

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»

**Типовые задания по физике с примерами
решения в двух частях.**

**Часть 1. Механика. Молекулярная физика и
термодинамика.**

Учебно-методическое пособие



Ижевск

2021

УДК 531(075).8+539.19(075).8+536(075).8
ББК 22.2 я73+22.36 я73+22.317я73
Т434

*Рекомендовано к изданию редакционно-издательским
советом УдГУ*

Составители: Меньшикова Светлана Геннадьевна, к.ф.-м.н., с.н.с. УдмФИЦ
УрО РАН, доцент кафедры общей физики ИМИТиФ УдГУ;
Писарева Татьяна Александровна, к.т.н., зам. директора по
учебной работе ИМИТиФ УдГУ, старший преподаватель
кафедры общей физики ИМИТиФ УдГУ

Рецензент: Лебедев Владимир Геннадьевич, к.ф.-м.н., доцент кафедры
теоретической физики ИМИТиФ УдГУ, зав. кафедрой
теоретической физики ИМИТиФ УдГУ

**Т434 Типовые задания по физике с примерами решения в двух частях.
Часть 1. «Механика. Молекулярная физика и термодинамика»:**
учебно-методическое пособие / С.Г. Меньшикова, Т.А. Писарева –
Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2021. – 45 с.

В пособии представлены типовые практические задания с примерами
решения, которые входят в программу обучения студентов Удмуртского
государственного университета в рамках курса «Общая физика» по разделам
«Механика» и «Молекулярная физика и термодинамика». Пособие
предназначено для студентов естественно-научных направлений подготовки
04.03.01 Химия, 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, 04.03.02
Химия, физика и механика материалов, 02.03.02 Фундаментальная
информатика и информационные технологии, осваивающих курс «Общая
физика».

УДК 531(075).8+539.19(075).8+536(075).8
ББК 22.2 я73+22.36 я73+22.317я73
Т434

© С.Г. Меньшикова, Т.А. Писарева, сост., 2021
© ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ	5
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	7
ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ	
Демонстрационный вариант.....	12
Вариант 1.....	22
Вариант 2.....	23
Вариант 3.....	24
Вариант 4.....	25
Вариант 5.....	26
Вариант 6.....	27
Вариант 7.....	28
Вариант 8.....	29
Вариант 9.....	30
Вариант 10.....	31
Вариант 11.....	32
Вариант 12.....	33
Вариант 13.....	34
Вариант 14.....	35
Вариант 15.....	36
Вариант 16.....	37
Вариант 17.....	38
Вариант 18.....	39
Вариант 19.....	40
Вариант 20.....	41
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	42
ПРИЛОЖЕНИЕ	42
Скалярное и векторное произведения векторов.....	42
Приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц....	42
Таблица производных простой и сложной функций.....	43
Таблица некоторых интегралов.....	43
Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева.....	44

ВВЕДЕНИЕ

В данном пособии студенты найдут всё, что необходимо для того, чтобы научиться решать задачи по физике: ценные указания к решению задач, демонстрационный вариант с примерами решения задач разной сложности, подобных практически задачам банка заданий.

Цель практикума заключается в формировании общепрофессиональных компетенций:

- *предметной* - связанной со способностью анализировать и действовать с позиций отдельных областей человеческой культуры, в частности, с позиции научного метода познания;
- *личностного самосовершенствования* - заключающейся в приобретении опыта целеполагания, самообразования и самоконтроля;
- *информационной* - предусматривающей владение способностью работать с разными источниками информации.

В Части 1 пособия представлены методические рекомендации, а также алгоритмы решения типичных задач к разделам «Механика» и «Молекулярная физика и термодинамика». Приведён банк заданий, включающий 20 типовых вариантов задач с ответами, представлен демонстрационный вариант. Предполагается, что студенты в полной мере освоили теоретический материал, поэтому формулы, термины и понятия изучаемых разделов в пособии не приведены.

Курсы «Механика» и «Молекулярная физика и термодинамика» включают выполнение аудиторного лабораторного практикума, предполагающий умение работать с частными производными, что не включено в школьную программу средней общеобразовательной школы. В настоящем пособии рассмотрены примеры нахождения частных производных функции. Задания для самостоятельного нахождения частных производных функции включены в типовые варианты.

Приложение содержит элементы дисциплины «Высшая математика», а также таблицу химических элементов Д.И. Менделеева, без которых некоторые задачи физики не решаются.

Представленные задания вариантов могут быть использованы при индивидуальном выполнении домашних контрольных работ, а также на практических аудиторных занятиях.

Пособие также может быть полезно абитуриентам, репетиторам и преподавателям.

ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

*«Умение решать задачи
говорит о знании теории»*

*С.С. Савинский, к.ф.-м.н.,
доцент кафедры
теоретической физики
ИМИТ_иФ УдГУ*

Для начала необходимо понять физические законы, выучить формулы и термины разделов «Механика», «Молекулярная физика и термодинамика», изучить алгоритмы решения задач. Задачи следует оформлять по стандартному требованию (см. общий алгоритм решения задач). При выполнении практических заданий все решения однотипны: записать условие, перевести исходные данные в систему СИ, записать необходимые уравнения, формулы, их решения в общем виде, выразив искомую величину, выполнить проверку размерности полученной искомой величины, подставить числовые значения в конечную формулу, получить и записать ответ. В графических задачах объектом исследования являются графики зависимости физических величин. Обычно все графические задачи можно разделить на два вида: задача - вопрос, на который можно ответить, изучив график (иногда нужно по данному графику построить другой) и задачи на построение графика с использованием уравнения.

Условия задач в контрольной работе записываются полностью без сокращений. В контрольной работе указывается, каким учебником или учебным пособием студент пользовался при изучении физики (название учебника, автор, год издания). Это делается для того, чтобы преподаватель в случае необходимости мог указать, что следует студенту изучить для завершения контрольной работы. Студент должен быть готов дать пояснения по существу решения задач, входящих в контрольные работы.

Если представленные типовые задания используются в качестве домашней контрольной работы, на листах формата А4 необходимо выполнить соответствующее оформление (см. образец оформления обложки к/р), можно наклеить на обложку тетради. Если студенты выполняют контрольную работу в парах, отчёт с оформленными заданиями должен быть у каждого студента.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»**

_____, _____, _____
институт специализация курс

Контрольные работы №№ _____

Выполнил: студент _____, группа № _____, зачётка № _____
Ф.И.О.

Проверил: _____
должность Ф.И.О.

Ижевск

20__ - 20__ уч. год

МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА СИ

Международная система единиц физических величин СИ
(*фр.* System international, SI) принята

11-й Генеральной конференцией по мерам и весам (1960 г.).

В ней семь основных единиц: секунда, метр, килограмм, ампер, кельвин,
моль, кандела и две дополнительные: радиан и стерадиан.

ОБЩИЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

1. Внимательно прочитать условие задачи.
2. Произвести краткую запись условия задачи с помощью общепринятых буквенных обозначений (СИ).
3. Выполнить рисунки или чертежи задачи.
4. Определить, каким методом будет решаться задача, составить план решения.
5. Записать основные уравнения, описывающие процессы, предложенные задачей системой.
6. Найти решение в общем виде, выразив искомые величины через заданные.
7. Проверить правильность решения задачи в общем виде, произведя действия с наименованием величин.
8. Произвести вычисления.
9. Произвести оценку реальности полученного решения.
10. Записать ответ.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Теория по частным производным

Пусть функция двух переменных $z = f(x, y)$ непрерывна и дифференцируема.

Частной производной $\frac{\partial z}{\partial x}$ называется производная от этой функции по x при

условии, что y – константа. Частной производной $\frac{\partial z}{\partial y}$ называется производная

от этой функции при условии, что x – константа.

Полный дифференциал функции $z = f(x, y)$, находится по формуле:

$$dz = \frac{\partial z}{\partial x} dx + \frac{\partial z}{\partial y} dy$$

Частные производные второго порядка находят дифференцированием производных первого порядка:

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial z}{\partial x} \right); \quad \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} = \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial z}{\partial x} \right); \quad \frac{\partial^2 z}{\partial y \partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial z}{\partial y} \right); \quad \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial z}{\partial y} \right)$$

При нахождении частных производных, правила и таблица производных элементарных функций справедливы и применимы для любой переменной, по которой ведётся дифференцирование.

1. РАЗДЕЛ «МЕХАНИКА»

Алгоритм решения задач по кинематике

1. Необходимо выбрать систему отсчёта с указанием начала отсчёта времени и обозначить на схематическом чертеже все кинематические характеристики движения (перемещение, скорость, ускорение и время).
 2. Записать кинематические законы движения для каждого из движущихся тел в векторной форме.
 3. Спроецировать векторные величины на оси x и y и проверить, является ли полученная система уравнений полной.
 4. Используя кинематические связи, геометрические соотношения и специальные условия, данные в задаче, составить недостающие уравнения.
 5. Решить полученную систему уравнений относительно неизвестных.
 6. Перевести все величины в одну систему единиц и вычислить искомые величины.
 7. Проанализировать результат и проверить размерность искомой величины.
- При решении задач на движение материальной точки по окружности необходимо дополнительно учитывать связь между угловыми и линейными характеристиками.*

Алгоритм решения задач по динамике

1. Внимательно прочитать условие задачи и выяснить характер движения.
2. Записать условие задачи, выразив все величины в единицах «СИ».
3. Сделать чертеж с указанием всех сил, действующих на тело, векторы ускорений и системы координат.
4. Записать уравнение второго закона Ньютона в векторном виде.
5. Записать основное уравнение динамики (уравнение второго закона Ньютона) в проекциях на оси координат с учетом направления осей координат и векторов.
6. Найти все величины, входящие в эти уравнения; подставить в уравнения.
7. Решить задачу в общем виде, т.е. решить уравнение или систему уравнений относительно неизвестной величины.
8. Проверить размерность.
9. Получить численный результат и соотнести его с реальными значениями величин.

Если в задаче рассматривается движение нескольких тел, необходимо записать 2 закон Ньютона для каждого из них и учесть кинематические и динамические связи между ними.

Алгоритм решения задач на применение закона сохранения импульса

1. Необходимо проверить систему взаимодействующих тел на замкнутость.
2. Изобразить на чертеже векторы импульсов тел системы непосредственно перед и после взаимодействия.
3. Записать закон сохранения импульса в векторной форме.
4. Спроецировать векторные величины на оси x и y (выбираются произвольно, но так, чтобы было удобно проецировать).
5. Решить полученную систему скалярных уравнений относительно неизвестных в общем виде.
6. Проверить размерность и сделать числовой расчёт.

Алгоритм решения задач на вычисление работы постоянной силы

1. Выяснить, работу какой силы требуется определить в задаче, и записать исходную формулу для определения механической работы.
2. Сделать схематический чертёж и определить угол между силой и перемещением.
3. Если в условии задачи сила неизвестна, её следует найти из 2 закона Ньютона.
4. Определить величину модуля перемещения из законов кинематики.
5. Подставить значения модулей силы и перемещения в формулу работы и, проверив размерность, сделать числовой расчёт.

Алгоритм решения задач на определение мощности

1. Выяснить, какую мощность надо определить, среднюю или мгновенную.
2. Указать на чертеже силы, действующие на тело, и все кинематические характеристики движения.
3. Из 2 закона Ньютона определить силу тяги.
4. Из законов кинематики определить среднюю или мгновенную скорость.
5. Подставить полученные значения силы тяги и скорости в формулу мощности и, проверив размерность, сделать числовой расчёт.

Алгоритм решения задач на закон сохранения и превращения энергии

1. Сделать схематический чертёж. Обозначить на нём кинематические характеристики начального и конечного состояний системы.
2. Проверить систему на замкнутость. Если система тел замкнута, решение проводится по закону сохранения механической энергии. Если система тел не замкнута, то изменение механической энергии равно работе внешних сил.
3. Выбрать нулевой уровень потенциальной энергии (произвольно).
4. Выяснить, какие внешние силы действуют на тело в произвольной точке траектории.
5. Записать формулы механической энергии в начальном и конечном положениях.
6. Установить связь между начальными и конечными скоростями тел системы.
7. Подставить полученные значения энергий и работы в формулу работы и сделать числовой расчёт.

Алгоритм решения задач на статику твёрдых тел, жидкостей и газов

1. Изобразить на чертеже все силы, действующие на тело, находящееся в положении равновесия.
 2. Записать первое условие равновесия.
 3. Спроецировать векторные величины на оси x и y (выбираются произвольно, но удобно).
 4. Если для решения задачи первого условия недостаточно, записать второе условие-уравнение моментов относительно любой точки тела.
 5. Решить систему уравнений относительно неизвестных, проверить размерность и сделать числовой расчёт.
- Если ось вращения закреплена, для решения задачи достаточно второго условия; если тело не имеет оси вращения – первого.*

Алгоритм решения задач на расчёт колебательного движения

Задачи, решение которых основано на общих уравнениях гармонических колебаний.

1. Записать уравнение гармонических колебаний.
2. Определить начальную фазу колебаний, используя условие задачи, и выразить, если это необходимо, циклическую частоту колебаний через частоту или период колебаний.
3. Определить мгновенные значения скорости и ускорения точки, совершающей гармонические колебания.
4. Если необходимо, использовать закон сохранения механической энергии.
5. Решить полученные уравнения относительно неизвестных.
6. Сделать числовой расчёт и проверить размерность искомой величины.

Задачи на расчёт периода колебаний пружинного, математического и физического маятников.

1. Выяснить, чему равно ускорение точки подвеса математического маятника. Если $a = 0$, воспользоваться формулами для определения периода колебаний математического, пружинного и физического маятников.
2. Если необходимо, то записать формулы, связывающие период колебаний с частотой или циклической частотой колебаний.
3. Решить полученные уравнения.
4. Сделать числовой расчёт и проверить размерность искомой величины.

Задачи на расчёт характеристик упругих волн.

Решение задач этой группы предполагает использование уравнения плоской волны, формулы для расчёта длины волны, формул скорости распространения упругих волн в различных средах.

2. РАЗДЕЛ «МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА»

Алгоритм решения задач на «Газовые законы»

По условию задачи даны два или несколько состояний газа и при переходе газа из одного состояния в другое его масса не меняется.

