

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

Шифр

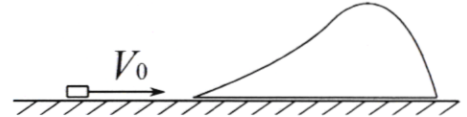
92

(заполняется секретарём)

Вариант 11-03

1. Небольшой шарик висит на легкой нити длиной 50 см. Какую минимальную горизонтальную скорость надо сообщить шарiku, чтобы он, двигаясь по окружности, совершил полный оборот в вертикальной плоскости? Принять $g=10 \text{ м/с}^2$.

2. Небольшая шайба массой m скользит по гладкому горизонтальному столу со скоростью v_0 к неподвижной незакрепленной горке массой $3m$ (см. рис.). Шайба въезжает на горку, движется по ней без трения и отрыва и съезжает с горки в обратном направлении.

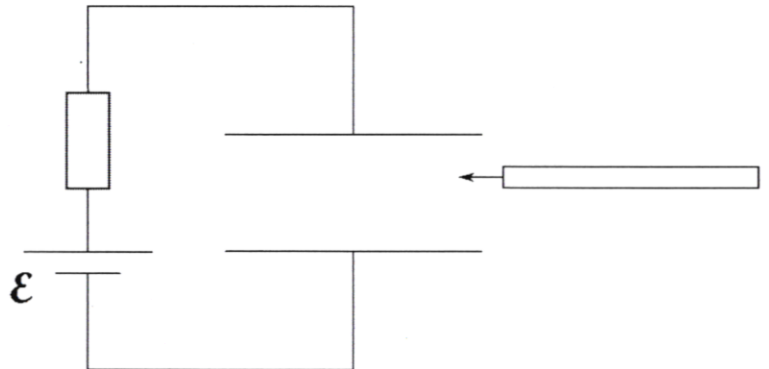


- 1) На какую максимальную высоту поднимается шайба?
- 2) С какой скоростью шайба съезжает с горки?

3. Теплоизолированный сосуд объемом $V = 8,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ разделен перегородкой на две части с различными объемами. В первой части находится гелий при температуре 27°C в количестве $\nu_1 = 0,2$ моль. Во второй части находится гелий при температуре 7°C в количестве $\nu_2 = 0,3$ моль. Перегородка прорывается.

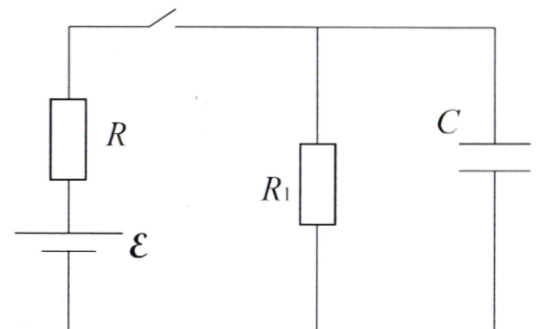
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

4. Плоский воздушный конденсатор емкостью C_0 подсоединен через резистор к источнику с ЭДС \mathcal{E} (см. рис.). В конденсатор вводят параллельно обкладкам незаряженную проводящую пластину и располагают ее напротив обкладок. Форма поверхности пластины совпадает с формой поверхности обкладок. Толщина пластины в 4 раза меньше расстояния между обкладками.



- 1) Найти емкость конденсатора с пластиной.
- 2) Какой заряд пройдет через резистор после начала введения пластины?

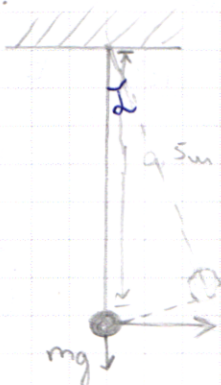
5. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут. Параметры цепи указаны на схеме. Внутреннее сопротивление источника «содержится» в R , $R_1=3R$. Ключ замыкают. После достижения в цепи установившегося режима ключ размыкают. Известными величинами считать C , \mathcal{E} , R .



