

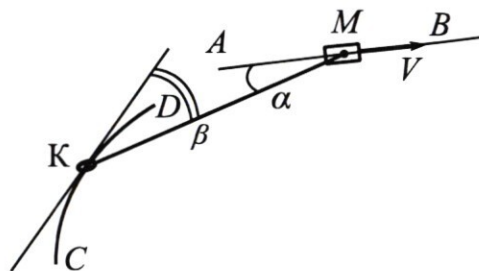
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-02

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

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 40$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,7$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол α ($\cos \alpha = 3/5$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 8/17$) с направлением движения кольца.



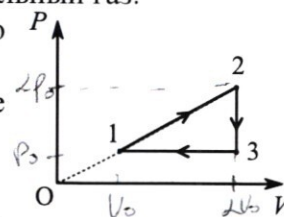
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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 понижение температуры газа.

2) Найти для процесса 1-2 отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.

3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается между обкладками на расстоянии $0,2d$ от положительно заряженной

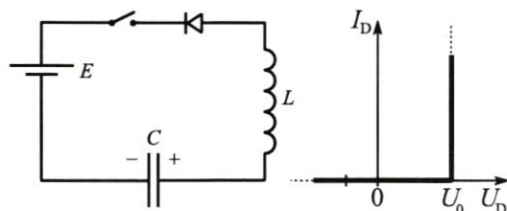
обкладки. Удельный заряд частицы $\frac{q}{m} = \gamma$.

Высчитать

- 1) Найдите продолжительность T движения частицы в конденсаторе до остановки.
- 2) Найдите напряжение U на конденсаторе.
- 3) Найдите скорость V_0 частицы 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 $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,2$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.



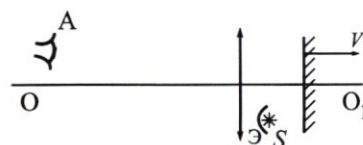
- 1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
- 3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

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 $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии плоскости $F/3$ от 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.

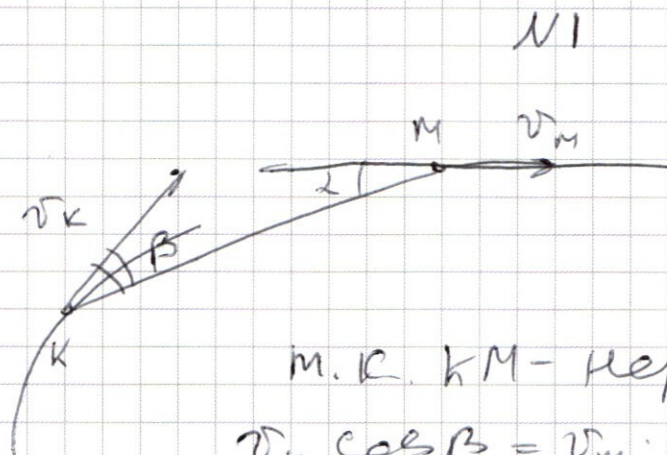
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

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

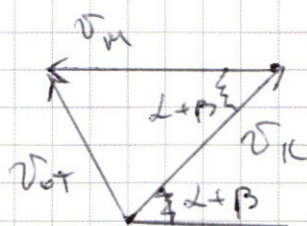


м.к. KM - не растягивается =>

$$v_K \cos \beta = v_M \cos 2$$

$$v_K = \frac{\cos 2}{\cos \beta} \cdot v_M = \underline{51 \text{ м/с}}$$

перенесён в со муромы



v_{01} - сумма скор
в со м.

