

# Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 09

Шифр

1-007

(заполняется секретарём)

## Вариант 09-03

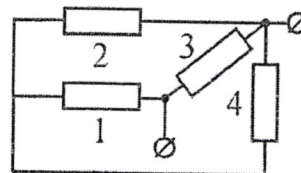
**1** Первый вагон поезда прошел мимо наблюдателя, стоящего на платформе, за  $\tau_1 = 1$  с, а второй - за  $\tau_2 = 1,5$  с. Длина каждого вагона  $L = 12$  м. Найдите скорость  $V_0$  поезда в начале наблюдения. Поезд движется по прямой равномерно.

**2** Начальная скорость камня, брошенного под углом к горизонту, равна  $V_0 = 10$  м/с, а через  $\tau = 0,5$  с величина скорости камня уменьшилась до  $V = 7$  м/с. Через какое время  $T$  после старта камень находился на максимальной высоте? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

**3** Подвешенному на нити шарик сообщили начальную скорость в горизонтальном направлении. В тот момент, когда нить отклонилась на угол  $\alpha = 30^\circ$  от вертикали, ускорение шарика направлено горизонтально. Какой угол  $\alpha_{\max}$  с вертикалью будет образовывать нить в момент остановки шарика?

**4** В очень легком калориметре находятся вода массой  $M = 0,1$  кг и кусок льда массой  $m = 0,05$  кг. Температура воды и льда  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ , температура окружающей среды  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ . Из-за притока теплоты лед понемногу плавится – за  $\tau = 5$  минут в воду превращается  $m_1 = 1$  г льда. Какое время  $T$  пройдет (оценить) от момента полного плавления льда до увеличения температуры системы на  $\Delta t = 1^\circ\text{C}$ ? Удельная теплота плавления льда  $\lambda = 3,3 \cdot 10^5$  Дж/кг, удельная теплоемкость воды  $c = 4200$  Дж/(кг·К).

**5** Цепь, схема которой показана на рисунке, подключена к источнику постоянного напряжения  $U = 18$  В. Сопротивление каждого резистора равно  $r = 5$  Ом. Найдите мощность  $P_1$ , рассеиваемую на резисторе 1.



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1

Дано:

$$t_1 = 1 \text{ с}$$

$$t_2 = 1,5 \text{ с}$$

$$L_1 = L_2 = L = 12 \text{ м}$$

$V_0 = ?$

$$\frac{1,5c V_1}{12 \text{ м}} \quad \frac{1c V_0}{12 \text{ м}}$$

Решение:

$$L = V_0 t_1 + \frac{a t_1^2}{2} = V_1 t_2 + \frac{a t_2^2}{2} = \frac{V_0(t_1 + t_2) + \frac{a(t_1 + t_2)^2}{2}}{2}$$

$$\begin{cases} V_0 + 0,5a = 12 \\ 1,5V_1 + 1,125a = 12 \end{cases}$$

$$V_0 - 1,5V_1 = 0,625a; \quad a = V_1 - V_0$$

$$V_0 - 1,5V_1 = 0,625(V_1 - V_0)$$

$$1,625V_0 = 2,125V_1$$

$$V_1 = \frac{13}{14} V_0$$

$$2L = \left( V_0(t_1 + t_2) + \frac{a(t_1 + t_2)^2}{2} \right) \Rightarrow 24 = 2,5V_0 + 3,125a$$

$$2,5V_0 + 3,125V_1 - 3,125V_0 = \frac{325}{136} V_0 - 0,625V_0 = 1 \frac{13}{14} V_0$$

$$1 \frac{13}{14} V_0 = 24$$

$$V_0 = 13,6 \text{ м/с.}$$

Ответ: 13,6 м/с.

№ 2

Дано:

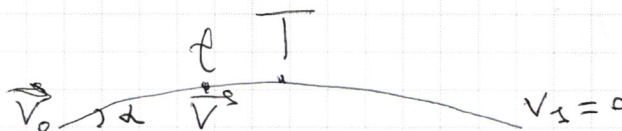
$$V_0 = 10 \text{ м/с}$$

$$t = 0,5 \text{ с}$$

$$V = 7 \text{ м/с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$T = ?$



Решение:

$$a = \frac{7 - 10}{0,5} = -6 \text{ м/с}^2$$

$$2T = \frac{-10}{-6} = 1 \frac{2}{3} \text{ с}; \quad T = 1 \frac{2}{3} : 2 = \frac{5}{6} \text{ с.}$$

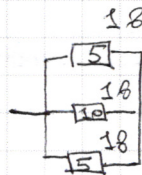
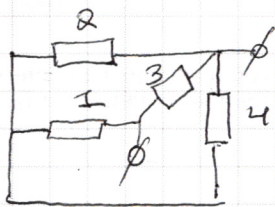
Ответ:  $\frac{5}{6}$  с.

