

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт математики, информационных технологий и физики

Кафедра общей физики

ОБЩАЯ ФИЗИКА

«МЕХАНИКА»

ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ



Ижевск

2022

УДК 372.853(075.8)

ББК 74.262.23-26я73

О-28

Печатается по решению редакционно-издательского совета и рекомендовано к изданию учебно-методическим советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Удмуртский государственный университет»

Рецензенты: доктор физико-математических наук, профессор, **М.Д. Кривилев**

кандидат физико-математических наук, доцент, **М.Н. Королев**

Составитель: кандидат физико-математических наук, доцент, **С.Н. Костенков**

О-28 Общая физика. Механика: организационно-методические указания по освоению дисциплины: учебно-методическое пособие / сост. С.Н. Костенков. – Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2022. – 128 с.

Пособие содержит организационные указания по физике раздел механика для студентов по освоению дисциплины. В пособии приведена программа лекционных и практических занятий. Список лабораторных работ, указана последовательность их выполнения. Приводится фонд оценочных средств и литература, используемая для создания фонда.

Содержание пособия соответствует требованиям обязательного минимума содержания высшего образования по физике. Пособие адресовано студентам направления «Физика» и «Прикладные математика и физика».

УДК 372.853(075.8)

ББК 74.262.23-26я73

© С.Н. Костенков, сост., 2022

© ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», 2022

ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.

Виды (типы, формы) занятий.

Большой объем материала по общему курсу физики, раздел «МЕХАНИКА» и его сложность требуют эффективного распределения учебного времени, согласованности аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов, а также наличие регулярного и эффективного контроля процесса обучения. Учебный процесс реализуется в трех формах: аудиторные занятия, самостоятельная работа студентов и контроль. Структура каждой из форм следующая.

1. *Аудиторные занятия*: лекции, практические занятия по решению задач (семинарские занятия), лабораторные занятия по выполнению лабораторных работ (физический практикум), тестирование, контрольные аудиторные работы, консультации.

2. *Самостоятельная работа*: изучение материала курса по учебникам, учебным пособиям, монографиям, научно-периодической литературе, подготовка к семинарским занятиям и решение задач, подготовка к лабораторным работам.

3. *Контроль процесса обучения и качества знаний*: выполнение индивидуальных заданий, контрольная домашняя работа (в письменном виде), отчеты выполненных лабораторных работ (в письменном виде), контрольные аудиторные работы (2 работы), тестирование, зачет, экзамен.

При изучении курса на лекциях дается краткий обзор современного состояния рассматриваемого раздела, характеризуются основополагающие эксперименты, даются основы теории, рассматриваются основные и прикладные аспекты, проводятся лекционные демонстрационные эксперименты. Часть материала выносится на самостоятельное изучение.

Семинарские занятия обеспечивают детальное знакомство с основными оптическими явлениями и законами, понимание их физической сущности, практическое освоение методов оценок и расчетов при проведении оптического эксперимента, освоение методов решения задач.

Лабораторный практикум представляет для студентов ряд экспериментов с целью иллюстрации оптических законов и явлений, знакомства с оптическими приборами и методами измерений. Лабораторные работы обеспечены методическими разработками в количестве, достаточном для проведения групповых занятий. Библиотека вуза располагает учебниками и учебными пособиями, включенными в основной список литературы, приводимой в программе курса.

Тестирование и консультации, проводимые лектором и преподавателями, ведущими семинарские занятия, а также аудиторная работа преподавателей, ведущих семинарские и лабораторные занятия, обеспечивают эффективность самостоятельной работы студентов, оказывают методическую помощь в изучении курса.

Контроль процесса обучения и качества знаний предполагается строго индивидуальным и осуществляется по результатам выполнения контрольных работ и индивидуальных заданий, отчетам по лабораторным работам и результатам тестирования, зачета и экзамена.

Сдача индивидуальных заданий, проведение контрольных работ и тестирование должны проходить по графику.

Итоги контроля, которые проводятся в традиционной форме в виде зачета и экзамена (в письменном виде), предполагают наличие выполненной семестровой нагрузки, контрольных работ, лабораторных работ, коллоквиума, тестов.

Раздел «МЕХАНИКА» разбит на несколько модулей. На 8 и 16 неделе проводится контрольная работа. Защита лабораторных работ проводится на занятии, следующем после их выполнения. В конце 9-й и 18-й неделе студенты аттестуются без остановки учебного процесса. Рейтинг подсчитывается по следующим правилам.

Рейтинговая система по курсу «МЕХАНИКА».

Цель рейтинговой системы состоит в контроле текущей учебной деятельности студентов и стимулировании систематической работы в течение всего семестра, а также объективном подведении итоговых результатов в конце семестра и на экзамене.

Академическая оценка на экзамене складывается из баллов по всем видам контроля и баллов, полученных на экзамене.

Подсчет баллов текущей успеваемости и условия получения зачета (допуска к экзамену)

В семестре проводятся две аттестации по итогам текущей успеваемости: одна за первые 8 учебных недель и вторая – как итог работы с 9-й по 18-ю неделю.

I. Физический практикум: за семестр студенты выполняют работы в лаборатории «МЕХАНИКА». Максимальное количество баллов за семестр – 100. По лабораторным работам минимальное количество баллов для получения зачета – 60. Студент аттестован, если за первые 8 недель им набрано не менее 30 баллов и к следующей аттестации еще, как минимум, 30 баллов. За полное и качественное выполнение лабораторной работы можно получить до 10 баллов (от 1 до 5 баллов – допуск и от 1 до 5 – отчет и защита).

II. Семинарские занятия: за семестр необходимо выполнить две контрольные работы (8-я и 16-я учебные недели), сдать индивидуальное домашнее задание.

За семестр, выполняя все виды работ, предусмотренных программой курса «МЕХАНИКА», можно набрать до 60 баллов и до 40 баллов на экзамене. Итоговая аттестация (зачет) проставляется, если студент набирает не менее 25 баллов. За первые 8 недель необходимо набрать не менее 12 баллов.

За первую контрольную работу можно получить 10 баллов, и за вторую – 10 баллов; за первое индивидуальное задание (начало сдачи 7-я неделя I семестра) – 10 баллов, за второе (начало сдачи 12-я неделя) – 10 баллов. К 1-й аттестации можно получить дополнительно до 5 баллов по результатам текущей работы (выполнение домашних заданий и активная работа на семинарах), и ко второй – до 5 баллов.

Содержание лекционного курса «МЕХАНИКА»

Введение: Предмет современной физики. Краткий исторический очерк развития механики. Общая физическая картина мира. Предмет механики. Мето-

ды физического исследования. Характерные пространственно-временные масштабы. Идеализация реальных объектов и взаимосвязей между ними. Принципиальная роль физического эксперимента.

1. Кинематика.

Механическое движение. Прямолинейное и криволинейное движение. Способы описания движения. Система отсчета. Физические параметры, характеризующие движение материальной точки: средняя скорость и ускорение, мгновенные скорость и ускорение. Нормальное и тангенциальное ускорения. Вращательное движение. Угловая скорость и угловое ускорение. Связь между угловыми и линейными величинами.

2. Динамика.

Законы Ньютона. Первый, второй и третий законы Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Второй закон Ньютона как физический закон, понятия силы и инертной массы. Основные типы динамических задач. Движение материальной точки под действием постоянной силы. Движение под действием силы, пропорциональной скорости. Закон сохранения импульса. Импульс силы и изменение импульса тела. Теорема о движении центра масс. Движение тел с переменной массой. Реактивное движение. Закон сохранения механической энергии. Работа. Мощность. Работа и кинетическая энергия. Связь между кинетическими энергиями в различных системах отсчета. Теорема Кенига. Потенциальное поле сил. Потенциальная энергия. Механический закон сохранения энергии. Динамика центрального удара.

3. Механика твердого тела.

Динамика абсолютно твердого тела. Момент инерции. Момент силы и момент импульса относительно точки и оси. Уравнения движения твердого тела. Тензор инерции. Кинетическая энергия вращения. Закон сохранения для момента импульса. Вращение твердого тела вокруг собственной оси. Гироскопы. Законы сохранения и симметрия пространства и времени. Неинерциальная система отсчёта. Уравнения Ньютона в неинерциальных системах от-

счёта. Силы инерции при ускоренном поступательном движении системы отсчета. Силы инерции при ускоренном произвольном движении системы отсчета. Маятник Фуко.

4. Всемирное тяготение.

Движение в поле тяготения. Законы Кеплера и закон Всемирного тяготения. Эквивалентность гравитационной и инертной масс. Гравитационное поле, гравитационный потенциал. Условия эллиптического, параболического и гиперболического движений.

5. Механические колебания и волны.

Свободные колебания. Кинематика гармонических колебаний. Модель линейного осциллятора. Физический маятник и его период колебаний. Сложение гармонических колебаний одного направления: одинаковой частоты и близких частот. Биения. Влияние сил трения. Свободные затухающие колебания. Логарифмический декремент затухания. Вынужденные колебания. Сложение колебаний. Движение под действием вынуждающей силы. Резонанс. Биения. Волны в сплошной среде и элементы акустики. Распространение колебаний давления и плотности в среде. Волны. Длина волны, период колебаний, фаза и скорость волны. Бегущие волны. Продольные и поперечные волны. Уравнение бегущей волны. Волновое уравнение. Волны на струне, в стержне, газах и жидкостях. Связь скорости волны с параметрами среды. Отражение и преломление волн. Интерференция волн. Стоячие волны. Нормальные колебания стержня, струны, столба газа. Акустические резонаторы. Поток энергии в бегущей волне. Вектор Умова. Акустика. Интенсивность и тембр звука. Ультразвук. Движение со сверхзвуковой скоростью. Ударные волны. Эффект Доплера.

6. Элементы специальной теории относительности.

Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея и следствия из них. Кинематика специальной теории относительности. Преобразования Лоренца. Постулаты специальной теории относительности. Следствия преобразований Лоренца: одновременность и длительность событий в разных систе-

мах отсчёта, длина тел в разных системах отсчёта, закон сложения скоростей, интервал между событиями. Релятивистская динамика. Релятивистское уравнение движения. Импульс и скорость. Соотношение между массой и энергией.

7. Элементы механики деформируемого тела.

Основы механики деформируемых тел. Деформации и напряжения в твердых телах. Идеально упругие тела, упругие напряжения. Закон Гука. Предел упругости. Энергия деформации. Растяжения и сжатие стержней. Сдвиг.

8. Элементы механики жидкостей и газов.

Основы механики жидкостей и газов. Гидростатика и гидродинамика идеальной несжимаемой жидкости. Закон Паскаля. Распределение давления в покоящейся жидкости. Стационарное движение несжимаемой жидкости. Уравнение неразрывности, уравнение Бернулли. Механика вязкой жидкости. Тема: Течение вязкой жидкости по трубе. Формула Стокса. Турбулентное движение. Число Рейнольдса. Движение тел в жидкостях и газах. Обтекание тел потоком. Лобовое сопротивление. Подъемная сила крыла. Эффект Магнуса. Формула Жуковского.

Литература

Весь материал лекционного курса, в полном объеме представлен в учебной литературе. Список литературы, приведенный ниже, включает в себя основную и дополнительную литературу. Некоторые источники представляют собой концентрированное изложение идей механики, но также представлены энциклопедические монографии, справочники, методические пособия и книги по истории развития механики.

1. Савельев И. В. Курс общей физики. Т.1. – М.: «Физматлит», 1987.
2. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Т.1. – Механика. – М.: «Физматлит», 2005.
3. Матвеев А. Н. Механика и теория относительности. – М.: «ОНИКС», 2003.
4. Стрелков П. С. Механика: Учебник. - 4-е изд., – СПб: Изд. «Лань», 2005.
5. Хайкин С. Э. Физические основы механики. - М.: Наука, 1971.
6. Алешкевич В. А., и др. Механика. – М.: ИЦ «Академия», 2004.

7. Бордовский Г. А., и др. Физические основы механики. – М.: «ВШ», 2004.
8. Иродов И. Е. Основные законы. Механика. – М.: Физматлит, 2005.
9. Фейнман Р., и др. Фейнмановские лекции по физике. Т.1,2. – М.: Мир,1983.
10. Киттель Ч., Берклиевский курс физики. Механика. – М.: Мир, 1983.
11. Джанколи Д. Физика. Т.1. – М.: Мир, 1989.
12. Трофимова Т. И. Курс физики. М.: Высшая школа.2006.
13. В. С. Волькенштейн Сборник задач по общему курсу физики. Учеб, пособие для втузов. 12-е изд. испр. / Под ред. И. В. Савельева. М.: «Наука». 1990/85 г. 400 с.
14. Трофимова Т. И. Сборник задач по курсу физики: Учеб. Пособие для студентов втузов. – 2-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 1996. – 303 с.
15. Иродов И. Е. Задачи по общей физике: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2001. – 416 с.
16. Сборник задач по общему курсу физики. В 5 кн. Кн. 1 Механика/ Стрелков С. П., Сивухин Д. И., Угаров В. А., Яковлев И. А.; под ред. И. А. Яковлева. – 5-е изд., стер. - М.: ФИЗМАТЛИТ; ЛАНЬ, 2006. – 240 с.
17. Е. Н. Изергина, Н. И. Петров «Все решения к Сборнику задач по общему курсу физики В. С. Волькенштейн» В 2 кн. М.: Олимп: ООО «Фирма «Издательство АСТ»», 1999. 592 с.
18. Т. И. Трофимова, З. Г. Павлова Сборник задач по курсу физики с решениями: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высш. шк., 1999.-591 с.
19. Иродов И. Е. Механика. Основные законы / И.Е. Иродов – 10-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 309 с.
20. Сивухин Д. В. Общий курс физики: Учеб. Пособие для вузов. В 5т. Т.1. Механика. – 6-е изд. стереот. – М.: ФИЗМАТЛИТ. 2014. – 560 с.
21. А. С. Кингсеп, Локшин Г. Р., Ольхов О. А. Основы физики, т.1.Механика, электричество и магнетизм, колебания и волны, волновая оптика. М., Физматлит, 2001.
22. В. Е. Белонучкин, Д. А. Заикин, А. Кингсеп, Г. Р. Локшин, Задачи по общей физике. М., Физматлит, 2001.

23. А. И. Китайгородский. Введение в физику. МИ. Наука, гл. ред. ф.-м. л., 1973.
24. Н. А. Кириченко. Общая физика. Механика. – М.: «МФТИ», 2016.
25. Я. Голованов. Этюды об ученых. М.: Молодая гвардия, 1970.
26. Физический энциклопедический словарь. М.: Сов. Энциклопедия, 1960.
27. Физический энциклопедический словарь (в 5 томах) /Под ред. А. М. Прохорова. М.: Сов. Энциклопедия, 1984.
28. Х. Кухлинг. Справочник по физике. М.: Мир, 1983.
29. И. В. Савельев. Сборник вопросов и задач по общей физике. – М.: «Наука». 1982 г.
30. В. М. Гладской и др. Физика. Сборник задач с решениями. – М.: «Наука». 2004 г.
31. В. М. Кирилов и др. Решение задач по физике. – М.: «Наука». 2006 г.

**Примерный вариант распределения лекционного материала
курса общей физики раздел «Механика».**

Модуль 1. Кинематика и динамика механического движения материальной точки и системы материальных точек. (17 час)

Лекция 1. Введение. Предмет современной физики. Краткий исторический очерк развития механики. Общая физическая картина мира. Предмет механики. Методы физического исследования. Характерные пространственно-временные масштабы. Идеализация реальных объектов и взаимосвязей между ними. Принципиальная роль физического эксперимента (2 ч).

Лекция 2. Кинематика. Механическое движение. Прямолинейное и криволинейное движение. Способы описания движения. Система отсчета. Физические параметры, характеризующие движение материальной точки: средняя скорость и ускорение, мгновенные скорость и ускорение. Нормальное и тангенциальное ускорения. (3 ч).

Лекция 3. Вращательное движение. Угловая скорость и угловое ускорение. Связь между угловыми и линейными величинами. (2 ч).

Лекция 4. Динамика. Законы Ньютона. Первый, второй и третий законы Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Второй закон Ньютона как физический закон, понятия силы и инертной массы. Основные типы динамических задач. Движение материальной точки под действием постоянной силы. Движение под действием силы, пропорциональной скорости. (2 ч).

Лекция 5. Закон сохранения импульса. Импульс силы и изменение импульса тела. Теорема о движении центра масс. Движение тел с переменной массой. Реактивное движение. (4 ч).

Лекция 6. Закон сохранения механической энергии. Работа. Мощность. Работа и кинетическая энергия. Связь между кинетическими энергиями в различных системах отсчета. Теорема Кенига. Потенциальное поле сил. Потенциальная энергия. Механический закон сохранения энергии. Динамика центрального удара. (4 ч).

Модуль 2. Механика твердого тела. (14 ч)

Лекция 7. Динамика абсолютно твердого тела. Момент инерции. Момент силы и момент импульса относительно точки и оси. Уравнения движения твердого тела. Тензор инерции. Кинетическая энергия вращения. Закон сохранения для момента импульса. Вращение твердого тела вокруг собственной оси. Гироскопы. (4 ч).

Лекция 8. Законы сохранения и симметрия пространства и времени. (2 ч).

Лекция 9. Неинерциальная система отсчёта. Уравнения Ньютона в неинерциальных системах отсчёта. Силы инерции при ускоренном поступательном движении системы отсчета. Силы инерции при ускоренном произвольном движении системы отсчета. Маятник Фуко. (4 ч).

Лекция 10. Движение в поле тяготения. Законы Кеплера и закон Всемирного тяготения. Эквивалентность гравитационной и инертной масс. Гравитационное поле, гравитационный потенциал. Условия эллиптического, параболического и гиперболического движений. (4 ч).

Модуль 3. Механические колебания и волны. (14 ч)

Лекция 11. Свободные колебания. Кинематика гармонических колебаний. Модель линейного осциллятора. Физический маятник и его период колебаний. Сложение гармонических колебаний одного направления: одинаковой частоты и близких частот. Биения. Влияние сил трения. Свободные затухающие колебания. Логарифмический декремент затухания. (4 ч).

Лекция 12. Вынужденные колебания. Сложение колебаний. Движение под действием вынуждающей силы. Резонанс. Биения. (4 ч).

Лекция 13. Волны в сплошной среде и элементы акустики. Распространение колебаний давления и плотности в среде. Волны. Длина волны, период колебаний, фаза и скорость волны. Бегущие волны. Продольные и поперечные волны. Уравнение бегущей волны. Волновое уравнение. Волны на струне, в стержне, газах и жидкостях. Связь скорости волны с параметрами среды. Отражение и преломление волн. Интерференция волн. Стоячие волны. Нормальные колебания стержня, струны, столба газа. Акустические резонаторы. Поток энергии в бегущей волне. Вектор Умова. (4 ч).

Лекция 14. Акустика. Интенсивность и тембр звука. Ультразвук. Движение со сверхзвуковой скоростью. Ударные волны. Эффект Доплера. (2 ч).

Модуль 4. Теория относительности. (6 ч)

Лекция 15. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея и следствия из них. (2 ч).

Лекция 16. Кинематика специальной теории относительности. Преобразования Лоренца. Постулаты специальной теории относительности. Следствия преобразований Лоренца: одновременность и длительность событий в разных системах отсчёта, длина тел в разных системах отсчёта, закон сложения скоростей, интервал между событиями. (2 ч).

Лекция 17. Релятивистская динамика. Релятивистское уравнение движения. Импульс и скорость. Соотношение между массой и энергией. (2 ч).

Модуль 4. Элементы механики сплошных сред. (8 ч)

Лекция 18. Основы механики деформируемых тел. Деформации и напряжения в твердых телах. Идеально упругие тела, упругие напряжения. Закон Гука. Предел упругости. Энергия деформации. Растяжения стержней. Сдвиг. (4 ч).

Лекция 19. Основы механики жидкостей и газов. Гидростатика и гидродинамика идеальной несжимаемой жидкости. Закон Паскаля. Распределение давления в покоящейся жидкости. Стационарное движение несжимаемой жидкости. Уравнение неразрывности, уравнение Бернулли.

Лекция 20. Механика вязкой жидкости. Тема: Течение вязкой жидкости по трубе. Формула Стокса. Турбулентное движение. Число Рейнольдса. (4 ч).

Лекция 21. Движение тел в жидкостях и газах. Обтекание тел потоком. Лобовое сопротивление. Подъёмная сила крыла. Эффект Магнуса. Формула Жуковского. (4 ч).

Примерный вариант распределения тем семинарских занятий и задач.

Задачи предлагаются студентам на практических занятиях по книгам: Иродов И. Е. Задачи по общей физике, Исаков А. Я. Физические основы механики, Жевнеренко В. А., Шамбулина В. Н., Физика. Механика. Сборник задач с решениями, В. М. Гладской и др. Физика. Сборник задач с решениями, В. М. Кирилов и др. Решение задач по физике. В. С. Волькенштейн. Сборник задач по общему курсу физики. Трофимова Т. И. Сборник задач по курсу физики.

Кинематика поступательного движения материальной точки.

Занятие № 1. (1 неделя).

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

Задача 1. За какое время плывущий по реке плот пройдет расстояние 150 м, если скорость течения 0,5 м/с?

Задача 2. Определить среднюю скорость поезда, если первую половину пути он двигался со скоростью 50 км/ч, а вторую половину пути со скоростью 100 км/ч.

Задача 3. Самолет пролетел на север 400 км. Затем повернул на восток и пролетел ещё 300 км. Найти путь и перемещение самолета за все время полета.

Задача 4. Тело, бросили с начальной скоростью 25 м/с горизонтально с горы, высота которой 80 м, оно упало на землю. Найти перемещение тела.

Задача 5. Из орудия произведен выстрел под углом 45 градусов к горизонту, с начальной скоростью снаряда 700 м/с. Найти наибольшую высоту и дальность полета снаряда.