- 1) Найти ток через источник сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти установившееся напряжение на конденсаторе при замкнутом ключе.
- 3) Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

①



$$v_1 = \omega R = \frac{2\pi}{T} R$$

$$R = l \sqrt{2(1 - \cos \alpha)}$$

$$v_1 = v_0 + at; \quad \forall a = \omega^2 R; \quad v_0 = \omega R - \omega^2 R \cdot t = \omega R(1 - \omega t) =$$

$$= \frac{2\pi}{t} R (1 - 2\pi R)$$

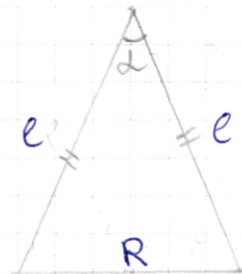
Дано:

$$l = 0.5 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$n = 1$$

$$v_{\min} = ?$$



$$R^2 = l^2 + l^2 - 2ll \cdot \cos \alpha$$

$$R = \sqrt{2l^2 - 2l^2 \cdot \cos \alpha} = l \sqrt{2(1 - \cos \alpha)}$$

③ $V = 8.31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

$$T_1 = 27^\circ \text{C}$$

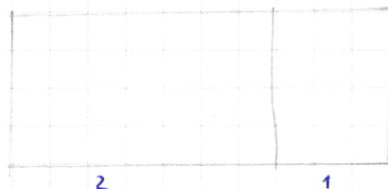
$$\nu_1 = 0.2 \text{ моль}$$

$$T_2 = 7^\circ \text{C}$$

$$\nu_2 = 0.3 \text{ моль}$$

$$T_{\text{обш}} = ?$$

$$P_{\text{обш}} = ?$$



$$PV = \nu RT, \quad V_1 = \frac{\nu_1 RT_1}{P}, \quad V_2 = \frac{\nu_2 RT_2}{P}$$

$$V_1 + V_2 = V;$$

$$\frac{\nu_1 RT_1}{P} + \frac{\nu_2 RT_2}{P} = V; \quad P = \frac{R(\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2)}{V} = \frac{R(0.2 \text{ моль} \cdot 27^\circ \text{C} + 0.3 \text{ моль} \cdot 7^\circ \text{C})}{8.31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}$$

$$= \frac{R(5.4 \text{ моль}^\circ \text{C} + 2.1 \text{ моль}^\circ \text{C})}{8.31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} = \frac{R \cdot 7.5 \text{ моль}^\circ \text{C}}{8.31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} = \frac{R \cdot 7.5 \text{ моль}^\circ \text{C}}{8.31 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}$$

$$PV = 2RT \rightarrow T = \frac{PV}{2R}$$

$$\frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{P_1 V_1}{2R} + \frac{P_2 V_2}{2R}$$

$$= \frac{7,5 \text{ мм.ст.} \cdot 0,5 \text{ мм.ст.}}{0,5 \text{ мм.ст.}} = 15^\circ \text{C}$$

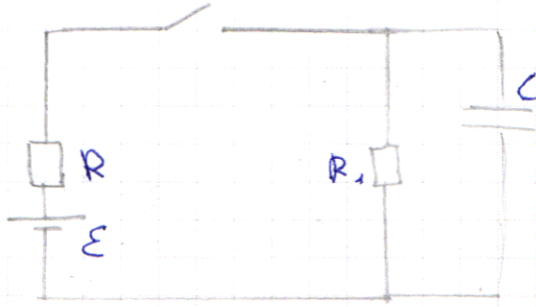
$$T_{\text{обш}} = \frac{PV}{2R} = \frac{P \cdot V}{(V_1 + V_2)R} = \frac{R(\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2) \cdot V}{V(\nu_1 + \nu_2)R}$$

