

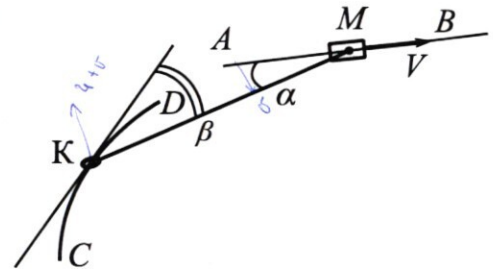
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

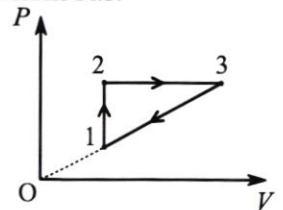
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вло

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.



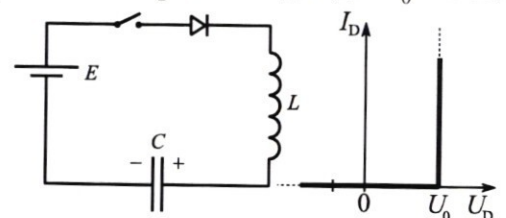
- 1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.
- 2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
- 3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

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.

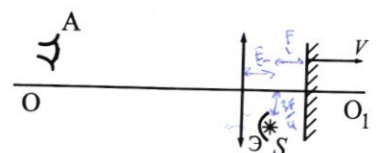
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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.



$$\eta = \frac{k(k-1)(k+1)}{k(3(k-1)(k+1) + 2k(k+1))} = \frac{k+1}{5k+3}$$

$$\frac{11}{53}$$

~~53~~

$$\frac{1}{5}$$

$$\frac{53}{5}$$

$$\frac{55}{5}$$

$$\frac{4}{18} = \frac{2}{9}$$

$$\frac{5}{23} =$$

$$\frac{10}{48} = \frac{5}{24}$$

$$\frac{5}{25}$$

$$\frac{5}{25} = \frac{5}{25}$$

$$152 : 19 = 8$$

$$8^2 \cdot 10^2 (10)$$

$$2(77 + 75) = 2 \cdot 152$$

$$\frac{k+1}{5}$$

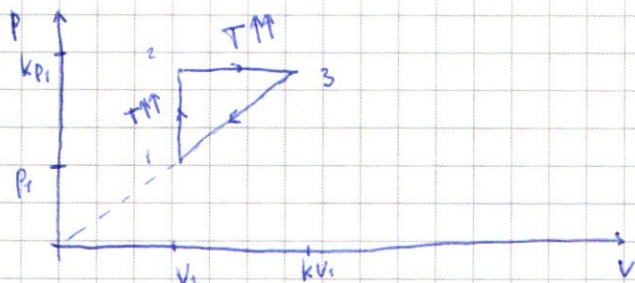
$$\frac{3 \cdot 10^4 \cdot 2 \cdot 152 \cdot 10^{-4}}{5 \cdot 1.9 \cdot \frac{16}{25} \cdot 5}$$

$$f = \frac{k+1}{5k+3} =$$

$$f' = \frac{(5k+3) - 5(k+1)}{(5k+3)^2} = -\frac{2}{(5k+3)^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2 (решение пункта 3 на
странице №9)



1) Повышение температуры газа происходит на участках 1-2 и 2-3. Участок 1-2: $T \sim p$ ($p \uparrow \uparrow$), участок 2-3: $T \sim V$ ($V \uparrow \uparrow$)

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

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

$$\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{\frac{5}{2} R}{\frac{3}{2} R} = \frac{5}{3}$$

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

2) $Q_{23} = A + \int R (T_3 - T_2)$

Уз пункта 1: $Q_{23} = \frac{5}{2} \int R (T_3 - T_2)$

$$A_{23} = p_{23} (V_3 - V_2) = \int R (T_3 - T_2)$$

~~A_{23}~~ $\boxed{\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2}}$

3) Пусть давление в точке 1 - p_1 , объем - V_1 . Тогда $p_2 = p_3 = k p_1$, $V_2 = V_1$, $V_3 = k V_1$, где k - какой-то безразм. коэффициент

Работа газа в цикле: $A = \frac{1}{2} (k p_1 - p_1) (k V_1 - V_1) = \frac{1}{2} p_1 V_1 (k-1)^2$

