

Олимпиада «Физтех» по физике, с

Класс 10

Вариант 10-01

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

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?

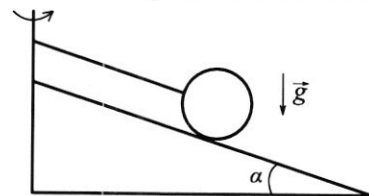
2) С какой минимальной постоянной силой надо тянуть человеку канат, чтобы осуществить задуманное?

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.

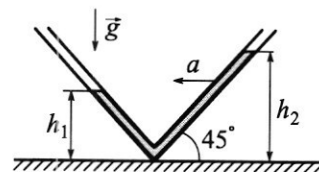


4. Трубка, изогнутая под прямым углом, расположена в вертикальной плоскости и заполнена маслом (см. рис.). Угол $\alpha = 45^\circ$. При равноускоренном движении трубки в горизонтальном направлении уровни масла в коленях трубки устанавливаются на высотах $h_1 = 8$ см и $h_2 = 12$ см.

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

Дано:

$$V_0 = 8 \text{ м/с}$$

$$\angle \alpha = 60^\circ$$

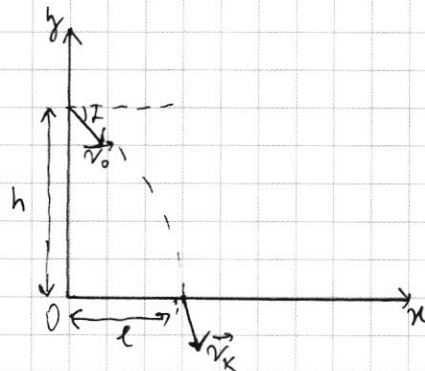
$$V_K = 20 \text{ м/с} = 2,5 V_0$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$V_{Ky} - ?$$

$$t - ?$$

$$l - ?$$



$$1) \vec{V}_0 = \vec{V}_{0y} + \vec{V}_{0x}$$

$$Ox: V_{0x} = V_0 \cos \alpha - \text{Горизонтальная компонента нач. скорости}$$

$$Oy: V_{0y} = V_0 \sin \alpha - \text{Вертикальная компонента нач. скорости}$$

$$2) V_K = \sqrt{V_{Kx}^2 + V_{Ky}^2}; V_{Kx} = V_{0x} = V_0 \cos \alpha$$

$$V_{Ky} = \sqrt{V_K^2 - (V_0 \cos \alpha)^2} = \sqrt{400 - 16} = \sqrt{384} = 8\sqrt{6} \approx 19,76 \text{ м/с}$$

$$3) V_y = V_{0y} + \frac{g t^2}{1}$$

$$V_{Ky} = V_{0y} + g t \Rightarrow t = \frac{V_{Ky} - V_0 \sin \alpha}{g} = \frac{19,76 - 6,93}{10} \approx 1,28 \text{ с}$$

$$4) x = x_0 + V_{0x} t + \frac{a x t^2}{2}$$

$$l = V_{0x} \cdot t = 4 \cdot 1,28 = 5,12 \text{ м}$$

Ответ: $19,76 \text{ м/с}; 1,28 \text{ с}; 5,12 \text{ м}$

№ 2

Дано:

$$S; m;$$

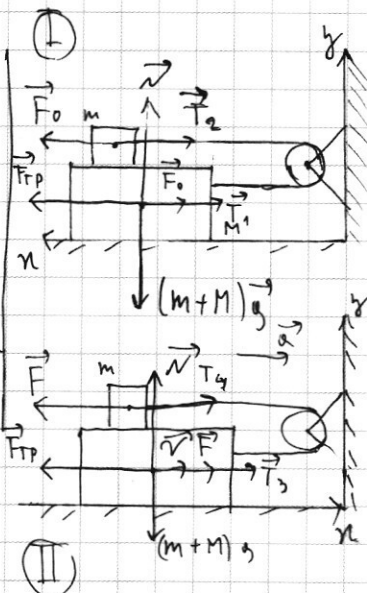
$$M = 5m;$$

$$\mu; F > F_0$$

$$N - ?$$

$$F_0 - ?$$

$$V - ?$$



$$1) \vec{F}_0 + \vec{T}_1 + \vec{F}_{TP} + \vec{N} + (m+M)\vec{g} = 0 \quad (I)$$

