

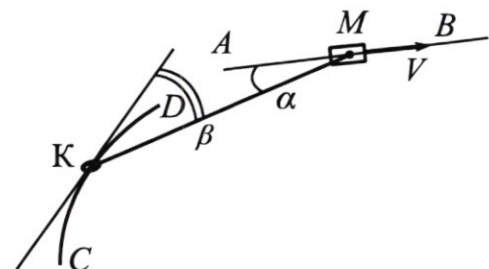
# Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 11

## Вариант 11-04

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

1. Муфту  $M$  двигают со скоростью  $V = 2$  м/с по горизонтальной направляющей  $AB$  (см. рис.). Кольцо  $K$  массой  $m = 0,4$  кг может двигаться без трения по проволоке  $CD$  в виде дуги окружности радиусом  $R = 1,9$  м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной  $l = 17R/15$ . Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол  $\alpha$  ( $\cos \alpha = 4/5$ ) с направлением движения муфты и угол  $\beta$  ( $\cos \beta = 8/17$ ) с направлением движения кольца.



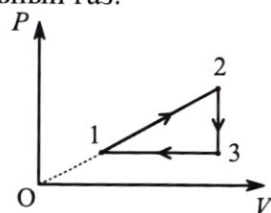
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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 изменения внутренней энергии газа 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. Напряжение на конденсаторе  $U$ . Отрицательно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью  $V_1$  и останавливается на расстоянии  $0,2d$  от отрицательно заряженной обкладки.

1) Найдите удельный заряд частицы  $\gamma = \frac{|q|}{m}$ .

2) Через какое время  $T$  после влета в конденсатор частица вылетит из него?

3) Найдите скорость  $V_0$  частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

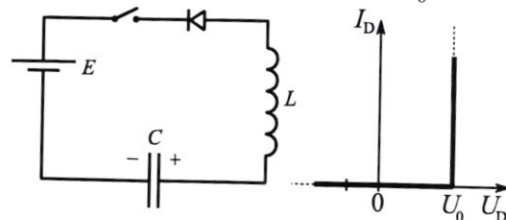
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника  $E = 6$  В, конденсатор емкостью  $C = 10$  мкФ заряжен до напряжения  $U_1 = 9$  В, индуктивность идеальной катушки  $L = 0,4$  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  $3F/5$  от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью  $V$  вдоль оси  $OO_1$ . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии  $6F/5$  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.)

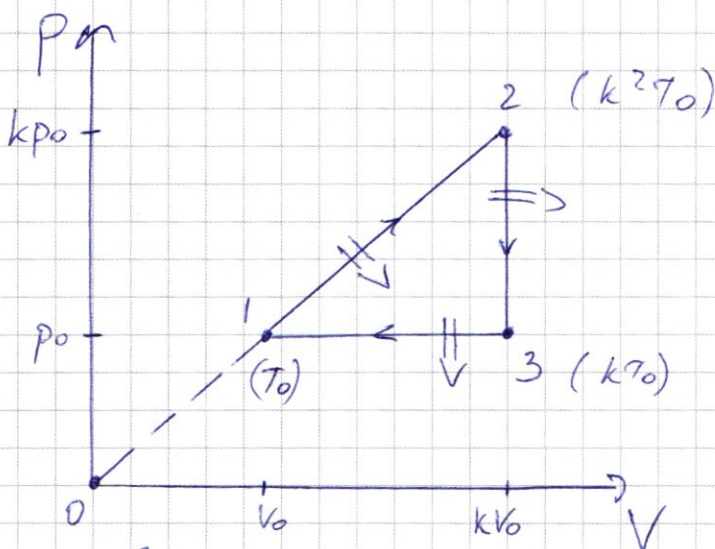
3) Найти скорость изображения в этот момент.





## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2



$i=3$

- 1) Пусть в т.1 газ имеет объем  $V_0$ , дав-ие  $p_0$  и тем-пу  $T_0$ . Тогда:

$$p_0 V_0 = \nu R T_0 \quad (\nu - \text{кол-во в-ва этого газа})$$

- 2) Пусть в т.2 давление  $p_2 = kp_0$  ( $k > 1$ )

Т.к на участке 1-2  $p \propto V$ , имеем  $V_2 = k V_0$

- 3) Температура падает на участках 2-3 и 3-1:

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} ; A_{23} = 0$$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} ; A_{31} = p_0 \Delta V_{31} = p_0 V_0 (1-k)$$

- 4) Из ур-ия Менг.-Клай. для т.2 и т.3:

$$p_0 \cdot k V_0 = \nu R T_3 \Rightarrow T_3 = k T_0$$

$$kp_0 \cdot k V_0 = \nu R T_2 \Rightarrow T_2 = k^2 T_0$$

Тогда:

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (k T_0 - k^2 T_0) ; \Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_0 - k T_0)$$

Т.о.:

$$\begin{cases} Q_{23} = \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \mathcal{J} R T_0 (k - k^2) = \frac{3}{2} (k - k^2) p_0 V_0 \\ Q_{31} = p_0 V_0 (1 - k) + \frac{3}{2} \mathcal{J} R T_0 (1 - k) = p_0 V_0 (1 - k) + \frac{3}{2} p_0 V_0 (1 - k) = \\ = \frac{5}{2} p_0 V_0 (1 - k) \end{cases}$$

$$Q_{23} = C_{23} \mathcal{J} (k T_0 - k^2 T_0) \rightarrow C_{23} \mathcal{J} T_0 (k - k^2) = \frac{3}{2} (k - k^2) \mathcal{J} R T_0$$

$$Q_{31} = C_{31} \mathcal{J} (T_0 - k T_0) \rightarrow C_{31} \mathcal{J} T_0 (1 - k) = \frac{5}{2} (1 - k) \mathcal{J} R T_0$$

