

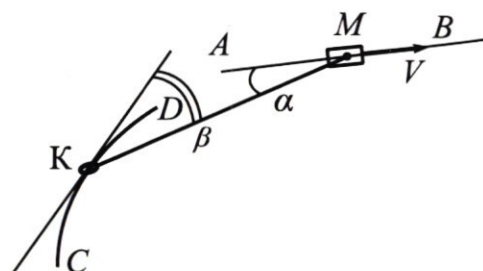
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 11-03

Класс 11

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.



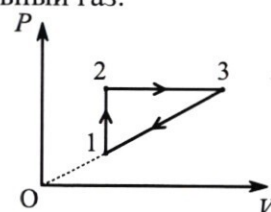
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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.

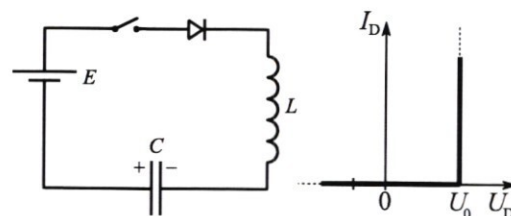
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 2$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке,

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.

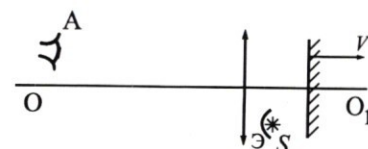


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

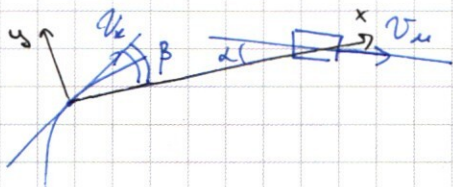
2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)

3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №1



Дано:

$$V = 34 \text{ м/с}$$

$$l = \frac{5}{4} R$$

$$m = 0,3 \text{ кг}$$

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

$$R = 0,53 \text{ м}$$

$$\cos \beta = \frac{3}{5}$$

Решение:

V_k - скорость колеса

V_m - скорость муфты

$$1) V_k \cos \beta = V_m \cos \alpha$$

$$V_k = V_m \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 34 \cdot \frac{15 \cdot 5}{17 \cdot 3} = 50 \text{ м/с}$$

Перейдем в СО связанную с муфтой, тогда ($V_{\text{отн}}$ - скорость колеса относительно муфты)

$$\vec{V}_{\text{отн}} = \vec{V}_k - \vec{V}_m$$

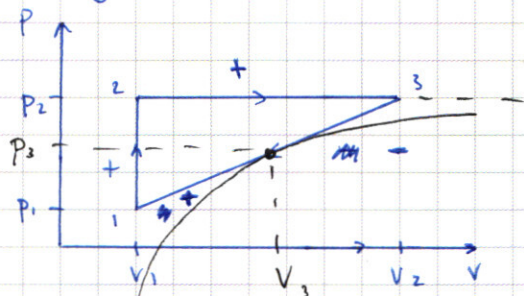
$$Ox: V_{kx}^{\text{отн}} = V_{kx} - V_{mx} = V_k \cos \beta - V_m \cos \alpha = 30 - 30 = 0 \text{ м/с}$$

$$Oy: V_{ky}^{\text{отн}} = V_{ky} + V_{my} = V_k \sin \beta + V_m \sin \alpha = 40 + 16 = 56 \text{ м/с}$$

$$V_k^{\text{отн}} = \sqrt{0^2 + 56^2} = 56 \text{ м/с}$$

Ответ: 1) 50 м/с 2) 56 м/с

Задача №2



1) $p_1 V_1 = \nu R T_1$ Температура баграна
 $p_2 V_1 = \nu R T_2 \Rightarrow \Delta T_1 = \frac{V_1}{\nu R} (p_2 - p_1) \Rightarrow ?$

2) $c_x = \frac{\Delta Q}{\Delta T \nu} \Rightarrow c_1 = \frac{3}{2} R$

3) $Q_1 = A_1 + U_1 = \frac{3}{2} V_1 (p_2 - p_1) \Rightarrow ?$

4) $\Delta T_2 = \frac{p_2}{\nu R} (V_2 - V_1)$

5) $Q_2 = A_2 + U_2 = (V_2 - V_1) p_2 + \frac{3}{2} p_2 (V_2 - V_1) = \frac{5}{2} p_2 (V_2 - V_1)$

$c_2 = \frac{Q_2}{T_2 \nu} = \frac{5}{2} R$

6) $\frac{c_2}{c_1} = \frac{5}{3}$

7) $\frac{U_2}{A_2} = \frac{\frac{3}{2} p_2 (V_2 - V_1)}{p_2 (V_2 - V_1)} = \frac{3}{2}$