$$Ox: F_{TP} - F_0 - T_1 = 0$$

$$Oy: N - (m+M)g = 0$$

$$N = (m+M)g = 6mg$$

$$F_{TP} = \mu N = 6\mu mg$$

$$2) \text{Дан. условие: } F_0 = T_2; T_1 = T_2$$

$$F_0 = T_1 \quad (\text{неподвижный блок})$$

$$3) F_{TP} = F_0 + T_1$$

$$F_{TP} = 2F_0 \Rightarrow F_0 = \frac{F_{TP}}{2} = 3\mu mg$$

$$4) \vec{F} + (m+M)\vec{g} + \vec{N} + \vec{T}_3 + \vec{F}_{TP} = (m+M)\vec{a} \quad (II)$$

$$\text{ox: } T_3 + F - F_{TP} = 6ma; \quad F_{TP} = 6\mu mg$$

$$\text{Dom: yarebka: } F = T_4; \quad T_3 = T_4; \quad F = T_3 \quad (\text{неподвижный блок})$$

$$2F - 6\mu mg = 6ma \Rightarrow a = \frac{F - 3\mu mg}{3m} = \frac{F}{3m} - \mu g$$

$$5) S_x = \frac{V_x^2 - V_{0x}^2}{2a}$$

$$S = \frac{v^2}{2a} \Rightarrow V = \sqrt{2Sa} = \sqrt{2S\left(\frac{F}{3m} - \mu g\right)}$$

$$\text{Ответ: } 6mg; \quad 3\mu mg; \quad \sqrt{2S\left(\frac{F}{3m} - \mu g\right)}$$

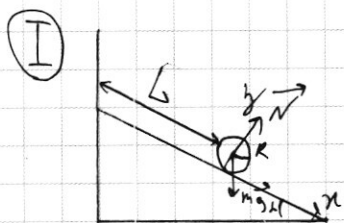
Дано:

$m; R; L$

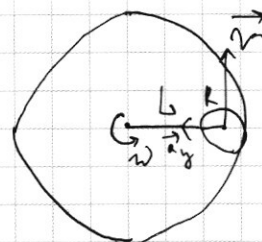
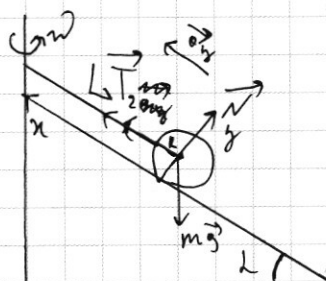
$L; \omega$

$T_1 - ?$

$T_2 - ?$



~3
II



$$1) m\vec{g} + \vec{N} + \vec{T}_1 = 0 \quad (I)$$

$$\text{OX: } -T_1 + mg \sin \alpha = 0$$

$$T_1 = \underline{mg \sin \alpha}$$

$$2) m\vec{g} + \vec{N} + \vec{T}_2 = m\vec{a}_y \quad (II)$$

$$\text{OX: } T_2 - mg \sin \alpha = ma_y$$

$$T_2 = m(a_y + g \sin \alpha)$$

$$3) V = \omega(R+L), \quad a_y = \frac{v^2}{(R+L)} \Rightarrow a_y = \omega^2(R+L)$$

$$4) T_2 = m(\omega^2(R+L) + g \sin \alpha)$$

$$\text{Ответ: } mg \sin \alpha; \quad m(\omega^2(R+L) + g \sin \alpha)$$

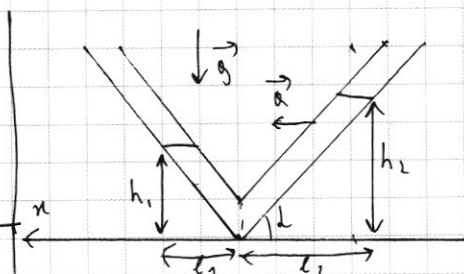
~4

Дано:

$\alpha = 45^\circ$

$h_1 = 0,08 \text{ m}; \quad h_2 = 0,12 \text{ m}$

$\alpha - ?; \quad V - ?$



$$1) p_1 = p_2 \quad (\text{закон сообщающихся сосудов})$$

$$\rho g h_1 + \rho a(l_1) = \rho g h_2 + \rho a(l_2)$$

$$a(l_1 + l_2) = g(h_2 - h_1)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) $l_1 = h_1 + g l_2$; $l_2 = h_2 + g l_1 \Rightarrow l_1 = h_1$; $l_2 = h_2$

$$a = \frac{g(h_2 - h_1)}{h_1 + h_2} = \frac{10 \cdot 0,04}{0,2} = 2 \text{ м/с}^2$$