№ 5

Дано:

$$r_1 = r_2 = r_3 = r_4 = r = 50 \text{ м}$$

$$U = 18 \text{ В}$$



$P_1 - ?$

Решение:

$$I_2 = I_4 = \frac{18}{5} = 3,6 \text{ А}$$

$$I_{(1+3)} = \frac{18}{10} = 1,8 \text{ А}$$

$$I = 2 \cdot 3,6 + 1,8 = 9 \text{ А}$$

$$P = UI; \quad P_{(1+3)} = 18 \cdot 1,8 = 32,4 \text{ Вт}$$

$$P_1 = \frac{P_{(1+3)}}{2} = \frac{32,4}{2} = 16,2 \text{ Вт}$$

Ответ: 16,2 Вт.

№ 4

Дано:

$$M = 0,1 \text{ кг}$$

$$m = 0,05 \text{ кг}$$

$$t_0 = 0^\circ \text{C}$$

$$t_1 = 20^\circ \text{C}$$

$$\tau = 5 \text{ мин} = 300 \text{ с}$$

$$m_1 = m_2 = 0,001 \text{ кг}$$

$$\Delta t = 1^\circ \text{C}$$

$$k = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$$

$$c = 4200 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$$

Решение:

$$Q = 3,3 \cdot 10^5 \cdot 5 \cdot 10^{-2} = 16500 \text{ Дж}$$

$$\frac{16500}{300 \cdot 50} = 1,1 \text{ Дж/с}$$

$$m_2 = 0,15 \text{ кг}; \quad Q_1 = 4200 \cdot 0,15 = 630 \text{ Дж}$$

$$\tau_2 = \frac{630}{1,1} = 572 \frac{8}{11} \text{ с}$$

$$T = 15000 + 572 \frac{8}{11} = 16072 \frac{8}{11} \text{ с}$$

Ответ: 16072  $\frac{8}{11}$  с.

T - ?

№ 3

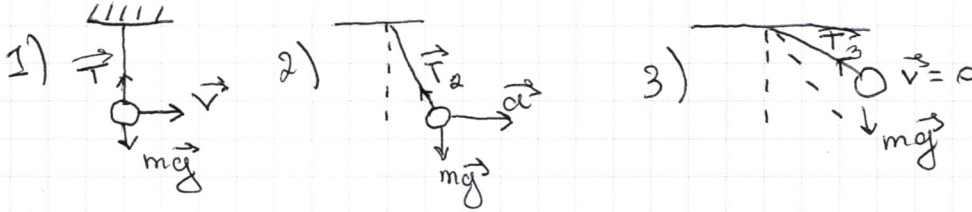
Дано:

V

$$\angle \alpha = 30^\circ$$

Решение:

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$1) \quad 0x: ma = 0 ; a = 0$$

