

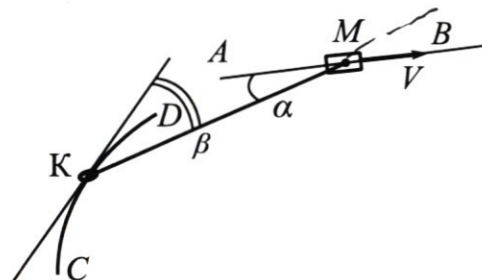
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 11-01

Класс 11

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

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.



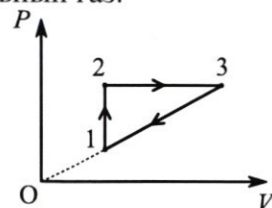
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

✓ 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?

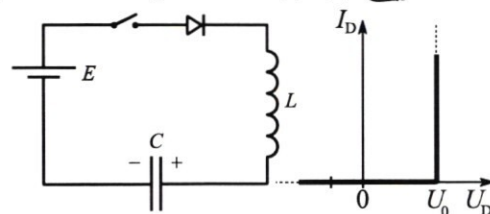
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $\underline{E} = 9$ В, конденсатор емкостью $\underline{C} = 40$ мкФ заряжен до напряжения $\underline{U}_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $\underline{U}_0 = 1$ 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.

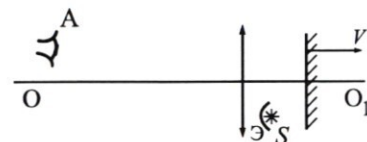


✓ 5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

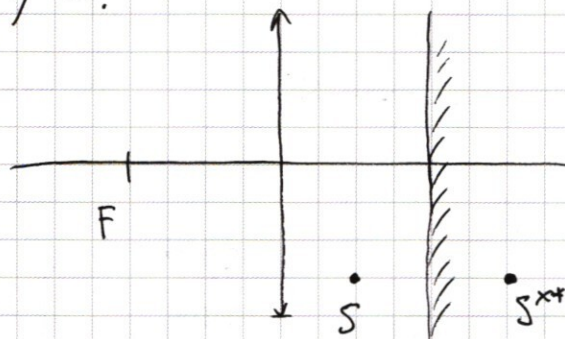
2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)

3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5 1) $f - ?$

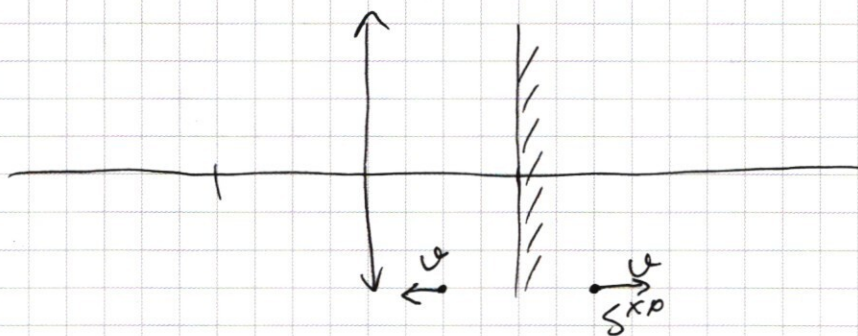


- Изображение реального предмета в ~~лин~~ зеркале является мнимым (S^{**} - изображение в зеркале)
- S^{**} - действительный предмет для собирающей линзы
- По ф-ле тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{3F/2} + \frac{1}{f}, \quad f - \text{изобр-щая величина:}$$

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

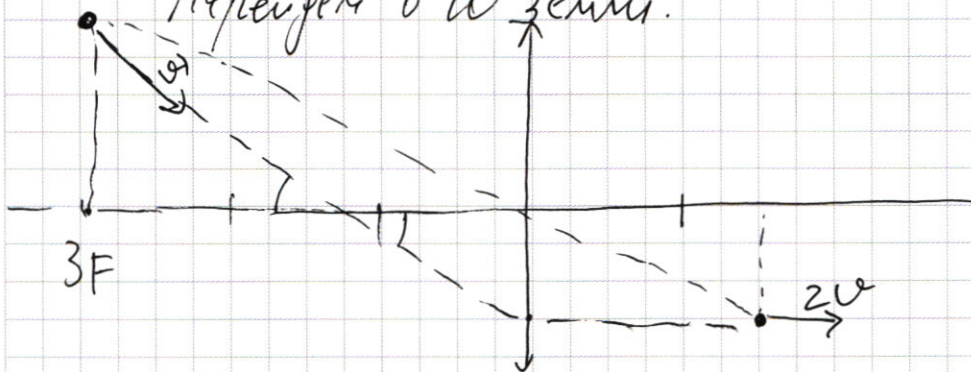
2) Перейдем в со зеркала (зеркало в фокусе)



Изображение в зеркале будет двигаться вправо со

скоростью v .