Откуда:  $C_{23} = \frac{3}{2} R$   
 $C_{31} = \frac{5}{2} R \Rightarrow \alpha = \frac{C_{31}}{C_{23}} = \frac{5}{3}$

$$5) A_{12} = (k V_0 - V_0) \cdot \frac{p_0 + k p_0}{2} = p_0 V_0 \frac{(k-1)(k+1)}{2}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \mathcal{J} R (k^2 T_0 - T_0) = \frac{3}{2} \mathcal{J} R T_0 (k^2 - 1) = \frac{3}{2} (k^2 - 1) p_0 V_0$$

$$\text{Тогда } \beta = \frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \frac{\frac{3}{2} (k^2 - 1) p_0 V_0}{p_0 V_0 \frac{(k^2 - 1)}{2}} = 3$$

$$6) \eta = \frac{A}{Q^+}; \quad Q^+ = Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = 2(k^2 - 1) p_0 V_0 - \text{погб. тепло}$$

$$A = \frac{1}{2} (k p_0 - p_0) (k V_0 - V_0) = \frac{1}{2} p_0 V_0 (k+1)^2$$

$$\eta(k) = \frac{\frac{1}{2} p_0 V_0 (k+1)^2}{2(k^2 - 1) p_0 V_0} = \frac{1}{4} \frac{k+1}{k-1} \quad (k > 1)$$

При  $k > 1$  гр-к  $\eta(k)$  растёт от 0 до  $\frac{1}{4}$ ,

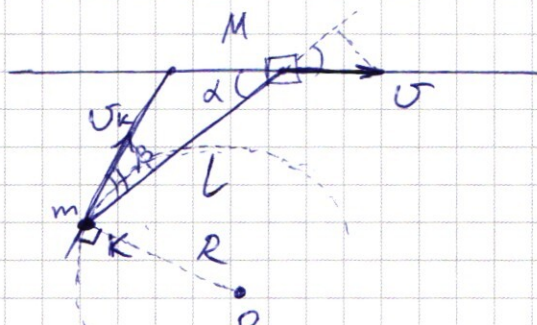
$$\text{т.к. } \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{1}{4} \frac{k+1}{k-1} = \frac{1}{4} \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{1 + \frac{1}{k}}{1 - \frac{1}{k}} = \left( \frac{1}{4} \right) = 25\%$$

При этом  $\eta'(k) > 0$ , т.е.  $\eta(k)$  монотонно возрастает ( $\eta'(k) = \frac{1}{2(k+1)^2}$ )

Ответ: а)  $\frac{5}{3}$  б) 3 в)  $\frac{1}{4}$  или 25 %

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1



$$v = 2 \frac{m}{c}$$

$$\cos \alpha = \frac{4}{5}$$

$$\cos \beta = \frac{8}{17}$$

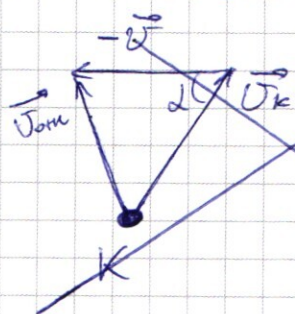
$$R = 1.9 \text{ м}$$

$$L = \frac{17}{15} R$$

$$m = 0.4 \text{ кг}$$

- 1)  $v_k$  — скорость K в этот момент. Т.к. трое не рвётся, имеем:
- $$v_k \cos \beta = v \cos \alpha \Rightarrow v_k = v \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$$

- 2) Перейдём в СО, возм. см:  $(v_k = 2 \frac{m}{c} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{17}{8} = 3.4 \text{ м/с})$



$$v_{отн}^2 = v^2 + v_k^2 - 2vv_k \cos \alpha$$

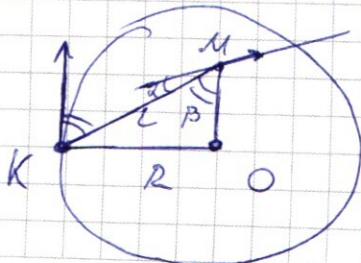
$$\Rightarrow v_{отн}^2 = 4 + \frac{289}{25} - 2 \cdot 2 \cdot \frac{17}{5} \cdot \frac{4}{5} =$$

$$= \frac{100 + 289 - 136}{25} = \frac{253}{25}$$

$$v_{отн} = \frac{\sqrt{253}}{5} \frac{m}{c} = \frac{16}{5} \frac{m}{c} \Rightarrow$$

- 3)  $\cos \beta = \frac{8}{17} \Rightarrow \sin \beta = \frac{15}{17}$

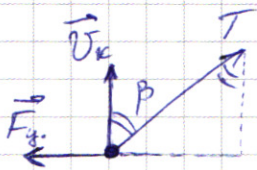
$$\sin \beta = \frac{R}{L} \Rightarrow \Delta KMO - \text{прямоугольный}$$



M движ. равномерно  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow \underline{a_n = 0}$

Пусть  $M$  движ. с силой  $F$ , тогда и натяжение троса  $T = F$  (при этом  $\vec{T}$  и  $\vec{F}$  направ. по тросу)

Рассм.  $K$ :