Объем: $T_{\text{обш}} = 15^\circ \text{C}$, $\rho_{\text{воздуха}} = \frac{R \cdot 7,5 \text{ мм.ст.} \cdot 10^3}{8,31 \text{ м}^3}$

$$R_1 = 3R$$

C, ϵ, R

5



$J = ?$

$U = ?$

$Q = ?$

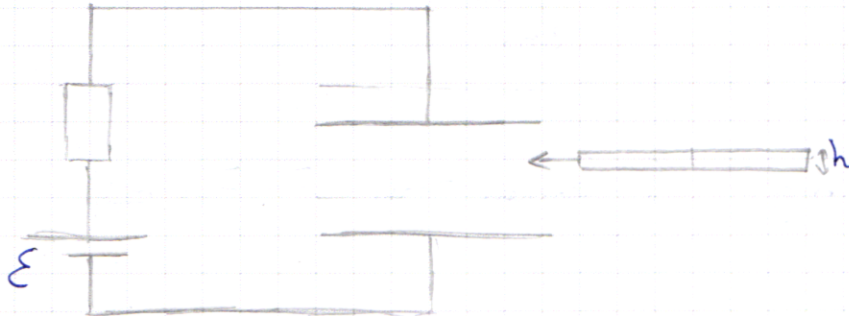
$$J = \frac{\epsilon}{R_1 + R}$$

$$C = QU$$

$$J = \frac{\epsilon}{4R}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4



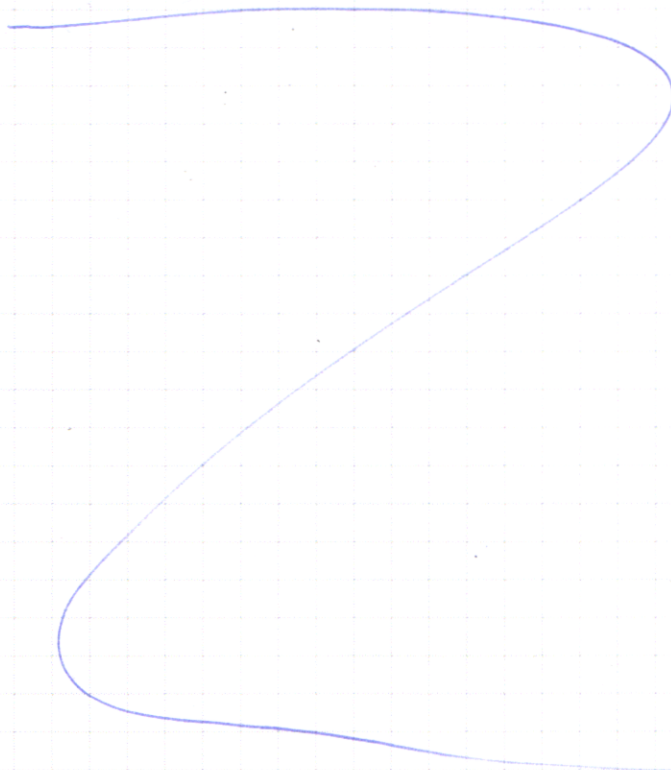
Контур

Дано:

C_0

$\epsilon, h = \frac{1}{4} d$

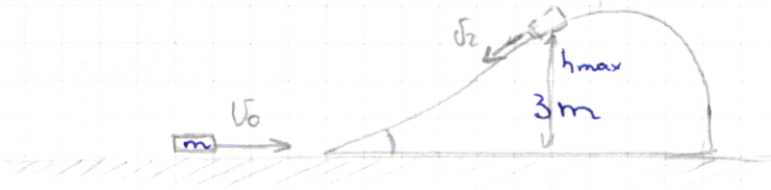
$C, q = ?$



2

$h_{\max} = ?$

$U_2 = ?$



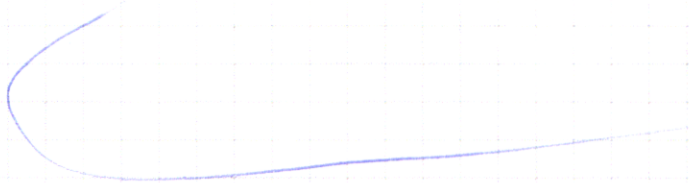
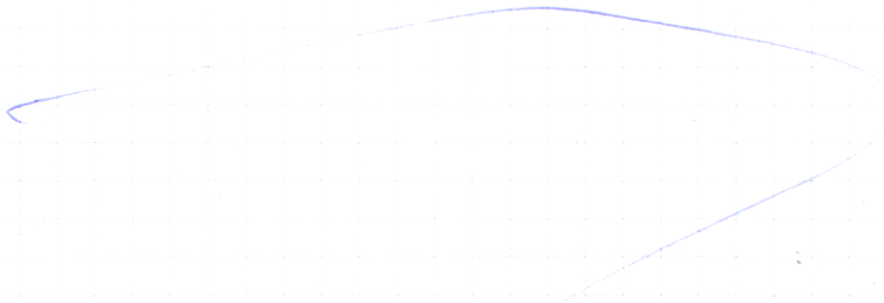
В начале $E = E_n = mgh$, в верхней точке $E = E_k = \frac{mU_2^2}{2}$

$$E_n = E_k$$

$$mgh_{\max} = \frac{mU_0^2}{2}$$

$$h_{\max} = \frac{U_0^2}{2g}$$

$$\begin{cases} mU_0 = mU_2 + 3mU_r \\ \frac{mU_0^2}{2} = \frac{3mU_r^2}{2} + mgh \end{cases} \begin{cases} U_0 = U_2 + 3U_r \\ U_0^2 = 3U_r^2 + 2gh \end{cases}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$v = \omega R = \frac{2\pi}{T} R$$

$$v_x = v_{0x} + at$$

$$s_x = v_{0x}t + \frac{at^2}{2}$$

$$\frac{\nu_1 R T_1}{P} + \frac{\nu_2 R T_2}{P} = 8,31 \cdot 10^{-3}$$

$$\frac{\nu_1 R T_1 + \nu_2 R T_2}{P} = V$$

$$P = \frac{\nu_1 R T_1 + \nu_2 R T_2}{V} = \frac{R(\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2)}{V}$$

$$\frac{T_1 \cdot \nu_1 + T_2 \cdot \nu_2}{2}$$

$$27 \cdot 0,2 = 5,4 \quad 91 = 5,4 \quad ; \quad 93 \cdot 7 = 2,1$$

$$5,4 + 2,1 = 7,5$$

$$\frac{7,5}{0,5} = \frac{75}{5} = 15$$

$$j = \frac{M}{P} ; j = \frac{\varepsilon}{R+2}$$

$$v_1 = v_0 + at$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v}{mg} \Rightarrow v = mg \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

$$\begin{cases} m v_0 = m v_2 + 3m v_x \\ \frac{m v_0^2}{2} = \frac{3m v_x^2}{2} + mgh \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_0 = v_2 + 3v_x \\ v_0^2 = 3v_x^2 + gh \end{cases}$$

$$v_0^2 =$$

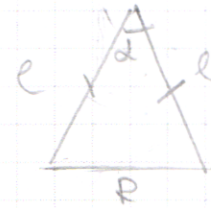
$$\begin{cases} v_0 = v_2 + 3v_x \\ v_0^2 = 3v_x^2 + gh \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_0 = v_2 + 3v_x \\ (v_2 + 3v_x)^2 = 3v_x^2 + gh \end{cases}$$