Задача 6. Тело, двигаясь прямолинейно с ускорением 2 м/с^2 , за время 10с прошло путь 42 м. Какой была начальная скорость тела?

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно

Задача 1. С башни брошен камень в горизонтальном направлении с начальной скоростью 40 м/с. Какова скорость камня через 3 с после начала движения? Какой угол образует вектор скорости камня с плоскостью горизонта в этот момент?

Задача 2. Тело брошено под угол 45 градусов к горизонту. Найти уравнение траектории тела, если начальная скорость тела 20 м/с.

Задача 3. Из пункта А в пункт В выехала автомашина с постоянной скоростью 80 км/ч. Спустя 15 минут из пункта В в пункт А выехал велосипедист с постоянной скоростью 20 км/ч. Найти время и место встречи, если расстояние между пунктами А и В 55 км.

Задача 4. Тело брошено вертикально вниз с высоты 40 м со скоростью 25 м/с. Какую скорость приобретет тело к моменту падения на землю?

Задача 5. Тело брошено высоты 12 м под углом 30 градусов с начальной скоростью 12 м/с. Определить продолжительность полета тела, максимальную высоту, которой достигнет тело, и дальность полета. Найти в момент приземления тела скорость и угол падения тела, тангенциальное и нормальное ускорение тела и радиус кривизны траектории.

Кинематика поступательного движения материальной точки.

Радиус вектор. Уравнение траектории.

Занятие № 2. (1 неделя).

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

Задача 1. Закон движения материальной точки имеет вид $r=2it+3t^2j$. Найти скорость и ускорение в момент времени 2 с.

Задача 2. Определить уравнение траектории, скорость и ускорение материальной точки, если она движется согласно уравнениям $x=5\sin 2t$, $y=3\cos 2t$.

Задача 3. Частица движется в плоскости XOY со скоростью $v=Ai+Bxj$, где A и B константы. В начальный момент времени частица находится в начале системы координат. Найти: а) уравнение траектории; б) радиус кривизны траектории.

Задача 4. Тело движется прямолинейно, его скорость зависит от времени по закону $v=3t^3-5t+2$. Найти ускорение через 5 секунд.

Задача 5. Материальная точка движется прямолинейно. Уравнение её движения $s=t^4+2t^2+5$. Определить мгновенную скорость и ускорение точки в конце второй секунды от начала движения, среднюю скорость и путь, пройденный за это время.

Задача 6. Движение двух материальных точек описывается уравнениями $x_1=0,75t^3+2,25t^2+t$, $x_2=0,25t^3+3t^2+1,5t$. Определить величину скоростей этих тел и момент времени, когда ускорения их будут одинаковы, а также значение ускорения в этот момент времени.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно.

Задача 1. Модуль скорости частицы меняется со временем по закону $v = ft + b$, где f и b положительные постоянные. Модуль ускорения $a = 3f$. Найти тангенциальное и нормальное ускорения, а также радиус кривизны траектории в зависимости от времени.

Задача 2. Материальная точка движется в плоскости xy по закону: $x = at$, $y = bt - ct^2$, где a, b, c - константы. Найти в момент времени $t = 3$ сек: а) скорость и ускорение; б) уравнение траектории.

Задача 3. Частица движется в плоскости $xу$ со скоростью $\mathbf{v} = a\mathbf{i} + b\mathbf{xj}$. В начальный момент частица находится в точке $x = y = 0$. Найти закон движения и ускорение.

Задача 4. Определить уравнение траектории, если точка движется согласно уравнениям

$$\begin{aligned}x &= 2 + 5 \sin 2t, \\y &= 3(1 + \cos 2t).\end{aligned}$$

Задача 5. Найти скорость и ускорение точки, если она движется согласно уравнениям

$$\begin{aligned}x &= 2l \cos^2 \frac{\omega t}{2}, \\y &= l \sin \omega t.\end{aligned}$$

Кинематика вращательного движения материальной точки.

Занятие № 3. (2 неделя).

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории

Задача 1. Найти линейную скорость и центростремительное ускорение точек поверхности земного шара на экваторе. Радиус земли принять равным 6400 км.

Задача 2. Во сколько раз линейная скорость конца минутной стрелки часов больше линейной скорости часовой стрелки, если минутная стрелка в 1,5 раза длиннее часовой?

Задача 3. Найти радиус вращающегося диска, если линейная скорость точки, лежащей на ободе в 2,5 раза больше линейной скорости точки, лежащей на расстоянии 5 см ближе к оси диска.

Задача 4. Велосипедист едет с постоянной скоростью 10 м/с по прямолинейному участку дороги. Найти мгновенные линейные скорости диаметрально противоположных точек лежащих на ободе колеса, относительно земли.

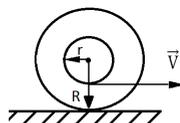
Задача 5. Тонкий стержень с двумя дисками, жестко закрепленными на стержне и расположенными на расстоянии 0,5 м друг от друга, вращается с частотой 1600 об/мин. Пуля, летящая параллельно стержню, пробивает оба диска, при этом отверстие от пули во втором диске смещено относительно отверстия в первом диске на угол 12 градусов. Найти скорость пули.

Задача 6. Диск, вращавшийся с постоянной частотой 10 об/с, при торможении начал вращаться равнозамедленно. Когда торможение прекратилось, вращение диска снова стало равномерным, но уже с частотой 6 об/с. Определить угловое ускорение диска, если за время равнозамедленного движения диск сделал 50 оборотов.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно

Задача 1. Вентилятор вращается с частотой 900 об/мин. После выключения вентилятора, вращаясь равнозамедленно, сделал до остановки 75 оборотов. Какое время прошло с момента выключения вентилятора до полной его остановки?

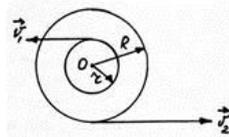
Задача 2. Катушка с намотанной на нее нитью может катиться по поверхности горизонтального стола без скольжения. С какой скоростью и в каком направлении будет перемещаться ось катушки. Если конец нити тянуть в горизонтальном направлении со скоростью v ?



Задача 3. Диск равномерно вращается вокруг своей оси так, что точки, расположенные на расстояниях 30 см от оси, за время 20 с проходят путь 4 м. Сколько оборотов за это время сделал диск? Чему равен период обращения диска?

Задача 4. Поезд въезжает на закругленный участок пути с начальной скоростью 54 км/ч и, двигаясь с постоянным тангенциальным ускорением, проходит путь 600 м за время 30 с. Радиус закругления 1 км. Определить скорость и полное ускорение поезда в конце этого пути.

Задача 5. Две нити, намотанные на катушку, тянут со скоростями v_1 и v_2 так, как показано на рисунке. С какой скоростью движется центр катушки? С какой угловой скоростью вращается катушка? Проскальзывания нет, радиусы катушки R и r заданы.



Кинематика вращательного движения тела.

Занятие № 4. (2 неделя).

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

Задача 1. В момент времени $t = 0$ материальная точка начинает двигаться по окружности радиусом 500 м так, что угол поворота изменяется с течением

времени по закону $\varphi = ct + bt^2$, где $c = 0,2$ рад/с, $b = 0,1$ рад/с². Найти величину угловой скорости, угловое ускорение, линейную скорость и ускорение точки в момент времени, когда она изменяет направление вектора скорости на противоположное.

Задача 2. Точка движется по окружности со скоростью $v = at$, где $a=0,5$ м/с². Найти её полное ускорение в момент, когда она пройдет 0,1 длины окружности после начала движения.

Задача 3. Колесо вращается вокруг неподвижной оси так, что угол его поворота зависит от времени как $\varphi = \beta t^2$, где $\beta=0,020$ рад/с². Найти полное ускорение точки на ободе колеса в момент времени 2,5 с, если скорость точки в этот момент 0,65 м/с.

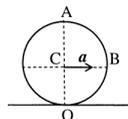
Задача 4. Твёрдое тело начинает вращаться вокруг неподвижной оси с угловым ускорением $\varepsilon = at$, где $a=0,02$ рад/с³. Через сколько времени после начала вращения вектор полного ускорения произвольной точки тела будет составлять угол 60 градусов с её вектором скорости?

Задача 5. Твёрдое тело вращается вокруг неподвижной оси. Его угловая скорость зависит от угла поворота по закону $\omega = \omega_0 - a\varphi$, где ω_0 и a – положительные константы. Найти зависимость от времени угла поворота и угловой скорости, если в момент времени $t=0$ угол равен нулю.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно

Задача 1. Точка находится на ободе колеса радиусом 0,50 м, которое катится без скольжения по горизонтальной поверхности со скоростью 1 м/с. Найти модуль и направление ускорения точки, и полный путь проходимый точкой между двумя последовательными моментами её касания поверхности.

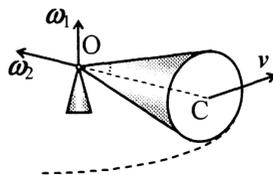
Задача 2. Шар радиусом 10 см катится без скольжения по горизонтальной плоскости так, что его центр движется с постоянным ускорением 2,5 см/с². Через 2 с после начала движения его положение соответствует рисунку. Найти скорость точек А и В, и ускорение точек А и О.



Задача 3. Цилиндр катится без скольжения по горизонтальной плоскости. Радиус цилиндра R . Найти радиусы кривизны траекторий точек A и B (см. рис. задачи 2).

Задача 4. Два твердых тела вращаются вокруг неподвижных взаимно перпендикулярных пересекающихся осей с постоянными угловыми скоростями 3 рад/с и 4 рад/с . Найти угловую скорость и угловое ускорение одного тела относительно другого.

Задача 5. Круглый конус с углом полувраота 30° и радиусом основания 5 см катится равномерно без скольжения по горизонтальной плоскости. Вершина конуса закреплена шарнирно в точке O , которая находится на одном уровне с точкой C – центром основания конуса. Скорость точки C равна 10 см/с . Найти модули угловой скорости и углового ускорения конуса.

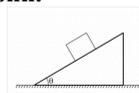


Динамика тела при действии постоянных сил.

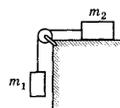
Занятие № 5. (3 неделя).

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

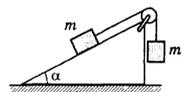
Задача 1. Тело массой 100 кг поднимается по наклонной плоскости с углом наклона у основания 20° под действием силы, равной 1000 Н и направленной параллельно плоскости. Коэффициент трения тела о плоскость равен 0.1 . С каким ускорением будет двигаться тело?



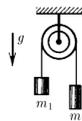
Задача 2. Два груза массами m_1 и m_2 соединены легкой нерастяжимой нитью. Коэффициент трения между грузом и столом μ . Найти ускорение грузов и силу натяжения нити.



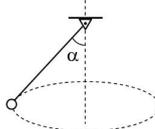
Задача 3. На наклонной плоскости с углом наклона α лежит брусок массой m . Груз массой m_1 присоединен к бруску при помощи нити, перекинутой через блок. Определить натяжение нити, если коэффициент трения бруска о плоскость μ . Массой блока и нити пренебречь.



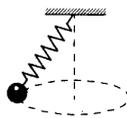
Задача 4. Найти ускорение грузов и силу натяжения нити в системе, изображенной на рисунке. Блок и нити невесомы, трения нет.



Задача 5. Маленький шарик, подвешенный на невесомой нерастяжимой нити длиной l , вращается в горизонтальной плоскости с периодом обращения T . Нить составляет с вертикалью угол α . По этим данным вывести формулу для вычисления ускорения свободного падения.



Задача 6. Тело массой m подвешивают на невесомой пружине жесткостью k и первоначальной длиной l_0 . Затем тело раскручивают с частотой n так, что пружина с грузом описывает в пространстве конус. Определить возникающее при этом удлинение пружины.



Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно

Задача 1. На наклонной плоскости длиной 5 м и высотой 3 м находится груз массой 50 кг. Какую силу надо приложить, чтобы: а) удерживать тело на наклонной плоскости ($\mu = 0,2$); б) поднимать его вверх с ускорением 1 м/с^2 ; в) опускать его вниз с ускорением 1 м/с^2 ?

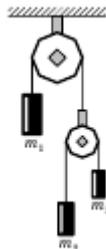
Задача 2. С какой максимальной скоростью может ехать по горизонтальной плоскости мотоциклист, описывая дугу радиусом 90 м, если коэффициент трения скольжения 0,4? На какой угол от вертикали он должен при этом отклониться? Чему будет равна максимальная скорость мотоциклиста, если он будет ехать по наклонному треку с углом наклона $\alpha = 30^\circ$ при том же радиусе закругления и коэффициенте трения?

Задача 3. Бусинка может скользить по обручу радиусом 4,5 м, который вращается относительно вертикальной оси, проходящей через его центр и лежащей в плоскости обруча, с угловой скоростью 2 рад/с . На какую максимальную высоту относительно нижней точки обруча может подняться бусинка? Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$. Ответ представьте в единицах СИ и округлите до целого числа.

Задача 4. На платформе, масса которой 5кг, лежит груз массой 500г. Коэффициент трения между грузом и платформой равен 0,1. Платформу тянут с силой 7Н. Определите ускорения платформы и груза, если платформа движется по абсолютно гладкой поверхности. Принять $g=10\text{м/с}^2$.

Ответ представьте в единицах СИ и округлите до десятых.

Задача 5. Через неподвижный блок переброшена нить, на одном конце которой висит груз 3 кг, а на другом блок. Через подвешенный блок переброшены связанные нитью грузы массами 2 кг и 1 кг. Найти силу натяжения нитей и силу давления на ось каждого блока. Массы блоков и трение в системе не учитывать.



Динамика. Прямая и обратная задачи динамики.

Занятие № 6. (3 неделя).

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории

Задача 1. Материальная точка массой 0,5 кг движется поступательно в соответствии с уравнениями $x=2t^2+1$, $y=t^2+1$, $z=3t^2-1$. Определить вектор действующей на точку силы.

Задача 2. Определить силу, действующую на точку массой 5 кг, закон движения которой задан уравнениями: $x=5t^2$, $y=3t$.

Задача 3. Материальная точка массой 2 кг движется относительно инерциальной системы отсчёта в соответствии с уравнениями $x=2\sin(\pi t/4)+2$, $y=2\cos(\pi t/4)$. Через одну секунду после начала движения определить модуль силы, вызывающей это движение.

Задача 4. Небольшой брусок начинает скользить по наклонной плоскости, составляющей угол α с горизонтом. Коэффициент трения бруска о плоскость зависит от пройденного им пути по закону $\mu=kx$, где k – постоянная величина. Найдите путь, пройденный бруском до остановки.

Задача 5. Тело небольших размеров движется по поверхности неподвижного клина с углом при основании α . В начальный момент времени скорость тела равнялась v_0 и составляла угол φ_0 с ребром клина. Коэффициент трения тела

о поверхность клина $\mu = \operatorname{tg} \alpha$. Найти установившуюся скорость скольжения тела.

Задача 6. Материальную точку массой 1 кг метнули вертикально вверх с начальной скоростью 10 м/с. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить уравнение движения материальной точки.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно

Задача 1. Материальная точка массой 1 кг падает в поле тяжести Земли, испытывая сопротивление со стороны воздуха. Координата точки во времени меняется по закону $z = 4,92t - 2,46(1 - e^{-2t})$. Ось z направлена вертикально вниз. Найти силу сопротивления как функцию скорости точки.

Задача 2. Материальная точка массой 1 кг движется в горизонтальной плоскости по окружности радиусом 100 м под действием переменной силы. В период разгона движение происходит по закону $s = 0,1t^3$. Определить модуль действующей силы в момент времени когда скорость точки достигла величины 30 м/с. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

Задача 3. Частица движется вдоль оси Ox по закону $x = \alpha t^2 - \beta t^3$, где α и β положительные постоянные величины. В момент времени $t=0$ на частицу действует сила F_0 . Определить значение силы F_x в точках поворота частицы и в момент прохождения частицей начала системы отсчёта.

Задача 4. В настоящее время имеется проект выведения на орбиту вокруг Земли искусственных спутников с помощью специальной пушки, стреляющей вертикально вверх. Зная начальную скорость спутника при вылете из ствола пушки v_0 и пренебрегая сопротивлением воздуха определить его скорость, как функцию расстояния до поверхности планеты.

Задача 5. Два тела массами M и m ($M > m$) падают с одинаковой высоты без начальной скорости. Сила сопротивления воздуха для каждого тела постоянна и равна F_c . Сравните время падения тел.

Задача 6. Найти закон движения материальной точки, движущейся в однородном и постоянном силовом поле с начальной скоростью v_0 , направленной под произвольным углом α к силе F .

**Динамика тела при действии силы изменяющейся со временем и
при действии сил пропорциональной скорости.**

Занятие № 7. (4 неделя).

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

Задача 1. Материальная точка массой 10 кг начинает движение из состояния покоя под действием силы, пропорциональной времени $F=kt$, где $k=6 \text{ кг}\cdot\text{м}/\text{с}^3$. Записать уравнение движения этой точки.

Задача 2. В момент времени $t=0$ частица массы m начинает двигаться под действием силы $F=F_0 \sin \omega t$, где F_0 и ω – постоянные величины. Определить зависимость пути, пройденного частицей от времени.

Задача 3. Парашютист массой 100 кг производит затяжной прыжок с нулевой начальной скоростью относительно самолёта. Определите закон изменения его скорости от начала прыжка и до раскрытия парашюта, считая. Что сила сопротивления со стороны воздуха пропорциональна скорости в первой степени: $F_c=kv$, где $k=20 \text{ кг}/\text{с}$.

Задача 4. Катер массы m движется по озеру со скоростью v_0 . В момент времени $t=0$ выключили двигатель. Полагая силу сопротивления пропорциональной скорости в первой степени $\vec{F} = -r\vec{v}$, определите: а) закон изменения скорости как функцию времени; б) время движения катера с выключенным двигателем.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно

Задача 1. Тело массой m , расположено на гладкой горизонтальной плоскости. Начинает движение под действием силы, изменяющейся во времени $F=kt$, где k – постоянная величина. Направление силы составляет угол α с горизонтом. Определить скорость тела в момент его отрыва от плоскости.

Задача 2. Материальная точка массой m в момент времени $t=0$ начинает двигаться вдоль оси Ox под действием силы $\vec{F}(t) = \vec{F}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$, где \vec{F}_0 – постоянный вектор, T – положительная константа. Найти: 1) кинематический закон движения $x(t)$; 2) время возвращения в исходную точку τ ; 3) путь, пройденный за это время s .

Задача 3. Пуля, двигаясь со скоростью 400 м/с, пробивает стену толщиной 20 см и вылетает из нее со скоростью 100 м/с. Считая, что сила сопротивления стены пропорциональна квадрату скорости движения пули $F_c = kv^2$, найти время движения пули в стене.

Задача 4. Моторная лодка массой m , двигаясь по озеру со скоростью v_0 , выключает мотор и через некоторое время останавливается. Считая силу сопротивления пропорциональной квадрату скорости движения лодки $F_c = kv^2$, найти скорость и пройденный путь после выключения мотора как функции времени.

Импульс. Закон сохранения импульса. Закон изменения импульса.

Занятие № 8. (4 неделя).

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

Задача 1. Космический корабль должен, изменив курс, двигаться с прежним по модулю импульсом $|\vec{p}| = 6 \cdot 10^6$ (кг·м/с) под углом $\alpha = 60^\circ$ к первоначальному направлению. На какое наименьшее время нужно включить двигатель с силой тяги $|\vec{F}| = 200$ кН.

Задача 2. Человек, масса которого 70 кг, прыгает с неподвижной тележки со скоростью 7 м/с. Определить силу трения тележки о землю, если тележка после толчка остановилась через 5 с.

Задача 3. Пушка массой M начинает свободно скользить вниз по гладкой плоскости, составляющей угол α с горизонтом. Когда пушка прошла путь l , произвели выстрел, в результате которого снаряд вылетел с импульсом p в горизонтальном направлении, а пушка остановилась. Пренебрегая массой снаряда, найти продолжительность выстрела.

Задача 4. Тело массой $m_1 = 2$ кг, движущееся со скоростью $\vec{v}_1 = 3\vec{i} + 2\vec{j} - \vec{k}$, испытывает абсолютно неупругое соударение с другим телом массой $m_2 = 3$ кг, движущимся со скоростью $\vec{v}_2 = -2\vec{i} + 2\vec{j} + 4\vec{k}$. Найти скорость получившейся составной частицы.

Задача 5. Цепочка массой 1 кг и длиной 1,4 м висит на нити, касаясь по-

верхности стола своим нижним концом. После пережигания нити цепочка упала на стол. Найти полный импульс, который она передала столу.

Задача 6. На гладком горизонтальном столе покоится шар. С ним сталкивается другой такой же шар. Под каким углом разлетятся шары, если удар между ними считать абсолютно упругий и нецентральный.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно

Задача 1. Ящик с песком массой $M=10$ кг лежит на горизонтальной плоскости, коэффициент трения, с которой равен $\mu=0,01$. Под углом $\alpha=45^\circ$ к вертикали в ящик со скоростью $v=700$ м/с влетает пуля массой $m=9$ г и почти мгновенно застревает в песке. Через какое время после попадания пули в ящик, начав двигаться, он остановится?

Задача 2. Однородная цепочка одним концом подвешена на нити так, что другим она касается поверхности стола. Нить пережигают. Определите зависимость силы давления цепочки на стол от длины ещё не упавшей её части.

Удар звеньев о стол неупругий, масса цепочки m , её длина L .

Задача 3. Начинаящий судоводитель массой $m=70$ кг прыгает с кормы яхты массой $M=150$ кг. Его относительная скорость $v=5$ м/с, направлена под углом $\alpha=45^\circ$ к горизонту. Определите, долетит ли юный мореход до края пирса, если до него в момент прыжка было $L=2$ м?

