

Рег. №: Ф10-ЛЕ-0128

Класс участия: 10 класс

Место проведения: Санкт-Петербург
(ЛЭТИ)

Дата проведения: 23 февраля 2020 г.

Время начала (местное): 11:00



Олимпиада школьников 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>Марков</u>	<u>Михаил</u>	<u>Денисович</u>	<u>30.03.2004</u>	<u>15 лет</u>
Фамилия	Имя	Отчество	Дата рождения	Возраст
<u>Российская Федерация</u>	<u>г Санкт-Петербург</u>	<u>г Санкт-Петербург</u>		
Страна	Регион	Населенный пункт		
<u>Паспорт гражданина РФ</u>	<u>40 18</u>	<u>007024</u>	<u>06.04.2018</u>	<u>780-030</u>
Документ, удостоверяющий личность	Серия	Номер	Дата Выдачи	Код Подразделения
<u>Российская Федерация</u>	<u>г Санкт-Петербург</u>	<u>г Санкт-Петербург</u>		
Страна школы	Регион Школы	Населенный Пункт Школы		
<u>10 класс</u>	<u>ГБОУ "ПРЕЗИДЕНТСКИЙ ФМЛ № 239"</u>			
Класс обучения	Полное название образовательного учреждения			
<u>8 921 961 67 66</u>	<u>89215584814</u>	<u>mike.markov04@gmail.com</u>		
Мобильный телефон	Доп. 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 ограничено 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.

«__» _____ г

Подпись участника олимпиады

ФИО законного представителя

Степень родства

Подпись законного представителя

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

Олимпиада «Физтех» по физике, с

Вариант 10-01

Класс 10

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 $2,5V_0$.

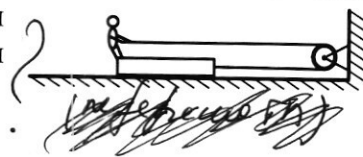
✓ 1) Найти вертикальную компоненту скорости камня при падении на Землю.

✓ 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?

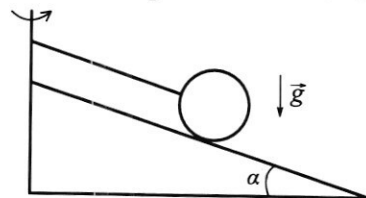
2) С какой минимальной постоянной силой надо тянуть человеку канат, чтобы осуществить задуманное?

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.

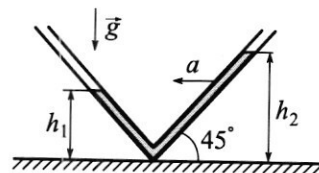


4. Трубка, изогнутая под прямым углом, расположена в вертикальной плоскости и заполнена маслом (см. рис.). Угол $\alpha = 45^\circ$. При равноускоренном движении трубки в горизонтальном направлении уровни масла в коленях трубки устанавливаются на высотах $h_1 = 8$ см и $h_2 = 12$ см.

✓ 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.

$$\begin{array}{r} 1549 \overline{) 242} \\ \underline{148} \\ 94 \\ \underline{54} \\ 365 \end{array} \quad \begin{array}{r} 86 \\ \underline{88} \\ 688 \\ \underline{86} \\ 154 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.

Дано:

$$V_0 = 8 \text{ м/с}$$

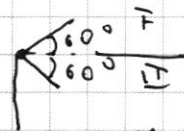
$$\alpha = 60^\circ$$

$$V_k = 2.5 V_0$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

Решение:

угол $60^\circ \rightarrow$ движемся под углом к горизонту.



$\vec{I}$ - и походу, т.к. тело не
дуге все время приближаться к земле
 $\vec{II}$ - походу.

$$V_x = V_0 \cos 60^\circ = 8 \cdot \frac{1}{2} = 4 \text{ м/с.}$$

$V_x = \text{const}$ (на протяжении всего полета)

$$V_0 = \sqrt{V_y^2 + V_x^2}; \quad V_k = \sqrt{V_{yk}^2 + V_{xk}^2} = \sqrt{V_{yk}^2 + V_x^2}$$

$$V_k^2 = V_y^2 + V_x^2$$

$$2.5 V_0 = 2.5 \cdot 8 = 5 \cdot 4 = 20$$

$$20^2 = V_y^2 + 4^2$$

$$400 - 16 = V_y^2; \quad 384 = V_y^2; \quad V_{yk} = \sqrt{384} = \sqrt{4 \cdot 96} = 2\sqrt{96} =$$

