

Рег. №:

Класс участия: 10

Место проведения: Минск

Дата проведения: 23 февраля 2020 г.

Время начала (местное): 11:00

ШК

(заполняется секретарём)



Олимпиада школь[...]

по физике

Название предмета

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.

Дедков	Дедков	Андреевич	13-10-2003	10
Фамилия	Имя	Отчество	Дата рождения	Возраст
Республика Беларусь			г. Борисов	
Страна	Регион		Населенный пункт	
паспорт	МС	2955257	13.07.2017	
Документ, удостоверяющий личность	Серия	Номер	Дата выдачи	Код подразделения
Беларусь			г. Борисов	
Страна школы	Регион школы		Населенный пункт школы	
10	190	Гимназия № 2 г. Борисова		
Класс обучения		Полное название образовательного учреждения		
+375 336 681 239		dadedkov96@gmail.com		
Мобильный телефон	Доп. телефон	E-mail		

Согласие на обработку персональных данных

Я согласен(-на) на сбор, хранение, использование, распространение (передачу) и публикацию своих персональных данных, а также олимпиадных работ, в том числе в сети "Интернет". Я согласен(-на), что мои персональные данные будут ограниченно доступны организаторам олимпиады для решения административных и иных рабочих задач. Я проинформирован(а), 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) 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 дипломов олимпиад в случае их получения. Я согласен(-на) 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 » февраля 2020 г.

Подпись участника олимпиады

Дедков Людмила Николаевна мать

ФИО законного представителя

Степень родства

Подпись законного представителя

Анкета без подписи недействительна.

Анкета обязательно должна быть вложена в работу!

Олимпиада «Физтех» по физике, (

Вариант 10-01

Класс 10

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

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.

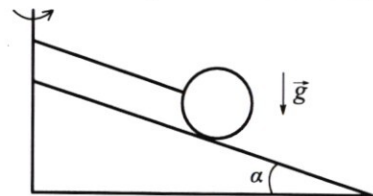
2. Человеку, упирающемуся в ящик ногами, надо передвинуть ящик из состояния покоя по горизонтальному полу на расстояние S к стене (см. рис.). Массы человека и ящика равны соответственно m и $M = 5m$. Натянутые части каната, не соприкасающиеся с блоком, горизонтальны. Массами каната, блока и трением в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

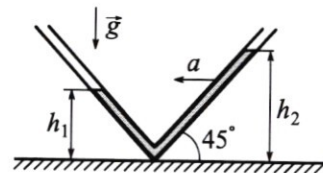
- 1) Найти силу натяжения нити, если система покоится.
- 2) Найти силу натяжения нити, если система вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина, а шар не отрывается от клина.



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.



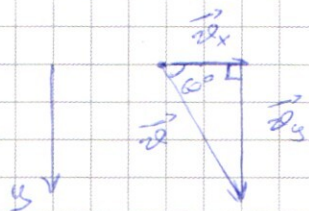
5. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится насыщенный водяной пар при температуре 95°C и давлении $P = 8,5 \cdot 10^4$ Па. В медленном изотермическом процессе уменьшения объема пар начинает конденсироваться, превращаясь в воду.

- 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. Из 2-го закона Ньютона получим: $0 = m a_x \Rightarrow a_x = 0$ Значит:
Горизонтальная компонента скорости сохраняется:

$$v_x = \text{const} = v_0 \cos \alpha = v_0 \cos 60^\circ = \frac{v_0}{2}$$



Скорость разложим на 2 векторные компоненты
 $\vec{v} = \vec{v}_x + \vec{v}_y$

Из анализа рисунка получим:

$$(2,5 v_0)^2 = \left(\frac{v_0}{2}\right)^2 + (v_y)^2, \text{ откуда } v_y^* = \sqrt{\left(\frac{5}{2} v_0\right)^2 - \left(\frac{v_0}{2}\right)^2} =$$

$$= \frac{v_0}{2} \sqrt{25 - 1} = \frac{v_0 \sqrt{24}}{2} \approx 2,45 v_0 \approx 19,6 \text{ м/с}$$

