

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.

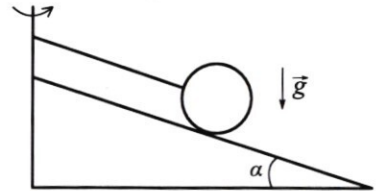
Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

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?

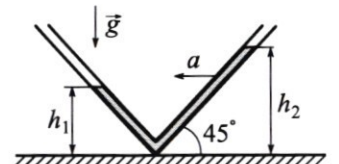
3. Однородный шар массой m и радиусом R находится на гладкой поверхности клина, наклоненной под углом α к горизонту (см. рис.). Шар удерживается нитью длиной L , привязанной к вертикальной оси, проходящей через вершину клина. Нить параллельна поверхности клина.



- 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) Конечная скорость $V = 2,5 V_0$

Горизонтальная составляющая скорости не меняется.

$V^2 = (V_0 \cos \alpha)^2 + V_y^2$, где V_y - искомая вертикальная компонента скорости.

$$(2,5 V_0)^2 - (V_0 \cos \alpha)^2 = V_y^2$$

$$V_y = \sqrt{6,25 V_0^2 - V_0^2 \cos^2 \alpha} = \sqrt{384} = 8\sqrt{6} \approx 19,6 \text{ м/с}$$

2) В проекции на ось Oy на камень действует ускорение $\vec{g}$:

$\vec{g}: V_0 \sin \alpha + \vec{g}t = \vec{V}_y$, где t - время полета

$$V_0 \sin \alpha - gt = -V_y \Leftrightarrow t = \frac{V_y + V_0 \sin \alpha}{g} = \frac{8\sqrt{6} + 4\sqrt{3}}{10} = \frac{2\sqrt{3} + 4\sqrt{6}}{5} \approx 2,64 \text{ с}$$

3) Пусть горизонтальное смещение камня за время t - L :

$$L = V_0 \cos \alpha \cdot t \approx 10,56 \text{ м}$$

Ответ: 1) $V_y \approx 19,6 \text{ м/с}$; 2) $t \approx 2,64 \text{ с}$; 3) $L \approx 10,56 \text{ м}$

N2

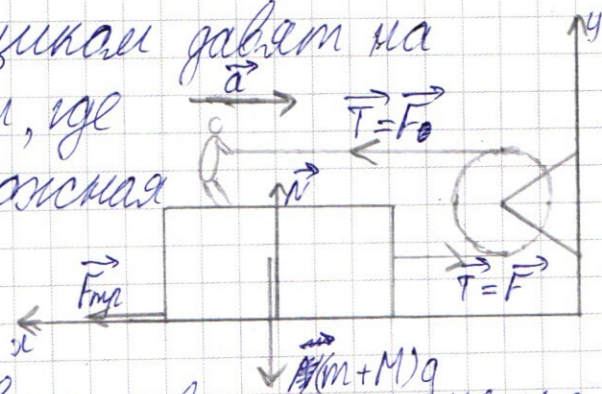
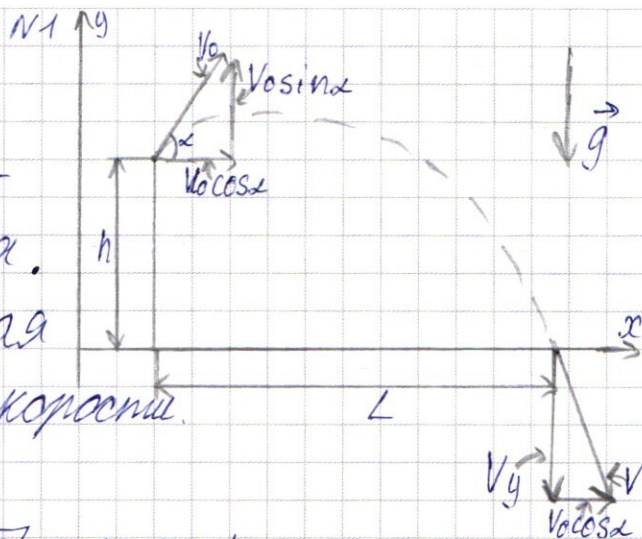
1) Сила давления человека с ящиком давят на пол с силой $F_g = (M+m)g + (M+m)\mu$, где

$(M+m)g\mu = F_{\text{тр}}$ - максимально возможная сила трения. $F_g = g(M+m)(1+\mu)$

2) При минимальной силе

ускорение ящика с человеком в проекции на ось Ox будет нулевым:

$$(M+m)\vec{a} = 0 = \vec{T} + \vec{F}_{\text{тр}}, \text{ где } \vec{T} - \text{сила натяжения шита, } T = F_0$$



$$F_0 = F_{\text{нпр}} = (M+m)g\mu = 6mg\mu$$

3) При $F > F_0$ ящик с человеком будут иметь постоянное ускорение:

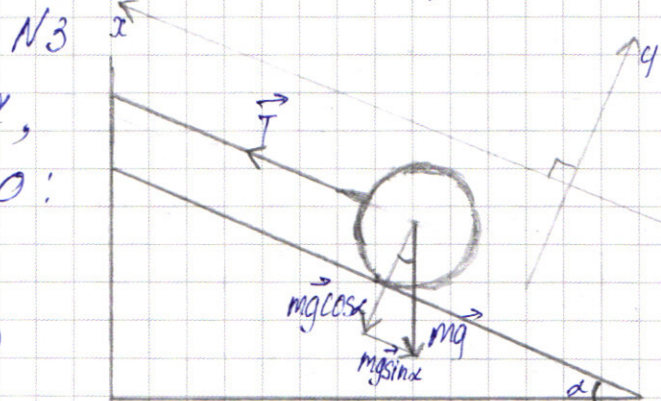
$$(m+M)\vec{a} = \vec{F} + \vec{F}_{\text{нпр}}$$

$$6m\vec{a} = \vec{F} - 6m\mu g \Rightarrow a = \frac{F}{6m} - \mu g$$

$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$, где v - конечная скорость, v_0 - начальная скорость, S - пройденный путь

$$S = \frac{v^2}{2a} \Rightarrow v = \sqrt{2aS} = \sqrt{\frac{FS}{3m} - 2S\mu g}$$

Ответ: 1) $F_g = 6mg(\mu+1)$; 2) $F_0 = 6mg\mu$; 3) $S = \frac{\sqrt{FS}}{3m} - 2S\mu g$



1) Когда система покоится, ускорение в проекции на ось $x = 0$:

$$m\vec{a} = 0 = \vec{T} + m\vec{g}\sin\alpha$$

$$T = mg\sin\alpha; N = mg\cos\alpha \text{ (ось } y)$$

2) Движение шара эквивалентно движению материальной точки, расположенной в центре шара. Такая точка двигалась бы по окружности радиуса $r = (L+R)\cos\alpha$

$$r = (L+R)\cos\alpha$$

Ускорение в проекции на ось x из II закона Ньютона:

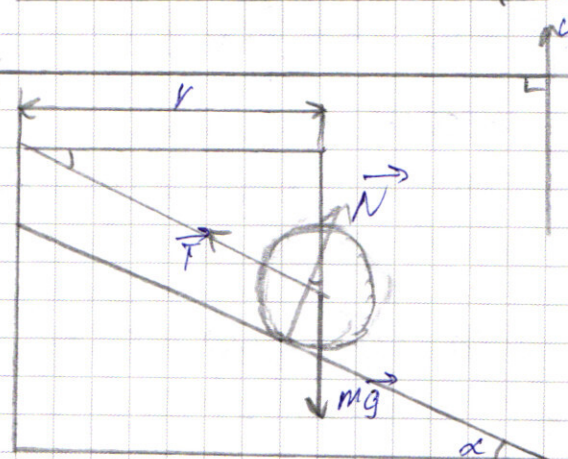
$$m\vec{a} = \vec{T} + \vec{N} + m\vec{g}$$

$$ma = m\omega^2(L+R)\cos\alpha = T\cos\alpha - N \cdot (\cos 90^\circ - \alpha)$$

$$T\cos\alpha = m\omega^2(L+R)\cos\alpha + N\sin\alpha$$

$$T = \frac{m\omega^2(L+R)\cos\alpha + mg\cos\alpha \cdot \sin\alpha}{\cos\alpha} = m(\omega^2(L+R) + g\sin\alpha)$$

Ответ: 1) $T = mg\sin\alpha$; 2) $T = m(\omega^2(L+R) + g\sin\alpha)$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N5

1) При конденсации давление и температура не изменяются. В любой момент времени, пока пар ещё есть, его плотность ρ_n можно найти:

$$pV = \nu RT = \frac{m}{\mu} RT, \quad V - \text{объём, } m - \text{масса пара.}$$

$$p = \frac{m}{V} \cdot \frac{RT}{\mu} = \rho_n \frac{RT}{\mu} \Rightarrow \rho_n = \frac{p\mu}{RT} \approx 0,49 \cdot 10^{-3} \text{ г/см}^3$$

$$\rho_n = \frac{p\mu}{RT \cdot 1} = 0,00049$$

2) Уравнение Клапейрона-Менделеева для оставше-
гося пара:

$$pV_1 = p \frac{V_0}{\gamma} = \frac{\nu RT}{\gamma} = \frac{m_0 RT}{\gamma \mu}, \quad \text{где } V_0 - \text{начальный объём,}$$

m_0 - начальная масса, V_1 - объём пара в этом моменте.

Вся оставшаяся масса $m = m_0 - \frac{m_0}{\gamma} = \left(\frac{\gamma-1}{\gamma}\right) m_0$ - масса
воды. Тогда объёмы пара и воды:

$$V_n = \frac{m_0}{\gamma \rho_n}; \quad V_v = \frac{m}{\rho_v} = \frac{m_0}{\rho_v} \cdot \left(\frac{\gamma-1}{\gamma}\right)$$

$$\frac{V_n}{V_v} = \frac{\frac{m_0}{\gamma \rho_n}}{\frac{m_0}{\rho_v} \cdot \left(\frac{\gamma-1}{\gamma}\right)} = \frac{\rho_v}{\rho_n \cdot (\gamma-1)} = \frac{0,49 \cdot 10^{-3}}{0,132 \cdot 10^{-3} \cdot 3,4} \approx 0,6223$$

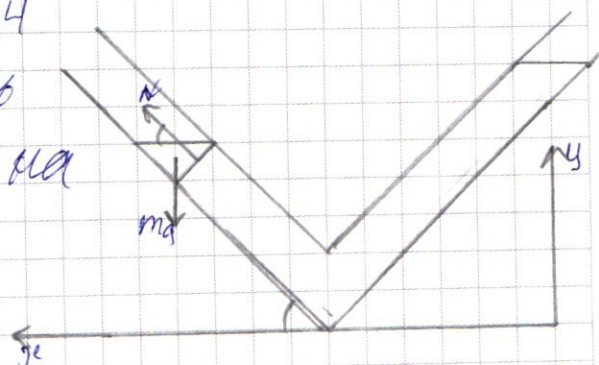
Ответ: 1) $\rho_n \approx 0,49 \cdot 10^{-3} \text{ г/см}^3$; 2) $\frac{V_n}{V_v} \approx 0,6223$

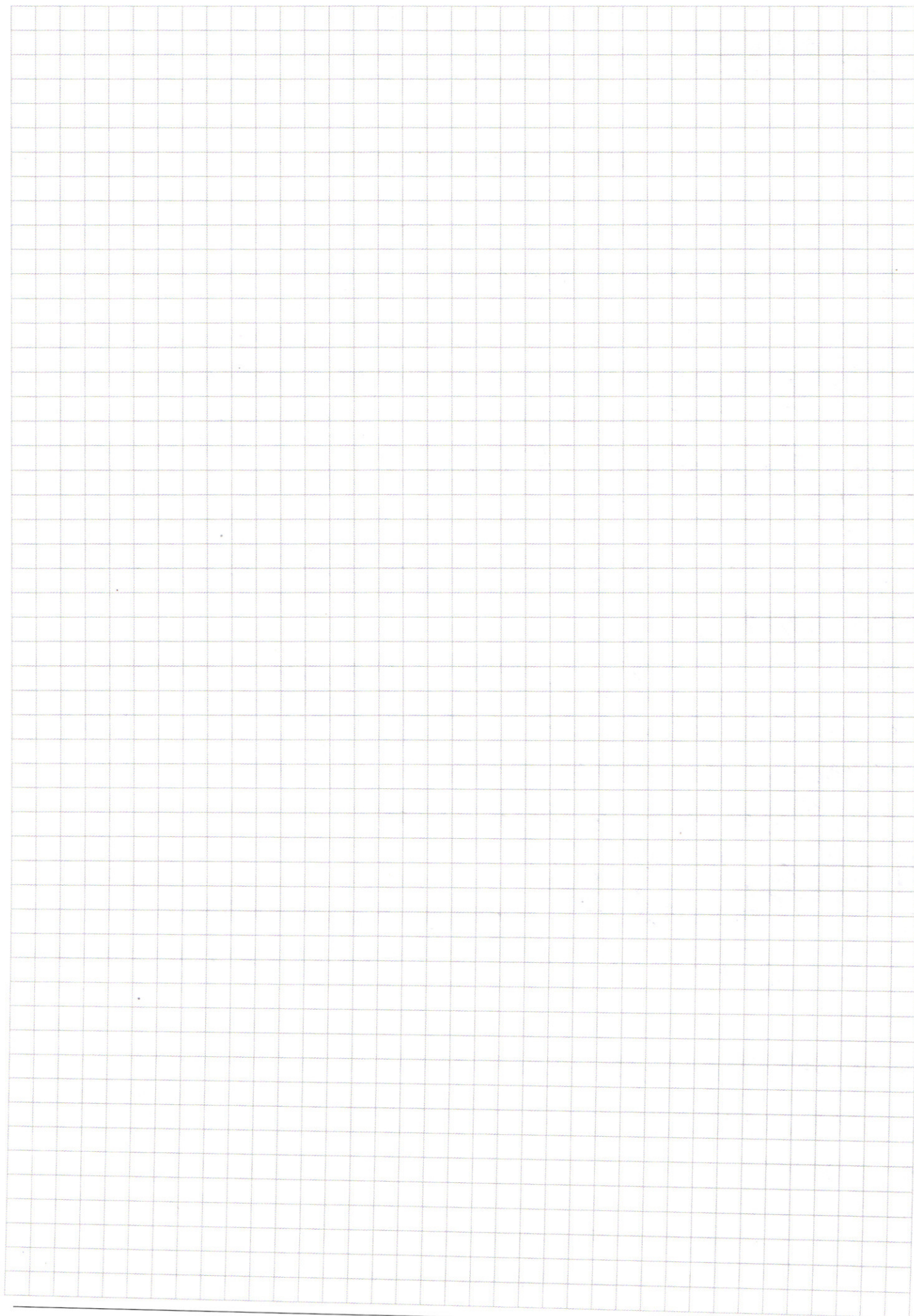
N4

Рассмотрим небольшую часть
масса массы m в проекциях на
оси x и y :