3) $V = V_{\text{ж}} - V_{\text{тр}}$ — относительная скорость жидкости

$V_{\text{ж}} = V_{\text{тр}} + \frac{a t^2}{2}$ — скорость жидкости относительно поверхности

$S_{\text{ж}} = \frac{a t^2}{2} \Rightarrow 0 \times: (l_2 - l_1') = \frac{a t^2}{2}$ — т.к. при $l_1' = l_2'$ система находится в равновесии

при $l_1' = p g l_2'$; $l_1' + l_2' = l' = l_1 + l_2 = 0,2 \text{ м} \Rightarrow l_1' = 0,1 \text{ м}$ — высота столба жидкости при равновесии

4) $t = \sqrt{\frac{2(l_2 - l_1')}{a}}$ — время для набора максимальной скорости

$$V_{\text{ж}} = V_{\text{тр}} + \frac{a t^2}{2} = V_{\text{тр}} + a \sqrt{2(l_2 - l_1')} : a$$

$$V = V_{\text{ж}} - V_{\text{тр}} = a \sqrt{\frac{2(l_2 - l_1')}{a}} = 2 \cdot 0,1 = 0,2 \text{ м/с}$$

Ответ: 2 м/с^2 ; $0,2 \text{ м/с}$

✓5

Дано:

$\varphi_1 = 100\%$

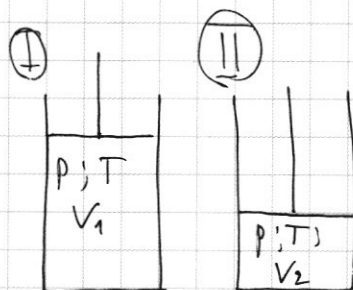
$T = 368 \text{ K}$

$p_0 = 8,5 \cdot 10^4 \text{ Па}$

$\frac{p_1}{p_0} = ?$

$\frac{V_1}{V_0} = ?$

$\gamma = 1,7 = \frac{V_1}{V_2}$



1) $p V_1 = \frac{m n_1 R T}{\mu_B}$ — УМК

$$p = \frac{p n R T}{\mu_B} \Rightarrow p n = \frac{p \mu_B}{R T}$$

2) $\frac{p_1}{p_0} = \frac{p \mu_B}{R T p_0} =$

$$= \frac{0,018 \cdot 8,5 \cdot 10^4}{8,31 \cdot 368 \cdot 10^3} = \frac{0,18 \cdot 8,5}{8,31 \cdot 368} = \frac{1,53}{3058} \approx 5 \cdot 10^{-4} = \frac{1}{2000}$$

3) $p V_1 = \frac{m n_1 R T}{\mu_B}$; $p V_2 = \frac{m n_2 R T}{\mu_B} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2} = \gamma = 1,7$

$$4) m_{п1} = 4,7 m_{п2}$$

$m_B = 4,7 m_{п2} - m_{п2} = 3,7 m_{п2}$ — Масса воды скопавшаяся и провавшаяся при сжатии

$$\frac{V_{п}}{V_B} = \frac{\frac{m_{п2}}{\rho_{п}}}{\frac{m_B}{\rho_B}} = \frac{m_{п2} \cdot \rho_B}{m_B \cdot \rho_{п}} = \frac{m_{п2}}{3,7 m_{п2}} \cdot \frac{1}{\frac{\rho_{п}}{\rho_B}} = \frac{10}{37} \cdot 2000 \approx \underline{540,54}$$

Ответ: $5 \cdot 10^4$; 540,54

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$V_0 = 8 \text{ м/с}$

$\angle \alpha = 60^\circ$

$V_K = 2,5 V_0 = 20 \text{ м/с}$

$V_{Kx} = ?$

$t = ?$

$l = ?$

$\sqrt{3} \approx 1,73$; $\sqrt{2} \approx 1,41$

1) $V_{0y} = V_0 \sin \alpha$

$V_{0x} = V_0 \cos \alpha$

2) $l = V_{0x} \cdot t$

$h = -$

$y = y_0 + V_{0y} t + \frac{g t^2}{2}$

$0_y: -h = -V_0 \sin \alpha \cdot t + \frac{g t^2}{2}$

3) $V_{0x} = V_{Kx} = V_0 \cos \alpha \Rightarrow V_K = \sqrt{(V_0 \cos \alpha)^2 + V_{Ky}^2}$

