

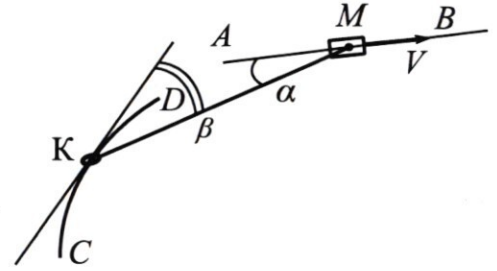
# Олимпиада «Физтех» по физике, (

## Вариант 11-02

Класс 11

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

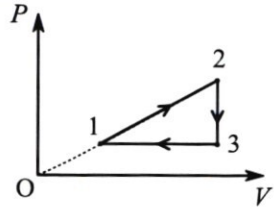
1. Муфту М двигают со скоростью  $V = 40$  см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой  $m = 1$  кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом  $R = 1,7$  м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной  $l = 17R/15$ . Система находится в одной горизонтальной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

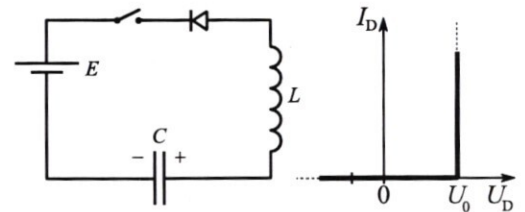


3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния  $d$  между обкладками. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью  $V_1$  и останавливается между обкладками на расстоянии  $0,2d$  от положительно заряженной обкладки. Удельный заряд частицы  $\frac{q}{m} = \gamma$ .

- 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.

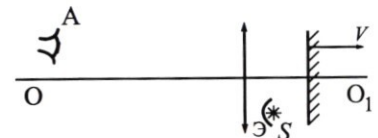
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника  $E = 3$  В, конденсатор емкостью  $C = 20$  мкФ заряжен до напряжения  $U_1 = 6$  В, индуктивность идеальной катушки  $L = 0,2$  Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода  $U_0 = 1$  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  $\alpha$  к оси  $OO_1$  движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
- 3) Найти скорость изображения в этот момент.





## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$|\vec{V}| = 40 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$R = 1,8 \text{ м}$$

$$L = \frac{14}{15} R$$

1)  $\vec{U}$  - ?

Трос, предположительно,

нерастяжимый, значит, предельные скорости всех его точек на него равны:

$$|\vec{U} \cos \beta| = |\vec{V} \cos \alpha| \Rightarrow |\vec{U}| = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{40 \cdot \frac{3}{5}}{\frac{8}{15}} = \frac{40 \cdot 3 \cdot 15}{40 \cdot 8} \frac{\text{см}}{\text{с}} = 51 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$\vec{U}$  направлен под углом  $\beta$  к тросу.  $|\vec{U}| = 51 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

2)  $|\vec{v}_{\text{отн.}}|$  - ?

Перейдем в с.о. муфты. В этой с.о. скорость кольца  $\vec{U}$  будет векторной. Нарисуем векторный треугольник скоростей.



$\phi = \alpha + \beta$ . Тогда  $|\vec{v}_{\text{отн.}}|$  найдем по th. косинусов.

$$v_{\text{отн.}}^2 = V^2 + U^2 - 2VU \cos(\alpha + \beta) =$$

$$= V^2 + U^2 - 2VU (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta) =$$

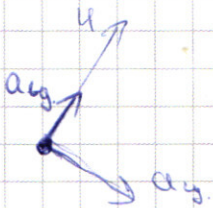
$$= V^2 + U^2 + 2VU \cdot \frac{36}{85} = (1600 + 2601 + 4080 \cdot \frac{36}{85}) \frac{\text{см}^2}{\text{с}^2} \approx$$

$$\approx (1600 + 2600 + 1630) \frac{\text{см}^2}{\text{с}^2} = 5830 \frac{\text{см}^2}{\text{с}^2}; v_{\text{отн.}} = \sqrt{5830} \frac{\text{см}}{\text{с}} \approx 76 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

3) ~~Т-?)~~  $|\vec{V}_{отн.}| \approx 26 \frac{см}{с}$ ; направлено под углом  $(-2 + 130^\circ)$  к АВ

3) Т-?)

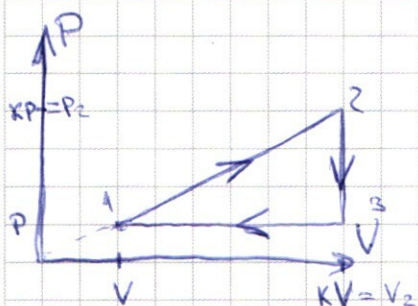
Рассмотрим силы, действующие на кольцо ~~в данной плоскости~~ в данной плоскости.