$$\left. \begin{aligned} N \sin \alpha &= mg \\ N \cos \alpha &= ma \end{aligned} \right\} \Rightarrow mg = ma \Rightarrow a = g$$

Ответ: 1) $a = g = 10 \text{ м/с}^2$





☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1

$2xV_0 \cos \alpha t = L \quad t^2$
 $V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} + h = 0$
 $(V_0 \cos \alpha)^2 + (V_0 \sin \alpha - gt)^2 = (2,5V_0)^2$
 $V_0^2 \cos^2 \alpha + V_0^2 \sin^2 \alpha - 2gtV_0 \sin \alpha + g^2 t^2 - 6,25V_0^2 = 0$
 $g^2 t^2 - 2gtV_0 \sin \alpha = 6,25V_0^2 - V_0^2 (\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha)$
 $100t^2 - 80\sqrt{3}t = 336$
 $25t^2 - 20\sqrt{3}t - 84 = 0$
 $D = 300 + 84 \cdot 25 = 2400 \Rightarrow t = \frac{2\sqrt{3} \pm 20\sqrt{6}}{5}$
 $t = \frac{2\sqrt{3} + 20\sqrt{6}}{5}$
 $1(2,5V_0)^2 = (V_0 \cos \alpha)^2 + V_y^2$
 $V_y = \sqrt{6,25V_0^2 - V_0^2 \cos^2 \alpha} = \sqrt{384} = 2\sqrt{96} = 4\sqrt{24} = 8\sqrt{6} \approx 19,6 \text{ м/с}$
 $400 = 384 + 16$
 $-gV_y = V_0 \sin \alpha - gt \Rightarrow t = \frac{V_0 \sin \alpha + V_y}{g} = \frac{4\sqrt{3} + 8\sqrt{6}}{10} = \frac{2\sqrt{3} + 4\sqrt{6}}{5} \approx 2,6 \text{ с}$
 $3) L = V_0 \cos \alpha t = 4t \approx 10,4 \text{ м}$

$2) a = 0 \Rightarrow T = F_{\text{нпр.}} = (m+M)g\mu = 6mg\mu$
 $3) 6mg = F - 6mg\mu$
 $a = \frac{F}{6m} - g\mu$; $S = \frac{v^2}{2a} \Rightarrow v = \sqrt{2aS} = \sqrt{\frac{5F}{3m} - 2Sg\mu}$
 $\frac{T}{\cos \alpha} = mgtg \alpha \Rightarrow T = mgsin \alpha$ N3

$1) T = mgsin \alpha$
 $2) m\omega^2(L+R) = T - mgsin \alpha$
 $T = m(\omega^2 L + \omega^2 R + gsin \alpha)$

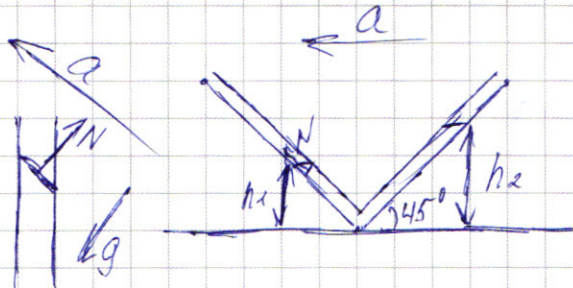
$Tsin \alpha + Nsin(90-\alpha) = mg$
 $Tcos \alpha = Ncos(90-\alpha)$
 $N = (mg - Tsin \alpha) / cos \alpha$
 $Tcos \alpha = (mg - Tsin \alpha)tg \alpha$
 $T(cos \alpha + sin \alpha tg \alpha) = mgtg \alpha$

cos α

$$N = mg$$

$$N \cos \alpha = ma \Rightarrow a = g$$

NH



N5

$$1) PV = \nu RT \Rightarrow P = \frac{m}{V} \cdot \frac{RT}{\mu} = \rho_n \frac{RT}{\mu}$$

$$\rho_n = \frac{P\mu}{RT}; \mu = 18 \text{ г/моль}; T = 368 \text{ K}; \rho_n = 0,49 \text{ кг/м}^3$$

$$2) P_{4,7} = 4,7 RT$$

$$\frac{V_n}{V_0} = \frac{m_0}{\rho_n} / \frac{(p-1)m_0}{\rho_n g} = \frac{m_0 g}{\rho_n (p-1)m_0} = \frac{g}{(p-1)\rho_n}$$

$$\frac{85000}{736} \cdot \frac{368}{233,09} = \frac{18,314}{2}$$

$$\begin{cases} v = at; t = \frac{v}{a} \\ \frac{at^2}{2} = S \Rightarrow S = \frac{v^2}{2a} \end{cases}$$

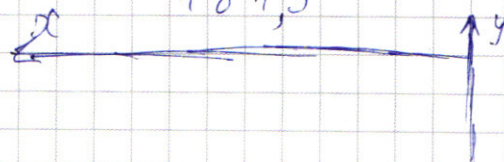
$$\begin{array}{r} 185000 \\ 18 \\ \hline 680 \\ 85 \\ \hline 1530 \\ 1530 \\ \hline 580 \\ 368 \\ \hline 1200 \\ 1104 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4,10318,314 \\ 41,030,490 \\ 33256 \\ 7774 \\ 74826 \\ 2914 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 419562 \\ 4195 \\ \hline 192 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 18,314 \\ 18 \\ \hline 49 \\ 137 \\ 343 \\ 144 \\ \hline 181,3 \end{array}$$

N3



$$T \cos \alpha - N \sin \alpha = m \omega^2 (L+R) \cos \alpha$$

$$T = N \tan \alpha + m \omega^2 (L+R)$$

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

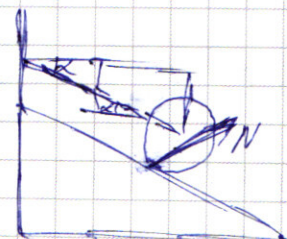
$$\begin{array}{r} 4,7 \cdot 3,7 \\ 3,7 \cdot 1,247 \\ \hline 100 \\ 44 \\ \hline 1860 \\ 2589 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 127 \\ 49 \\ \hline 1143 \\ 508 \\ \hline 6223 \cdot 10^{-47} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 100000 \\ 906,5 \\ \hline 993,5 \\ 996,5 \\ \hline 10245 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 49 \cdot 3,7 \\ 37 \cdot 13,20 \\ \hline 120 \\ 111 \\ \hline 90 \\ 74 \\ \hline 16 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 100000 \\ 924 \\ \hline 760 \\ 660 \\ \hline 1000 \end{array}$$