Задача 4. лягушка массой $m=0,1$ кг сидит на краю доски массой $M=1$ кг длиной $L=2$ м. Доска плавает в воде. Будучи безумно хитрой, лягушка прыгает под углом $\alpha=45^\circ$ к горизонту вдоль доски с начальной скоростью $v=4$ м/с. Определите. На какое расстояние нужно прыгнуть лягушке, чтобы попасть на противоположный край доски. Определите скорость, которую имела доска с момент падения лягушки. Сила сопротивления движению доски в воде постоянна и пропорциональна скорости $F_c=kv$, где $k=1$ кг/с.

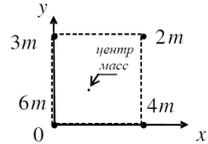
Задача 5. Три одинаковых упругих шара висят, касаясь друг друга, на трех параллельных нитях одинаковой длины. Один из шаров отклоняют по направлению, перпендикулярному прямой, соединяющей центры двух других шаров, и отпускают. Каковы скорости шаров после удара. Если скорость ударяющего их шара в момент удара v .

Центр масс системы.

Занятие № 9. (5 неделя)

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

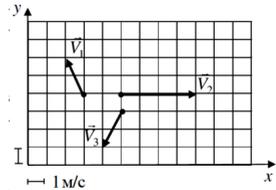
Задача 1. Материальные точки, массы которых указаны на рисунке, расположены в вершинах квадрата со стороной равной L . Определить положение центра масс данной системы.



Задача 2. Определите где находится центр масс однородного прутка длиной L , согнутого посередине под прямым углом?

Задача 3. Определить положение центра масс половины круглого диска радиусом R , считая его однородным.

Задача 4. Система состоит из трех материальных точек, скорости которых равны соответственно $\vec{v}_1, \vec{v}_2, \vec{v}_3$. Определить скорость центра масс системы, если масса всех материальных точек одинакова. Скорости и масштаб показаны на рисунке.



Задача 5. Человек, находящийся на подвижной платформе в некоторый момент времени начинает идти по платформе с постоянной скоростью u_0 . Определить абсолютную скорость v_1 и абсолютное перемещение x_1 человека, а так же абсолютную скорость v_2 и перемещение x_2 платформы за время движения τ , если масса человека равна m_1 платформы m_2 .

Задача 6. Две частицы массами m_1 и m_2 соединены невесомой пружиной. В момент времени $t=0$ частицам сообщают скорости v_1 и v_2 , после чего они начинают двигаться в однородном поле тяжести Земли. Не учитывая сопротивление воздуха, найти зависимости от времени импульса системы и радиус-вектора её центра масс относительно начального положения.

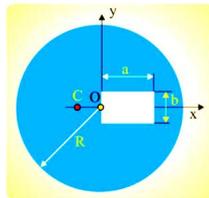
Задача 7. Две спортивные лодки массами 500 кг и 1000 кг, в каждой из которых находится груз массой 100 кг, следуют встречными параллельными курсами со скоростью 3 м/с и 6 м/с. Когда лодки находятся напротив друг друга, с каждой лодки во встречную перебрасывают груз. Определите, с какой скоростью после этого станут двигаться лодки.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно

Задача 1. Определить координаты центра масс системы трёх тел с массами 1 кг, 2 кг, 3 кг, расположенными на плоскости с координатами $x_1=0$, $x_2=8$, $x_3=8$, $y_1=5$, $y_2=5$, $y_3=0$.

Задача 2. Определить положение центра масс равностороннего треугольника, образованного тремя однородными стержнями, имеющими одинаковую массу m и длину L .

Задача 3. Определите положение центра масс круглой пластины радиусом R , с вырезом в виде прямоугольника.



Задача 4. Две небольшие частицы, массы которых m_1 и m_2 , связаны между собой нитью длиной L и движутся по

гладкой горизонтальной плоскости. В некоторый момент времени скорость одной частицы равна нулю, а другой - v , причем её направление перпендикулярно нити. Найти силу натяжения нити в процессе движения.

Задача 5. Реактивный снаряд запущен под углом α к горизонту с начальной скоростью v_0 . В наивысшей точке траектории стартовая ступень отстреливается с относительной скоростью u_0 , направленной в сторону, противоположную направлению полета. Определить насколько увеличится дальность стрельбы, масса снаряда m_1 , масса стартовой ступени m_2 .

Задача 6. На первоначально неподвижной тележке установлены два вертикальных цилиндрических сосуда, соединенных тонкой трубкой. Площадь сечения каждого сосуда S , расстояние между их осями L . Один из сосудов заполнен жидкостью плотности ρ . Кран на соединительной трубке открывают. Найдите скорость тележки в момент времени, когда скорость уровней жид

Задача 7. На гладком полу стоит сосуд, заполненный водой плотности ρ_0 , объем воды V_0 . Оказавшийся на дне сосуда жук объемом V и плотности ρ через некоторое время начинает ползти по дну сосуда со скоростью u относительно него. С какой скоростью станет двигаться сосуд по полу? Массой сосуда пренебречь, уровень воды все время остается горизонтальным.

Работа. Мощность
Занятие № 10. (5неделя)

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

Задача 1. Под действием постоянной силы вагонетка прошла путь 5 м и приобрела скорость 2 м/с. определить работу силы, если масса вагонетки равна 400 кг и коэффициент трения 0,01.

Задача 2. Вычислить работу, совершаемую на пути 12 м равномерно возрастающей силой, если в начале пути сила 10 Н, в конце пути 46 Н.

Задача 3. Материальная точка массой 2 кг двигалась под действием некоторой силы согласно уравнению $X=A+Bt+Ct^2+Dt^3$, где $A=10$ м, $B=-2$ м/с, $C=1\text{м/с}^2$, $D=-0,2$ м/с³. Найти мощность, затрачиваемую на движение точки в момент времени 2 с и 5 с.

Задача 4. Какую работу надо совершить, чтобы заставить движущееся тело массой 2 кг: 1) увеличить свою скорость от 2 м/с до 5 м/с; 2) остановиться при начальной скорости 8 м/с.

5. На частицу массой $m=100$ г действует сила $\vec{F} = \frac{\alpha}{x^2}\vec{i} + \frac{\alpha}{y^2}\vec{j} + \frac{\alpha}{z^2}\vec{k}$, где $\alpha=5$ Н/м². Определить работу этой силы при перемещении частицы из точки $M_1(1, 2, 3)$ в точку $M_2(3, 2, 1)$.

Задача 6. Потенциальная энергия одной и той же частицы, находящейся в разных полях имеет вид: а) $U_1 = \alpha/r$; б) $U_2 = kr^2/2$, где r – модуль радиус-вектора частицы, α и k – постоянные ($k>1$). Определите действующую на частицу силу и работу, совершаемую полем при перемещении частицы из точки $M_1(1, 2, 3)$ в точку $M_2(3, 2, 1)$.

Задача 7. Материальная точка массой 1 кг движется равномерно и прямолинейно со скоростью 1 м/с. В некоторый момент времени на точку начинает действовать сила сопротивления $F = -kt^2$, направленная в сторону, противоположную скорости, $k = 1$ Н/с². Определить работу этой силы за первую секунду её действия.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно

Задача 1. Пружина жесткостью 1 кН/м была сжата на 4 см, какую нужно совершить работу, чтобы сжатие пружины увеличить до 18 см.

Задача 2. Определить работу, которую совершает сила гравитационного поля Земли, если тело массой 1 кг упадет на поверхность Земли: 1) с высоты h , равной радиусу Земли; 2) из бесконечности.

Задача 3. Частица массой 1 кг движется равномерно и прямолинейно со скоростью 1 м/с. В некоторый момент времени влетает в силовое поле, где на неё начинает действовать сила сопротивления $F = -kv$, направленная в сторону, противоположную вектору скорости, $k = 1$ Нс/м. Определить работу этой силы за первую секунду её действия.

Задача 4. Потенциальная энергия частицы имеет вид: $U = \alpha(x^2/y - y^2/z)$, где α – постоянная величина. Определите: а) вектор действующей на частицу силы; б) работу, совершаемую полем при перемещении частицы из точки $M_1(3, 2, 1)$ в точку $M_2(1, 2, 3)$.

Задача 5. Локомотив массы m начинает двигаться со станции так, что его скорость меняется по закону $v = b\sqrt{s}$, где b – постоянная, s – пройденный путь. Найти суммарную работу всех сил, действующих на локомотив, за первые t секунд после начала движения.

Задача 6. Из залитого подвала, площадь которого $S=50$ м², требуется выкачать воду на мостовую. Глубина воды в подвале $h=1,5$ м, а расстояние от уровня воды в подвале до мостовой $H=5$ м, какую работу необходимо совершить для откачки воды.

Задача 7. Сила, действующая на снаряд массы m в стволе орудия, нарастает равномерно от нуля до F_0 на участке ствола l_1 , не меняется на участке ствола длины l_2 и, наконец, равномерно уменьшается до нуля на участке ствола длины l_3 . Какова скорость снаряда при вылете из ствола?

Кинетическая энергия. Потенциальная энергия.

Закон сохранения энергии. Закон изменения энергии.

Занятие № 11. (6 неделя).

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

Задача 1. Камень бросили под углом 60° к горизонту со скоростью 15 м/с. Найти кинетическую, потенциальную и полную энергию камня, спустя 1 с

после начала движения. Масс камня 2 кг, сопротивлением воздуха пренебречь.

Задача 2. Пуля, летящая горизонтально, попадает в шар, подвешенный на очень легком жестком стержне, и застревает в нем. Масса пули в 1000 раз меньше массы шара. Расстояние от точки подвеса стержня до центра шара 1 м. Найти скорость пули, если известно, что стержень с шаром отклонился на угол 10° .

Задача 3. С вершины гладкой полусферы радиусом R соскальзывает маленькое тело. Определить скорость в момент отрыва.

Задача 4. Тело массой m падает с высоты h на пружину жесткостью k и длиной L , стоящую вертикально на полу. Определить максимальную силу давления на пол.

Задача 5. Теннисный мяч, падая с высоты h_0 , поднимается на высоту h_1 . На какую высоту он поднимется после n -го удара? Коэффициент восстановления считать постоянным.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно.

Задача 1. Пуля массой 10 г, летящая с горизонтальной скоростью 400 м/с попадает в мешок, набитый ватой, массой 4 кг, висящий на длинной нити. Найти высоту, на которую поднимается мешок, если пуля застревает в нем.

Задача 2. Автомобиль с работающим двигателем въезжает на обледенелую гору, поверхность которой образует угол α с горизонтом. Какой высоты гору может преодолеть автомобиль, если его начальная скорость при въезде на неё равна v , а коэффициент трения колес о лёд $\mu < \operatorname{tg} \alpha$?

Задача 3. Шайба, скользящая по гладкой поверхности льда с постоянной скоростью, попадает на шероховатую поверхность, коэффициент трения которой меняется по линейному закону от координаты x : $\mu = \alpha x$, где α – положительная постоянная величина. Определите тормозной путь шайбы.

Задача 4. Небольшая упругая частица скользит с наивысшей точки купола, имеющего форму полусферы радиуса R и упруго отразившись от горизонтальной поверхности, снова подскакивает вверх. Определите высоту точки

отрыва от купола и высоту её подъёма после отскока. Трением пренебречь.

Задача 5. Пуля массой $m=10$ г, летевшая горизонтально со скоростью $v=600$ м/с, застряла в первоначально неподвижном, свободно подвешенном, деревянном бруске массой $M=0,5$ кг, углубившись на $s=10$ см. Определить 1) величину силы сопротивления дерева движению пули, 2) во сколько раз изменится глубина проникновения пули при закреплении бруска?

Динамика твердого тела. Уравнение моментов.

Уравнение динамики вращения твердого тела.

Занятие № 12. (6 неделя).

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

Задача 1. На барабан радиусом 20 см, момент инерции которого $0,1$ кг м², намотан шнур, к которому привязан груз массой 0,5 кг. До начала вращения барабана высота груза над полом 1 м. Найти: 1) через какое время груз опустится до пола; 2) кинетическую энергию груза в момент удара о пол; 3) натяжение шнура. Трением и растяжением шнура пренебречь.

Задача 2. Маховое колесо, имеющее момент инерции 245 кг м², вращается делая 20 об/с. Через минуту после того, как на колесо перестал действовать вращающий момент, оно остановилось. Найти: 1) момент сил трения; 2) число оборотов, которое сделало колесо до полной остановки.

Задача 3. Шар массой 10 кг радиусом 20 см вращается вокруг оси, проходящей через его центр. Уравнение вращения шара имеет вид $\varphi = A+Bt^2+Ct^3$, где $B = 4$ рад/с²; $C = -1$ рад/с³. Найти закон изменения момента сил, действующих на шар. Определить момент сил в момент времени 2 с.

Задача 4. Однородный диск радиусом 0,2 м и массой 5 кг вращается вокруг оси, проходящей через его центр. Зависимость угловой скорости от времени задана уравнением $\omega = A+Bt$, где $B = 8$ рад/с². Найти касательную силу, приложенную к ободу.

Задача 5. Тонкий однородный стержень длиной 50 см и массой 400 г вращается с угловым ускорением 3 рад/с² около оси, проходящей

перпендикулярно стержню через его середину. Определить вращающий момент.

Задача 6. На горизонтальную ось насажены маховик и тонкий шкив радиусом 5 см. На шкив намотан шнур, к которому привязан груз массой 0,4 кг. Опускаясь равноускоренно, груз прошёл путь 1,8 м за время 3 с. Определить момент инерции маховика. Массу шкива считать пренебрежимо малой.

Задача 7. Вал массой 100 кг и радиусом 5 см вращался с частотой 8 с^{-1} . К цилиндрической поверхности вала прижали тормозную колодку с силой 40 Н, под действием которой вал остановился через 10 с. Определить коэффициент трения.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно.

Задача 1. Через блок, закрепленный на горизонтальной оси, проходящей через его центр, перекинута нить, к концам которой прикреплены грузы 300 г и 200 г. Масса блока 300 г. Блок считать однородным диском. Найти ускорение грузов.

Задача 2. Маховик массой 4 кг свободно вращается вокруг горизонтальной оси, проходящей через его центр, делая 720 об/мин. Массу маховика можно считать распределенной по его ободу радиусом 40 см. Через 30 с под действием тормозящего момента маховик остановился. Найти тормозящий момент и число оборотов, которое делает маховик до полной остановки.

Задача 3. Вал в виде сплошного цилиндра массой 10 кг насажен на горизонтальную ось. На цилиндр намотан шнур, к свободному концу которого подвешена гиря массой 2 кг. С каким ускорением будет опускаться гиря, если её предоставить самой себе?

Задача 4. Шар массой 10 кг и радиусом 20 см вращается вокруг оси, проходящей через его центр. Уравнение вращения шара имеет вид $\varphi = 4t^2 - t^3$. Найти закон изменения момента сил, действующих на шар. Определить момент сил в момент времени 2 с.

Задача 5. Вал массой 100 кг и радиусом 5 см вращался с частотой 8 об/с. К цилиндрической поверхности вала прижали тормозную колодку с силой 40

Н, под действием которой вал остановился через 10 с. Определить коэффициент трения.

Задача 6. На горизонтальную ось насажен маховик и тонкий шкив радиусом 5 см. На шкив намотан шнур, к концу привязан груз массой 0,4 кг. Опускаясь равноускоренно, груз прошёл путь 1,8 м за 3 с. Определить момент инерции маховика. Массу шкива считать пренебрежимо малой.

Задача 7. Однородный диск радиусом 0,2 м и массой 5 кг вращается вокруг оси, проходящей через его центр. Зависимость угловой скорости от времени задана уравнением $\omega = 8t$. Найти касательную силу, приложенную к ободу диска.

Момент импульса. Закон сохранения момента импульса.

Кинетическая энергия и работа при вращательном движении.

Занятие № 13. (7 неделя).

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

Задача 1. Кинетическая энергия вала, вращающегося с постоянной скоростью 5 об/с, равна 60 Дж. Найти момент импульса этого вала.

Задача 2. Платформа в виде диска радиусом 1 м вращается по инерции около вертикальной оси с частотой 6 об/мин. На краю платформы стоит человек массой 80 кг. С какой частотой будет вращаться платформа, если человек перейдёт в её центр. Момент инерции платформы 120 кг м^2 , момент инерции человека считать, как для материальной точки.

Задача 3. Человек стоит в центре скамьи Жуковского и ловит рукой мяч массой 0,4 кг, летящий в горизонтальном направлении со скоростью 20 м/с. Траектория мяча проходит на расстоянии 0,8 м от вертикальной оси вращения скамьи. С какой угловой скоростью начинает вращаться скамья Жуковского с человеком, поймавшим мяч, если суммарный момент инерции человека и скамьи 6 кг м^2 .

Задача 4. На скамье Жуковского стоит человек и держит в руках стержень длиной 2,4 м и массой 8 кг, расположенный вертикально по оси вращения

скамьи. Скамья с человеком вращается с частотой 1 об/с. С какой частотой будет вращаться скамья с человеком, если он повернёт стержень в горизонтальное положение. Суммарный момент инерции человека и скамьи равен 6 кг м^2 .

Задача 5. Шарик массой 100 г, привязанный к концу нити длиной 1 м, вращается, опираясь на горизонтальную плоскость с частотой 1 об/с. Нить укорачивается, и шарик приближается к оси вращения до расстояния 0,5 м. С какой частотой будет при этом вращаться шарик? Какую работу совершит внешняя сила, укорачивая нить? Трением шарика о плоскость пренебречь.

Задача 6. Маховик, момент инерции которого равен 40 кг м^2 , начал вращаться равноускоренно из состояния покоя под действием момента силы 20 Н·м. Вращение продолжалось в течение 10 с. Определить кинетическую энергию, приобретенную маховиком.

Задача 7. Пуля массой 10 г летит со скоростью 800 м/с, вращаясь около продольной оси с частотой 3000 об/с. Принимая пулю за цилиндр диаметром 8 мм, определить полную кинетическую энергию пули.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно

Задача 1. Платформа в виде диска радиусом 1,5 м и массой 180 кг вращается по инерции около вертикальной оси с частотой 10 об/мин. В центре платформы стоит человек массой 60 кг. Какую линейную скорость относительно пола помещения будет иметь человек, если он перейдёт на край платформы.

Задача 2. Человек стоит в центре скамьи Жуковского и вместе с ней вращается по инерции. Частота вращения 0,5 об/с. Момент инерции тела человека относительно оси вращения равен $1,6 \text{ кг м}^2$. В вытянутых в стороны руках человек держит по гире массой 2 кг каждая. Расстояние между гирями 1,6 м. Определить частоту вращения скамьи с человеком, когда он опустил руки и расстояние между гирями станет равным 0,4 м. Моментом инерции скамьи пренебречь.

Задача 3. Маятник в виде однородного шара, жёстко скреплённого с тонким стержнем, длина которого равна радиусу шара, может качаться вокруг гори-

горизонтальной оси, проходящей через конец стержня. В шар нормально к его поверхности ударила пуля массой 10 г, летевшая со скоростью 800 м/с, и застряла в шаре. Масса шара 10 кг, его радиус 15 см. На какой угол отклонится маятник в результате удара пули? Массой стержня пренебречь.

Задача 4. С наклонной плоскости скатывается без скольжения однородный диск. Найти ускорение диска. Если угол наклона плоскости к горизонту 36° , масса диска 500 г.

Задача 5. С наклонной плоскости скатывается без скольжения сплошной цилиндр и тележка, поставленная на лёгкие колёса. Массы цилиндра и тележки одинаковы. Какое из тел скатится быстрее и во сколько раз?

Задача 6. Стержень длиной 1,5 м и массой 10 кг может вращаться вокруг неподвижной оси, проходящей через верхний конец стержня. В середину стержня ударяет пуля массой 10 г, летящая в горизонтальном направлении со скоростью 500 м/с и застревает в стержне. На какой угол отклонится стержень после удара?

Момент инерции. Теорема Гюйгенса-Штейнера.

Занятие № 14. (7 неделя).

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

Задача 1. Вычислить момент инерции однородного твердого шара радиусом r_0 относительно оси, проходящей через его центр. Масса шара M .

Задача 2. Определить момент инерции стержня, относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через центр масс стержня. Масса стержня m , длина стержня L .

Задача 3. Физический маятник представляет собой стержень длиной 1 м массой 1 кг с прикрепленным к одному из его концов диском массой 0,5 кг и радиусом 0,3 м. Определить момент инерции такого маятника относительно оси, проходящей через точку O на стержне перпендикулярно плоскости рисунка.

Задача 4. Два маленьких шарика массой 10 г и 20 г скреплены тонким невесомым стержнем длиной 20 см. Определить момент инерции системы

относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через центра масс.

Задача 5. Определите момент инерции молекулы воды относительно оси проходящей через центр инерции молекулы. Расстояние между атомами водорода и кислорода принять равным 10^{-10} м, валентный угол 105° . Атомную массу водорода считать равной 1, кислорода равной 16.

Задача 6. Найти момент инерции тонкой однородной пластины массой m относительно оси, проходящей через одну из вершин пластины перпендикулярно к её плоскости, если стороны пластины равны a и b .

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно

Задача 1. Вычислить момент инерции полого шара относительно оси, проходящей через его центр. Масса шара равна 500 г, внутренний радиус 15 см, внешний радиус 16 см.

Задача 2. Определить момент инерции однородного полого цилиндра массой m , внешний и внутренний радиусы равны соответственно R_2 и R_1 .

Задача 3. Найти момент инерции однородного цилиндра относительно его геометрической оси. Масса цилиндра m , радиус цилиндра r .

Задача 4. Найти момент инерции однородного тела массой m , ограниченного параболоидом вращения и плоскостью $z = 0$. Относительно его оси симметрии. Радиус основания параболоида и высота равны R и h .