$V_{Ky}^2 = V_K^2 - (V_0 \cos \alpha)^2 = 400 - 16 = 384$

$V_{Ky} = \sqrt{384} = 4\sqrt{24} = 8\sqrt{6} \text{ м/с}$

4) $V_{Ky} = V_{0y} + g_y t$

$8\sqrt{6} = 4\sqrt{3} + 10 t$

$10,76 - 6,96$

$4\sqrt{3}(2\sqrt{2} - 1) =$

10

$2\sqrt{6} - 4\sqrt{3} = 10 t \Rightarrow t =$

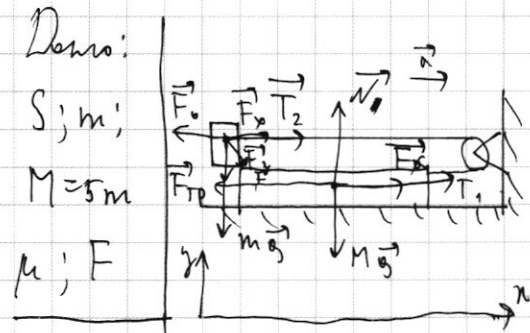
$= \frac{12,8}{10} = 1,28 \text{ с}$

5) $l = V_0 \cos \alpha \cdot t = 4 \cdot 1,28 =$

$= 5,12 \text{ м}$

Ответ: $10,76 \text{ м/с}$; $1,28 \text{ с}$; $5,12 \text{ м}$

№2



$N = ?$

$F_0 = ?$

$V = ?$

$$6\mu mg = T_1 + F_0$$

2) Дано: условие: $T_2 = F_0$; $T_2 = T_1 \Rightarrow T_1 = F_0$

$$6\mu mg = 2F_0 \Rightarrow F_0 = 3\mu mg \quad 2F_0 = 6\mu mg$$

3) $M\vec{g} + m\vec{g} + \vec{N} + \vec{T}_1 + \vec{F}_0 = (m+M)\vec{a}$

$$0x: T_1 + F_0 - F_{\text{тр}} = 6ma$$

$$2F_0 - 6\mu mg = 6ma$$

$$F_0 - 3\mu mg = 3ma$$

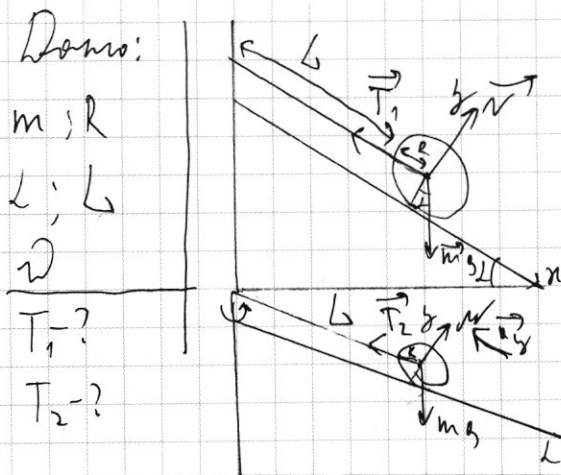
$$a = \frac{F_0 - 3\mu mg}{3m} = \frac{F}{3m} - \mu g$$

4) $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{at^2}{2} \quad x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a}$

$$S = \frac{v^2}{\frac{2F}{3m} - 2\mu g} \Rightarrow v = \sqrt{2S\left(\frac{F}{3m} - \mu g\right)}$$

Ответ: $6mg; 3\mu mg; \sqrt{2S\left(\frac{F}{3m} - \mu g\right)}$

№3



1) $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{T}_1 = 0$

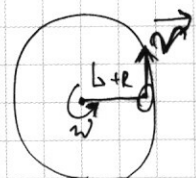
$$0x: -T_1 + mg \sin \alpha = 0$$

$$T_1 = mg \sin \alpha$$

2) $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{T}_2 = m\vec{a}$

$$0x: mg \sin \alpha - T_2 = -ma_y$$

$$T_2 = m(g \sin \alpha + a_y)$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$a_y = \frac{v^2}{L+R}, \quad v = \omega(R+L) \Rightarrow a_y = \omega^2(R+L)$$

$$T_2 = m(g \sin \alpha + \omega^2(R+L))$$

Answer: $m g \sin \alpha; m(g \sin \alpha + \omega^2(R+L))$

Дано:

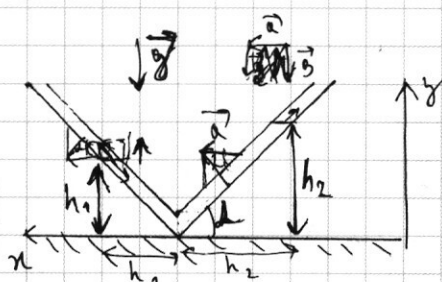
$$\alpha = 45^\circ$$

$$h_1 = 0,08 \text{ м}$$

$$h_2 = 0,02 \text{ м}$$

$a = ?$

$v = ?$



$$2) p_1 h_1 = p_2 h_2; \quad h = \frac{h_1 + h_2}{2} = 0,1 \text{ м}$$

$$L_1 = \frac{h_1}{\sin \alpha};$$

$$L_2 = \frac{h_2}{\sin \alpha};$$

$$p_1 h_1 + p_2 \sin \alpha \cdot (h_1 + h_2) = p_2 h_2$$

$$3) a(h_1 + h_2) = g(h_2 - h_1)$$

$$a = \frac{g(h_2 - h_1)}{h_1 + h_2} = \frac{10 \cdot 0,04}{0,2} = 2 \text{ м/с}^2$$

$$4) v_x = \frac{h_1}{\sin \alpha} a; \quad v = v_x - v_0$$

$$v_x = v_{0x} + a_x t - v_{0x} = a_x t = a \frac{h_1}{\sin \alpha} \cdot t; \quad v = a t; \quad \text{или}$$

$$v_y = v_{0y} + a_y t - v_{0y} = a_y t; \quad h_2 - h_1 = \frac{a t^2}{2}$$

$$0 = v_0 - g t = v_{0y} - g t$$

$$0,04 = \frac{t^2}{2} \Rightarrow t = 0,2 \text{ с}$$

$$v = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ м/с}$$

Answer: $2 \text{ м/с}^2; 0,4 \text{ м/с}$

Denno!

$$\varphi_1 = 100\%$$

$$T_r = 368 \text{ K}$$

$$\phi = 8,5 \cdot 10^4 \text{ пА}$$

pn - 7

PB

$$\frac{V_n}{I_n} = ?$$

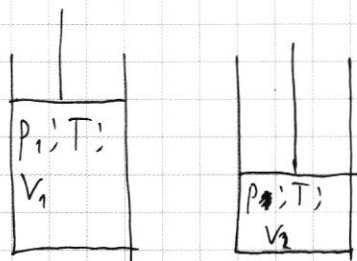
V_B

$$\gamma = 4,7$$

$$\rho_B = 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 0,018 \text{ m/s}$$

11/17/2014



1) $p \sim p \wedge A$

$$p_B V_1 = \frac{n_B R T}{M_B}$$

$$\rho_n = \frac{p_n R T}{M_B} \Rightarrow p_n = \frac{\rho_n M_B}{R T}$$

$$2) \frac{p_n}{p_B} = \frac{p_n M_A}{p_B R T} = \frac{0,048 \cdot 8,5 \cdot 10^4}{1000 \cdot 8,31 \cdot 368} = \frac{0,18 \cdot 8,5}{8,31 \cdot 368} =$$

$$= \frac{1,53}{3058} \approx 0,0005 = \frac{1}{2000}$$

$$3) p_A V_A = \frac{m_A R T}{M_B}; \quad m_B = p_B$$

$$T = \text{const} \Rightarrow 3B M$$

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2} \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2}$$

$$p_2 - p_1 + p_3 = \frac{\sqrt{r_1}}{\sqrt{r_2}} = 1 + 1 + 1 + 1 + 1$$

$$p_1 V_1 = \frac{m_1 R T}{M} \quad ; \quad p_2 V_2 = \frac{m_2 R T}{M}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{m_1}{m_2} = 4,7 = \gamma;$$

~~$$V_B = V_1 - V_n = 3,7 V_n$$~~

$$m_{n1} = 4,7 m_{n2}$$

$$m_B = 4,7 m_{n_2} - m_{n_2} = 3,7 m_{n_2}$$

$$\frac{V_M}{V_B} = \frac{\frac{m_{n2}}{p_n}}{\frac{m_b}{p_B}} = \frac{m_{n2} \cdot p_B}{37 m_{B2} \cdot p_n} = \frac{2060}{3,7} \approx 556,76$$