1) Ответ: $v_y^* = \frac{v_0}{2} \sqrt{24} \approx 19,6 \text{ м/с} = v_0 \sqrt{6}$

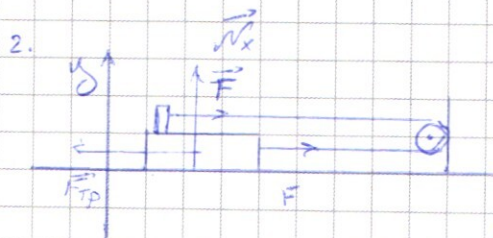
Известно, что вертикальная компонента скорости зависит от времени так:

$$v_y(t) = v_0 \sin \alpha + g t, \text{ откуда}$$

2) Ответ: $t_x = \frac{v_y^* - v_0 \sin \alpha}{g} \approx \frac{19,6 - 7}{10} \approx 1,3 \text{ с} = \frac{v_0}{g} \left(\sqrt{6} - \frac{\sqrt{3}}{2} \right)$

Соединение найдено из предположения отсутствия отклонения скорости комп. x.

3) Ответ: $s = v_0 \cos \alpha \cdot t_x = v_0 \cos \alpha \cdot \left(\frac{v_y^* - v_0 \sin \alpha}{g} \right) \approx 5,2 \text{ м} = \frac{v_0^2}{2g} \left(\sqrt{6} - \frac{\sqrt{3}}{2} \right)$



Соединяем 2-ой Закон Ньютона на вертикальную ось y: (система "Чел + Ящик")

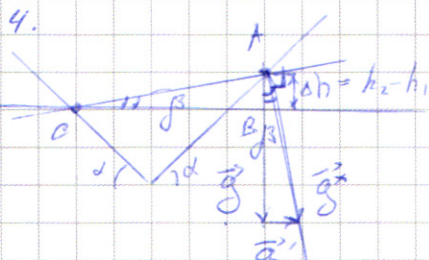
1) Ответ: $N_x = 6mg$

Из рисунка видно, что на систему "Человек + Ящик" действует 2 силы, с которой человек толкает ящик. 2-ой Закон Ньютона даст:

2) Ответ: $2F_0 = N_x \cdot \mu, \text{ откуда } F_0 = \frac{6mg \cdot \mu}{2} = 3mg \cdot \mu$

3) Ответ: $2F \cdot s = (6m) \frac{v^2}{2} + (6m) g \mu \cdot s, \text{ откуда}$

$v^2 = \frac{2FS}{3m} - 2g\mu s$ 3) Ответ: $v = \sqrt{\frac{2FS}{3m} - 2g\mu s}$



Перейдем в КИСО S_{K2} , движущуюся с ускорением $\vec{a}$, тогда на жидкость будет действовать сила и сила инерции $(-m\vec{a})$ $||\vec{a}' = -\vec{a}$
 $||\vec{a}' = \vec{a}$

Если в случае движущихся сосудов давление жидкости обусловлено вектором $\vec{g}$, то в нашем случае, давление будет задаваться вектором $\vec{g}^* = \vec{g} + \vec{a}'$

Если в "тривиальном" случае $\vec{g}$ перпендикулярна $\vec{g}^*$, то в этой задаче оно будет $\perp \vec{g}^*$

Из рисунка видно $|\vec{a}| = g \tan \beta$, где $\tan \beta = \frac{\Delta h}{(h_1 + h_2) \cos \alpha} = \frac{AB}{BC}$

$$\tan \beta = \frac{(h_2 - h_1) \cos \alpha}{h_2 + h_1}, \text{ тогда } |\vec{a}| = g \frac{(h_2 - h_1) \cos \alpha}{h_2 + h_1}$$

Тогда Ответ: $|\vec{a}| = g \frac{h_2 - h_1}{h_2 + h_1} \cos \alpha = g \frac{h_2 - h_1}{h_2 + h_1} \frac{\sqrt{2}}{2} = 10 \cdot \frac{4}{20} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 1,42 \text{ м/с}^2$

Симметрия задачи подсказывает ввести "высотную плотность" $\pi = \frac{dm}{dh}$

После остановки возникнут колебания. Помню, что максимальная скорость будет в точке с минимальной потенциальной энергией — в $\rightarrow$ положении равновесия.