1. Представить какой газ участвует в том или ином процессе.
2. Определить макроскопические параметры p , V и T , характеризующие каждое состояние газа.
3. Записать уравнение объединённого газового закона Клапейрона-Менделеева для данных состояний. Если один из трёх параметров остается неизменным, уравнение Менделеева - Клапейрона автоматически переходит в одно из трех уравнений: закон Бойля - Мариотта, Гей - Люссака или Шарля.
4. Записать математически все вспомогательные условия.
5. Решить полученную систему уравнений относительно неизвестной величины.
6. Решение проверить и оценить критически.

По условию задачи дано только одно состояние газа, и требуется определить какой-либо параметр этого состояния или же даны два состояния с разной массой газа.

1. Установить, какие газы участвуют в рассматриваемых процессах.
2. Определить параметры p , V и T , характеризующие каждое состояние газа.
3. Для каждого состояния каждого газа (если их несколько) составить уравнение Менделеева - Клапейрона. Если дана смесь газов, то это уравнение записывается для каждого компонента. Связь между значениями давлений отдельных газов и результирующим давлением смеси устанавливается законом Дальтона.
4. Записать математически дополнительные условия задачи.
5. Решить полученную систему уравнений относительно неизвестной величины.
6. Решение проверить и оценить критически.

Алгоритм решения задач на «Первое начало термодинамики»

Рассматриваются явления, где в изолированной системе при взаимодействии тел изменяется лишь их внутренняя энергия без совершения работы над внешней средой.

1. Установить, у каких тел внутренняя энергия уменьшается, а у каких – возрастает.
2. Составить уравнение теплового баланса.
3. Полученное уравнение решить относительно искомой величины.
4. Решение проверить и оценить критически.

Рассматриваются явления, связанные с превращением одного вида энергии в другой, при взаимодействии двух тел. Результат такого взаимодействия: изменение внутренней энергии одного тела вследствие совершенной им или над ним работы.

1. Убедиться, что в процессе взаимодействия тел теплота извне к ним не подводится.
2. Установить, у какого из двух взаимодействующих тел изменяется внутренняя энергия и что является причиной этого изменения - работа, совершенная самим телом, или работа, совершенная над телом.
3. Записать первое начало термодинамики для тела, у которого изменяется внутренняя энергия и КПД рассматриваемого процесса.
4. Найти выражения для внутренней энергии и работы тела или над телом.
5. Получить окончательное соотношение для определения искомой величины.
6. Полученное уравнение решить относительно искомой величины.
7. Решение проверить и оценить критически.

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ВАРИАНТ

Вычисление частных производных функции

Задание: Найти полный дифференциал функции $Z(x, y) = e^{xy}$

Решение: Полный дифференциал функции находится по формуле:

$$dz = \frac{\partial z}{\partial x} dx + \frac{\partial z}{\partial y} dy$$

Найдем частные производные первого порядка. Сначала $\frac{\partial z}{\partial x}$, при этом дифференцируем по x ; y - константа, а $Z(x, y) = e^{xy}$ будет представлять собой сложную функцию. По правилу дифференцирования сложной функции, имеем:

$$\frac{\partial z}{\partial x} = e^{xy} \cdot (xy)' = ye^{xy}$$

Аналогично находится частная производная $\frac{\partial z}{\partial y}$, дифференцируется по y , а x

считается константой:

$$\frac{\partial z}{\partial y} = e^{xy} \cdot (xy)' = xe^{xy}$$

Далее подставляем эти частные производные в формулу для нахождения полного дифференциала, получаем:

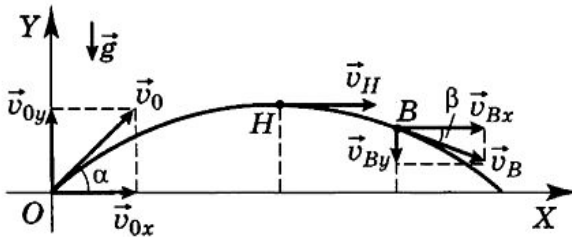
$$dz = ye^{xy} dx + xe^{xy} dy = e^{xy} (ydx + xdy)$$

Ответ: $dz = e^{xy} (ydx + xdy)$

Механика

1. Кинематика

Мяч брошен с поверхности Земли под углом 45° к горизонту со скоростью 20 м/с. Определите наибольшую высоту подъёма, дальность полёта, скорость в наивысшей точке траектории, скорость и координаты мяча через 2 с после начала движения.

<p>Дано:</p> <p>$\alpha = 45^\circ$ $V_0 = 20 \text{ м/с}$ $t = 2 \text{ с}$ $g = 10 \text{ м/с}^2$</p>	<p>Решение:</p> <p>Выясним характер движения. Движение мяча криволинейное и равноускоренное с ускорением свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Запишем уравнение движения в векторном виде:</p> $\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{V}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2} \quad (1)$ 
<p>Найти:</p> <p>1) H - ? 2) L - ? 3) V_H - ? 4) V_B, x_B, y_B - ?</p>	

Выберем оси координат, как указано на рисунке.

Проекция начальной скорости на выбранные оси:

$$V_{0x} = V_0 \cos \alpha, \quad V_{0y} = V_0 \sin \alpha$$

Проекция ускорения: $a_x = 0, a_y = -g$.

Уравнение (1) в проекциях на оси OX и OY имеет вид:

$$x(t) = V_0 t \cos \alpha \quad (2), \quad y(t) = V_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} \quad (3)$$

Уравнение для проекций скорости:

$$V_x(t) = V_0 \cos \alpha = \text{const}, \quad (4)$$

$$V_y(t) = V_0 \sin \alpha - gt.$$

1) Время подъёма равно времени падения мяча: $t_{\text{под}} = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$.

Подставив это выражение в формулу (3), получим максимальную высоту подъёма:

$$y(t) = H = (V_0 \sin \alpha) \frac{V_0 \sin \alpha}{g} - \frac{g}{2} \left(\frac{V_0 \sin \alpha}{g} \right)^2 = \frac{(V_0 \sin \alpha)^2}{g}$$

Выполним проверку размерности искомой величины:

$$[H] = \frac{m^2 \cdot c^2}{c^2 \cdot m} = m$$

2) Для определения дальности полёта мяча необходимо знать время полёта. Находим его из уравнения (3) и условия-в момент падения координата $y(t_n) = 0$:

$$y(t_n) = V_0 t_n \sin \alpha - \frac{gt_n^2}{2} = 0, \quad \text{отсюда } t_n = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g} - \text{время полёта.}$$

Подставив это выражение в уравнение (2), получим формулу для нахождения дальности полёта:

$$L = V_0 \cos \alpha \frac{2V_0 \sin \alpha}{g} = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}.$$

Выполним проверку размерности искомой величины:

$$[L] = \frac{m^2 \cdot c^2}{c^2 \cdot m} = m$$

3) Проекция скорости на горизонтальную ось постоянна, в наивысшей точке подъёма проекция скорости на ось OY равна нулю, т.к. скорость направлена горизонтально. Тогда при $y=H$ скорость мяча $V_H = V_{0x} = V_0 \cos \alpha$

Выполним проверку размерности искомой величины:

$$[V_H] = \frac{m}{c}$$

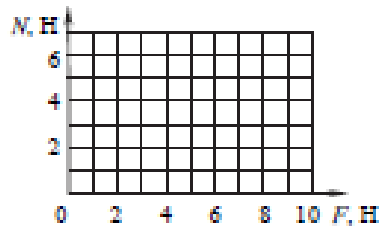
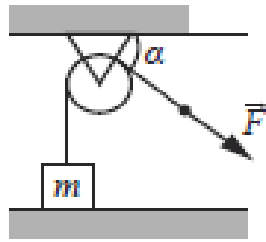
4) Вычислив время подъёма, определим, где будет находиться мяч через 2 с после начала движения. Время

$$\text{подъёма } t_{\text{под}} = \frac{20 \sin 45^\circ}{10} (c) = 1,4c$$

	<p>Следовательно, в момент времени 2 с мяч уже падал. Обозначим на рисунке точку, в которой он находился, буквой B. Определим координаты мяча и его скорость:</p> $x(t_B) = V_0 t_B \cos \alpha, \quad y(t_B) = V_0 t_B \sin \alpha - \frac{gt_B^2}{2}$ <p>Выполним проверку размерности искомых величин:</p> $[x] = \frac{m \cdot c}{c} = m, \quad [y] = \frac{m \cdot c}{c} - \frac{m \cdot c^2}{c^2} = m - m = m$ <p>По теореме Пифагора для скорости имеем:</p> $V_B = \sqrt{(V_0 \cos \alpha)^2 + (V_0 \sin \alpha - gt_B)^2}$ <p>Выполним проверку размерности искомой величины:</p> $[V_B] = \sqrt{\frac{m^2}{c^2} + \left(\frac{m}{c} - \frac{m \cdot c}{c^2}\right)^2} = \sqrt{\frac{m^2}{c^2} + \frac{m^2}{c^2}} = \sqrt{\frac{m^2}{c^2}} = \frac{m}{c}$ <p>Угол, под которым направлена скорость в точке B, определяем по формуле:</p> $tg \beta = \frac{(V_0 \sin \alpha) - gt_B}{V_0 \cos \alpha}$ <p>Произведём расчёты.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) $H = \frac{(20 \sin 45^\circ)^2}{2 \cdot 10} (м) = 10 м$ 2) $L = \frac{20^2 \sin 90^\circ}{10} (м) = 40 м$ 3) $V_H = 20 \cos 45^\circ (\text{и} / \tilde{n}) \approx 14 \text{ и} / \tilde{n}$ 4) $V_B = \sqrt{(20 \cos 45^\circ)^2 + (20 \sin 45^\circ - 10 \cdot 2)^2} (\text{и} / \tilde{n}) \approx 15 \text{ и} / \tilde{n}$ $tg \beta = \frac{20 \sin 45^\circ - 10 \cdot 2}{20 \cos 45^\circ} = 0,41; \beta = 22^\circ$ $x_B = (20 \cos 45^\circ) \cdot 2 (м) \approx 28 м, \quad y_B = (20 \sin 45^\circ) \cdot 2 - \frac{10 \cdot 2^2}{2} (м) \approx 8 м$ <p>Ответ: 10 м; 40 м; ≈ 14 м/с; ≈ 15 м/с; ≈ 28 м; ≈ 8 м</p>
--	--

2. Динамика

Лёгкая нить, привязанная к грузу массой 0,4 кг, перекинута через идеальный неподвижный блок. К правому концу нити приложена постоянная сила. Левая часть нити вертикальна, а правая наклонена под углом 30° к горизонту (см. рисунок). Построить график зависимости модуля силы реакции стола N от F на отрезке $0 \leq F \leq 10$ Н. Ответ объяснить, указав какие физические явления и закономерности использованы для объяснения. Сделать рисунок с указанием сил, приложенных к грузу.



Решение:

1. Если сила F достаточно мала, груз покоится относительно стола (эту систему отсчёта будем считать инерциальной). На груз при этом действуют сила тяжести, сила реакции со стороны стола и сила натяжения нити, показанные на рис. 1.

Запишем второй закон Ньютона для груза в векторной форме, когда груз покоится относительно стола:

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

Выбираем направление оси. Второй закон Ньютона для груза в проекциях на ось y введённой системы отсчёта:

$$N + T - mg = 0$$

Т.к. нить лёгкая, а блок идеальный, модуль силы натяжения нити во всех точках одинаков, $T = F$. Отсюда получаем: $N = mg - F \geq 0$ при $F \leq mg = 4H$

2. При $F \geq mg = 4H$ груз отрывается от стола и движется вдоль оси y с ускорением. На груз при этом действуют только сила тяжести $m\vec{g}$ и сила натяжения \vec{T}' , показанные на рис. 2, а модуль силы реакции стола $N = 0$.

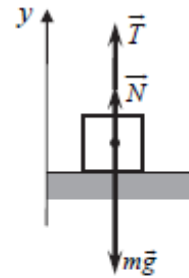


Рис. 1

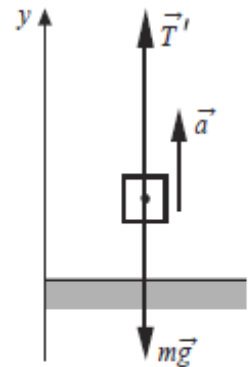
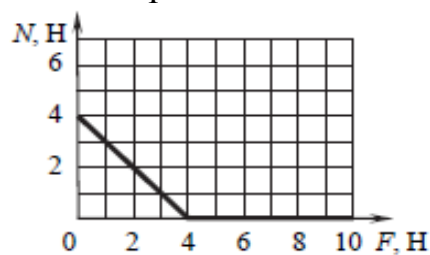


Рис. 2

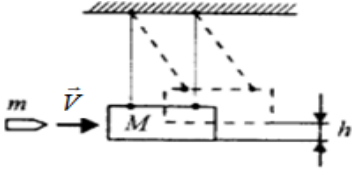
3. График искомой зависимости представляет собой ломаную линию:



Ответ: график искомой зависимости - ломаная линия.

3. Законы сохранения в механике

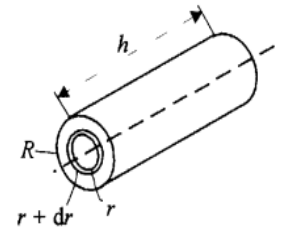
Пуля массой 15 г, летящая с горизонтальной скоростью 0,5 км/с попадает в физический маятник массой 6 кг и застревает в нём. Определить высоту, на которую поднимутся маятник с пулей после удара.