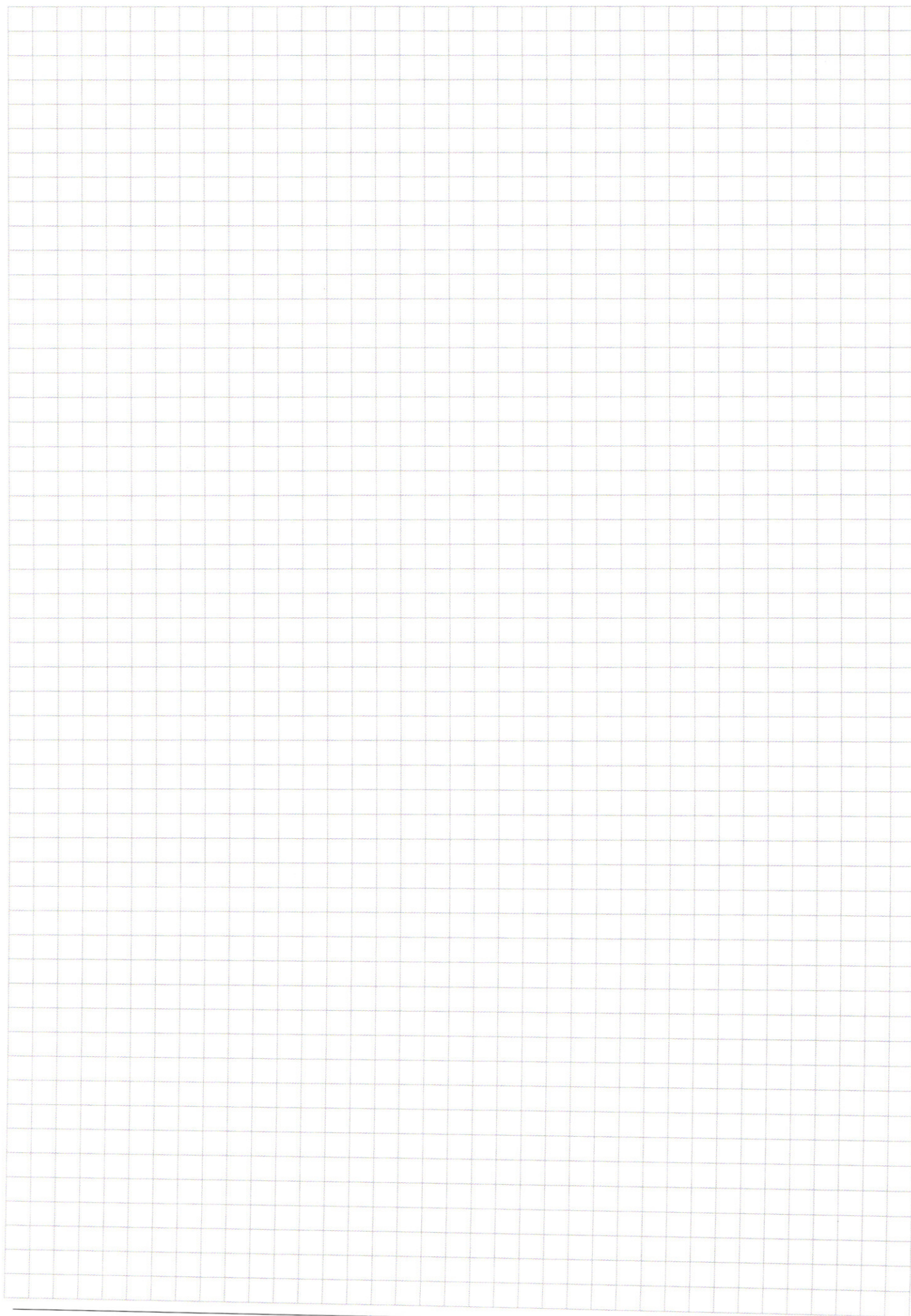
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«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)



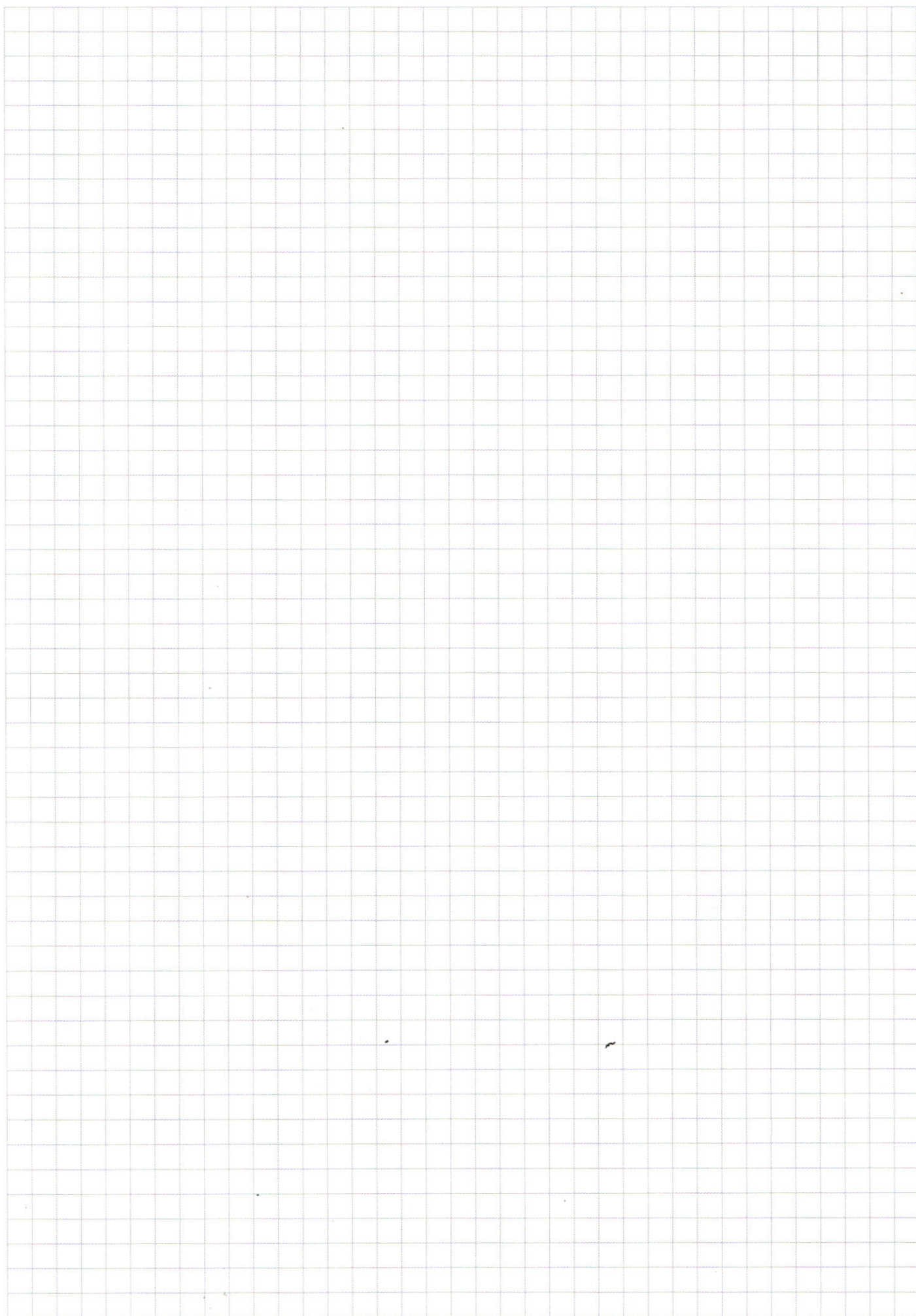
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«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)

Рег. №: Ф10-Н-0051

Класс участия: 10 класс

Место проведения: Долгопрудный
(Москва)

Дата проведения: 23 февраля 2020 г.