$$0y: T = mg$$

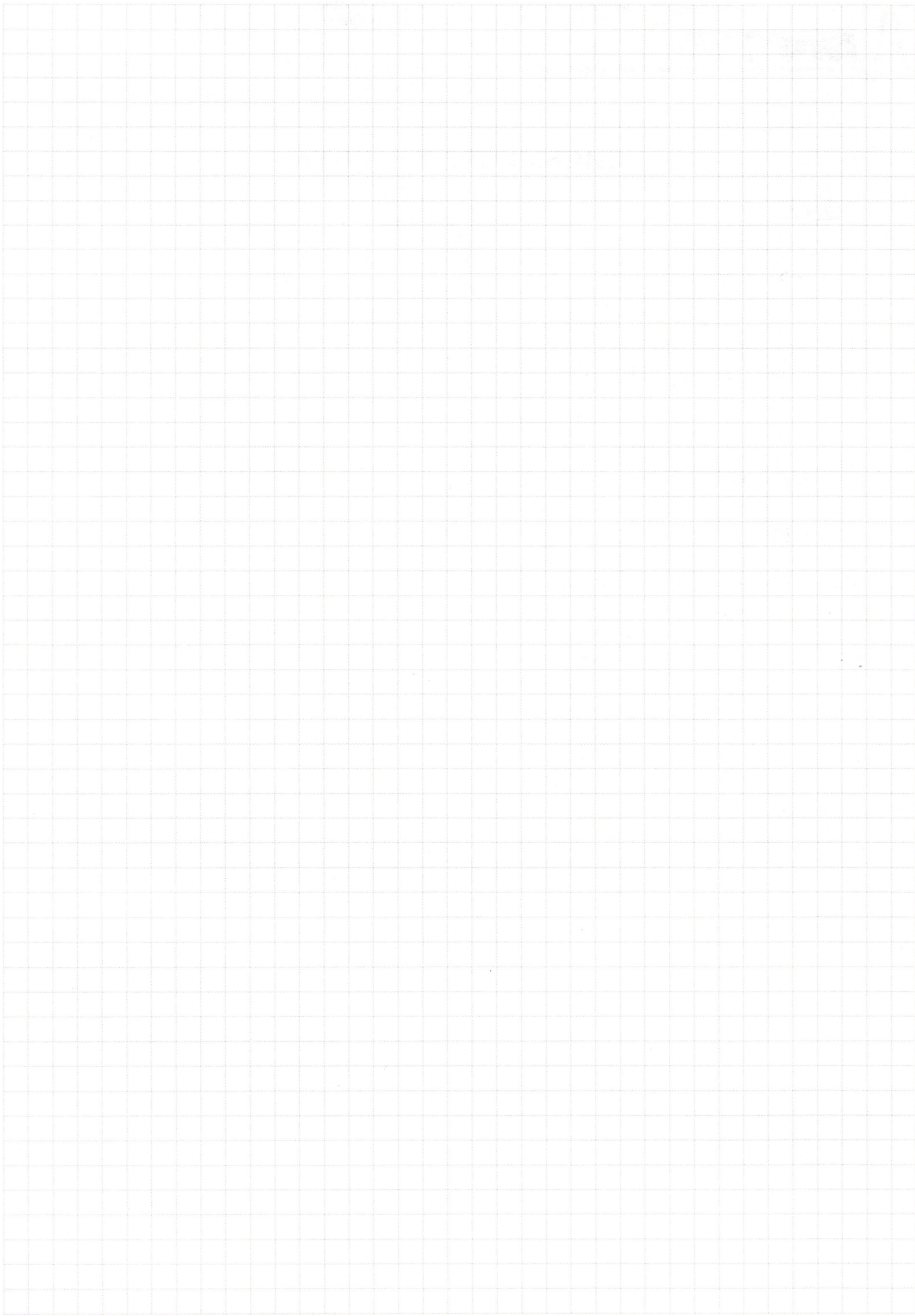
$$2) \quad 0x: ma = T_2 \sin \alpha$$

$$0y: T_2 \cos \alpha = mg$$

$$3) \quad 0x: T_3 \sin \alpha \max = ma$$

$$0y: T_3 \cos \alpha \max = mg$$

$$T = T_2 \cos 30^\circ = T_3 \cos \alpha \max$$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

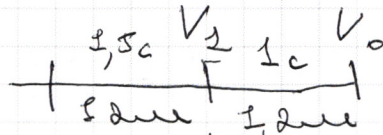
## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\tau_1 = 1 \text{ c} \quad \tau_2 = 1,5 \text{ c}$$

$$L = 12 \text{ м}$$

$$V_0 = ?$$

$$V_0 > V_1 \quad a = \text{const}$$



~~$$24 = 12 \cdot 2,5 + 3,125 \cdot t$$~~

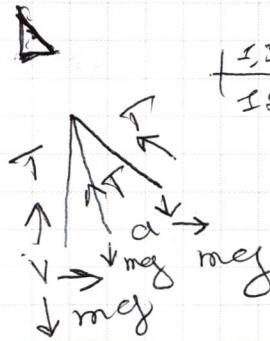
$$S = V_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$V_0 + 0,5a = 12$$