Кол-во теплоты, подведенное к газу за цикл:

$$Q^* = \frac{3}{2} (k^2 p_1 V_1 - p_1 V_1) + k p_1 (k V_1 - V_1) = p_1 V_1 \left(\frac{3}{2} (k^2 - 1) + k(k-1) \right)$$

$$\eta = \frac{A}{Q'} = \frac{\frac{1}{2} p_1 V_1 (k-1)(k+1)}{p_1 V_1 (k-1) \left(\frac{3}{2}(k+1) + k \right)} = \frac{k+1}{5k+3} = \frac{1 + \frac{1}{k}}{5 + \frac{3}{k}}$$

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

решение пункта 3 на странице 9.

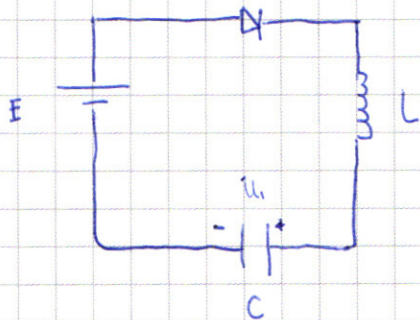
Максимальное значение КПД достигается, когда $\frac{1}{k} \rightarrow 0$ и $\frac{3}{k} \rightarrow 0$, тогда $\eta = \frac{1}{5} = 20\%$

1) $k_1 = \frac{5}{3}$

2) $k_2 = \frac{5}{2}$

3) $\eta = 20\%$

√4



1) Сразу после замыкания ключа:
на диоде будет достигнуто пороговое напряжение, поэтому:

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

$$\frac{dI}{dt} = \frac{E - U_0 - U_1}{L} = 30 \frac{A}{C}$$

2) Если ток максимален, значит $\frac{dI}{dt} = 0$. Получаем:

$$E = U_0 + U_2, \text{ где } U_2 - \text{напряжение на конденсаторе, когда } I = I_{\max}$$

$U_2 = E - U_0 \Rightarrow \Delta q = C(U - U_1)$ - заряд, который протёк через ~~батарею~~ источник и диод до того момента, когда $I = I_{\max}$

По ЗЭЭ:

$$E \Delta q = U_0 \Delta q + \frac{CU^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2} + \frac{LI_{\max}^2}{2}, \text{ где } I_{\max} - \text{макс. ток в цепи}$$

$$\frac{LI_{\max}^2}{2} = C(E - U_0)(E - U_0 - U_1) + \frac{C}{2} (U_1^2 - (E^2 + U_0^2) + 2EU_0)$$

$$\frac{LI_{\max}^2}{2} = \frac{C}{2} (E - U_0 - U_1)^2$$

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{C}{L}} (E - U_0 - U_1) = 6 \cdot 10^{-2} A = 60 \text{ мА}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) Если напряжение установилось, значит ток в цепи равен нулю.

Пусть Δq_2 - заряд, который протек в цепи до установления.

$$\Delta q_2 = C(u_2 - u_1)$$

По ЗЭЭ:

$$\mathcal{E} \Delta q_2 = U_0 \Delta q_2 + \frac{C u_2^2}{2} - \frac{C u_1^2}{2} + \frac{L I^2}{2} = 0 \quad (\text{т.к. } I=0)$$

~~$$\frac{C u_2^2}{2}$$~~

$$2C(\mathcal{E} - U_0)(u_2 - u_1) = C(u_2 - u_1)(u_2 + u_1)$$

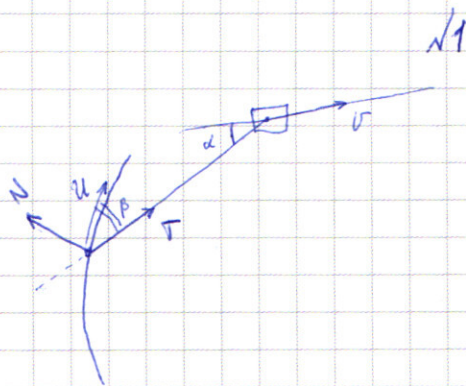
$$2(\mathcal{E} - U_0) = u_2 + u_1$$

$$u_2 = 2(\mathcal{E} - U_0) - u_1 = 11 \text{ В}$$

$$1) \quad \frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E} - U_0 - u_1}{L} = 30 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

$$2) \quad I_m = \sqrt{\frac{C}{L}} (\mathcal{E} - U_0 - u_1) = 60 \text{ мА}$$

$$3) \quad u_2 = 2(\mathcal{E} - U_0) - u_1 = 11 \text{ В}$$



Пусть u - скорость кольца

1) Из условия неразрывности нити:

$u \cos \beta = v \cos \alpha$ (проекции скоростей нити и кольца на нить равны)

$$u = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = 75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

2) Пусть u_1 - скорость кольца относительно нити.