ЗСЭ имеет вид:

$\Delta W_p = E_k(l)$, где W_p — изменение потенциальной энергии из начального в положение равновесия.

$$\frac{\Delta W_p}{g} = \pi \cdot \Delta h \cdot \frac{\Delta h}{2} = 2 \cdot \pi \cdot \frac{\Delta h}{2} \cdot \frac{\Delta h}{4} = \frac{\pi \Delta h^2}{4}$$

Теперь из (1): $E_k = \pi(h_1 + h_2) \frac{v_{\max}^2}{2}$

$$g \frac{\pi \Delta h^2}{4} = \frac{\pi(h_1 + h_2) v_{\max}^2}{2}$$

2) Ответ: $v_{\max} = \sqrt{\frac{g(h_2 - h_1)}{2(h_1 + h_2)}} = \frac{(h_2 - h_1)}{(h_1 + h_2)^{1/2}} \sqrt{\frac{g}{2}} = \frac{4 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 20 \cdot 10^{-2}} \sqrt{\frac{10}{2}} \text{ м/с} = \frac{4 \cdot 10^{-2}}{20} = 0,2 \cdot 10^{-2} \text{ м/с} = 0,2 \text{ см/с}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5. Используя уравнение Менделеева-Клапейрона $p = \frac{p}{\mu} RT$

Получим $p_n = \frac{p}{\mu} \approx \frac{8.5 \cdot 10^4 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8.31 \cdot (273 + 95)} \approx \frac{1530}{2958} \approx \frac{1}{2} = 0.5 \text{ кПа}$

Отношение

1) Ответ: $\xi = \frac{p_n}{p_0} \approx \frac{0.5}{1 \cdot 10^3} = 0.5 \cdot 10^{-3}$

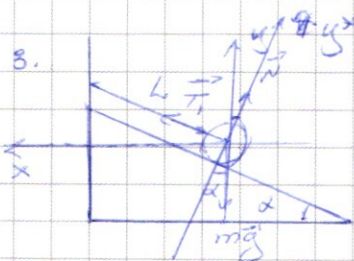
Масса воды, образующаяся в замкнутом процессе

$m_v = p_n \cdot V_0 \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right) = p_n V_0 \left(\frac{\gamma-1}{\gamma}\right)$, V_0 - начальный объем пара

Отношение

2) Ответ: $\frac{V_n}{V_R} = \frac{V_0}{\gamma} \cdot \left(\frac{p_n \cdot V_0 \left(\frac{\gamma-1}{\gamma}\right)}{p_0}\right)^{-1} = \frac{p_0}{p_n (\gamma-1)} = \frac{1}{\xi (\gamma-1)}$

$\approx \frac{0.5 \cdot 10^3}{3.7} \approx 0.13 \cdot 10^3 \approx 130$



Если система покоится, уравнения статики примут вид:

$\sum \vec{F}_i = \vec{0}$; $\sum \vec{M}_i = \vec{0}$

Сумма сил даст: $T = mg \sin \alpha$

Сумма моментов: $T \cdot R = mg R \sin \alpha$ аналогично

1) Ответ: $T = mg \sin \alpha$

В случае движения, 2-ой закон Ньютона примет вид:

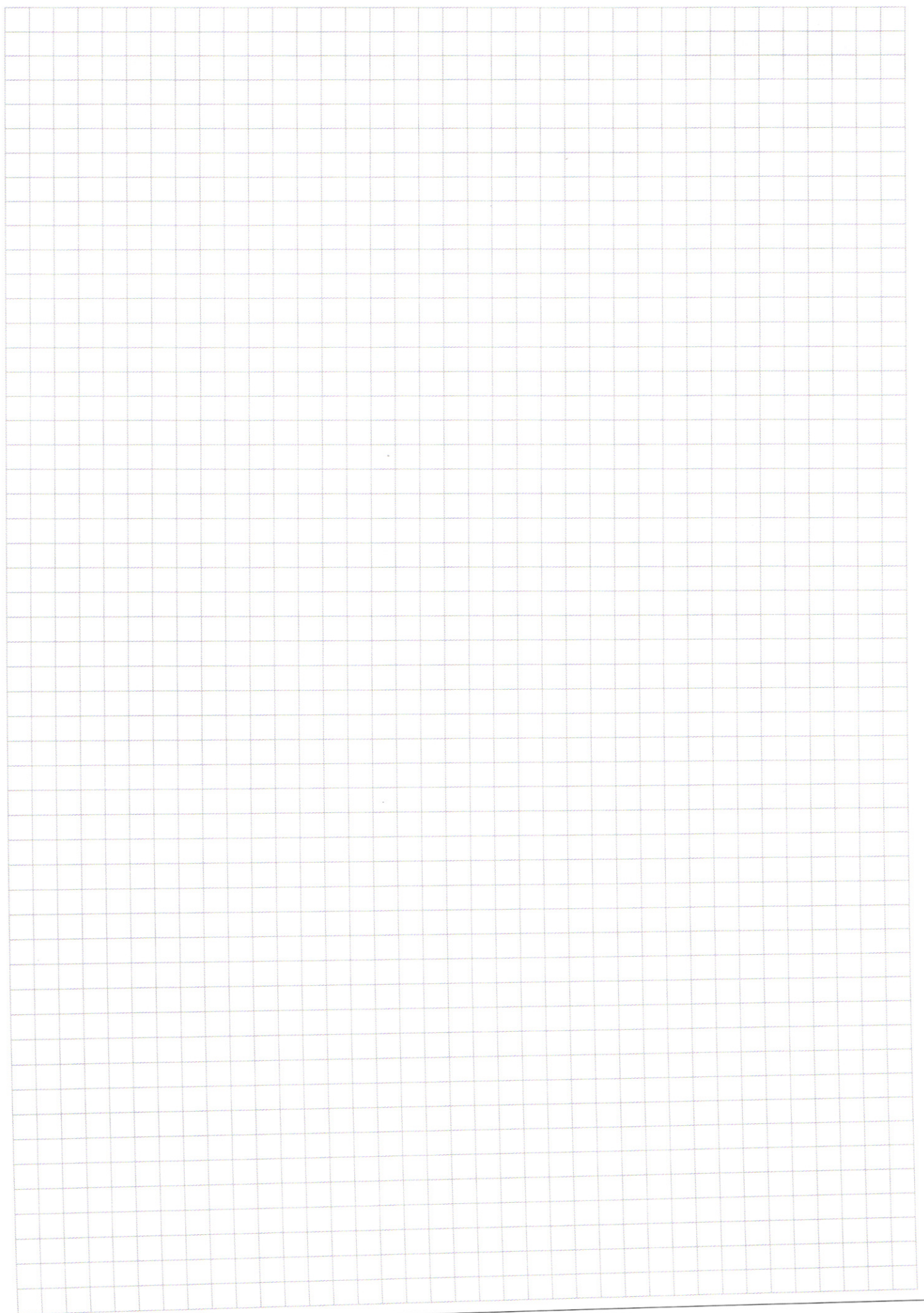
x: $T \cos \alpha - N \sin \alpha = \frac{m \omega^2}{(L+R)}$

y: $mg \cos \alpha = N$

Откуда

$T = \left(\frac{m \omega^2}{L+R} + mg \cos \alpha \sin \alpha \right) \frac{1}{\cos \alpha}$

2) Ответ: $T = \frac{m \omega^2}{L+R \cos \alpha} + mg \sin \alpha$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Handwritten student work on graph paper, showing various physics problems and solutions.

