

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 10

Вариант 10-01

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

1. Камень бросают с вышки со скоростью $V_0 = 8$ м/с под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. В полете камень все время приближался к горизонтальной поверхности Земли и упал на нее со скоростью $2,5V_0$.

- 1) Найти вертикальную компоненту скорости камня при падении на Землю.
- 2) Найти время полета камня.
- 3) Найти горизонтальное смещение камня за время полета.

Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

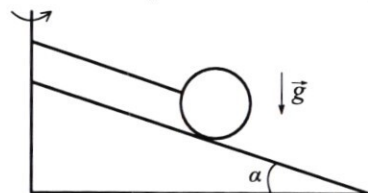
2. Человеку, упирающемуся в ящик ногами, надо передвинуть ящик из состояния покоя по горизонтальному полу на расстояние S к стене (см. рис.). Массы человека и ящика равны соответственно m и $M = 5m$. Натянутые части каната, не соприкасающиеся с блоком, горизонтальны. Массами каната, блока и трением в оси блока можно пренебречь. Коэффициент трения между ящиком и полом μ .



- 1) С какой силой ящик с человеком давят на пол при движении ящика?
- 2) С какой минимальной постоянной силой надо тянуть человеку канат, чтобы осуществить задуманное?
- 3) Какой скорости достигнет ящик, если человек осуществит задуманное, приложив постоянную силу F ($F > F_0$) к канату?

3. Однородный шар массой m и радиусом R находится на гладкой поверхности клина, наклоненной под углом α к горизонту (см. рис.). Шар удерживается нитью длиной L , привязанной к вертикальной оси, проходящей через вершину клина. Нить параллельна поверхности клина.

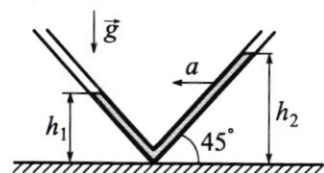
- 1) Найти силу натяжения нити, если система покоится.
- 2) Найти силу натяжения нити, если система вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина, а шар не отрывается от клина.



4. Трубка, изогнутая под прямым углом, расположена в вертикальной плоскости и заполнена маслом (см. рис.). Угол $\alpha = 45^\circ$. При равноускоренном движении трубки в горизонтальном направлении уровни масла в коленях трубки устанавливаются на высотах $h_1 = 8$ см и $h_2 = 12$ см.

- 1) Найдите ускорение a трубки.
- 2) С какой максимальной скоростью V будет двигаться жидкость относительно трубки после того как трубка внезапно станет двигаться равномерно (ускорение «исчезнет»)?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Действие сил трения пренебрежимо мало.

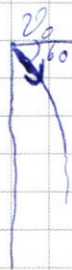


5. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится насыщенный водяной пар при температуре 95°C и давлении $P = 8,5 \cdot 10^4$ Па. В медленном изотермическом процессе уменьшения объема пар начинает конденсироваться, превращаясь в воду.

- 1) Найти отношение плотности пара к плотности воды в условиях опыта.
 - 2) Найти отношение объема пара к объему воды к моменту, когда объем пара уменьшится в $\gamma = 4,7$ раза.
- Плотность и молярная масса воды $\rho = 1$ г/см³, $\mu = 18$ г/моль.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) $v_0 = 8 \text{ м/с}$
 $\alpha = 60^\circ$
 $v_1 = 2,5 v_0$



а) $v_{0x} = \text{const} \Rightarrow$
 $v_{1x} = v_{0x} = v_0 \cdot \sin 30^\circ =$
 $= \frac{1}{2} v_0 = 4$

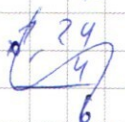
$$2,5 v_0 = \sqrt{v_{1x}^2 + v_{1y}^2} = \sqrt{\frac{1}{4} v_0^2 + v_{1y}^2}$$

$$6,25 v_0^2 = \frac{1}{4} v_0^2 + v_{1y}^2$$

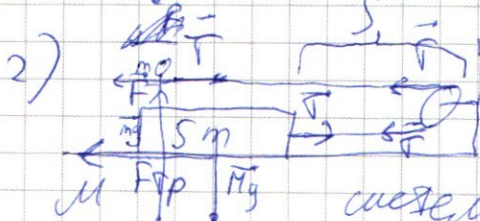
$$v_{1y}^2 = 6 v_0^2 \Rightarrow v_{1y} = \sqrt{6} \cdot v_0 = \sqrt{6} \cdot 8 \approx 24 \cdot 8 \approx 19,2 \text{ м/с} \quad \text{Ответ}$$