Время начала (местное): 11:00



Олимпиада школьников «Физтех» по физике

Заключительный этап 2020 г.

Анкета участника

Данная анкета предъявляется участником вместе с документом, удостоверяющим личность, при входе на олимпиаду. По окончании написания олимпиады анкета обязательно вкладывается в работу. Работа без предоставления анкеты недействительна и не проверяется. Анкета без подписей недействительна.

<u>Рыбин</u>	<u>Ярослав</u>	<u>Алексеевич</u>	<u>11.07.2003</u>	<u>16 лет</u>
Фамилия	Имя	Отчество	Дата рождения	Возраст
<u>Российская Федерация</u>		<u>г Москва</u>	<u>г Москва</u>	
Страна		Регион	Населенный пункт	
<u>Паспорт гражданина РФ</u>	<u>94 17</u>	<u>649561</u>	<u>20.07.2017</u>	<u>180-008</u>
Документ, удостоверяющий личность	Серия	Номер	Дата Выдачи	Код Подразделения
<u>Российская Федерация</u>	<u>г Москва</u>	<u>г Москва</u>		
Страна школы	Регион Школы	Населенный Пункт Школы		
<u>10</u>	<u>МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА, МГУ</u>			
Класс	Полное название образовательного учреждения			
обучения	<u>8 904 837 93 55</u>	<u>rygy82@yandex.ru</u>		
	Мобильный телефон	E-mail		

Согласие на обработку персональных данных

Я согласен на сбор, хранение, использование, распространение (передачу) и публикацию своих персональных данных, а также олимпиадных работ, в том числе в сети "Интернет". Я согласен, что мои персональные данные будут ограниченно доступны организаторам олимпиады для решения административных и иных рабочих задач. Я проинформирован, что под обработкой персональных данных понимаются действия (операции) с персональными данными в рамках выполнения Федерального закона №152 от 27 июля 2006 г., конфиденциальность персональных данных соблюдается в рамках исполнения Операторами законодательства Российской Федерации. Я согласен на получение информационных писем от организаторов олимпиады на E-mail, указанный при регистрации.

Я подтверждаю, что все указанные мной данные верны и в указанном виде будут использованы при печати диплома олимпиады в случае его получения. Я согласен на передачу данных в государственный информационный ресурс о детях, проявивших выдающиеся способности, созданный во исполнение Постановления Правительства Российской Федерации № 1239 от 17 ноября 2015 г.

Я подтверждаю, что ознакомлен с Положением и Регламентом проведения олимпиады школьников "Физтех", а также с правилами оформления и условиями проверки работы.

«23» февраль 2020 г

Подпись участника олимпиады

Юлия Надежда Александровна мать

ФИО законного представителя

Степень родства

Подпись законного представителя

**Анкета без подписи недействительна.
Анкета обязательно должна быть вложена в работу!**

Олимпиада «Физтех» по физике, 10 класс

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.

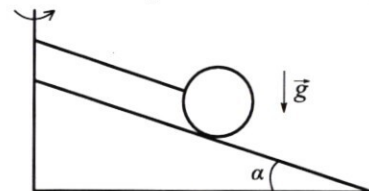
Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

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 .



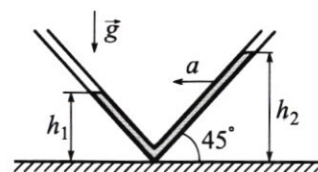
- 1) С какой силой ящик с человеком давят на пол при движении ящика?
- 2) С какой минимальной постоянной силой надо тянуть человеку канат, чтобы осуществить задуманное?
- 3) Какой скорости достигнет ящик, если человек осуществит задуманное, приложив постоянную силу F ($F > F_0$) к канату?

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

Задача 1

Дано:

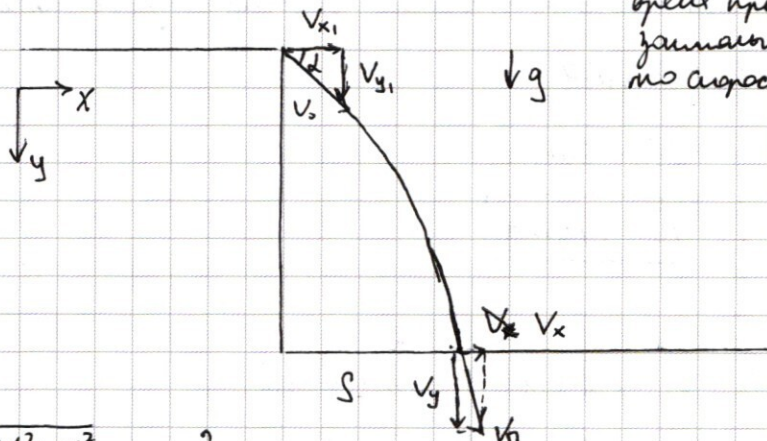
$$V_0 = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$V_n = 2,5 V_0$$

$$V_y, t, S - ?$$

Решение:



П.к. в начале начнем все
время приближались к горизон-
тальной поверхности
то скорость направлена вниз.

$$1) V_n = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$$

$$V_x = V_{x1} = V_0 \cos \alpha$$

$$V_y =$$

$$V_n^2 = V_0^2 \cos^2 \alpha + V_y^2$$

$$6,25 V_0^2 = V_0^2 \cos^2 \alpha + V_y^2$$

$$V_y = V_0 \sqrt{6,25 - \cos^2 \alpha}$$

$$V_y = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \sqrt{6,25 - 0,25} \approx 19,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$2) OY: V_{y1} + gt = V_y$$

$$V_{y1} = V_0 \sin \alpha$$

$$V_y = V_0 \sqrt{6,25 - \cos^2 \alpha}$$

$$gt = V_0 (\sqrt{6,25 - \cos^2 \alpha} - \sin \alpha)$$

$$t = \frac{V_0}{g} (\sqrt{6,25 - \cos^2 \alpha} - \sin \alpha)$$

$$t = \frac{8 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \left(\sqrt{6} - \frac{\sqrt{3}}{2} \right) \approx 2 \text{ с}$$

$$3) OX: S = V_0 \cos \alpha t$$

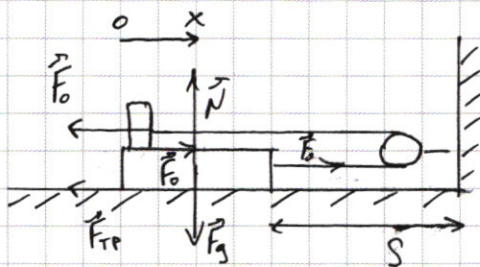
$$t = \frac{V_0}{g} (\sqrt{6,25 - \cos^2 \alpha} - \sin \alpha)$$

$$S = \frac{V_0^2 \cos \alpha}{g} (\sqrt{6,25 - \cos^2 \alpha} - \sin \alpha)$$

$$S \approx 8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \text{ с} \approx 8 \text{ м}$$