Anteil: $5 \cdot 10^{-4}$, 540, 54

$$\begin{array}{r} \times 0,18 \\ 8,5 \\ \hline 90 \\ 144 \\ \hline 1,530 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 368 \\ \times 8,31 \\ \hline + 368 \\ + 1104 \\ 2944 \\ \hline 3058,08 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 154,5300 \\ \hline 3058 \\ \hline 0,0000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ \hline 10000 \\ \hline 1 \\ \hline 2000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 20000 \overline{) 37} \\ \underline{185} \\ 150 \\ \underline{148} \\ 200 \\ \underline{186} \end{array}$$



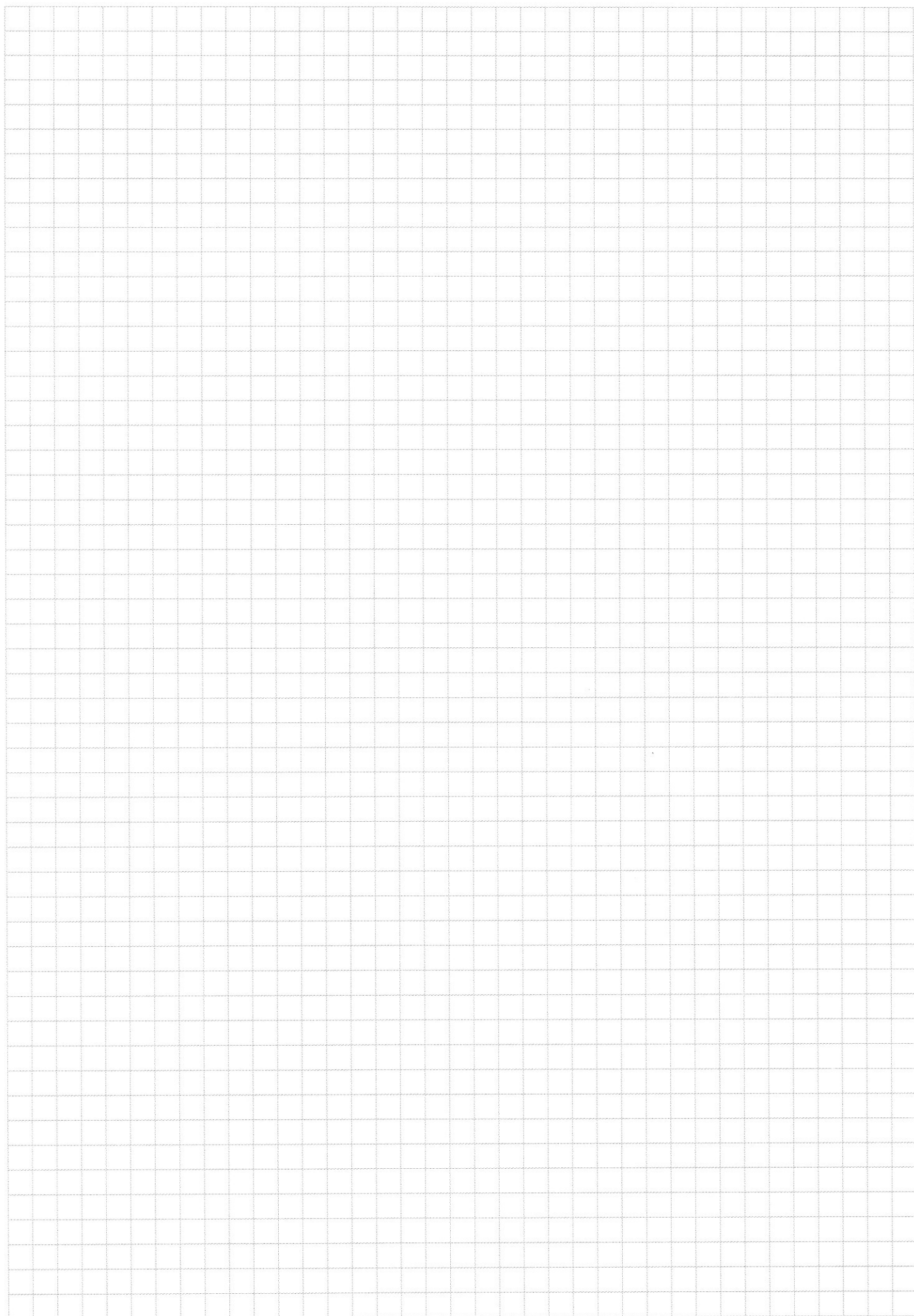
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«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)