8) $f(x) = p = kV$

$f_2(x) = \frac{\text{const}}{V^2} + p_2$

$f_1(x) = f_2(x)$

$f'_1(x) = f'_2(x)$

$\rightarrow V_3 = \frac{4}{7} V_2$

9) $\eta = 1 - \frac{Q_x}{Q_n}$

10) $Q_x = \frac{5}{2} p_2 (V_2 - V_1) + \frac{1}{2} (p_2 + p_3) (V_2 - V_3) - \frac{5}{2} p_2 (V_2 - V_1) +$
 $\frac{1}{2} (p_2 + p_3) (V_2 - V_3) + \frac{3}{2} (V_3 p_3 -$

9) $\eta = \frac{A}{Q_n}$

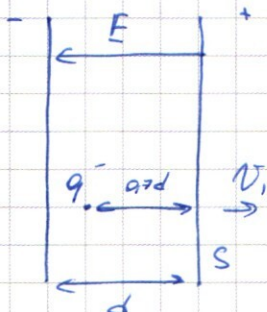
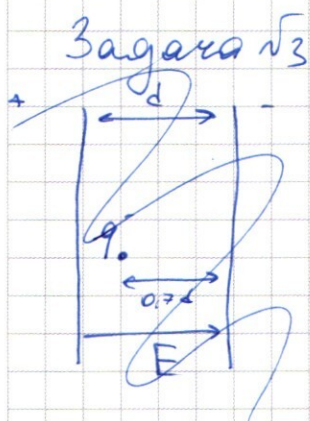
$A = (p_2 - p_1) (V_2 - V_1) \frac{1}{2}$

$Q_n = \frac{5}{2} p_2 (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} V_1 (p_2 - p_1)$

$\eta = 67\%$

Answer: 1) $\frac{c_2}{c_1} = \frac{5}{3}$ 2) $\frac{U_2}{A_2} = \frac{3}{2}$ 3) 67%

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Дано:

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

d

S

v_1

$$1) E q \cdot 0.7d = \frac{m v_1^2}{2}$$

$$E = \frac{v_1^2}{1.4d\gamma}$$

$$2) m a = E q$$

$$a = \frac{v_1^2}{1.4d}$$

$$3) 0.2d = \frac{a T^2}{2}$$

$$T = 0.2 v_1 d \sqrt{17}$$

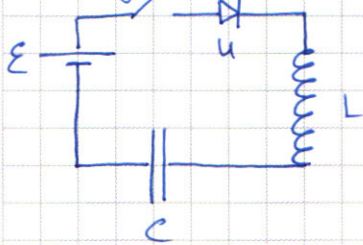
$$4) E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{q}{2\epsilon_0 S} \rightarrow S = \frac{q}{2\epsilon_0 E} = 1.4$$

$$q = 2\epsilon_0 S E = \frac{v_1^2 \epsilon_0 S}{0.7d\gamma}$$

$$5) v_2 = v_1$$

Ответ: 1) $0.2 v_1 d \sqrt{17}$ 2) $\frac{v_1^2 \epsilon_0 S}{0.7d\gamma}$ 3) v_1

Задача 54



- 1) Т.к. в момент после замыкания через катушку ток не идет, то

$$L I' = \varepsilon - U_0$$

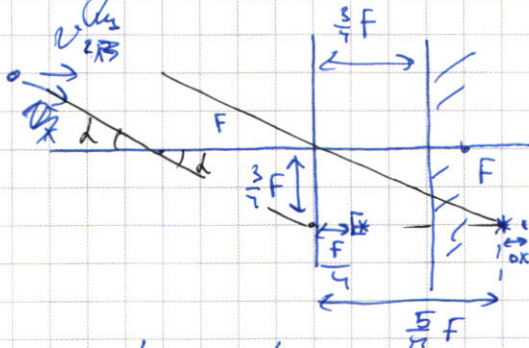
$$I' = \frac{\varepsilon - U_0}{L} = 50 \text{ A/c}$$

- 2) В конечный момент времени катушка не создает ЭДС самоинд.

$$U_2 = \varepsilon - U_0 = 5 \text{ В}$$

Ответ: 1) 50 A/c 3) 5 В

Задача 55



Дано

$\mathcal{U}$

F

$$1) \frac{1}{F} = \frac{1}{d_u} + \frac{1}{\frac{5}{4}F} \quad d_u = 5F$$

$$2) \lg \alpha = \frac{\frac{3}{4}F : F}{F} = \frac{3}{4}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) Если сдвинуть зеркало на $\frac{\Delta x}{2}$, то изображение источника в нем сдвинется на Δx , а изображение линзы на Δx_1 ,

$$\frac{\Delta x}{2} = v_1 \cdot \Delta t$$

$$\Delta x = v_1^{uz} \cdot \Delta t \rightarrow v_1^{uz} = 2v_1, v_1^{uz} - \text{изобрет. кет. в зеркале}$$

