

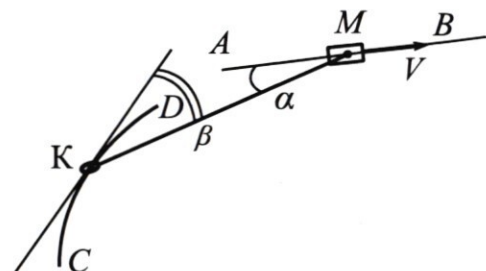
Олимпиада «Физтех» по физике, (

Класс 11

Вариант 11-03

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

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.

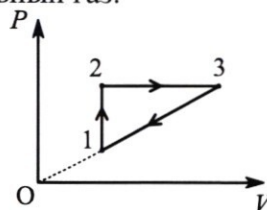
3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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?

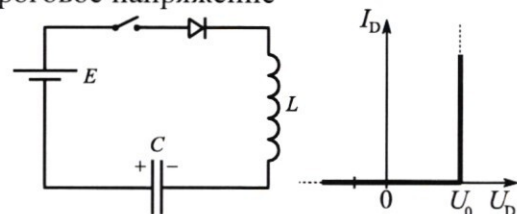
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

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.

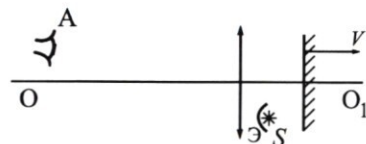


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

№2

1) Повышение температуры происходит в процессах 1-2 и 2-3

$$C_{12} = C_v = \frac{3}{2} R$$

$$C_{23} = C_p = C_v + R = \frac{5}{2} R; \quad \boxed{\gamma = \frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{C_p}{C_v} = \frac{5}{3}} \rightarrow \text{ответ.}$$

2)
$$\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{\Delta U_{23}}{Q_{23} - \Delta U_{23}} = \frac{\int C_v dT}{\int C_p dT - \int C_v dT} = \frac{C_v}{C_p - C_v} = \frac{1}{\gamma - 1} = \frac{3}{2} \rightarrow \text{ответ}$$

3)
$$Q_{12} = \frac{3}{2} (P - P_0) V_0$$

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

$$\frac{P}{V} = \frac{P_0}{V_0}; \quad P = P_0 \frac{V}{V_0}$$

$$Q_+ = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} P_0 \left(\frac{V}{V_0} - 1 \right) V_0 + \frac{5}{2} P_0 \frac{V}{V_0} (V - V_0) = \frac{1}{2} P_0 (V - V_0) \left(3 + 5 \frac{V}{V_0} \right)$$

Работа газа равна площади треугольника 123

$$A = \frac{(P - P_0)(V - V_0)}{2} = \frac{1}{2} P_0 \left(\frac{V}{V_0} - 1 \right) (V - V_0)$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{\frac{1}{2} P_0 \left(\frac{V}{V_0} - 1 \right) (V - V_0)}{\frac{1}{2} P_0 (V - V_0) \left(3 + 5 \frac{V}{V_0} \right)} = \frac{V - V_0}{3V_0 + 5V}$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial V} = 0; \quad 3V_0 + 5V - 5(V - V_0) = 0.$$

$$2V_0 = 0; \quad V_0 = 0.$$

$$\eta_{\max} = \frac{V}{5V} = \frac{1}{5} = 20\%$$

N3

$$1) v_1^2 = 2a(d - 0,3d) = 1,4ad$$

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

$$0,5d - 0,3d = \frac{aT^2}{2}; \quad T = \sqrt{\frac{0,4d}{a}} = \sqrt{\frac{0,4d}{\frac{v_1^2}{1,4d}} \cdot 1,4d} = \sqrt{0,56} \cdot \frac{d}{v} \approx 0,75 \frac{d}{v}$$

$$2) ma = E|q|$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{ma}{|q|} = \frac{v_1^2}{1,48d}$$

$$\sigma = \frac{v_1^2 \epsilon_0}{1,48d}; \quad Q = \sigma S = \frac{v_1^2 S \epsilon_0}{1,48d} \rightarrow \text{ответ}$$