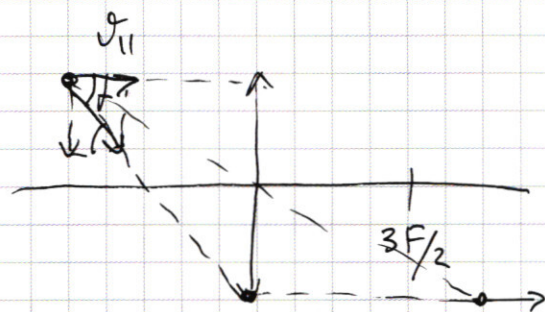
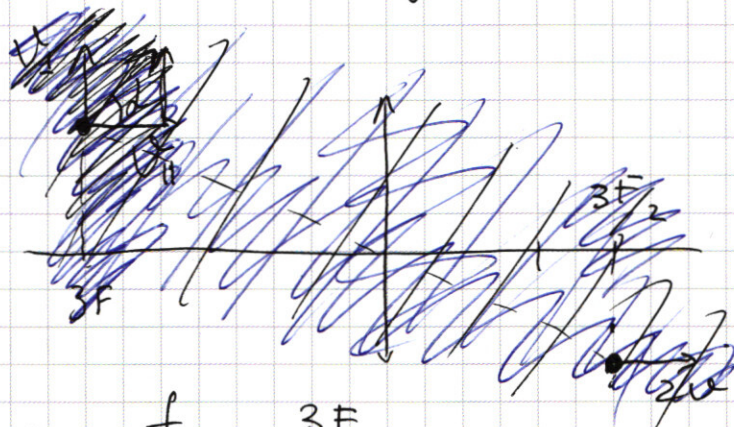
Перейдем в СО земли:



И 3-ья составляющая скорости, что

скорость изображения в зеркале относительно

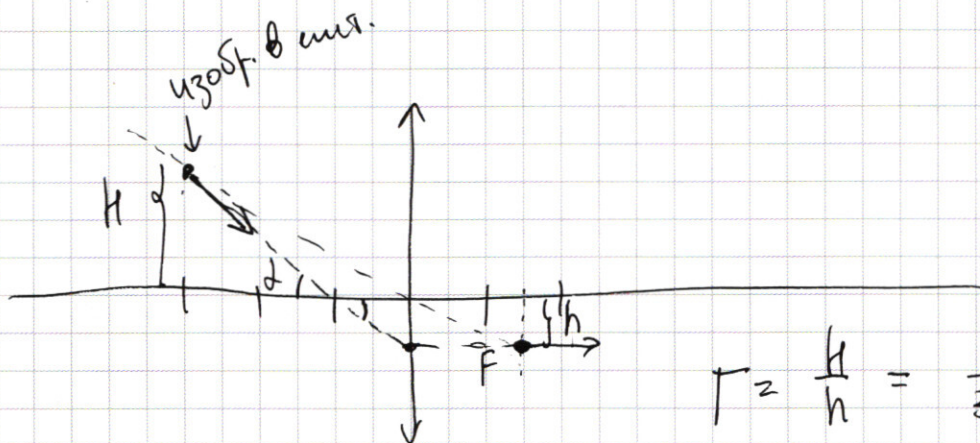
Земли $= 2v$



$$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{3F}{3F/2} = 2$$

$$\frac{v_{||}}{2v} = \Gamma^2 \Rightarrow v_{||} = 8v$$

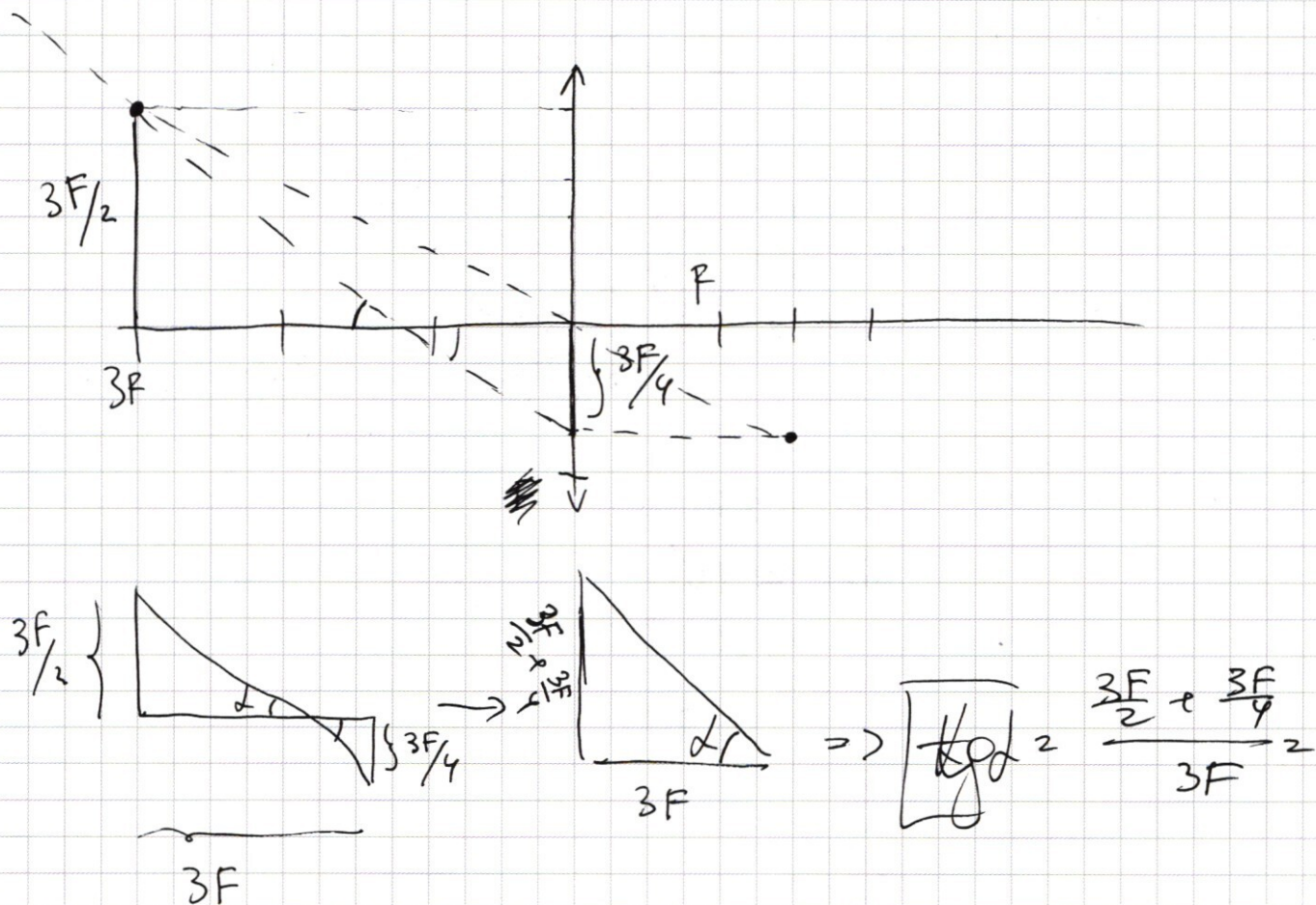
(3) Продольная скорость относительно как увеличение в 8 раз.