Перейдем в С.О. нити:

~~Скорости, направленные в~~

• Скорость кольца, направленная вдоль нити, станет равна нулю (из пункта 1)

• Скорость кольца, направленная перпендикулярно нити:

$$u_1 = u \sin \beta + v \sin \alpha \quad (\text{по закону сложения скоростей})$$

$$u_1 = v (\cos \alpha \tan \beta + \sin \alpha) = 77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

3) Пусть сила натяжения нити равна T . Она направлена вдоль нити.

~~Проекция силы натяжения нити на ось, перпендикулярную направлению движения кольца, создает центростремительное ускорение.~~

~~По II ЗН:~~

$$T \sin \beta = m \frac{u_1^2}{R}$$

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

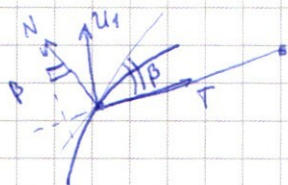
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

В с. В лабораторной с.о.:

$$T \sin \beta - N = m \frac{u^2}{R} \quad (1)$$

В с.о. u u_1 u_2 u_3 u_4 u_5 u_6 u_7 u_8 u_9 u_{10} u_{11} u_{12} u_{13} u_{14} u_{15} u_{16} u_{17} u_{18} u_{19} u_{20} u_{21} u_{22} u_{23} u_{24} u_{25} u_{26} u_{27} u_{28} u_{29} u_{30} u_{31} u_{32} u_{33} u_{34} u_{35} u_{36} u_{37} u_{38} u_{39} u_{40} u_{41} u_{42} u_{43} u_{44} u_{45} u_{46} u_{47} u_{48} u_{49} u_{50} u_{51} u_{52} u_{53} u_{54} u_{55} u_{56} u_{57} u_{58} u_{59} u_{60} u_{61} u_{62} u_{63} u_{64} u_{65} u_{66} u_{67} u_{68} u_{69} u_{70} u_{71} u_{72} u_{73} u_{74} u_{75} u_{76} u_{77} u_{78} u_{79} u_{80} u_{81} u_{82} u_{83} u_{84} u_{85} u_{86} u_{87} u_{88} u_{89} u_{90} u_{91} u_{92} u_{93} u_{94} u_{95} u_{96} u_{97} u_{98} u_{99} u_{100}

кольцо вращается вокруг u u_1 u_2 u_3 u_4 u_5 u_6 u_7 u_8 u_9 u_{10} u_{11} u_{12} u_{13} u_{14} u_{15} u_{16} u_{17} u_{18} u_{19} u_{20} u_{21} u_{22} u_{23} u_{24} u_{25} u_{26} u_{27} u_{28} u_{29} u_{30} u_{31} u_{32} u_{33} u_{34} u_{35} u_{36} u_{37} u_{38} u_{39} u_{40} u_{41} u_{42} u_{43} u_{44} u_{45} u_{46} u_{47} u_{48} u_{49} u_{50} u_{51} u_{52} u_{53} u_{54} u_{55} u_{56} u_{57} u_{58} u_{59} u_{60} u_{61} u_{62} u_{63} u_{64} u_{65} u_{66} u_{67} u_{68} u_{69} u_{70} u_{71} u_{72} u_{73} u_{74} u_{75} u_{76} u_{77} u_{78} u_{79} u_{80} u_{81} u_{82} u_{83} u_{84} u_{85} u_{86} u_{87} u_{88} u_{89} u_{90} u_{91} u_{92} u_{93} u_{94} u_{95} u_{96} u_{97} u_{98} u_{99} u_{100} по окружности $R' = l = \frac{5}{3}R$