$$= 2\sqrt{100 - 4} = 2\sqrt{4 \cdot 24} = 4\sqrt{24} = 8\sqrt{6}; \quad 3 > \sqrt{6} > 2; \quad V_{yk} = 8\sqrt{6} \text{ м/с.}$$

$$V_y + at = V_{ky}; \quad V_y + gt = V_{ky}.$$

$$V_y = \sqrt{V_k^2 - V_x^2} = \sqrt{8^2 - 4^2} = \sqrt{4(4-1)} = 4\sqrt{3}$$

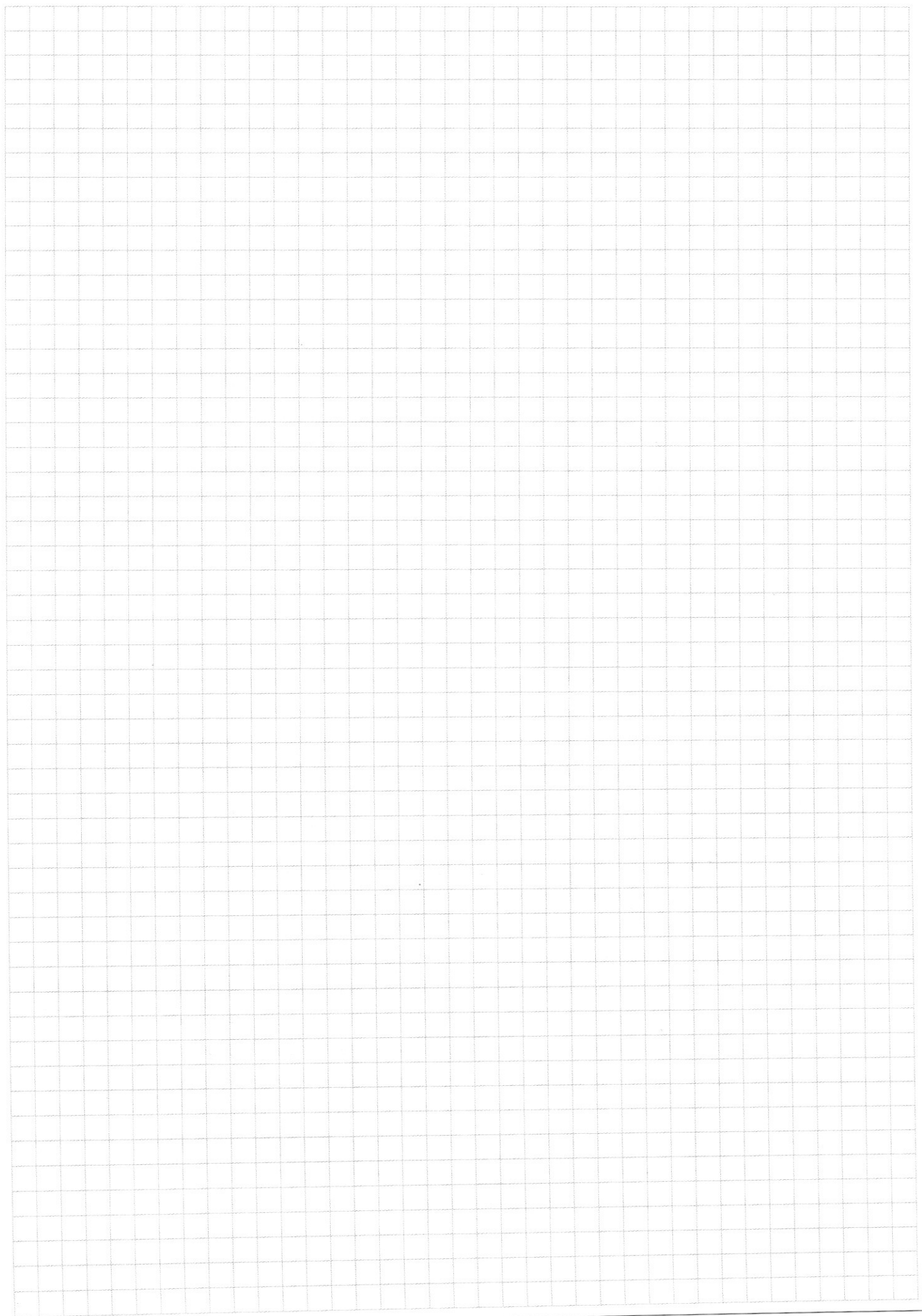
$$4\sqrt{3} + 10t = 8\sqrt{6}$$

$$t = \frac{8\sqrt{6} - 4\sqrt{3}}{10} = \frac{2\sqrt{3}(4\sqrt{2} - 2)}{10} = \frac{\sqrt{3}(4\sqrt{2} - 2)}{5} = \frac{2\sqrt{3}(2\sqrt{2} - 1)}{5}$$

$$t = t_{\text{пол}} = \frac{10}{\sqrt{3}(4\sqrt{2} - 1)} = \frac{10}{2\sqrt{3}(2\sqrt{2} - 1)} = \frac{5}{\sqrt{3}(2\sqrt{2} - 1)}$$

$$S = V_x t_{\text{пол}} = 4 \cdot \frac{5}{\sqrt{3}(2\sqrt{2} - 1)} = \frac{20}{\sqrt{3}(2\sqrt{2} - 1)}$$

Ответ: 1) $8\sqrt{6} \text{ м/с}$ 2) $\frac{20}{\sqrt{3}(2\sqrt{2} - 1)} \text{ с.}$
2) $\frac{8\sqrt{3}(2\sqrt{2} - 1)}{5} \text{ м.}$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

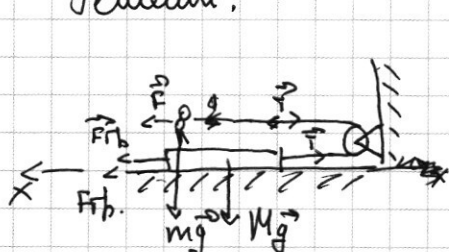
Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N2.

Дано:
 m
 $M = 5m$
 S
 μ
 g (конст.)

Решение:



$$\vec{F}_\Sigma = m\vec{g} + M\vec{g}$$

$$F_\Sigma = g(m+M) = g(6m) = 6mg.$$

$$F_{tr} = \mu N$$

нах: $\vec{F} = \vec{T}_1$ ($\vec{a} = \vec{0}$)

$$F_{tr} = T_2$$