Ответ: $V_y \approx 19,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $t \approx 2 \text{ с}$; $S \approx 8 \text{ м}$

Задача 2



$$\left. \begin{aligned} 1) \quad & F_g = N \\ & N = (m + M)g \\ & M = 5m \end{aligned} \right\} \begin{aligned} & \boxed{N = 6mg} \\ & \boxed{F_g = 6mg} \end{aligned}$$

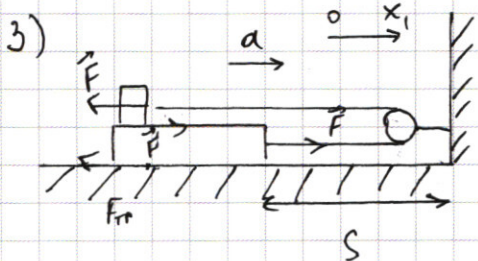
или

2) П.и. телом стоит на ящике, но на ~~ящик~~ действует 3 силы:

сила F_0 со стороны каната, сила F_0 со стороны ящика и сила трения F_{fr}

$$\text{OX: } \vec{F}_{fr} + 2\vec{F}_0 = 0 \text{ (по II з.и.)}$$

$$\left. \begin{aligned} \text{OX: } 2F_0 - F_{fr} &= 0 \\ F_{fr} &= \mu N \\ N &= 6mg \end{aligned} \right\} \begin{aligned} 2F_0 &= 6\mu mg \\ \boxed{F_0} &= 3\mu mg \end{aligned}$$



$$\text{II з.и.: } 2\vec{F} + \vec{F}_{fr} = 6m\vec{a}$$

$$\text{OX: } 2F - F_{fr} = 6ma$$

$$F_{fr} = 6\mu mg$$

$$a = \frac{V^2}{S}$$

$$\left. \begin{aligned} 2F - 6\mu mg &= 6m \frac{V^2}{S} \\ F - 3\mu mg &= \frac{V^2}{S} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} V &= \sqrt{\frac{FS}{3m} - 3\mu} \\ \boxed{V} &= \sqrt{\frac{FS}{3m} - \mu g S} \end{aligned}$$

Ответ: $N = 6mg$; $F_0 = 3\mu mg$; $V = \sqrt{\frac{FS}{3m} - \mu g S}$

Задача 5

Дано:

$$P = 8,5 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

$$T = 95^\circ\text{C} = 368 \text{ К}$$

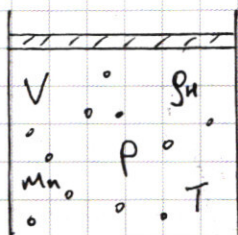
$$\varphi = 4,7$$

$$\rho = 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

$$\mu = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$K_1, K_2 - ?$$

Решение:

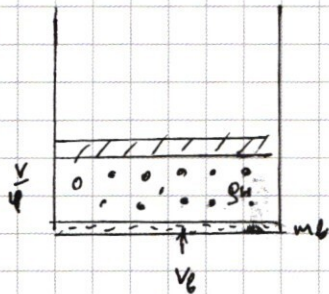


$$\left. \begin{aligned} 1) \quad & P = \frac{\rho_n}{\mu} RT \\ & K_1 = \frac{\rho_n}{S} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \rho_n &= \frac{P\mu}{RT} \\ \boxed{K_1} &= \frac{P\mu}{RT\rho} \end{aligned}$$

$$K_1 = \frac{8,5 \cdot 10^4 \text{ Па} \cdot 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}}{8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 368 \text{ К} \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} \approx 5 \cdot 10^{-4}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2)



$$\rho_H = \frac{m_H}{V} = \frac{(m_H - m_0) \varphi}{V} \quad (\text{т.к. процесс изотермический,}$$

$$\text{а } \rho_H(T))$$

$$m_H = \varphi (m_H - m_0)$$

$$K_2 = \frac{V_H}{V_0} = \frac{V}{\varphi V_0} \cdot \frac{V}{\varphi V_0}$$

$$\frac{\rho_H}{\rho} = K_1$$

$$m_0 = \rho V_0$$

$$m_H = \varphi m_H - \varphi m_0$$

$$\varphi \rho V_0 = m_H (\varphi - 1)$$

$$\varphi \rho V_0 = \rho_H V (\varphi - 1)$$

$$\frac{V}{\varphi V_0} = \frac{\rho_H}{\rho} \frac{\rho}{\rho_H (\varphi - 1)}$$

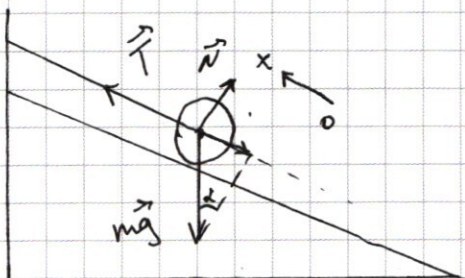
$$K_2 = \frac{1}{K_1 (\varphi - 1)}$$

$$K_2 = \frac{1}{5 \cdot 10^{-4} \cdot 3,7} = \frac{2 \cdot 10^3}{3,7} \approx 5,4 \cdot 10^2 = 540$$

$$\text{Ответ: } K_1 \approx 5 \cdot 10^{-4}; K_2 \approx 540.$$

Задача 3.

1)

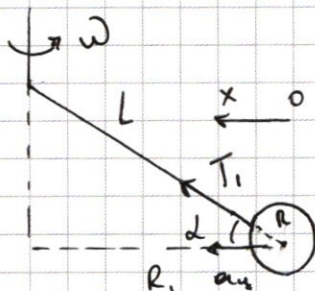


$$\text{ИЗ.Н. } \vec{T} + m\vec{g} + \vec{N} = 0$$

$$\text{ОХ: } T - mg \sin \alpha = 0$$

$$T = mg \sin \alpha$$

2)