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

$$(1) \quad N = T \sin \beta - \frac{m u^2}{R} \rightarrow (2)$$

$$T - T \sin^2 \beta = m \left(\frac{u^2}{R} \sin^2 \beta + \frac{u_1^2}{5R} \right) \quad m \left(\frac{3u_1^2}{5R} - \frac{3u^2}{5R} \right)$$

$$T \cos^2 \beta = \frac{3m}{5R} (u^2 - u_1^2)$$

$$T = \frac{3m (u^2 - u_1^2)}{5R \cos^2 \beta} = 15 \cdot 10^{-4} \text{ Н}, \text{ где } u = 75 \frac{\text{см}}{\text{с}}, u_1 = 77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$1) \quad u = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = 75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$2) \quad u_1 = v (\cos \alpha \tan \beta + \sin \alpha) = 77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$3) \quad T = \frac{3m (u^2 - u_1^2)}{5R \cos^2 \beta} = \dots, \text{ где } u = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta}, u_1 = v (\cos \alpha \tan \beta + \sin \alpha)$$

$$T = 15 \cdot 10^{-4} \text{ Н}$$

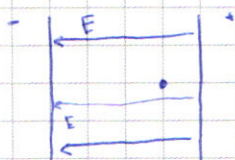
√3

Напряженность эл. поля, созданного одной обкладкой:

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

Напряженность эл. поля внутри конденсатора:

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



Сила, действующая на заряд:

$$F = Eq = ma, \text{ где } a - \text{ускорение}$$

1) По ЗСЭ:

$$a = Eq = \frac{Qq}{\epsilon_0 S}$$

$$Eq \cdot \frac{3}{4}d =$$

$$\frac{aT^2}{2} = \frac{3}{4}d \Rightarrow a = \frac{3d}{2T^2}$$

$$\frac{Qq}{\epsilon_0 S} T^2 = \frac{3d}{2} \Rightarrow Q = \frac{3d\epsilon_0 S}{2qT^2}$$

$$v_1 = aT = \frac{3d}{2T}$$

Электрическое поле вне конденсатора отсутствует, поэтому скорость на бесконечно большом расстоянии от конденсатора равно скорости частицы при вылете:

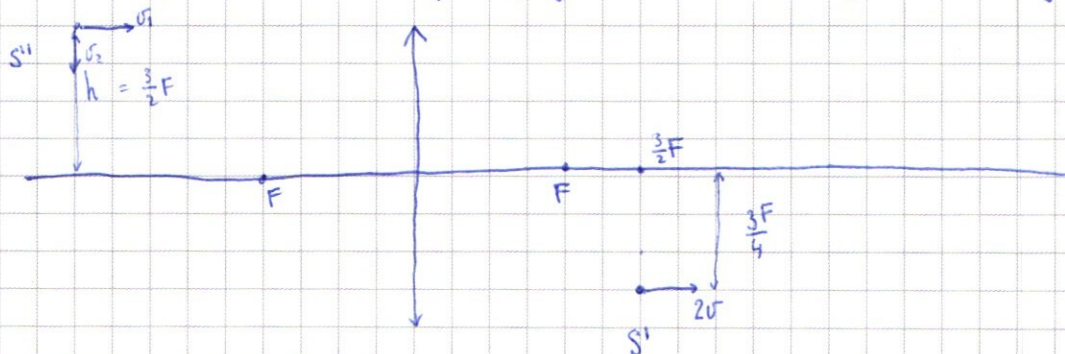
$$v_2 = v_1 = \frac{3d}{2T}$$

$$\begin{array}{l} 1) \quad v_1 = \frac{3d}{2T} \\ 2) \quad Q = \frac{3d\epsilon_0 S}{2qT^2} \\ 3) \quad v_2 = v_1 = \frac{3d}{2T} \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\sqrt{5}$

Зеркало создает изображение источника на расстоянии $d = \frac{3F}{2}$ от плоскости линзы, которое движется со скоростью $2v$ (это получается, если перейти в с.о. зеркала, получить скорость изобр., равную v , и перейти обратно в лабораторную с.о.). Получаем такую систему.