$$\vec{T}_1 = -\vec{T}_2 \quad (T_1 = T_2) \text{ т.к. нить не растягивается.}$$

$$\vec{F} = -F_{tr}; \vec{F} = F_{tr}; F = \mu N; F = \mu \cdot 6mg =$$

$$= 6\mu mg; \text{ но не хватает скорости сил и их } \text{трения. Ой и не хватает скорости сил и их}$$

$$F > F_0; \vec{a} \neq \vec{0}.$$

$$(m+M)\vec{a} = \vec{F} - F_{tr}; F - 6\mu mg = Ma$$

$$a = \frac{F - 6\mu mg}{m+M} = \frac{F - 6\mu mg}{6m}$$

$$V = V_0 + at; V_0 = 0; V = at$$

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

$$V = at = \sqrt{2Sa} = \sqrt{\frac{S(F - 6\mu mg)}{3m}}$$

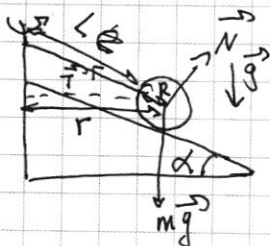
Ответ: 1) $6mg$ 2) $3\mu mg$ 3) $\sqrt{\frac{S(F - 6\mu mg)}{3m}}$

N3

Дано:

m
 R
 L
 L
 g

Решение:



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

нах: $\vec{T} + \vec{N} + m\vec{g} = \vec{0}$

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

$$\text{нах: } -T + mg \cos(90 - \alpha) = 0$$

$$T = mg \sin \alpha; T = mg \sin \alpha$$

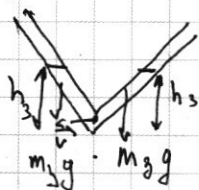
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Исходные данные:

$$a = 2a'; \quad a = \frac{g(m_2 - m_1)}{2(m_2 + m_1)} = \frac{g(\rho g h_2 - \rho g h_1)}{(\rho g h_2 + \rho g h_1)} =$$

$$= \frac{g(h_2 - h_1)}{h_2 + h_1}; \quad a = \frac{g(h_2 - h_1)}{h_2 + h_1} = \frac{10 \cdot 4}{20} = 2 \text{ м/с}^2$$

