eq = m a$$

$$E l = a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v}{t}$$

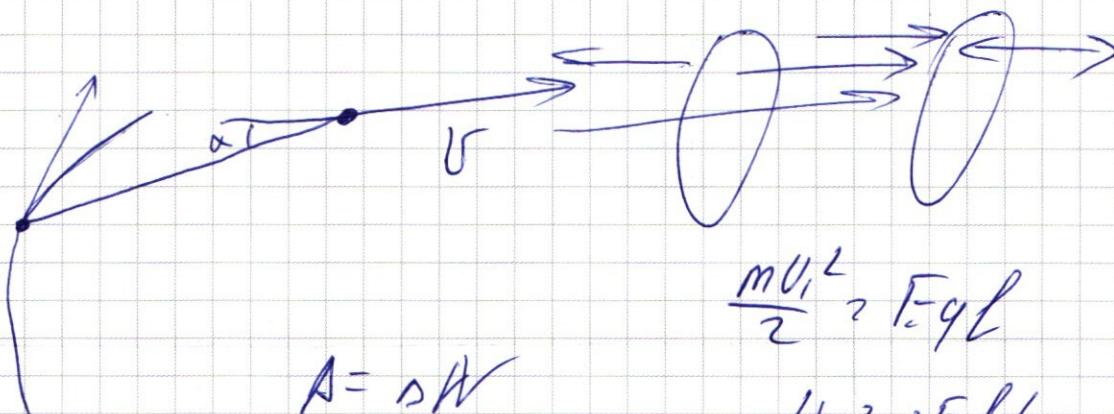
$$l = 0,55 d = \frac{v t^2}{2 a} \Rightarrow$$

$$v = \sqrt{1,1 E d}$$

$$L \frac{\Delta I}{\Delta t} + U_1 = \mathcal{E} \Rightarrow$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\mathcal{E} - U_1}{L} = 0$$

$$Eq d l = E q l$$

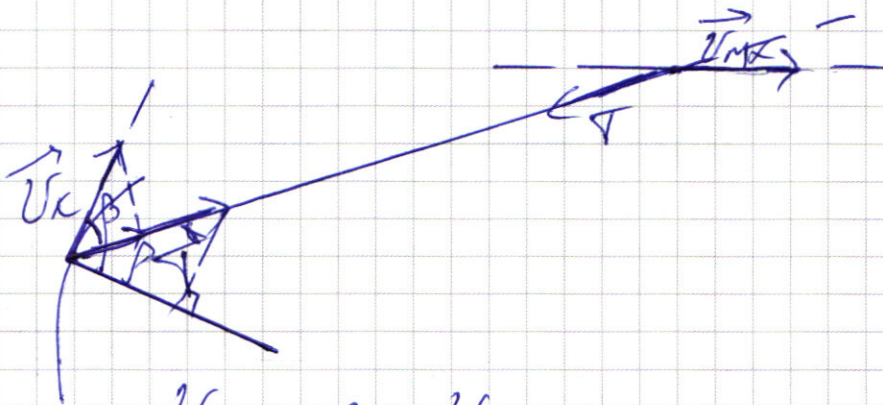


$$\frac{m v_1^2}{2} = E q l$$

$$v_1^2 = 2 E l$$

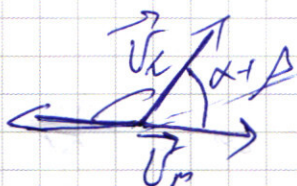
$$A = \Delta W$$

$$Eq = \frac{q_1^2}{2c} + \frac{q_2^2}{2c}$$



$$U_k \cos \beta = U_m \cos \alpha$$

$$U_k = U_m \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{15}{17} \cdot \frac{5}{4} = 0.8 = 750 \text{ m/s}$$