$$4) \frac{1}{F} = \frac{1}{\frac{5}{4}F + \Delta x} + \frac{1}{5F - \Delta x_1}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{\frac{5}{4}F - \Delta x}{\frac{25}{16}F^2 - \Delta x^2} + \frac{5F + \Delta x_1}{25F^2 - \Delta x_1^2}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{\frac{5}{4}F - \Delta x}{\frac{25}{16}F^2} + \frac{5F + \Delta x_1}{25F^2}$$

$$25F = 20F - 16\Delta + 5F + \Delta x_1$$

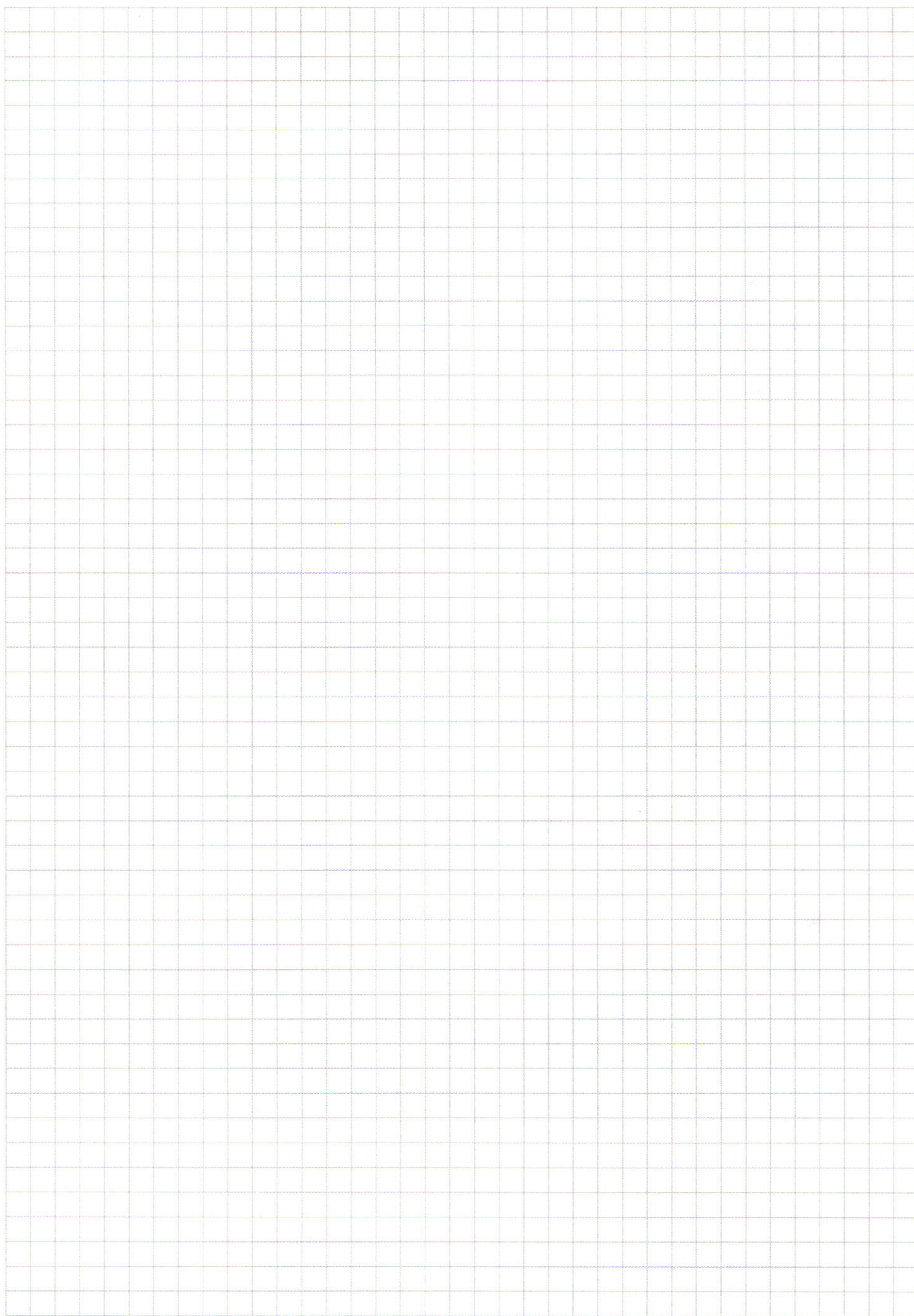
$$\Delta x_1 = 16\Delta x$$

$$\Delta x_1 = v_{2x}^{uz} \cdot \Delta t \rightarrow v_{2x}^{uz} = 16v_1^{uz} = 32v_1$$