3) т.к. поле вне конденсатора $E' = \frac{\sigma}{\epsilon_0} - \frac{\sigma}{\epsilon_0} = 0$, то на частицу не будут действовать силы, т.е. ее скорость останется v_1

$$v_2 = v_1 \rightarrow \text{ответ}$$

N4

$$1) E = U_0 + L \frac{dI}{dt} + U_1$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{E - U_0 - U_1}{L} = 30 \frac{A}{c} \rightarrow \text{ответ}$$

$$2) E = U_0 + L \frac{dI}{dt} + \frac{q}{C}$$

т.к. ток максимален, то $\frac{dI}{dt} = 0$.

$$q = C(E - U_0); \quad u = \frac{q}{C} = E - U_0; \quad q_1 = CU_1$$

$$E(q - q_1) = \frac{LI_m^2}{2} + \frac{CU^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$$

$$I_m = \sqrt{\frac{2EC(u - u_1) - C(u^2 - u_1^2)}{L}} = \sqrt{\frac{C(u - u_1)(2E - u - u_1)}{L}} =$$

$$= \sqrt{\frac{C(E - U_0 - U_1)(E + U_0 - U_1)}{L}} = \sqrt{\frac{C}{L}((E - U_1)^2 - U_0^2)} \approx 0,04 A \rightarrow \text{ответ}$$

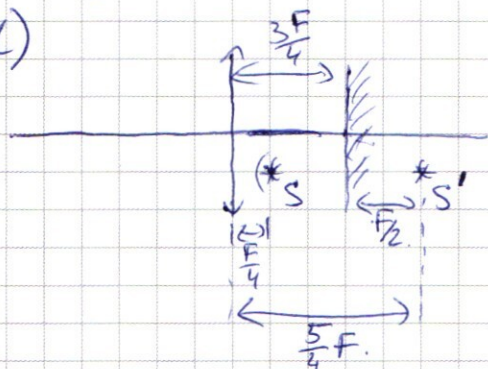
$$3) I = 0; \quad U_1 = 0; \quad E = U_0 + U_2;$$

$$U_2 = E - U_0 = 5 B \rightarrow \text{ответ}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N5

1)



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{5F}; \quad \frac{1}{a} = \frac{1}{F} - \frac{4}{5F} = \frac{1}{5F}$$

$$a = 5F \rightarrow \text{ответ}$$

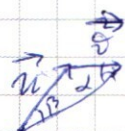
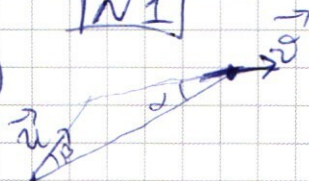
$$2) \quad \tan \alpha = \frac{\partial y}{\partial x} = \frac{\frac{dy}{dt}}{\frac{dx}{dt}} = \frac{dy}{dx} = \frac{\frac{3F}{4}}{\frac{5F}{4}} = \frac{3}{5} \rightarrow \text{ответ}$$

$$3) \quad u_x = v \cdot \frac{a}{5F} = 4v$$

$$u = \frac{u_x}{\cos \alpha} = u_x \sqrt{1 + \tan^2 \alpha} = 4v \sqrt{1 + \frac{9}{25}} = \frac{4}{5} \sqrt{34} v \approx 160 \frac{\text{cm}}{\text{c}} = 1,6 \frac{\text{m}}{\text{c}} \rightarrow \text{ответ}$$

N1

1)

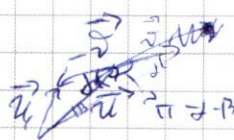


$$\frac{u}{\sin \alpha} = \frac{v}{\sin \beta}$$

ответ.