$$m a_n = T \sin \beta$$

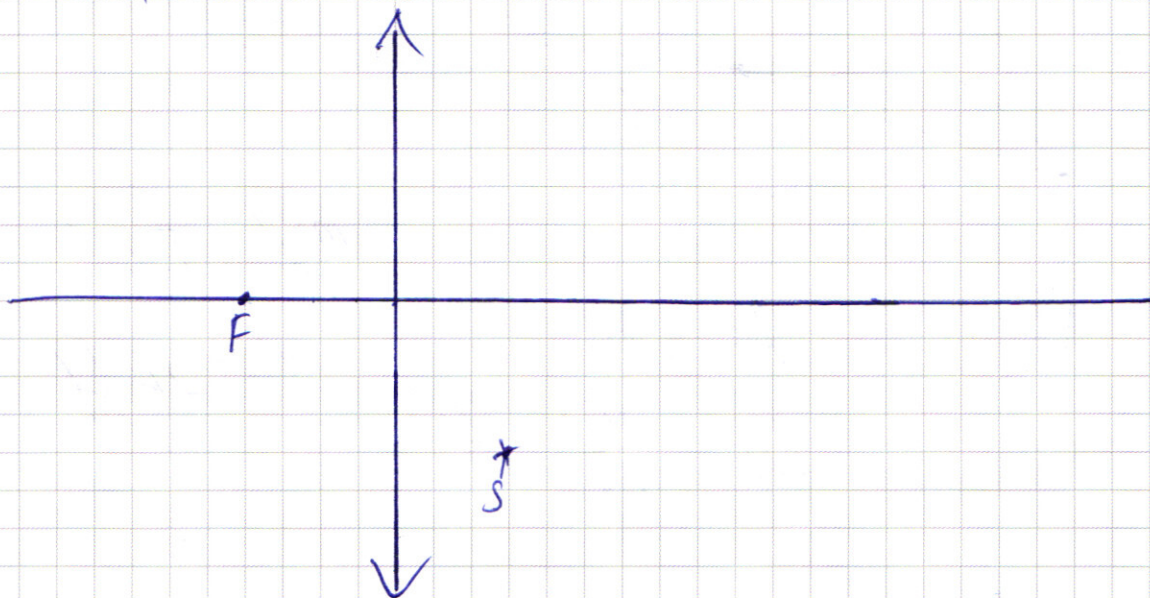
$$m \frac{U_k^2}{R} = T \sin \beta$$

~~100%~~ ~~100%~~

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

$$T = \frac{0,1 \cdot 75^2 \cdot 5}{1,9 \cdot 3}$$

$$1 \frac{16}{25} = \frac{3}{5}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$(E - U_0) \Delta q = \frac{q_0 q}{e} - L \Delta T$$

$$\Delta q = C \Delta U$$

$$dU_f = dU$$

$$(E - U_0) C \Delta U = U \Delta U - L \Delta T$$

$$(E - U_0) C \Delta U = \frac{\Delta U^2}{2} - L \frac{\Delta T^2}{2}$$

$$\frac{F^2 U}{(F + U)^3} = 2 \frac{U}{h} U$$

$$L \frac{T^2}{2} = \frac{\Delta U^2}{2} - (E - U_0) C \Delta U$$

$$0,75 d = \frac{U}{2} T \Rightarrow U = \frac{1,5 d}{T}$$

$$0,75 F = \frac{U}{T}$$

$$\frac{U}{\varepsilon_0} = \frac{U}{T} \frac{dT}{dt} \Rightarrow U_f = \frac{(2F + U)FU - U^2(2F + U)}{(2F + U)^2}$$