б) $t = \frac{v_{1y} - v_{0y}}{g} = \frac{\sqrt{6} v_0 - \frac{1}{2} v_0}{g} =$
 $= \frac{\sqrt{6} (\sqrt{2} - \frac{1}{2}) \cdot v_0}{g} \approx \frac{\sqrt{3} \cdot (0,91) \cdot 8}{10} = 1,21 \cdot 0,8 \cdot 0,91 = 0,88 \text{ с}$
 Ответ

в) $v_{0x} \cdot t = l = 4 \cdot 1,24 \approx 5 \text{ м}$



Ответ

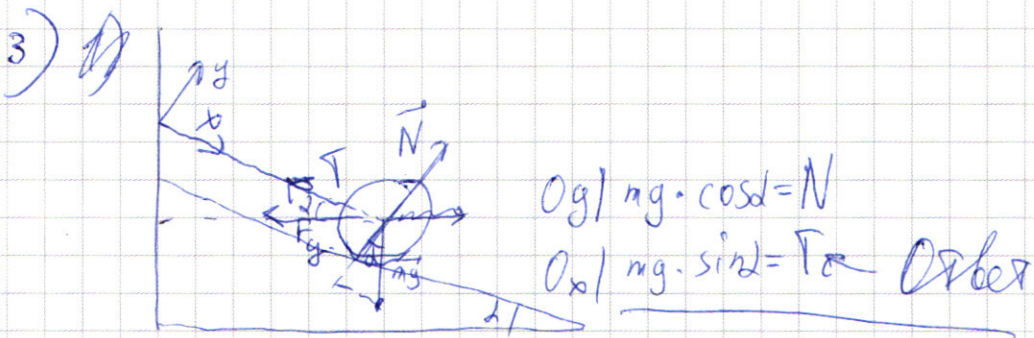


2) $2T = 2F_T \Rightarrow$ при равномерном движении. $2F_T = F_{Tp} = 6 \text{ тг}$
 $F_T = 3 \text{ тг}$ Ответ

а) по третьему закону Ньютона из вертикального направления имеем: сила натяжения $N = P = 5 \text{ тг} + \text{мг} = 6 \text{ тг}$ это следует из того, что вес Ответ
 $N + F_{Tn} + F_{Tm} = 0$, а F_{Tn} и F_{Tm} направлены к N

б) $\frac{2(F-F_0)}{6m}$ - ускорение, действующее на систему из груза и человека.

$$S = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2S}{a}} \quad v_{\text{max}} = at = \frac{2(F - 3mg\mu)}{3m} \cdot \sqrt{\frac{2S}{a}} =$$
$$= \sqrt{2S \cdot a} = \sqrt{2S \cdot \frac{2(F - 3mg\mu)}{3}} =$$
$$= \sqrt{\frac{2S}{m} (F - 3mg\mu)} \quad \text{Order}$$

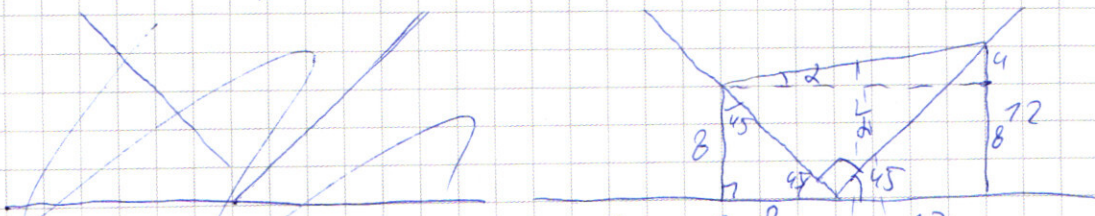


$$(L+R) \cdot \cos \alpha \cdot \omega^2 = F_g$$

$$\frac{F_g}{\cos \alpha} = T' \quad T_{\text{real}} = T + T' = mg \cdot \sin \alpha + (L+R) \cdot \omega^2$$

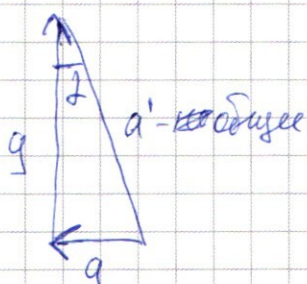
Orber?