<p>Дано:</p> $m = 15г = 15 \cdot 10^{-3} кг$ $V = 0,5 км/с = 5 \cdot 10^2 м/с$ $M = 6 кг$ $g = 10 м/с^2$	<p>Решение:</p> <p>Проверим систему «пуля-маятник» на замкнутость. В этой системе действует только консервативная сила – сила тяжести, систему считаем замкнутой, сопротивлением воздуха пренебрегаем, можно воспользоваться законами сохранения полной механической энергии и импульса системы этих двух тел.</p> <p>Нулевой уровень потенциальной энергии и направление оси выбираем вдоль линии движения пули до соударения.</p> <p>После попадания пули в маятник они движутся как единое целое и поднимаются на высоту h.</p> <p>Запишем закон сохранения импульса в векторной форме: $m\vec{V} = (m+M)\vec{U}$, где \vec{U} – скорость маятника с пулей перед подъёмом. С учётом выбранного направления оси:</p> $mV = (m+M)U, \text{ отсюда } U = \frac{mV}{m+M}$ <p>Закон сохранения полной механической энергии:</p> $\frac{(m+M)U^2}{2} = (m+M)gh, \quad \frac{(m+M)m^2V^2}{2(m+M)^2} = (m+M)gh, \text{ отсюда}$ $h = \frac{(mV)^2}{2g(m+M)^2}$ <p>Проверим размерность полученной величины:</p> $[h] = \frac{кг^2 \cdot м^2 \cdot с^2}{с^2 \cdot м \cdot кг^2} = м$ <p>Подставим числовые значения:</p> $h = \frac{(15 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^2)^2}{2 \cdot 10 \cdot (15 \cdot 10^{-3} + 6)^2} м = 8 см$ <p>Ответ: $h = 8 см$</p>
<p>Найти:</p> $h - ?$	

4. Механика твёрдого тела

Выведите формулу для момента инерции цилиндрической муфты относительно оси, совпадающей с её осью симметрии. Масса муфты равна m , внутренний радиус r , внешний радиус R .

<p>Дано:</p> <p>m, r, R</p>	<p>Решение:</p> <p>Изобразим цилиндрическую муфту на рисунке и определим её момент инерции относительно оси, совпадающей с её осью симметрии по формуле:</p> $dJ = r^2 dm, \text{ где } dm = \rho \cdot dV = \rho \cdot 2\pi r h dr,$
<p>Найти:</p> <p>$J - ?$</p>	$J = \int_r^R \rho 2\pi r^3 h dr = 2\pi \rho h \int_r^R r^3 dr = 2\pi \rho h \frac{r^4}{4} \Big _r^R = \frac{\pi \rho h}{2} (R^4 - r^4)$ <p>Учтя, что масса $m = m_1 - m_2 = \pi \rho h (R^2 - r^2)$, а $(R^4 - r^4) = (R^2 + r^2)(R^2 - r^2)$, окончательно получаем:</p> $J = \frac{1}{2} m (R^2 + r^2)$ <p>Ответ: $J = \frac{1}{2} m (R^2 + r^2)$</p>



5. Механика жидкостей

Определить, на какую высоту поднимется вода в вертикальной трубке, впаянной в узкую часть горизонтальной трубы диаметром 3 см, если в широкой части трубы диаметром 9 см скорость газа 25 см/с.

<p>Дано:</p> <p>$d_1 = 9 \text{ см} = 9 \cdot 10^{-2} \text{ м}$</p> <p>$d_2 = 3 \text{ см} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ м}$</p> <p>$V_1 = 25 \text{ см/с} = 0,25 \text{ м/с}$</p>	<p>Решение:</p> <p>Воспользуемся уравнением неразрывности:</p> $S_1 \cdot V_1 = S_2 \cdot V_2, \text{ где } S_1 = \frac{\pi d_1^2}{4}, S_2 = \frac{\pi d_2^2}{4}, \text{ тогда } V_2 = \frac{d_1^2}{d_2^2} V_1$ <p>Воспользуемся уравнением Бернулли для горизонтальной трубы:</p> $\frac{\rho V_1^2}{2} + p_1 = \frac{\rho V_2^2}{2} + p_2, \text{ отсюда } p_1 - p_2 = \frac{\rho V_1^2}{2} \left(\frac{d_1^2}{d_2^2} - 1 \right)$ <p>Далее $p_1 - p_2 = \rho g h$, с учётом этого конечная формула:</p> $h = \frac{p_1 - p_2}{\rho g} = \frac{V_1^2}{2g} \left(\frac{d_1^2}{d_2^2} - 1 \right)$ <p>Проверим размерность полученной величины:</p> $h = \frac{\text{м}^2 \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2 \cdot \text{м} \cdot \text{м}^2} = \text{м}$ <p>Подставим числовые значения:</p> $h = \frac{0,25^2}{2 \cdot 10} \left(\frac{(9 \cdot 10^{-2})^2}{(3 \cdot 10^{-2})^2} - 1 \right) = 25,5 \text{ см}$ <p>Ответ: $h = 25,5 \text{ см}$</p>
<p>Найти:</p> <p>$h - ?$</p>	

6. Гармонические колебания

Шарик, прикреплённый к пружине, совершает гармонические колебания вдоль горизонтальной оси OX . В таблице представлены данные о его положении в различные моменты времени.

t, c	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
$x, мм$	0	5	9	12	14	15	14	12	9	5	0	-5	-9	-12	-14	-15	-14

Из приведённого ниже списка выбрать два правильных утверждения, описывающих этот процесс.

- 1) Амплитуда колебаний шарика равна 1,5 см.
- 2) Период колебаний шарика 1,0 с.
- 3) Потенциальная энергия пружины в момент времени 1,5 с максимальна.
- 4) Кинетическая энергия шарика в момент времени 1,0 с минимальна.
- 5) Полная механическая энергия маятника, состоящего из шарика и пружины, в момент времени 1,5 с минимальна.

Решение:

- 1) Амплитуда - модуль максимального смещения шарика от положения равновесия. Из таблицы видно, что максимальное смещение соответствует 15 мм=1,5 см. Т.о. утверждение 1) верно.
- 2) Период колебаний – время одного полного колебания шарика, за это время шарик возвращается в первоначальное положение. Из таблицы время 1,0 с соответствует половине периода. Т.о. утверждение 2) не верно.
- 3) Потенциальная энергия определяется по формуле: $E_n = \frac{kx^2}{2}$, где k - жесткость пружины, x - смещение шарика от положения равновесия. В момент времени 1,5 с потенциальная энергия, очевидно, максимальна. Т.о. утверждение 3) верно.
- 4) Потенциальная энергия в момент времени 1,0 с, очевидно, минимальна, а кинетическая, вследствие закона сохранения полной механической энергии, - максимальна. Т.о., утверждение 4) не верно.
- 5) Полная механическая энергия маятника, состоящего из шарика и пружины, в момент времени 1,5 с минимальна. Утверждение не имеет смысла.

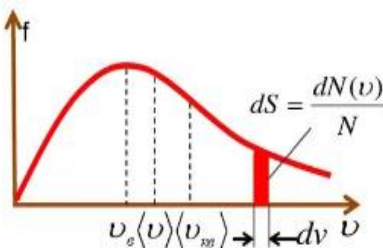
Ответ: правильные утверждения 1) и 3)

Молекулярная физика и термодинамика

1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов

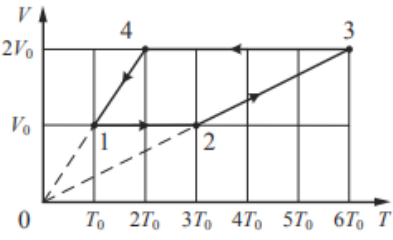
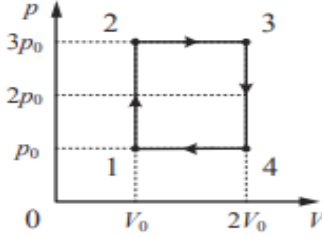
Вывести формулу для нахождения наиболее вероятной скорости V_B молекул, используя закон Максвелла о распределении молекул идеального газа по

скоростям: $f(V) = 4\pi \left(\frac{m_0}{2\pi kT} \right)^{\frac{3}{2}} \cdot V^2 \cdot e^{-\frac{m_0 v^2}{2kT}}$

<p>Дано:</p> $f(V) = 4\pi \left(\frac{m_0}{2\pi kT} \right)^{\frac{3}{2}} \cdot V^2 \cdot e^{-\frac{m_0 V^2}{2kT}}$	<p>Решение:</p> <p>Закон распределения молекул идеального газа по скоростям выражается функцией $f(V)$ (рисунок). Наиболее вероятная скорость молекул соответствует максимуму функции $f(V) = \max$, найдём производную, т.е. $\frac{df}{dV} = 0$.</p>
<p>Найти:</p> <p>$V_B - ?$</p>	 $\frac{df}{dV} = 4\pi \left(\frac{m_0}{2\pi kT} \right)^{\frac{3}{2}} \left(2Ve^{-\frac{m_0 V^2}{2kT}} + V^2 e^{-\frac{m_0 V^2}{2kT}} \left(-\frac{m_0}{2kT} \cdot 2V \right) \right) = 0,$ $\frac{df}{dV} = 4\pi \left(\frac{m_0}{2\pi kT} \right)^{\frac{3}{2}} 2Ve^{-\frac{m_0 V^2}{2kT}} \left(1 - \frac{m_0}{2kT} V^2 \right) = 0$ <p>Очевидно, множитель $1 - \frac{m_0}{2kT} V^2$ можно приравнять к нулю: $1 - \frac{m_0}{2kT} V^2 = 0$, отсюда $V = \sqrt{\frac{2kT}{m_0}}$. Это и есть искомое выражение.</p> <p>Т.о. формула для нахождения наиболее вероятной скорости V_B молекул имеет вид:</p> $V_B = \sqrt{\frac{2kT}{m_0}}$ <p>Ответ: $V_B = \sqrt{\frac{2kT}{m_0}}$</p>

2. Основы термодинамики

1 моль разреженного гелия участвует в циклическом процессе 1-2-3-4-1, график которого изображён на рисунке в координатах $V-T$, где V - объём газа, T - абсолютная температура. Построить график цикла в координатах $p-V$, где p - давление газа, V - объём газа. Опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики, объяснить построение графика. Определить, во сколько раз работа газа в процессе 2-3 больше модуля работы внешних сил в процессе 4-1.

<p style="text-align: center;">Дано:</p> <p style="text-align: center;">График в координатах $V - T$</p>  <p style="text-align: center;">$\nu = 1 \text{ моль}$</p>	<p style="text-align: center;">Решение:</p> <p>Построим исходный график в координатах $p - V$.</p>  <p>Рассмотрим процессы цикла. Очевидно, процесс 1-2 изохорный. Согласно закону Шарля ($\frac{p}{T} = const$) давление газа увеличилось в 3 раза, т.к. абсолютная температура газа увеличилась в 3 раза. Процесс 2-3 изобарный. Согласно закону Гей-Люссака $\frac{V}{T} = const$. В этом процессе и объём и абсолютная температура газа увеличились в 2 раза. В процессе 3-4 газ изохорно (закон Шарля $\frac{p}{T} = const$) уменьшил свою абсолютную температуру и давление в 3 раза. В процессе 4-1 газ изобарно (закон Гей-Люссака $\frac{V}{T} = const$) вернулся в исходное состояние.</p> <p>Из графика, представленного в координатах $p - V$, в соответствии с общим понятием геометрического смысла работы, видно, что работа газа в процессе 2-3 равна:</p> $A_{23} = 3p_0(2V_0 - V_0) = 3p_0V_0,$ <p>а модуль работы внешних сил в процессе 4-1</p> $ A_{41} = p_0(2V_0 - V_0) = p_0V_0$ <p>Тогда искомое отношение равно:</p> $\frac{A_{23}}{ A_{41} } = 3$ <p>Ответ: $\frac{A_{23}}{ A_{41} } = 3$</p>
<p style="text-align: center;">Найти:</p> $\frac{A_{23}}{ A_{41} } - ?$	

3. Реальные газы, жидкости и твёрдые тела

Определить, какую силу необходимо приложить к горизонтальному медному кольцу высотой 15 мм, внутренним диаметром 40 мм, внешним - 42 мм, чтобы оторвать его от поверхности воды. Поверхностное натяжение воды принять равным 73 мН/м, плотность меди 8,93 г/см³.

<p>Дано:</p> <p>$h = 15 \text{ мм} = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ $d_1 = 40 \text{ мм} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ $d_2 = 42 \text{ мм} = 4,2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$</p> <p>$g = 10 \text{ м/с}^2$ $\rho = 8,93 \text{ г/см}^3 = 8,93 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ $\sigma = 73 \text{ мН/м} = 7,3 \cdot 10^{-2} \text{ Н/м}$</p>	<p>Решение:</p> <p>Пусть P - вес кольца, а $F_{\text{пов}}$ - сила поверхностного натяжения воды, тогда суммарная сила, которую необходимо приложить для отрыва кольца от поверхности воды будет находиться по формуле:</p> $F = P + F_{\text{пов}} \quad (1)$ <p>Вес кольца найдём по формуле:</p> $P = \rho g V = \frac{\rho g h \pi (d_2^2 - d_1^2)}{4} \quad (2)$ <p>При отрыве кольца поверхностная плёнка разрывается по внутренней и внешней поверхностям кольца, силу поверхностного натяжения найдём по формуле:</p> $F_{\text{пов}} = \sigma l_{\text{внеш}} + \sigma l_{\text{внут}} = 2\pi \frac{d_1}{2} \cdot \sigma + 2\pi \frac{d_2}{2} \cdot \sigma = \pi \sigma (d_1 + d_2) \quad (3)$ <p>Подставляя формулы (2) и (3) в формулу (1), получаем:</p> $F = \frac{\rho g h \pi (d_2^2 - d_1^2)}{4} + \pi \sigma (d_1 + d_2)$ <p>Выполним проверку размерности искомой величины:</p> $[F] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{м} (\text{м}^2 - \text{м}^2)}{\text{м}^3 \cdot \text{с}^2} + \frac{\text{Н} \cdot (\text{м} + \text{м})}{\text{м}} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{м}^3}{\text{м}^3 \cdot \text{с}^2} + \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{м}} = \text{Н} + \text{Н} = \text{Н}$ <p>Подставляя числовые значения в выражение для искомой величины, получаем:</p> $F = \frac{8,93 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 10^{-2} \cdot 3,14 \cdot ((4,2 \cdot 10^{-2})^2 - (4,0 \cdot 10^{-2})^2)}{4} + 3,14 \cdot 7,3 \cdot 10^{-2} \cdot (4,2 \cdot 10^{-2} + 4,0 \cdot 10^{-2}) (\text{Н}) \approx 0,2 \text{ Н}$ <p>Ответ: $\approx 0,2 \text{ Н}$</p>
<p>Найти:</p> <p>$F - ?$</p>	

Вопрос: Зачем нужны задачи по физике?