~~$m a_{y_2} = F \cos \alpha$~~

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2



Процесс 12 имеет прямо пропорц.  
зависимость давления от объема,  
значит,  $\frac{P}{V} = \frac{P_2}{V_2} \Rightarrow P_2 = kP$  где  $k$  - konst.  
 $V_2 = kV$ ; площадь  
ко эллипсу.

1)  $\frac{C_{23}}{C_{31}} \rightarrow$

Для процесса 23 верно, что

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = C_{23} \nu \Delta T \Rightarrow C_{23} = \frac{3}{2} R$$

Для процесса 31 верно, что

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T = C_{31} \nu \Delta T \Rightarrow C_{31} = \frac{5}{2} R$$

$$\left| \frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3}{5} \right|$$

2)  $\frac{Q_{12}}{A_{12}} \rightarrow$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{P+kP}{2} V(k-1) + \frac{3}{2} PV(k^2-1) =$$

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

$$A_{12} = \frac{PV(k^2-1)}{2} \Rightarrow \left[ \frac{Q_{12}}{A_{12}} = \frac{2PV(k^2-1)}{\frac{PV(k^2-1)}{2}} = 4 \right]$$

$$3) \quad \eta = 1 - \frac{|Q_{23}| + |Q_{13}|}{|Q_{12}|}$$

$$|Q_{23}| = (k^2 - k) \frac{PV}{JR} \Rightarrow |Q_{23}| = \frac{3}{2} PV(k^2 - k)$$

$$|Q_{31}| = \frac{5}{2} JR \left( k \frac{PV}{JR} - \frac{PV}{JR} \right) = \frac{5}{2} PV(k - 1)$$

$$\eta = 1 - \frac{3PV(k-1)k + 5PV(k-1)}{4PV(k-1)(k+1)} = 1 - \frac{3k+5}{4k+4}$$

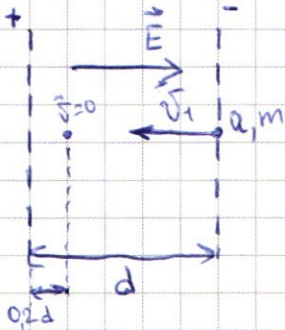
~~$\eta$~~   $\eta = \eta_{\max}$  при  $\left( \frac{3k+5}{4k+4} \right)$  минимумом.

$$\left( \frac{3k+5}{4k+4} \right)' = \frac{3(4k+4) - (3k+5)4}{(4k+4)^2} = \frac{12k+12 - 12k - 20}{(4k+4)^2} = \frac{-8}{(4k+4)^2} < 0$$

Мы видим, что  $\eta$  больше тогда, когда коэффициент  $k$  становится больше, т.к. производная имеет постоянный знак.

$$\eta_{\max} = \lim_{k \rightarrow \infty} \left( 1 - \frac{3k+5}{4k+4} \right) = \frac{1}{4}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



№3

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

Частица заряжена положительно и останавливается внутри конденсатора, значит, поле  $\vec{E}$ , создаваемое обкладками конденсатора, направлено против скорости частицы, а значит частица вылетает со стороны отрицательной обкладки.

1) Т-? Поле в конденсаторе можно считать однородным и постоянным вблизи оси симметрии, а значит, ускорение частицы в конденсаторе постоянно.

$$v_1 - aT = 0 \Rightarrow a = \frac{v_1}{T}$$

$$0,8d = v_1 T - \frac{aT^2}{2} = \frac{v_1 T}{2} \Rightarrow T = \frac{1,6d}{v_1}$$

2)  $U_{\text{к}} - ?$   $U = Ed$ ;  $F = ma = Eq$  (по II зн. Ньютона)

Тогда  $E = \frac{m}{q} a = \frac{m}{q} \cdot \frac{v_1}{T} = \gamma \frac{v_1}{T}$ . подставим T из п. 1:

$$\gamma \frac{v_1}{T} = E = \frac{\gamma v_1^2}{1,6d}$$

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

3). Поле  $\vec{V}_0$  - ?

Поле за обкладками конденсатора можно считать нулевым, т.к. отрицательная и положительная обкладки в этой области создают противоположные поля, как равные по модулю. Значит, разгон частицы будет происходить внутри конденсатора.

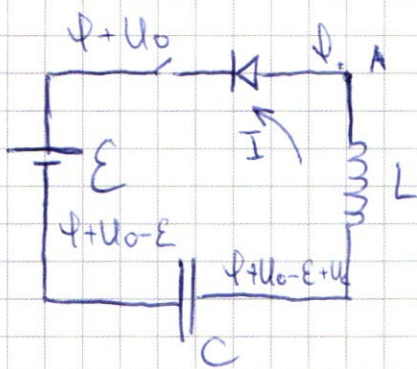
Из ЗСЭ можно показать, что работа поля конденсатора на момент вылета частицы из него равна нулю, т.к. поле тормозило и разогнало частицу одинаковое время  $T$ .