4) для удобства друга очень толкая.



Вода стремится быть $\uparrow$ Уровень воды стремится быть $\uparrow$ $\uparrow$ ускорен $\Rightarrow$ найдём L между горизонтом и уровнем, при этом $L =$ угол между g и новым ускорением (единиц) из геометрии видим, что $\tan \alpha = \frac{1}{5} \Rightarrow$ (след стр.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

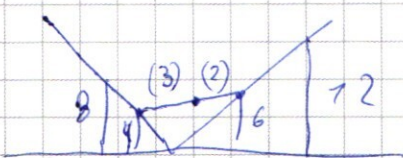


т.к. $\tan \alpha = \frac{1}{5}$, то $a = \frac{1}{5}g = \frac{2 \text{ м}}{\text{с}^2}$

Ответ

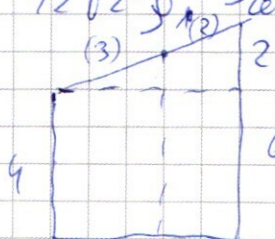
б) максимальная скорость будет достигнута при переходе через ^(рис 4.1) равно-
весное состояние. т.к. далее при подъёме ~~сущес-~~

~~т.к.~~ центр тяжести поднимается с кинетич. энергии перешедшей из-за роста потенциальной.



т.к. находим высоты центров масс, ^{каждой части}
а затем и высоту h общего центра ^{высота}
масс. Соотношение 3:2 инвари-

антно из-за того что $m_{прав} = 8\sqrt{2} \cdot \rho \cdot S_{сек}$
 $12\sqrt{2} \cdot \rho \cdot S_{сек} = 8\sqrt{2} : 12\sqrt{2} = 2:3$



используем подобие треугольников:

$\frac{5-x}{3-x} = \frac{6}{4}$

$x = \frac{6}{5} \text{ см}$ $x \neq 4 = 5 \frac{1}{5} \text{ см}$ — искомое h цент-

ра тяжести.

аналогично ~~центр~~ находим центр тяжести в равнове-

ном состоянии $h' = 5 \Rightarrow mgh = mgh' + \frac{mv^2}{2}$

$g(h-h') = \frac{v^2}{2}$ $\sqrt{2g \cdot \Delta h} = 28 = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot \frac{1}{5} \cdot 10^2} =$
 $= \sqrt{\frac{2}{5} \cdot 10^3} = \sqrt{4 \cdot 10^2} =$
 $= 0.2 \text{ м/с}$ Ответ

равновесное состояние -

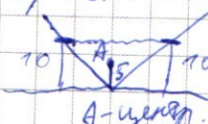


рис (4.1)!

A - центр масс

$$5) T = 273 + 95 = 368 K$$

$$P = 8,5 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

исотермический процесс.

$T \downarrow$

пар насыщенный.

а) т.к. пар насыщенный, то его плотность ~~будет~~ увеличиваться не может, и уменьшение T идет полностью за счёт уменьшения количества пара, то есть его массы.

массы.

$m_{\text{п}}$ - масса пара. M - молярная масса пара.
 V - объём пара.

$$\rho \cdot V = \frac{m_{\text{п}}}{M_{\text{п}}} \cdot R \cdot T$$

$$\rho_{\text{п}} = \frac{m_{\text{п}}}{V_{\text{п}}} = \frac{M_{\text{п}}}{R \cdot T}$$

$$8,5 \cdot 10^4 = \frac{18}{368} \cdot \frac{R}{T}$$

$$\frac{5 \cdot 10^{-4}}{1} = 5 \cdot 10^{-4}$$

отношение $\rho_{\text{п}}$ к $\rho_{\text{в}}$

Ответ.