1) $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$, где $d = \frac{3F}{2}$, f - расстояние от линзы до изобр.

$$f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{\frac{3}{2}F}{\frac{1}{2}} = 3F$$

2) Найти ~~поперечные~~ и ~~продольные~~ Пусть v_1 - скорость изобр., перпендикулярная плоск. линзы, v_2 - параллельная.

$$\frac{2v}{v_1} = \frac{d^2}{f^2} \Rightarrow v_1 = \frac{2vf^2}{d^2} = 8v$$

Пусть h - расстояние от изображения S'' до оси OO_1

По подобию треугольников:

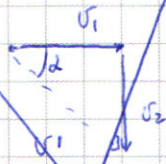
$$\frac{\frac{d}{\frac{3F}{4}}}{\frac{3F}{4}} = \frac{f}{h} \Rightarrow h = \frac{3}{2}F$$

$$h = \frac{3Ff}{4d}$$

$$\dot{h} = v_2 = \frac{3F}{4} \left(\frac{f}{d} \right)' = \frac{3F}{4} \cdot \frac{-f \cdot d - f^2 \cdot 20}{d^2} = -\frac{3F}{4} \cdot \frac{80 \cdot \frac{3}{2}F + 6F^2}{\frac{9}{4}F^2}$$

$$v_2 = -\frac{9 \cdot 4 \cdot 6}{8} v = -24v$$

Минус говорит о том, что h уменьшается и скорость v_2 направлена к оси OO_1 .



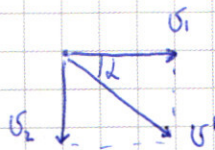
v' - скор. изобр.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_2}{v_1} = \frac{24v}{8v} = 3$$

$$v' = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = 8\sqrt{10}v$$

$$v_2 = -\frac{3}{4} \cdot \frac{18}{\frac{9}{4}} v = -6v$$

Минус говорит о том, что скорость v направлена к оси OO_1 .



Пусть v' - скор. изобр.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_2}{v_1} = \frac{3}{4}$$

$$v' = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = 10v$$

$$1) \quad f = 3F$$

$$2) \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{4}$$

$$3) \quad v' = 10v$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

12 (продолжение)

$$\eta = \frac{k+1}{5k+3}$$

$$\eta' = -\frac{2}{(5k+3)^2}$$

Мы видим, что значение производной изменяется монотонно $\Rightarrow$ функция $\eta(k)$ изменяется монотонно.