Значит,  $|\vec{V}_0| = |\vec{V}_1|$ ,  $\vec{V}_0 = -\vec{V}_1$

~~Или~~



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



№4

$$C = 20 \text{ мкФ}, U_1 = 6 \text{ В}$$

$$E = 3 \text{ В}; L = 0,2 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

Из ВАХ диода видно, что на нём либо есть падение напряжения на величину  $U_0$  и ток через него идёт, либо, если напряжения не достаточно, ток не идёт.

1)  $I'$  - ? в момент  $t=0$ .

Пусть потенциал в т. А =  $\varphi$ , тогда после диода потенциал будет  $\varphi - U_0$ , после источника -  $\varphi - U_0 - E$ ; после конденсатора -  $\varphi - U_0 - E + U_C$ .

$$\text{Тогда } U_C = U_0 - E + U_C = LI' \Rightarrow I' = \frac{U_0 - E + U_C}{L} = 10 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

2)  $I_{\text{max}}$  - ? Ток максимален тогда, когда  $I' = 0$ .

$$-U_0 - E + U_C = 0 \Rightarrow U_C = E + U_0 = 4 \text{ В}$$

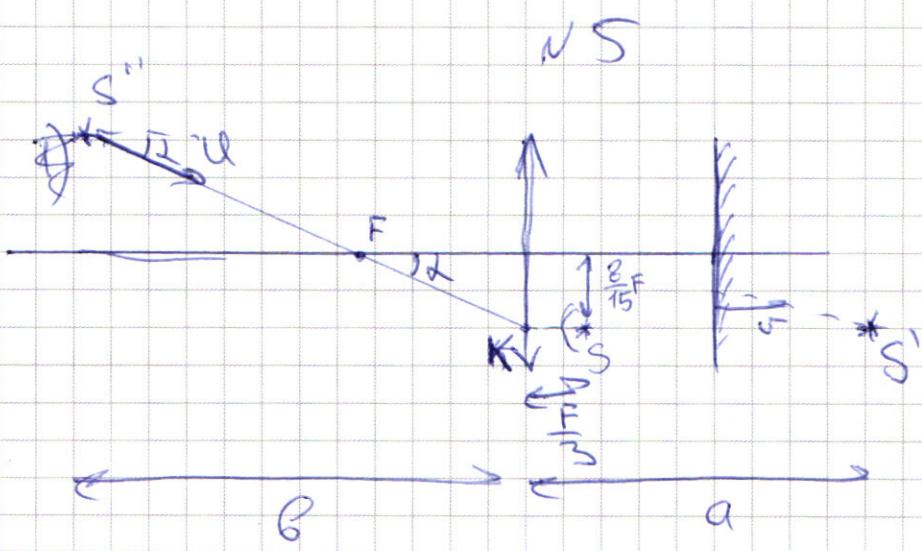
$$\frac{CU_C^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{CU_0^2}{2} \Rightarrow I = \sqrt{\frac{C(U_0^2 - U_C^2)}{L}} = \sqrt{\frac{20 \cdot (1^2 - 4^2)}{0,2}}$$

$$= \sqrt{2000} \text{ мА} = \approx 44,7 \text{ мА}$$

3)  $\mathcal{E} \neq 0$   $U_2$  -?

$I = 0; I' = 0 \Rightarrow \mathcal{E} = -U_0 + U_2$

$U_2 = \mathcal{E} + U_0 = 4B$



1)  $b$  -?  $\frac{ab}{a+b} = F \Rightarrow b = \frac{Fa}{a-F} = \frac{5}{2} F$

2) вектор  $\vec{U}$  перпендикулярен на прямой  $S''K$

$\text{tg } \alpha = \frac{8}{15}$

3)  $a' = 2\sqrt{}$ , т.к.  $S'$  - отражение в зеркале которое движется в 2 раза быстрее зеркала.