V_{max} будет сразу после „использования“ ускорения, когда вода будет уравновешена в обоих колесиках. (будет колебаться)



$$h_3 = \frac{h_1 + h_2}{2} = 10 \text{ см.}$$

$$a_n = \frac{(m_2 - m_1)g}{m_2 + m_1} = \frac{(h_2 - h_1)g}{h_2 + h_1}$$

$$a_k = 0.$$

a уменьшается линейно.

$$a_{\text{ср}} = \frac{(m_2 - m_1)g}{2(m_2 + m_1)}; \quad \left(\frac{h_2 - h_1}{2} \right) g = \frac{(h_2 - h_1)g}{2(h_2 + h_1)}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{h_2 + h_1}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{h_2 - h_1}{g}}$$

$$V = a_{\text{ср}} \cdot \frac{T}{2} = \frac{(h_2 - h_1)g}{2(h_2 + h_1)} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{h_2 - h_1}{g}} =$$

$$= \pi \frac{(h_2 - h_1) \sqrt{h_2 - h_1} \sqrt{g}}{h_2 + h_1} = \pi \frac{4 \cdot 2 \cdot \sqrt{10}}{20} = \frac{2\pi \sqrt{10}}{5} \text{ м/с.}$$

Ответ: 1) 2 м/с^2 2) $\frac{2\pi \sqrt{10}}{5} \text{ м/с}$ или $\frac{6,28\sqrt{10}}{5} \text{ м/с}$ (если подставить $\pi = 3,14$)

Н5.

Дано:

$h_2 = 4$
 $S = 12 \text{ см}^2$
 $\mu = 18 \text{ ч/год}$
 $T = 95^\circ\text{C}; \rho = 8,5 \cdot 10^4 \text{ Па.}$

Решение:

г.к. водород нагретый, то
жидкость нагретая расширяется
равномерно, значит плотность пара будет
как и плотность воды.

$$\frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{в}}} = 1$$

давление насыщенного пара не может стать больше, потому что давление меняется не резко, а плавно и резко не возвращается в равновесие. $T = \text{const}; pV = \text{const}.$

$$pV = \nu RT. \quad M_{B.R.} = M_B.$$

~~$$m = pV; m = \text{const}.$$~~

~~$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{p_1}{p_2} \text{ и } \frac{S_2}{S_1} = \frac{p_1}{p_2} \text{ но } S_1 = p_{\text{max}}.$$~~

Значит осадок не будет выпадать.

~~$$pV = \frac{m}{M} RT$$~~

~~$$pM = \frac{m}{V} RT$$~~

~~$$pM = SRT$$~~

~~$$S = \frac{pM}{RT} = \frac{8,5 \cdot 10^4 \cdot 0,18 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot (273 + 27)} = 4,7$$~~

~~$$= \frac{85 \cdot 18}{8,31 \cdot 368} = \frac{1530}{3158} =$$~~

~~$$= \frac{765}{1579} \approx 0,5 \text{ г/см}^3$$~~

~~$$\frac{S}{S_B} = \frac{765}{1579} \approx 0,5.$$~~

~~$$m_{\Sigma} = m_n + m_B = S_n V_n + S_B V_B =$$~~

~~$$= S(V_n + V_B).$$~~

~~$$S V_0 = S(V_n + V_B)$$~~

~~$$V_0 = V_n + V_B.$$~~

~~$$V_n = V_n + V_B.$$~~

~~$$V_B = 3,7 V_n.$$~~

$$\begin{array}{r} 85 \\ \cdot 18 \\ \hline 680 \\ 85 \\ \hline 1530 \\ \cdot 368 \\ \hline 831 \\ 368 \\ \hline 1104 \\ 2944 \\ \hline 3158,08 \\ 1579 \cdot 2 \\ \hline 3158 \end{array}$$

~~$$1579 \cdot 2 \approx 3158$$~~

Так как пар насыщенного его давление увеличится

мы не сможем.

$$m_{\Sigma} = \text{const}$$

$$m_{\Sigma} = m_n + m_B$$

1) Вначале.