$$\text{При } k \rightarrow 0$$

$$\eta = \frac{1}{3}$$

$$\text{При } k \rightarrow \infty$$

$$\eta = \frac{1}{5}$$

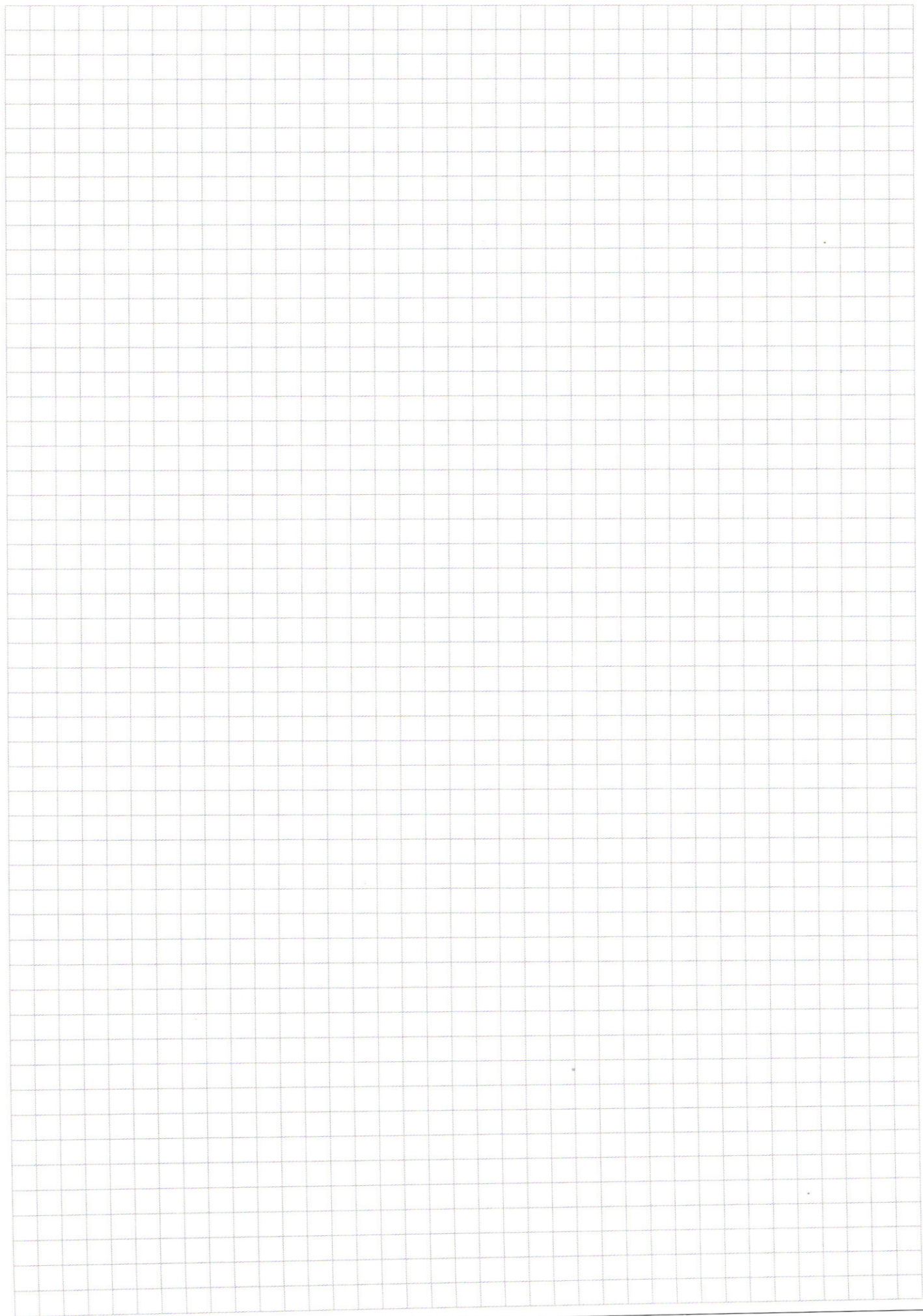
$$\left. \begin{array}{l} \eta = \frac{1}{3} \\ \eta = \frac{1}{5} \end{array} \right\} \Rightarrow \eta(k) \text{ монотонно убывает}$$

$$\text{от } \eta = \frac{1}{3} \text{ до } \eta = \frac{1}{5} \Rightarrow \boxed{\eta_{\max} = \frac{1}{3}}$$

Ответ: 1) $k_1 = \frac{5}{3}$

2) $k_2 = \frac{5}{2}$

3) $\eta = \frac{1}{3} = 33,3\%$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{c}{2} \left(\underline{u_1^2} - \underline{E^2} - \underline{u_0^2} + \underline{2Eu_0} + \underline{2E^2} - \underline{2Eu_0} - \underline{2Eu_1} - \underline{2u_0E} + \underline{2u_0^2} + \underline{2u_0u_1} \right) =$$

$$= \frac{c}{2} \left(u_1^2 + E^2 + u_0^2 - 2Eu_1 - 2u_0E + 2u_0u_1 \right) = \frac{c}{2} (E - u_0 - u_1)^2$$

$$\frac{68 \cdot 15 \cdot 95}{17 \cdot 4} = 75$$

$$0,1 \cdot \frac{0,04 \cdot 0,04}{0,4 \cdot 0,4} \cdot \frac{15 \cdot 15}{17 \cdot 17} =$$

$$\frac{0,1 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot 25 \cdot 5}{1,9 \cdot 8 \cdot 16} = \frac{15}{19 \cdot 16} = \frac{15}{304}$$

$$77^2 = (70+7)^2 = 4900 + 980 + 49 = 5929$$

$$\frac{15}{17} \cdot \frac{3}{5} + \frac{8}{17} = \frac{32}{68} + \frac{45}{68} = \frac{77}{68}$$

$$\frac{25}{175} = \frac{1}{7} = \frac{1}{2 \cdot 10^{-2}} = 2 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{68 \cdot 15}{17 \cdot 4} = \frac{88 \cdot 15 \cdot 5}{17 \cdot 4} = 75 \frac{64}{17}$$

$$\frac{40 \cdot 10^{-6}}{10^{-1}} = 4 \cdot 10^{-5} = (2 \cdot 10^{-2})^2$$

$$\begin{array}{r} 5929 \\ + 5625 \\ \hline 11554 \\ + 19 \\ \hline 11573 \\ - 114 \\ \hline 154 \\ - 152 \\ \hline 2 \end{array}$$