$a' = \frac{Fb'(b-F) - b'(Fb)}{(b-F)^2}$  (взял преобразование от формулы тонкой линзы)

$b' = 2\sqrt{ } \cdot \frac{(b-F)^2}{F^2} = \frac{9}{2}\sqrt{ }$

$U = \frac{b'}{\cos \alpha}; \cos \alpha = \frac{8}{17} \Rightarrow U = \frac{17 \cdot 9}{2 \cdot 8} = \frac{153}{16} \approx 9,56$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{8}{15} = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} \Rightarrow \sqrt{\frac{\cos^2 \alpha}{1 - \cos^2 \alpha}} = \frac{64}{225}$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{64}{225} - \frac{64}{225} \cos^2 \alpha$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ \times 15 \\ \hline 75 \\ + 225 \\ \hline 225 \\ \hline 225 \\ \hline 0 \end{array}$$

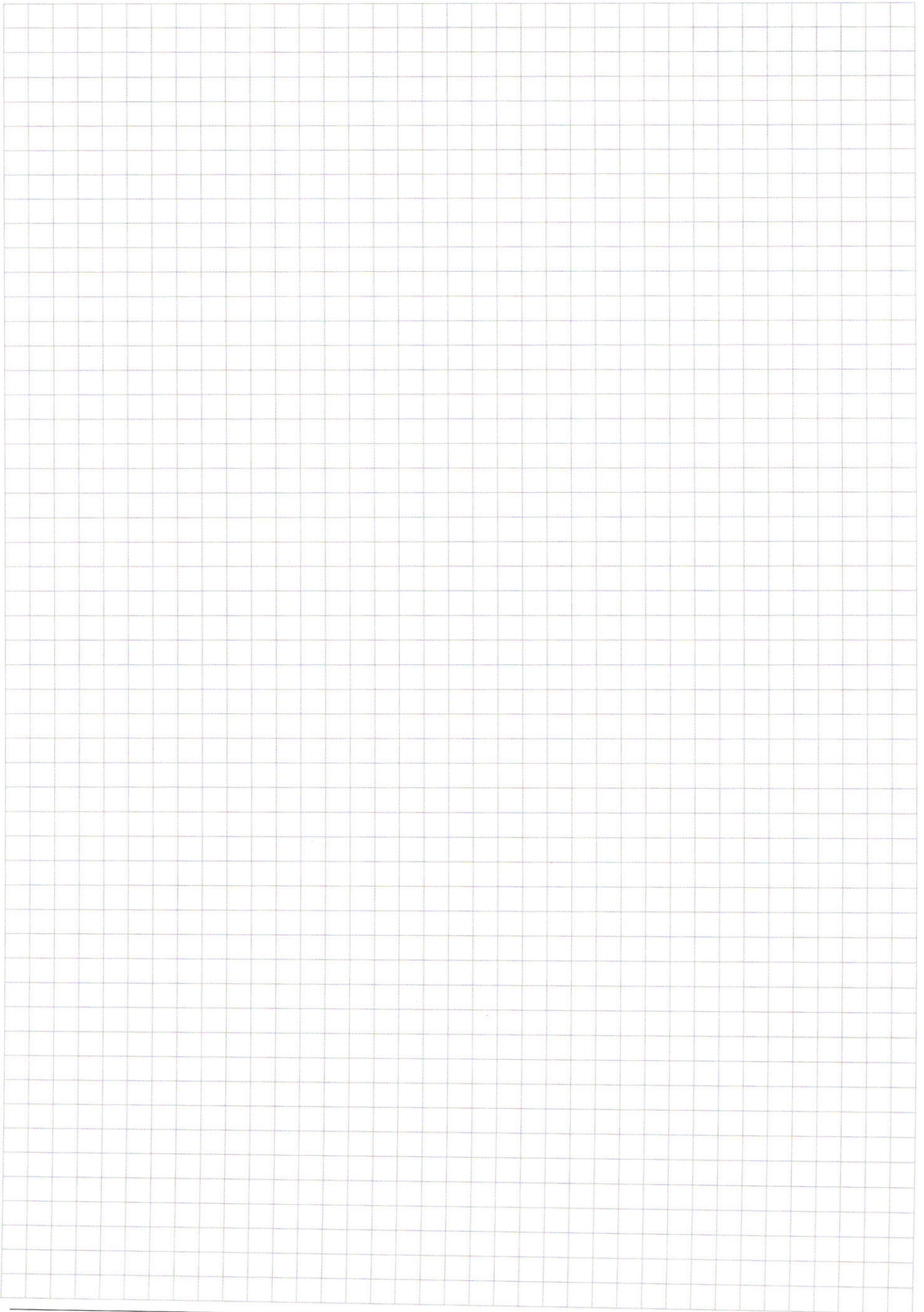
$$\frac{289}{225} \cos^2 \alpha = \frac{64}{225}$$

$$\cos^2 \alpha = \sqrt{\frac{64}{289}} = \frac{8}{17}$$

$$289$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 17 \\ \hline 119 \\ + 119 \\ \hline 289 \end{array}$$