$$\rho_{\text{п}} = \frac{P \cdot M_{\text{п}}}{R \cdot T} = \frac{8,5 \cdot 10^4 \cdot 18}{8,31 \cdot 368} \approx \frac{10^4 \cdot 0,05}{1} \approx 500 \text{ г/м}^3$$

$$\frac{8,5}{18} = \frac{9}{180} \quad \frac{18}{368} \approx \frac{1}{20,4} \approx 0,05 \quad \cdot 10^6 = 5 \cdot 10^4 \text{ г/м}^3$$

$$\rho \cdot V = \frac{m_{\text{пар}}}{M} \cdot R \cdot T$$

$$\rho \cdot \frac{1}{4,2} = \frac{m_{\text{пар}}}{M} \cdot R \cdot T \cdot \frac{1}{4,2}$$

$$m_{\text{пар}} \cdot \frac{1}{4,2} = m_{\text{нов}} \Rightarrow \frac{3,2}{4,2} m_{\text{пар}} = m_{\text{нов}}$$

$\frac{m_{\text{пар}}}{m_{\text{нов}}} = \frac{4,2}{3,2}$

$m_{\text{пар}}$ - начальная масса пара.

$m_{\text{нов}}$ - новая масса пара после охлаждения

T - начальная температура пара.
 $T_{\text{нов}}$ - новая температура пара и воды (новой)

$$\frac{\rho_{\text{пар}}}{\rho_{\text{нов}}} = \frac{m_{\text{пар}}}{m_{\text{нов}}} \cdot \frac{V_{\text{нов}}}{V_{\text{пар}}} = \frac{3,2}{4,2} \cdot \frac{5 \cdot 10^{-4}}{1} = \frac{1}{4,2}$$

$$\frac{m_{\text{пар}}}{m_{\text{нов}}} = \frac{m_{\text{п}}}{m_{\text{в}}} \cdot \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{п}}} = \frac{3,2}{4,2} \cdot \frac{1}{5 \cdot 10^{-4}} \cdot \frac{1}{5 \cdot 10^4} = \frac{3,2}{4,2} \cdot \frac{1}{25} = \frac{3,2}{100} = 0,032$$

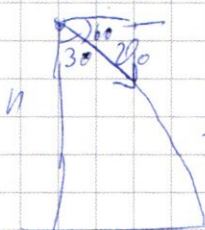
$$\frac{4 \cdot 10^4}{3,2 \cdot 5} = \frac{10^4}{18,5} = 0,055 \cdot 10^4 = 550 \text{ г/м}^3$$

Ответ

$$500 \times \frac{3,2}{5} = \frac{1000}{18,5} = 1000 \div 18,5 = 54 \dots 10 \dots 100 \dots 1000 \dots 925 \dots 250 \dots 248 \dots 10$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) $v_0 = 8 \quad \alpha = 60^\circ$



$$v_0 \cdot \sin 30^\circ = \text{const}$$

$$v_0 \cdot \frac{1}{2} = \text{const}$$

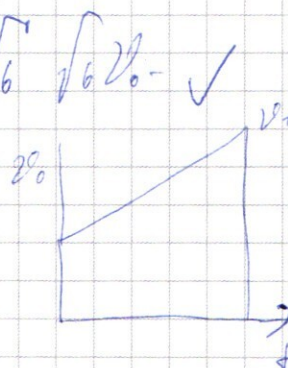
$$\frac{1}{4} + x^2 = 2.5^2$$

$$\frac{1}{4} + x^2 = 6.25$$

$$x^2 = 6 \quad x = \sqrt{6} \quad \sqrt{6} v_0 - \checkmark$$

$$L = \frac{v_0^2 - v_{0y}^2}{2g}$$

$$t = \frac{v_{1y} - v_{0y}}{a} \quad \checkmark$$

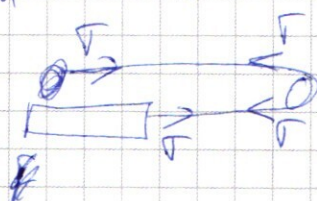


$$\frac{v_1 + v_0}{2} \cdot \frac{v_1 - v_0}{a}$$

2) $v_0 \cdot \sin 30^\circ \cdot \frac{v_{1y} - v_{0y}}{a} = L \quad \checkmark$