Задача 5. Определить момент инерции сечения тонкого круга радиусом R , относительно горизонтальной средней линии, параллельной плоскостям сечений, расстояние между плоскостями сечений $2h$.

Задача 6. Масса тонкого диска радиусом R равна m и распределена по закону $\rho(r) = \rho_0(1 - \alpha r/R)$, где $0 \leq \alpha \leq 1$, $\rho_0 = \text{const}$, r – расстояние от центра диска. При каком значении α момент инерции диска относительно оси, перпендикулярной к плоскости диска и проходящей через его центр равен: 1) $mR^2/3$; 2) $mR^2/2$.

Задача 7. В однородном диске массой 1 кг и радиусом 30 см вырезано круглое отверстие диаметром 2 см, центр которого находится на расстоянии

15 см от оси диска. Найти момент инерции полученного тела относительно оси, проходящей перпендикулярно плоскости диска через его центр.

Задача 8. Вычислить момент инерции молекулы NO_2 относительно оси проходящей через центр масс молекулы перпендикулярно плоскости, содержащей ядра атомов. Межъядерное расстояние этой молекулы равно 0,118 нм, валентный угол 140° .

Задача 9. Два шара массами 10 г и 20 г закреплены на тонком невесомом стержне длиной 40 см. Малый шар расположен в середине стержня, а большой – на конце. Определите момент инерции системы относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его второй конец. Размерами шаров пренебречь.

Задача 10. Три маленьких шарика массой 10 г каждый расположены в вершинах равностороннего треугольника со стороной 20 см и скреплены между собой. Определите момент инерции системы относительно оси, перпендикулярной плоскости треугольника и проходящей через центр описанной окружности. Массой стержней, соединяющих шары пренебречь.

Задача 11. Определить момент инерции однородного тонкого кольца или обруча радиусом R и массой M относительно оси, перпендикулярной плоскости кольца и проходящей через его центр масс.

Задача 12. Найдите момент инерции круглого тонкого однородного диска радиусом R и массой M относительно оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его центр масс.

Задача 13. Вычислить момент инерции однородного круглого диска массой M и радиусом R относительно оси лежащей в его плоскости и отстоящей от центра тяжести диска на расстоянии, равном четверти радиуса.

Задача 14. Вычислить момент инерции относительно оси вращения вала. Масса вала 10 кг и радиус 10 см. На вал насажена шестерня со стальным венцом и пластмассовой сердцевинной массой 100 кг и радиусом 1 м. Вал считать однородным сплошным цилиндром, шестеренку – однородным кольцом.

Задача 15. Определить момент инерции сплошного эллипсоида вращения

массой $m = 10$ кг и радиусом $R = 10$ см относительно оси, проходящей через центр масс.

Задача 16. Определить момент инерции относительно трех взаимноперпендикулярных осей. Система состоит из жестко скрепленных между собой шара массой 20 г и радиусом 5 см, и двух одинаковых тонких стержней массами 10 г и длиной 20 см, скрепленных перпендикулярно между собой. Точка пересечения всех трех осей находится в середине первого стержня.

Занятие по проведению контрольной аудиторной работы № 1. (8 неделя).

Неинерциальная система отсчета. Силы инерции.

Занятие № 15. (9 неделя).

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

Задача 1. Груз, подвешенный на нити, равномерно вращается по окружности радиусом 30 см в горизонтальной плоскости с угловой скоростью 2 с^{-1} . На какой угол от вертикали будет при этом отклонена нить?

Задача 2. На гладкой наклонной плоскости, движущейся вверх с ускорением a , лежит брусок массой m . Найти силу натяжения нити и силу давления бруска на плоскость. Угол наклона плоскости α .

Задача 3. Тележка с закрепленной на ней пружинкой движется с ускорением 4 м/с^2 по горизонтальной плоскости. Найти угол отклонения пружины от вертикали и удлинение пружины, если к пружине подвешен груз массой 100 г. Жесткость пружины 100 Н/м.

Задача 4. Внутри ящика находится куб массой m с длиной ребра L , который опирается на три опоры. Определить силы, действующие на куб со стороны опор, если ящик движется с ускорением a . Расстояние от верхней опоры до нижней грани куба равно H .

Задача 5. Тело находится у основания абсолютно гладкого клина с углом 20° . Клин начинает двигаться с горизонтальным ускорением 4 м/с . За какое время тело достигает верхнего края клина. Длина наклонной грани 1 м.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно

Задача 1. На шероховатой доске на расстоянии L от её правого конца находится сплошной цилиндр. Доску начинают двигать с ускорением a влево. С какой скоростью относительно доски будет двигаться центр цилиндра в тот момент, когда он будет находиться над краем доски? Движение цилиндра относительно доски проходит без скольжения.

Задача 2. Расстояние между ведущими и передними колесами у одного автомобиля L , а у другого $2L$. Центры тяжести находятся на одинаковой высоте. Мощности моторов и коэффициент трения скольжения между землей и ведущими колесами одинаковы. Какой автомобиль быстрее проедет путь $100L$.

Задача 3. На экваторе на рельсах стоит пушка. Рельсы направлены с запада на восток, и пушка может двигаться по ним без трения. Пушка стреляет вертикально вверх. Какую скорость будет иметь пушка после выстрела? Куда будет направлена эта скорость. Масса пушки M , масса снаряда m , длина ствола L . Считать, что снаряд движется в стволе с постоянным ускорением.

Задача 4. На полюсе установлена пушка, ствол которой направлен горизонтально вдоль меридиана и может свободно вращаться вокруг вертикальной оси. С какой угловой скоростью относительно Земли будет вращаться ствол пушки после выстрела? Масса пушки 1000 кг, масса снаряда 10 кг.

Задача 5. Определить форму свободной поверхности жидкости, равномерно вращающейся с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси в цилиндрическом сосуде.

Принцип относительности Галилея. Закон сложения скоростей.

Занятие № 16. (9 неделя).

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

Задача 1. В озере движутся два корабля со скоростями 30 км/ч и 40 км/ч под углом 30° друг к другу. Найти скорость второго корабля относительно первого.

Задача 2. Дождевые капли, падающие отвесно попадают на окно вагона, движущегося со скоростью 200 км/ч, и оставляют на нем след под углом 45° к

вертикали. Какова скорость падения капель относительно вагона и относительно Земли?

Задача 3. С какой наибольшей скоростью может идти человек под дождем, чтобы капли дождя не падали на ноги, если он держит зонт на высоте 2 м и край зонта выступает вперед на 0,3 м? Ветра нет, скорость капель 8 м/с.

Задача 4. Мальчик, бегущий вдоль длинного забора, бросает на ходу мяч и ловит его после удара о забор. Под каким углом к забору летит мяч? Скорость мальчика 3 м/с, скорость мяча относительно мальчика 5 м/с.

Задача 5. Теплоход, длина которого 32 м, движется вниз по реке с постоянной скоростью. Скутер со скоростью 10 м/с относительно воды проходит от кормы до носа теплохода и обратно в течение 10 с. Найдите скорость теплохода относительно воды.

Задача 6. По шоссе со скоростью 10 м/с движется автобус, человек находится на расстоянии 100 м от шоссе и 300 м от автобуса. В каком направлении должен бежать человек, чтобы выйти в какой-либо точке шоссе раньше автобуса или одновременно с ним? Скорость человека 5 м/с.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно

Задача 1. Корабль идет на запад со скоростью 40 км/ч. Известно, что ветер дует с юго-запада, скорость ветра, измеренная на палубе корабля равна 5 м/с. Найти скорость ветра относительно Земли.

Задача 2. Лодочнику необходимо переправиться через реку шириной 2 км по кратчайшему расстоянию, для этого он все время направляет лодку под углом 60° к берегу. Найти скорость лодки относительно воды, если лодку снесло ниже по течению на расстояние 500 м.

Задача 3. По реке с одного берега на другой плывет катер под углом 45° . Под прямым углом к берегу дует ветер со скоростью 2 м/с. Флаг на мачте катера образует угол 100° с направлением движения катера. Определить скорость катера относительно берега.

Задача 4. Человек находится в поле на расстоянии 200 м от прямолинейного участка шоссе. Справа от себя он замечает движущийся по шоссе автобус. В

каком направлении следует бежать к шоссе, чтобы выбежать на дорогу впереди автобуса как можно дальше от него? Скорость автобуса 70 км/ч, скорость человека 7 км/ч.

Задача 5. Катер, двигаясь против течения реки, проплывает около стоящего на якоре буя и встречает там плот. Через 12 минут после встречи катер повернул обратно и догнал плот на расстоянии 800 м ниже буя. Найти скорость течения реки.

Задача 6. Товарный поезд длиной 630 м и экспресс длиной 120 м идут по двум параллельным путям в одном направлении со скоростями 50 км/ч и 250 км/ч соответственно. В течение, какого времени экспресс будет обгонять товарный поезд?

Задача 7. Корабль идет на запад со скоростью 30 км/ч. Известно, что ветер дует с юго-запада. Скорость ветра, измеренная на палубе корабля, равна 3 м/с. Найти скорость ветра относительно Земли.

Задача 8. Человек бежит по эскалатору. В первый раз он насчитал 50 ступенек. Второй раз, двигаясь в ту же сторону со скоростью втрое большей, он насчитал 75 ступенек. Сколько ступенек он насчитал бы на неподвижном эскалаторе?

Задача 9. Лодка движется относительно воды со скоростью, в два раза большей скорости течения реки, и держит курс на противоположный берег под углом 120 градусов к направлению течения реки. На какое расстояние снесет лодку по течению относительно пункта отплытия, если ширина реки 50 м?

Задача 10. Поезд движется на юг со скоростью 80 км/ч. Пассажиру вертолета, пролетающего над поездом, кажется, что поезд движется на восток со скоростью 60 км/ч. Найдите скорость вертолета и направление его полета.

Задача 11. Две автомашины движутся по взаимно перпендикулярным дорогам, одна со скоростью 20 м/с, а другая со скоростью 15 м/с. Какова их относительная скорость?

Задача 12. Трактор движется со скоростью $v = 36$ км/ч. С какой скоростью движутся относительно Земли: а) точка А на нижней части гусениц; б) точка В на верхней части гусениц.

Задача 13. Колесо, пробуксовывая, катится по ровной горизонтальной дороге. Найти скорость центра колеса v , если известно, что скорость его нижней точки равна 2 м/с, а верхней точки 10 м/с.

Задача 14. Сбегая по эскалатору с одной скоростью, мальчик насчитал N ступенек, а когда он увеличил скорость в полтора раза, то насчитал на ΔN ступенек больше. Сколько ступенек насчитает мальчик, спускаясь по неподвижному эскалатору?

Элементы специальной теории относительности.

Основы релятивистской механики.

Занятие № 17. (10 неделя).

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

Задача 1. Какую скорость должно иметь движущееся тело, чтобы его размеры уменьшились в два раза.

Задача 2. Протон движется со скоростью 0,7 скорости света. Найти импульс и кинетическую энергию протона.

Задача 3. Космическая ракета движется с большой относительной скоростью. Релятивистское сокращение её длины составило 36%. Определить скорость движения ракеты.

Задача 4. Прямоугольный брусок со сторонами 3 см и 7 см движется параллельно большому ребру. При какой скорости движения прямоугольный брусок превратится в куб? Как скажется движение на объеме тела?

Задача 5. С момента образования до распада π - мезон пролетел расстояние 2 км. Время жизни π - мезон в неподвижной системе координат равно 5 мкс. Определить время жизни π - мезон по часам в системе координат, движущейся вместе с ним.

Задача 6. При какой скорости движения кинетическая энергия электрона равна 5 МэВ.

Задача 7. Определить импульс электрона, обладающего кинетической энергией 5 МэВ.

Задача 8. Протон движется со скоростью, равной 0,8 скорости света. Навстречу ему движется электрон со скоростью 0,9 скорости света. Каковы их скорости относительно друг друга? Определить полную и кинетическую энергию электрона.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно

Задача 1. Вдоль оси x инерциальной системы отсчета движется ракета со скоростью 0,9 скорости света, проходящая начало координат O в момент времени $t=0$. В момент $t=9$ с вслед за ракетой посылается световой сигнал из точки O , а с ракеты-световой сигнал в точку O . Найти: 1) момент времени, когда сигнал из точки O достигнет ракеты; 2) момент времени, когда сигнал с ракеты придет в точку O .

Задача 2. Частица движется в системе K вдоль оси x со скоростью v_x и ускорением a_x . Система отсчета K' движется вдоль оси x системы K со скоростью u . Чему равны скорость и ускорение частицы в этой системе.

Задача 3. У прямоугольного треугольника катет равен 5 м, а угол между этим катетом и гипотенузой равен 30° . Найти в системе K' , движущейся относительно этого треугольника со скоростью 0,866с вдоль катета.

Задача 4. Стержень пролетает мимо метки неподвижной в K системе отсчета. Время полета 20 нс в K - системе. В системе же отсчета, связанной со стержнем, метка движется вдоль него в течение 25 нс. Найти собственную длину стержня.

Задача 5. В K - системе отсчета мюон, движущийся со скоростью 0,99 с, пролетел от места своего рождения до точки распада 3 км. Определить собственное время жизни этого мюона, и расстояние, которое пролетел мюон в K - системе с его точки зрения.

Задача 6. Две релятивистские частицы движутся под прямым углом друг к другу в лабораторной системе отсчета, одна со скоростью v_1 , а другая со скоростью v_2 . Найти их относительную скорость.

Задача 7. Частица массы m в момент времени $t=0$ начинает двигаться под действием постоянной силы F . Найти скорость частицы и пройденный ею путь в зависимости от времени.

Механические колебания. Кинематика колебаний.

Занятие № 18. (10 неделя).

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

Задача 1. Записать закон движения гармонически колеблющейся точки с амплитудой 10 см, периодом 4 с и начальной фазой, равной нулю.

Задача 2. Закон движения гармонического колебания имеет вид $x = A \sin(\omega t + \varphi)$. Определить скорость колеблющейся точки, её ускорение. При каком условии скорость и ускорение будут иметь максимальные значения?

Задача 3. Записать выражение для закона движения гармонически колеблющейся точки с амплитудой 5 см, если в одну минуту она совершала 150 колебаний и начальная фаза колебаний равна 45° .

Задача 4. Начертить на одном графике кривые четырех гармонических колебаний точек с одинаковыми амплитудами, одинаковыми периодами, но имеющими разность фаз $\pi/4$, $\pi/2$, π , 2π ?

Задача 5. Определить максимальные значения скорости и ускорения точки, совершающей гармонические колебания с амплитудой 3 см и циклической частотой $\omega = \pi/2 \text{ с}^{-1}$.

Задача 6. Точка одновременно совершает два гармонических колебания, происходящих во взаимно перпендикулярных направлениях и выражаемых уравнениями $x = 0,5 \sin(\omega t)$ см и $y = 2 \cos(\omega t)$ см. Найти уравнение траектории и построить её.

Задача 7. Точка совершает гармонические колебания с частотой 10 Гц. В момент, принятый за начальный, точка имела максимальное смещение 1 мм. Написать уравнение колебаний точки и начертить график.

Задача 8. Материальная точка массой 20 г совершает гармонические колебания с периодом 9 с. Начальная фаза колебаний 10 градусов. Через сколько времени от начала движения смещение точки достигнет половины амплитуды? Найти амплитуду, максимальную скорость, ускорение точки, если полная энергия равна 0,01 Дж.

Задача 9. Складываются два колебания одинакового направления, выраженные уравнениями: $x_1 = A_1 \cos 2\pi/T(t+\tau_1)$ и $x_2 = A_2 \cos 2\pi/T(t+\tau_2)$, где $A_1 = 3$ см,

$A_2 = 2$ см, $\tau_1 = 1/6$ с, $\tau_2 = 1/3$ с, $T = 2$ с. Построить векторную диаграмму сложения этих колебаний и написать уравнение результирующего колебания.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно

Задача 1. Уравнение гармонических колебаний некоторой точки задано уравнением $x(t) = A \cos(\omega(t+\tau))$, где $\omega = \pi$ рад/с, $\tau = 0,2$ с. Найти период колебаний и начальную фазу.

Задача 2. Зная уравнение колебательного движения материальной точки $x(t) = A \cos(\pi t + \varphi_0)$, амплитуду $A = 4$ см, определить начальную фазу колебаний, если смещение в начальный момент времени $x(0) = 2$ см. Найти скорость и ускорение для момента времени 1 с.

Задача 3. Точка перемещается по круговой траектории радиусом 0.1 м против хода часовой стрелки с периодом 6 с. Записать уравнение движения точки, найти для момента времени 1 с смещение, скорость и ускорение точки. В начальный момент времени $x(0) = 0$ см.

Задача 4. При нулевой начальной фазе гармонические колебания точки происходят таким образом, что наибольшее значение скорости достигает величины 10 см/с, а максимальное ускорение 100 см/с^2 . Найти циклическую частоту, период и амплитуду.

Задача 5. Точка совершает колебания по закону $x = A \cos(\omega t + \varphi)$, $A = 2$ см, $\omega = \pi \text{ с}^{-1}$, $\varphi = \pi/4$ рад. Построить графики зависимости от времени смещения $x(t)$, скорости $v(t)$, ускорения $a(t)$.

Задача 6. Материальная точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных гармонических колебаниях, уравнения которых: $x = A_1 \cos(\omega_1 t)$ и $y = A_2 \cos(\omega_2 t)$, где $A_1 = 1$ см, $A_2 = 2$ см, $\omega_1 = \pi \text{ с}^{-1}$, $\omega_2 = \pi/2 \text{ с}^{-1}$. Определить траекторию точки.

Механические колебания. Динамика колебаний.

Занятие № 19. (11 неделя).

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

Задача 1. Однородный диск радиусом 30 см колеблется около горизонтальной оси, проходящей через одну из образующих цилиндрической поверхности диска. Определить период колебаний этого физического маятника.

Задача 2. Твердое тело плотностью ρ , в виде параллелепипеда плавает в воде. Определить период малых колебаний тела после того как его сместили из положения равновесия. Высота параллелепипеда равна h .

Задача 3. Однородный диск массой 3 кг и радиусом 20 см скреплен с тонким стержнем, другой конец которого прикреплен неподвижно к потолку. Отношение приложенного вращательного момента сил к углу закручивания у стержня равно 6 Н м/рад. Определить частоту малых крутильных колебаний.

Задача 4. Через неподвижный блок представляющий собой сплошной цилиндр массой 8 кг и который может вращаться вокруг горизонтальной оси без трения, перекинута невесомая и нерастяжимая нить. К одному концу нити прикреплена пружина жёсткостью 1000 Н/м к другому концу нити прикреплен груз массой 6 кг. Груз удерживается в положении, при котором пружина не растянута, второй конец пружины присоединен к горизонтальной поверхности (к полу). Найти закон движения груза после его освобождения. Проскальзывание нити по блоку отсутствует.

Задача 5. Тело массой 1 кг может без трения скользить по горизонтальной поверхности. Тело прикреплено одновременно (параллельно) к двум пружинам с жёсткостью 1000 Н/м и 800 Н/м. Определить максимальное значение скорости тела во время его малых собственных колебаний с амплитудой 1 см

Задача 6. Пуля массой 10 г летит горизонтально со скоростью 500 м/с и попадает в тело массой 5 кг, соединённое с горизонтальной пружиной. Тело вместе с застрявшей в ней пулей смещается из положения равновесия на 10 см. Записать уравнение возникших гармонических колебаний.

Задача 7. Материальная точка массой 1 кг, соединённая с горизонтальной пружиной колеблется гармонически с амплитудой 0.1 м. Период колебаний составляет 2 с. В начальный момент времени точка имеет максимальное смещение из положения статического равновесия. Определить величину кинетической и потенциальной энергии для момента времени 1,5 с.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно

Задача 1. Небольшое тело массой 1 кг соединённое с горизонтальной пружиной, совершает малые колебания с амплитудой 10 см, максимальное

значение энергии достигает величины 50 Дж. Через какой промежуток времени смещение точки после начала движения достигнет половины амплитуды?

Задача 2. Ареометр совершает колебания в воде с периодом 2 с. Каков будет период колебаний при опускании ареометра в бензин с плотностью 730 кг/м^3 ?

Задача 3. Тело массой 1 кг может без трения скользить по горизонтальной поверхности. Тело прикреплено к двум пружинам с жёсткостью 1000 Н/м и 800 Н/м, пружины соединены последовательно. Определить максимальное значение скорости тела во время его малых собственных колебаний с амплитудой 1 см

Задача 4. Определить частоту малых колебаний тонкого однородного стержня массой 1 кг и длиной 1 м вокруг горизонтальной оси проходящей через верхний конец стержня, если нижний конец стержня присоединён к пружине жёсткостью 100 Н/м. В статическом положении стержень вертикален и пружина не деформирована.

Задача 5. На стержне длиной 30 см укреплены два одинаковых грузика, один в середине, другой - на одном из его концов. Стержень с грузиками колеблется около горизонтальной оси, проходящей через свободный конец стержня. Определить период колебаний такой системы. Массой стержня пренебречь.

Задача 6. Частица массой 0,01 кг совершает гармонические колебания с периодом 2 с. Полная энергия колеблющейся частицы 0,1 мДж. Определить амплитуду колебаний и наибольшее значение силы действующей на частицу.

Задача 7. Материальная точка массой 0,1 кг совершает гармонические колебания при нулевой начальной фазе с периодом 10 с. За какое время с момента начала движения точка сместится на половину амплитуды 0,2 м. Какой кинетической энергией будет обладать точка?

Задача 8. Записать уравнение гармонических колебаний, если известно, что максимальное значение кинетической энергии 1 мкДж, максимальная возвращающая сила 1 мН, период колебаний 1 с и начальная фаза $\pi/4$.