$$u = v \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = v \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}{\sqrt{1 - \cos^2 \beta}} = v \cdot \frac{8 \cdot 5}{17 \cdot 4} = \left[\frac{10}{17} v = 20 \frac{\text{cm}}{\text{c}} \right] \rightarrow \text{ответ}$$

$$2) \quad \vec{u}_1 = \vec{u} - \vec{v}$$



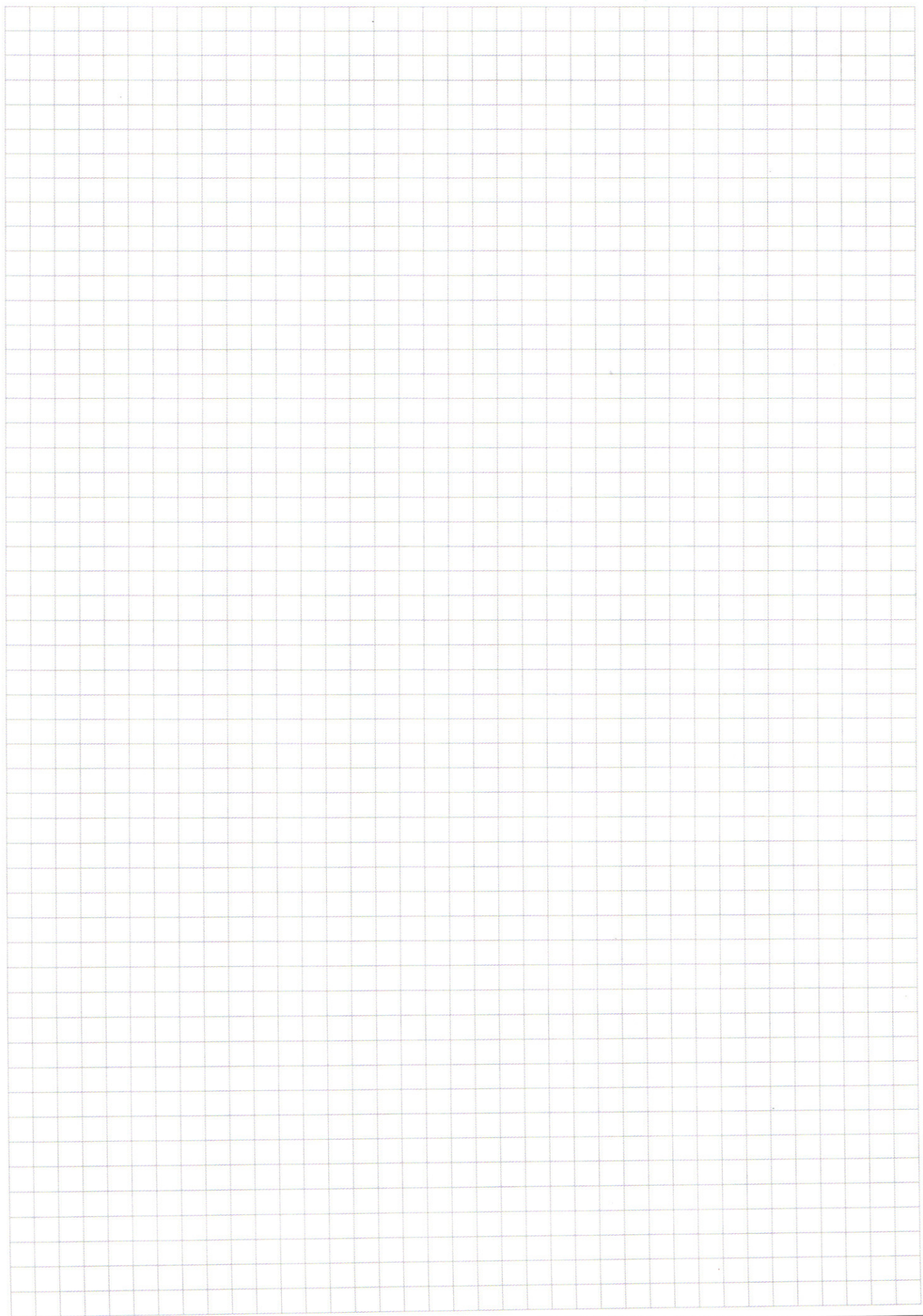
$$\gamma = \alpha + \beta$$

$$u_1^2 = v^2 + u^2 - 2vu \cos(\alpha + \beta)$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \frac{15}{17} \cdot \frac{3}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{4}{5} = \frac{13}{85}$$

$$u_1 = \sqrt{v^2 + u^2 - 2vu \cos(\alpha + \beta)} = \frac{\sqrt{337}}{17} v \approx 116 \frac{\text{cm}}{\text{c}} \rightarrow \text{ответ}$$