Ответ: Систематическое решение задач по физике помогает развить гибкость ума. Для правильного вывода формул необходимо логическое мышление и способность быстро подбирать нужные составляющие. В процессе вычислений требуется предельная внимательность и аккуратность. Все это делает студента дисциплинированным, внимательным и практичным в своих решениях.

Являясь связующим звеном между естественными и точными науками, физика помогает лучше понимать, как применять собственные силы и ресурсы в повседневной жизни...

*Немного терпения,
сосредоточиться
и всё получится!
Удачи!*



ВАРИАНТ 1.

Найти частные производные первого и второго порядков функции:

$$z(x, y) = \ln(x + y^2) - 5x^2$$

Механика

1. Кинематика

Движение материальной точки в данной системе отсчета описывается уравнениями $y=1+2t$, $x=2+t$. Найти уравнение траектории. Построить траекторию на плоскости XOY . Указать положение точки $t=0$, направление и скорость движения. (Ответ: $y=-3+2x$; $x=2$ м, $y=1$ м; $V=5$ м/с)

2. Динамика

Автомобиль массой 4 т движется в гору с ускорением $0,2$ м/с². Найти силу тяги, если уклон равен $0,02$ и коэффициент сопротивления $0,04$. (Ответ: $3,2$ кН)

3. Законы сохранения в механике

Два пластилиновых шарика, отношение масс которых $m_2/m_1=4$, после соударения слиплись и стали двигаться по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью u . Определить скорость лёгкого шарика до соударения, если он двигался в 3 раза быстрее тяжёлого, а направления движения шариков были взаимно перпендикулярны. Трением пренебречь. (Ответ: $3u$)

4. Механика твёрдого тела

Вывести формулу для момента инерции тонкого стержня массой m и длиной l относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно его длине. (Ответ: $J=(1/12)ml^2$)

5. Механика жидкостей

По трубе радиусом $1,5$ см течёт углекислый газ (плотность $7,5$ кг/м³). Определите скорость его течения, если за 20 мин через поперечное сечение трубы протекает 950 г газа. (Ответ: $0,15$ м/с).

6. Гармонические колебания

За одно и то же время один математический маятник делает 50 колебаний, а другой 30. Найти их длины, если один из маятников на 32 см короче другого. (Ответ: 18 и 50 см)

Молекулярная физика и термодинамика

1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов

Средняя квадратичная скорость молекулы газа, находящегося при температуре 100°C , равна 540 м/с. Определить массу молекулы. (Ответ: $5,3 \cdot 10^{-26}$ кг)

2. Основы термодинамики

В закрытом сосуде находится смесь азота массой 56 г и кислорода массой 64 г. Определить изменение внутренней энергии этой смеси, если её охладить на 20°C . (Ответ: $-1,66$ кДж)

3. Реальные газы, жидкости и твёрдые тела

Найти механическое напряжение, возникающее в стальном тросе при его относительном удлинении $0,001$. (Ответ: 210 МПа)

ВАРИАНТ 2.

Найти частные производные первого и второго порядков функции:

$$u(x, y) = e^{\frac{x}{y}} + x^2 y^x$$

Механика

1. Кинематика

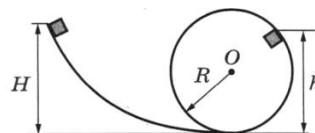
Движения двух велосипедистов заданы уравнениями: $x_1=5t$, $x_2=150-10t$. Построить графики зависимости $x(t)$. Найти время и место встречи. (Ответ: 10 с, 50 м)

2. Динамика

На наклонной плоскости длиной 5 м и высотой 3 м находится груз массой 50 кг. Какую силу, направленную вдоль плоскости, надо приложить, чтобы удержать этот груз? Тянуть равномерно вверх? Тянуть с ускорением 1 м/с^2 ? Коэффициент трения 0,2. (Ответ: 220 Н, 380 Н, 430 Н)

3. Законы сохранения в механике

Небольшой кубик массой 1,5 кг начинает скользить с нулевой начальной скоростью по гладкой горке, переходящей в «мёртвую петлю» радиусом 1,5 м (см. рисунок). С какой высоты был отпущен кубик, если на высоте 2 м от нижней точки петли сила давления кубика на стенку петли 4 Н? Сделать рисунок с указанием сил, поясняющий решение. (Ответ: 2,45 м)



4. Механика твёрдого тела

Выведите формулу для момента инерции тонкого кольца радиусом R и массой m относительно оси симметрии. (Ответ: $J=mR^2$)

5. Механика жидкостей

В сосуд заливается вода со скоростью 0,5 л/с. Пренебрегая вязкостью воды, определить диаметр отверстия в сосуде, при котором вода поддерживалась бы в нём на постоянном уровне 20 см. (Ответ: 1,8 см)

6. Гармонические колебания

Груз массой 40 г совершает колебания на пружине жесткостью 250 Н/м. Амплитуда колебаний 15 см. Найти полную механическую энергию колебаний и наибольшую скорость движения груза. (Ответ: 2,8 Дж; 3,8 м/с)

Молекулярная физика и термодинамика

1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов

На сколько процентов увеличивается средняя квадратичная скорость молекулы воды в нашей крови при повышении температуры от 37 до 40°. (Ответ: на 0,5%)

2. Основы термодинамики

Считая азот идеальным газом, определить его удельную теплоёмкость для изохорного и изобарного процессов. (Ответ: $c_v=742 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$; $c_p=1,04 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$)

3. Реальные газы, жидкости и твёрдые тела

Какова масса капли воды, вытекающей из пипетки, в момент отрыва, если диаметр отверстия пипетки равен 1,2 мм? Считать, что диаметр шейки капли равен диаметру отверстия пипетки. (Ответ: 28 мг)

ВАРИАНТ 3.

Найти частные производные первого и второго порядков функции:

$$z(x, y) = e^x \cos y - e^y \sin x$$

Механика

1. Кинематика

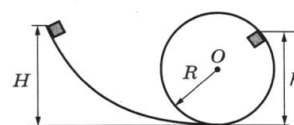
При падении камня в колодец его удар о поверхность воды доносится через 5 с. Принимая скорость звука равной 330 м/с, определить глубину колодца (Ответ: 107 м)

2. Динамика

Брусok массой 2 кг находится на наклонной плоскости с углом наклона 30° . Какую силу, направленную горизонтально, нужно приложить к бруску, чтобы он двигался равномерно по наклонной плоскости? Коэффициент трения бруска о наклонную плоскость равен 0,3. (Ответ: 21 Н)

3. Законы сохранения в механике

Небольшой кубик массой 1,5 кг начинает скользить с высоты 2,45 м с нулевой начальной скоростью по гладкой горке, переходящей в «мёртвую петлю» радиусом 1,5 м (см. рисунок). На какой высоте от нижней точки петли сила давления кубика на стенку петли 4 Н? Сделать рисунок с указанием сил, поясняющий решение. (Ответ: 2 м)



4. Механика твёрдого тела

Определить момент инерции сплошного однородного диска радиусом 40 см и массой 1 кг относительно оси, проходящей через середину одного из радиусов перпендикулярно плоскости диска. (Ответ: $J=0,12 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$)

5. Механика жидкостей

Определить разность давлений в широком и узком (9 и 6 см) коленах горизонтальной трубы, если в широком колене воздух (плотность $1,29 \text{ кг/м}^3$) продувается со скоростью 6 м/с. (Ответ: 94,3 Па)

6. Гармонические колебания

Во сколько раз изменится период колебаний груза, подвешенного на резиновом жгуте, если отрезать $\frac{3}{4}$ длины жгута и подвесить на оставшуюся часть тот же груз? (Ответ: уменьшится в 2 раза)

Молекулярная физика и термодинамика

1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов

Вычислить средний квадрат скорости движения молекул газа, если его масса 6 кг, объём $4,9 \text{ м}^3$, давление 200 кПа. (Ответ: $4,9 \cdot 10^5 \text{ м}^2/\text{с}^2$)

2. Основы термодинамики

Применяя первое начало термодинамики и уравнение состояния идеального газа, показать, что разность удельных теплоёмкостей $c_p - c_v = R/M$.

3. Реальные газы, жидкости и твёрдые тела

Определите максимальную высоту здания, которое можно построить из кирпича, если плотность кирпича $\rho = 1,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, а предел прочности кирпича на сжатие с учетом шестикратного запаса прочности составляет $\sigma = 3 \cdot 10^6 \text{ Па}$. (Ответ: 170 м)

ВАРИАНТ 4.

Найти частные производные первого и второго порядков функции:

$$z(x, y) = \sqrt{x^2 + y^2}$$

Механика

1. Кинематика

Материальная точка движется вдоль прямой так, что её ускорение линейно растёт и за первые 10 с достигает значения 5 м/с^2 . Определить в конце десятой секунды скорость и пройденный точкой путь. (Ответ: 25 м/с ; 83 м)

2. Динамика

На нити, перекинутой через неподвижный блок, подвешены грузы массой $0,3$ и $0,34 \text{ кг}$. За 2 с после начала движения каждый груз прошел путь $1,2 \text{ м}$. Определить ускорение свободного падения, результат округлить до десятых. (Ответ: $9,6 \text{ м/с}^2$)

3. Законы сохранения в механике

Охотник стреляет с лёгкой надувной лодки. Определить скорость лодки после выстрела, если масса охотника 70 кг , масса дроби 35 г . Средняя начальная скорость дробинок равна 320 м/с . Ствол ружья во время выстрела образует с горизонтом угол 60° . (Ответ: 8 см/с)

4. Механика твёрдого тела

Полная кинетическая энергия диска, катящегося по горизонтальной поверхности, равна 24 Дж . Определить кинетическую энергию поступательного и вращательного движений диска. (Ответ: 16 и 8 Дж)

5. Механика жидкостей

На столе стоит наполненный водой цилиндрический сосуд высотой 40 см . На какой высоте от дна сосуда должно располагаться небольшое отверстие, чтобы расстояние по горизонтали от отверстия до места, куда попадает струя воды, было максимальным? Вязкость не учитывать. (Ответ: 20 см)

6. Гармонические колебания

Колебания материальной точки заданы уравнением: $x(t) = 0,4 \sin(0,5\pi t + \pi)$ (СИ). Найти A , T , ν , ω_0 , φ , φ_0 колебаний через 1 с после начала движения. (Ответ: $0,4 \text{ м}$; 4 с ; $0,25 \text{ Гц}$; $1,57 \text{ рад/с}$; 270° ; 180°)

Молекулярная физика и термодинамика

1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов

Плотность газа в баллоне электрической лампы $0,9 \text{ кг/м}^3$. При горении лампы давление в ней изменилось от $8 \cdot 10^4 \text{ Па}$ до $1,1 \cdot 10^5 \text{ Па}$. На сколько изменилась при этом средняя скорость молекул газа? (Ответ: 90 м/с)

2. Основы термодинамики

Кислород $m = 32 \text{ г}$ находится в закрытом сосуде под давлением $0,1 \text{ МПа}$ при $T = 290 \text{ К}$. После нагревания давление в сосуде повысилось в 4 раза. Определить объём сосуда, температуру, до которой нагрели газ, количество теплоты, сообщённое газу. (Ответ: $2,41 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$; $1,16 \text{ кК}$; $18,1 \text{ кДж}$)

3. Реальные газы, жидкости и твёрдые тела

Какой минимальный диаметр должен иметь стальной трос подъёмного крана, если максимальная масса поднимаемого груза $m = 5 \text{ т}$? Предел прочности стальной проволоки с учётом пятикратного запаса прочности равен $1,1 \cdot 10^8 \text{ Па}$. (Ответ: 2 см)

ВАРИАНТ 5.

Найти частные производные первого и второго порядков функции:

$$z(x, y) = e^{\operatorname{arctg} \frac{y}{x}} + xy$$

Механика

1. Кинематика

Уравнения движения 2-х материальных точек имеют вид $x_1=A_1t+B_1t^2+C_1t^3$, $x_2=A_2t+B_2t^2+C_2t^3$, $B_1=4$ м/с², $C_1=-3$ м/с³, $B_2=-2$ м/с², $C_2=1$ м/с³. Определить момент времени, для которого ускорения точек будут равны. (Ответ: 0,5 с)

2. Динамика

Тепловоз массой 100 т тянет два вагона массой по 50 т каждый с ускорением 0,1 м/с². Найти силу тяги тепловоза и силу натяжения сцепок, если $\mu=0,006$. (Ответ: 32 кН, 16 кН, 8 кН)

3. Законы сохранения в механике

На плот массой 100 кг, скорость которого 1 м/с и направлена вдоль берега, прыгает человек массой 50 кг со скоростью 1,5 м/с перпендикулярно берегу. Определить скорость плота с человеком. (Ответ: 0,83 м/с)

4. Механика твёрдого тела

Маховик в виде сплошного диска, момент инерции которого $J=150$ кг·м², вращается с частотой 240 об/мин. Через 1 мин после начала действия сил торможения он остановился. Определить момент сил торможения, число оборотов маховика от начала торможения до полной остановки. (Ответ: 62,8 Н·м; 120)

5. Механика жидкостей

В боковой поверхности цилиндра, стоящего на горизонтальной поверхности, имеется отверстие, поперечное сечение которого меньше поперечного сечения самого сосуда. Отверстие расположено на расстоянии 49 см от уровня воды в сосуде, который поддерживается постоянным, и на расстоянии 25 см от дна сосуда. Пренебрегая вязкостью воды, определить расстояние по горизонтали от отверстия до места, куда попадает струя воды. (Ответ: 70 см)

6. Гармонические колебания

Пружинный маятник оттянули от положения равновесия на 1,5 см и отпустили. Какой путь пройдёт маятник за 1 с, если период его колебаний 0,2 с? (Ответ: 30 см)

Молекулярная физика и термодинамика

1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов

В колбе объёмом 1,2 л содержится $3 \cdot 10^{22}$ атомов гелия. Чему равна средняя кинетическая энергия каждого атома? Давление газа в колбе 10^5 Па. (Ответ: $6 \cdot 10^{-21}$ Дж).