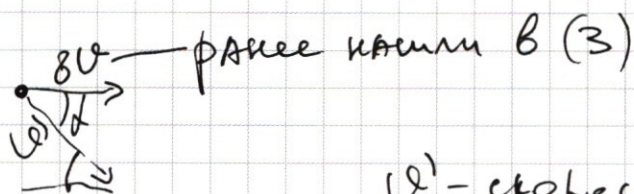
$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{H}{3F/4} = 2$$

$$4h = 6F \Rightarrow h = \frac{3F}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$= \frac{3F}{4 \cdot 3F} = \frac{3}{4} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{4}{5}$$



v' - скорость изображения в
системе;

$$\frac{8V}{v'} = \cos \alpha = \frac{4}{5} \Rightarrow v' = \frac{5}{4} 8V = 10V$$

Ответ: 1) $3F$ 2) $\arctg(3/4)$ 3) $10V$

$$\begin{array}{r}
 1 \\
 431 \\
 \underline{16} \\
 25 \ 86 \\
 431 \\
 \hline
 -6896
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 24 \\
 625 \\
 \underline{8} \\
 5625
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 1 \\
 36 \\
 \underline{32} \\
 72 \\
 108 \\
 \hline
 1152
 \end{array}$$

$$\frac{3.4}{12} - \frac{8.3}{5.17} =$$

$$\sim \frac{3}{12} \left| 4 - \frac{8}{5} \right| = \frac{32}{5} \frac{3}{17}$$

$$68^2 + 25^2 - 2 \cdot 68 \cdot 25 = 32 - 3 = 5.12 =$$

$$= 68^2 + 25^2 - 8 \cdot 15 \cdot 32 - 3$$

$$602380.$$

чб

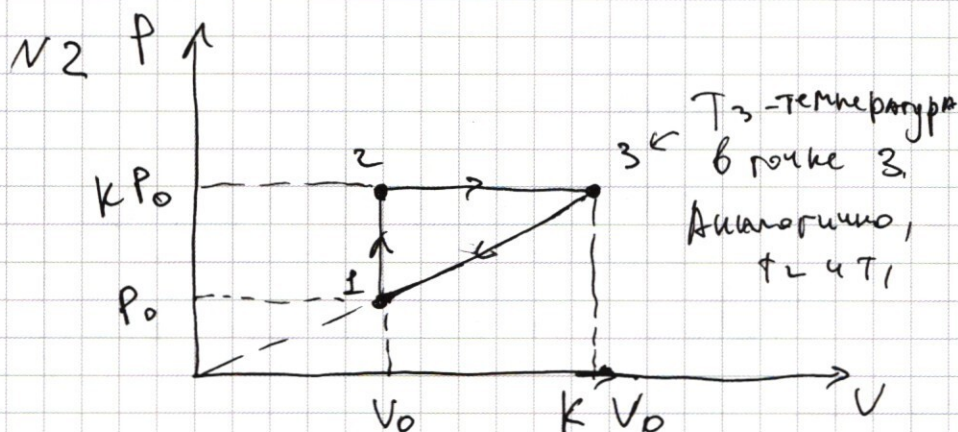
$$360.32$$

$$11520$$

$$\begin{array}{r}
 4 \\
 6 \\
 68 \\
 68 \\
 \hline
 544 \\
 408 \\
 \hline
 4624
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 3 \\
 2 \\
 25 \\
 25 \\
 \hline
 375 \\
 525 \\
 \hline
 5625 \\
 4624 \\
 \hline
 10249
 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



- 1) $\frac{c_{12}}{c_{23}} - ?$
- 2) $\frac{Q_{23}}{A_{23}} - ?$
- 3) $\eta - ?$

1) Температура повышается в процессах 2-3 и 1-2

$$c_{12} = \frac{Q_{12}}{\Delta T_{12}}$$

$$c_{23} = \frac{Q_{23}}{\Delta T_{23}}$$

$\Delta T_{12} = T_2 - T_1$
 $\Delta T_{23} = T_3 - T_2$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} \Rightarrow c_{12} = \frac{3}{2} R$$

первое начало термодинамики

$$(2) Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23} + k P_0 (k V_0 - V_0) = \nu R T_3 - \nu R T_2$$

T_3, T_2 - температура в точках 3 и 2 соответственно.

$$= \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23} + \nu R \Delta T_{23} =$$

$$\frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23} \Rightarrow c_{23} = \frac{5}{2} R \Rightarrow$$

$$\boxed{\frac{c_{12}}{c_{23}} = \frac{3R/2}{5R/2} = \frac{3}{5}}$$

$$2) \eta_j (x) \quad \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5/2 \cancel{V_0} \cancel{T_{23}}}{\cancel{V_0} (T_3 - T_2)} = \underline{\underline{5/2}}$$

$$3) \eta = \frac{A}{Q_{\Sigma}}, \quad A = \frac{(k P_0 - P_0)(k V_0 - V_0)}{2}$$