Механические колебания. Собственные затухающие колебания.

Занятие № 20. (11 неделя).

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

Задача 1. Амплитуда затухающих колебаний математического маятника за время 5 мин уменьшилась в два раза. За какое время, считая от начального момента, амплитуда уменьшится в восемь раз?

Задача 2. Определить период затухающих колебаний, если период собственных колебаний системы без потерь равен 1 с, а логарифмический декремент составляет 0,628.

Задача 3. При затухающих колебаниях за время 0,25 Т смещение тела составило 4,5 см, период колебаний 8 с, логарифмический декремент 0,8, начальная фаза равна нулю. Записать уравнение затухающих колебаний и представить его графически.

Задача 4. Математический маятник в течение 120 с уменьшил амплитуду колебаний в 4 раза. Определить величину логарифмического декремента, если длина нити маятника составляет 2,28 м.

Задача 5. Математический маятник длиной 1,09 м колеблется в вязкой среде с коэффициентом затухания 0,3. Во сколько раз должен возрасти коэффициент затухания, чтобы гармонические колебания оказались невозможными?

Задача 6. Колебания некой точки происходят в соответствии с уравнением $x(t) = 100 \exp(-0,01t) \cos(8\pi t)$. Определить амплитуду после того, как будут выполнены 100 полных колебаний.

Задача 7. Математический маятник длиной 2 м колеблется в среде с логарифмическим декрементом 0,01, так что энергия колебаний уменьшилась в 10 раз. Какое время прошло при этом с момента начала колебаний?

Задача 8. Тело массой 1 кг находится в вязкой среде с коэффициентом сопротивления 0,05 кг/с. Тело соединено с двумя одинаковыми недеформированными пружинами жесткостью 50 Н/м. Определить логарифмический декремент при возникновении малых колебаний, период колебаний и коэффициент затухания.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно

Задача 1. Логарифмический декремент затухания маятника равен 0,003. Определить число полных колебаний, которые совершит маятник при уменьшении амплитуды в два раза.

Задача 2. Задано уравнение затухающих колебаний точки $x(t) = 10 \exp(-0,1t) \sin(\pi t/3)$. Найти зависимость скорости движения точки от времени, и представить её графически.

Задача 3. Математический маятник колеблется в среде, обеспечивающей величину логарифмического декремента 0,5. Во сколько раз уменьшится амплитуда колебаний по истечению одного полного периода колебаний.

Задача 4. Математический маятник колеблется в среде с коэффициентом затухания 0,045. Определить время в течении которого амплитуда колебаний уменьшится в 10 раз.

Задача 5. Амплитуда затухающих колебаний за время 100 с уменьшилась в 20 раз. Во сколько раз амплитуда уменьшится за время 200 с?

Задача 6. Математический маятник длиной 2 м, колеблющийся в среде с потерями, за время 10 мин потерял 50% своей энергии. Определить логарифмический декремент затухания.

Задача 7. Определить число полных колебаний, в течении которых энергия системы уменьшилась в два раза. Логарифмический декремент колебаний равен 0,01.

Задача 8. Тело массой 5 кг совершает гармонические затухающие колебания. За первые 50 с колебаний тело теряет 60% своей первоначальной энергии. Определите коэффициент сопротивления среды.

Механические колебания. Вынужденные колебания.

Занятие № 21. (12 неделя).

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

Задача 1. Тепловоз массой $1,6 \cdot 10^5$ кг имеет четыре рессоры жесткость каждой, из которых равна 500 кН/м. При какой скорости равномерного движения

тепловоз будет наиболее сильно раскачиваться в направлении вертикальной оси, если расстояние между стыками рельс 12,8 м.

Задача 2. Через ручей переброшена длинная упругая доска. Когда девочка стоит посередине доски она прогибается на расстояние 10 см. Когда же она переходит ручей по доске со скоростью 3,6 км/ч, то доска начинает раскачиваться в вертикальном направлении. Определить длину шага, при котором возникает вероятность падения девочки в воду.

Задача 3. Определить через какой промежуток времени установятся вынужденные колебания в системе с добротностью 10^6 при частоте собственных колебаний 5 крад/с в результате воздействия внешней возбуждающей периодической силы.

Задача 4. Определить на сколько герц резонансная частота отличается от частоты собственных колебаний системы 1 кГц, характеризуемой затуханием 400 с^{-1} .

Задача 5. Период собственных колебаний пружинного маятника равен 0,55 с. При погружении маятника в вязкую жидкость период стал равным 0,56 с. Найти резонансную частоту колебаний.

Задача 6. Колебательная система совершает вынужденные колебания в среде с коэффициентом сопротивления 10^{-3} кг/м. Считая сопротивление малым определить амплитудное значение возмущающей силы, если на резонансе амплитуда колебаний составила $5 \cdot 10^{-3}$ м, собственная частота колебаний системы составляет 10 Гц.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно

Задача 1. Упругая балка, на которой установлен двигатель, прогнулась под его весом на 1 мм. Определить частоту вращения двигателя, при которой может возникнуть опасность резонанса.

Задача 2. На осциллятор массы m без затухания с собственной частотой ω_0 действует периодическая вынуждающая сила $F(t) = F_0 \cos \omega t$. При каких начальных условиях будут протекать только вынужденные колебания? Найти закон изменения смещения $x(t)$.

Задача 3. Определить разность фаз между смещением и вынуждающей силой на резонансе смещения, если собственная частота колебаний равна 50 рад/с, коэффициент затухания $5,2 \text{ с}^{-1}$.

Задача 4. Автомобиль массой 1000 кг проходит испытания на устойчивость к переменным нагрузкам, для чего сзади он соединен с упругим элементом жесткостью 0,7 МН/м. К автомобилю спереди прикладывают гармоническую силу $F(t) = 10^5 \sin 15t$. Определить, пренебрегая сопротивлением воздуха и силами трения уравнение движения автомобиля.

Задача 5. К пружине жесткостью 10 Н/м подвешено тело массой 0,1 кг. Тело совершает вынужденные колебания в среде, обладающей сопротивлением 0,02 кг/с. Найти коэффициент затухания, амплитуду резонансных колебаний, если амплитуда возмущающей силы равно 0,01 Н.

Задача 6. Частота собственных колебаний системы 100 Гц, резонансная частота 99 Гц. Найти добротность этой колебательной системы.

Механические волны. Акустика.

Занятие № 22. (13 неделя).

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

Задача 1. Задано уравнение плоской бегущей волны $\xi(x, t) = 5 \cdot 10^{-3} \cos(628t - 2x)$. Найти частоту колебаний частиц среды, длину волны, фазовую скорость распространения волны, амплитудное значение скорости и ускорения.

Задача 2. Вычислить скорость распространения продольных акустических волн в алюминии, латуни, никеле, серебре, и органическом стекле.

Задача 3. Услышав, пришедший сверху звук пролетающего самолёта, наблюдатель обнаружил его визуально под углом 45 градусов к горизонту. Определить скорость самолёта и расстояние до него, если звук распространялся в течение 2 с.

Задача 4. Определить длину бегущей волны, если в стоячей волне расстояние между первой и восьмой пучностями составляет 0,15 м.

Задача 5. Мимо неподвижного наблюдателя проходит электропоезд. При приближении электропоезда наблюдатель воспринимает кажущуюся частоту сирены 1100 Гц, а при удалении 900 Гц. Определить скорость электропоезда и истинную частоту излучаемого звука.

Задача 6. Интенсивность акустических волн равна 10^{-10} Вт/м² и 10^{-3} Вт/м². Определить уровень акустической мощности в децибелах.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно

Задача 1. Плоская упругая волна генерируется источником колебаний с частотой 200 Гц с амплитудным значением смещения 4 мм. Записать уравнение колебаний среды для случая $\xi(0, t)$, если в начальный момент времени смещение максимально. Определить смещение точек среды через время 0.1 с на удалении от источника 1 м, принимая скорость распространения волнового движения 300 м/с.

Задача 2. Звуковые колебания распространяются в азоте при температуре 300 К. Определить скорость звука.

Задача 3. Из корабельного орудия, установленного на максимальную дальность стрельбы, вылетает снаряд с начальной скоростью 500 м/с и поражает надводную цель. Через какой промежуток времени канониры услышат звук взрыва, если движение снаряда в воздухе происходит с малым сопротивлением.

Задача 4. Определить длину бегущей волны, если в стоячей волне расстояние между первым и четвертым узлом составляет 0,15 м.

Задача 5. В момент прохождения электропоезда мимо неподвижного наблюдателя он воспринимает скачкообразное изменение тональности сирены локомотива. Определить относительное изменение частоты, если скорость поезда равна 15 м/с.

Задача 6. Пройдя через звукоизолирующую конструкцию, акустическая волна уменьшила уровень своей интенсивности на 30 дБ. Во сколько раз при этом уменьшилась интенсивность звука.

Элементы механики жидкостей.

Гидростатика, гидродинамика идеальной жидкости.

Занятие № 23. (14 неделя).

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

Задача 1. Полый шар плавает в жидкости, погружаясь в неё на одну треть. Плотность жидкости в четыре раза меньше плотности вещества шара. Какую долю объема шара составляет его полость?

Задача 2. Шарик, подвешенный на пружине, опускают в воду. Растяжение пружины уменьшается при этом в 1,5 раза. Вычислите плотность материала шарика.

Задача 3. Шарик, плотность которого 400 кг/м^3 , погруженному в воду на глубину 1 м, сообщают горизонтальную скорость 4 м/с. Какое расстояние по горизонтали шарик проходит в воде? Сопротивлением воды пренебречь.

Задача 4. За 15 мин по трубе диаметром 2 см протекает 50 кг воды. Найти скорость течения.

Задача 5. По горизонтальной трубе переменного сечения течет идеальная жидкость. Диаметр первого сечения трубы в 1,5 раза больше диаметра второго сечения. Определить скорость течения жидкости через второе сечение, если скорость течения жидкости через первое сечение равна 20 см/с.

Задача 6. Площадь поршня в шприце равна S_1 , а площадь отверстия на выходе S_2 . Ход поршня равен L . На поршень действует сила F . Найти скорость и время вытекания инъекции из шприца, если он расположен горизонтально, а скорость поршня постоянна.

Задача 7. В дне сосуда проделано отверстие сечением S_1 . В сосуд наливают воду вязкостью, которой можно пренебречь, до высоты h и уровень её поддерживается постоянным. Определите площадь поперечного сечения струи, вытекающей из сосуда на расстоянии $3h$ от его дна. Считать, что струя не разбрызгивается.

Задача 8. Пластина массой 10 кг удерживается на месте в горизонтальном положении струей воды, бьющей вертикально вверх из сопла имеющего

площадь поперечного сечения 12 см^2 . Скорость истечения воды постоянна и равна 5 м/с . На какой высоте удерживается пластина, если струя после удара разлетается строго в горизонтальной плоскости.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно

Задача 1. В цилиндрический сосуд налиты ртуть и вода, причем их массы одинаковы. Общая высота столба жидкости 1 м . Определить давление на дно сосуда.

Задача 2. Тело плавает в воде, причем под водой находится половина его объема. С каким ускорением надо двигать вверх сосуд, чтобы под водой оказалось все тело?

Задача 3. Определить зависимость силы давления от времени, на дно кастрюли, если в неё падает струя воды из крана, расположенного на высоте h , расход воды равен Q и площадь дна S .

Задача 4. Найти скорость течения газа по трубе, если известно, что за время 30 мин через поперечное сечение трубы протекает масса газа $0,51 \text{ кг}$. Плотность газа $7,5 \text{ кг/м}^3$ и диаметр трубы 2 см .

Задача 5. Определить скорость истечения идеальной жидкости из малого отверстия в боковой поверхности цилиндрического сосуда, если высота уровня жидкости над отверстием составляет $1,5 \text{ м}$.

Задача 6. По горизонтально расположенному водомеру протекает вода. Пренебрегая вязкостью воды, определить массовый расход, если разность уровней в манометрических трубках равна 8 см , а сечения трубы равны 6 см^2 и 12 см^2 .

Задача 7. Вода подается фонтан из большого цилиндрического бака и бьет из отверстия со скоростью 12 м/с . Диаметр бака равен 2 м , диаметр сечения отверстия равен 2 см . Найти скорость понижения воды в баке, давление под которым вода подается в фонтан.

Задача 8. Цилиндрический сосуд с водой вращается с постоянной угловой скоростью ω вокруг неподвижной оси. Определить форму свободной поверхности воды, распределение давления на дне сосуда вдоль радиуса, если в центре оно равно p_0 .

Элементы механики жидкостей. Движение реальной жидкости.

Занятие № 24. (15 неделя).

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

Задача 1. Свинцовый шарик диаметром 2 мм падает с постоянной скоростью 3,6 см/с в сосуде, наполненном глицерином. Найти коэффициент вязкости глицерина.

Задача 2. В боковую поверхность цилиндрического сосуда диаметр, которого 50 см вставлен капилляр с внутренним диаметром 0,5 см и длиной 20 см. В сосуд налита жидкость с динамической вязкостью 0,1 Па·с. Определить скорость понижения уровня жидкости в сосуде, если высота этого уровня над капилляром 10 см.

Задача 3. На столе стоит сосуд, в боковую поверхность которого вставлен горизонтальный капилляр на высоте 5 см от дна сосуда. Внутренний радиус капилляра 1 мм и длина 1 см. В сосуд налито машинное масло, плотность которого $0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ и динамическая вязкость 0,5 Па·с. Уровень масла в сосуде поддерживается постоянным на высоте 50 см выше капилляра. На каком расстоянии от конца капилляра струя масла падает на стол?

Задача 4. Прибор для измерения вязкости жидкостей вискозиметр представляет собой два коаксиальных цилиндра. Один из них внешний диаметром 10,6 см неподвижен. Другой внутренний диаметром 10,3 см вращается с постоянной частотой 62 об/мин. Исследуемая жидкость помещена в зазор между цилиндрами до уровня 12 см. Определите вязкость жидкости, если указанная частота вращения обеспечивается моментом сил 0,024 Н·м.

Задача 5. Определить объем жидкости протекающей в течение 10 мин через трубопровод диаметром 1 см и длиной 15 м, если изменение давления на концах равно 3,5 атм. Коэффициент вязкости $1 \cdot 10^{-3}$ Па·с.

Задача 6. Дождевая капля радиусом 0,5 мм падает в воздухе, с коэффициентом динамической вязкости $1,2 \cdot 10^{-5}$ Па·с. Какую наибольшую скорость может приобрести капля?

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно

Задача 1. Две свинцовые дробинки с диаметрами 3 мм и 1 мм опустили в бак с вязкой жидкостью высотой 1 м, какие дробинки упадут на дно бака позже?

Если плотность свинца $11,3 \text{ г/см}^3$, а плотность вязкой жидкости $1,26 \text{ г/см}^3$ и её динамическая вязкость $1,48 \text{ Па}\cdot\text{с}$.

Задача 2. Пробковый шарик радиусом 5 мм всплывает в сосуде, наполненном вязкой жидкостью. Найти динамическую и кинематическую вязкость жидкости, если шарик всплывает с постоянной скоростью $3,5 \text{ см/с}$.

Задача 3. В боковую поверхность цилиндрического сосуда радиусом 20 см , вставлен горизонтальный капилляр. Внутренний радиус, которого 1 мм и длина 2 см . В сосуд налита вязкая жидкость, динамическая вязкость которой $1,2 \text{ Па}\cdot\text{с}$. Найти зависимость понижения уровня жидкости в сосуде от высоты этого уровня над капилляром.

Задача 4. Тонкий горизонтальный диск радиусом 10 см расположен в цилиндрической полости с маслом, вязкость которого $8 \text{ мПа}\cdot\text{с}$. Зазоры между диском и горизонтальными стенками полости одинаковы и равны 1 мм . Определите мощность, которую развивают силы вязкости, действующие на диск при его вращении с постоянной угловой скоростью 60 рад/с .

Задача 5. Выведите уравнение для определения расхода воды через трубопровод диаметром 1 см и длиной 15 м , если изменение давления на его концах составляет $3,5 \text{ атм}$. Коэффициент вязкости $10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$.

Задача 6. Радиус аорты равен 1 см , вязкость крови $4 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$. Определить перепад давления на отрезке аорты протяжённостью 2 см при средней скорости крови 30 см/с .

Занятие по проведению контрольной аудиторной работы № 2. (16 неделя).

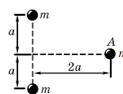
Гравитация. Закон всемирного тяготения.

Космические скорости. Законы Кеплера.

Занятие № 25. (17 неделя).

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

Задача 1. Три одинаковых шара массой 10 кг каждый расположены так, как показано на рисунке. Найдите силу, действующую на шар А со стороны двух других. Расстояние $a=10 \text{ см}$.

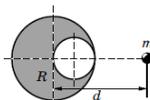


Задача 2. Спутник движется по круговой орбите на высоте 300 км над поверхностью Земли. Какую минимальную добавочную скорость нужно сообщить спутнику, чтобы он стал искусственным спутником Солнца?

Задача 3. Два шара, массами 10 кг и 90 кг, расположены на расстоянии 10 м друг от друга. На каком расстоянии от первого шара, и какой массы надо поместить третий шар, чтобы он находился в равновесии?

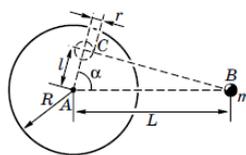
Задача 4. Космический корабль находится внутри Солнечной системы на том же расстоянии от Солнца, что и Земля, но вдали от Земли. Какую минимальную скорость нужно сообщить кораблю, чтобы он покинул Солнечную систему? Расстояние от Земли до Солнца $1,5 \cdot 10^8$ км.

Задача 5. В свинцовом шаре радиусом R сделана сферическая полость. Масса шара без полости M . Определить, с какой силой свинцовый шар с полостью будет притягивать



маленький шарик массой m , находящийся на расстоянии $d \gg R$ от центра свинцового шара.

Задача 6. Свинцовый шар радиусом 50 см имеет внутри сферическую полость радиусом 5 см, центр которой находится на расстоянии 40 см от центра шара. С какой силой будет притягиваться к шару материальная точка массой 10 г, находящаяся на расстоянии 80 см от центра шара. Отрезок AC составляет с линией AB угол 60° .



Задача 7. Вычислить силу тяготения, действующую на материальную точку массой m , находящуюся внутри Земли на расстоянии r от центра. Радиус и плотность Земли считать известными.

Задача 8. Две звезды массами m_1 и m_2 находятся на расстоянии L друг от друга. Найдите модуль и направление ускорения свободного падения в точке, находящейся на расстояниях r_1 и r_2 от первой и второй звезд соответственно.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно.

Задача 1. Во сколько раз изменится сила притяжения двух соприкасающихся одинаковых шаров, если их заменить шарами из того же материала, увеличив в 2 раза радиусы?

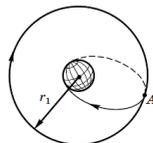
Задача 2. Найти вторую космическую скорость для Луны. Соппротивлением среды пренебречь. Ускорение свободного падения на поверхности Луны и радиус Луны представлены через ускорение свободного падения и радиус Земли: $g_{л}=g_{з}/5,76$ и $R_{л}=R_{з}/3,75$.

Задача 3. Рассчитайте третью космическую скорость, т.е. минимальную скорость, которую надо сообщить космическому кораблю, стартующему с Земли, чтобы он смог покинуть пределы Солнечной системы.

Задача 4. Определить гравитационную силу, действующую на материальную точку массой m со стороны тонкого однородного стержня массой M и длиной L , если точка расположена на оси стержня на расстоянии a от его ближайшего конца.

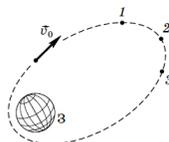
Задача 5. Космический корабль движется вокруг Земли по круговой орбите на высоте 200 км от её поверхности. При включении ракетного двигателя на короткое время скорость корабля увеличилась на 10 м/с, а траектория движения стала эллипсом с максимальным удалением от поверхности Земли 234 км. С какой скоростью движется космический корабль в точке максимального удаления от поверхности Земли?

Задача 6. Космический корабль движется вокруг Земли по орбите r_1 . В точке А включают тормозные двигатели, и корабль переходит на эллиптическую орбиту. Определить. Через какое время он приземлится.



Задача 7. Сколько времени падало бы на Солнце тело с расстояния, равного радиусу земной орбиты?

Задача 8. Спутник движется вокруг Земли по эллиптической орбите, Укажите для точек 1, 2, 3 направление силы, действующей на спутник, и направление его ускорения. Что можно сказать о тангенциальном ускорении в этих точках?



Задача 9. Большая полуось эллиптической орбиты первого искусственного спутника Земли меньше большой полуоси орбиты второго спутника на 800 км. Период обращения вокруг Земли первого спутника в начале его движе-

ния был 96,2 мин. Найдите большую полуось орбиты второго спутника Земли и период его обращения вокруг Земли. Большая полуось орбиты Луны 384400 км, период движения Луны вокруг Земли 27,3 суток.

Задача 10. Определить минимальное удаление от поверхности Земли первого искусственного спутника, если известны следующие данные: максимальное удаление спутника от поверхности Земли 900 км, период обращения спутника вокруг Земли 96 мин, большая полуось лунной орбиты 384400 км, период обращения Луны вокруг Земли 27,3 суток.

Деформации. Основы теории упругости.

Занятие № 26. (18 неделя).

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории

Задача 1. К стальному стержню длиной 30 см и сечением 2 см^2 подвешен груз массой 3 т. Определите относительное удлинение стержня и энергию упругой деформации стержня. Модуль Юнга равен $2 \cdot 10^{11}$ Па.

Задача 2. К проволоке из углеродистой стали длиной 1,5 м и диаметром 2 мм подвешен груз массой 110 кг. Принимая для стали, модуль Юнга 216 ГПа и предел прочности 330 МПа, определить какую долю первоначальной длины составляет удлинение проволоки при этом грузе.