$$\cos(2 + \beta) = \cos 2 \cdot \cos \beta - \sin 2 \sin \beta = -\frac{36}{5 \cdot 17}$$

$$v_{01} = \sqrt{v_M^2 + v_K^2 - 2 \cos(2 + \beta) v_K v_M} =$$

$$= \underline{77 \text{ м/с}}$$

1 вычисления на
черновике

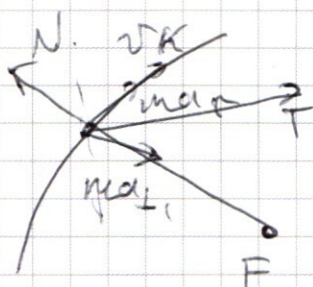
ошл. Т. F

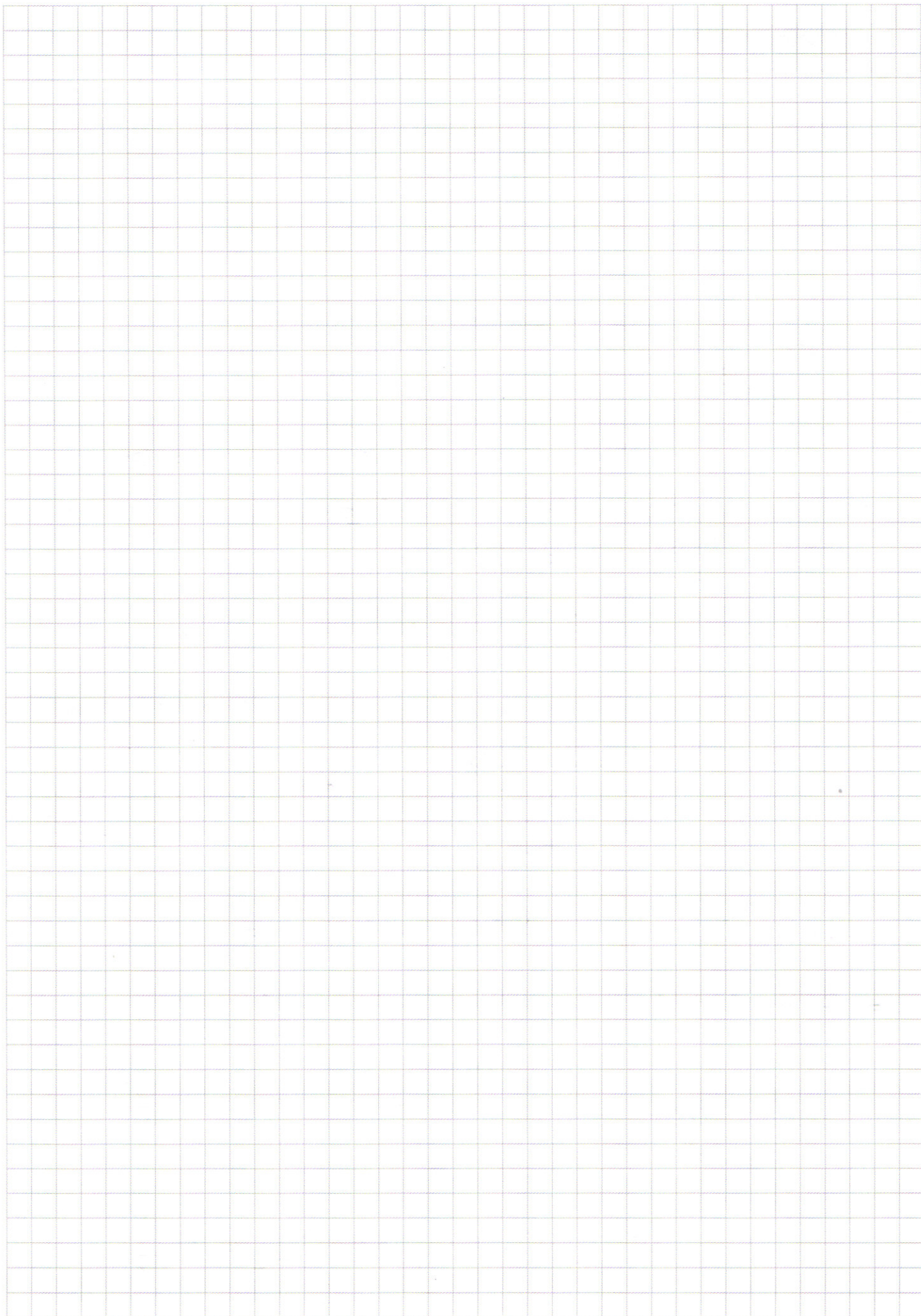
$$T \sin \beta - N = m a_{\perp 1} = m \frac{v_K^2}{R}$$