Q_{Σ} - переданная теплота

$$Q_{\Sigma} = Q_{12} + Q_{23} = \underbrace{\frac{3}{2} V_0 (T_2 - T_1)}_{\substack{\text{уп-е} \\ \text{Менг-көпінчөсүн}}} + \frac{5}{2} V_0 (T_3 - T_2) =$$

$$\frac{3}{2} (k P_0 V_0 - P_0 V_0) + \frac{5}{2} (k^2 P_0 V_0 - k P_0 V_0)$$

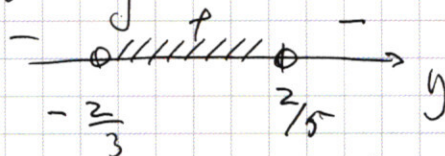
$$= \frac{3}{2} (k-1) P_0 V_0 + \frac{5}{2} k (k P_0 V_0 - P_0 V_0) =$$

$$= \frac{3}{2} (k-1) P_0 V_0 + \frac{5}{2} k (k-1) P_0 V_0 =$$

$$= \frac{P_0 V_0 (k-1)}{2} (3 + 5k)$$

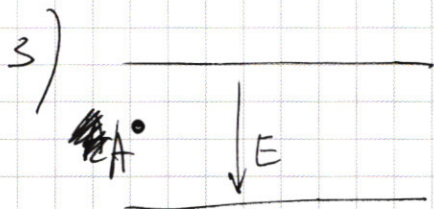
$$\eta = \frac{2(k-1) \cancel{P_0 V_0}}{\cancel{P_0 V_0} (k-1) (5k+3)} = \frac{2(k-1)}{5k+3} \quad 2k-2 = 5\eta k + 3\eta$$

$$2k - 5\eta k = 3\eta + 2 \quad k = \frac{3\eta + 2}{2 - 5\eta} \geq 0$$



$$0 \leq \eta < 40\% \quad \underline{\text{Отв: } 40\%}$$

Отв: 1) $\frac{Q_{23}}{c_{23}} = \frac{3}{5}$ 2) $5/2$ 3) $\eta \in [0; 40\%)$
 $\eta \rightarrow 40\%$
Отв: 40%



По 2-му сохр. энергии:

$$P = \frac{m v^2}{2}, \text{ где } P - \text{потенциальная}$$

Энергия частицы в начальном момент времени.

$$\varphi_A = E \cdot \frac{3}{4}d = \frac{1,5d}{yT^2} \cdot \frac{3}{4}d$$

Потенциал на бесконечности $= 0$.

$$\varphi_A = P$$

$$\frac{m v^2}{2} = \frac{1,5 d^2}{4 y T^2} \cdot 3$$

$$\frac{v^2}{2y} = \frac{1,5 d^2}{4 y T^2} \cdot 3$$

$$v^2 = \frac{1,5 \cdot 3}{2} \left(\frac{d}{T} \right)^2$$

$$v = \frac{3}{2} \left(\frac{d}{T} \right)$$

Ответ: 1) $v_1 = \frac{1,5d}{T}$ 2) $\frac{1,5d \varepsilon_0 S}{y T^2}$ 3) $\frac{3d}{2T}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 4 ДАНО:

$$C = 40 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$

$$U_1 = 25 \text{ В}$$

$$\mathcal{E} = 8 \text{ В}$$

$$L = 0,1 \text{ Гн}$$

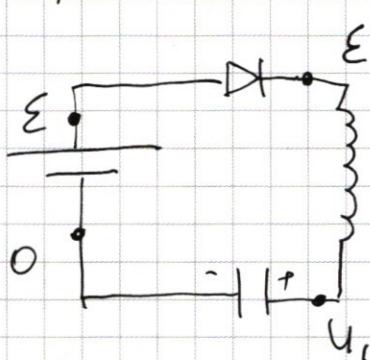
$$U_0 = 1 \text{ В}$$

1) I - ?

2) I_m - ?

3) U_2 - ?

Решение:



1) КонтрЭДС к катушке = $\Phi = L I$

$$\mathcal{E} - U_1 = L I$$

↑ кат. на ант

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

$$I = \frac{8 - 5}{0,1} = 40 \frac{\text{В}}{\text{Гн}}$$

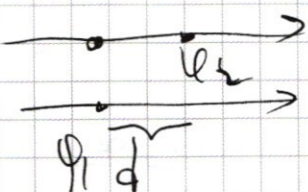
2) по ЗСЭ:

$$\frac{C U_1^2}{2} = \frac{L I_m^2}{2} \Rightarrow I_m = \sqrt{\frac{C}{L}} U_1$$

$$I_m = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1}} \cdot 25 = 20 \cdot 10^{-3} \cdot 25 = 100 \cdot 10^{-3} = 0,1 \text{ А}$$

3)