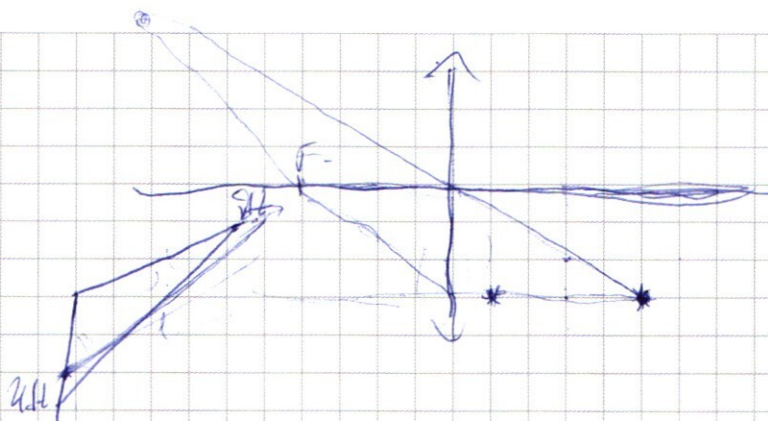
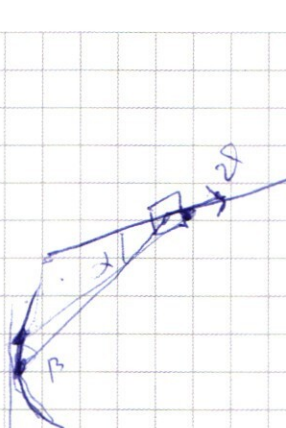
$$3) \quad m \frac{u^2}{R} = T \sin \beta; \quad T = \frac{m u^2}{R \sin \beta} \approx \frac{10}{17} \frac{m v^2}{R \sin \beta} \approx 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ Н} \rightarrow \text{ответ}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$C_{12} = C_{13} = \frac{3}{2}R$$

$$C_{23} = C_p = \frac{5}{2}R$$

$$\delta = \frac{C_p}{C_v} = \frac{5}{3}$$

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

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

$$Q_+ = \frac{3}{2}P_0\left(1 - \frac{V}{V_0}\right)V_0 + \frac{5}{2}P_0\frac{V}{V_0}(V - V_0)$$