$$\Delta x = v_1^{uz} \cdot \Delta t \quad v_{2x}^{uz} - \text{изобретение линзы по горизонтали}$$

$$v_2^{uz} = \frac{v_{2x}^{uz}}{\cos \alpha} = 40v_1$$

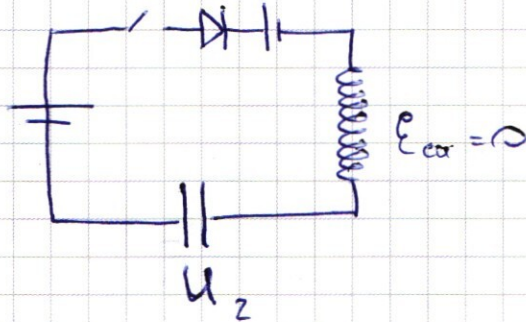
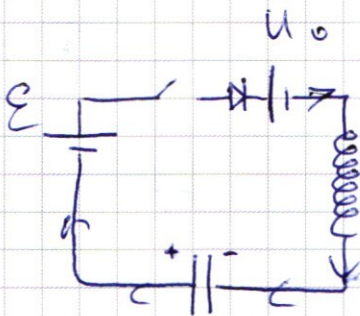
Ответ: 1) $5F$ 2) $\frac{3}{4} \lg \alpha = \frac{3}{4}$ 3) $40v_1$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

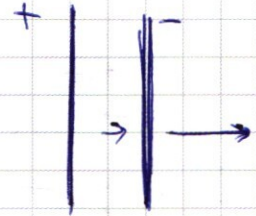
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\mathcal{E} - U_0 - I'L = -\frac{q}{C}$$

$$dE_q = \frac{N_e^2 m}{2}$$

$$W = \varnothing$$

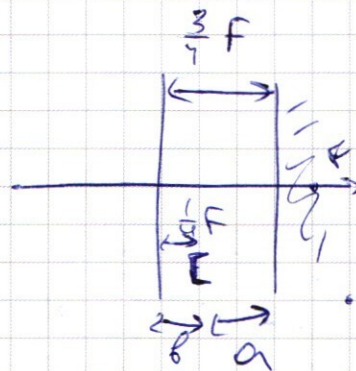
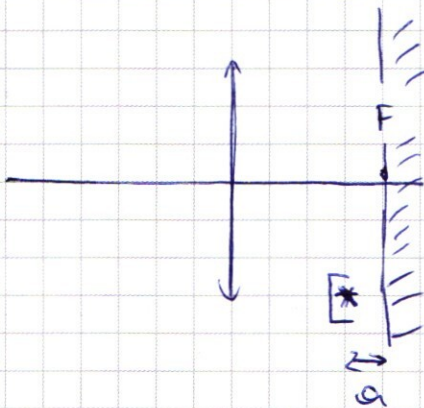


$$U_2 = \varepsilon U_0$$

$$I' L = E - U_0 + \frac{q}{C}$$

$$I' = \frac{\mathcal{E} - U_0 + U_1}{L}$$

$\frac{V_0^2}{2} = E_{pot, f}$



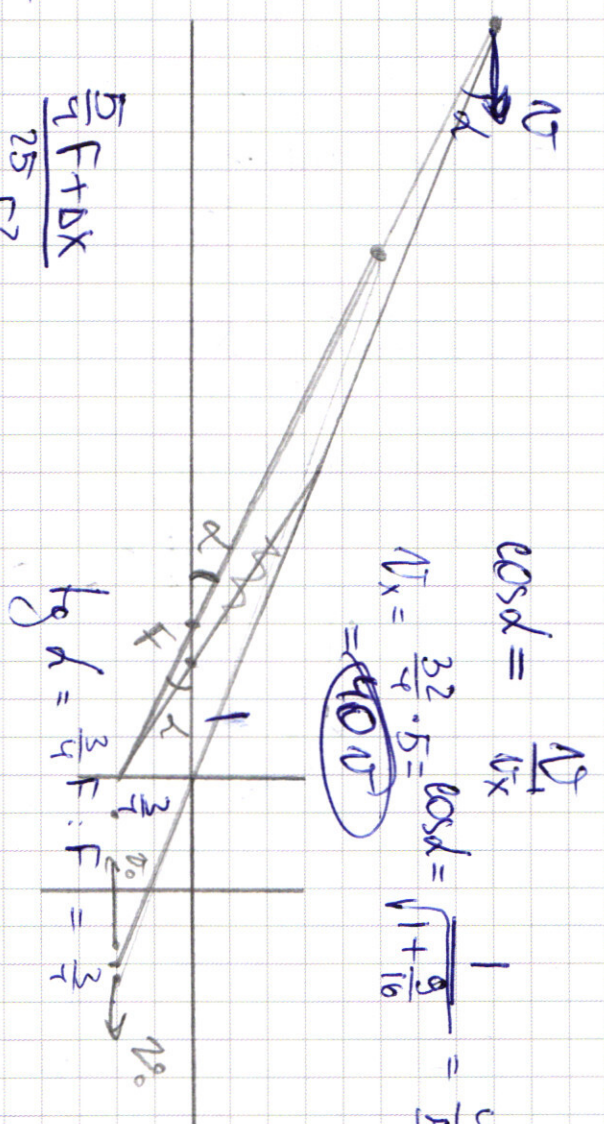
$$d_0 = 9 \tau \frac{3}{4} A$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{X} + \frac{1}{a + \frac{3}{4}F} = \frac{6}{4}$$