ошл. ТМ (в со Т.М)

$$T - N \sin \beta = m a_{\perp 2} = m \frac{v_{01}^2}{R}$$

м.к. $v_{01} \perp KM$ (иначе сдвиг (48))





☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

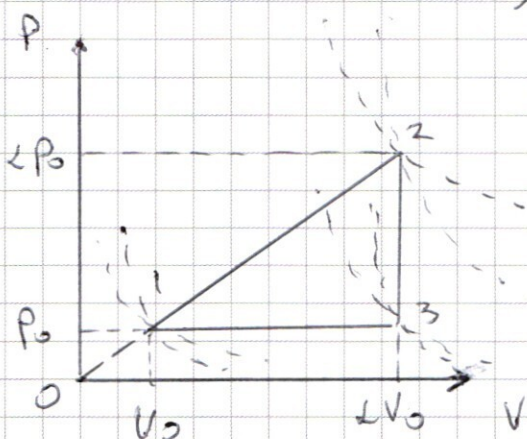
$$T \cos^2 \beta = \frac{m}{R} (v_{0\text{н}}^2 - v_c^2 \sin^2 \beta)$$

$$T = \frac{m (v_{0\text{н}}^2 - v_c^2 \sin^2 \beta)}{R \cos^2 \beta} = \frac{1 \text{ кг} \cdot 17^2 - 5^2 \cdot \frac{15}{17}}{1,7 \text{ м} \cdot 10000 \cdot \frac{64}{17^2}} =$$

$$= \frac{(5929 - 3 \cdot 51 \cdot 15) \cdot 17}{1000 \cdot 64} \text{ Н} = \frac{(5929 - 3825) \cdot 17}{64000} \text{ Н} =$$

$$= \frac{2104 \cdot 17}{64000} \text{ Н} = \frac{263 \cdot 17}{8000} \text{ Н} = \frac{4471}{8000} \text{ Н} = \underline{\underline{0,56 \text{ Н}}}$$