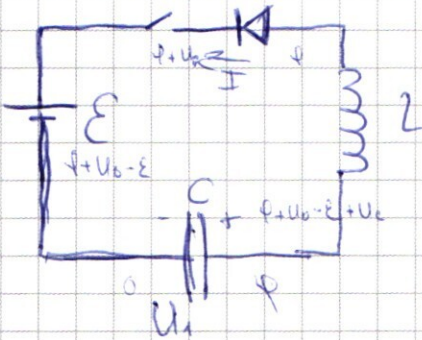
$$u = \vec{J} \times \cos \alpha = \frac{9}{\sqrt{2}} \cdot \frac{8}{17} \vec{J} = \frac{9 \cdot 4}{17} = \frac{36}{17} \vec{J}$$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №       
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



№4  
 $E = 3 \text{ В}$   
 $C = 20 \text{ мкФ}$   
 $U_0 = 6 \text{ В}$   
 $L = 0,2 \text{ Гн}$   
 $U_0 = 1 \text{ В}$



$$\mathcal{E} = -U_c + U_0 = LI' \Rightarrow U_c = LI' - U_0 \Rightarrow I = \frac{U_c - \mathcal{E}}{L}$$

$$\mathcal{E} - U_0 - \mathcal{E} + U_c = LI' \Rightarrow I' = \frac{U_0 - \mathcal{E} + U_c}{L}$$

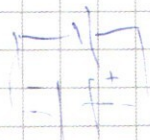
$$I' = 0 \Rightarrow U_c = \mathcal{E} - U_0$$

$$W_0 = \frac{CU_0^2}{2}; \quad W_0 = \frac{C(\mathcal{E} - U_0)^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{CU_0^2}{2}$$

$$C(\mathcal{E} - U_0)^2 = LI^2$$

$$CU_0^2 - C(\mathcal{E} - U_0)^2 = LI^2 \Rightarrow \sqrt{\frac{C(U_0^2 - (\mathcal{E} - U_0)^2)}{L}} = I_{\text{max}}$$

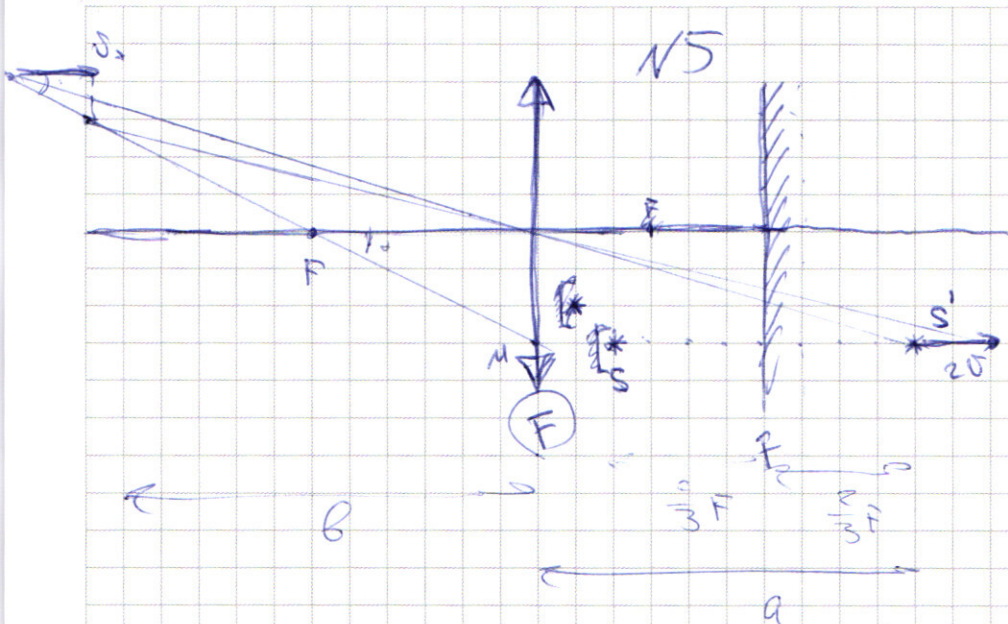
$$I = 0; \quad I' = 0 \Rightarrow \mathcal{E} - U_0 + U_c = 0 \Rightarrow U_c = U_0 - \mathcal{E}$$



$$\varphi = U_0 - \mathcal{E} + U_c = 0 \Rightarrow U_c = \mathcal{E} - U_0$$

$$I' = 0$$

100 pF 200 pF  
200 pF 100 pF



$$1) \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{ab}{a+b} = F \Rightarrow ab = Fa + Fb$$

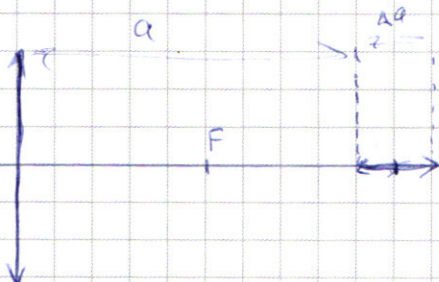
$$b(a-F) = Fa \Rightarrow b = \frac{Fa}{a-F} = \frac{1 \cdot \frac{5}{3}}{\frac{5}{3} - 1} = \boxed{\frac{5}{2} F} = b$$