Задача 3. К стальной проволоке длиной 1 м и радиусом 1 мм подвесили груз массой 100 кг. Найти работу растяжения проволоки.

Задача 4. Определить относительное удлинение алюминиевого стержня если при его растяжении затрачена работа 7 Дж. Длина стержня 1 м, площадь поперечного сечения 1 мм^2 , модуль Юнга для алюминия 70 ГПа.

Задача 5. Железная проволока длиной 5 м висит вертикально. Насколько изменится объем проволоки, если к ней привязать гирию массой 10 г? Коэффициент Пуассона для железа 0,3.

Задача 6. Найти относительное изменение плотности цилиндрического медного стержня при сжатии его давлением 10^8 Па. Коэффициент Пуассона меди 0,34.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно

Задача 1. Найти коэффициент Пуассона, при котором объем проволоки при растяжении не меняется.

Задача 2. Найти потенциальную энергию проволоки длиной 5 см и диаметром 0,04 мм, закрученной на угол $10'$. Модуль сдвига материала проволоки $6 \cdot 10^{10}$ Па.

Задача 3. Имеется резиновый шланг длиной 50 см и внутренним диаметром 1 см. Шланг натянули так, что его длина стала на 10 см больше. Найти внутренний диаметр натянутого шланга, если коэффициент Пуассона для резины 0.5.

Задача 4. Из резинового шнура длиной 42 см и радиусом 3 мм сделана рогатка. Мальчик, стреляя из рогатки, растянул резиновый шнур на 20 см. Найти модуль Юнга для этой резины, если известно, что камень массой 0,02 кг, пущенный из рогатки, полетел со скоростью 20 м/с. Изменением сечения шнура при растяжении пренебречь.

Задача 5. С крыши дома свешивается стальная проволока длиной 40 м и диаметром 2 мм. Какую нагрузку может выдержать эта проволока? Насколько удлинится эта проволока, если на ней повиснет человек массой 70 кг? Будет ли наблюдаться остаточная деформация. Когда человек отпустит проволоку? Предел прочности стали 294 МПа.

Задача 6. Определить длины медной и свинцовой проволок, которые, будучи подвешены вертикально, начнут рваться под действием собственной силы тяжести. Пределы прочности меди и свинца равны 245 МПа и 20 МПа соответственно.

Варианты контрольных аудиторных работ.

Вариант 1

Задача 1. Зависимость пройденного пути от времени имеет вид $S=A+B \cdot t+C \cdot t^2+D \cdot t^3$, где $C=0.14$ м/с² и $D=0.01$ м/с². Через какое время тело будет иметь ускорение 1 м/с²?

Задача 2. Колесо, вращаясь равноускоренно, достигло угловой скорости 20 рад/с через 10 оборотов после начала вращения. Найти угловое ускорение колеса.

Задача 3. Две гири массами 2 кг и 1 кг соединены нитью и перекинуты через невесомый блок. Найти ускорение гирь и силу натяжения нити. Трения нет.

Задача 4. Человек, стоящий на неподвижной тележке, бросает в горизонтальном направлении камень массой 2 кг . Тележка с человеком покатилась назад, и в момент бросания ее скорость равна 0.1 м/с . Масса тележки с человеком 100 кг . Найти кинетическую энергию брошенного камня через 0.5 с после начала движения.

Задача 5. К ободу однородного диска радиусом 0.2 м приложена касательная сила 100 Н . При вращении на диск действует момент сил трения $98 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Найти массу диска если он вращается с угловым ускорением 100 рад/с^2 .

Вариант 2

Задача 1. Модуль скорости частицы меняется со временем по закону $v = ft + b$, где f и b положительные постоянные. Модуль ускорения $a = 3f$. Найти тангенциальное и нормальное ускорения, а также радиус кривизны траектории в зависимости от времени.

Задача 2. Однородный шар радиусом 20 см скатывается без скольжения с вершины сферы радиусом 50 см . Определите угловую скорость шара после отрыва от поверхности сферы.

Задача 3. На однородный сплошной цилиндр массы M и радиусом R плотно намотана легкая нить, к концу которой прикреплено тело массы m . Пренебрегая трением в оси цилиндра, найти зависимость от времени угловой скорости цилиндра.

Вариант 3

Задача 1. Твердое тело вращается вокруг неподвижной оси по закону $\varphi = at - bt^3$, где a и b положительные постоянные. Найти значения модулей угловой скорости и углового ускорения.

Задача 2. Человек массой 60 кг , стоящий на краю горизонтальной платформы

радиусом 1 м и массой 120 кг, вращающейся по инерции вокруг неподвижной вертикальной оси с частотой 0.17 с^{-1} , переходит к ее центру. Определите работу, совершаемую человеком при переходе от края платформы к ее центру.

Задача 3. На однородный сплошной цилиндр массы M и радиусом R плотно намотана легкая нить, к концу которой прикреплено тело массы m . Пренебрегая трением в оси цилиндра, найти зависимость от времени кинетической энергии системы.

Вариант 4

Задача 1. Материальная точка движется в плоскости xOy по закону: $x = at$, $y = bt - ct^2$, где a , b , c - константы. Найти в момент времени $t = 3$ сек: а) скорость и ускорение; б) уравнение траектории.

Задача 2. По горизонтальному столу может катиться без скольжения цилиндр массой m , на который намотана нить. Ко второму концу нити, переброшенному через легкий блок, подвешен груз той же массы. Система предоставлена самой себе. Найти ускорение груза и силу трения между цилиндром и столом.

Задача 3. На гладкой горизонтальной плоскости лежит однородный диск радиуса R . На него осторожно опустили другой такой же диск, предварительно сообщив ему угловую скорость ω . Через сколько времени оба диска будут вращаться с одной и той же угловой скоростью, если коэффициент трения между дисками равен k ?

Вариант 5

Задача 1. Частица движется в плоскости xy со скоростью $\mathbf{v} = a\mathbf{i} + b\mathbf{xj}$. В начальный момент частица находится в точке $\mathbf{x} = \mathbf{y} = \mathbf{0}$. Найти а) закон движения и ускорение; б) уравнение траектории.

Задача 2. Найти линейное ускорение центра масс шара, скатывающегося без скольжения с наклонной плоскости. Угол наклона плоскости 30 градусов, начальная скорость тела равна нулю. Сравнить найденное ускорение с ускорением тела, соскальзывающего с наклонной плоскости при отсутствии трения.

Задача 3. На гладкой горизонтальной плоскости лежит однородный диск радиуса R . На него осторожно опустили другой такой же диск, предварительно сообщив ему угловую скорость w . Через сколько времени оба диска будут вращаться с одной и той же угловой скоростью, если коэффициент трения между дисками равен k ?

Вариант 6

Задача 1. Диск радиусом 5 см вращается вокруг неподвижной оси так, что зависимость угловой скорости от времени задается уравнением $\omega = 2 A t + 5 B t^4$, ($A = 2, B = 1$). Определить для точек на ободе диска к концу первой секунды после начала движения: 1) полное ускорение; 2) число оборотов, сделанных диском.

Задача 2. Через неподвижный блок в виде однородного сплошного цилиндра массой 160 г перекинута невесомая нить, к концам которой подвешены грузы массами 200 г и 300 г. Пренебрегая трением в оси блока определить: 1) ускорение грузов; 2) силы натяжения нитей.

Задача 3. На гладкой горизонтальной плоскости лежит однородный диск радиуса R . На него осторожно опустили другой такой же диск, предварительно сообщив ему угловую скорость w . Через сколько времени оба диска будут вращаться с одной и той же угловой скоростью, если коэффициент трения между дисками равен k ?

Вариант 7

Задача 1. Радиус-вектор частицы относительно начала координат изменяется со временем по закону $\vec{r} = 2t\vec{i} + 8t^2\vec{j}$. Определить модули скорости и ускорения частицы в момент времени 5 с, какова траектория частицы.

Задача 2. Твердое тело вращается вокруг неподвижной оси по закону, $\varphi = at - bt^3$ где a и b положительные постоянные. Найти значения модулей угловой скорости и углового ускорения.

Задача 3. Через неподвижный блок в виде однородного сплошного цилиндра массой 160 г перекинута невесомая нить, к концам которой подвешены грузы массами 200 г и 300 г. Пренебрегая трением в оси блока определить ускорение грузов.

Задача 4. На нити длиной 50 см подвесили груз. Какую минимальную горизонтальную скорость надо ему сообщить, чтобы он сделал полный оборот в вертикальной плоскости.

Задача 5. К ободу однородного сплошного диска массой 10 кг, насаженного на ось, приложена постоянная касательная сила 30 Н. Определить кинетическую энергию через 4 с после начала действия силы.

Вариант 8

Задача № 1. Радиус-вектор материальной точки изменяется со временем по закону $\mathbf{r} = t^3\mathbf{i} + 3t^2\mathbf{j}$. Определите модуль скорости и модуль ускорения.

Задача № 2. Диск вращается вокруг неподвижной оси так, что зависимость угла поворота радиуса диска от времени задается уравнением $\varphi = At^2$. Определите к концу второй секунды после начала движения угловую скорость диска.

Задача № 3. С вершины клина, длина которого 2 м и высота 1 м, начинает скользить небольшое тело. Коэффициент трения между телом и клином 0,15. Определить ускорение, с которым движется тело.

Задача № 4. Пуля массой 15 г, летящая горизонтально со скоростью 200 м/с, попадает в баллистический маятник длиной 1 м и массой 1.5 кг и застревает в нем. Определите угол отклонения маятника.

Задача № 5. Найти линейное ускорение центра масс шара скатывающегося без скольжения с наклонной плоскости. Угол наклона плоскости 30° , начальная скорость равна нулю.

Вариант 9

Задача 1. В дне цилиндрического сосуда диаметром 0,5 м имеется круглое отверстие диаметром 1 см. Найти зависимость скорости понижения уровня воды в сосуде от высоты этого уровня. Найти значение этой скорости для высоты 0,2 м.

Задача 2. Диск вращается вокруг вертикальной оси с частотой 30 об/мин. На расстоянии 20 см от оси вращения на диске лежит тело. Каким должен быть коэффициент трения между телом и диском, чтобы тело не скатилось с диска?

Задача 3. Какую скорость должно иметь движущееся тело, чтобы его предельные размеры уменьшились в два раза?

Задача 4. К пружине подвешен груз массой 10 кг. Зная, что пружина под действием силы 9,8 Н растягивается на 1,5 см, найти период вертикальных колебаний груза.

Задача 5. Звуковые волны, имеющие частоту 500 Гц и амплитуду 0,25 мм, распространяются в воздухе. Длина волны 70 см. Найти скорость распространения волн и максимальную скорость частиц воздуха.

Вариант 10

Задача 1. Написать уравнение движения точки, движущейся равномерно по окружности радиуса R и делающей n оборотов за одну минуту.

Задача 2. Определить уравнение траектории, если точка движется согласно уравнениям

$$x = 2 + 5 \sin 2t, y = 3(1 + \cos 2t).$$

Задача 3. Найти скорость и ускорение точки, если она движется согласно уравнениям

$$x = 2l \cos^2 \frac{\omega t}{2}, y = l \sin \omega t.$$

Задача 4. Найти уравнение движения точки массы m , падающей без начальной скорости на Землю, сопротивление воздуха пропорционально скорости. Коэффициент пропорциональности равен k .

Задача 5. Тело весом P , привязанное к нити длиной L описывает окружность в горизонтальной плоскости. Определить угловую скорость тела.

Задача 6. Определить период свободных колебаний тела массой m , подвешенного на пружинке с коэффициентом жесткости k .

Задача 7. К вертикальной гладкой стене подвешен на тросе однородный шар. Трос составляет со стеной угол α , вес шара P . Определить натяжение троса.

Задача 8. Однородный стержень, длина которого L , а вес P , подвешен горизонтально на двух параллельных веревках. К стержню в точке на расстоянии $0,25 L$ подвешен груз весом Q . Определить натяжение веревок.

Вариант 11

Задача 1. На барабан массой 9 кг намотан шнур, к концу которого привязан груз массой 2 кг. Найти ускорение груза. Барабан считать однородным цилиндром. Трением пренебречь.

Задача 2. Кинетическая энергия цилиндра, вращающегося с частотой 5 об/с, равна 60 Дж. Найти момент импульса вала.

Задача 3. Стальной шарик диаметром 1 мм падает с постоянной скоростью 0.2 см/с в большом сосуде, наполненном касторовым маслом. Найти динамическую вязкость касторового масла.

Задача 4. Диск вращается вокруг вертикальной оси с частотой 30 об/мин. На расстоянии 20 см от оси вращения на диске лежит тело. Каким должен быть коэффициент трения между телом и диском, чтобы тело не соскользнуло с диска.

Вариант 12

Задача 1. Движущееся тело имеет скорость $2,6 \cdot 10^8$ м/с, во сколько раз уменьшились его продольные размеры?

Задача 2. Груз, подвешенный на нити, равномерно вращается по окружности радиусом 30 см в горизонтальной плоскости с угловой скоростью 2 с^{-1} . На какой угол от вертикали будет при этом отклонена нить?

Задача 3. Рассчитайте третью космическую скорость, которую надо сообщить космическому кораблю, стартующему с Земли, чтобы он смог покинуть пределы Солнечной системы.

Задача 4. Тонкий стержень длиной 60 см висит на гвозде, вбитом в стенку, и совершает малые колебания. Найдите период колебаний этого физического маятника.

Задача 5. Определить скорость истечения идеальной жидкости из малого отверстия в боковой поверхности цилиндрического сосуда, если высота уровня жидкости над отверстием составляет 1,5 м.

Вариант 13

Задача 1. В дне цилиндрического сосуда диаметром 0,5 м имеется круглое отверстие диаметром 1 см. Найти зависимость скорости понижения уровня

воды в сосуде от высоты этого уровня. Найти значение этой скорости для высоты 0,2 м.

Задача 2. Диск вращается вокруг вертикальной оси с частотой 30 об/мин. На расстоянии 20 см от оси вращения на диске лежит тело. Каким должен быть коэффициент трения между телом и диском, чтобы тело не скатилось с диска?

Задача 3. Какую скорость должно иметь движущееся тело, чтобы его предельные размеры уменьшились в два раза?

Задача 4. К пружине подвешен груз массой 10 кг. Зная, что пружина под действием силы 9,8 Н растягивается на 1,5 см, найти период вертикальных колебаний груза.

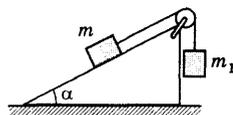
Задача 5. Звуковые волны, имеющие частоту 500 Гц и амплитуду 0,25 мм, распространяются в воздухе. Длина волны 70 см. Найти скорость распространения волн и максимальную скорость частиц воздуха.

Вариант 14

Задача 1. Радиус-вектор материальной точки изменяется со временем по закону $\mathbf{r} = 2t^2\mathbf{i} + 3t^2\mathbf{j}$. Определить уравнение траектории, модуль скорости и модуль ускорения материальной точки в момент времени 4с.

Задача 2. Материальная точка вращается вокруг неподвижной оси так, что угол её поворота зависит от времени по закону $\varphi = 2t^2$. Найти угловую скорость и угловое ускорение материальной точки в момент времени 5 с.

Задача 3. На наклонной плоскости с углом наклона $\alpha = 60^\circ$ лежит брусок массой $m = 100$ г. Груз массой $m_1 = 300$ г присоединен к бруску при помощи нити, перекинутой через блок.



Определить натяжение нити, если коэффициент трения бруска о плоскость $\mu = 0,2$. Массой блока и нити пренебречь.

Задача 4. На нити длиной 50 см подвесили груз. Какую минимальную горизонтальную скорость надо ему сообщить, чтобы он сделал полный оборот в вертикальной плоскости.

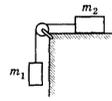
Задача 5. С наклонной плоскости скатывается без скольжения однородный диск. Найти ускорение диска. Если угол наклона плоскости к горизонту 30° , масса диска 500 г.

Вариант 15

Задача 1. Радиус-вектор материальной точки изменяется со временем по закону $\mathbf{r} = 2t\mathbf{i} + 8t^2\mathbf{j}$. Определить уравнение траектории, модуль скорости и модуль ускорения материальной точки в момент времени 4с.

Задача 2. Материальная точка вращается вокруг неподвижной оси так, что угол её поворота зависит от времени по закону $\varphi = 4 + 3t + 2t^2$. Найти угловую скорость и угловое ускорение материальной точки в момент времени 5 с.

Задача 3. На горизонтальной плоскости лежит брусок массой $m_2 = 100$ г. Груз массой $m_1 = 300$ г присоединен к бруску при помощи нити, перекинутой через блок. Определить натяжение нити, если коэффициент трения бруска о плоскость $\mu = 0,2$. Массой блока и нити пренебречь.



Задача 4. На жестком тонком стержне длиной 50 см подвесили груз. Какую минимальную горизонтальную скорость надо ему сообщить, чтобы он сделал полный оборот в вертикальной плоскости.

Задача 5. С наклонной плоскости скатывается без скольжения однородный диск. Найти ускорение диска. Если угол наклона плоскости к горизонту 30° , масса диска 500 г.

Варианты домашних индивидуальных контрольных работ.

Варианты контрольных индивидуальных заданий по разделу курса общей физики «Механика». В первой таблице варианты составлены по книге: В. С. Волькенштейн «Сборник задач по общему курсу физики». Учеб. пособие для вузов. 12-е изд. «Наука». 1990/85 г. 400 с. Профиль, уровень сложности: школы, физико-математические школы, лицеи, техникумы, педагогические вузы, технические вузы нефизических специальностей, для школьников и студентов технических специальностей. Учебное пособие, рекомендуемое студентам при выполнении заданий: Е. Н. Изергина, Н. И. Петров «Все решения к Сборнику задач по общему курсу физики В. С. Волькенштейн» В 2 кн. М.: Олимп: ООО «Фирма «Издательство АСТ»», 1999. 592 с.

Тематика контрольных заданий:

Тема 1. Кинематика.

Тема 2. Динамика.

Тема 3. Вращательное движение твердых тел.

Тема 4. Механика жидкостей и газов.

Тема 5. Гармоническое колебательное движение и волны.

Тема 6. Акустика.

Тема 7. Элементы теории относительности.

Таблица 1.

№ вар.	Тема 1		Тема 2			
1.	1.1	1.41	2.1	2.41	2.81	2.121
2.	1.2	1.42	2.2	2.42	2.82	2.122
3.	1.3	1.43	2.3	2.43	2.83	2.123
4.	1.4	1.44	2.4	2.44	2.84	2.124
5.	1.5	1.45	2.5	2.45	2.85	2.125
6.	1.6	1.46	2.6	2.46	2.86	2.126
7.	1.7	1.47	2.7	2.47	2.87	2.127
8.	1.8	1.48	2.8	2.48	2.88	2.128
9.	1.9	1.49	2.9	2.49	2.89	2.129
10.	1.10	1.50	2.10	2.50	2.90	2.130
11.	1.11	1.51	2.11	2.51	2.91	2.131
12.	1.12	1.52	2.12	2.52	2.92	2.132
13.	1.13	1.53	2.13	2.53	2.93	2.133
14.	1.14	1.54	2.14	2.54	2.94	2.134
15.	1.15	1.55	2.15	2.55	2.95	2.135
16.	1.16	1.56	2.16	2.56	2.96	2.136
17.	1.17	1.57	2.17	2.57	2.97	2.137
18.	1.18	1.58	2.18	2.58	2.98	2.138
19.	1.19	1.59	2.19	2.59	2.99	2.139
20.	1.20	1.60	2.20	2.60	2.100	2.140
21.	1.21	1.61	2.21	2.61	2.101	2.141
22.	1.22	1.62	2.22	2.62	2.102	2.142
23.	1.23	1.63	2.23	2.63	2.103	2.143
24.	1.24	1.64	2.24	2.64	2.104	2.144
25.	1.25	1.1	2.25	2.65	2.105	2.145
26.	1.26	1.2	2.26	2.66	2.106	2.146
27.	1.27	1.3	2.27	2.67	2.107	2.147
28.	1.28	1.4	2.28	2.68	2.108	2.148
29.	1.29	1.5	2.29	2.69	2.109	2.149
30.	1.30	1.6	2.30	2.70	2.110	2.150
31.	1.31	1.7	2.31	2.71	2.111	2.151

32.	1.32	1.8	2.32	2.72	2.112	2.152
33.	1.33	1.9	2.33	2.73	2.113	2.153
34.	1.34	1.10	2.34	2.74	2.114	2.154
35.	1.35	1.11	2.35	2.75	2.115	2.155
36.	1.36	1.12	2.36	2.76	2.116	2.156
37.	1.37	1.13	2.37	2.77	2.117	2.157
38.	1.38	1.14	2.38	2.78	2.118	2.158
39.	1.39	1.15	2.39	2.79	2.119	2.159
40.	1.40	1.16	2.40	2.80	2.120	2.160

Продолжение таблицы 1.