$$A = \frac{(P - P_0)(V - V_0)}{2} =$$



$$m\alpha = Eq$$

$$V_1 = aT$$

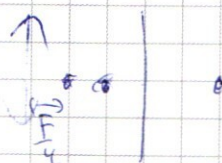
$$0.7d = \frac{aT^2}{2}$$

$$\frac{T}{2} = 0.7\frac{d}{V}; T = 1.4\frac{d}{V}$$

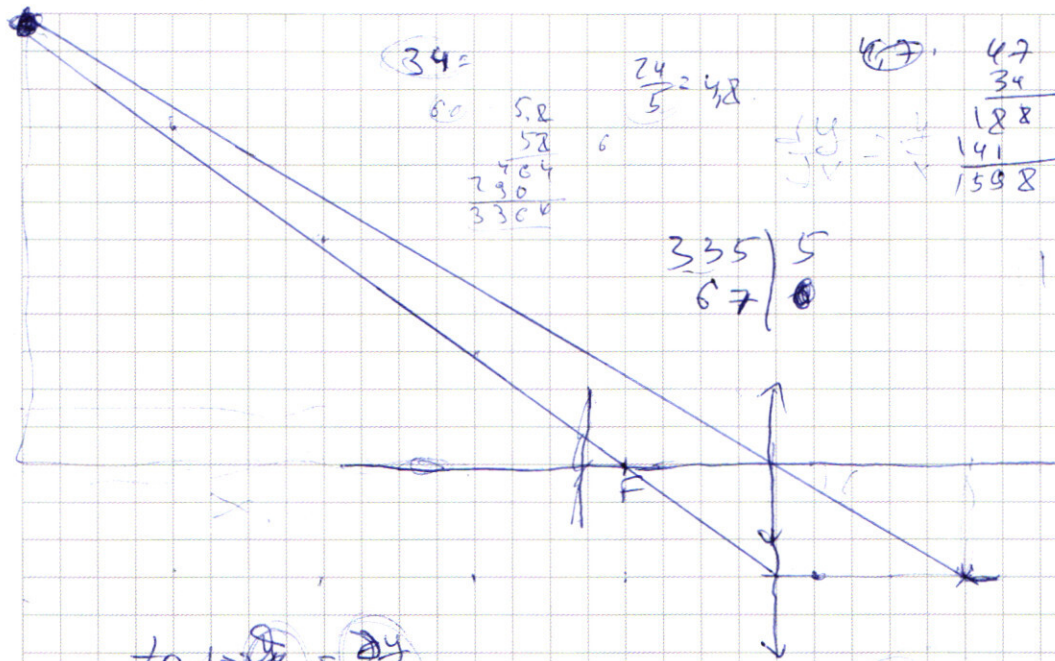
$$Q = E\eta \quad \varphi = c\eta$$

$$\frac{U}{2} = \frac{U_0}{2}$$

$$2E = E + U_0 - U_1$$



$$\frac{40 \cdot 10^{-6}}{0.1} (16 - 1) = 4 \cdot 10^{-4} \cdot 15$$



$$34 =$$

$$\begin{array}{r} 60 \\ 5.2 \\ 58 \\ 2404 \\ 3300 \end{array}$$

$$\frac{24}{5} = 4.8$$

$$\begin{array}{r} 47 \\ 34 \\ 188 \\ 141 \\ 1598 \end{array}$$

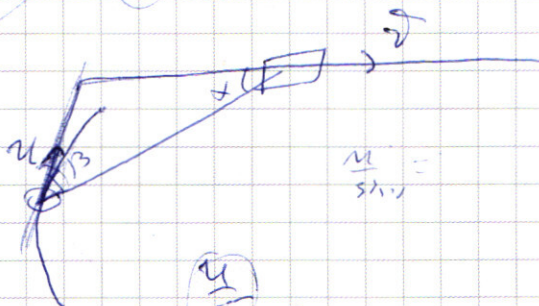
$$\begin{array}{r} 335 \overline{) 5} \\ 67 \end{array}$$

$$\lg 2 = \frac{0.3}{2.4} = \frac{24}{2X}$$

$$\frac{508}{17} = 29.88$$

$$\lg(x \cdot dx) = \frac{y}{x + \sqrt{dx}}$$

$$\begin{array}{r} 75 \\ 34 \\ 160 \\ 225 \\ 2410 \\ 212 \\ 290 \end{array} \quad \begin{array}{r} 53 \\ 9045 \end{array}$$



$$\frac{m}{\sin \alpha}$$

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

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

$$\begin{array}{r} 15 \\ 15 \\ 15 \\ 15 \\ 288 \\ 48 \\ 336 \end{array}$$

$$45 - 32 = 13$$

$$1 + \frac{10^2}{17^2} - 2 \cdot \frac{10}{17} \cdot \frac{13}{5 \cdot 17} = 1 + \frac{10^2}{17^2 \cdot 5} (50 - 260) =$$

$$500 - 260 = 240 = \frac{240}{5 \cdot 17} = 2.94$$

$$\frac{10}{17} \cdot \frac{0.3 \cdot 0.34^2}{0.53 \cdot 4} \cdot 5 = 25 \cdot \frac{0.3 \cdot 0.34}{53} = \frac{2.55}{53}$$