$$v_2^2 + 6v_2 v_x + 9v_x^2 = 3v_x^2 + gh$$

$$v_2^2 + 6v_2 v_x + 6v_x^2 = gh$$

$$(v_2 + 2v_x)^2 + 2v_x(v_2 + v_x) = gh$$



$$\cos \alpha = \frac{l^2 + l^2 - R^2}{2l^2}$$

$$2l^2 - R^2 = \cos \alpha \cdot 2l^2$$

$$R^2 = 2l^2 - \cos \alpha \cdot 2l^2$$

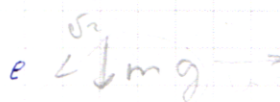
$$R^2 = 2l^2(1 - \cos \alpha)$$

$$R = l \sqrt{2(1 - \cos \alpha)}$$

$$R^2 = l^2(2 - 2\cos \alpha)$$

$$\frac{mU_0^2}{2} = \frac{3mU_2^2}{2} + mg \frac{U_0^2}{2g} \quad U = \frac{s}{t}$$

$$h = \frac{2U_0 \sin \alpha}{g}$$



$$U_2 = \frac{mg}{\sin \alpha}$$

$$C = QU$$

$$U_1 = \frac{U_0 - U_2}{3}$$

$$\sin \alpha = \frac{mg}{U_2}$$

$$T = \frac{t}{n} \quad v = \frac{2\pi R}{t}$$

$$U_0^2 = \frac{3(U_0 - U_2)^2}{9} + 2gh$$

$$U_0^2 = \frac{U_0^2 - 2U_0U_2 + U_2^2}{3} + 2gh$$

$$v = \frac{s}{t}$$

$$3U_0^2 - U_0^2 = -2U_0U_2 + U_2^2 + 6gh$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \quad | \cos^2 \alpha$$

$$\tan^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$2U_0^2 + 2U_0U_2 - U_2^2 = 6gh$$

$$U_0^2 - U_2^2 + 2U_0U_2$$

$$R^2 = 2l^2 - 2l^2 \cos \alpha$$

$$R^2 = 2l^2 \cdot \cos \alpha = \frac{R^2 - 2l^2}{-2l^2}$$

$$U = U_0 + at$$

$$\tan \alpha = \frac{U_y}{U_x} = \frac{U}{mg} \quad U = \tan \alpha \cdot mg$$

$$\tan \alpha = \frac{U_y}{U_x}$$

$$U = 1 \cdot 2\pi t \cdot R \sqrt{2(1 - \cos \alpha)}$$

$$U_1 = U_0 + at$$

$$\tan^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha} - 1$$

$$U = U_0 + at$$

$$U \cdot 2\pi R = \omega R = U_0 + \omega^2 R t$$

$$\frac{2\pi t}{n} \cdot R = U_0 + (2\pi t)^2 R t$$

$$U_0 = U_1 - at = \omega R - \omega^2 R t = \omega R (1 - \omega t) = 2\pi t R (1 -$$

$$- \omega t) = 2\pi R t (1 - 2\pi) = 2\pi$$

$$2l^2 - 2l^2 \cos \alpha = R^2$$

$$\cos \alpha = \frac{2l^2 - R^2}{2l^2}$$

$$\cos \alpha = 1 - \frac{R^2}{2l^2}$$

$$\begin{cases} U_0 = \frac{mg}{\sin \alpha} + 3U_1 \\ U_0^2 = 3U_1^2 + \end{cases}$$

$$S = \frac{U_1}{t} \quad U_0 t = \frac{at^2}{2}$$

$$U_0 = 1 \quad \tan \alpha = \frac{U}{mg} \Rightarrow U = \tan \alpha \cdot mg = \left(\frac{-R^2}{2l^2} + 1 \right)$$

$$U = \tan \alpha \cdot mg = \sqrt{\frac{1}{\left(\frac{-R^2}{2l^2} + 1 \right)^2} - 1} \cdot mg = \sqrt{\left(\frac{1}{\frac{-R^2}{2l^2} + 1} - 1 \right)}$$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