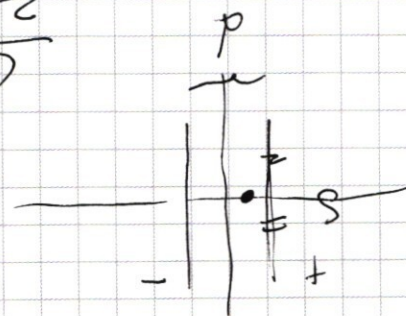
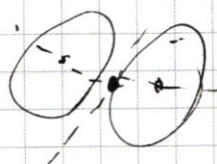
$$\begin{array}{r} 151 \\ 45 - 431 \\ \hline 16 \\ 270 \\ \hline 109 \\ 450 \\ \hline 289 \\ 450 \\ \hline 289 \\ 450 \\ \hline 1 \end{array}$$



$$U_1 - U_2 = E d$$

$$\frac{5032}{9}$$

$$\frac{5032}{9}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 4 Дано:

$$C = 40 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$

$$U_1 = 5 \text{ В}$$

$$\mathcal{E} = 8 \text{ В}$$

$$L = 0,1 \text{ Гн}$$

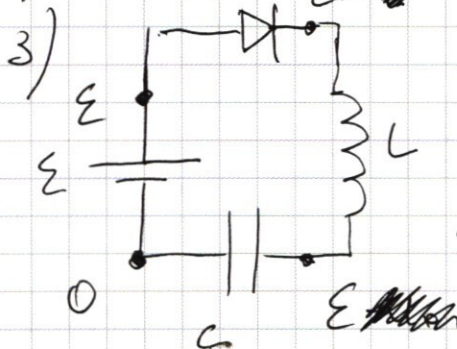
$$U_0 = 1 \text{ В}$$

1) $\dot{I}$ - ?

2) $\dot{I}_R$ - ?

3) $U_{\mathcal{E}}$ - ?

Решение:



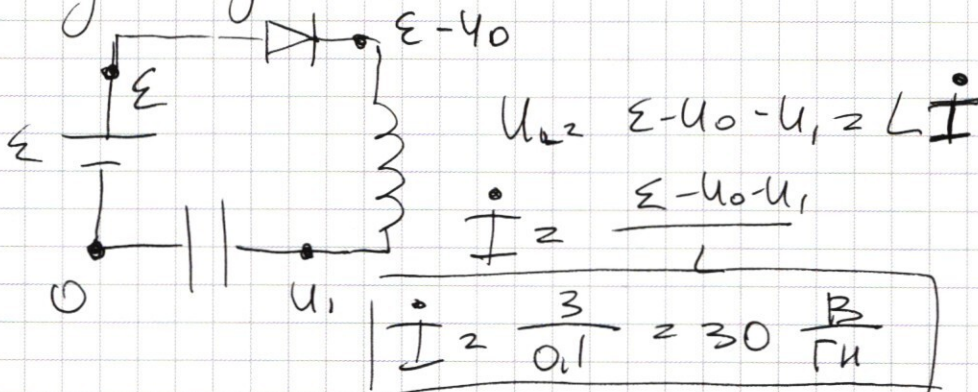
метод потенциалов

$$U_2 = \mathcal{E} - 0 = \mathcal{E}$$

$$U_2 = 8 = 8 \text{ В}$$

1) сразу после замыкания ключа напряжение на конденсаторе не меняется.

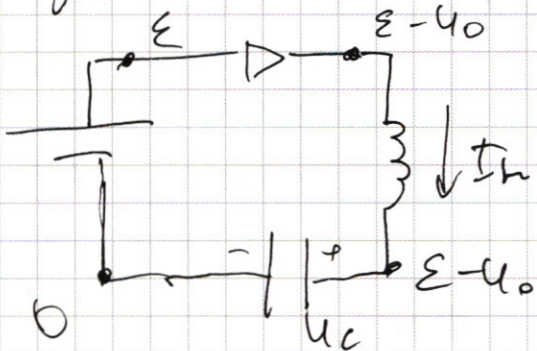
U_L - напряжение на катушке сразу после размыкания ключа найдем по методу потенциалов



2) По ЗСЗ:

$$\frac{CU_1^2}{2} + A_{\text{ист}} = \frac{LI_m^2}{2}, \quad A_{\text{ист}} - \text{работа источника}$$

Круги на максимум напряжений на конденсаторе



$$U_C = E - U_0 = 8 \text{ В}$$

$$\text{Бпо: } \begin{array}{c} -5C \\ \phi \end{array} \left| \right| \begin{array}{c} - \\ \phi \end{array}$$

$$\text{Стало } \begin{array}{c} -8C \\ \text{---} \end{array} \left| \right| \text{---}$$

$$\text{Угол заар ЗС} = (U_C - U_1)C$$

$$A_{\text{ист}} = E(U_C - U_1)C = 3EC$$

$$\frac{CU_1^2}{2} + 3EC = \frac{LI_m^2}{2}$$

$$I_m = \sqrt{\frac{CU_1^2 + 6EC}{L}}$$

$$I_m = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6} \cdot 25 + 6 \cdot 40 \cdot 10^{-6} \cdot 9}{0.1}}$$

$$= \sqrt{400 \cdot 10^{-6} (25 + 54)} = \sqrt{78 \cdot 400 \cdot 10^{-6}} = 20 \cdot 10^{-3} \sqrt{78}$$

$$= 0.02 \sqrt{78} \text{ А}$$

Ответ: 1) $30 \frac{\text{В}}{I_m}$ 2) $0.02 \sqrt{78} \text{ А}$ 3) 8 В

$$4) \text{ (1)} \quad v_{\text{орб}}^2 = 68^2 + 75^2 - 2 \cdot 68 \cdot 75 \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5}$$

$$= 68^2 + 75^2 - 2 \cdot 68 \cdot 75 \cdot \frac{12}{25}$$

$$= 68^2 + 75^2 - 8 \cdot 15 \cdot 32 \cdot 3 = 17^2 \cdot 2^4 + 3^2 \cdot 5^4 -$$