Top Left: A small diagram of a vector $\vec{v}$ at an angle α to the horizontal.

Top Center: A diagram of a projectile launched from a height h with initial velocity v_0 at an angle α . The horizontal distance is x . The velocity components are $v_x = v_0 \cos \alpha$ and $v_y = v_0 \sin \alpha - gt$. The equation of motion is $y = h + v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$.

Top Right: A diagram of a projectile launched from a height h with initial velocity v_0 at an angle α . The horizontal distance is x . The velocity components are $v_x = v_0 \cos \alpha$ and $v_y = v_0 \sin \alpha - gt$. The equation of motion is $y = h + v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$.

Middle Left: A diagram of a projectile launched from a height h with initial velocity v_0 at an angle α . The horizontal distance is x . The velocity components are $v_x = v_0 \cos \alpha$ and $v_y = v_0 \sin \alpha - gt$. The equation of motion is $y = h + v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$.

Middle Center: A diagram of a projectile launched from a height h with initial velocity v_0 at an angle α . The horizontal distance is x . The velocity components are $v_x = v_0 \cos \alpha$ and $v_y = v_0 \sin \alpha - gt$. The equation of motion is $y = h + v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$.

Middle Right: A diagram of a projectile launched from a height h with initial velocity v_0 at an angle α . The horizontal distance is x . The velocity components are $v_x = v_0 \cos \alpha$ and $v_y = v_0 \sin \alpha - gt$. The equation of motion is $y = h + v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$.

Bottom Left: A diagram of a projectile launched from a height h with initial velocity v_0 at an angle α . The horizontal distance is x . The velocity components are $v_x = v_0 \cos \alpha$ and $v_y = v_0 \sin \alpha - gt$. The equation of motion is $y = h + v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$.

Bottom Center: A diagram of a projectile launched from a height h with initial velocity v_0 at an angle α . The horizontal distance is x . The velocity components are $v_x = v_0 \cos \alpha$ and $v_y = v_0 \sin \alpha - gt$. The equation of motion is $y = h + v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$.

Bottom Right: A diagram of a projectile launched from a height h with initial velocity v_0 at an angle α . The horizontal distance is x . The velocity components are $v_x = v_0 \cos \alpha$ and $v_y = v_0 \sin \alpha - gt$. The equation of motion is $y = h + v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$.

$$p$$

$$10000$$

$$100 \cdot 10^5$$

$$10 \cdot 10^6$$

$$T, p$$

$$P = \text{const}$$

$$100 \text{ kPa}$$

$$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

$$\rho = \frac{p}{p_k} = \frac{p}{p_k}$$

$$p \quad \left[\rho = \frac{p_n}{p_k} \right]$$

$$pV = \nu RT$$

$$p = \frac{\nu}{V} RT$$

$$p_k = \frac{p_k \mu_k}{RT}$$

$$p_k = \frac{8.5 \cdot 10^4 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{831 \cdot 368}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ + 275 \\ 95 \\ \hline 368 \end{array}$$

$$95 + 273 =$$

$$= 298 + 20$$

$$298 + 70 =$$

$$=$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ + 85 \\ 18 \\ \hline 680 \\ + 85 \\ \hline 1530 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \quad 2 \\ 64 + 368 \\ 831 \\ \hline 368 \\ \hline 1109 \\ 2844 \\ \hline 295808 \approx 2958 \end{array}$$