$$U = \frac{U \varepsilon_0}{\sqrt{V}}$$

$$Q = \int \frac{U \varepsilon_0}{\sqrt{V}} F U (2F + U - 2F - U)$$

$$A = \Delta W = \frac{m U_0^2}{2}$$

$$- \frac{F^2 U}{2(F + U)^2}$$

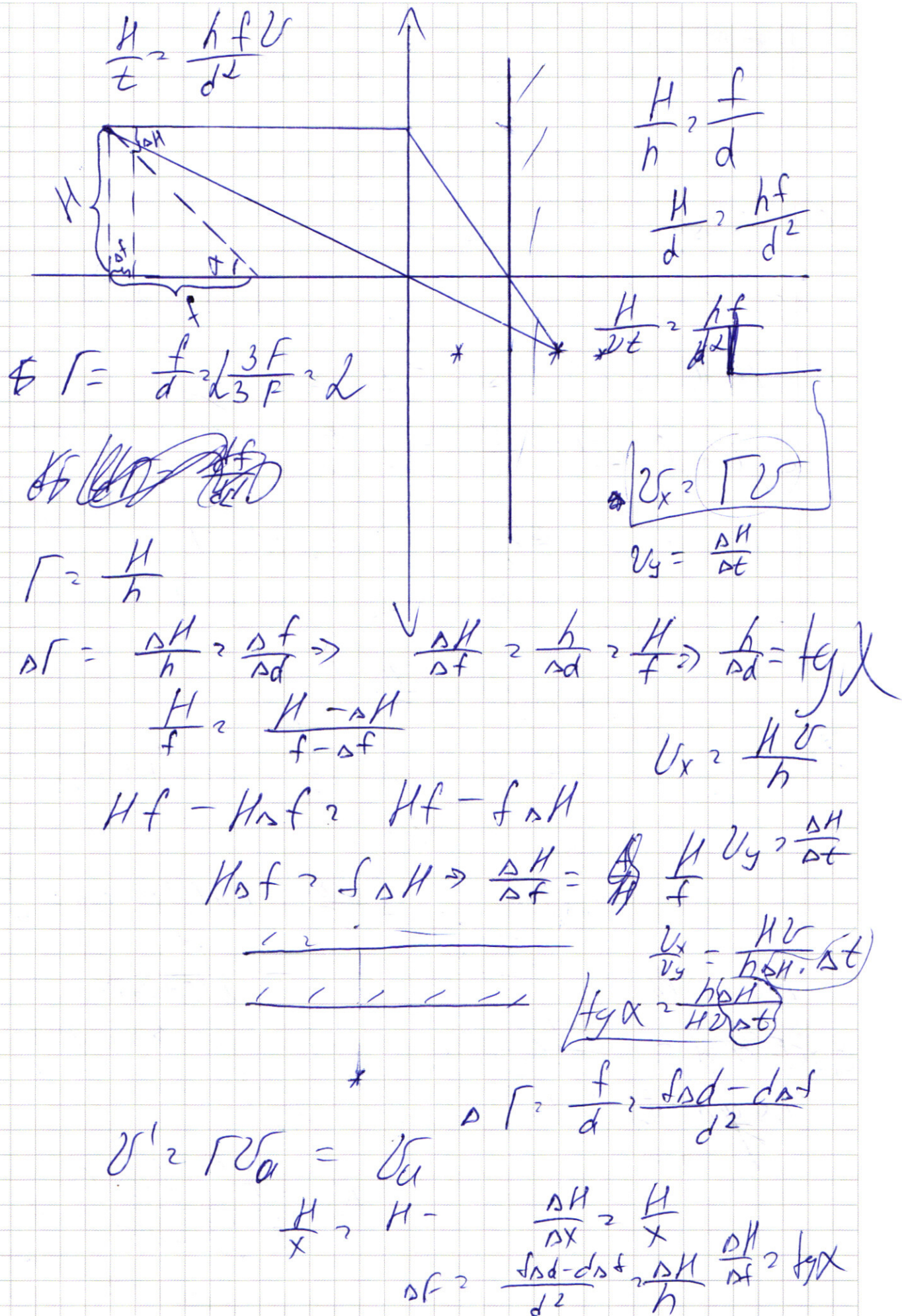
$$0,75 E q d = \frac{m U_0^2}{2}$$

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

$$1,5 q d \cdot \frac{U}{T} = U^2$$

$$d(t)$$

$$f(t) = \frac{\frac{3}{2} F^2 + F U t}{\frac{3}{2} F + U t}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5) $x; y; f$

$d_o = \frac{F}{2}$
 $h = \frac{3}{4}F$

1)