$$1,5V_1 + 1,125a = 12$$

$$V_0 - 1,5V_1 = 0,625a$$

$$a = \frac{V_1 - V_0}{1} = V_1 - V_0$$



$$\frac{62,13}{5 \cdot 14} \text{ м/с}$$

$$\frac{1,5c + 1c}{12} = 13,6 \text{ м/с}$$

$$V_0 - 1,5V_1 = 0,625V_1 - 0,625V_0$$

$$1,625V_0 = 2,125V_1$$

$$V_0 = 1 \frac{4}{13} V_1$$

$$V_1 = \frac{13}{14} V_0$$

$$\frac{14 \cdot 8}{8 \cdot 13} = 1 \frac{4}{13}$$

$$24 = 2,5V_0 + 3,125a = 2,5V_0 + 3,125V_1 - 3,125V_0 =$$

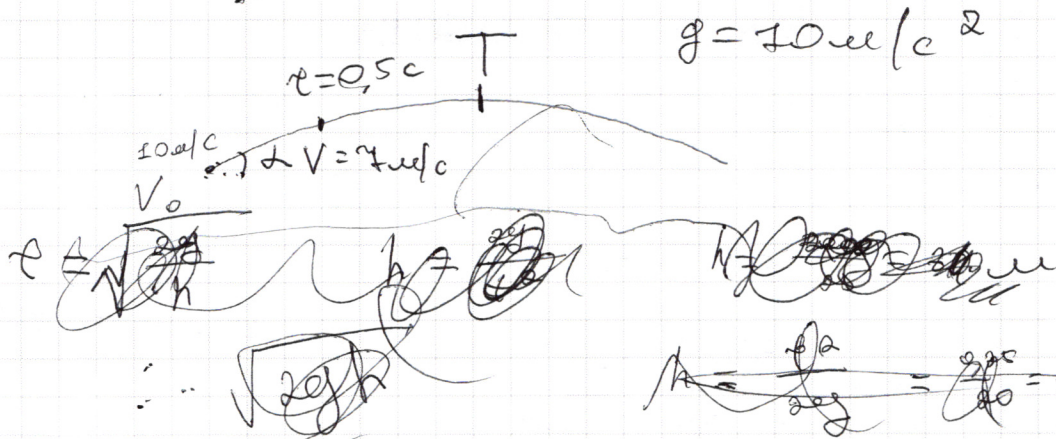
$$= \frac{25 \cdot 13}{8 \cdot 14} V_0 - 0,625V_0 = \frac{25 \cdot 13 - 14 \cdot 5}{8 \cdot 14} V_0 = \frac{5(65 - 14)}{8 \cdot 14} V_0 =$$

$$= \frac{30}{14} V_0$$

$$\frac{30}{14} V_0 = 24$$

$$V_0 = \frac{24 \cdot 14}{30} = 11,2 \text{ м/с}$$

$$\frac{26500}{15000} = \frac{33}{30} = \frac{11}{10} = 1,1 \text{ Dm}$$



$$10 \cos \alpha + \frac{a \cdot t^2}{2} = L$$

$$10 \sin \alpha - \frac{g \cdot t^2}{2} = h$$

$$4200 \cdot 0,15 = 630 \text{ Dm}$$

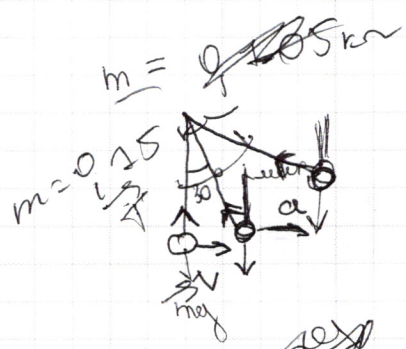
$$\frac{4200 \text{ Dm}}{100 \cdot 0,2} = 2100$$

$$\sin \alpha = 0,25$$

$$\frac{6300}{11} = 572,7 \text{ c}$$

$$M = 0,1 \text{ km}$$

$$m = 0,05 \text{ km}$$



$$t = \frac{v}{a} = \frac{11}{2}$$

$$t_0 = 0^\circ \text{C}$$

$$t_1 = 80^\circ \text{C}$$

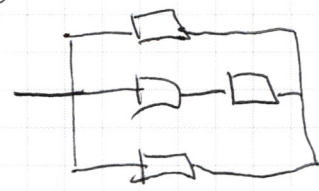
$$t = 5 \text{ min} = 300 \text{ c}$$

$$m_{\pm} = \rho_{\pm} = 0,003 \text{ km}$$

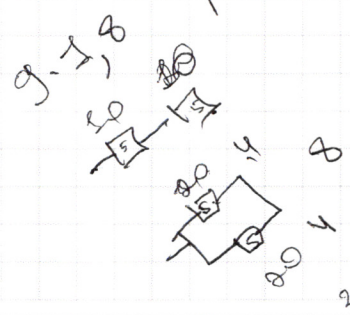
$$3,3 \cdot 10^5 \cdot 5 \cdot 10^{-2} = 16,5 \cdot 10^3 = 16500 \text{ Dm}$$

$$P = UI$$

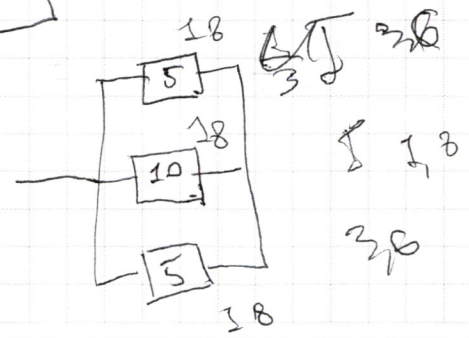
$$I = \frac{P}{U} = \frac{16}{5} = 3,2 \text{ A}$$



$$I = 3,2 \text{ A}$$



$$P = 18 \cdot 3,2 = 57,6 \text{ W}$$





ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

2-004

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)»