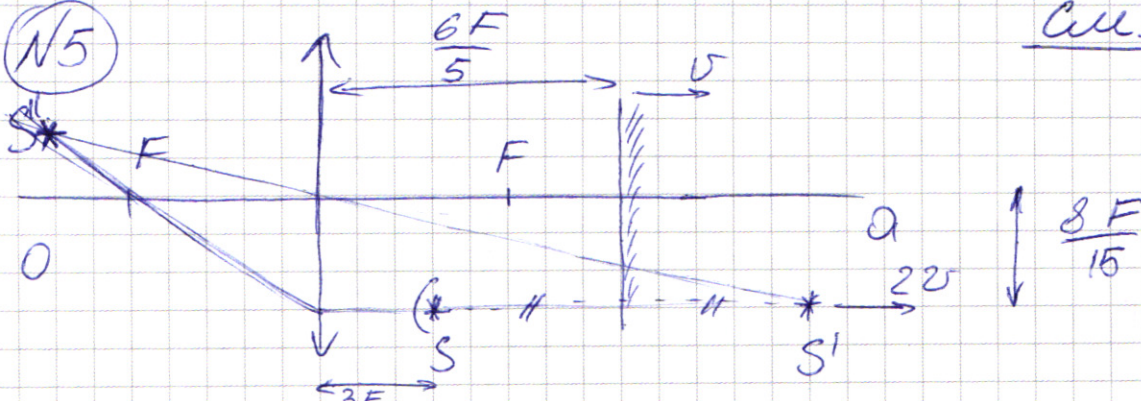
В пр-м на  $OK$  на  $K$  действует сила  $F_y = \frac{mv_k^2}{R}$  и  $T \sin \beta$ . Т.к.  $a_{ок} = 0$ :

$$T \sin \beta = \frac{mv_k^2}{R} \Rightarrow T = \frac{mv_k^2}{R \sin \beta} = \frac{0.4 \cdot \frac{289}{25}}{1.9 \cdot \frac{15}{17}} \approx \frac{116}{25 \cdot 1.7} \approx \underline{\underline{2.7 \text{ Н}}}$$

Ответ: а)  $3.4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$   ~~$3.2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$~~  б)  $2.7 \text{ Н}$

см. стр. 10

(N5)



- 1) Зеркало  $S$  создаёт симм. изобр.  $S'$ , движ. со скоростью  $2v$  от центра.
- 2) Пусть  $a$  - расст. от  $S'$  до  $\downarrow$ . В этот момент:  

$$\left( a = \frac{6F}{5} + \left( \frac{6F}{5} - \frac{3F}{5} \right) = \frac{9F}{5} \right)$$
 - наблюдатель увидит  $S'$  на таком расст. от  $\downarrow$
- 3) 
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

$$\left( b = \frac{aF}{a-F} = \frac{\frac{9F^2}{5}}{\frac{4F}{5}} = \frac{9}{4} F \right)$$
 - расст. от изобр.  $S''$  до  $\downarrow$

см. стр 5

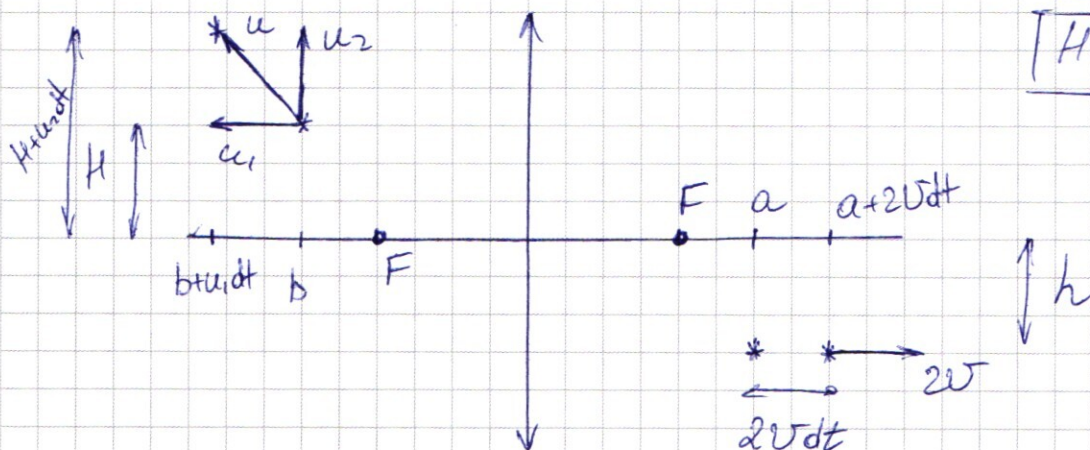
## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4) Рассм. систему через малое время  $dt$ .  
Пусть  $h$  - нач. расст. от  $S'$  до  $OO_1$ ,  
 $H$  - от  $S''$  до  $OO_1$

$$\frac{H}{h} = \frac{b}{a} = \frac{F}{a-F} \quad (h = \text{const, т.к. } S' \text{ движ. ||-но } OO_1)$$

$$Ha = hF + HF \rightarrow H = h \cdot \frac{b}{a} = \frac{8}{15} F \cdot \frac{9F}{4} \cdot \frac{5}{9F}$$

$$\boxed{H = \frac{2}{3} F}$$



Рассм. сист. по прошествию времени  $dt$ :

$$\frac{H + u_2 dt}{h} = \frac{F}{a + 2vdt - F} \quad (*)$$

$$aH + 2Hvdt - FH + a \cdot u_2 dt + 2u_2 v dt^2 - Fu_2 dt = hF$$

$$2Hvdt + (a \cdot u_2 dt) = hF - aH + FH = 0$$

$$2Hv = (F - a)u_2 \Rightarrow |u_2| = \frac{2H}{a} v = \frac{4F \cdot 5}{3 \cdot 9F} v = \frac{20}{27} v$$