1) $6m \cdot g \quad \checkmark$

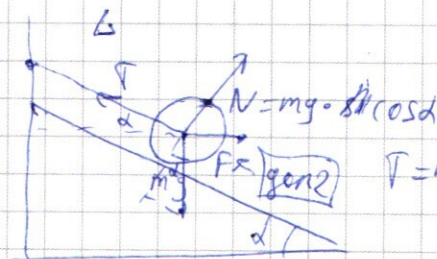
2) $\frac{\mu \cdot 6mg}{2} \quad \checkmark$



$$\frac{F - F_0}{6m} = a \quad S = \frac{v^2}{2a}$$

$$\sqrt{\frac{2S}{a}} = t \quad a \cdot t = v = \sqrt{\frac{2S}{a}} \cdot a = \sqrt{2Sa} = \sqrt{2S \cdot \frac{F - F_0}{6m}} \quad \checkmark$$

3)



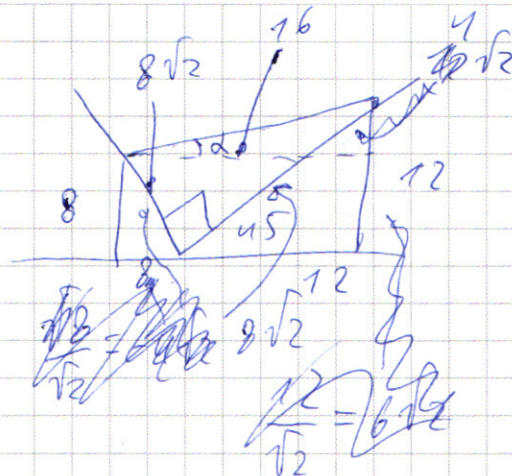
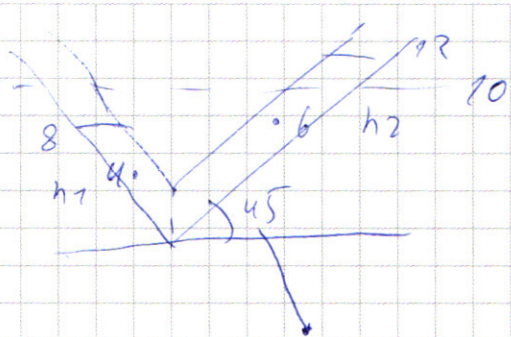
$$F = m \omega^2 (L \cdot \cos \alpha)$$

$$N = mg \cdot \cos \alpha$$

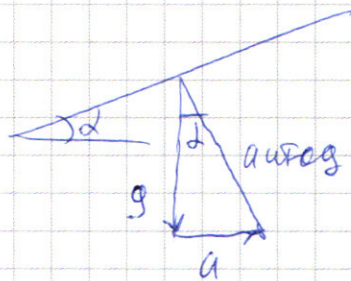
$$T = mg \cdot \sin \alpha$$

$$T = mg \cdot \sin \alpha + \frac{F}{\cos \alpha} \quad \checkmark$$

$$\frac{F}{T} = \cos \alpha \quad T' = \frac{F}{\cos \alpha}$$



$$\begin{array}{r} 8,5 \cdot 18 \\ \times 18 \\ \hline 153 \\ + 80 \\ \hline 1530 = 153 \end{array}$$

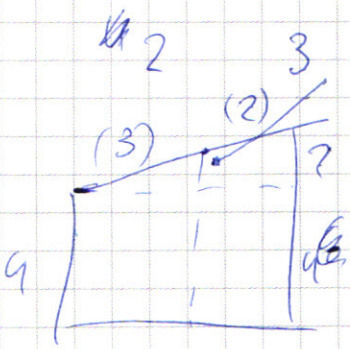


$$\frac{a}{g} = \frac{1}{5} \quad a = 2 \text{ м/с}^2$$

$$mgh = \frac{mv^2}{2}$$

$$\begin{array}{r} 144 \\ \times 368 \\ \hline 1104 \\ + 12944 \\ \hline 53054,9 \\ 3054 \\ 283059 \end{array}$$

$$8\sqrt{2} \quad 12\sqrt{2}$$



$$\begin{array}{l} 5 - ? \\ 3 - \frac{6}{5} \\ 4 + \frac{6}{5} - \text{г. масс. ст.} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 5 - \text{г. масс. пов.} \\ \frac{1}{5} \cdot \text{м.г.} = \frac{1}{5} \cdot \frac{20}{2} \\ \frac{1}{5} \cdot 10 \cdot 10 = \frac{1}{5} \cdot 100 = 20 \end{array}$$