2. Основы термодинамики

Двухатомный идеальный газ в количестве 2 моль нагревают при постоянном объёме до температуры 289 К. Определить количество теплоты, которое необходимо сообщить газу, чтобы увеличить его давление в 3 раза. (Ответ: 24 кДж)

3. Реальные газы, жидкости и твёрдые тела

Чему равно абсолютное удлинение Δl стального троса длиной 10 м и диаметром 2 см при подвешивании к нему груза массой 2 т? Модуль Юнга для стали $2 \cdot 10^{11}$ Па. (Ответ: 3 мм)

ВАРИАНТ 6.

Найти частные производные первого и второго порядков функции:

$$z(x, y) = x \sin(x + y) - yx^4$$

Механика

1. Кинематика

Тело движется равноускоренно с начальной скоростью V_0 . Определить ускорение тела, если за время 2 с оно прошло путь 16 м и его скорость увеличилась в 3 раза. (Ответ: $a=4 \text{ м/с}^2$)

2. Динамика

Мальчик массой 50 кг качается на качелях с длиной подвеса 4 м. С какой силой он давит на сидение при прохождении среднего положения со скоростью 6 м/с? (Ответ: 950 Н)

3. Законы сохранения в механике

На нити длиной L висит груз. На какую высоту необходимо поднять груз, отклоняя нить от вертикали, чтобы при движении груза вниз без начальной скорости в момент прохождения положения равновесия сила натяжения нити превышала в 2 раза силу тяжести, действующую на груз? (Ответ: $L/2$)

4. Механика твёрдого тела

Полый тонкостенный цилиндр катится вдоль горизонтального участка дороги со скоростью 1,5 м/с. Определить путь, который он пройдёт в гору за счёт кинетической энергии, если уклон горы равен 5 м на каждые 100 м пути. (Ответ: 4,59 м)

5. Механика жидкостей

В широком сосуде, наполненном глицерином ($\rho=1,26 \text{ г/см}^3$, $\eta=1,48 \text{ Па}\cdot\text{с}$), падает свинцовый шарик ($\rho=11,3 \text{ г/см}^3$). Считая, что при числе $Re \leq 0,5$ выполняется закон Стокса (при вычислении Re в качестве характерного размера берётся диаметр шарика), определить предельный диаметр шарика. (Ответ: 5,41 мм)

6. Гармонические колебания

Первый шар колеблется на пружине, имеющей жёсткость в 4 раза большую, чем жёсткость пружины, на которой колеблется второй шар такой же массы. Какой из шаров надо дальше отвести от положения равновесия и во сколько раз, чтобы их максимальные скорости были одинаковы? (Ответ: второй в 2 раза дальше)

Молекулярная физика и термодинамика

1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов

Высота пика Ленина на Памире равна 7134 м. Атмосферное давление на этой высоте равно $3,8 \cdot 10^4 \text{ Па}$. Определить плотность воздуха на вершине пика при температуре 0°C , если плотность воздуха при нормальных условиях $1,29 \text{ кг/м}^3$. (Ответ: $0,48 \text{ кг/м}^3$)

2. Основы термодинамики

При изобарном нагревании некоторого идеального газа в количестве 2 моль на 90 К ему было сообщено количество теплоты 5,25 кДж. Определить работу, совершаемую газом, изменение внутренней энергии газа, коэффициент Пуассона. (Ответ: 1,5 кДж; 0,6 кДж; 1,4)

3. Реальные газы, жидкости и твёрдые тела

Сечение бедренной кости человека (в средней её части) напоминает пустотелый цилиндр с внешним радиусом 11 мм и внутренним 5 мм. Предел прочности костной ткани на сжатие 160 МПа. Груз какой минимальной массы под действием силы тяжести, направленной вдоль кости, можно её сломать? (Ответ: 4,9 т)

ВАРИАНТ 7.

Найти частные производные первого и второго порядков функции:

$$z(x, y) = \left(\frac{x}{y}\right)^2 + 6yx$$

Механика

1. Кинематика

С балкона из точки О бросили мяч вертикально вверх с начальной скоростью 9 м/с. Определить положение мяча относительно точки О и его скорость спустя время 2 с от момента бросания. Сопротивление воздуха не учитывать. (Ответ: $|y|=1,6$ м; $|V_y|=11$ м/с)

2. Динамика

Тело массой 3 кг движется прямолинейно по закону $x(t)=A-Bt+Ct^2-Dt^3$ ($C=1$ м/с², $D=0,2$ м/с³). Определить силу, действующую на тело в конце первой секунды движения. (Ответ: 2,4 Н)

3. Законы сохранения в механике

Тело брошено вертикально вверх со скоростью 4,9 м/с. На какой высоте потенциальная и кинетическая энергии системы «тело-Земля» станут одинаковыми? (Ответ: 0,61 м)

4. Механика твёрдого тела

На однородный сплошной цилиндрический вал радиусом 5 см и массой 10 кг намотана лёгкая нить, к концу которой прикреплен груз массой 1 кг. Определить зависимость $s(t)$, согласно которой движется груз и силу натяжения нити. (Ответ: $S=0,82t^2$; 8,2 Н)

5. Механика жидкостей

В боковую поверхность цилиндрического сосуда, установленного на столе, вставлен на высоте 10 см от его дна капилляр с внутренним диаметром 2 мм и длиной 1 см. В сосуде поддерживается постоянный уровень машинного масла (плотность 0,9 г/см³, динамическая вязкость 0,1 Па·с) на высоте 70 см выше капилляра. Определить расстояние по горизонтали от конца капилляра до места, куда попадает струя масла. (Ответ: 11 см)

6. Гармонические колебания

Автомобиль движется по неровной дороге, на которой расстояние между буграми приблизительно равно 8 см. Период свободных колебаний автомобиля на рессорах 1,5 с. При какой скорости автомобиля его колебания в вертикальной плоскости станут особенно заметными? (Ответ: 19,2 км/ч)

Молекулярная физика и термодинамика

1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов

Определить глубину озера, если объём воздушного пузырька удваивается при подъёме со дна на поверхность. Температура пузырька не успевает измениться при подъёме. (Ответ: 10,3 м)

2. Основы термодинамики

Некоторый газ массой 5 г расширяется изотермически от объёма V_1 до объёма $V_2=2V_1$. Работа расширения 1 кДж. Определить среднюю квадратичную скорость молекул газа. (Ответ: 930 м/с)

3. Реальные газы, жидкости и твёрдые тела

Определите модуль упругости хрящевой ткани, поперечное сечение которой 1 см², если растяжение ткани силой 100 Н вызывает её относительное удлинение 4,2 %. (Ответ: 24 МПа)

ВАРИАНТ 8.

Найти частные производные первого и второго порядков функции:

$$z(x, y) = \frac{y \sin 2y}{\sqrt[3]{x^2}}$$

Механика

1. Кинематика

Из точки A брошен горизонтально шарик с начальной скоростью 8 м/с. Определить положение шарика относительно точки O через 1,5 с от начала движения, если точки A и O находятся на одной вертикали на расстоянии 5 м друг от друга (т. A выше т. O). Соппротивлением воздуха пренебречь. (Ответ: $x=12$ м, $y=-6$ м)

2. Динамика

Простейшая машина Атвуда, применяемая для изучения законов равноускоренного движения, представляет собой два груза с неравными массами, которые подвешены на легкой нити, перекинутой через неподвижный блок. Считая нить и блок невесомыми, пренебрегая трением в оси блока, определить ускорение грузов, силу натяжения нити, силу, действующую на ось блока. Массы грузов 5 и 10 кг. (Ответ: 3,3 м/с²; 66,7 Н; 133,3 Н)

3. Законы сохранения в механике

Начальная скорость пули 600 м/с, её масса 10 г. Под каким углом к горизонту она вылетела из дула ружья, если её кинетическая энергия в высшей точке траектории равна 450 Дж? (Ответ: 60°)

4. Механика твёрдого тела

На однородный сплошной цилиндрический вал радиусом 5 см и массой 10 кг намотана лёгкая нить, к концу которой прикреплен груз массой 1 кг. Определить зависимость $\varphi(t)$, согласно которой вращается вал и угловую скорость вала через 1 с после начала движения. (Ответ: $\varphi=16,4t^2$; 32,8 рад/с)

5. Механика жидкостей

В аквариум высотой 32 см, длиной 50 см и шириной 20 см налита вода, уровень которой ниже края на 2 см. Рассчитать давление воды на дно; вес воды; силу, с которой вода действует на стенку шириной 20 см. (Ответ: 3 кПа; 300 Н; 90 Н)

6. Гармонические колебания

Ускорение пружинного маятника, совершающего вынужденные колебания по оси x , изменяется со временем по закону $a_x = -0,8 \cos 4t$ (м/с²). Определить амплитуду колебаний маятника. (Ответ: 0,05 м)

Молекулярная физика и термодинамика

1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов

Давление газа в люминесцентной лампе 10^3 Па, а его температура 42°С. Определить концентрацию атомов в лампе. Оценить среднее расстояние между атомами. (Ответ: $2,3 \cdot 10^{23}$ м⁻³ кПа; 16,3 нм)

2. Основы термодинамики

Идеальный газ в количестве 2 моль сначала изобарно нагрели, так что объём газа увеличился в 2 раза, а затем изохорно охладили, так что давление его уменьшилось в 2 раза. Определить приращение энтропии в ходе указанных процессов. (Ответ: 11,5 Дж/К)

3. Реальные газы, жидкости и твёрдые тела

В стебле пшеницы вода по капиллярам поднимается на высоту 1 м. Определить средний диаметр капилляров. (Ответ: 0,03 мм)

ВАРИАНТ 9.

Найти частные производные первого и второго порядков функции:

$$z(x, y) = e^x(\cos y + x \sin y) - 5x$$

Механика

1. Кинематика

Камень брошен горизонтально со скоростью 20 м/с с высоты 10 м относительно Земли. Определить время полёта, дальность полёта и скорость камня в момент падения на Землю. (Ответ: 1,4 с; 28 м; 24,5 м/с)

2. Динамика

Наклонная плоскость расположена под углом 30° к горизонту. При каких значениях коэффициента трения μ тянуть по ней груз труднее, чем поднять его вертикально? (Ответ: $\mu=0,58$)

3. Законы сохранения в механике

Каковы значения потенциальной и кинетической энергии стрелы массой 50 г, выпущенной из лука со скоростью 30 м/с вертикально вверх, через 2 с после начала движения? (Ответ: 20 и 2,5 Дж)

4. Механика твёрдого тела

На однородный сплошной цилиндрический вал радиусом 5 см и массой 10 кг намотана лёгкая нить, к концу которой прикреплён груз массой 1 кг. Определить тангенциальное и нормальное ускорения точек, находящихся на поверхности вала. (Ответ: 1,64 и 53,8 м/с²)

5. Механика жидкостей

Какую силу испытывает каждый квадратный метр площади поверхности водолазного костюма при погружении в морскую воду на глубину 10 м? (Ответ: 103 кН)

6. Гармонические колебания

Частица совершает гармонические колебания по закону $x=24\cos(\pi t/12)$ (см). Как зависят проекции скорости и ускорения частицы на ось x от времени? Определить координату частицы, проекции её скорости и ускорения на ось x в момент времени 4 с. (Ответ: 12 см; -5,44 см; -0,82 см/с²)

Молекулярная физика и термодинамика

1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов

Воздух состоит из смеси азота, кислорода и аргона. Их концентрации соответственно равны $7,8 \cdot 10^{24}$, $2,1 \cdot 10^{24}$, 10^{23} м⁻³. Средняя кинетическая энергия молекул смеси одинакова и равна $3 \cdot 10^{-21}$ Дж. Найти давление воздуха. (Ответ: 20 кПа)

2. Основы термодинамики

Во сколько раз необходимо увеличить объём 5 моль идеального газа при изотермическом расширении, если его энтропия увеличилась на 57,6 Дж/К? (Ответ: в 4 раза)

3. Реальные газы, жидкости и твёрдые тела

Чему равна разность уровней ртути в двух сообщающихся капиллярах с диаметром каналов 0,5 мм и 1 мм? Плотность ртути $13,6 \cdot 10^3$ кг/м³. (Ответ: 2,4 см)

ВАРИАНТ 10.

Найти частные производные первого и второго порядков функции:

$$z(x, y) = \operatorname{arctg}(x\sqrt{y^5})$$

Механика

1. Кинематика

Построить графики равномерного прямолинейного движения бегунов, стартующих из начала отсчёта в противоположных направлениях с проекциями скоростей $V_{x1}=5$ м/с и $V_{x2}=-8$ м/с соответственно. Найти графически расстояние между бегунами через 5 с. (Ответ: 65 м)

2. Динамика

На участке дороги, где установлен дорожный знак, ограничивающий движение 30 км/ч, водитель применил аварийное торможение. Инспектор обнаружил по следу колес, что тормозной путь равен 12 м. Нарушил ли водитель правила движения, если коэффициент трения (резина по сухому асфальту) равен 0,6? (Ответ: нарушил)

3. Законы сохранения в механике

При подготовке пружинного пистолета к выстрелу, пружину, жёсткостью 1 кН/м, сжали на 3 см. Какую скорость приобретёт «снаряд» массой 45 г при выстреле в горизонтальном направлении? (Ответ: 4,47 м/с)

4. Механика твёрдого тела

Маховик начинает вращаться из состояния покоя с постоянным угловым ускорением $0,4$ рад/с². Определить кинетическую энергию маховика через 25 с после начала движения, если через 10 с после начала движения момент импульса маховика составлял 60 кг·м²/с. (Ответ: 750 Дж)

5. Механика жидкостей

Брусok размером $0,5 \times 0,4 \times 0,1$ м находится в баке с водой на глубине 0,6 м. Вычислить, с какой силой вода давит на верхнюю грань бруска, на нижнюю грань бруска, сколько весит вода, вытесненная бруском. (Ответ: 1,2 кН; 1,4 кН; 200 Н)

6. Гармонические колебания

Две частицы 1 и 2 совершают гармонические колебания вдоль оси x с одинаковой амплитудой 18 см. Их координаты косинусоидально зависят от времени, а периоды колебаний составляют 3,6 с у первой частицы и 1,8 с – у второй. На каком расстоянии друг от друга частицы будут находиться в момент времени 0,9 с? Найти скорость частицы 2 относительно частицы 1 в этот момент времени. (Ответ: 0,18 м; 0,314 м/с)

Молекулярная физика и термодинамика

1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов

В сосуде объёмом 4 л находятся молекулярный водород и гелий. Считая газы идеальными, найдите давление смеси газов в сосуде при температуре 20°C, если их массы соответственно равны 2 и 4 г. (Ответ: 1,22 МПа)

2. Основы термодинамики

Идеальный газ совершает цикл Карно. Газ получил от нагревателя количество теплоты 5,5 кДж и совершил работу 1,1 кДж. Определить термический КПД цикла, отношение температур нагревателя и холодильника. (Ответ: 20%; 1,25)

3. Реальные газы, жидкости и твёрдые тела

Открытая с обоих концов капиллярная трубка диаметром 0,2 мм опущена вертикально в воду на глубину 10 см. На какую высоту над уровнем жидкости в сосуде поднимется вода в капилляре? Чему равна масса воды в капилляре? (Ответ: 3 мм)

ВАРИАНТ 11.