N2



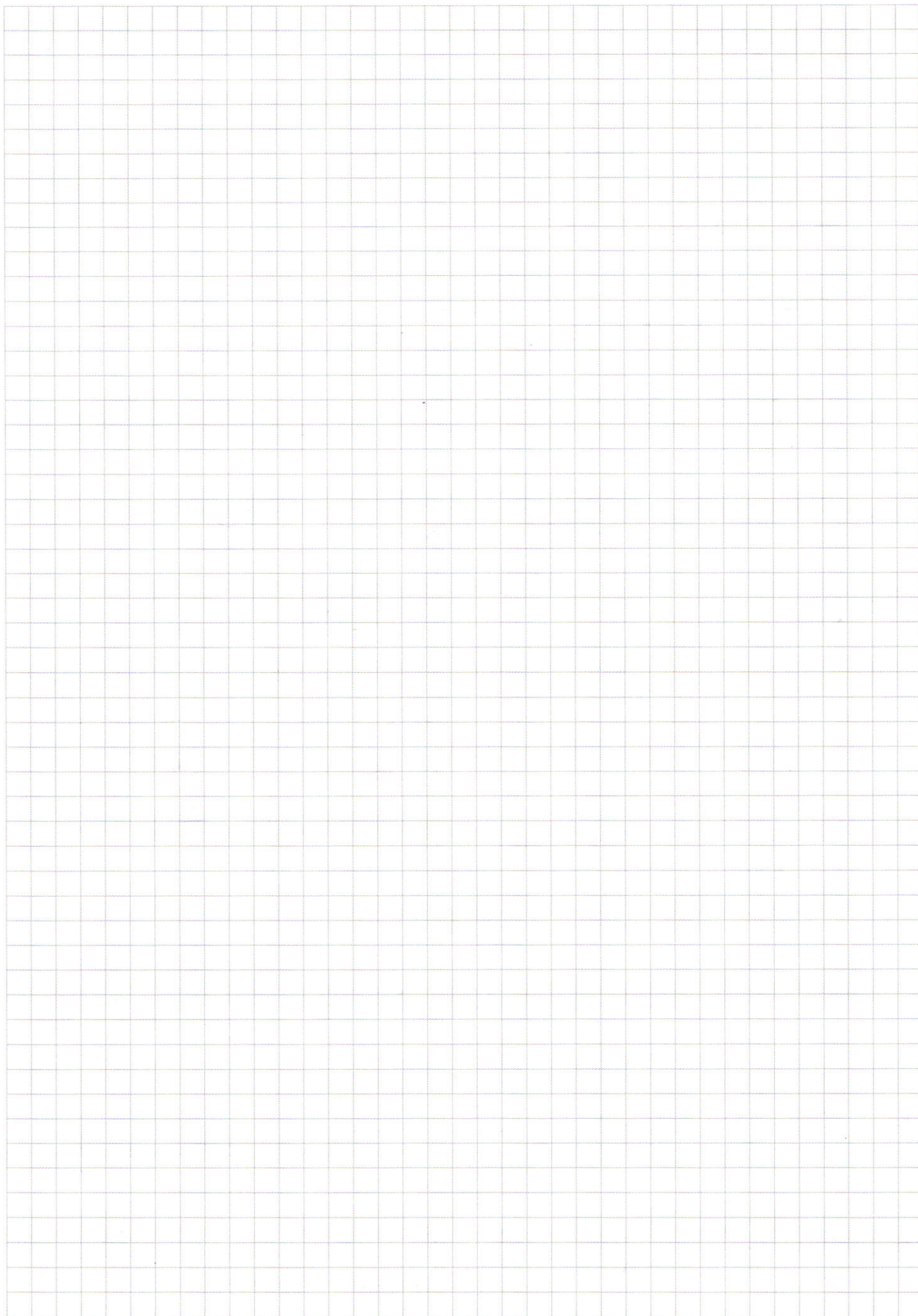
проведен процесс.
изотермы и адиабат $\Rightarrow$
1-2 $Q_{\text{нагр}} T \uparrow$
2-3 $Q_{\text{охла}} T \downarrow$
3-1 $Q_{\text{охла}} T \downarrow \Rightarrow$

1) $\frac{c_{23}}{c_{31}} = \text{чек} \Rightarrow$

2-3 - изотерма $\Rightarrow c_{23} = c_v = \frac{3}{2} \Rightarrow \frac{c_{23}}{c_{31}} = \frac{3}{5} = 0,6$
3-1 - изобара $\Rightarrow c_{31} = c_p = \frac{5}{2}$

2) $\frac{Q_{12}}{A_{12}} = \frac{\Delta u_{12} + A_{12}}{A_{12}} = \frac{(\alpha^2 - 1) p_0 V_0 \cdot \frac{3}{2}}{\frac{\alpha + 1}{2} p_0 (\alpha - 1) V_0} + 1 = 3 + 1 = \underline{\underline{4}}$

3) $\eta = \frac{A_{123}}{Q_{12}} = \frac{A_{123}}{Q_{12}} = \frac{(\alpha - 1)^2 p_0 V_0 \cdot \frac{1}{2}}{\frac{3}{2} (\alpha^2 - 1) p_0 V_0 + \frac{\alpha + 1}{2} p_0 V_0} = \frac{\alpha - 1}{3(\alpha + 1) + (\alpha + 1)}$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

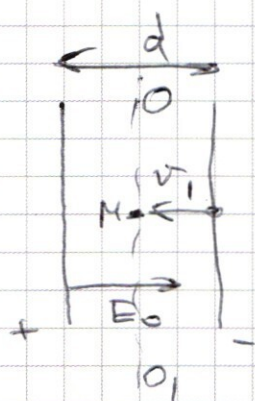
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$= \frac{2-1}{4(2+1)}$$

$$\eta' = \frac{1}{4} \cdot \frac{2+1-2+1}{(2+1)^2} = \frac{1}{2(2+1)^2} \rightarrow 0 \Rightarrow$$

$\eta_{\max}$ при $2 \rightarrow \infty$

$$\eta_{\max} = \lim_{2 \rightarrow \infty} \frac{2-1}{4(2+1)} = \frac{1}{4} = \underline{0,25}$$



№ 3



+ на левой м.к. плите.