$$v = 10 \text{ м/с}$$

$$\frac{3,2}{4,2} \cdot \text{м.г.} = m_b$$

$$\frac{3,2}{4,2} \cdot \text{м.г.} = \sqrt{6}$$

$$\begin{array}{l} \text{массы} \Rightarrow \text{р. у. не из-} \\ \text{увел!} \\ (223 + 95) = T \\ p = 8,5 \cdot 10^4 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 1) p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T / V \\ p = \frac{\rho \pi}{M} \cdot R \cdot T \end{array}$$

$$\begin{array}{l} p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \\ p \cdot \frac{1}{4,2} V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \\ m_{\text{м.г.}} = 4,2 \text{ м.г.} \end{array}$$

Амб



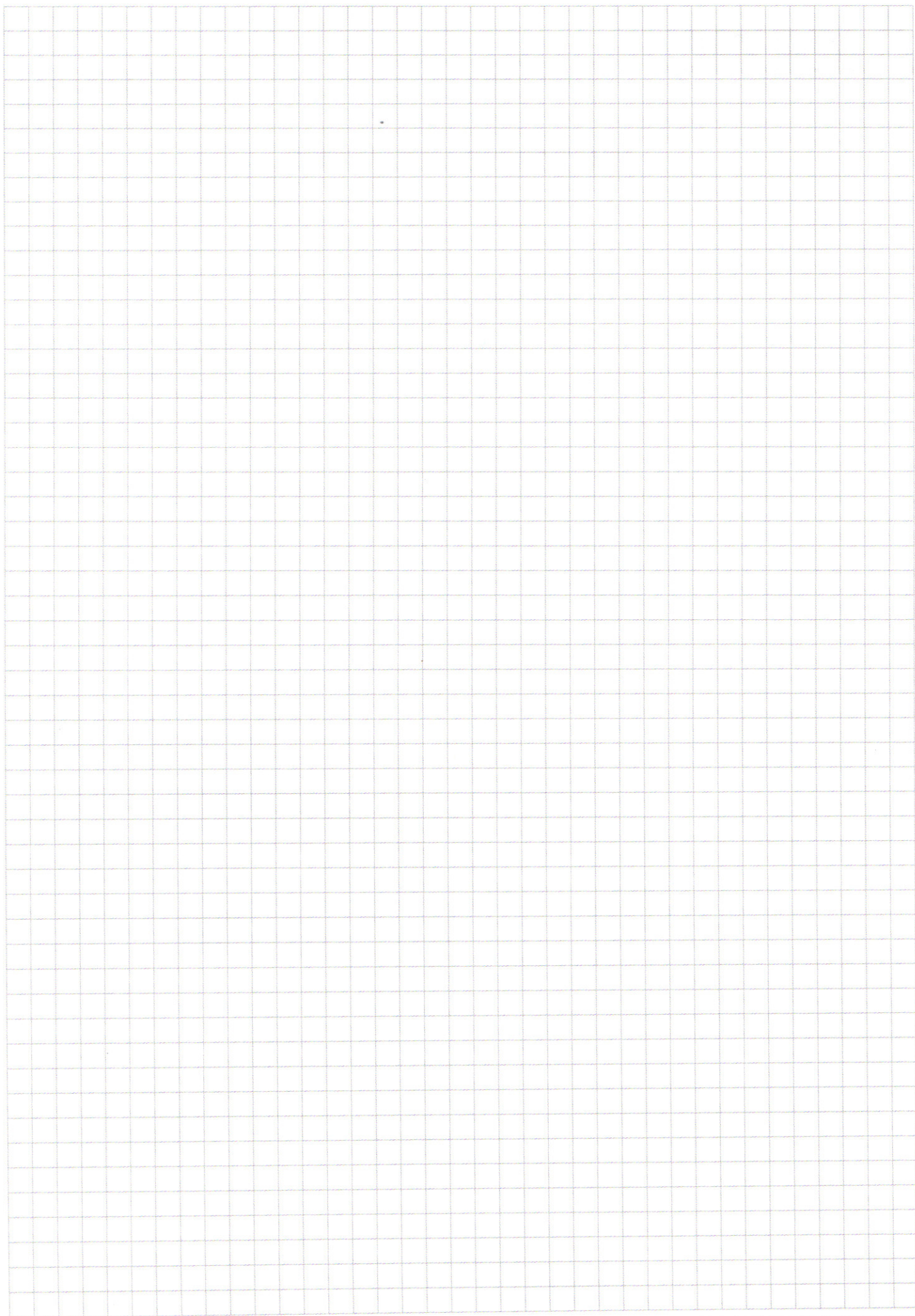
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«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)