$$\frac{5}{5F} - \frac{4}{5F} = \frac{1}{X} \quad \frac{3}{2}F - \frac{1}{4}F$$

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

$x = 5$



$$\cos \alpha = \frac{V_1}{V_x}$$

$$V_x = \frac{32 \cdot 5}{4} = 40$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{9}{16}}} = \frac{4}{5}$$

$$\alpha = 21.8^\circ$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{\frac{5}{4}F + \Delta X} + \frac{1}{\Delta X}$$

$$\frac{1}{\frac{5}{4}F + \Delta X} = \frac{25}{16}F^2$$

$$\frac{1}{\Delta X} = \frac{1}{\frac{5}{4}F + \Delta X} = \frac{25}{16}F - \frac{5}{4}F + \Delta X$$

$$\frac{5}{16}F + \Delta X = \frac{1}{\frac{25}{16}F^2} = \frac{1}{5F + \Delta X}$$

$$\Delta X + 5F = \frac{25}{16}F^2$$

$$(\Delta X + 5F)(5F + \Delta X) = 25F^2$$

$$\Delta X + 5F = 0$$

$$\Delta X = 16\Delta X$$

$$\frac{25}{16}F = \frac{25}{4}F - \Delta X + \Delta X$$

$$25F = 20F + 5F - \Delta X + \Delta X$$

$$\Delta X = 16\Delta X$$

$$V_1 = 32V$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$p = \frac{c}{v^{\gamma}} + p_0$$