$u_2 < 0 \Rightarrow$  не угадали направ. - скорость  $S''$  в направ.  $\perp$ -ом  $OO_1$   
через  $\Rightarrow S''$  приближ. к  $OO_1$

Из (\*) имеем:

$$aH + 2H \cdot v dt - HF \pm a u_2 dt + 2v u_2 (dt)^2 - F u_2 dt = hf$$

$$2H \cdot v dt + (a - F) u_2 dt = 0$$

$$2H \cdot v = (F - a) u_2 \Rightarrow |u_2| = v \cdot \frac{\frac{4}{3}F}{\frac{4}{5}F} = \frac{5}{3}v$$

— с такой скоростью  $s''$  приближ. к  $00_1$ .

$$5) \frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \Rightarrow F = \frac{ab}{a+b}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a+2v dt} + \frac{1}{b+u_1 dt} \Rightarrow F = \frac{(b+u_1 dt)(a+2v dt)}{a+2v dt + b+u_1 dt}$$

$$\frac{ab}{a+b} = \frac{ab + 2bv dt + au_1 dt}{a + 2v dt + b + u_1 dt}$$

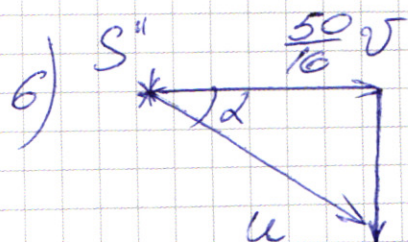
$$(a+b)ab + 2abv dt + ab u_1 dt = (a+b)ab + 2b(a+b)v dt + a(a+b)u_1 dt$$

$$2ab \cdot v dt + ab \cdot u_1 dt = 2b(a+b) \cdot v dt + a(a+b)u_1 dt$$

$$(2ab - (2ab + 2b^2))v = (a^2 + ab - ab)u_1$$

$$-2b^2 v = a^2 u_1$$

$$|u_1| = \frac{2b^2}{a^2} v = 2 \frac{81}{16} \cdot \frac{25}{81} v = \frac{50}{16} v \text{ — скорость приближения } s'' \text{ к } \uparrow$$



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\frac{5}{3}v}{\frac{50}{16}v} = \frac{8}{15}$$

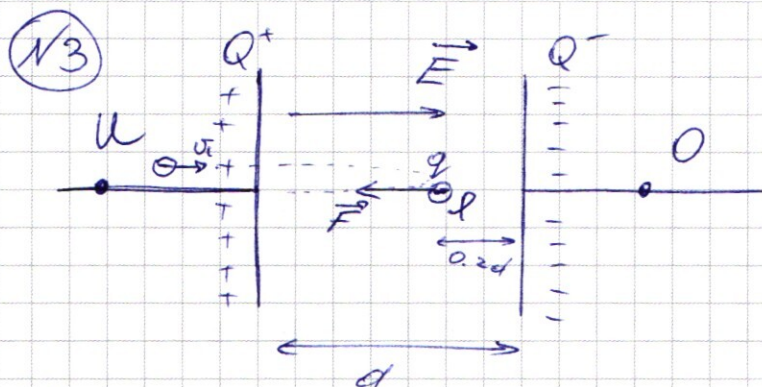
$$u = \sqrt{\left(\frac{25}{8}v\right)^2 + \left(\frac{5}{3}v\right)^2} = v$$

$$= \frac{v}{8.3} \sqrt{5625 + 1600} = \frac{v}{24} \cdot 5 \sqrt{289} = \frac{85}{24} v$$

Ответ: а)  $\frac{9F}{5}$

б)  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{8}{15}$  в)  $\frac{85}{24} v$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$S, d, U, v,$   
 $\epsilon = \epsilon_0 + \epsilon_{\text{вакуум}}$

- 1) Т.к. размеры обкладок сильно больше  $d$ , внутри конденсатора поле однородно. Пусть на пластине сосредоточен заряд  $Q$ . Тогда по принципу суперпозиции:

$$|E| = |2 \cdot \frac{\sigma}{2\epsilon_0}| = \frac{|Q|}{\epsilon_0 S}$$

$$Q = CU = \epsilon_0 \frac{S}{d} U$$

$$(E = \frac{\epsilon_0 S U}{\epsilon_0 d \cdot S} = \frac{U}{d}) = \text{const}$$

- 2) На заряд действ. только  $F = Eq$ :

$$Eq = am \rightarrow a = \text{const}$$

При этом  $\vec{v} \parallel \vec{a} \Rightarrow v_1 = at$ ,  $t$  - время остановки

- 3) По т. об изм. кин. энергии:

$$A_E = \Delta E_{\text{кин}} = - \frac{mv_1^2}{2} \quad (\text{от входа до остановки})$$

$$A_E = q \Delta \varphi, \quad A_E < 0$$

т.к. поле однородно, потенциал падает

линейно  $\Rightarrow f = 0.2 U$  (в точке останова)

т.о.  $|q| \cdot 0.8 U = \frac{m v_1^2}{2}$

откуда  $\left( \gamma = \frac{|q|}{m} = \frac{v_1^2}{1.6 U} \right)$

4)  $|a| = \frac{E|q|}{m} = \frac{U}{d} \cdot \frac{v_1^2}{1.6 U} = \frac{v_1^2}{1.6 d}$

$v_1 = a \tau \rightarrow v_1 = \frac{v_1^2}{1.6 d} \tau \rightarrow \left( \tau = \frac{1.6 d}{v_1} \right)$