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \beta + 1 &= \\ \sin \beta &= \frac{1}{5} \\ \operatorname{tg} \beta &= \frac{3}{4} \end{aligned}$$

u sin φ

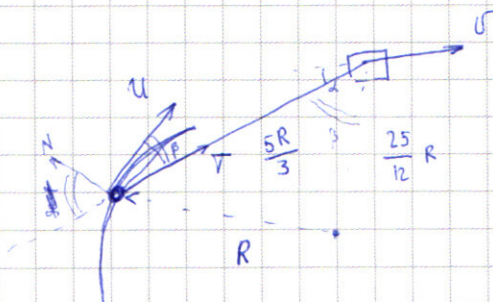
u sin φ

3B

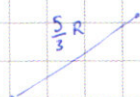
$$\frac{15}{68} + \frac{8}{17} = \frac{32}{68} + \frac{45}{68} = \frac{77}{68}$$

$$3 \cdot 2 \cdot 10^{-2} = 6 \cdot 10^{-2} = 0,06$$

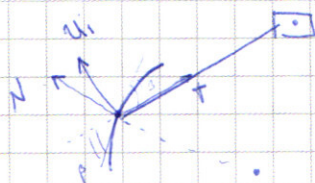
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{4} \cdot \frac{15}{17} = \frac{45}{68}$$



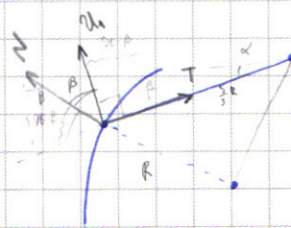
$$\frac{3}{5} = \frac{5}{5} \quad \frac{4}{5} = \frac{\frac{5R}{3}}{x} \quad x = \frac{25}{12} R$$



С.О. мыгмби:



$$T = \frac{m u_1^2}{\frac{5}{3} R} =$$



$$\frac{u^2 \cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} + u^2 (\cos \alpha \sin \beta + \sin \alpha)^2 =$$

$$\left(\frac{77}{68}\right)^2 + \left(\frac{25}{68}\right)^2$$

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

$$N =$$

6

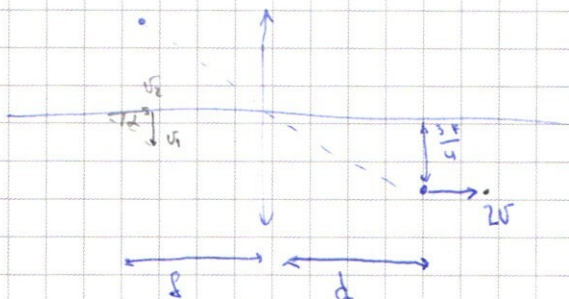
$$T - N \sin \beta = m \frac{u_1^2}{\frac{5}{3} R}$$

$$\begin{array}{r} 77 \\ \times 77 \\ \hline 539 \\ 539 \\ \hline 5929 \\ + 5625 \\ \hline 11554 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 25 \\ \hline 375 \\ 525 \\ \hline 5625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11554 \quad \sqrt{19} \\ - 114 \quad 6 \\ \hline 154 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