№ вар.	Тема 3	Тема 4	Тема 5		Тема 6	Тема 7
1.	3.1	4.1	12.1	12.41	13.1	17.1
2.	3.2	4.2	12.2	12.42	13.2	17.2
3.	3.3	4.3	12.3	12.43	13.3	17.3
4.	3.4	4.4	12.4	12.44	13.4	17.4
5.	3.5	4.5	12.5	12.45	13.5	17.5
6.	3.6	4.6	12.6	12.46	13.6	17.6
7.	3.7	4.7	12.7	12.47	13.7	17.7
8.	3.8	4.8	12.8	12.48	13.8	17.8
9.	3.9	4.9	12.9	12.49	13.9	17.9
10.	3.11	4.10	12.10	12.50	13.10	17.10
11.	3.12	4.11	12.11	12.51	13.11	17.11
12.	3.13	4.12	12.12	12.52	13.12	17.12
13.	3.14	4.13	12.13	12.53	13.13	17.13
14.	3.15	4.14	12.14	12.54	13.14	17.14
15.	3.16	4.15	12.15	12.55	13.15	17.15
16.	3.17	4.16	12.16	12.56	13.16	17.16
17.	3.18	4.17	12.17	12.57	13.17	17.17
18.	3.19	4.18	12.18	12.58	13.18	17.18
19.	3.20	4.19	12.19	12.59	13.19	17.19
20.	3.21	4.20	12.20	12.60	13.20	17.20
21.	3.22	4.1	12.21	12.1	13.21	17.21
22.	3.23	4.2	12.22	12.2	13.22	17.22
23.	3.24	4.3	12.23	12.3	13.23	17.1
24.	3.25	4.4	12.24	12.4	13.24	17.2
25.	3.26	4.5	12.25	12.5	13.25	17.3
26.	3.27	4.6	12.26	12.6	13.26	17.4
27.	3.28	4.7	12.27	12.7	13.27	17.5
28.	3.29	4.8	12.28	12.8	13.28	17.6
29.	3.30	4.9	12.29	12.9	13.29	17.7
30.	3.31	4.10	12.30	12.10	13.30	17.8

31.	3.32	4.11	12.31	12.11	13.31	17.9
32.	3.33	4.12	12.32	12.12	13.32	17.10
33.	3.34	4.13	12.33	12.13	13.33	17.11
34.	3.35	4.14	12.34	12.14	13.34	17.12
35.	3.36	4.15	12.35	12.15	13.35	17.13
36.	3.37	4.16	12.36	12.16	13.36	17.14
37.	3.38	4.17	12.37	12.17	13.37	17.15
38.	3.39	4.18	12.38	12.18	13.38	17.16
39.	3.40	4.19	12.39	12.19	13.39	17.17
40.	3.41	4.20	12.40	12.20	13.20	17.18

Во второй таблице варианты составлены по книге: Т. И. Трофимова «Сборник задач по курсу физики». Учеб.пособие для студентов вузов. М.: Высш. шк.,1991/96 г. 303 с. Профиль, уровень сложности: педагогические вузы, технические вузы, для студентов педагогических и инженерно-технических специальностей. Учебное пособие, рекомендуемое студентам при выполнении заданий: Т. И. Трофимова, З. Г. Павлова Сборник задач по курсу физики с решениями: Учеб.пособие для вузов. - М.: Высш. шк., 1999. - 591 с.

Тематика контрольных заданий:

Тема 1. Элементы кинематики.

Тема 2. Динамика материальной точки и поступательного движения твердого тела.

Тема 3. Работа и энергия.

Тема 4. Механика твердого тела.

Тема 5. Тяготение. Элементы теории поля.

Тема 6. Элементы механики жидкостей.

Тема 7. Элементы специальной теории относительности.

Тема 8. Механические колебания.

Тема 9. Упругие волны.

Таблица 2

№ вар.	Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5
1.	1.1	1.43	1.81	1.129	1.171
2.	1.2	1.44	1.82	1.130	1.172
3.	1.3	1.45	1.83	1.131	1.173
4.	1.4	1.46	1.84	1.132	1.174
5.	1.5	1.47	1.85	1.133	1.175
6.	1.6	1.48	1.86	1.134	1.176
7.	1.7	1.49	1.87	1.135	1.177
8.	1.8	1.50	1.88	1.136	1.178
9.	1.9	1.51	1.90	1.137	1.179
10.	1.10	1.52	1.91	1.138	1.180
11.	1.11	1.53	1.92	1.139	1.181
12.	1.12	1.54	1.93	1.140	1.182
13.	1.13	1.55	1.94	1.141	1.183
14.	1.14	1.56	1.95	1.142	1.184
15.	1.15	1.57	1.96	1.143	1.185
16.	1.16	1.58	1.97	1.144	1.186
17.	1.17	1.59	1.98	1.145	1.187
18.	1.18	1.60	1.99	1.146	1.188
19.	1.19	1.61	1.100	1.147	1.189
20.	1.20	1.62	1.101	1.148	1.190
21.	1.21	1.63	1.102	1.149	1.191
22.	1.22	1.64	1.103	1.150	1.192
23.	1.23	1.65	1.104	1.151	1.193
24.	1.24	1.66	1.105	1.152	1.194
25.	1.25	1.67	1.106	1.153	1.195
26.	1.26	1.68	1.107	1.154	1.196
27.	1.27	1.69	1.108	1.155	1.197
28.	1.28	1.70	1.109	1.156	1.198
29.	1.29	1.71	1.110	1.157	1.199
30.	1.30	1.72	1.111	1.158	1.200
31.	1.31	1.73	1.112	1.159	1.201
32.	1.32	1.74	1.113	1.160	1.202
33.	1.33	1.75	1.114	1.161	1.203
34.	1.34	1.76	1.115	1.162	1.204
35.	1.35	1.77	1.116	1.163	1.205
36.	1.36	1.78	1.117	1.164	1.206
37.	1.37	1.79	1.118	1.165	1.207
38.	1.38	1.80	1.119	1.166	1.208
39.	1.39	1.61	1.120	1.167	1.209
40.	1.40	1.62	1.121	1.168	1.210

Продолжение таблицы 2.

№ вар.	Тема 6	Тема 7	Тема 8		Тема 9
1.	1.211	1.248	4.1	4.49	4.116
2.	1.212	1.249	4.2	4.50	4.117
3.	1.213	1.250	4.3	4.51	4.118
4.	1.214	1.251	4.4	4.52	4.119
5.	1.215	1.252	4.5	4.53	4.120
6.	1.216	1.253	4.6	4.54	4.121
7.	1.217	1.254	4.7	4.55	4.122
8.	1.218	1.255	4.8	4.56	4.123
9.	1.219	1.256	4.9	4.57	4.124
10.	1.220	1.257	4.10	4.58	4.125
11.	1.221	1.258	4.11	4.59	4.126
12.	1.222	1.259	4.12	4.60	4.127
13.	1.223	1.260	4.13	4.61	4.128
14.	1.224	1.261	4.14	4.62	4.129
15.	1.225	1.262	4.15	4.63	4.130
16.	1.226	1.263	4.16	4.64	4.131
17.	1.227	1.264	4.17	4.65	4.132
18.	1.228	1.265	4.18	4.66	4.133
19.	1.229	1.266	4.19	4.67	4.134
20.	1.230	1.267	4.20	4.68	4.135
21.	1.231	1.268	4.21	4.69	4.136
22.	1.232	1.269	4.22	4.70	4.137
23.	1.233	1.270	4.23	4.71	4.138
24.	1.234	1.271	4.24	4.73	4.139
25.	1.235	1.272	4.25	4.74	4.140
26.	1.236	1.273	4.26	4.84	4.141
27.	1.237	1.274	4.27	4.85	4.142
28.	1.238	1.275	4.28	4.86	4.143
29.	1.239	1.276	4.29	4.87	4.144
30.	1.240	1.277	4.30	4.88	4.145
31.	1.241	1.278	4.31	4.89	4.146
32.	1.242	1.279	4.32	4.90	4.147
33.	1.243	1.280	4.33	4.1	4.148
34.	1.244	1.281	4.34	4.2	4.149
35.	1.245	1.282	4.35	4.3	4.150
36.	1.246	1.283	4.36	4.4	4.151
37.	1.247	1.284	4.37	4.5	4.152
38.	1.225	1.285	4.46	4.6	4.153
39.	1.226	1.267	4.47	4.7	4.154
40.	1.227	1.268	4.48	4.8	4.155

В третьей таблице варианты составлены по книге: Иродов И.Е. Задачи по общей физике. 2001. – 416 с. Профиль, уровень сложности: технические вузы, университеты, для студентов физических и инженерно-технических специальностей. Учебное пособие, рекомендуемое студентам при выполнении заданий: Иродов И.Е. Механика. Основные законы / И.Е. Иродов – 10-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 309 с.

Тематика контрольных заданий:

Тема 1. Кинематика.

Тема 2. Основное уравнение динамики.

Тема 3. Законы сохранения импульса, энергии и момента импульса.

Тема 4. Всемирное тяготение.

Тема 5. Динамика твердого тела.

Тема 6. Упругие деформации твердого тела.

Тема 7. Гидродинамика.

Тема 8. Релятивистская механика.

Таблица 3.

№ вар.	Тема 1		Тема 2		Тема 3		
1.	1.1	1.41	1.59	1.100	1.112	1.152	1.192
2.	1.2	1.42	1.60	1.101	1.113	1.153	1.193
3.	1.3	1.43	1.61	1.102	1.114	1.154	1.194
4.	1.4	1.44	1.62	1.103	1.115	1.155	1.195
5.	1.5	1.45	1.63	1.104	1.116	1.156	1.196
6.	1.6	1.46	1.64	1.105	1.117	1.157	1.197
7.	1.7	1.47	1.65	1.106	1.118	1.158	1.198
8.	1.8	1.48	1.66	1.107	1.119	1.159	1.199
9.	1.9	1.49	1.67	1.108	1.120	1.160	1.200
10.	1.10	1.50	1.68	1.109	1.121	1.161	1.201
11.	1.11	1.51	1.69	1.110	1.122	1.162	1.202
12.	1.12	1.52	1.70	1.111	1.123	1.163	1.203
13.	1.13	1.53	1.71	1.89	1.124	1.164	1.204
14.	1.14	1.54	1.72	1.59	1.125	1.165	1.205
15.	1.15	1.55	1.73	1.60	1.126	1.166	1.206
16.	1.16	1.56	1.74	1.61	1.127	1.167	1.207
17.	1.17	1.57	1.75	1.62	1.128	1.168	1.208
18.	1.18	1.58	1.76	1.63	1.129	1.169	1.209
19.	1.19	1.1	1.77	1.64	1.130	1.170	1.210

20.	1.20	1.2	1.78	1.65	1.131	1.171	1.211
21.	1.21	1.3	1.79	1.66	1.132	1.172	1.212
22.	1.22	1.4	1.80	1.67	1.133	1.173	1.213
23.	1.23	1.5	1.81	1.68	1.134	1.174	1.214
24.	1.24	1.6	1.82	1.69	1.135	1.175	1.112
25.	1.25	1.7	1.83	1.70	1.136	1.176	1.113
26.	1.26	1.8	1.84	1.71	1.137	1.177	1.114
27.	1.27	1.9	1.85	1.72	1.138	1.178	1.115
28.	1.28	1.10	1.86	1.73	1.139	1.179	1.116
29.	1.29	1.11	1.87	1.74	1.140	1.180	1.117
30.	1.30	1.12	1.88	1.75	1.141	1.181	1.118
31.	1.31	1.13	1.90	1.76	1.142	1.182	1.119
32.	1.32	1.14	1.91	1.77	1.143	1.183	1.120
33.	1.33	1.15	1.92	1.78	1.144	1.184	1.121
34.	1.34	1.16	1.93	1.79	1.145	1.185	1.122
35.	1.35	1.17	1.94	1.80	1.146	1.186	1.123
36.	1.36	1.18	1.95	1.81	1.147	1.187	1.124
37.	1.37	1.19	1.96	1.82	1.148	1.188	1.125
38.	1.38	1.20	1.97	1.83	1.149	1.189	1.126
39.	1.39	1.21	1.98	1.84	1.150	1.190	1.127
40.	1.40	1.22	1.99	1.85	1.151	1.191	1.128

Продолжение таблицы 3.

№ вар.	Тема 4	Тема 5		Тема 6	Тема 7	Тема 8
1.	1.215	1.252	1.292	1.312	1.337	1.363
2.	1.216	1.253	1.293	1.313	1.338	1.364
3.	1.217	1.254	1.294	1.314	1.339	1.365
4.	1.218	1.255	1.295	1.315	1.340	1.366
5.	1.219	1.256	1.296	1.316	1.341	1.367
6.	1.220	1.257	1.297	1.317	1.342	1.368
7.	1.221	1.258	1.298	1.318	1.343	1.369
8.	1.222	1.259	1.299	1.319	1.344	1.370
9.	1.223	1.260	1.300	1.320	1.345	1.371
10.	1.224	1.261	1.301	1.321	1.346	1.372
11.	1.225	1.262	1.302	1.322	1.347	1.373
12.	1.226	1.263	1.303	1.323	1.348	1.374
13.	1.227	1.264	1.304	1.324	1.349	1.375
14.	1.228	1.265	1.305	1.325	1.350	1.376
15.	1.229	1.266	1.306	1.326	1.351	1.377
16.	1.230	1.267	1.307	1.327	1.352	1.378
17.	1.231	1.268	1.308	1.328	1.353	1.379
18.	1.232	1.269	1.309	1.329	1.354	1.380

19.	1.233	1.270	1.310	1.330	1.355	1.381
20.	1.234	1.271	1.311	1.331	1.356	1.382
21.	1.235	1.272	1.252	1.332	1.357	1.383
22.	1.236	1.273	1.253	1.333	1.358	1.384
23.	1.237	1.274	1.254	1.334	1.359	1.385
24.	1.238	1.275	1.255	1.335	1.360	1.386
25.	1.239	1.276	1.256	1.336	1.361	1.387
26.	1.240	1.277	1.257	1.312	1.362	1.388
27.	1.241	1.278	1.258	1.313	1.337	1.389
28.	1.242	1.279	1.259	1.314	1.338	1.390
29.	1.243	1.280	1.260	1.315	1.339	1.391
30.	1.244	1.281	1.261	1.316	1.340	1.392
31.	1.245	1.282	1.262	1.317	1.341	1.3 93
32.	1.246	1.283	1.263	1.318	1.342	1.394
33.	1.247	1.284	1.264	1.319	1.343	1.395
34.	1.248	1.285	1.265	1.320	1.344	1.396
35.	1.249	1.286	1.266	1.321	1.345	1.397
36.	1.250	1.287	1.267	1.322	1.346	1.398
37.	1.251	1.288	1.268	1.323	1.347	1.399
38.	1.215	1.289	1.269	1.324	1.348	1.400
39.	1.216	1.290	1.270	1.325	1.349	1.401
40.	1.217	1.291	1.271	1.326	1.350	1.402

**Примерный вариант рекомендуемого распределения тем
лабораторных работ.**

Список лабораторных работ на 1-й семестр.

Лаборатория «Механики».

1. Определение плотности твердого тела.
2. Определение ускорения свободного падения методом оборотного маятника.
3. Изучение равноускоренного движения при помощи машины Атвуда.
4. Определение скорости полета пули методом крутильного баллистического маятника.
5. Исследование закона сохранения количества движения.
6. Измерение момента инерции твердого тела методом крутильных колебаний.
7. Изучение движения маятника Максвелла.

8. Изучение вращательного движения тела (маятник Обербека).
9. Изучение трения качения (наклонный маятник).
10. Определение модуля Юнга при изгибе.
11. Гироскоп и гироскопические явления.

Контрольные вопросы к лабораторным работам по механике.

1. Определение плотности твердого тела.

1. Что такое плотность вещества?
2. Какими экспериментальными методами определяется плотность?
3. Устройство микрометра и штангенциркуля.
4. Измерение микрометром и штангенциркулем.
5. Каким образом определяется цена деления измерительного прибора.
6. Устройство весов точного взвешивания.
7. Каким образом производится подсчет ошибки измерений, вследствие чего она возникает и каким образом её можно минимизировать.
8. Методом сравнения, полученных значений плотности ρ в данной работе и табличных, выяснить, из какого материала изготовлены образцы.

2. Определение ускорения свободного падения методом обратного маятника.

1. Что такое ускорение свободного падения (определение)?
2. От каких параметров зависит ускорение свободного падения?
3. Что такое маятник, и какие они бывают?
4. Запишите периоды колебания для различных маятников.
5. Объясните метод Бесселя.
6. От чего зависит ускорение свободного падения?
7. Получите зависимость ускорения свободного падения от широты.
8. Дайте определение математического и физического маятников.
9. Запишите основное уравнение динамики вращательного движения для физического маятника. Поясните смысл величин, входящих в него.
10. Сформулируйте теорему Штейнера.

11. Получите рабочую формулу для определения ускорения свободного падения при помощи математического маятника.
12. Получите рабочую формулу для определения ускорения свободного падения при помощи оборотного маятника.
13. Что такое приведенная длина физического маятника?
14. Для чего вводится понятие приведенной длины оборотного маятника?

3. Изучение равноускоренного движения при помощи машины Атвуда.

1. Дайте определение вектора перемещения материальной точки. Чем он отличается от вектора элементарного перемещения?
2. Дайте определение средней и мгновенной скорости материальной точки.
3. Укажите направление вектора мгновенной скорости и мгновенного ускорения для точки, ускоренно движущейся по окружности постоянного радиуса.
4. Выведите уравнение равноускоренного движения материальной точки.
5. Получите выражение для расчета средней скорости движения материальной точки, исходя из известной зависимости мгновенной скорости от времени.
6. Дайте определение вектора элементарного углового перемещения.
7. Укажите направление мгновенной угловой скорости и углового ускорения для точки, замедленно движущейся по окружности постоянного радиуса.
8. Запишите соотношения между линейными и угловыми кинематическими характеристиками материальной точки.
9. Как рассчитать полное ускорение материальной точки?
10. В чем заключается физический смысл векторов нормального и тангенциального ускорений?
11. Почему вектор элементарного углового перемещения называют псевдо-вектором?

*4. Определение скорости полета пули методом
крутильного баллистического маятника.*

1. Что называется импульсом материальной точки, твердого тела?
2. В чем заключается закон сохранения импульса?

3. Что называется моментом импульса материальной точки; твердого тела?
4. В чем заключается закон сохранения момента импульса?
5. В каком случае момент импульса изменяется? Как рассчитать величину изменения момента импульса?
6. Что называется моментом инерции материальной точки; твердого тела?
7. Какой маятник называется баллистическим?
8. Как используются законы сохранения для определения скорости полета пули с помощью баллистического маятника?
9. Почему для описания столкновения тела с баллистическим маятником нельзя использовать закон сохранения механической энергии?
10. Обоснуйте связь закона сохранения момента импульса с изотропностью пространства.

5. Исследование закона сохранения количества движения.

1. Сформулируйте законы изменения механической энергии и импульса системы.
2. В каких случаях импульс механической системы сохраняется?
3. В каких случаях механическая энергия системы сохраняется?
4. Какие законы сохранения выполняются при абсолютно неупругом и абсолютно упругом столкновениях?
5. Выведите формулу для энергетического коэффициента восстановления при абсолютно неупругом столкновении.
6. Рассчитайте долю механической энергии, переходящей во внутреннюю энергию тел (частиц) системы при абсолютно неупругом столкновении.
7. В каком случае при упругом столкновении с неподвижной частицей движущаяся частица меняет направление скорости на противоположное?
8. Укажите область применимости классических законов сохранения.
9. Какие силы называются консервативными?
10. Объясните связь закона сохранения импульса с симметрией пространства.
11. Объясните связь закона сохранения энергии с симметрией времени.

*6. Измерение момента инерции твердого тела
методом крутильных колебаний.*

1. Дайте определение момента силы относительно произвольной точки. От чего зависит его величина?
2. Как определить направление вектора момента силы относительно закрепленной точки?
3. Дайте определение момента силы относительно закрепленной оси. От чего зависит величина этого момента?
4. Как будет двигаться закрепленное в точке твердое тело под действием момента внешней силы?
5. От чего зависит угловое ускорение твердого тела при его движении вокруг закрепленной оси?
6. Укажите направление оси вращения в случае действия момента внешней силы на твердое тело, закрепленное в точке.
7. Каков физический смысл момента инерции?
8. Как рассчитать момент инерции твердого тела?
9. Запишите основной закон динамики вращательного движения.
10. Покажите, что результирующий момент внутренних сил системы всегда равен нулю.
11. Сформулируйте условия равновесия твердого тела.
12. Сформулируйте и докажите теорему Штейнера.

7. Изучение движения маятника Максвелла.

1. Дайте определение момента силы относительно произвольной точки. От чего зависит его величина?
2. Как определить направление вектора момента силы относительно закрепленной точки?
3. Дайте определение момента силы относительно закрепленной оси. От чего зависит величина этого момента?
4. Как будет двигаться закрепленное в точке твердое тело под действием момента внешней силы?

5. От чего зависит угловое ускорение твердого тела при его движении вокруг закрепленной оси?
6. Укажите направление оси вращения в случае действия момента внешней силы на твердое тело, закрепленное в точке.
7. Каков физический смысл момента инерции?
8. Как рассчитать момент инерции кольца (выведите формулу)?
9. Запишите основной закон динамики вращательного движения.
10. Сформулируйте условия равновесия твердого тела.
11. Обоснуйте характер движения маятника Максвелла.
12. Получите формулу для расчета углового ускорения маятника Максвелла исходя из законов динамики.
13. Получите формулу для расчета углового ускорения маятника Максвелла исходя из закона сохранения механической энергии.

8. Изучение вращательного движения тела (маятник Обербека).

1. Дайте определение момента силы относительно произвольной точки. От чего зависит его величина?
2. Как определить направление вектора момента силы относительно закрепленной точки?
3. Дайте определение момента силы относительно закрепленной оси. От чего зависит величина этого момента?
4. Как будет двигаться закрепленное в точке твердое тело под действием момента внешней силы?
5. От чего зависит угловое ускорение твердого тела при его движении вокруг закрепленной оси?
6. Укажите направление оси вращения в случае действия момента внешней силы на твердое тело, закрепленное в точке.
7. Каков физический смысл момента инерции?
8. Как рассчитать момент инерции твердого тела?
9. Запишите основной закон динамики вращательного движения.
10. Покажите, что результирующий момент внутренних сил системы всегда равен нулю.