2) на TP. FM  $\text{верт.}$   $\text{цент.}$   $U^*$

$$\tan \alpha = \frac{8}{15}$$

3)

$a'$



$$\ominus 20 \cdot \left(2 - \frac{3}{2}\right) \left(\frac{3}{2}\right)^2 = \frac{g}{4} \cdot 20 \cdot$$

$$= \frac{g}{2} \sqrt{a \cdot a}$$

$\frac{1}{2}$

$\frac{1}{2}$

$$b = \frac{Fa}{a-F} = \frac{11}{\frac{5}{3}} = \frac{11}{5}$$

$$\frac{5}{2} - \frac{11}{5} = \frac{25}{10} - \frac{22}{10} = \frac{3}{10}$$

$$a' = 2\sqrt{\quad} \Rightarrow \text{или } a = \frac{Fb}{b-F}; a' = \frac{Fb'(b-F) + b'(Fb)}{(b-F)^2} =$$

$$b' = \frac{25(b-F)^2}{F^2} = 25 \Rightarrow b' \cdot \frac{F(b-F) - Fb}{(b-F)^2} = \frac{F^2}{(b-F)^2} \cdot b' = 25$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

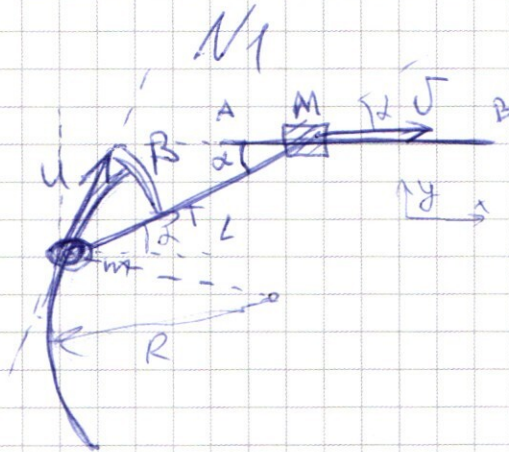
3) Система в вакууме

$$v = 40 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$R = 1,5 \text{ м}$$

$$L = \frac{1}{15} R$$



$$\begin{array}{r} 1600 \\ + 2600 \\ + 1830 \\ \hline 5830 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 45 \\ \times 45 \\ \hline 225 \\ 180 \\ \hline 2025 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 76 \\ \times 76 \\ \hline 456 \\ 532 \\ \hline 5776 \end{array}$$

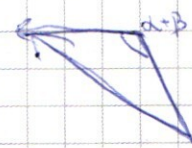
1)  $u$  -?  $u \cos \beta = v \cos \alpha \Rightarrow u = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta}$

2)  $u_{\text{отн.}}$  -? Скорость кольца отн. МГУРТУ -?



$$u_{\text{отн. x}} = u \cos(\beta + \alpha) - v$$

$$u_{\text{отн. y}} = u \sin(\beta + \alpha)$$



$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 31 \\ \hline 154 \\ 310 \\ \hline 434 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 55 \\ \hline 70 \\ 770 \\ \hline 770 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 60 \\ \times 14 \\ \hline 240 \\ 840 \\ \hline 840 \end{array}$$

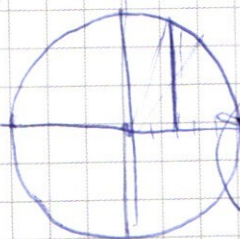
$$u_{\text{отн.}} = \sqrt{(u \cos(\beta + \alpha) - v)^2 + (u \sin(\beta + \alpha))^2}$$

3)  $T$  -?

$$\frac{3}{5} \cdot \frac{8}{14} = \frac{24}{85}$$

$$\sin \alpha = \frac{4}{5} \Rightarrow \frac{12}{14} = \frac{60}{85}$$

$$\sin \beta = \frac{15}{14}$$



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

$$\begin{array}{r} 816 \\ \times 2 \\ \hline 1632 \end{array}$$

$$\frac{816 \cdot 36}{14} \approx 816 \cdot 2$$

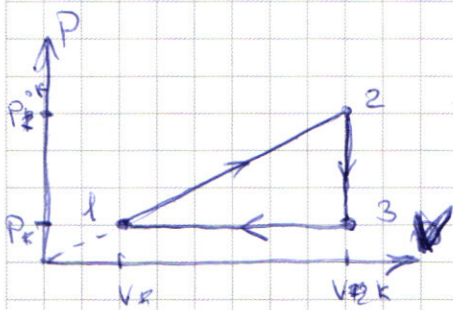
$$\frac{255}{5} = 51$$

$$\frac{40 \cdot 15}{100} = \frac{216}{100}$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ \times 51 \\ \hline 255 \\ 510 \\ \hline 2601 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 60 \\ \times 24 \\ \hline 240 \\ 1200 \\ \hline 1440 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ \times 14 \\ \hline 60 \\ 140 \\ \hline 210 \end{array}$$