E_0 сонап с v_1 и $\oplus$ не
заморозим

поиск $0,0_1$ - эквипотенци $\Rightarrow$

$$\varphi_{0,0_1} = \varphi_{\infty} = 0 \Rightarrow \text{в ТМ } v_0 = v_1$$

$$E_0 - \text{const} \Rightarrow ma = E_0 q \quad a = \gamma E_0 \Rightarrow a - \text{const} \Rightarrow$$

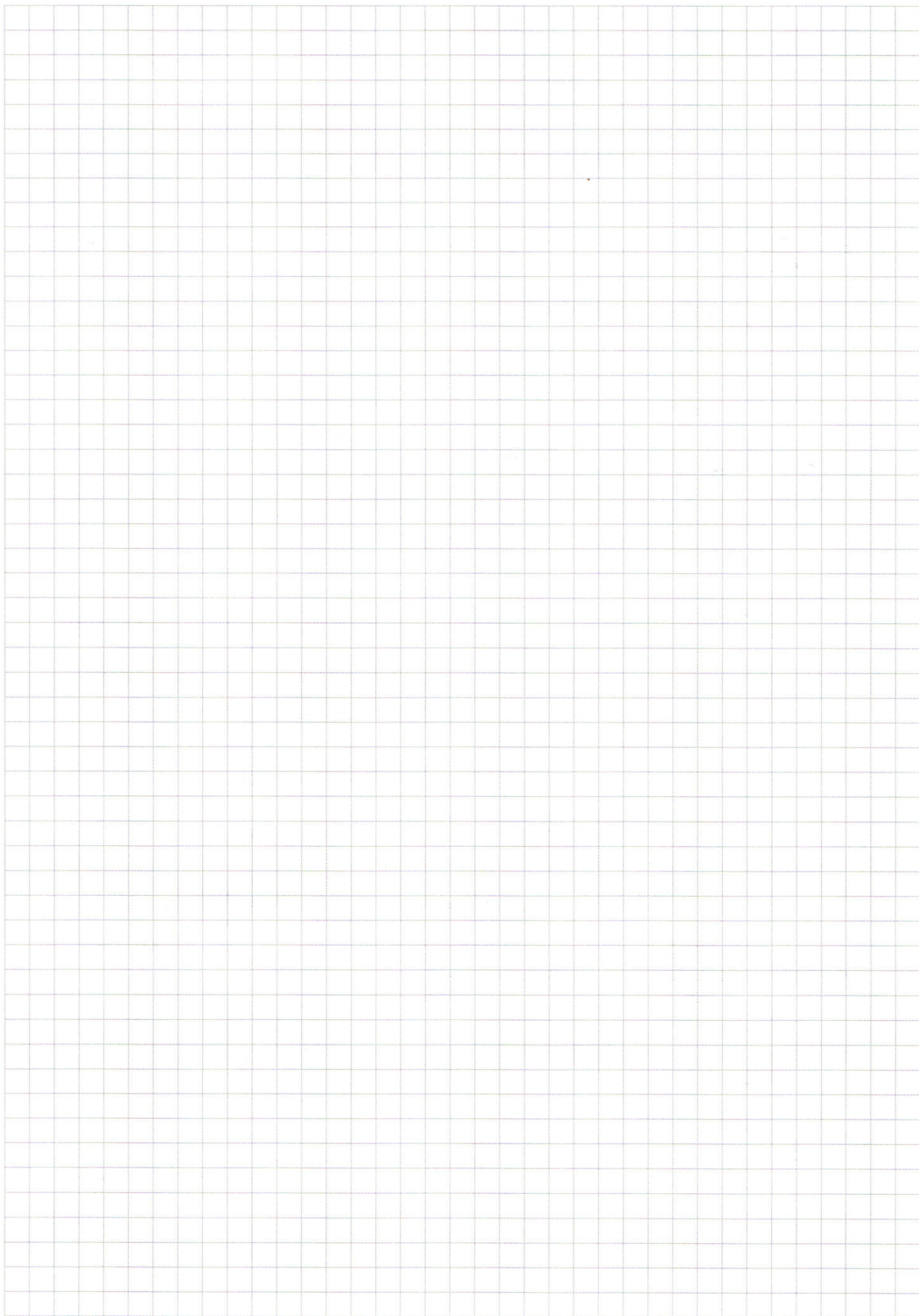
$$0,8d = \frac{v_1^2}{2a}; \quad 0,3d = \frac{v_0^2}{2a}$$