$$p = kV$$

$$-\frac{c\gamma}{v^{\gamma+1}} = p' = k$$

$$c = \frac{kV^{\gamma+1}}{\gamma}$$

$$pV = \gamma RT$$

$$p = \gamma RT \cdot \frac{1}{V}$$

$$p = kV$$

$$k = p_1 = kV_1$$

$$p = -c \frac{1}{v^{\gamma}} + p_0$$

$$-\frac{c}{v^{\gamma}} + p_0 = kV$$

$$\frac{c\gamma}{v^{\gamma+1}} = k$$

$$c = \frac{kV^{\gamma+1}}{\gamma}$$

$$\frac{c}{v^{\gamma}} + p_0 = kV$$

$$p_0 = \frac{c\gamma}{V^{\gamma}} - \frac{c}{V^{\gamma}}$$

$$p_0 = \frac{c}{V^{\gamma}} (\gamma - 1)$$

$$p_0 = -\frac{kV}{\gamma} + kV$$

$$p_0 = kV \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right)$$

$$p_0 = kV + \frac{c}{V^{\gamma}}$$

$$p_0 = kV + \frac{kV}{\gamma}$$

$$p_0 = kV \left(1 + \frac{1}{\gamma}\right)$$

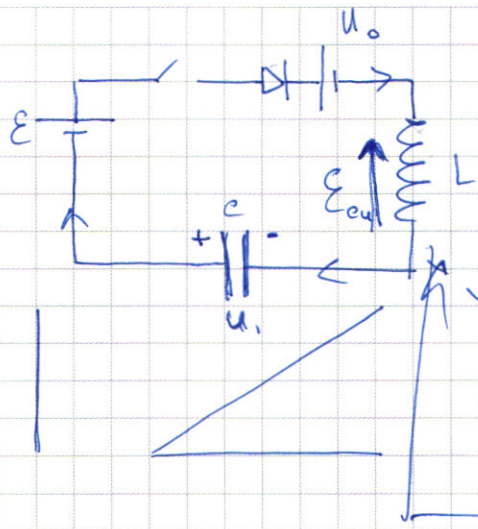
$$p = kV$$

$$p = \frac{c}{v^{\gamma}} - p_0$$

$$kV = \frac{c}{v^{\gamma}} - p_0$$

$$pV^{\gamma} = \text{const}$$

$$p = \frac{c}{v^{\gamma}}$$



$$\mathcal{E}_{\text{em}} = I' L \rightarrow I' = \frac{\mathcal{E} - U_0}{L}$$

$$\mathcal{E} - U_0 = \mathcal{E}_{\text{em}}$$

$$I = \frac{Q_x}{Q_H}$$

$$P = -kV$$

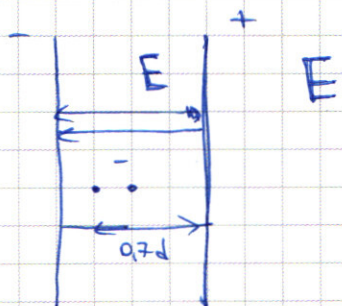
$$PV^x = c$$

$$P = \frac{c}{V^x}$$

$$-k = \frac{-\gamma C}{V_0^{x+1}} \rightarrow C = \frac{k V_0^{x+1}}{x}$$

$$-kV^x = \frac{c}{V^x}$$

$$-kV^{x+1} = \frac{c}{x}$$



$$qE = ma$$

$$a = \frac{qE}{m}$$

$$d = \frac{at^2}{2}$$

$$0,7d = \frac{at^2}{2} \rightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,7d}{a}}$$

$$a = \frac{v_1}{t}$$

$$S = \frac{at^2}{2}$$

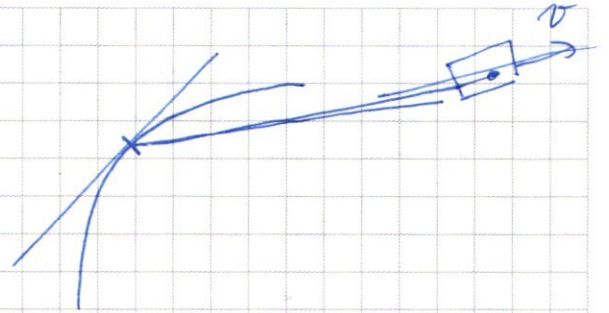
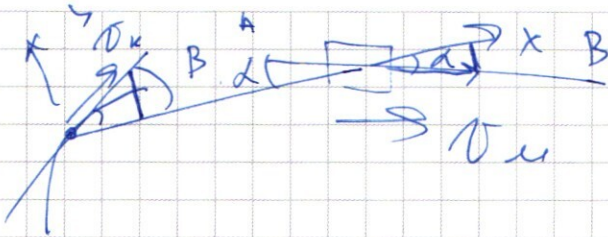
$$S = \frac{v_1 t}{2}$$

$$t = \frac{2S}{v_1}$$

$$a = \frac{v_1}{t} = \frac{v_1^2}{2S} = \gamma E$$

$$E = \frac{v_1^2}{1,4d \gamma}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



неразрывность движения

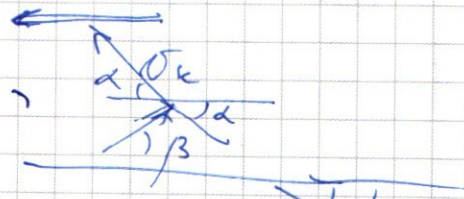
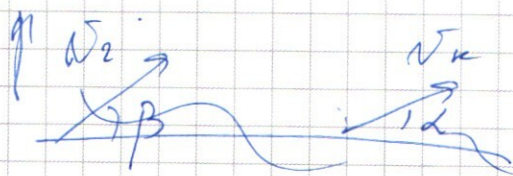
$$v_k \cos \beta = v_m \cos \alpha$$

$$v_k = v_m \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 34 \cdot \frac{15}{5} = 50 \text{ км/ч}$$

$$v_k \cdot \cos \beta = v_m \cos \alpha$$

$$v_k \cdot \frac{3}{5} = 34 \cdot \frac{15}{5} \Rightarrow 50 \text{ км/ч}$$

$$\frac{5+3}{5} \cdot \frac{1}{3} + \frac{17}{5}$$



$$v_x = v_k \cos \beta - v_m \cos \alpha = 50 \cdot \frac{3}{5} - 34 \cdot \frac{15}{5} = 30 - 102 = -72 \text{ км/ч}$$

$$v_y = v_k \sin \beta + v_m \sin \alpha =$$

$$\frac{5+3}{5} \cdot \frac{1}{3} + \frac{17}{5}$$

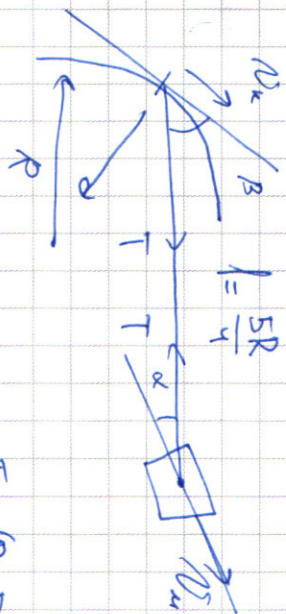
$$\frac{5+3}{5} \cdot \frac{1}{3} + \frac{17}{5}$$