$f_{yx} = \frac{dy}{dx} = \frac{v_y}{v_x} = \frac{v_y}{v}$

$\frac{1875}{9585}$

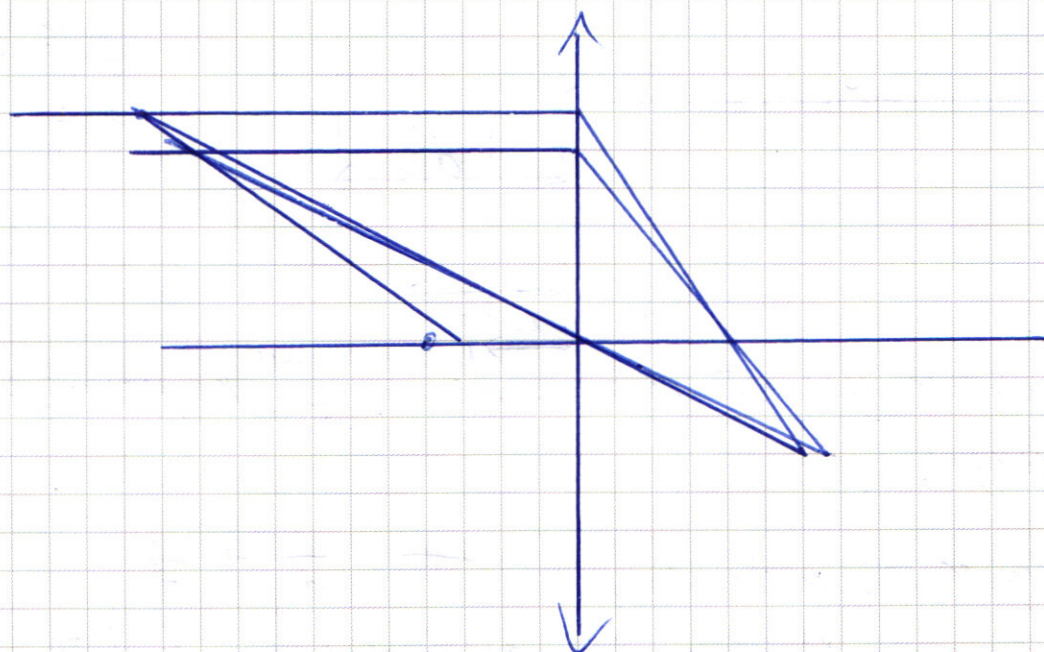
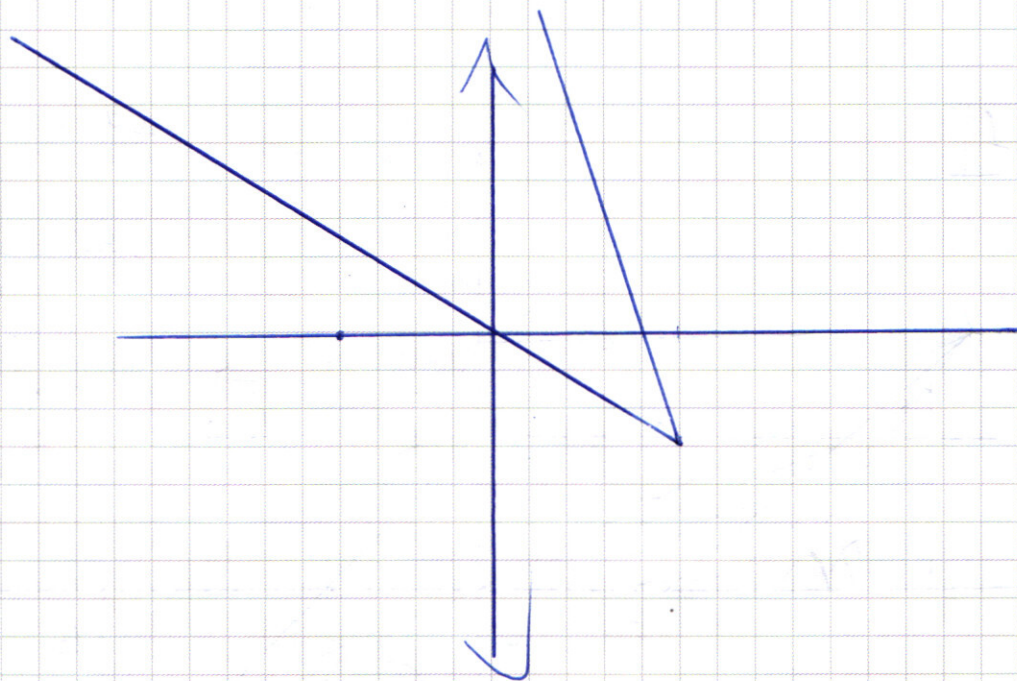
$\frac{5625}{3} = 1875$
 $\frac{26}{24} = 1.0833$
 $\frac{22}{21} = 1.0476$