$$a = \frac{v_1^2}{1,6d}$$

$$0,8d = a \frac{t^2}{2} \quad t = \underline{1,6 \frac{d}{v_1}}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{3}{8}} v_1$$

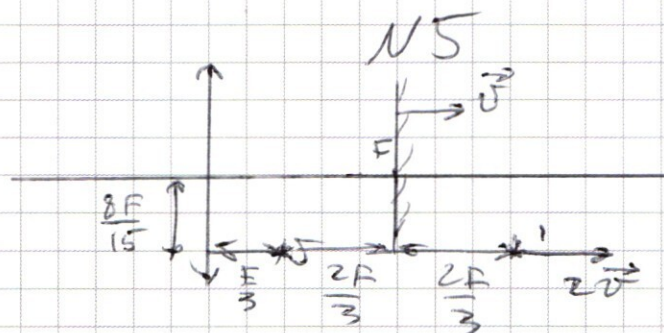
$$U = E_0 d = \frac{a d}{\gamma} = \frac{v_1^2 \cdot d}{1,6 \gamma} = \underline{\underline{\frac{v_1^2}{1,6 \gamma}}}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

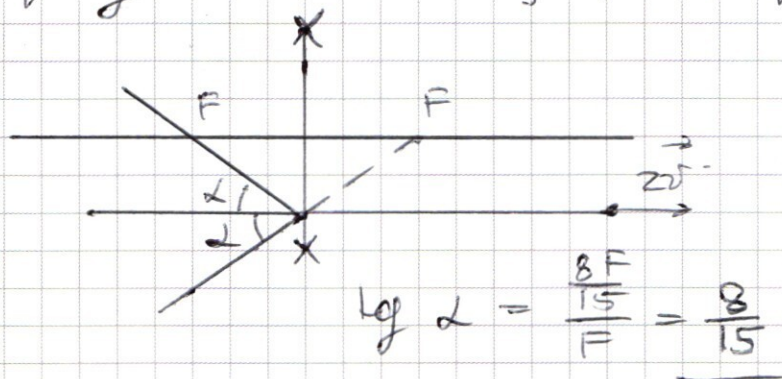


$d = \frac{5F}{3}$ т.к. раст. от источника ^{зер} до зеркала

собирает: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{F}$ $F = \frac{Fd}{d-F} = \frac{F \cdot \frac{5F}{3}}{\frac{2F}{3}} = 2,5F$

рассеивает: $-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{F}$ $F = \frac{Fd}{d+F} = \frac{F \cdot \frac{5F}{3}}{\frac{8F}{3}} = \frac{5}{8}F$ (случай от источника)