$$\text{ОХ: } T - ma \quad T_1 \cos \alpha = ma_{\alpha}$$

$$a_{\alpha} = \omega^2 R_1$$

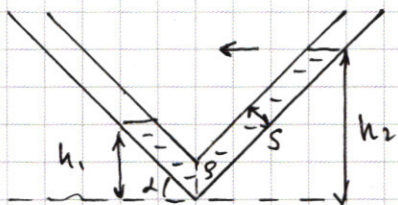
$$R_1 = (L + R) \cos \alpha$$

$$T_1 \cos \alpha = m(L + R) \omega^2 \cos \alpha$$

$$T_1 = m \omega^2 (L + R)$$

$$\text{Ответ: } T = mg \sin \alpha; T_1 = m \omega^2 (L + R)$$

Задача 4



1) $\frac{\Delta m}{m} = \frac{a}{g} = \frac{g}{a}$

$\frac{\Delta m}{m} = \frac{a}{g}$

$$\Delta m g = m a$$

$$\Delta m = m_2 - m_1$$

$$m = m_1 + m_2$$

$$m_1 = \rho S + \rho S \frac{h_1}{\sin \alpha}$$

$$m_2 = \rho S \frac{h_2}{\sin \alpha}$$

$$\Delta m = \frac{\rho S}{\sin \alpha} (h_2 - h_1)$$

$$m = \frac{\rho S}{\sin \alpha} (h_1 + h_2)$$

$$a = \frac{\Delta m}{m} g$$

$$a = \frac{h_2 - h_1}{h_1 + h_2} g$$

$$a = \frac{4 \text{ cm}}{20 \text{ cm}} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Ответ: $a = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$2F = \mu mg = 6 \text{ мН}$
 $2F - 6 \mu mg = 6 \text{ м} \frac{V^2}{S}$
 $\frac{F - 3 \mu mg}{3 \text{ м}} S = V^2$
 $S = \frac{V^2}{g}$
 $a = \frac{V^2}{S}$
 $\mu g \sin \alpha$
 T_2
 $P_{\text{нл}} = \frac{P_{\text{нл}}}{\mu} RT$
 $g_0 =$
 $\frac{2,55}{0,8}$
 $\frac{2,4}{0,8}$
 $P_{\text{нл}} = \frac{P_{\text{нл}}}{\mu} RT$
 $g_{\text{нл}} = \frac{m_{\text{нл}}}{V}$
 $g_{\text{нл}} = \frac{m_{\text{нл}}}{V}$
 $g_{\text{нл}} = \frac{(m_{\text{нл}} - m_{\text{г}}) \cdot 4,7}{V}$
 $V_{\text{нл}} = \frac{V}{4}$
 $V = \frac{m_{\text{г}}}{g}$
 $2,5 V$
 $6,25 V_0^2 = 6 V_0^2 + 0,25 V_0^2$
 $25 \cdot 20^2 = 19,2^2 + 4^2$
 $0,8 \cdot 39,2 =$
 $2F = \mu$
 $2F_0 - 6 \mu mg = 0$
 $F_0 = 3 \mu mg$
 $2,5 V_0 = \sqrt{V_y^2 + (V_0 \cos \alpha)^2}$
 $6,25 V_0^2 = V_0^2 \cos^2 \alpha + V_y^2$
 $V_0^2 (6,25 - \cos^2 \alpha) = V_y^2$
 $V_y = V_0 \sqrt{6,25 - \cos^2 \alpha}$
 $V_0 \sin \alpha$
 $V_0 \sqrt{6,25 - \cos^2 \alpha} = V_0 \sin \alpha + g t$
 $V_0 (\sqrt{6,25 - \cos^2 \alpha} - \sin \alpha) = g t$
 $2,4 -$
 $1,7$
 $0,85$
 $\frac{3}{24}$
 $\frac{8}{19,2}$
 4
 $16 + 19,2$
 $25 \cdot 20^2 = 19,2^2 + 4^2$
 $0,8 \cdot 39,2 =$

$$800 \overline{) 368} \\ 0, 05$$

$$P = \frac{g_n}{\mu} RT$$

$$g_n = \frac{P\mu}{RT} = \frac{m_n}{V} = \frac{(m_n - m_e)\varphi}{V}$$

$$g_{n1} = m_n = \varphi m_n - \varphi m_e$$

$$(\varphi - 1) m_n = \varphi m_e$$

$$(\varphi - 1) g_n V = \varphi g V_e$$

$$\frac{V_{n1}}{V_e} = \frac{g}{g_n(\varphi - 1)}$$

$$184 \overline{) 4} \\ 18 \overline{) 44} \\ 28$$

$$\frac{8,5 \cdot 10^4 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot 18 \frac{\text{м}}{\text{сек}}}{\text{м}^2 \cdot 8,31 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 12 \cdot 10^6 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3} \cdot 368 \text{ К}}$$

$$6,5 \cdot 10^3$$

$$85 \overline{) 83} \\ 1,0 \\ 200$$

$$5 \cdot 10^{-4}$$

$$\frac{1}{10^{-6}} \\ 10^6$$

$$T = ma$$

$$T \cos \alpha = ma$$

$$a = \omega^2 R$$

$$8,5 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

$$\frac{8,5 \cdot 10^4 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot 0,018 \frac{\text{м}}{\text{сек}}}{\text{м}^2 \cdot 8,31 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 368 \text{ К} \cdot 1000 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}}$$

$$10^4 \\ 5 \\ 8 \cdot 10^3 \\ 3,4$$

$$1000 \\ R = \frac{L+R}{\cos \alpha}$$

$$\cos \alpha = \frac{R_1}{L+R}$$

$$1,53 \overline{) 3058,08}$$

$$\frac{85 \cdot 0,018}{8,31 \cdot 368} = \frac{h_2 - h_1}{h_2 + h_1}$$

$$85$$

$$\frac{4}{20}$$

$$\frac{1}{5}$$

$$\begin{array}{r} 85 \\ 2018 \\ 85 \\ \hline 90 \\ 148 \\ \hline 1,530 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8,31 \cdot 368 \\ 2526 \\ 368 \\ \hline 831 \\ 368 \\ \hline 1104 \\ 2944 \\ \hline 3058,08 \end{array}$$

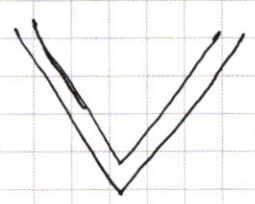
$$\frac{\Delta m}{m} = \frac{g}{a}$$

$$a = g \frac{m}{\Delta m} \\ a = g(h_2 - h_1) \\ 0,04 \text{ м} \cdot 10^4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