Наблюдатель увидит изображение S'' на расстоянии f от линзы.

По формуле тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$
по формуле зеркала: $d = d_o + 2(F - d_o) =$
 $= d_o + 2F - 2d_o = 2F - d_o = \frac{3}{2}F \Rightarrow$
 $\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{2}{3F} = \frac{1}{3F} \Rightarrow$
 $f = 3F$

$$2) \Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d} \Rightarrow \frac{H}{f} = \frac{h}{d}$$

т.к. предмет покоится, то $h = \text{const}$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

① U_k, U_k', T

$m = 0,1 \text{ кг}$
 $v = 68 \text{ см/с}$
 $R = 1,9 \text{ м}$
 $L = \frac{5R}{3}$
 $\cos \alpha = \frac{15}{17}$
 $\cos \beta = \frac{4}{5}$

①

$68^2 + 75^2 + 2 \cdot 36 \cdot 60 \cdot \cos(\alpha + \beta)$

$U_k \cos \beta = v \cos \alpha \rightarrow v = U_k \frac{\cos \beta}{\cos \alpha}$

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

$\vec{U}_k' = -\vec{v} + \vec{U}_k$

$U_k'^2 = v^2 + U_k^2 + 2 v U_k \cos(\alpha + \beta)$

$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} = \frac{60 - 24}{5 \cdot 17} = \frac{36}{85}$

$U_k' = \sqrt{68^2 + 75^2 + 2 \cdot 36 \cdot 60 \cdot \frac{36}{85}} = \sqrt{4624 + 5625 + 14369 \cdot \frac{36}{85}} = \sqrt{10249 + 6048} = \sqrt{16297} \approx 127,6 \text{ см/с}$

$$\eta = \frac{A}{Q}$$

$$A = \frac{1}{2} \Delta p \cdot \Delta V =$$

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

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

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

$$\frac{p_2}{p_3} = \frac{p_1}{p_1} \Rightarrow V_1 = V_3 \quad \frac{p_1}{p_2} \Rightarrow$$

$$A = \frac{1}{2} p R (V_3 + V_1 - V_2 - V_3 \frac{p_1}{p_2})$$

$$Q = p R (V_2 - V_1) + \frac{\gamma - 1}{2} p R (V_3 - V_2)$$

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{0,5 (V_3 + V_1 - V_2 - V_3 \frac{p_1}{p_2})}{V_2 - V_1 + \frac{\gamma - 1}{2} (V_3 - V_2)}$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_{\text{отд}}}{Q_{\text{пол}}}$$

$$Q_{\text{отд}} = A + \Delta U = \frac{p_2 + p_1}{2} (V_2 - V_1) + \frac{\gamma}{2} p R (V_3 - V_1)$$

$$1,5 \frac{1}{2} E \epsilon = U_2^2$$

$$\frac{U}{\epsilon} = \frac{U \epsilon_0}{\epsilon}$$

$$1,5 \frac{1}{2} \epsilon_0 U^2 = U_2^2$$

$$1,5 \frac{1}{2} \cdot \frac{U_1^2}{\epsilon_0} U_2^2$$

$$0,35 d = \frac{U}{2 \epsilon}$$

$$1,5 \frac{U_1^2}{\epsilon_0 d} U_2^2$$

$$1,5 \frac{U_1 d}{\epsilon} = U_2^2$$

$$U_1 = \frac{2 d}{\epsilon} \Rightarrow 3 \frac{d^2}{\epsilon^2} = U_2^2$$