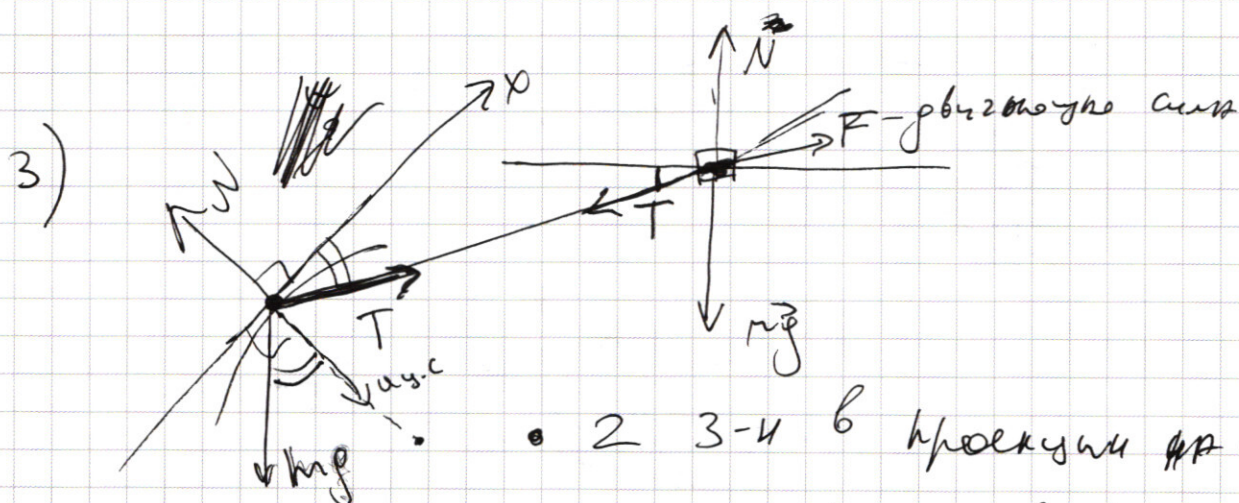
$$- 2 \cdot 8 \cdot 3^2 \cdot 5 = (17^2 - 2^4 \cdot 3^2 \cdot 5) 2^4 + 3^2 \cdot 5^4$$

$$= 2 \cdot (288 - 16 \cdot 45) 16 + 8 \cdot 25 \cdot 28 =$$

$$= -432 \cdot 16 + 625 \cdot 8$$

$$4) \text{ (1)} \quad v_{\text{орб}}^2 = 68^2 + 75^2 - 2 \cdot 68 \cdot 75 \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5}$$

$$= \sqrt{5929} = \sqrt{4624 + 5625 - 4320} = \sqrt{5929} \frac{\text{cm}}{\text{c}}$$



$$mg \sin \beta = T \cos \beta$$

$$T = \frac{mg \sin \beta}{\cos \beta}$$

$$T = 0,1 \cdot 10 \cdot \frac{3/5}{4/5} = \frac{3}{4} \text{ Н}$$

Ответ: 1) $75 \frac{\text{cm}}{\text{c}}$ 2) $\sqrt{5929} \frac{\text{cm}}{\text{c}}$
3) $\frac{3}{4} \text{ Н}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1 1) U - ?
2) $U_{огн}$ - ?

Дано:

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

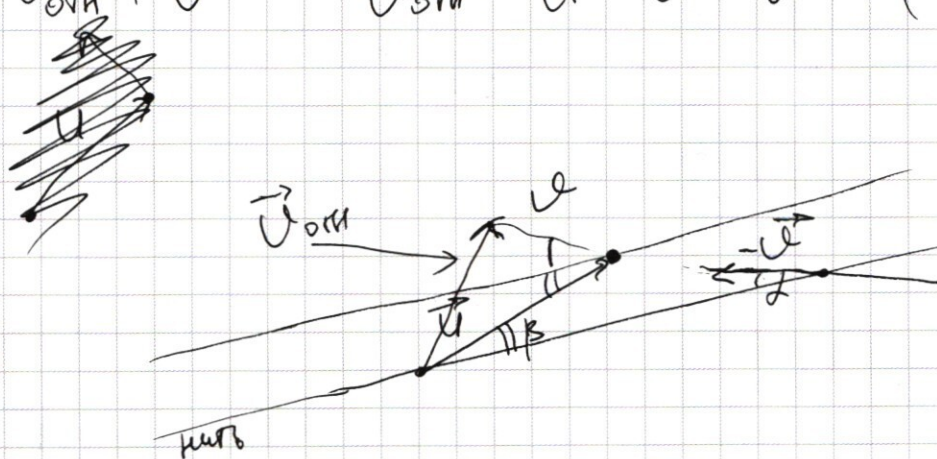
$$v = 68 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

1) Т.к. нить перпендикулярна: $U \cos \alpha = U \cos \beta$

$$U = \frac{U \cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$U = \frac{17}{68} \cdot \frac{15 \cdot 5}{17 \cdot 4} = 75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

2) $\vec{U} = \vec{U}_{огн} + \vec{v}$ $\vec{U}_{огн} = \vec{U} - \vec{v} = \vec{U} + (-\vec{v})$