$$\approx \frac{1}{2} \quad \frac{1}{2} V$$

$$m_k =$$

$$m = \rho_0 V_0 \gamma = \rho V_0 \mu \gamma$$

$$pV = \nu RT$$

$$pV' = \nu' RT$$

$$\gamma = \frac{V'}{V_0} = \frac{\nu'}{\nu_0}$$

$$m_k = \rho(V' - V_0) = \rho_0 V_0 \left(\frac{1}{\gamma} - 1 \right)$$

$$m_k =$$



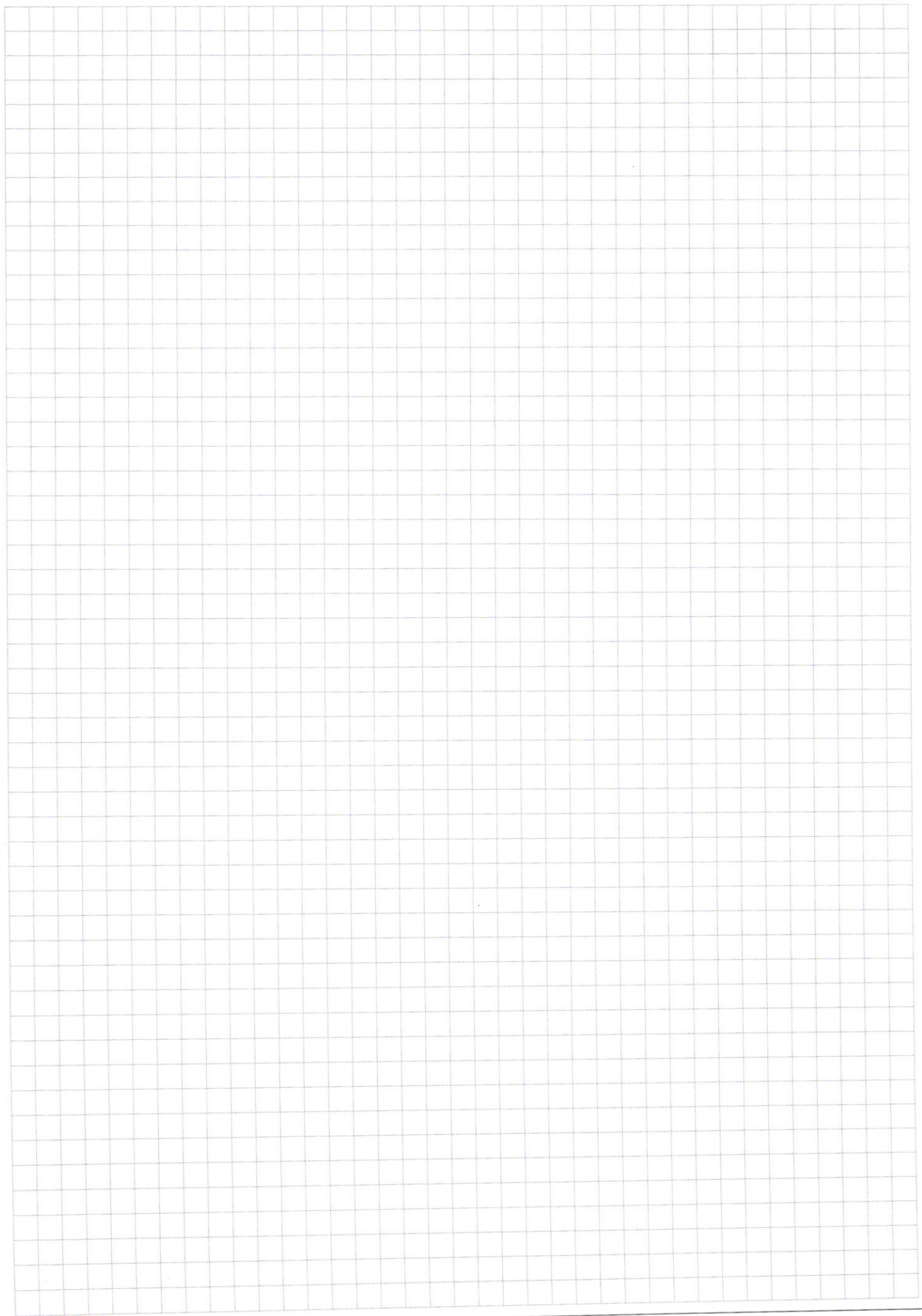
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«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)