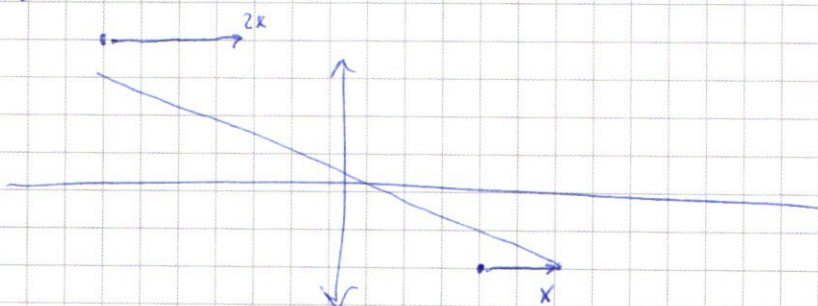
$$\frac{3f}{4d}$$

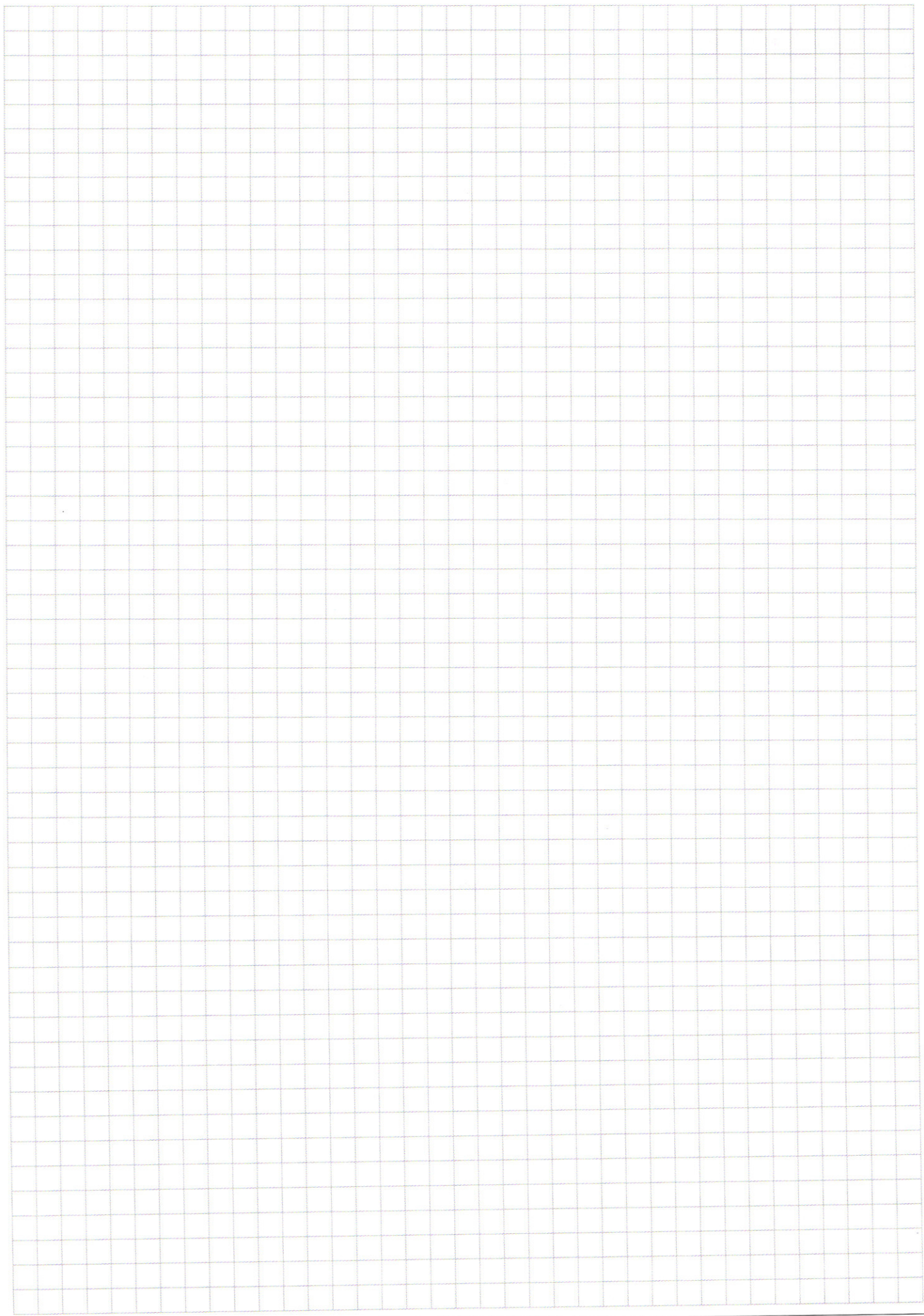
$$\frac{1}{f}$$

$$\frac{dd}{d^2} = \frac{df}{f^2}$$

$$\frac{u}{u} = \frac{d^2}{f^2}$$

$$u = \frac{uf^2}{d^2}$$





☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)