$$m_{\Sigma} = m_n = S_n V_0$$

2) В конце

$$m_{\Sigma} = m_n + m_B = S_n V_n + S_B V_B$$

$$S_n V_0 = S_n V_n + S_B V_B; V_0 = 4 V_n$$

$$S_n \cdot 4 V_n = S_n V_n + S_B V_B$$

$$S_n V_n \cdot 3,7 = S_B V_B$$

$$\frac{V_n}{V_B} = \frac{S_B}{S_n \cdot 3,7} \approx \frac{2}{3,7} \approx 0,54$$

$$\frac{V_2}{V_n} = \frac{V_2}{V_B} = \frac{S_B}{S_n \cdot 3,7} = \frac{1579}{765 \cdot 3,7} \approx \frac{430}{2830} \approx 0,15$$

Order: 1) $\frac{765}{1579} \approx 0,5$ 2) $\frac{86}{153} \approx 0,56$



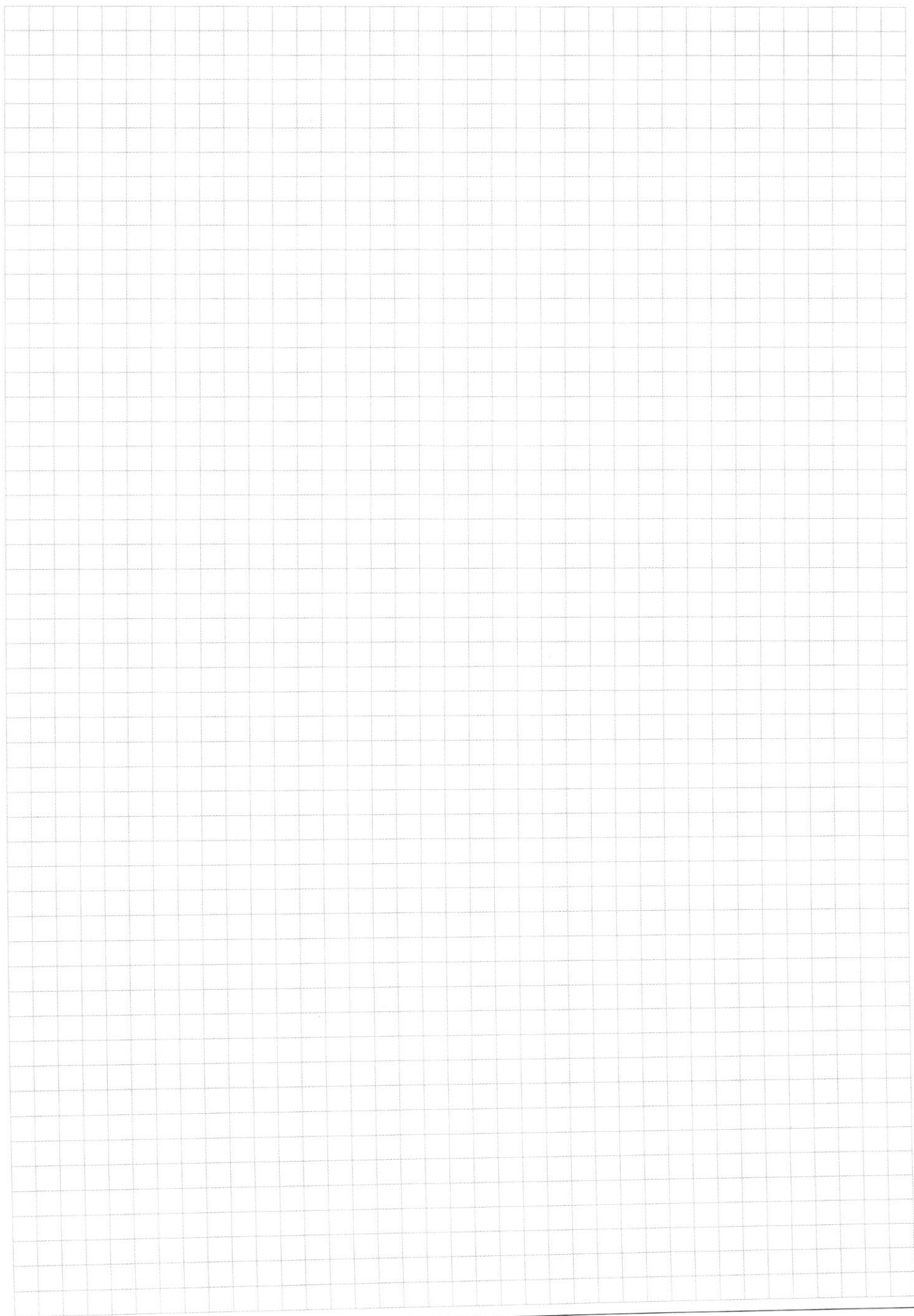
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«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)