Найти частные производные первого и второго порядков функции:

$$z(x, y) = x^2 \operatorname{tg} x + \ln(x^2 + y^3)$$

Механика

1. Кинематика

Автомобиль движется в северном направлении со скоростью 90 км/ч. Найти модуль и направление его постоянного ускорения при торможении перед светофором за 4 с. Рассчитать длину тормозного пути автомобиля. (Ответ: 6,25 м/с²; 50 м)

2. Динамика

При проведении эксперимента были получены следующие данные: длина наклонной плоскости 1 м, высота 20 см, масса деревянного бруска 200 г, сила тяги при движении бруска вверх 1 Н. Найти коэффициент трения. (Ответ: 0,31)

3. Законы сохранения в механике

Цирковой артист массой 60 кг падает в натянутую сетку с высоты 4 м. С какой силой действует на артиста сетка, если она прогибается при этом на 1 м? (Ответ: 6 кН)

4. Механика твёрдого тела

Человек, стоящий на скамье Жуковского, держит в руках стержень длиной 2,5 м и массой 8 кг, расположенный вертикально вдоль оси вращения скамейки. Эта система (скамья и человек) обладает моментом инерции 10 кг·м² и вращается с частотой 12 мин⁻¹. Определить частоту вращения системы, если стержень повернуть в горизонтальное положение. (Ответ: 8,5 мин⁻¹)

5. Механика жидкостей

Малый поршень гидравлического пресса площадью 2 см² под действием силы опустился на 16 см. Площадь большого поршня 8 см². Определить вес груза, поднятого поршнем, если на малый поршень действовала сила 200 Н; на какую высоту поднят груз. (Ответ: 800 Н; 4 см)

6. Гармонические колебания

Записать уравнение гармонических колебаний точки, если его амплитуда 15 см, максимальная скорость колеблющейся точки 30 см/с, начальная фаза 10°.

Молекулярная физика и термодинамика

1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов

В цилиндре под поршнем массой 50 кг и площадью 10⁻² м² находится 1 моль воздуха. Цилиндр нагревают снаружи при нормальном атмосферном давлении на 15°С. Найти смещение поршня в результате нагревания. (Ответ: 8,3 см)

2. Основы термодинамики

Азот массой 500 г, находящийся под давлением 1 МПа при температуре 127°С, подвергли изотермическому расширению, в результате которого давление газа уменьшилось в 3 раза. После этого газ подвергли адиабатному сжатию до начального давления, а затем он был изобарно сжат до начального объёма. Построить график цикла и определить работу, совершённую газом за цикл. (Ответ: -11,5 кДж)

3. Реальные газы, жидкости и твёрдые тела

Углекислый газ массой 2,2 кг находится при температуре 290 К в сосуде вместимостью 30 л. Определите давление газа, если газ реальный; газ идеальный. Поправки *a* и *b* принять равными соответственно 0,361 Н·м⁴/моль² и 4,28·10⁻⁵ м³/моль. (Ответ: 3,32 МПа; 4,02 МПа)

ВАРИАНТ 12.

Найти частные производные первого и второго порядков функции:

$$z(x, y) = \sqrt{x} \ln x + \cos(2x + 2y)$$

Механика

1. Кинематика

Какой путь проходит свободно падающая (без начальной скорости) капля за четвёртую секунду от момента отрыва? (Ответ: 34,3 м)

2. Динамика

С какой силой, направленной горизонтально, давит вагон трамвая массой 24 т на рельсы, если он движется по закруглению радиусом 100 м со скоростью 18 км/ч? Во сколько раз изменится эта сила, если скорость движения увеличится в 2 раза? (Ответ: 6 кН, увеличится в 4 раза)

3. Законы сохранения в механике

Тело массой 0,5 кг бросают со скоростью 10 м/с под углом 30° к горизонту. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить кинетическую, потенциальную и полную энергии тела в высшей точке траектории. (Ответ: 18,7; 6,2 и 24,9 Дж)

4. Механика твёрдого тела

Дать определение и объяснение гироскопического эффекта.

5. Механика жидкостей

Забавляясь, мальчик выдувает мыльные пузыри. Почему мыльные пузыри приобретают форму шара?

6. Гармонические колебания

Скорость материальной точки, совершающей гармонические колебания, задаётся уравнением $v(t) = -6\sin 2\pi t$, м/с. Записать зависимость смещения этой точки от времени.

Молекулярная физика и термодинамика

1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов

Три сферы радиусами первая - 4, вторая - 8 и третья - 10 см заполнены газом и соединены тонкими трубками, перекрытыми кранами. Давление газа в первой сфере 0,2 МПа, во второй 0,4 МПа и в третьей 0,8 МПа. Каким станет давление газа, если оба крана открыть. (Ответ: 0,65 МПа)

2. Основы термодинамики

Азот массой 14 г сжимают изотермически при температуре 300 К от давления 100 кПа до давления 500 кПа. Определить изменение внутренней энергии газа, работу сжатия, количество выделившейся теплоты. (Ответ: 0; -2,01 кДж; 2,01 кДж)

3. Реальные газы, жидкости и твёрдые тела

Плотность азота 140 кг/м³, его давление 10 МПа. Определить температуру газа, если газ реальный, газ идеальный. Поправки а и b принять равными соответственно 0,135 Н·м⁴/моль² и 3,86·10⁻⁵ м³/моль. (Ответ: 260 и 241 К)

ВАРИАНТ 13.

Найти частные производные первого и второго порядков функции:

$$z(x, y) = \arcsin\left(\frac{y^2}{x^2}\right) + xy$$

Механика

1. Кинематика

Длина скачка блохи на столе, прыгающей под углом 45° к горизонту, равна 20 см. Во сколько раз высота её подъёма над столом превышает её собственную длину, составляющую 0,4 мм. (Ответ: 125 раз)

2. Динамика

Вертолет, масса которого 27,2 т, поднимает на тросах вертикально вверх груз массой 15,3 т с ускорением $0,6 \text{ м/с}^2$. Найти силу тяги вертолётa и силу, действующую со стороны груза на прицепной механизм вертолётa. (442 кН, 160 кН)

3. Законы сохранения в механике

Пренебрегая трением, определить наименьшую высоту, с которой должна скатываться тележка с человеком по жёлобу, переходящему в мёртвую петлю радиусом 6 м, и не оторваться от него в верхней точке петли. (Ответ: 15 м)

4. Механика твёрдого тела

Определить работу, которую необходимо затратить, чтобы сжать пружину на 15 см, если известно, что сила пропорциональна деформации и под действием силы 20 Н пружина сжимается на 1 см. (Ответ: 22,5 Дж)

5. Механика жидкостей

Какой выигрыш в силе можно получить на гидравлических машинах, у которых площади поперечных сечений поршней относятся как: 1:10; 2:50; 1:100; 5:60; 10:100.

6. Гармонические колебания

Материальная точка совершает колебания согласно уравнению $x = A \sin \omega t$. В какой-то момент времени смещение точки $x_1 = 15$ см. При возрастании фазы колебаний в два раза смещение точки x_2 оказалось равным 24 см. Определить амплитуду колебания. (Ответ: 25 см)

Молекулярная физика и термодинамика

1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов

В баллоне вместимостью 15 л находится азот под давлением 100 кПа при температуре 27°C . После того как из баллона выпустили азот массой 14 г, температура газа стала равной 17°C . Определить давление азота, оставшегося в баллоне. (Ответ: 16,3 кПа)

2. Основы термодинамики

При подведении к идеальному газу количества теплоты 125 кДж газ совершает работу 50 кДж против внешних сил. Чему равна конечная внутренняя энергия газа, если его энергия до подведения количества теплоты была равна 220 кДж? (Ответ: 295 кДж)

3. Реальные газы, жидкости и твёрдые тела

Некоторый газ в количестве 0,25 кмоль занимает объём 1 м^3 . При расширении газа до объёма $1,2 \text{ м}^3$ была совершена работа против сил межмолекулярного притяжения, равная 1,42 кДж. Определите поправку a , входящую в уравнение Ван-дер-Ваальса. (Ответ: $a = 0,136 \text{ Н} \cdot \text{м}^4 / \text{моль}^2$)

ВАРИАНТ 14.

Найти частные производные первого и второго порядков функции:

$$z(x, y) = 2x^2y^3 + 3x^4 - 5\ln(xy)$$

Механика

1. Кинематика

Диск радиусом 20 см равномерно вращается вокруг своей оси. Скорость точки, находящейся на расстоянии 15 см от центра диска, равна 1,5 м/с. Чему равна скорость крайних точек диска? (Ответ: 2 м/с)

2. Динамика

Моторная лодка движется с ускорением 2 м/с^2 под действием силы тяги двигателя $F_1=1000 \text{ Н}$ и силы ветра $F_2=1000 \text{ Н}$. Сила сопротивления воды $F_3=414 \text{ Н}$. Сила F_1 направлена на юг, сила F_2 – на запад, а сила F_3 противоположна направлению движения лодки. В каком направлении движется лодка и чему равна её масса? (Ответ: на юго-запад, 500 кг)

3. Законы сохранения в механике

Пуля массой 15 г, летящая горизонтально, попадает в физический маятник длиной 1 м и массой 1,5 кг и застревает в нём. Маятник в результате этого отклонился на угол 30° . Определить скорость пули. (Ответ: 164 м/с)

4. Механика твёрдого тела

Толщина льда такова, что лёд выдерживает давление 90 кПа. Пройдёт ли по этому льду трактор массой 5,4 т, если он опирается на гусеницы общей площадью $1,5 \text{ м}^2$? (Ответ: пройдёт)

5. Механика жидкостей

Куб с длиной ребра 20 см плавает в воде, наполовину погружённым в неё. Плотность воды 1000 кг/м^3 . Какова выталкивающая сила, действующая на куб. (Ответ: 40 Н)

6. Гармонические колебания

Определить максимальные значения скорости и ускорения точки, совершающей гармонические колебания с амплитудой 3 см и периодом 4 с. (Ответ: 4,71 см/с; 7,4 см/с²)

Молекулярная физика и термодинамика

1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов

Баллон вместимостью 20 л содержит смесь водорода и азота при температуре 290 К и давлении 1 МПа. Определить массу водорода, если масса смеси равна 150 г. (Ответ: 6,3 г)

2. Основы термодинамики

Кислород массой 32 г находится в закрытом сосуде под давлением 0,1 МПа при температуре 17°C . После нагревания давление в сосуде увеличилось в 2 раза. Найти объём сосуда; температуру, до которой нагрели газ; количество теплоты, сообщённое газу. (Ответ: $2,41 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$; 580 К; 6,02 кДж)

3. Реальные газы, жидкости и твёрдые тела

Ртуть массой 3 г помещена между двумя параллельными стеклянными пластинками. Определить силу, которую необходимо приложить, чтобы расплющить каплю до толщины 0,1 мм. Ртуть стекло не смачивает. Плотность ртути $13,6 \text{ г/см}^3$, а её поверхностное натяжение 0,5 Н/м. (Ответ: 2,2 Н)

ВАРИАНТ 15.

Найти частные производные первого и второго порядков функции:

$$z(x, y) = \frac{xy}{x^2 + y^2 + 1}$$

Механика

1. Кинематика

Катер, переправляясь через реку, движется перпендикулярно течению реки со скоростью 4 м/с в системе отсчёта, связанной с водой. На сколько метров будет снесён катер течением, если ширина реки 800 м, а скорость течения 1 м/с? (Ответ: 200 м)

2. Динамика

Когда четыре человека массой по 70 кг садятся в автомобиль, пружина амортизатора сжимается на 2,5 см. Найти жёсткость одной пружины, если всего пружин - четыре. (Ответ: $2,7 \cdot 10^4$ Н/м)

3. Законы сохранения в механике

Тело массой 3 кг движется со скоростью 2 м/с и ударяется о неподвижное тело такой же массы. Считая удар центральным и неупругим, определить количество теплоты, выделившееся при ударе. (Ответ: 3 Дж)

4. Механика твёрдого тела

Во сколько раз изменится абсолютное удлинение проволоки, если, не меняя нагрузку, заменить проволоку другой - из того же материала, но имеющей вдвое большую длину и в 2 раза больший диаметр? (Ответ: уменьшится в 2 раза)

5. Механика жидкостей

Труба имеет переменное сечение. Радиус её широкой части 10 см, скорость воды в ней 4 м/с. Чему равна скорость воды в узкой части трубы радиусом 4 см? (Ответ: 25 м/с)

6. Гармонические колебания

Материальная точка, совершающая гармонические колебания с частотой 1 Гц, в момент времени $T=0$ проходит положение, определяемое координатой $x_0=5$ см, со скоростью $V_0=-15$ см/с. Определить амплитуду колебаний. (Ответ: 5,54 см)

Молекулярная физика и термодинамика

1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов

В сосуде вместимостью 5 л при нормальных условиях находится азот. Определить количество вещества и массу азота, концентрацию его молекул в сосуде. (Ответ: 0,233 моль; 6,24 г; $2,69 \cdot 10^{25}$ м⁻³)

2. Основы термодинамики

При адиабатном расширении воздуха была совершена работа 500 Дж. Чему равно изменение внутренней энергии воздуха? (Ответ: -500 Дж)

3. Реальные газы, жидкости и твёрдые тела

Пользуясь законом Дюлонга и Пти, определите, во сколько раз удельная теплоёмкость железа больше удельной теплоёмкости золота. (Ответ: 3,52)

ВАРИАНТ 16.