$$\frac{5+3}{5} \cdot \frac{1}{3} + \frac{17}{5}$$

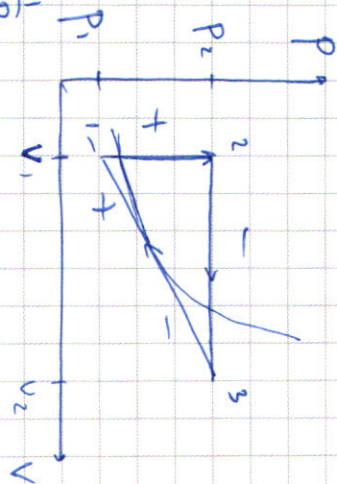
$$\frac{5(V_2 - V_1) + 3k(V_2 - V_1)}{k(V_2 - V_1)^2}$$

$$\frac{5(V_2 - V_1) + 3k(V_2 - V_1)}{k(V_2 - V_1)^2}$$

$$p = kv$$



$$\delta T = (P_2 - P_1) \frac{V_1}{\gamma R}$$



$$P V^\gamma = \text{const}$$

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{\frac{1}{2}(R + 2C)}{\frac{1}{2}R} = \frac{R + 2C}{R}$$

$$P = \frac{C}{V^\gamma}$$

$$P = \frac{C}{V^\gamma}$$

$$P = \frac{C}{V^\gamma}$$

$$P_1 V_1 = \gamma R T_1, \quad T_1 = \frac{P_1 V_1}{\gamma R}$$

$$P_2 V_2 = \gamma R T_2, \quad T_2 = \frac{P_2 V_2}{\gamma R}$$

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{\frac{3}{2} V_1 (P_2 - P_1) \gamma R}{V_1 (P_2 - P_1)} = \frac{3}{2} \gamma R$$

$$Q = A_1' U_1 = \frac{3}{2} (P_2 - P_1) V_1$$

$$C = \frac{3}{2} \gamma R$$

$$\frac{C}{V^\gamma} = k V^{-(\gamma+1)}, \quad k = \frac{-\gamma C}{V^{\gamma+1}}$$

$$k = C \cdot V^{-(\gamma+1)} = -\gamma C$$

$$C \cdot V^{-(\gamma+1)} = -\gamma C \cdot V^{-(\gamma+1)} = \frac{-\gamma C}{V^{\gamma+1}}$$

$$k =$$

$$k V = \frac{C}{V^\gamma}$$

$$k = \frac{d}{dV} C \cdot k V^{-(\gamma+1)} = -\gamma C V^{-(\gamma+1)}$$

$$k V = \frac{C}{V^\gamma}, \quad C = k V^{\gamma+1}$$

$$k = -\gamma C V^{-(\gamma+1)}$$

$$k = -\gamma C \cdot k V^{-(\gamma+1)} V^{-(\gamma+1)}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$1 - \frac{9}{25} = \sin^2 \alpha$$

$$50 \cdot \frac{4}{5}$$

$$900 + 196 = 1096$$

$$\begin{array}{r} 34 \\ \times 34 \\ \hline 136 \\ 120 \\ \hline 1156 \end{array}$$

$$1 - \frac{225}{289}$$

$$\frac{289 - 225}{289} = \frac{64}{289}$$

с. ф. и. у.

$$\frac{1}{2} p_2 + \frac{4k}{3}$$

$$p_3 = k V_3$$

$$p_3 = k \cdot \frac{4}{3} V_2$$

$p_2 + p_3$

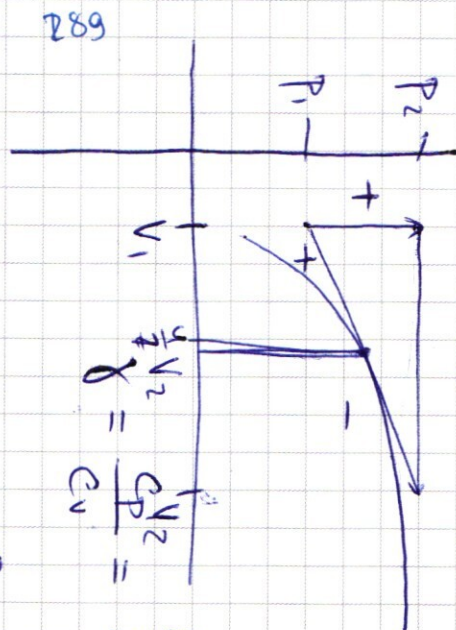
$$V = \frac{\frac{4}{3} V_2}{1 + \frac{4}{3}} = \frac{4 V_2}{7}$$

$$k V \left(1 + \frac{4}{3} \right) = p_2$$

$$k V = - \frac{k V}{8} + p_2$$

$$k V = - k$$

$$k V = - \frac{k V}{8} + p_2$$



$$\frac{p_2}{V_2} = \frac{p_1}{V_1} = \frac{3}{2} \frac{R}{R+R} = \frac{3R}{3R} = 1$$