По Пт косинусов: $\sin \beta = \frac{8}{17}$ $\sin \alpha = \frac{3}{5}$

$$U_{огн}^2 = U^2 + v^2 - 2Uv \cos(\alpha + \beta) \quad (1)$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$$

$$= \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} = \frac{3 \cdot 4}{17} - \frac{8 \cdot 3}{17 \cdot 5} = \frac{3}{17} \left(4 - \frac{8}{5} \right) = \frac{3}{17} \cdot \frac{12}{5}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\left(\frac{2k-2}{5k+3} \right)' k^2 = \frac{\cancel{2(5k+3)} - 10(k-1)}{(5k+3)^2}$$

$$10k+6-10k+10=16$$

$$2(5k+3) - 5 \cdot 2(k-1)$$

$$\begin{array}{r} 2(5k+3) - 10(k-1) \\ 10k+6-10k+10= \\ \underline{16} \end{array} \cdot 20$$

$$\frac{(k-1)^2 P_0 U_0}{\frac{3}{2}(k-1) P_0 U_0 + \frac{3}{2}(k^2 P_0 U_0 - k P_0 U_0)} = \frac{(k-1)^2 P_0 U_0}{(k-1) P_0 U_0 + k(k-1) P_0 U_0}$$

$$\frac{6 \cdot 2}{25+3} = \frac{12}{28}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{(k-1)^2 P_0 U_0}{\frac{3}{2}(k-1) P_0 U_0 + \frac{3}{2}k(k-1) P_0 U_0 + k P_0 (k-1) U_0} \\ &\sim \frac{(k-1)^2}{\frac{3}{2}(k-1) + \frac{3}{2}k(k-1) + k(k-1)} \end{aligned}$$

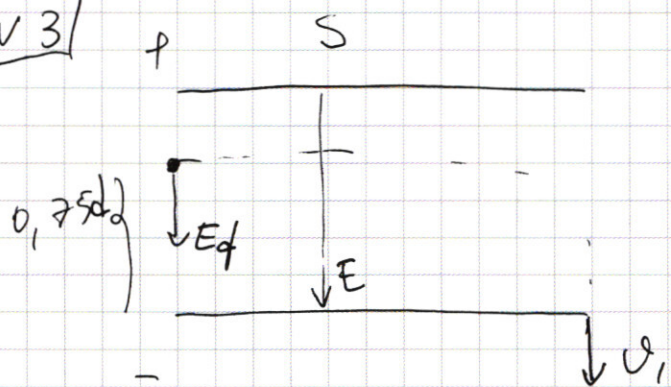
$$\frac{k-1}{2} (3+5k)$$

$$\begin{aligned} 2(k+1) &\leq 500k+300 \\ - & \\ &= 488k \end{aligned}$$

$$2(k-1) \leq 500k+300$$

$$\begin{aligned} 2k-2 &\leq 500k+300 \\ -302 &\leq 488k \end{aligned}$$

N 3



Решо: $\frac{q}{m} = y, T, d$

- 1) U_1 - ?
- 2) q - ?
- 3) U_2 - ?

Решение:

2) По 23к: $E d = m a$, где a - ускорение частицы.

(1) $U_1 = a T = E \frac{q}{m} T = E y T$, E - напряженность электрического поля конденсатора.

• Для кинематики:

$0,75 d = \frac{U_1^2}{2 a}$ - движение равноускоренное - это среднее из 23к $a = \frac{U_1^2}{1,5 d}$

$0,75 d = \frac{a T^2}{2} \Rightarrow a = \frac{1,5 d}{T^2}$ (2)

из (1) и (2) $\Rightarrow U_1 = \frac{1,5 d}{T^2} T = \frac{1,5 d}{T}$

2) $E = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$, (1) $E y T = U_1 = \frac{1,5 d}{T} \Rightarrow$

Q - заряд конденсатора

$E = \frac{1,5 d}{y T^2} = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \Rightarrow$

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

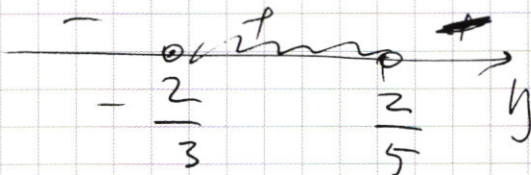
3) На бесконечно большой плоскости конденсатора частица будет двигаться со скоростью

$$2k - 2 = 5\eta k + 3\eta$$

$$2k - 5\eta k = 3\eta + 2$$

$$k(2 - 5\eta) = 3\eta + 2$$

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



40 %

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

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

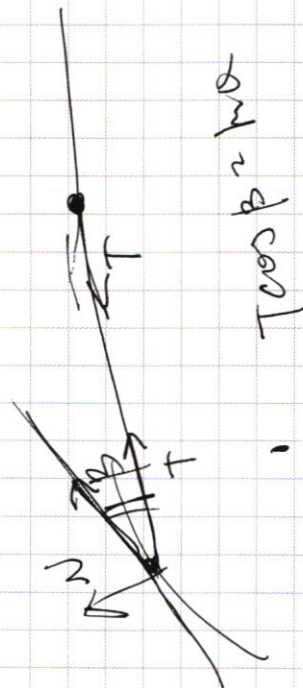
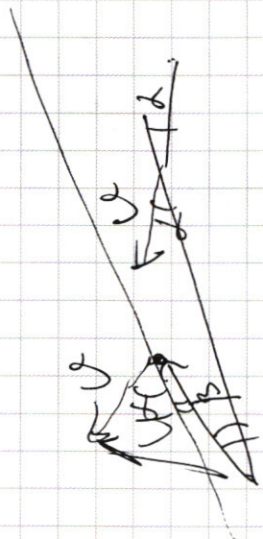
$$\frac{2\eta - 1}{5\eta + 3} = \eta$$

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

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

$$6 = 10k - 10$$

$$68^2 + 25^2 - 2 \cdot 68 \cdot 25 \cos(\alpha + \beta)$$



$$\cos \beta = \frac{m}{d}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 4 ДАНО:

$$C = 40 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$

$$U_1 = 5 \text{ В}$$

$$\mathcal{E} = 8 \text{ В}$$

$$L = 0,1 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

1) $I = ?$

2) $I_m = ?$

3) $U_2 = ?$

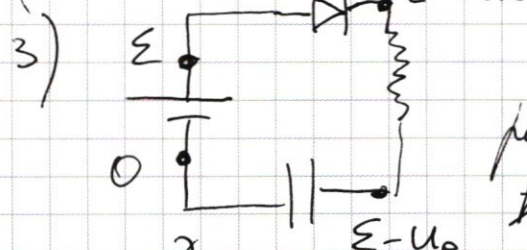
Решение:

1) Сразу после замыкания ключа напряжение на конденсаторе скачком уменьшается и диод закроется.