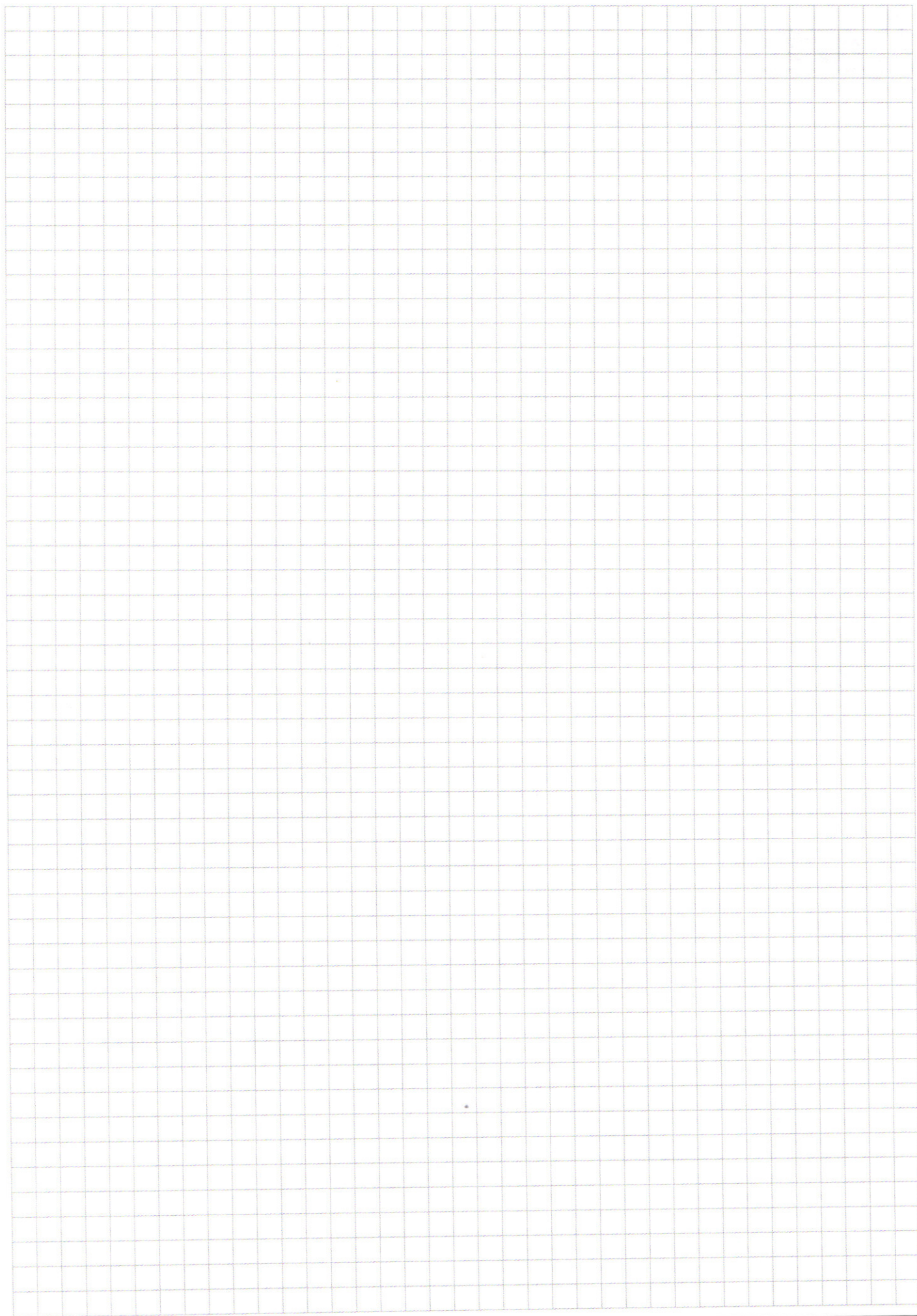
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«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)