Путь вылета конденсатора симметричен  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  время вылета равно времени останова

5) На пластинах конденсатора равные по модулю и противоположн. по знаку заряды  $\Rightarrow$  поле вне конденсатора нет  $\Rightarrow$

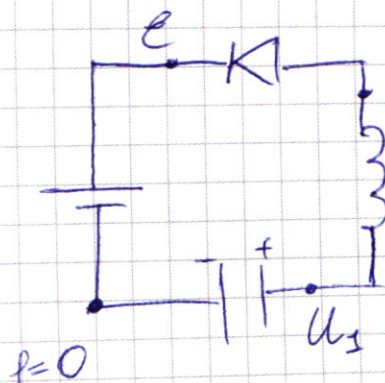
$\Rightarrow$  он не оказывает на заряд никакого внешнего воздействия  $\Rightarrow$

$\Rightarrow U_0 = U_1$

Ответ: а)  $\frac{v_1^2}{1.6 U}$  б)  $\frac{1.6 d}{v_1}$  в)  $U_0 = U_1$

(№4)

а) 1) Сразу после замыкания ключа напр. на  $\text{---}| \text{---}$  и ток на  $\text{---}| \text{---}$  не меняется скачкообразно  $\Rightarrow I_L = 0, U_C = U_1$



~~2)  $U_D = U_1 - E = 3V > U_0 \Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  диод пробивает  $\Rightarrow$  ток идет~~

см. стр 9

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2)  $U_D = (U_1 - U_2) - E$ . При  $U_D \geq U_0$  ток идет

$$-U_2 = U_D + E - U_1$$

$$U_2 = (U_1 - E) - U_D = L \dot{I} \quad (*)$$

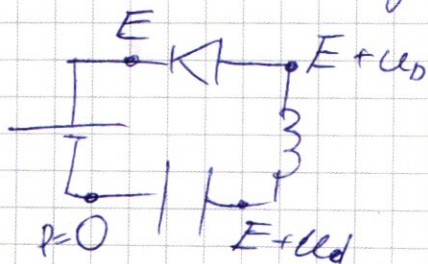
$$\dot{I} = \frac{(U_1 - E) - U_D}{L}$$

Ищем  $(\dot{I})_{\max} \xrightarrow{L \text{ (в этот момент)}}$   $(U_D)_{\min} \Rightarrow U_D = U_0 = 1 \text{ В}$

т.о.  $\left( \dot{I} = \frac{9\text{В} - 6\text{В} - 1\text{В}}{0.4 \text{ Гн}} = \frac{2\text{В}}{0.4 \text{ Гн}} = 5 \frac{\text{А}}{\text{с}} \right)$

3) Если бы в контуре не было диода, то в нем бы происходили бесконечно большие колебания  $\Rightarrow$  диод закрылся и тока в контуре нет.

К тому же в установленном режиме  $U_2 = 0$ . Тогда имеем:



$$E + U_D = U_C, \quad U_D \leq U_0$$

Решение установится сразу же, как  $U_D$  достигнет  $U_0$ , след-но  $(U_2 = E + U_0 = 7\text{В})$

4) Ток максимален  $\Rightarrow \underline{\dot{I} = 0} \Rightarrow U_2 = 0 \Rightarrow U_C = E + U_0$

Перепишем (\*) в виде: (в общем случае  $U_C \neq U_1$ ,  $U_C = \frac{q}{C}$ ):

$$L \ddot{q} + \frac{q}{C} = E + U_0$$

$$\ddot{q} + \frac{1}{LC} q = \frac{E + U_0}{L}$$

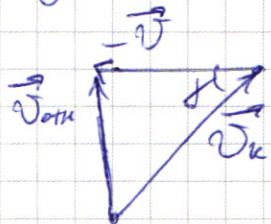
$$\Rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

ГАРМ.  
КОЛЕБАНИЯ

№1. Пункт 5:

Перейдем в  $\omega$ , связ. с  $M$ .

Угол между  $\vec{V}_k$  и  $\vec{V}$  сост.  $\gamma = \alpha + \beta$



из т. кос:

$$V_{отн}^2 = V^2 + V_k^2 - 2VV_k \cos \gamma$$

$$\cos \gamma = \cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{15}{17} = \frac{32}{85} - \frac{45}{85} = -\frac{13}{85}$$

$$\text{Тогда } V_{отн}^2 = 4 + \frac{289}{25} + 2 \cdot 2 \cdot \frac{17}{5} \cdot \frac{13}{85} = \frac{389}{25} + 4 \cdot \frac{13}{25} = \frac{389 + 52}{25} = \left(\frac{21}{5}\right)^2$$

$$V_{отн} = \frac{21}{5} \frac{м}{с}$$

Ответ на пункт 5:  $4,2 \frac{м}{с}$

№4. Продолжение:

$U_c$  колеблется от 0 до  $2E \Rightarrow q_0 = 2EC$

$$q = q_0 \sin(\omega t) \quad I = I_0 \cos(\omega t); \quad \dot{I} = (i)_0 \sin(\omega t)$$

$$I_0 = q_0 \omega = \frac{2EC}{\sqrt{LC}}$$

$$(i)_0 = I_0 \omega = \frac{2EC}{LC} = \frac{2E}{C}$$

$$I(t) = I_0 \cos(\omega t) = \frac{2EC}{\sqrt{LC}} \cos(\omega t) \Rightarrow$$

$$(I_{max} = 2E \sqrt{\frac{C}{L}}) = 12 \sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-5}}{4}} = 6 \cdot \sqrt{10^{-4}} = \underline{\underline{60 \text{ мА}}}$$