2) по ЗСЭ: $\frac{U_1^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2} \rightarrow$

$$\Rightarrow I_m = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1}} = 0,1 \text{ А}$$

$$(I_m = \sqrt{\frac{C}{L}} U_1)$$



Менее
удобно
логичнее

В установившемся
режиме ~~напряжение на конденсаторе равно нулю~~
напряжение на
катушке $= 0$.

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

$$U_2 = 8 \text{ В}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\cos(11^\circ) \approx \frac{15^3}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} \approx \frac{3}{17} \left(4 - \frac{8}{5} \right) \approx$
 $\approx \frac{3}{17} \cdot \frac{12}{5} = \frac{36}{85} \approx 0.4235$

$2 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 12 = 120 \cdot 3 \cdot 12 = 360 \cdot 12 = 4320$

$$\begin{array}{r} 68 \\ 68 \\ \hline 544 \\ 408 \\ \hline 4624 \end{array}$$

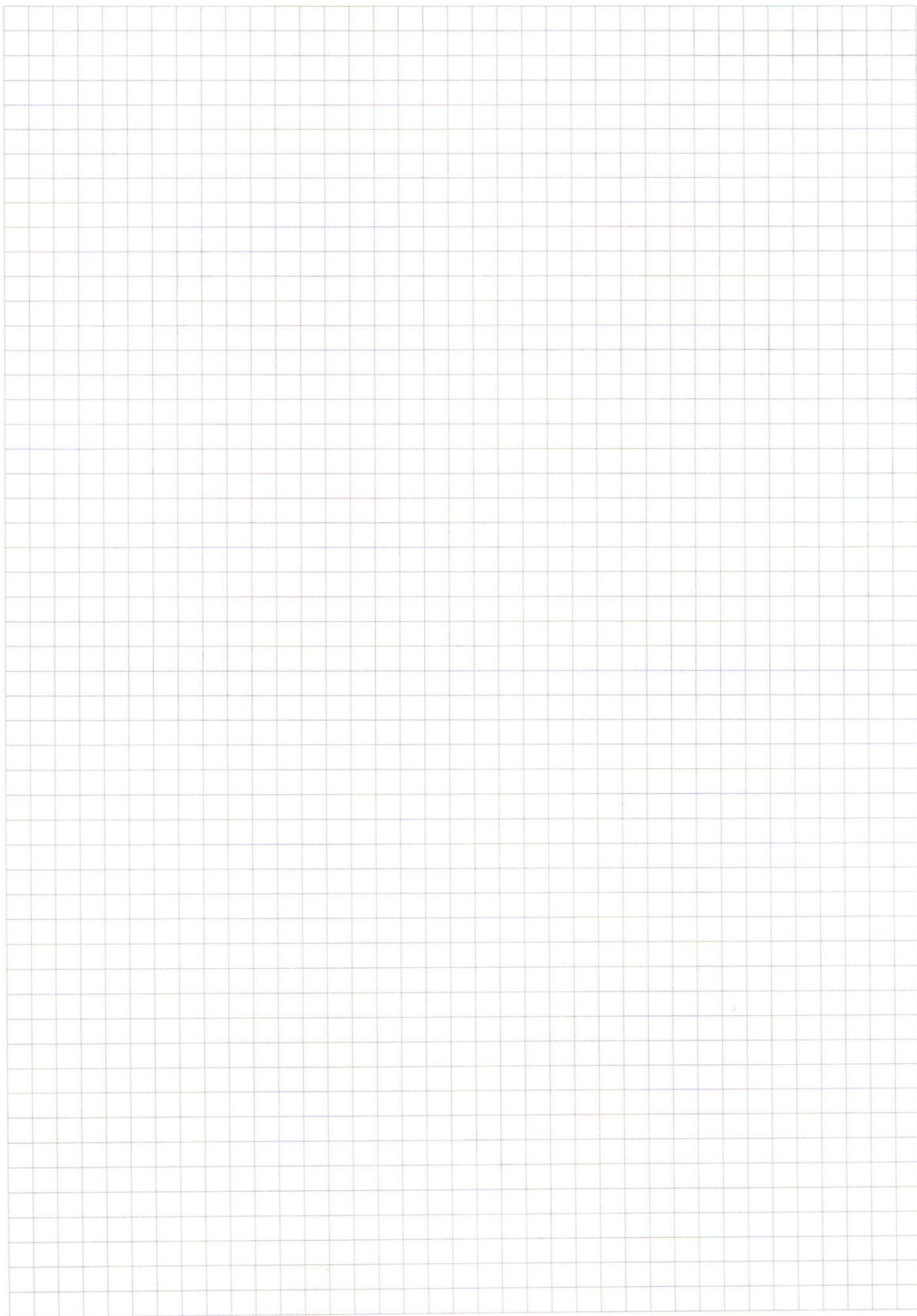
$$\begin{array}{r} 36 \\ 12 \\ \hline 72 \\ 36 \\ \hline 4320 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ 12 \\ \hline 172 \\ 36 \\ \hline 4320 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 2 \\ 75 \\ 75 \\ \hline 375 \\ 525 \\ \hline 5625 \\ 304 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5625 \\ 304 \\ \hline 5929 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4624 \\ 4320 \\ \hline 304 \end{array}$$



☐ 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)