Найти частные производные первого и второго порядков функции:

$$z(x, y) = \sqrt{x} \cos \frac{x}{y} + yx$$

Механика

1. Кинематика

Движения двух мотоциклистов заданы уравнениями $x_1=15+t^2$ и $x_2=8t$. Описать движение каждого мотоциклиста, найти время и место их встречи. (Ответ: 3 и 5 с; 24 и 40 м)

2. Динамика

Человек массой m находится в лифте. Найти силу давления человека на пол лифта (вес), если 1) лифт покоится или равномерно движется; 2) лифт движется с постоянным ускорением, направленным вверх; 3) лифт движется с постоянным ускорением, направленным вниз. (Ответ: mg ; $m(g+a)$; $m(g-a)$)

3. Законы сохранения в механике

Пластилинный шарик в момент $t=0$ бросают с земли с начальной скоростью V_0 под углом α к горизонту. Одновременно с некоторой высоты над поверхностью земли начинает падать из состояния покоя другой такой же шарик. Шарик абсолютно неупруго сталкиваются в воздухе. Сразу после столкновения скорость шариков направлена горизонтально. В какой момент времени шарик упадут на землю? Сопротивлением воздуха пренебречь. (Ответ: $V_0 \sin \alpha (1 + \sqrt{3}) / 2g$)

4. Механика твёрдого тела

При растяжении алюминиевой проволоки длиной 2 м в ней возникло механическое напряжение 35 МПа. Найти относительное и абсолютное удлинения. (Ответ: 0,0005; 1 мм)

5. Механика жидкостей

По узкой резиновой трубке, свернутой кольцом, течёт жидкость плотностью ρ со скоростью V . Найти силу, растягивающую трубку. (Ответ: $\rho S V^2$)

6. Гармонические колебания

Материальная точка массой 50 г совершает гармонические колебания согласно уравнению $x(t)=0,1 \cos(3\pi t/2)$, м. Определить возвращающую силу для момента времени 0,5 с и полную энергию точки. (Ответ: 78,5 мН; 5,55 мДж)

Молекулярная физика и термодинамика

1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов

Определить наиболее вероятную, среднюю арифметическую и среднюю квадратичную скорости молекул азота при 27°C. (Ответ: 422, 476 и 517 м/с)

2. Основы термодинамики

При адиабатном сжатии 8 г гелия в цилиндре компрессора была совершена работа 1 кДж. Определить изменение температуры газа. (Ответ: 40,1°C)

3. Реальные газы, жидкости и твёрдые тела

Для нагревания металлического шарика массой 25 г от 10 до 30°C затратили количество теплоты, равное 117 Дж. Из закона Дюлонга и Пти определить материал шарика. (Ответ: серебро)

ВАРИАНТ 17.

Найти частные производные первого и второго порядков функции:

$$z(x, y) = \ln(x + \ln y) + 6xy$$

Механика

1. Кинематика

Детский заводной автомобиль, двигаясь равномерно, прошел расстояние s за время t . Найти частоту обращения и центростремительное ускорение точек на ободе колеса, если диаметр колеса равен d . (Ответ: $s/\pi dt$; $2s^2/dt^2$)

2. Динамика

Найти силу нормальной реакции опоры и ускорение тела массой m , движущегося по поверхности стола под действием силы F , направленной под углом α к горизонтали. Коэффициент трения скольжения между телом и поверхностью стола равен μ . (Ответ: $N=mg - F\sin\alpha$; $a=[F\cos\alpha - \mu(mg - F\sin\alpha)]/m$)

3. Законы сохранения в механике

Санки с седоком общей массой 100 кг съезжают с горы высотой 8 м и длиной 100 м. Какова средняя сила сопротивления движению санок, если в конце горы они развили скорость 10 м/с, а начальная скорость равна нулю. (Ответ: 30 Н)

4. Механика твёрдого тела

Балка длиной 5 м с площадью поперечного сечения 100 см² под действием сил по 10 кН, приложенных к её концам, сжалась на 1 см. Найти относительное сжатие и механическое напряжение. (Ответ: 0,002; 1 МПа)

5. Механика жидкостей

Сосуд в виде полусферы радиусом 10 см до краёв наполнен водой. На дне имеется отверстие площадью поперечного сечения 4 мм². Определить время, за которое через это отверстие выльется столько воды, чтобы её уровень в сосуде понизился на 5 см. (Ответ: 10 мин)

6. Гармонические колебания

Груз, подвешенный к спиральной пружине, колеблется по вертикали с амплитудой 6 см. Определить полную энергию колебаний груза, если жёсткость пружины составляет 500 Н/м. (Ответ: 0,9 Дж)

Молекулярная физика и термодинамика

1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов

Используя закон распределения молекул идеального газа по скоростям, найти среднюю арифметическую скорость молекул. (Ответ: $(8kT/\pi m_0)^{1/2}$)

2. Основы термодинамики

При адиабатном расширении 128 г кислорода O₂, находящегося при нормальных условиях, его температура уменьшилась в 2 раза. Найти изменение внутренней энергии и работу расширения газа. (Ответ: -11,3 кДж; 11,3 кДж)

3. Реальные газы, жидкости и твёрдые тела

Углекислый газ массой 1 кг находится при температуре 290 К в сосуде вместимостью 20 л. Определить давление газа, если газ реальный, газ идеальный. Поправки a и b принять равными соответственно 0,365 Н·м⁴/моль² и $4,3 \cdot 10^{-5}$ м³/моль. (Ответ: 2,44 и 2,76 МПа)

ВАРИАНТ 18.

Найти частные производные первого и второго порядков функции:

$$z(x, y) = x \ln(x^2 + y) + xy$$

Механика

1. Кинематика

Велосипедист начал своё движение из состояния покоя и в течение первых 4 с двигался с ускорением 1 м/с^2 ; затем в течение 0,1 минуты он двигался равномерно и последние 20 м - равнозамедленно до остановки. Найти среднюю скорость за все время движения. Построить график зависимости $V_x(t)$. (Ответ: 2,6 м/с)

2. Динамика

Стальной кубик вкатывают с начальной скоростью V_0 на ледяную прямолинейную горку, наклонённую к горизонту под углом α . Коэффициент трения скольжения кубика о лёд μ . Через какой промежуток времени кубик вернётся к основанию горки? На какую максимальную высоту он поднимется?

3. Законы сохранения в механике

Найти среднюю силу сопротивления грунта при погружении в него сваи, если под действием падающей с высоты 1,4 м ударной части свайного молота массой 6 т свая погружается в грунт на расстояние 10 см. Массой сваи пренебречь. (Ответ: 900 кН)

4. Механика твёрдого тела

С одного уровня наклонной плоскости одновременно начинают скатываться без скольжения сплошной цилиндр и шар одинаковых масс и одинаковых радиусов. Определить отношение скоростей цилиндра и шара в произвольный момент времени. (Ответ: 14/15)

5. Механика жидкостей

Плоскодонная баржа получила пробоину в дне площадью 200 см^2 . С какой силой нужно давить на пластырь, которым закрывают отверстие, чтобы сдержать напор воды на глубине 1,8 м? Вес пластыря не учитывать. (Ответ: 360 Н)

6. Гармонические колебания

Физический маятник представляет собой тонкий однородный стержень длиной 35 см. Определить, на каком расстоянии от центра масс должна быть точка подвеса, чтобы частота колебаний была максимальной. (Ответ: 10 см)

Молекулярная физика и термодинамика

1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов

На какой высоте плотность воздуха в e раз (e - основание натуральных логарифмов) меньше по сравнению с его плотностью на уровне моря? Температуру воздуха и ускорение свободного падения считать не зависящими от высоты (Ответ: 7,98 км)

2. Основы термодинамики

Двигатель автомобиля расходует за час работы бензин массой 5 кг. При этом температура газа в цилиндре двигателя 1200 К, а отработанного газа 370 К. Удельная теплота сгорания бензина 46 МДж/кг. Определить мощность, развиваемую двигателем. (Ответ: 44 кВт)

3. Реальные газы, жидкости и твёрдые тела

Балка длиной 5 м с площадью поперечного сечения 100 см^2 под действием сил по 10 кН, приложенных к её концам, сжалась на 1 см. Найти относительное сжатие и механическое напряжение. (Ответ: 0,002; 1 МПа)

ВАРИАНТ 19.

Найти частные производные первого и второго порядков функции:

$$z(x, y) = 3x^{\sin x} + xy^2$$

Механика

1. Кинематика

Период обращения молотильного барабана комбайна «Нива» диаметром 600 мм равен 0,046 с. Найти скорость точек, лежащих на ободе барабана, и их центростремительное ускорение. (Ответ: 41 м/с; 5,6 км/с²)

2. Динамика

Собачья упряжка начинает тащить стоящие на снегу сани массой 100 кг с постоянной силой 114 Н. За какой промежуток времени сани проедут первые 200 м пути? Коэффициент трения скольжения полозьев саней о снег 0,1. (Ответ: 50 с)

3. Законы сохранения в механике

Тело массой 3 кг, свободно падает с высоты 5 м. Найти потенциальную и кинетическую энергии тела на расстоянии 2 м от поверхности земли. (Ответ: 60 и 90 Дж)

4. Механика твёрдого тела

Человек массой 80 кг, стоящий на краю горизонтальной платформы массой 100 кг, вращающейся по инерции вокруг неподвижного вертикальной оси с частотой 10 мин⁻¹, переходит к её центру. Считая платформу круглым однородным диском, а человека - точечной массой, определить, с какой частотой будет тогда двигаться платформа. (Ответ: 26 мин⁻¹)

5. Механика жидкостей

В цистерне, заполненной нефтью, на глубине 3 м имеется кран, площадь отверстия которого 30 см². С какой силой давит нефть на кран? (Ответ: 72 Н)

6. Гармонические колебания

Крылья пчелы, летящей за нектаром, колеблются с частотой 420 Гц, а при полёте обратно (с нектаром) - 300 Гц. За нектаром пчела летит со скоростью 7 м/с, а обратно со скоростью 6 м/с. При полёте в каком направлении пчела сделает больше взмахов крыльями и на сколько, если расстояние от улья до цветочного поля 500 м. (Ответ: больше при полёте за нектаром, на 5000)

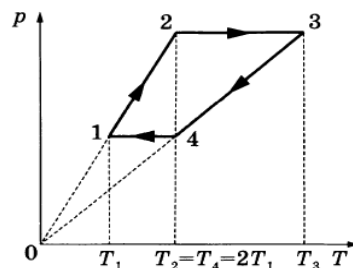
Молекулярная физика и термодинамика

1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов

Кислород находится при нормальных условиях. Определить коэффициент теплопроводности кислорода, если эффективный диаметр его молекул равен 0,36 нм. (Ответ: 8,49 мВт/(м·К))

2. Основы термодинамики

В тепловом двигателе 2 моль гелия совершают цикл 1-2-3-4-1, показанный на графике в координатах p - T , где p -давление газа, T -абсолютная температура. Температуры в точках 2 и 4 равны и превышают температуру в точке 1 в 2 раза. Определить КПД цикла. (Ответ: $\approx 15,4\%$)



3. Реальные газы, жидкости и твёрдые тела

Во сколько раз изменится абсолютное удлинение проволоки, если, не меняя нагрузку, заменить проволоку другой-из того же материала, но имеющей вдвое бóльшую длину и в 2 раза больший диаметр? (Ответ: уменьшится в 2 раза)

ВАРИАНТ 20.

Найти частные производные первого и второго порядков функции:

$$z(x, y) = x^2 \sin y + 2x$$

Механика

1. Кинематика

Уклон длиной 100 м лыжник прошёл за 20 с, двигаясь с ускорением $0,3 \text{ м/с}^2$. Какова скорость лыжника в начале и в конце уклона? (Ответ: 2 м/с; 8 м/с)

2. Динамика

Тепловоз тащит состав из трёх одинаковых вагонов массой 50 т каждый с силой 17940 Н. Коэффициент трения качения колёс о рельсы 0,002. С каким ускорением движется состав? Определить силы натяжения сцепок между вагонами. (Ответ: $0,1 \text{ м/с}^2$; 5980 Н; 11960 Н)

3. Законы сохранения в механике

Леска длиной 1 м имеет прочность на разрыв 26 Н и жёсткость $2,5 \text{ кН/м}$. Один конец лески прикрепили к опоре, расположенной над полом на высоте больше 1 м, а к другому концу привязали груз массой 50 кг. Груз подняли до точки подвеса и отпустили. Разорвётся ли леска? (Ответ: разорвётся)

4. Механика твёрдого тела

Определить относительное удлинение алюминиевого стержня, если при его растяжении затрачена работа 62,1 Дж. Длина стержня 2 м, площадь поперечного сечения 1 мм^2 , модуль Юнга для Al 69 ГПа. (Ответ: 0,03)

5. Механика жидкостей

Бак цилиндрической формы площадью основания 1 м^2 и объёмом 3 м^3 заполнен водой. Пренебрегая вязкостью воды, определить время, необходимое для опустошения бака, если на дне бака образовалось круглое отверстие площадью 10 см^2 . (Ответ: 13 мин)

6. Гармонические колебания

Найти массу груза, который на пружине жёсткостью 250 Н/м делает 20 колебаний за 16 с. (Ответ: 4 кг)

Молекулярная физика и термодинамика

1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов

Азот находится под давлением 100 кПа при температуре 290 К. Определить коэффициенты диффузии и внутреннего трения. Эффективный диаметр молекул азота принять равным 0,38 нм. (Ответ: $9,74 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$; $1,13 \cdot 10^{-5} \text{ кг}/(\text{м} \cdot \text{с})$)

2. Основы термодинамики

Для изобарного нагревания газа, количество вещества которого 800 моль, на 500 К ему сообщили количество теплоты 9,4 МДж. Определить работу газа и приращение его внутренней энергии. (Ответ: 3,3 МДж; 6,1 МДж)