$\sqrt{2}$

1)  $\frac{C_{23}}{C_{31}} = ?$

2)  $\frac{Q_{12}}{A_{12}} = ?$

3)  $\eta_{\text{max}} = ?$

1)  $23: \begin{cases} Q_{23} \\ Q_{31} \end{cases} = A_{23} + \Delta U_{23} = P_3 \Delta V_{23} = C_{\Delta T} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T \Rightarrow C_{23} = \frac{3}{2} R$   
 $Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T = C_{31} \Delta T \Rightarrow C_{31} = \frac{5}{2} R$

$$\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3}{5}$$

2)  $Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{(P_1 + P_2) \cdot V_1 (k-1)}{2} + \frac{3}{2} \nu R \Delta T$   
 $\Delta T = \frac{k^2 PV}{\nu R} - \frac{PV}{\nu R} = \frac{PV}{\nu R} (k^2 - 1)$

$$Q_{12} = \frac{P_1 (1+k)}{2} \cdot V_1 (k-1) + \frac{3}{2} PV (k-1) (k+1)$$

$$Q_{12} = \frac{PV (k^2 - 1)}{2} + \frac{3}{2} PV (k^2 - 1) = 2PV (k^2 - 1)$$

$$\frac{Q_{12}}{A_{12}} = \frac{2PV (k^2 - 1)}{\frac{PV (k^2 - 1)}{2}} = 4$$

3)  $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{Q_{12} - (Q_{23} + Q_{31})}{Q_{12}}$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T; \quad \Delta T = \frac{k^2 PV}{\nu R} - \frac{kPV}{\nu R} = (k^2 - k) \frac{PV}{\nu R}$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} PV \cdot (k^2 - k)$$

$$Q_{31} = \frac{5}{2} \nu R \left( \frac{kPV}{\nu R} - \frac{PV}{\nu R} \right) = \frac{5}{2} PV (k-1)$$

$$Q_{12} = 2PV (k^2 - 1)$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\sqrt{2}$  преобразуется.

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

$$= \frac{2(k^2-1) - \frac{3}{2}(k^2-k) - \frac{5}{2}(k-1)}{2(k^2-1)} = \frac{4k^2-4-3k^2+3k-5k+5}{4k^2-4}$$

$$\eta = \frac{k^2-2k+1}{4k^2-4}; \quad \eta' = \frac{(2k-2) \cdot (4k^2-4) - 8k(k^2-2k+1)}{(4k^2-4)^2} = 0$$

$$\cancel{(k-1)} \cdot \cancel{(2k-2)} - 2$$

$$(k-1)(k^2-1) - k(k^2-2k+1) = 0$$

$$8k^3 - 8k - 8k^2 + 8 - 8k^3 + 16k^2 - 8k = 0 \quad | :8$$

$$\cancel{k^3} - k - k^2 + 1 - \cancel{k^3} + 2k^2 - k = 0$$

$$k^2 - 2k + 1 = 0$$

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

$$= \frac{4k+4-3k-5}{4(k+1)} = \frac{k-1}{4(k+1)}; \quad \eta' = \frac{4(k+1) - 4(k-1)}{(4(k+1))^2} = 0$$

$$4k+4-4k$$

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

$$\eta = 1 - \frac{\frac{3}{2} (k^2 - k) + \frac{5}{2} (k-1)}{2(k^2 - 1)} = 1 - \frac{3(k-1)k + 5(k-1)}{4(k-1)(k+1)}$$

$$= 1 - \frac{3k+5}{4k+4} \Rightarrow \eta_{\max} = \frac{1}{4}$$

$$\left(\frac{3k+5}{4k+4}\right)' = \frac{3(4k+4) - 4(3k+5)}{(4k+4)^2} \Rightarrow$$

$$\frac{12k+3-12k-20}{(4k+4)^2} = \frac{-17}{(4k+4)^2}$$

3

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



1) T = ?