Ответ: а)  $\frac{U_1 - E - U_0}{L} = 5 \frac{А}{с}$  б)  $2E \sqrt{\frac{C}{L}} = 60 \text{ мА}$

в)  $U_2 = E + U_0 = 7B$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5) Т.к. в контуре происходит гармонические колебания (при открытом диоде):

$$\begin{cases} q = q_0 \cos(\omega t) \\ I = -q_0 \omega \sin(\omega t) \rightarrow I_{\max} = q_0 \omega \\ \dot{I} = -q_0 \omega^2 \cos(\omega t) \end{cases}$$

$q_0$  — амплитудное значение заряда.  
Макс. заряд на конденсаторе тогда, когда макс. напряжение:

$$q_0 = C U_{\max}$$

$$U_{\max} = E + (U_L)_{\max} + (U_D)_{\max}$$

Ток течёт  $\Rightarrow (U_D)_{\max} = U_0$

$$(U_L)_{\max} = L(\dot{I})_{\max} = 0.4 \cdot 5 \text{ В} = 2 \text{ В}$$

Т.о.  $U_{\max} = 9 \text{ В}$

$$\begin{aligned} \text{Тогда } I_{\max} &= U_{\max} C \omega = \frac{U_{\max} C}{\sqrt{LC}} = \\ &= U_{\max} \sqrt{\frac{C}{L}} = 9 \cdot \sqrt{\frac{10^{-4}}{4}} \text{ А} = 4.5 \cdot 10^{-2} \text{ А} = 45 \text{ мА} \end{aligned}$$

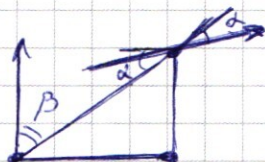
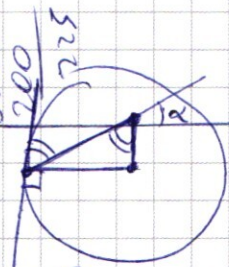
Ответ: а)  $5 \frac{\text{А}}{\text{с}}$  б)  $45 \text{ мА}$  в)  $9 \text{ В}$

☒ черновик    ☐ чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

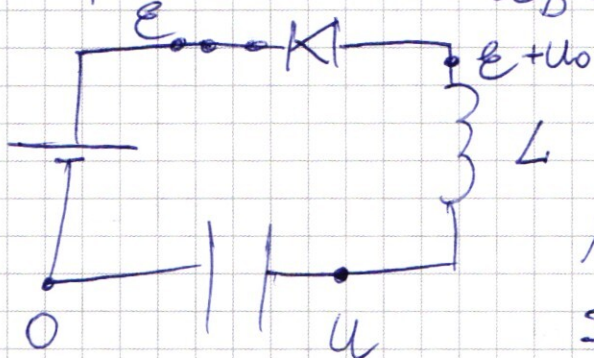
Страница № 4  
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{array}{r} 7225 \overline{) 25} \\ 50 \\ \hline 222 \\ 200 \\ \hline 22 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 24 \quad 85 \\ 625 \overline{) 9} \\ 5625 \\ \hline 320 \\ 320 \\ \hline 0 \end{array}$$

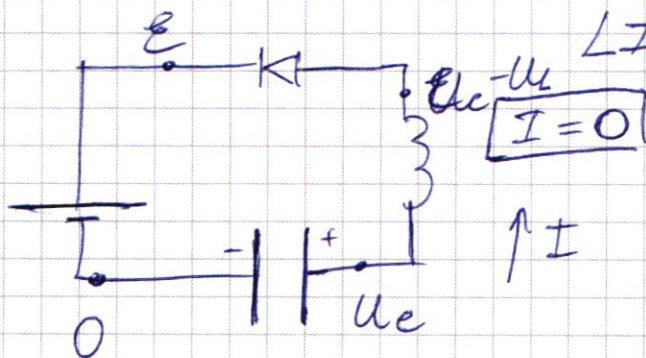


$$U_D = U - E = 3B$$

$$L \dot{I} = U_L = U - E$$

$$\left( \dot{I} = \frac{3}{0.4} \right)$$

$$\dot{I} = 0 \Rightarrow U_L = 0$$



$$L \dot{I} = E - U_C = 0 \quad E = U_C = \frac{q}{C}$$

$$I = 0$$

$$U_D = U_C - U_L - E = U_0$$

$$U_L = L \dot{I} = -L \ddot{q}$$

$$U_C = \frac{q}{C}$$

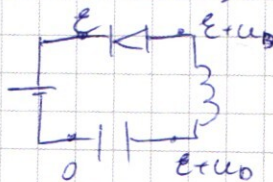
$$\frac{q}{C} + L \ddot{q} = E + U_0$$

$$\ddot{q} + \frac{1}{LC} q = \frac{E + U_0}{L}$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$I = \text{const} = 0$$

$$I = 0 \Rightarrow U_D < U_0$$



$$U_C = E + U_0$$

$$85$$

$$85$$

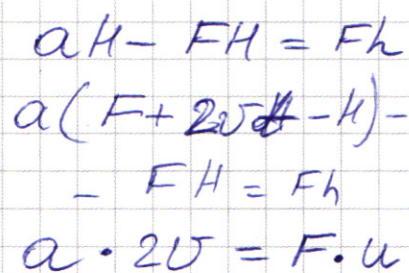
$$425$$

$$680$$

$$7225$$

$$\sin \alpha = \frac{8}{17}$$

$$5.17$$

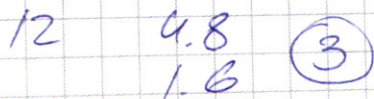


$$H = \frac{\cancel{2} \times \cancel{2} \times 2}{\cancel{2} \times \cancel{3} \times \cancel{3}} = \frac{2}{3} F$$

$$u_2 = \frac{5}{3}v$$

$$a = \frac{9}{5} F$$
$$h = \frac{8}{15} F$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ 8 \\ \hline 136 \end{array}$$