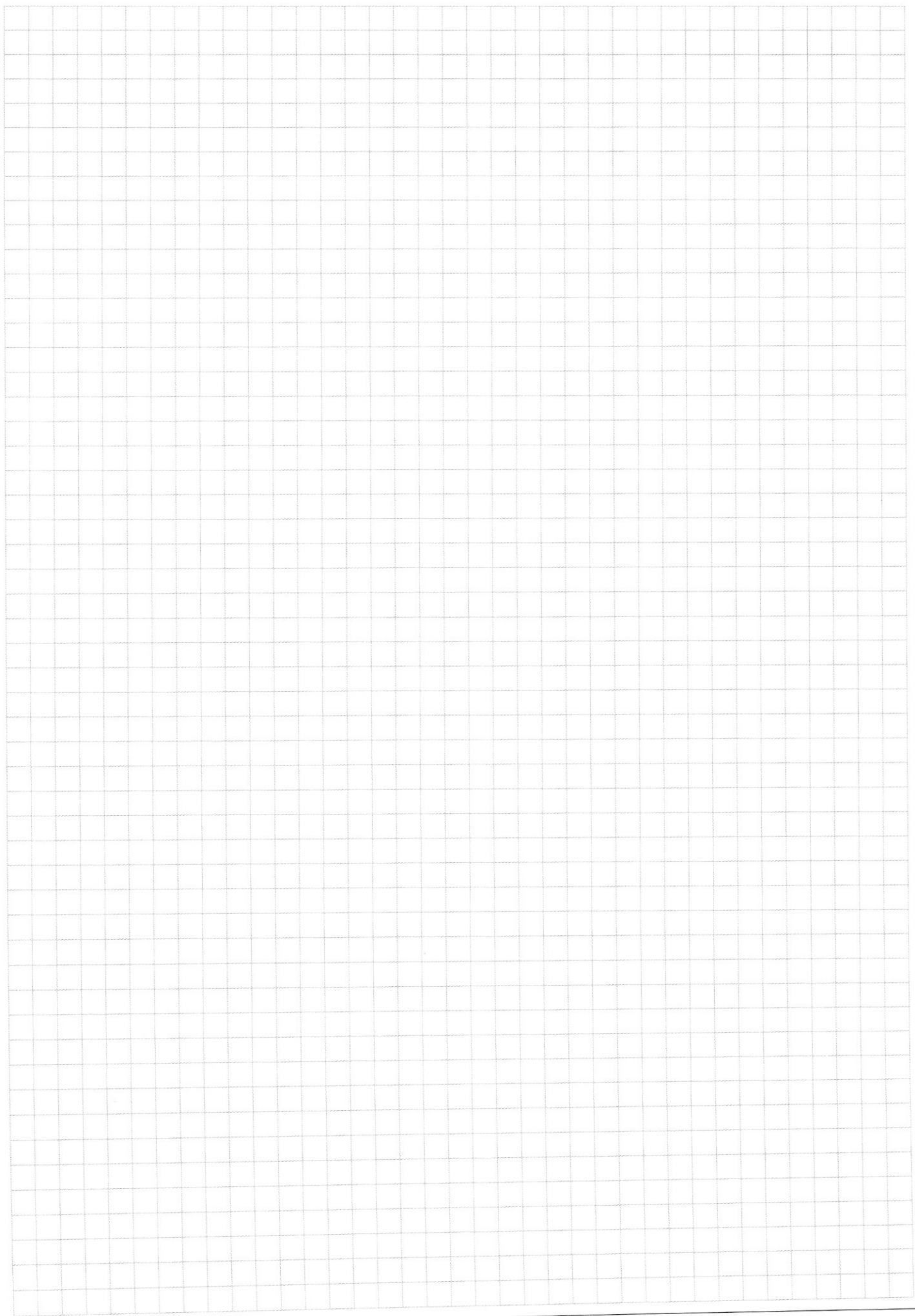
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«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)