пусть луч в линзу
через $2\vec{v}$ (но в фокус. напр.), тогда

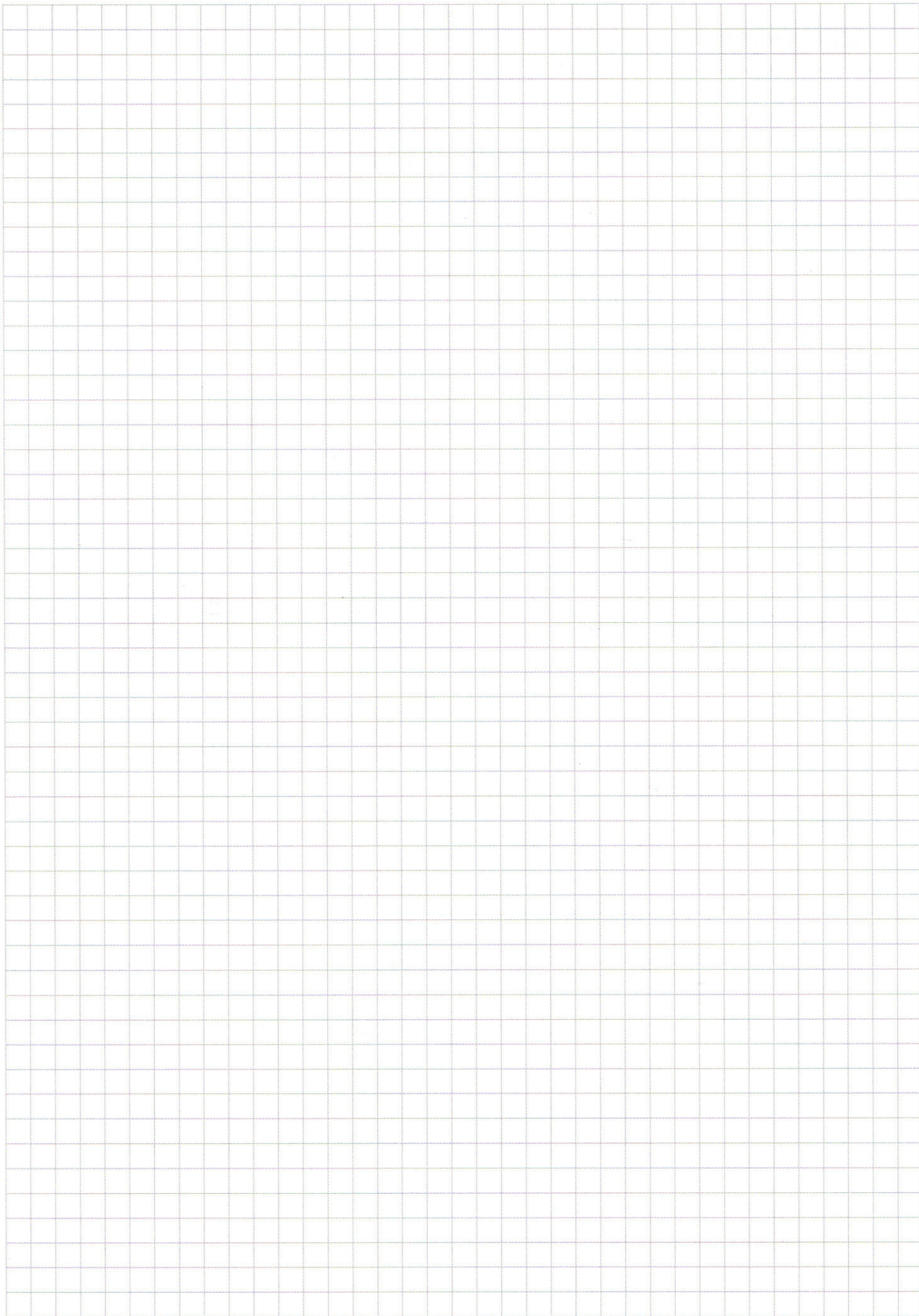


$$\lg \alpha = \frac{\frac{8F}{15}}{F} = \frac{8}{15}$$

фокус - во $2\vec{v}$;

перейдем в со зеркала, тогда

изображ. уйд. от зеркала со скор. $\vec{v}$ (как и пред.),
вернется в со земли, тогда изображ. идет
со скор. $2\vec{v}$ т.к. ф.