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

$$T = \omega^2 (L+R) m$$

$$153002 \overline{) 305808} \\ 0,00$$



$$\sqrt{6} =$$

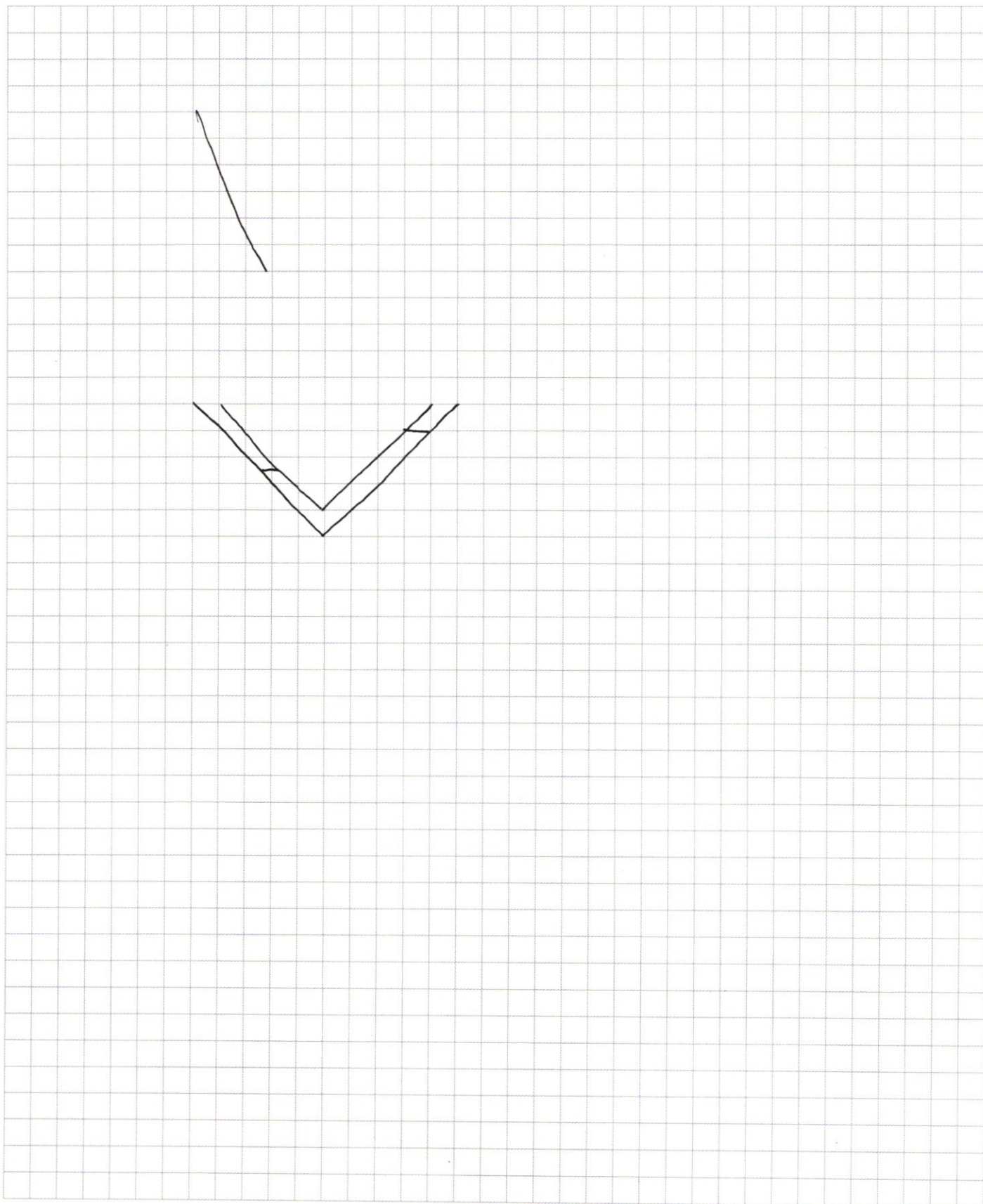
$$\begin{array}{r} 200 \overline{) 37} \\ 185 \\ \hline 150 \\ 148 \\ \hline 20 \end{array}$$

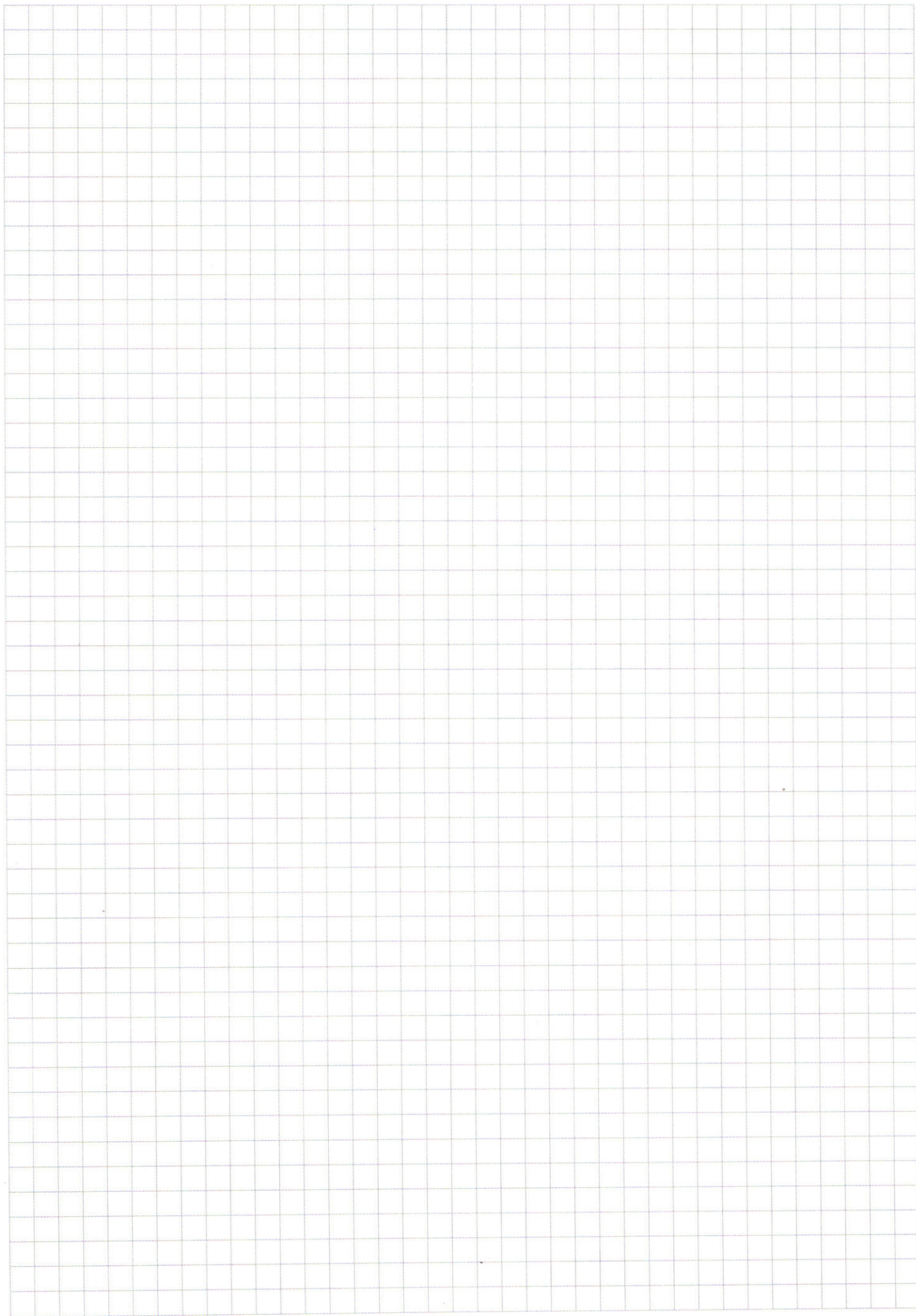
$$g \frac{h_2}{\cos \alpha} - g \frac{h_1}{\cos \alpha}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ 24 \\ \hline 96 \\ 48 \\ \hline 526 \end{array}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА





☐ 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)