3. Реальные газы, жидкости и твёрдые тела

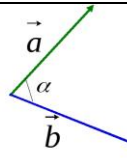
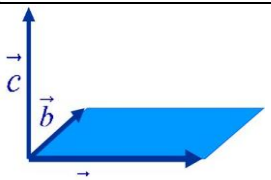
Для определения коэффициента поверхностного натяжения воды была использована пипетка с диаметром выходного отверстия 2 мм. Масса 40 капель оказалась равной 1,9 г. Каким по этим данным получится значение коэффициента поверхностного натяжения воды? (Ответ: $0,074 \text{ Н/м}$)

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.1. Механика. Молекулярная физика. – М.: Наука, 2005. – 336 с.
2. Трофимова Т.И. Курс общей физики: Учеб. пособие для вузов. – 11-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 560 с.
3. Дмитриева В.Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля: учебник для образоват. учреждений нач. и сред. проф. образования. 6-е изд. стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 448 с.
4. Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей физики Т.1. Механика, молекулярная физика, колебания и волны. 9-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 340 с.
5. Фирганг Е.В. Руководство к решению задач по курсу общей физики. 4-е изд., испр. – М.: 2009. – 352 с.
6. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике. 7-е изд., перераб. и доп. - М.: Физматлит, 2001. – 640 с.
7. Алгоритм решения задач по физике: сайт. – URL: <https://pandia.ru/text/77/502/3816> (дата обращения: 20.01.2021). – Текст: электронный.
8. Трофимова Т.И., Фирсов А.В. Курс физики. Задачи и решения: учебное пособие для учреждений высш. проф. образования. – 4 изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 592 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Скалярное и векторное произведения векторов

Скалярное	Векторное
 $\vec{a} \cdot \vec{b} = \vec{a} \cdot \vec{b} \cdot \cos \alpha$ $\vec{a} x_1; y_1; z_1 \quad \vec{b} x_2; y_2; z_2 $ $\vec{a} \cdot \vec{b} = x_1 x_2 + y_1 y_2 + z_1 z_2$ $\cos \alpha = \frac{x_1 x_2 + y_1 y_2 + z_1 z_2}{\sqrt{x_1^2 + y_1^2 + z_1^2} \cdot \sqrt{x_2^2 + y_2^2 + z_2^2}}$	 $ \vec{c} = \vec{a} \cdot \vec{b} \cdot \left \sin(\widehat{a; b}) \right $ $\vec{a} = (a_1, a_2, a_3), \quad \vec{b} = (b_1, b_2, b_3)$ $\vec{a} \times \vec{b} = [\vec{a}, \vec{b}] = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \end{vmatrix} = \vec{i} \begin{vmatrix} a_2 & a_3 \\ b_2 & b_3 \end{vmatrix} - \vec{j} \begin{vmatrix} a_1 & a_3 \\ b_1 & b_3 \end{vmatrix} + \vec{k} \begin{vmatrix} a_1 & a_2 \\ b_1 & b_2 \end{vmatrix}$

Приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц

Дольные			Кратные		
приставка	обозначение	множитель	приставка	обозначение	множитель
деци	д	10^{-1}	дека	да	10^1
санти	с	10^{-2}	гекто	г	10^2
милли	м	10^{-3}	кило	к	10^3
микро	мк	10^{-6}	мега	М	10^6
нано	н	10^{-9}	гига	Г	10^9
пико	п	10^{-12}	тера	Т	10^{12}
фемто	ф	10^{-15}	пета	П	10^{15}
атто	а	10^{-18}	экса	Э	10^{18}

Таблица производных простой и сложной функций

Функция $y = f(x)$	Производная y'	Функция $y = f(u)$	Производная y'
$y = x^\alpha$	$y' = \alpha x^{\alpha-1}$	$y = u^\alpha$	$y' = \alpha u^{\alpha-1} \cdot u'$
$y = a^x$	$y' = a^x \ln a$	$y = a^u$	$y' = a^u \ln a \cdot u'$
$y = e^x$	$y' = e^x$	$y = e^u$	$y' = e^u \cdot u'$
$y = \log_a x$	$y' = \frac{1}{x \ln a}$	$y = \log_a u$	$y' = \frac{u'}{u \ln a}$
$y = \ln x$	$y' = \frac{1}{x}$	$y = \ln u$	$y' = \frac{u'}{u}$
$y = \sin x$	$y' = \cos x$	$y = \sin u$	$y' = \cos u \cdot u'$
$y = \cos x$	$y' = -\sin x$	$y = \cos u$	$y' = -\sin u \cdot u'$
$y = \operatorname{tg} x$	$y' = \frac{1}{\cos^2 x}$	$y = \operatorname{tgu}$	$y' = \frac{u'}{\cos^2 u}$
$y = \operatorname{ctg} x$	$y' = -\frac{1}{\sin^2 x}$	$y = \operatorname{ctgu}$	$y' = -\frac{u'}{\sin^2 u}$
$y = \arcsin x$	$y' = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$	$y = \arcsin u$	$y' = \frac{u'}{\sqrt{1-u^2}}$
$y = \arccos x$	$y' = -\frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$	$y = \arccos u$	$y' = -\frac{u'}{\sqrt{1-u^2}}$
$y = \operatorname{arctg} x$	$y' = \frac{1}{x^2+1}$	$y = \operatorname{arctgu}$	$y' = \frac{u'}{u^2+1}$
$y = \operatorname{arcctg} x$	$y' = -\frac{1}{x^2+1}$	$y = \operatorname{arcctgu}$	$y' = -\frac{u'}{u^2+1}$

Таблица некоторых интегралов

Интеграл	Значение	Интеграл	Значение
1 $\int x^\alpha dx$	$\frac{x^{\alpha+1}}{\alpha+1} + C, \alpha \neq -1$	11 $\int \frac{dx}{a^2+x^2}$	$\frac{1}{a} \operatorname{arctg}\left(\frac{x}{a}\right) + C$
2 $\int \frac{dx}{x}$	$\ln x + C$	12 $\int \frac{dx}{x^2-a^2}$	$\frac{1}{2a} \ln \left \frac{x-a}{x+a} \right + C$
3 $\int a^x dx$	$\frac{a^x}{\ln a} + C$	13 $\int \frac{dx}{\sqrt{x^2 \pm a^2}}$	$\ln x + \sqrt{x^2 \pm a^2} + C$
4 $\int e^x dx$	$e^x + C$	14 $\int \frac{dx}{\sqrt{a^2-x^2}}$	$\arcsin\left(\frac{x}{a}\right) + C$
5 $\int \sin(x) dx$	$-\cos(x) + C$	15 $\int \frac{1}{\cos(x)} dx$	$\ln \left \operatorname{tg}\left(\frac{x}{2} + \frac{\pi}{4}\right) \right + C$
6 $\int \cos(x) dx$	$\sin(x) + C$	16 $\int \frac{1}{\sin(x)} dx$	$\ln \left \operatorname{tg}\left(\frac{x}{2}\right) \right + C$
7 $\int \operatorname{tg}(x) dx$	$-\ln \cos(x) + C$	17 $\int \operatorname{sh}(x) dx$	$\operatorname{ch}(x) + C$
8 $\int \operatorname{ctg}(x) dx$	$\ln \sin(x) + C$	18 $\int \operatorname{ch}(x) dx$	$\operatorname{sh}(x) + C$
9 $\int \frac{1}{\cos^2(x)} dx$	$\operatorname{tg}(x) + C$	19 $\int \frac{dx}{\operatorname{sh}^2(x)}$	$-\operatorname{cth}(x) + C$
10 $\int \frac{1}{\sin^2(x)} dx$	$-\operatorname{ctg}(x) + C$	20 $\int \frac{dx}{\operatorname{ch}^2(x)}$	$\operatorname{th}(x) + C$

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА										VII	VIII						
I		II		III	IV	V	VI	(H)		атомный номер	обозначение элемента						
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1	H 1,01 ВОДОРОД	2	Li 6,94 ЛИТИЙ	3	Be 9,01 БЕРИЛЛИЙ	4	B 10,81 БОР	5	C 12,01 УГЛЕРОД	6	N 14,01 АЗОТ	7	O 16,00 КИСЛОРОД	8	F 19,00 ФТОР	9	Ne 20,18 НЕОН
3	Na 22,99 НАТРИЙ	11	Mg 24,31 МАГНИЙ	12	Al 26,98 АЛЮМИНИЙ	13	Si 28,09 КРЕМНИЙ	14	P 30,97 ФОСФОР	15	S 32,06 СЕРА	16	Cl 35,45 ХЛОР	17	Ar 39,95 АРГОН	18	Ar 39,95 АРГОН
4	K 39,10 КАЛИЙ	19	Ca 40,08 КАЛЬЦИЙ	20	Sc 44,96 СКАНДИЙ	21	Ti 47,90 ТИТАН	22	V 50,94 ВАНАДИЙ	23	Cr 52,00 ХРОМ	24	Mn 54,94 МАРГАНЕЦ	25	Fe 55,85 ЖЕЛЕЗО	26	Ni 58,70 НИКЕЛЬ
5	Cu 63,55 МЕДЬ	29	Zn 65,38 ЦИНК	30	Ga 69,72 ГАЛЛИЙ	31	Ge 72,59 ГЕРМАНИЙ	32	As 74,92 МЫШЬЯК	33	Se 78,96 СЕЛЕН	34	Br 79,90 БРОМ	35	Kr 83,80 КРИПТОН	36	Kr 83,80 КРИПТОН
6	Rb 85,47 РУБИДИЙ	37	Sr 87,62 СТРОНЦИЙ	38	Y 88,91 ИТРИЙ	39	Zr 91,22 ЦИРКОНИЙ	40	Nb 92,91 НИОБИЙ	41	Mo 95,94 МОЛИБДЕН	42	Tc 98,91 ТЕХНЕЦИЙ	43	Ru 101,07 РУТЕНИЙ	44	Rh 106,42 ПАЛЛАДИЙ
7	Ag 107,87 СЕРЕБРО	47	Cd 112,41 КАДМИЙ	48	In 114,82 ИНДИЙ	49	Sn 118,69 ОЛОВО	50	Sb 121,75 СУРЬМА	51	Te 127,60 ТЕЛЛУР	52	I 126,90 ИОД	53	Xe 131,30 КСЕНОН	54	Xe 131,30 КСЕНОН
8	Cs 132,91 ЦЕЗИЙ	55	Ba 137,33 БАРИЙ	56	La 138,91 ЛАНТАН	57	Hf 178,49 ГАФНИЙ	72	Ta 180,95 ТАНТАЛ	73	W 183,85 ВОЛЬФРАМ	74	Re 186,21 РЕНИЙ	75	Os 192,22 ОСМИЙ	76	Pt 195,09 ПЛАТИНА
9	Au 196,97 ЗОЛОТО	79	Hg 200,59 РТУТЬ	80	Tl 204,37 ТАЛЛИЙ	81	Pb 207,20 СВИНЕЦ	82	Bi 208,98 ВИСМУТ	83	Po [209] ПОЛОНИЙ	84	At [210] АСТАТ	85	Rn [222] РАДОН	86	Rn [222] РАДОН
7	Fr [223] ФРАНЦИЙ	87	Ra 226,03 РАДИЙ	88	Ac [227] АКТИНИЙ	89	Rf [261] РЕЗЕРФОРДИЙ	104	Db [261] ДУБНИЙ	105	Sg [263] СИБОРГИЙ	106	Bh [262] БОРИЙ	107	Hs [265] ХАССИЙ	108	Ds [271] ДАРМШТАДИЙ

* ЛАНТАНОИДЫ

58	Ce 140,12 ЦЕРИЙ	59	Pr 140,91 ПРАЗЕОДИМ	60	Nd 144,24 НЕОДИМ	61	Pm [145] ПРОМЕТИЙ	62	Sm 150,40 САМАРИЙ	63	Eu 151,96 ЕВРОПИЙ	64	Gd 157,25 ГАДОЛИНИЙ	65	Tb 158,93 ТЕРБИЙ	66	Dy 162,50 ДИСПРОЗИЙ	67	Ho 164,93 ГОЛЬМИЙ	68	Er 167,26 ЭРБИЙ	69	Tm 168,93 ТУЛИЙ	70	Yb 173,04 ИТТЕРБИЙ	71	Lu 174,97 ЛЮТЕЦИЙ
----	-----------------------	----	---------------------------	----	------------------------	----	-------------------------	----	-------------------------	----	-------------------------	----	---------------------------	----	------------------------	----	---------------------------	----	-------------------------	----	-----------------------	----	-----------------------	----	--------------------------	----	-------------------------

** АКТИНОИДЫ

90	Th 232,04 ТОРИЙ	91	Pa 231,04 ПРОТОАКТИНИЙ	92	U 238,03 УРАН	93	Np 237,05 НЕПТУНИЙ	94	Pu [244] ПУЛТОНИЙ	95	Am [243] АМЕРИЦИЙ	96	Cm [247] КУРИЙ	97	Bk [247] БЕРКЛИЙ	98	Cf [251] КАЛИФОРНИЙ	99	Es [254] ЭЙНШТЕЙНИЙ	100	Fm [257] ФЕРМИЙ	101	Md [258] МЕНДЕЛЕВИЙ	102	(No) [255] НОБЕЛИЙ	103	(Lr) [261] ЛОУРЕНСИЙ
----	-----------------------	----	------------------------------	----	---------------------	----	--------------------------	----	-------------------------	----	-------------------------	----	----------------------	----	------------------------	----	---------------------------	----	---------------------------	-----	-----------------------	-----	---------------------------	-----	--------------------------	-----	----------------------------

Учебное издание

Составители

Меньшикова Светлана Геннадьевна

Писарева Татьяна Александровна

**Типовые задания по физике с примерами решения в двух частях.
Часть 1. «Механика. Молекулярная физика и термодинамика»**

Учебно-методическое пособие

Отпечатано в авторской редакции
с оригинал-макета заказчика

Подписано в печать 00.00.21. Формат 60 x 84 1/16.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,2 Уч.-изд. л. 2,1

Тираж 30 экз. Заказ № 457

Издательский центр «Удмуртский университет»

426034, Ижевск, Университетская, д. 1, корп. 4