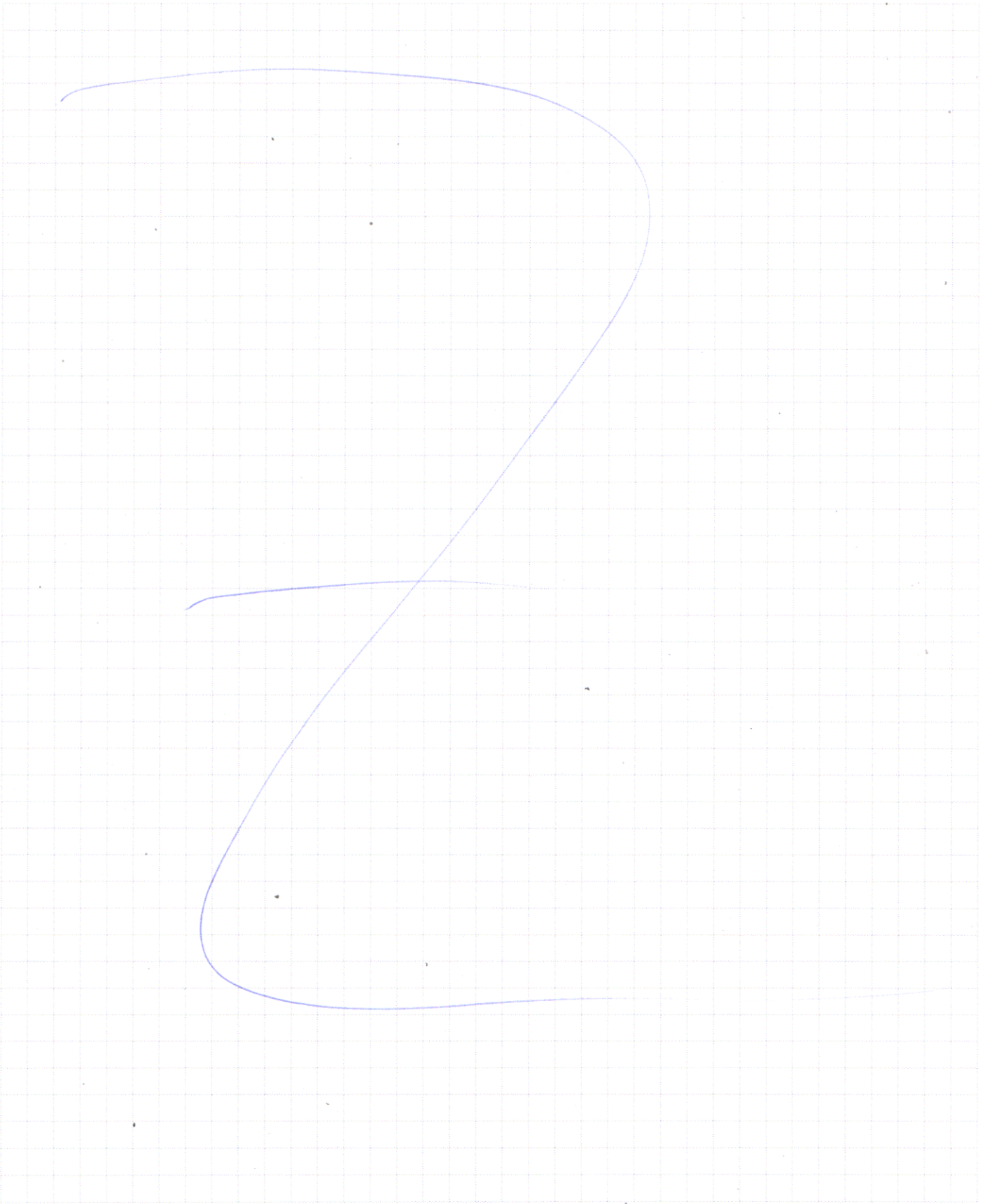
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

9-2

ШИФР

(заполняется секретарём)