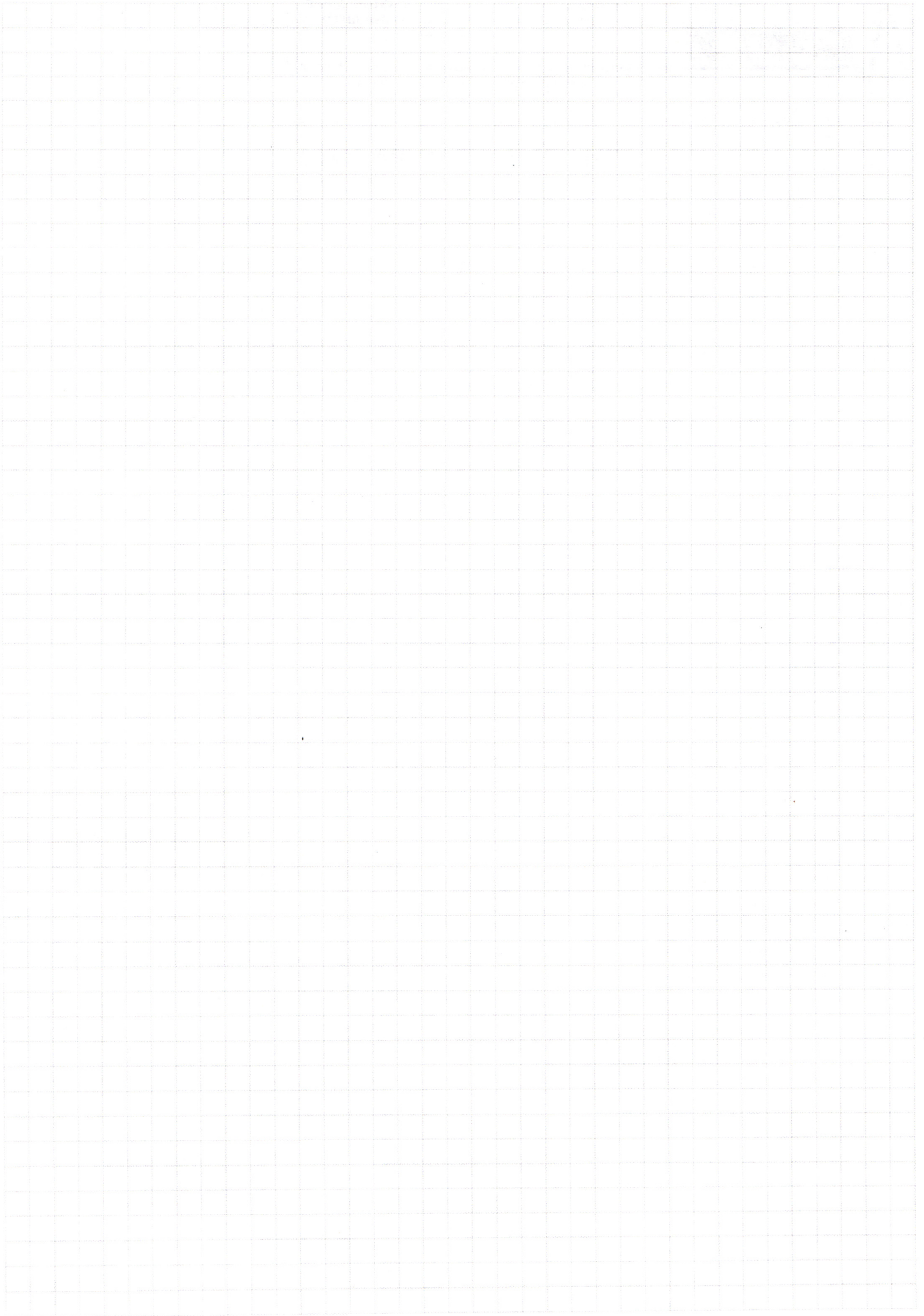
1-007  
ШИФР

(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)