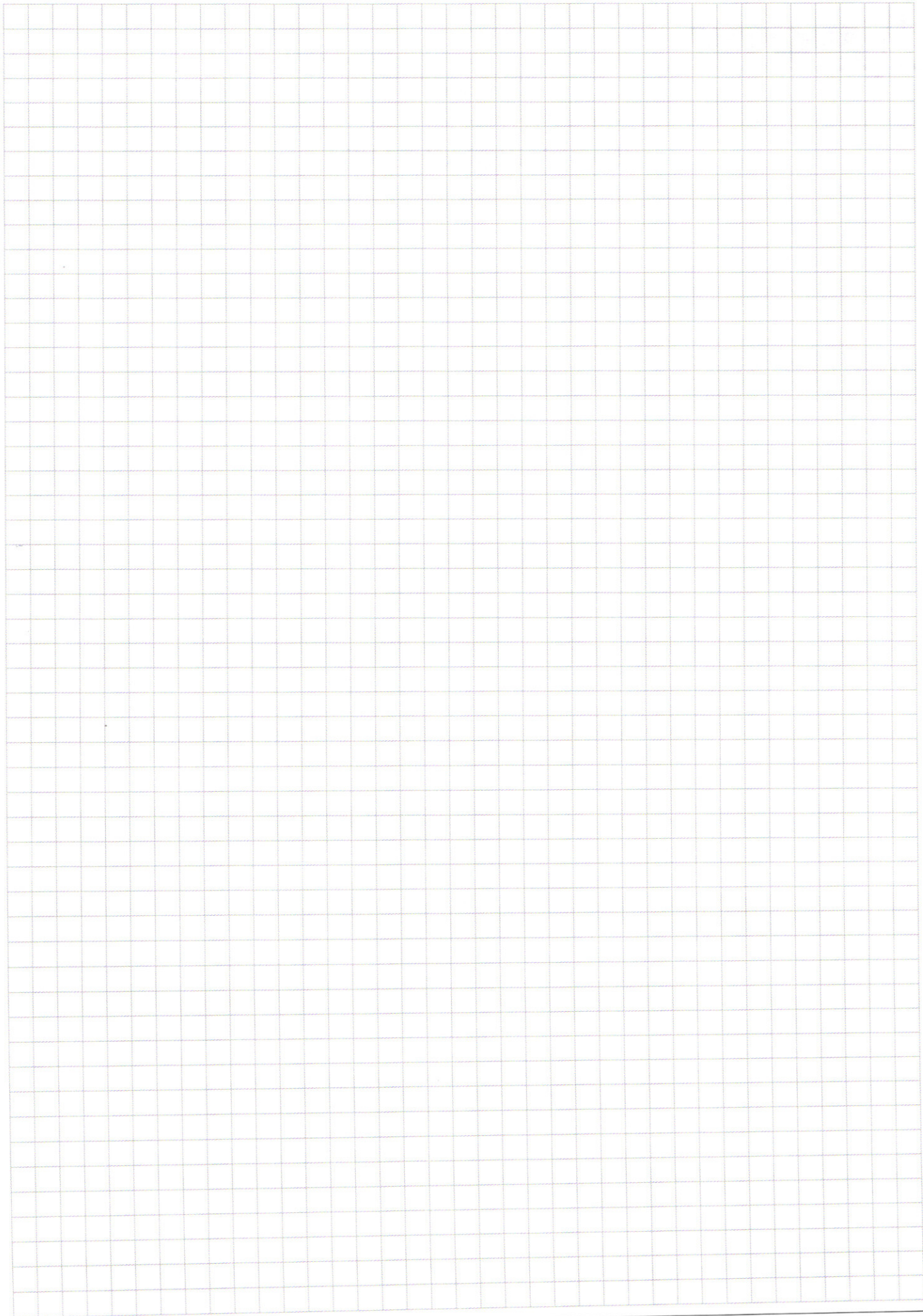
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«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)