$$\delta_1 - aT = 0 \Rightarrow \delta_1 = aT \Rightarrow a = \frac{\delta_1}{T}$$

$$0,8d = \delta_1 T - \frac{aT^2}{2} = \delta_1 T - \frac{\frac{\delta_1}{T} \cdot T^2}{2} = \delta_1 T - \frac{\delta_1 T}{2} = \frac{\delta_1 T}{2}$$

$$T = \frac{1,6d}{\delta_1}$$

$$2) a = \frac{\delta_1}{T} = \frac{qE}{m} = \gamma \Rightarrow E = \frac{\delta_1}{\gamma T} = \frac{\delta_1}{\gamma \cdot \frac{1,6d}{\delta_1}} = \frac{\delta_1^2}{1,6d\gamma}$$

$$3) \delta_1 = \delta_0$$

$$E = \frac{\delta_0^2}{1,6d\gamma} = \frac{\delta_0^2}{1,6d} \left( \frac{1}{\gamma} \right) \Rightarrow \frac{\delta_0^2}{1,6d} = \frac{1}{\gamma} (\delta_0 - U_c)$$

$$U_c = \delta_0 - E - U_0$$



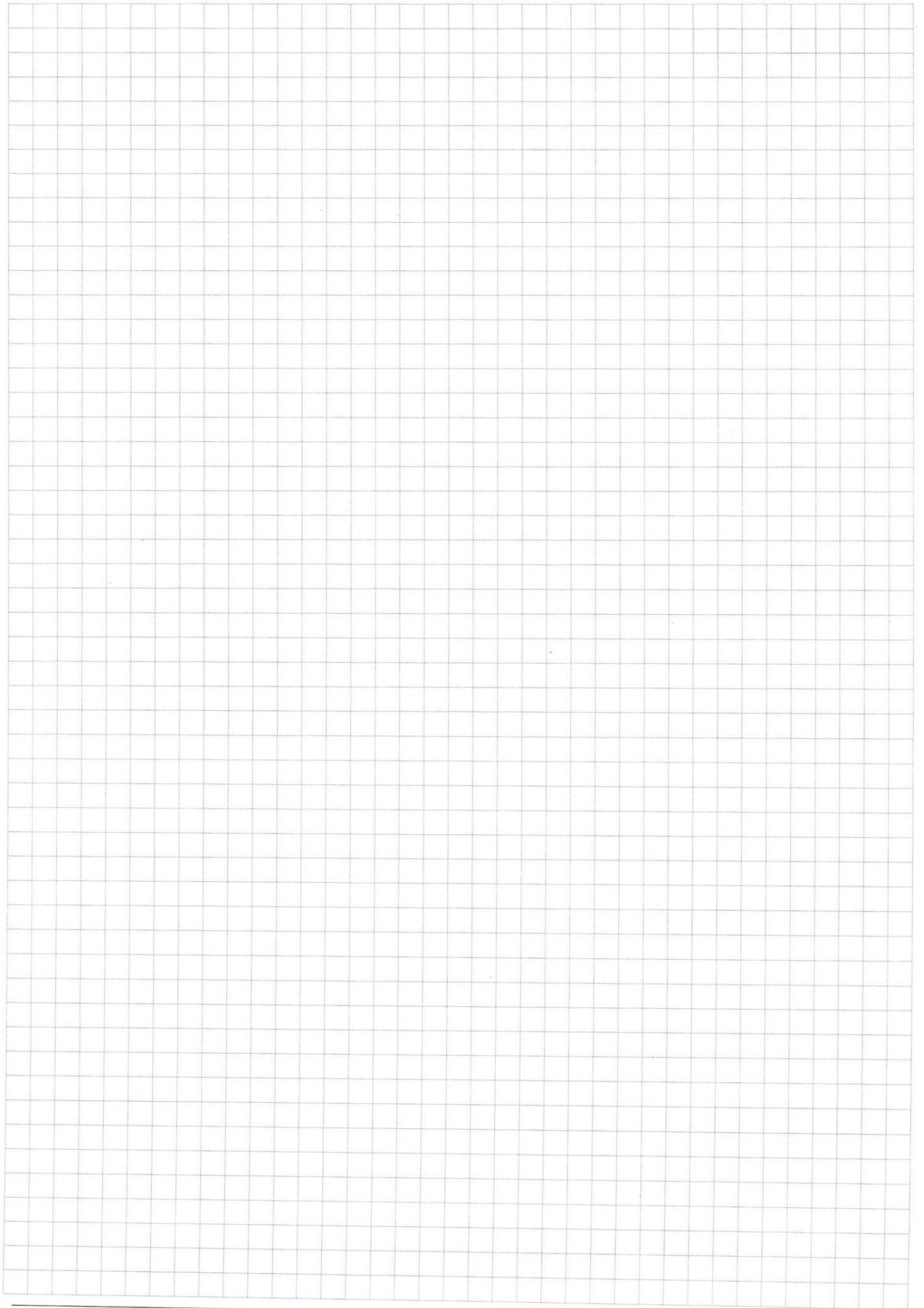
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

«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)