$$p = - \frac{C}{V^8} + p_0$$

$$p = k V$$

$$ma = Eq$$

$$E = a \delta$$

$$a = \frac{V_1}{t}$$

$$a = \frac{V^2}{440}$$

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

$$\frac{1,4d}{V_1} = t$$

$$P_2 = kV_2$$

$$P_3 = kV_3 = k \frac{1}{7} V_2$$

$$\frac{11}{7} P_2 \cdot \frac{3}{7} V$$

$$\frac{33}{49} V_2$$

$$L = P' \Omega \quad \frac{t' \cdot h' \Omega}{}$$

$$\frac{z}{z+1} \frac{P' \Omega}{z' \Omega} = p z' \Omega$$



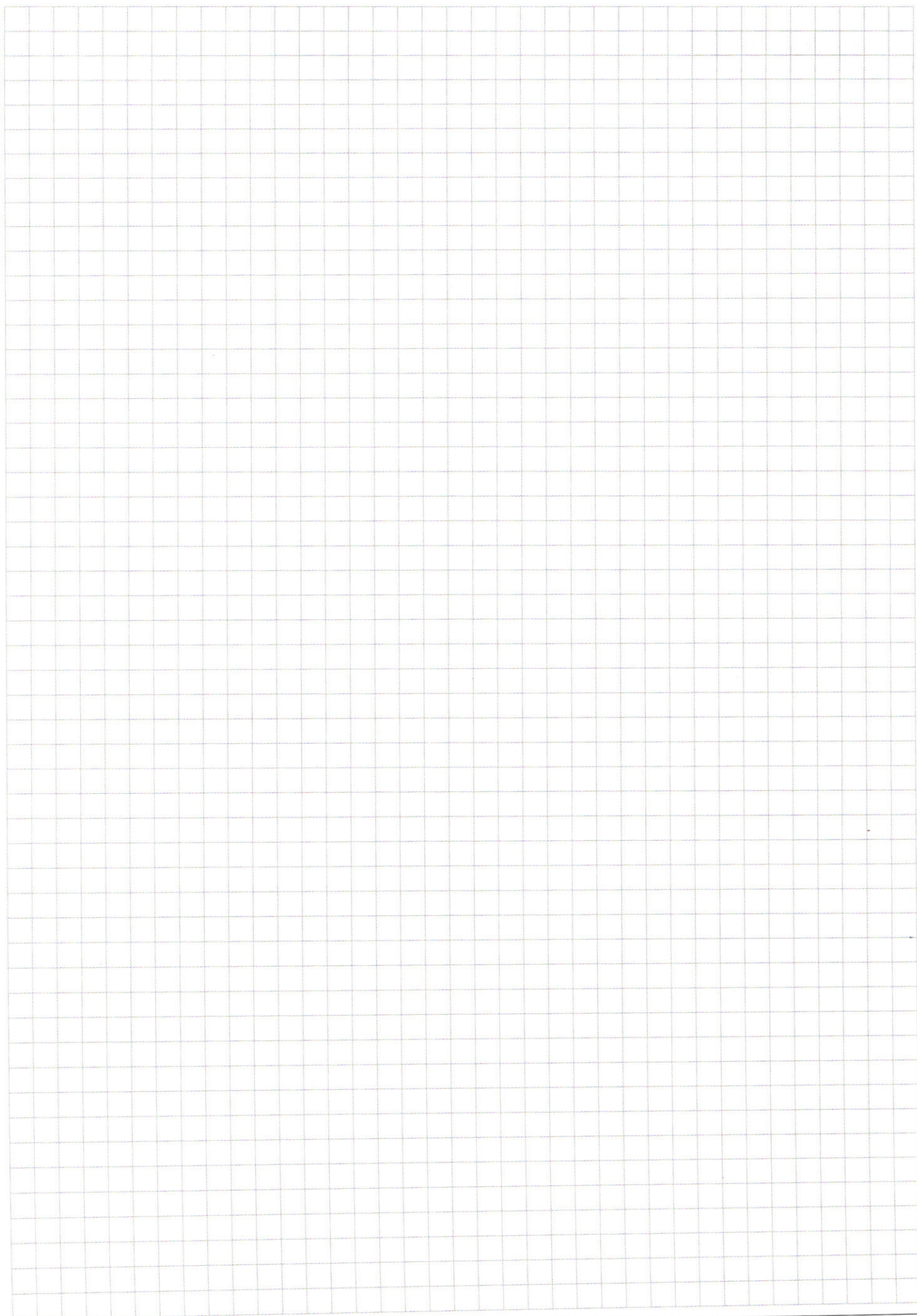
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)