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

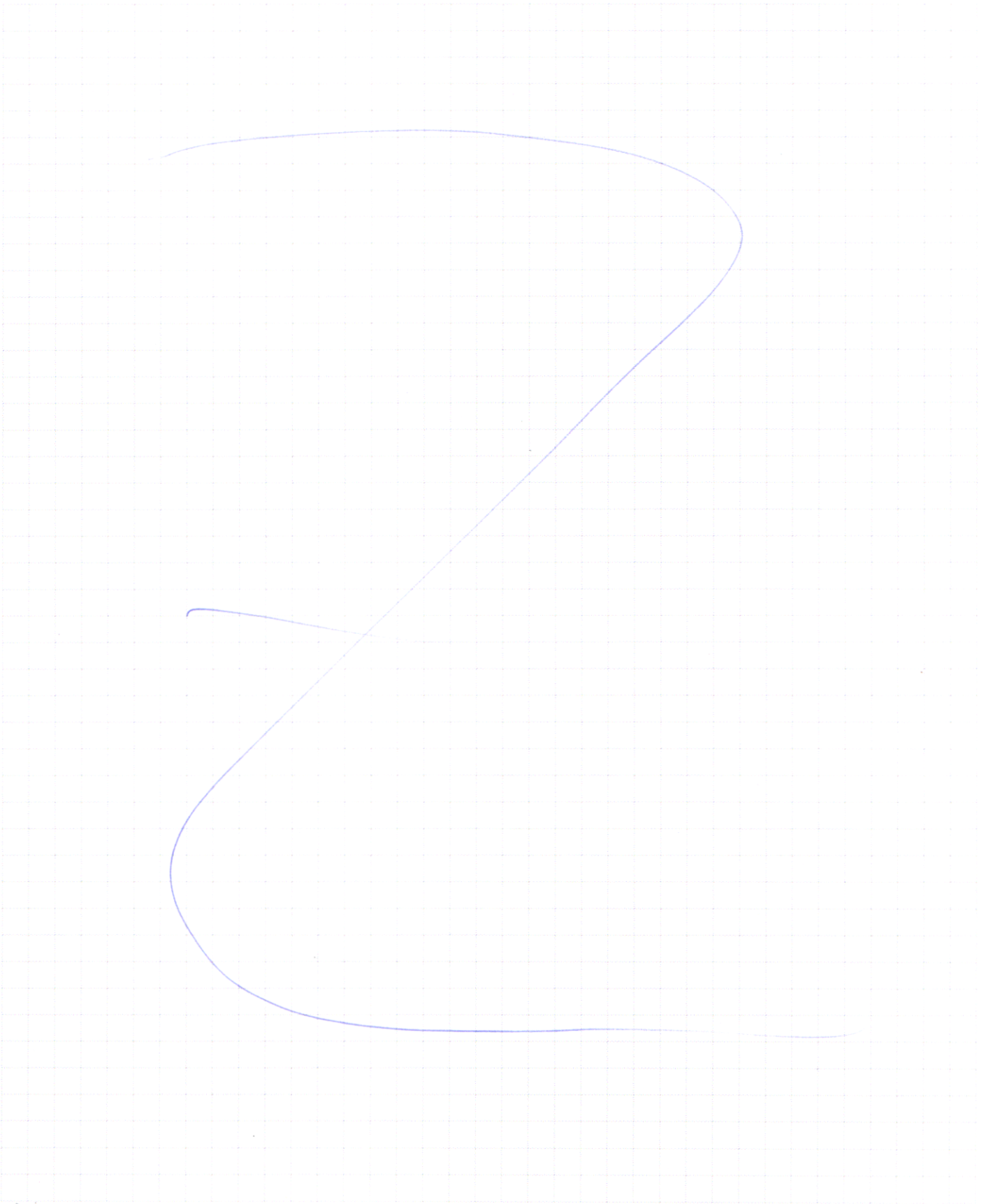
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