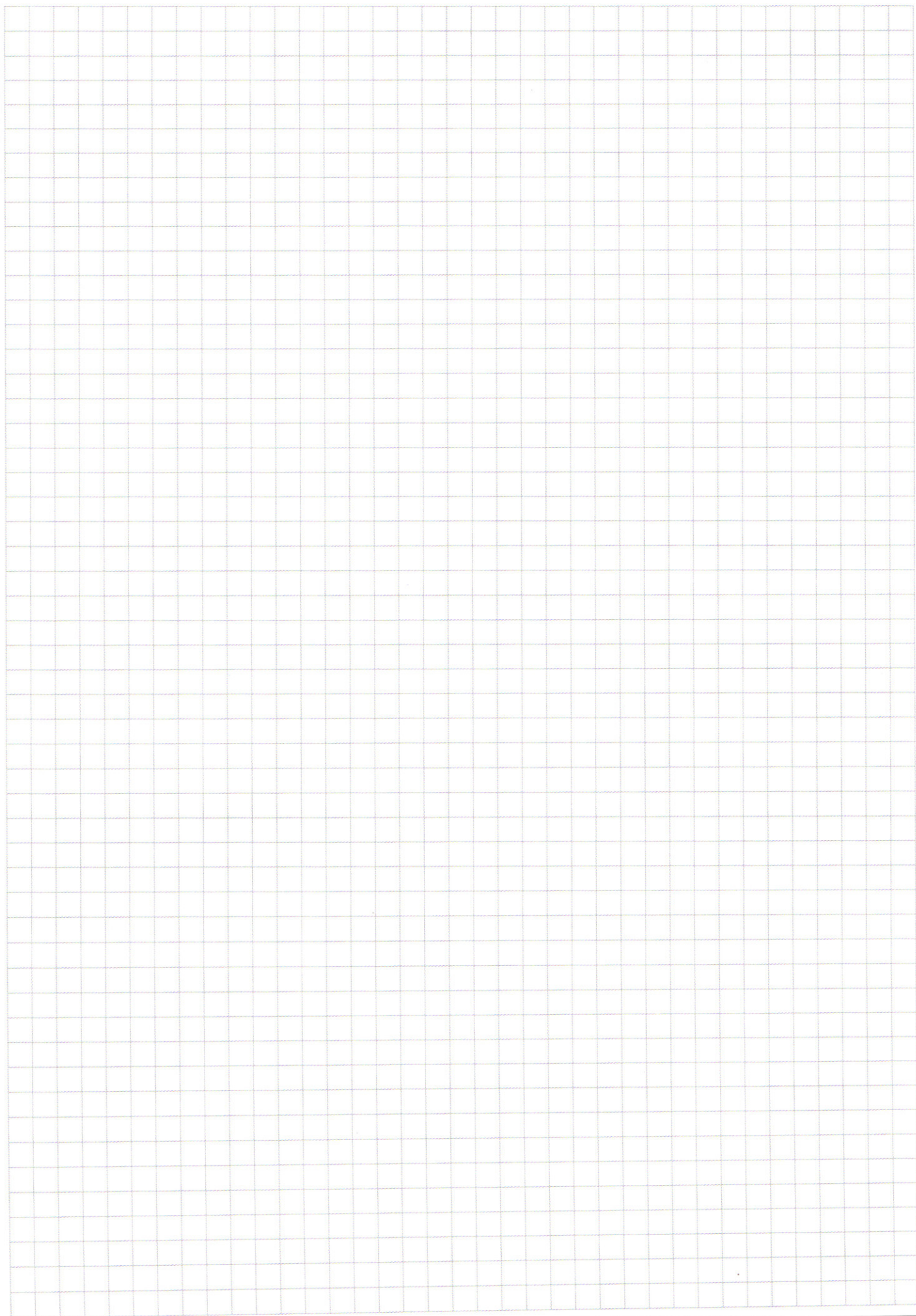
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«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)