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

$$\begin{array}{r} 4 \\ \hline 136 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 468 \overline{) 120} \\ \underline{34} \phantom{0} \\ 124 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4' \\ 19 \\ \underline{15} \\ 95 \\ 1915 \\ \underline{285} 17 \\ 17 \\ \underline{115} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2900 \\ \textcircled{3000} \\ \hline 25 \end{array} - 4$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{3}{2} R T_0 (k - k^2)$$

$$\frac{3}{2} R T_0 (1 - k) + R T_0 (1 - k)$$

$$Q_{23} = C_{23} V (k T_0 - k T_0^2) =$$

$$Q_{31} = C_{31} V (T_0 - k T_0)$$

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

$$Q^+ = 2(k^2 - 1) p_0 V_0$$

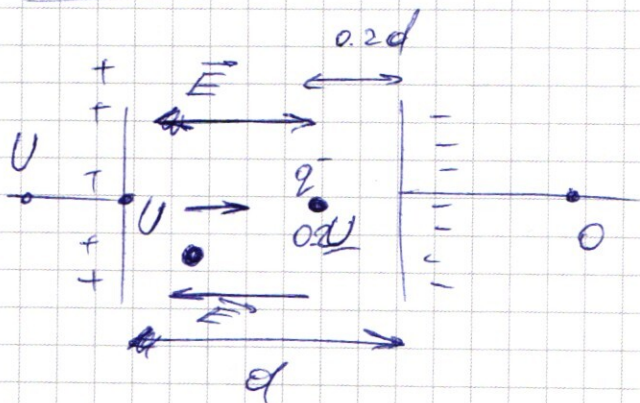
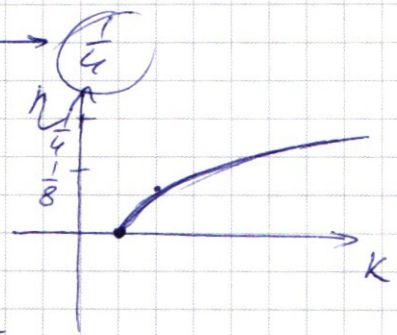
$$A = \frac{1}{2} p_0 (k - 1) V_0 (k - 1) =$$

$$= \frac{1}{2} p_0 V_0 (k - 1)^2$$

$$\frac{A}{Q^+} = \frac{\frac{1}{2} p_0 V_0 (k - 1)^2}{2(k^2 - 1) p_0 V_0} = \frac{1}{4} \frac{k - 1}{k + 1} \rightarrow \left( \frac{1}{4} \right)$$

$$f'(k) = \frac{1}{4} \left( \frac{k + 1 - k + 1}{(k + 1)^2} \right) = 0$$

$$\left( \frac{f(k)}{g} \right)' = \frac{f'g - g'f}{g^2} = \frac{k + 1 - (k - 1)}{g^2} = \frac{1}{2(k + 1)^2}$$



$$E = \frac{U}{d} = \text{const}$$

$$(am = Eq)$$

$$\frac{|q|}{m} = A = \Delta \varphi \cdot d'$$

$$\frac{m v_1^2}{2} = 0.8 d \cdot 0.8 U$$

$$\Delta \varphi = 0.8 U$$

$$A = 0.64 d U$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{1.28 U d}{m}}$$

$$am = \frac{U q}{d}$$

$$\gamma = \frac{|a| d}{U}$$

$$v_1 = a \tau$$



$$\frac{mv_1^2}{2} = 0.64 U d \quad \underline{U = Ed}$$

$$v_1 = a r$$

$$a m = E q$$

$$E = \frac{a m}{q}$$

$$C = \epsilon_0 \frac{S}{d}$$

$$E = \frac{q}{\epsilon_0 S}$$

$$Q = C U = \epsilon_0 \frac{S}{d} U$$

$$mv_1^2 = 1.28 E d^2$$

$$v_1^2 = \frac{1.28 a d^2}{q} = a^2 r^2$$

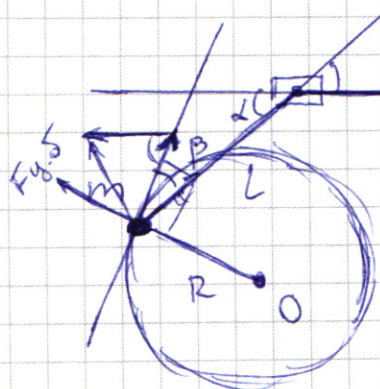
$$|q| \cdot 0.8 a = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$\gamma = \frac{v_1^2}{1.6 a}$$

$$\frac{8}{5} \cdot \frac{12}{18}$$

$$\frac{2}{0.4}$$

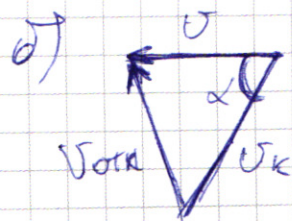
$$I = 0$$



$$v_k \cos \beta = U \cos \alpha$$

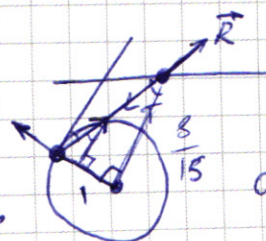
$$v_k \frac{8}{17} = 2 \cdot \frac{4}{5}$$

$$(v_k = \frac{17}{5} = 3.4 \frac{m}{s})$$



$$v_{orb}^2 = 4 + \frac{289}{25} - 2 \cdot 2 \cdot \frac{17}{5} \cdot \frac{4}{5} = \frac{100 + 289 - 136}{25} = \frac{253}{25}$$