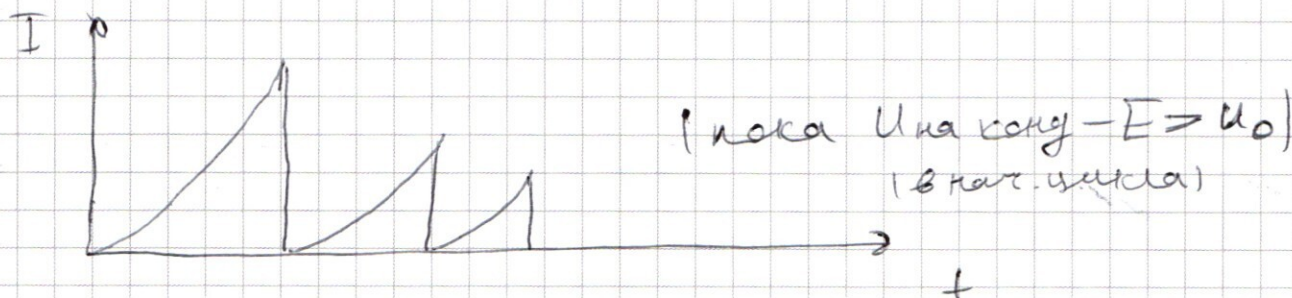
☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\dot{Q}$ - возраст максимума $\Rightarrow$

имеет крайнее значение (из заданной)
потому что Q и $\dot{Q}$ растут,
но не бесконечно:



~~$$E - Q - E - L \dot{Q} = U_0$$

$$QA(e^{\frac{t}{\tau_1}} + e^{\frac{t}{\tau_2}}) + Ee^{\frac{t}{\tau}} - E = U_0$$~~

~~$$UR = U_0$$~~

$$d_1 = \frac{5F}{3} \quad F_1 = 2,5F \quad f_2 = \frac{5}{8}F$$

$$d_3 = d_1 + 2vd + \quad F_{31} = \frac{F \cdot \frac{5F}{3} + 2vd + 1}{\frac{2F}{3} + 2vd + 1}$$

$$dF_1 = 2,5F - \frac{5F^2}{2F + 2vd + 1} - \frac{2vd + F}{\frac{2F}{3} + 2vd + 1} = - \frac{2vd + F}{\frac{2F}{3}} = - \frac{3vd + 1}{5}$$

$$v_F = \frac{dF_1}{dt} = -3v \Rightarrow v_1^* = -\frac{v_F}{\cos \alpha} = \frac{-3v}{\frac{15}{\sqrt{64+225}}} = -\frac{3 \cdot 17 \cdot v}{185} = -3,4v$$

(влево или направо)

$$F_{32} = \frac{F \cdot \frac{5F}{3} + 2vd + 1}{\frac{8F}{3} - 2vd + 1} \quad - \text{аналогично}$$

$$v^* = -3,4v \quad (\text{влево или направо} \Rightarrow \text{напр. влево и равен 3,4v})$$

$$v_{\text{средн}} = 3,4v \quad \text{и влево под углом к } OO_1$$

ну

Пусть R есть, но $\rightarrow 0$, тогда

$$UR = U - L\ddot{y} - E$$

$\frac{Q}{C}$

$$LC \cdot \ddot{Q} + RC \cdot \dot{Q} - Q + EC = 0 \quad z = Q - EC$$

$$LC \ddot{z} + RC \dot{z} - z = 0$$

$$\lambda = \frac{-RC \pm \sqrt{4LC + R^2C^2}}{2LC} \Rightarrow R \rightarrow 0 \Rightarrow \lambda = \pm \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$Q = A e^{\frac{t}{\sqrt{LC}}} + B e^{-\frac{t}{\sqrt{LC}}} + EC \quad Q(0) = U, C = A + B + EC$$

$$\dot{Q}(0) = A - B = 0 \quad A = B = \frac{U - EC}{2}$$

$$\ddot{Q}(0) = \frac{2A}{LC} = \frac{2(U - EC)}{2LC} = \frac{U - E}{L} = \frac{15}{1H} \frac{V}{H}$$