9-2

ШИФР

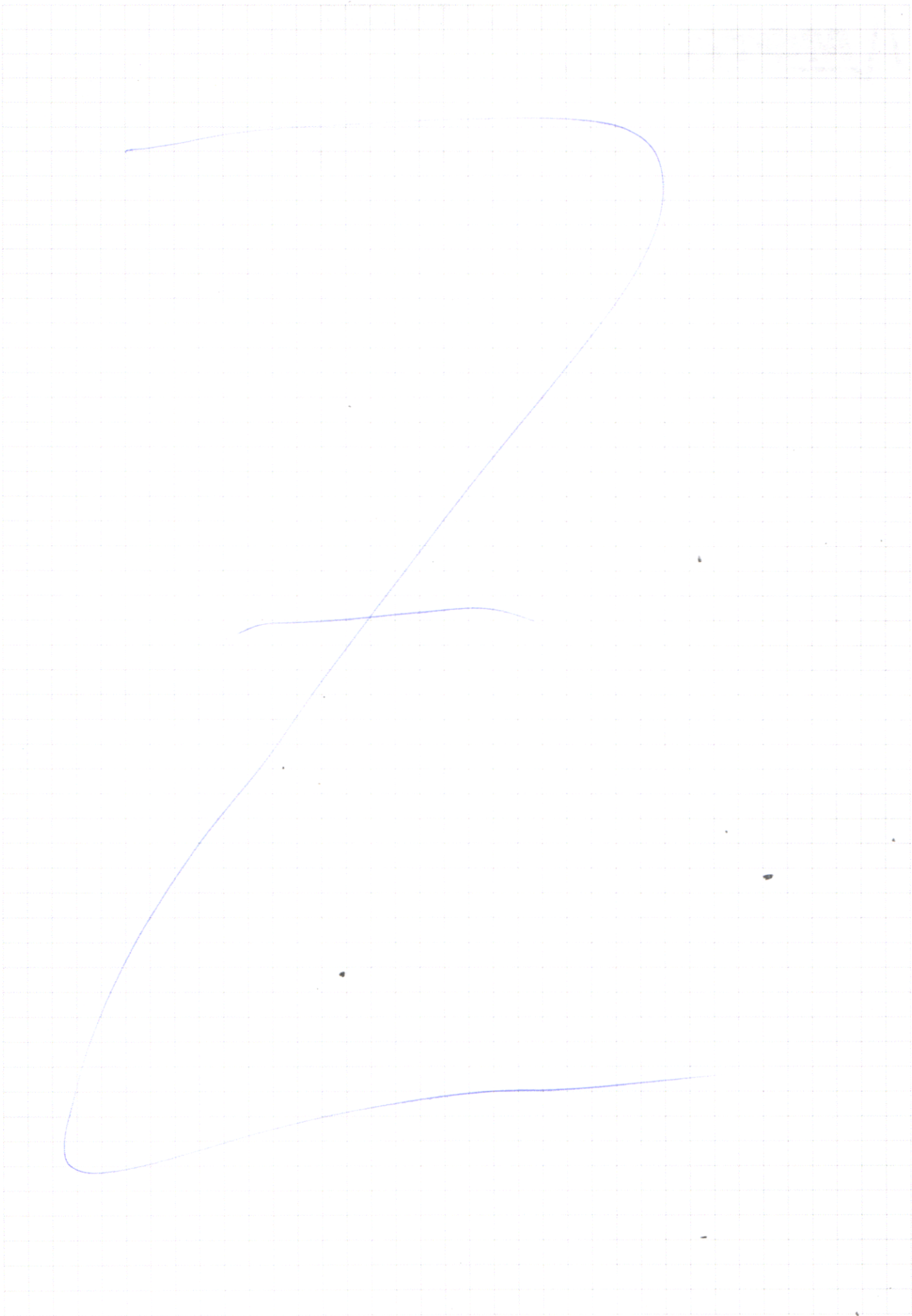
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)