6)  $F \rightarrow T = F \cos \alpha$   
 $a m =$



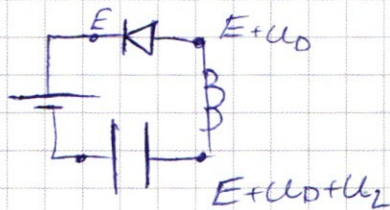
$$v_{orb} \approx 3.2$$

$$a m = T \sin \alpha$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

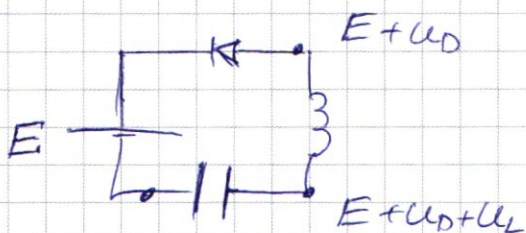
$$q = cu$$

$$\frac{\dot{I} = 0}{u_2 = 0}$$



$$q_0 = u_1 C$$

$$\frac{q}{C} + L\ddot{q} =$$



черновик

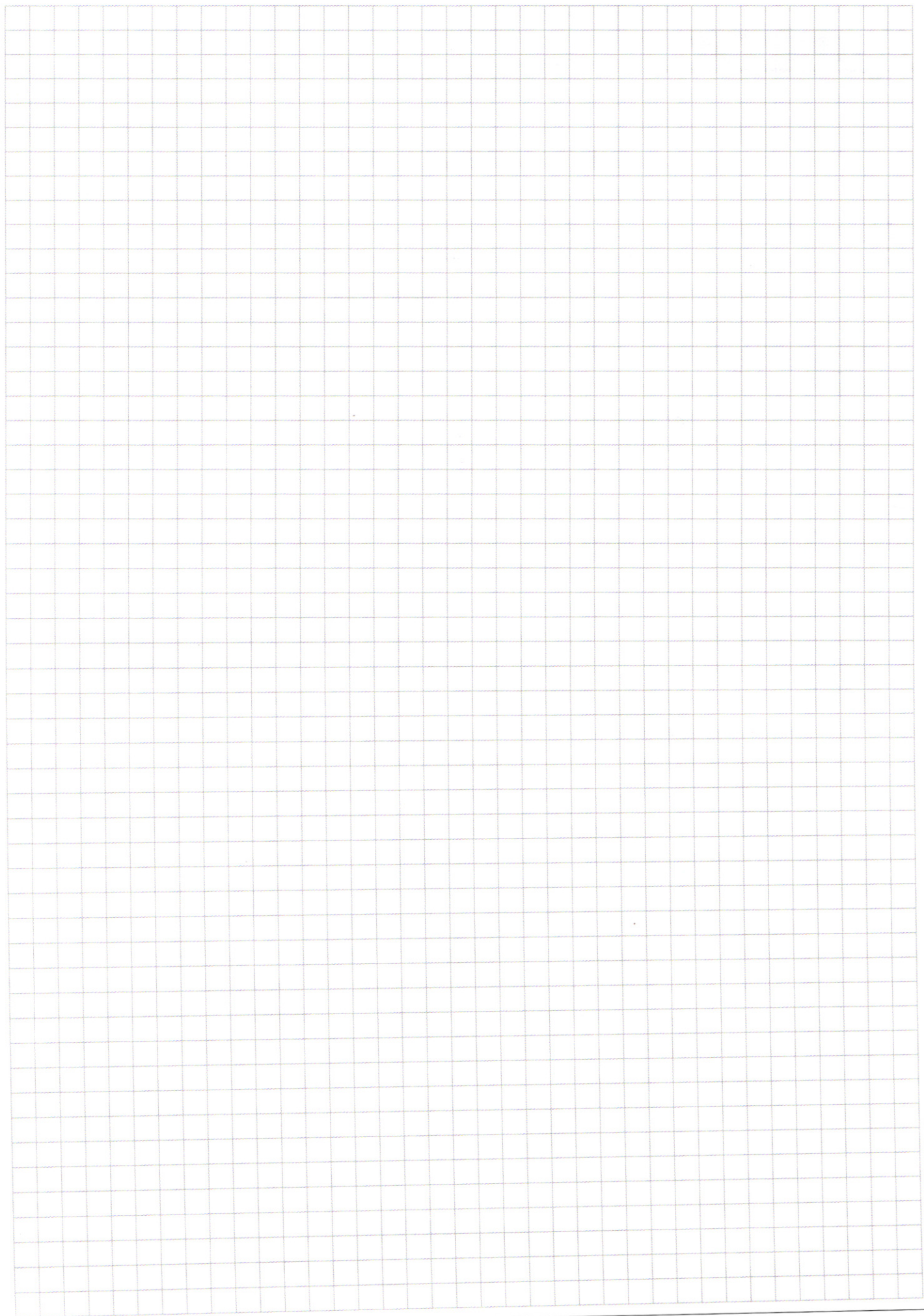


чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_

(Нумеровать только чистовики)



☒ черновик      ☐ чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)