11. Сформулируйте условия равновесия твердого тела.
12. Обоснуйте характер движения маятника Обербека.
13. Получите формулу для расчета моментов инерции тонкого стержня и диска относительно их центра; то же, но для системы стержень – дополнительные грузы.

9. Изучение трения качения (наклонный маятник).

1. Сформулируйте закон сохранения полной механической энергии.
2. Приведите формулу работы механической силы.
3. Как связана работа силы трения качения с изменением максимальной потенциальной энергии шара?
4. Назовите виды трения и их характеристики.
5. Поясните природу силы трения качения.
6. Выведите рабочую формулу расчета коэффициента трения качения.
7. Выведите формулу для расчета относительной погрешности измерения. Проанализируйте ее с точки зрения повышения точности эксперимента.

10. Определение модуля Юнга при изгибе.

1. Объясните, каким образом для описания упругих свойств твердых тел можно применять модель сплошной среды.
2. Что называется механической деформацией и чем она обусловлена?
3. Перечислите и охарактеризуйте виды деформаций.
4. Получите выражение для расчета коэффициента Пуассона.
5. Дайте понятие тензора деформаций. Что характеризуют элементы этого тензора?
6. Дайте определение механического напряжения. В каких единицах оно измеряется?
7. Сформулируйте закон Гука. Каков физический смысл модуля Юнга?
8. Изобразите диаграмму напряжений. Укажите на ней пределы пропорциональности, упругости, текучести, прочности. Каков их физический смысл?
9. Дайте определение модуля сдвига. Каков его физический смысл?
10. Запишите основные уравнения, описывающие деформацию изгиба балки.

11. Что такое осевой момент сопротивления?
12. Почему при деформации изгиба высота балки играет решающее значение в задании ее прочности?
13. Рассчитайте стрелу прогиба балки с одним закрепленным концом.
14. Рассчитайте стрелу прогиба балки, расположенной на двух опорах.
15. Что такое механический гистерезис?
16. Какой физический смысл имеет площадь петли гистерезиса?

11. Гироскоп и гироскопические явления.

1. Перечислите кинематические характеристики вращательного движения твердого тела. Укажите их физический смысл и единицы измерения.
2. Что называется моментом силы относительно точки вращения? Как найти направление вектора момента силы? Что называется плечом силы?
3. Дайте определение момента инерции материальной точки, твердого тела. Каковы единицы измерения этой величины?
4. Сформулируйте основной закон динамики вращательного движения твердого тела.
5. Дайте определение и запишите выражение для момента импульса симметричного твердого тела.
6. Чем определяется величина момента импульса гироскопа?
7. Сформулируйте закон изменения момента импульса системы.
8. Перечислите законы сохранения в механике и соответствующие им симметрии пространства-времени.
9. Что такое свободный или уравновешенный гироскоп?
10. Перечислите основные свойства гироскопов с тремя степенями свободы. Как они объясняются?
11. При каком условии гироскоп начинает прецессировать? Чем определяется угловая скорость прецессии?
12. В чем состоит явление нутации? От чего зависит период нутации?
13. Как будет вести себя гироскоп, если на ось неподвижного гироскопа подействовать: вертикальной силой; горизонтальной силой?

14. За счет чего гироскоп приобретает кинетическую энергию, связанную с прецессией?

15. Воспользовавшись законом сохранения момента импульса относительно оси вращения и законом сохранения механической энергии, покажите, как начнет двигаться ось гироскопа, если ее во время прецессии толкнуть назад по отношению к направлению прецессии.

Лабораторные работы выполняются с использованием методического пособия Новикова Т. А., Белослудцев А. В. «Методические рекомендации к выполнению аудиторных лабораторных работ по курсу «Механика»». Ижевск. Издательский центр Удмуртского университета, 2016. 72 с.

Последовательность выполнения лабораторных работ.

Выполнение работ осуществляется по графику лаборатории «Оптика».

Занятие 1 (1 неделя). Вводное занятие: инструктаж по технике безопасности, распределение работ, ознакомление с методическими пособиями по лабораторным работам.

Занятие 2 (2 неделя). Выполнение лабораторных работ.

Занятие 3 (3 неделя). Выполнение работ и защита результатов выполненных лабораторных работ.

Занятие 4 (4 неделя). Выполнение работ и защита.

Занятие 5 (5 неделя). Выполнение работ и защита.

Занятие 6 (6 неделя). Выполнение работ и защита.

Занятие 7 (7 неделя). Выполнение работ и защита.

Занятие 8 (8 неделя). Выполнение работ и защита.

Занятие 9 (9 неделя). Выполнение работ и защита.

Занятие 10 (10 неделя). Выполнение работ и защита.

Занятие 11 (11 неделя). Выполнение работ и защита.

Занятие 12 (12 неделя). Выполнение работ и защита.

Занятие 13 (13 неделя). Выполнение работ и защита.

Занятие 14 (14 неделя). Выполнение работ и защита.

Занятие 15 (15 неделя). Выполнение работ и защита.

Занятие 16 (16 неделя). Выполнение работ и защита.

Занятие 17 (17 неделя). Выполнение работ и защита.

Занятие 18 (18 неделя). Итоговое занятие:

сдача выполненных лабораторных работ,

подведение итогов,

зачет по физпрактикуму.

Правила работы в учебной физической лаборатории

1. Лабораторные работы требуют подготовки к работе, строгой дисциплины, тщательного соблюдения техники безопасности, выполнения правил работы в учебной физической лаборатории.

2. **Студент обязан знать цель и содержание работы, схему и принцип действия экспериментальной установки, иметь оформленную соответствующим образом лабораторную тетрадь.**

3. **Без лабораторной тетради и конспекта лабораторной работы студент к выполнению работы не допускается.**

4. В течение семестра студент выполняет работы в той последовательности, порядок которой указан преподавателем в лабораторном журнале.

5. Каждая лабораторная работа выполняется в соответствии с учебно-методическим описанием.

6. Студент должен получить допуск к выполнению лабораторной работы, выполнить все измерения, записав их результаты в лабораторную тетрадь.

7. **Студент, выполнивший, но не защитивший две работы, к выполнению третьей работы не допускается.**

8. Допуск к выполнению работы студент сдает преподавателю в начале занятия в течение 15 минут.

9. Получив допуск к работе, студент получает у лаборанта необходимые для выполнения работы принадлежности и приступает к выполнению, строго соблюдая правила техники безопасности.

10. После окончания работы следует предъявить установку и принадлежности лаборанту, который расписывается на титульном листе лабораторной тетради студента, проверив выполнение работы.

11. Студент не имеет право покидать лабораторию до окончания занятия.

12. Требования к оформлению отчета:

- указать цель и оборудование работы;
- дать краткое теоретическое введение, описание установки, порядок выполнения работы;
- вывести расчетные формулы, сделать заготовки таблиц для экспериментальных данных и заполнить их, подклеить в тетрадь графики на миллиметровой бумаге;
- записи должны вестись аккуратно, без сокращения слов, с полями для замечаний преподавателя;
- запись результатов измерений и все необходимые расчеты, в том числе и вспомогательные, должны вестись только в лабораторной тетради.

13. После оформления отчета и подготовки теоретического материала студент защищает работу. При защите работы студент в индивидуальном порядке предъявляет результаты и расчеты работы преподавателю, и отвечает на теоретические вопросы.

14. Студент, пропустивший занятие по уважительной причине, выполняет следующую работу согласно лабораторному журналу, а пропущенную работу на дополнительном занятии.

15. Студент, пропустивший занятие по неуважительной причине, допускается к следующему только с письменного разрешения дирекции института, выполняя следующую работу согласно лабораторному журналу, а пропущенную работу на дополнительном занятии.

16. Дополнительные занятия проводятся в соответствии с установленным расписанием. Студент должен сдать допуск и подписать конспект пропущенной работы у преподавателя ведущего занятия.

17. Студент, опоздавший на лабораторное занятие больше чем на 15 минут, к работе не допускается.

Оформление лабораторной тетради.

1. Конспект для допуска готовится заранее в лабораторной тетради в соответствии с требованиями, принятыми на кафедре общей физики.
2. Первая страница лабораторной тетради титульный лист конспекта лабораторной работы (образец на следующей странице).
3. Следующие страницы должны содержать:
 - **цель работы** (переписать из описания лабораторной работы или сформулировать самостоятельно);
 - **приборы и материалы, оборудование;**
 - **краткая теория** (основные законы, определения, формулы, с пояснением физического смысла величин, входящих в формулы, необходимые рисунки и схемы);
 - **порядок выполнения работы, методика измерения;**
 - **упражнения, задания;**
 - **таблицы** (состав таблиц и их количество определить самостоятельно в соответствии с методикой измерений и обработкой результатов, если это не указано в описании лабораторной работы, все таблицы должны быть заполнены чернилами, для всех величин в таблицах должна быть записана соответствующая единица измерения);

Министерство науки и высшего образования российской федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Удмуртский государственный университет

Институт математики, информационных технологий и физики

Кафедра общей физики

Лабораторная работа № 1
по курсу «Механика»

Определение плотности твердого тела.

(название лабораторной работы)

Выполнил:
студент 1-го курса,
группы № ОАБ - 04.03.01-11
Соколов Ю. В.

(дата).

(подпись).

Принял:
преподаватель, к.ф.-м.н., доцент,
Костенков С. Н.

(дата).

(подпись).

Ижевск 2022 г.

- **обработка результатов** (должны быть представлены все расчеты требуемых физических величин, вычислены все ошибки (погрешности), заполнены все таблицы, построены все графики, для построения графиков можно использовать программу Excel, графики должны быть подписаны и удовлетворять следующим требованиям: на миллиметровой бумаге, на графике указать оси декартовой системы, на концах осей стрелки, обозначения физических величин и единицы измерения, на каждой оси указать равномерный масштаб, риски через равные промежутки, числа через равное количество рисок, под графиком указать полное название графика

словами, на графике точки отметить четко, форма графика не ломаная линия, а плавная линия соответствующая теоретической зависимости;

- **выписан ответ;**
- **вывод по лабораторной работе.**

4. Лабораторная тетрадь сдается студентом преподавателю после защиты работы и хранится до окончания учебного семестра.

Правила выполнения работ в общем физическом практикуме

1. Студент выполняет лабораторные работы по учебному расписанию.
2. Каждый студент выполняет свою конкретную лабораторную работу, номер которой надо заранее узнать у преподавателя.
3. Опоздавшие к началу занятия или не подготовившиеся к нужной лабораторной работе студенты могут быть не допущены преподавателем к выполнению работы, при этом они не освобождаются от занятий, а готовятся к следующей работе или сдают предыдущие.
4. Студент должен приходиться на занятия в лабораторию подготовленным.
5. **Каждому занятию предшествует самостоятельная подготовка студента, включающая: а) ознакомление с содержанием лабораторной работы по методическому пособию; б) проработку теоретической части по учебникам; в) составление конспекта лабораторной работы.**
6. **Методические указания к лабораторным работам являются только основой для выполнения эксперимента, теоретическую подготовку к лабораторной работе необходимо осуществлять с помощью учебной литературы.**
7. Для получения допуска студент должен показать понимание исследуемых в работе физических явлений, уяснение физического смысла основных величин и усвоение метода определения искомых физических величин.
8. **Формальным признаком готовности студента к занятию является наличие у него конспекта по предстоящей работе.**
9. Получившие допуск студенты приступают к выполнению практической части работы.

10. Во время эксперимента результаты измерений заносятся ручкой, не карандашом, в таблицы в рабочей тетради, а не на отдельных листах, в тех единицах, в которых снимаются показания приборов.

11. В лабораторной тетради нельзя вымарывать, замазывать или исправлять записи, все исправления должны быть такими, чтобы можно было прочитать зачеркнутый текст.

12. Полученные результаты представляются преподавателю или лаборанту на подпись сразу по окончании экспериментальной работы.

13. В оставшееся время на занятии студент занимается расчетами, оформляет отчет по лабораторной работе или сдает предыдущие работы.

14. Все расчеты необходимо подробно отразить в рабочей тетради.

15. Полностью оформленный в рабочей тетради отчет предъявляется преподавателю, отчет должен быть четким, аккуратным и содержать: конспект теоретической части, таблицы с результатами измерений, обработку результатов всех прямых и косвенных измерений, расчет искомых величин и их погрешностей, графики, итоги работы выводы.

16. В лаборатории физического практикума необходимо строго соблюдать правила техники безопасности.

17. Категорически запрещено:

- нарушать правила техники безопасности
- приносить напитки и еду, разговаривать в учебных аудиториях по мобильному телефону, работать в наушниках, находиться в верхней одежде, загромождать рабочие столы вещами
- заниматься посторонними делами, мешать выполнению работ другими студентами
- замазывать, вымарывать, стирать или удалять любыми другими способами результаты из лабораторных тетрадей
- пользоваться списанными результатами, чужими рабочими тетрадями или графиками.

Примерный вариант рекомендуемых вопросов к экзаменам.

1. Механическое движение. Способы описания движения. Материальная точка. Система отсчёта. Радиус – вектор. Перемещение. Траектория. Пройденный путь.
2. Поступательное движение. Скорость. Мгновенная скорость. Средняя скорость. Проекция и модуль вектора скорости. Скорость при равномерном и равноускоренном движении.
3. Ускорение. Мгновенное ускорение. Среднее ускорение. Проекция и модуль вектора ускорения. Нормальное и тангенциальное ускорение. Кинематические уравнения при равнопеременном движении.
4. Вращательное движение. Угловая скорость. Связь линейной и угловой скорости. Угол поворота как функция времени.
5. Угловое ускорение. Взаимосвязь углового ускорения с нормальным и тангенциальным ускорением. Кинематические уравнения вращательного движения.
6. Сила. Масса. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчёта. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона.
7. Импульс материальной точки. Импульс системы материальных точек. Изменение импульса и импульс силы. Второй закон Ньютона в обобщенной форме. Закон сохранения импульса.
8. Центр масс. Теорема о движении центра масс. Система центра масс. Задача Кеплера, относительное движение двух тел.
9. Движение тела с переменной массой. Уравнение Мещерского. Реактивная сила. Формула Циолковского.
10. Гравитационные силы. Сила тяжести. Вес. Закон всемирного тяготения. Методы определения постоянной тяготения.
11. Силы упругости. Сила реакции связей. Сила натяжения нити. Силы упругости и закон Гука при деформации растяжения, сжатия, кручения, сдвига. Пределы упругости и прочности. Упругий гистерезис.

12. Силы трения. Сухое трение. Сила трения покоя. Сила трения скольжения. Закон Амонтона – Кулона. Трение качения. Жидкое трение. Сила вязкого трения.
13. Работа силы. Элементарная работа. Графическая интерпретация работы. Работа упругой силы, гравитационной силы. Мощность.
14. Кинетическая энергия. Изменение кинетической энергии. Теорема Кёнига.
15. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная механическая энергия частицы. Расчет потенциальной энергии. Связь силы с потенциальной энергией.
16. Механическая энергия системы материальных точек. Закон сохранения механической энергии. Законы сохранения и симметрия пространства и времени.
17. Определение момента силы. Момент силы относительно точки. Момент силы относительно оси вращения. Условие равновесия для момента сил.
18. Определение момента импульса. Момент импульса относительно точки. Момент импульса относительно оси. Уравнение для момента импульса.
19. Определение момента инерции. Момент инерции относительно оси. Вычисление моментов инерции. Тензор инерции. Теорема Гюйгенса-Штейнера.
20. Закон сохранения момента импульса тела, вращающегося около закрепленной оси. Закон сохранения момента импульса системы тел.
21. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела около неподвижной оси. Уравнение динамики твердого тела относительно точки.
22. Кинетическая энергия вращательного движения. Кинетическая энергия при плоском движении. Работа при вращательном движении.
23. Гироскопы. Свободный гироскоп. Прецессия гироскопа под действием внешних сил. Угловая скорость прецессии. Нутации. Гироскопические силы.
24. Уравнение моментов. Уравнение моментов для системы взаимодействующих частиц.
25. Механический принцип относительности. Преобразования Галилея. Закон сложения скоростей. Следствия из преобразований Галилея.

26. Постулаты специальной теории относительности. Принцип относительности Эйнштейна. Преобразования Лоренца. Следствия из преобразований Лоренца.
27. Релятивистский импульс и масса. Релятивистское уравнение движения. Полная энергия и энергия покоя.
28. Неинерциальные системы отсчёта. Скорость материальной точки в неподвижной и движущейся системах отсчёта. Ускорение относительно неинерциальной системы отсчёта.
29. Силы инерции. Уравнение Ньютона в неинерциальных системах отсчёта. Проявление сил инерции поступательной, вращательной, силы Кориолиса. Маятник Фуко.
30. Движение в поле тяготения. Гравитационное взаимодействие тел. Эквивалентность гравитационной и инертной массы. Гравитационное поле, напряжённость и потенциал поля.
31. Работа поля тяготения. Законы сохранения в центральном гравитационном поле. Законы сохранения для движения небесных тел.
32. Космические скорости. Условия параболического, эллиптического, гиперболического движения тел. Законы Кеплера.
33. Механические колебания. Гармонические колебания. Основные характеристики колебаний. Кинематика колебаний. Сложение гармонических колебаний. Биения. Фигуры Лиссажу.
34. Простейшие колебательные системы. Пружинный маятник. Математический маятник. Физический маятник.
35. Динамика колебаний. Свободные незатухающие колебания. Свободные затухающие колебания и их характеристики. Вынужденные колебания. Резонанс.
36. Распространение колебаний в однородной упругой среде. Уравнение плоской бегущей волны, уравнение сферической волны. Основные характеристики волны.
37. Волновое уравнение. Фазовая и групповая скорости волн. Механические волны в струне, в стержне, газах, жидкостях.

38. Энергия переносимая упругой волной. Поток энергии в бегущей волне
Вектор Умова.
39. Принцип суперпозиции. Интерференция и дифракция волн. Стоячие волны. Отражение и преломление волн.
40. Акустические волны. Характеристики звуковых волн. Ультразвук. Инфразвук. Эффект Доплера. Акустический резонанс. Поглощение звука.
41. Жидкость и газ в состоянии равновесия. Распределение давления в покоящейся жидкости и газе. Закон Паскаля. Закон Архимеда.
42. Стационарное течение несжимаемой жидкости. Уравнение непрерывности. Уравнение Бернулли. Формула Торричелли.
43. Течение вязкой жидкости. Силы вязкого трения. Формула Стокса. Формула Пуазейля. Ламинарное и турбулентное течение.
44. Движение тел в жидкостях и газах. Обтекание тел потоком. Лобовое сопротивление. Подъёмная сила крыла. Эффект Магнуса. Формула Жуковского.
45. Деформация твердого тела. Элементарные деформации. Коэффициент Пуассона. Понятие о тензоре деформации.
46. Упругие деформации. Модуль Юнга и сдвига. Деформации изгиба, кручения, сдвига, растяжения и сжатия. Понятие о тензоре напряжений.
47. Энергия упругих деформаций. Плотность энергии упругих деформаций.

Примерный вариант экзаменационных билетов по курсу «Механика».

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Теоретический вопрос.

Механическое движение. Способы описания движения. Материальная точка. Система отсчёта. Радиус – вектор. Перемещение. Траектория. Пройденный путь.

Задача № 1.

Однородный диск радиусом 30 см колеблется около горизонтальной оси, проходящей через одну из образующих цилиндрической поверхности диска. Определите период колебаний этого физического маятника.

Задача № 2.

Прибор для измерения вязкости жидкостей вискозиметр представляет собой два коаксиальных цилиндра. Один из них внешний диаметром 10,6 см неподвижен. Другой внутренний диаметром 10,3 см вращается с постоянной частотой 62 об/мин. Исследуемая жидкость помещена в зазор между цилиндрами до уровня 12 см. Определите вязкость жидкости, если указанная частота вращения обеспечивается моментом сил 0,024 Н·м.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

Теоретический вопрос.

Поступательное движение. Скорость. Мгновенная скорость. Средняя скорость. Проекция и модуль вектора скорости. Скорость при равномерном и равноускоренном движении.

Задача № 1.

Небольшое тело массой 1 кг соединённое с горизонтальной пружиной, совершает малые колебания с амплитудой 10 см, причём, максимальное значение энергии достигает величины 50 Дж. Через какой промежуток времени смещение точки после начала движения достигнет половины амплитуды? Какова средняя скорость за это время?

Задача № 2.

На столе стоит сосуд, в боковую поверхность которого вставлен горизонтальный капилляр на высоте 5 см от дна сосуда. Внутренний радиус капилляра 1 мм и длина 1 см. В сосуд налито машинное масло, плотность которого $0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ и динамическая вязкость 0,5 Па·с. Уровень масла в сосуде поддерживается постоянным на высоте 50 см выше капилляра. На каком расстоянии от конца капилляра струя масла падает на стол?

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

Теоретический вопрос.

Ускорение. Мгновенное ускорение. Среднее ускорение. Проекция и модуль вектора ускорения. Нормальное и тангенциальное ускорение. Кинематические уравнения при равнопеременном движении.

Задача № 1.

Ареометр совершает малые колебания в воде с периодом 2 с, каков будет период колебаний при опускании ареометра в бензин с плотностью 730 кг/м^3 ?

Задача № 2.

В боковую поверхность цилиндрического сосуда радиусом 20 см, вставлен горизонтальный капилляр. Внутренний радиус, которого 1 мм и длина 2 см. В сосуд налита вязкая жидкость, динамическая вязкость которой $1.2 \text{ Па}\cdot\text{с}$. Найти зависимость скорости понижения уровня жидкости в сосуде от высоты этого уровня над капилляром.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

Теоретический вопрос.

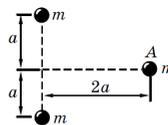
Вращательное движение. Угловая скорость. Связь линейной и угловой скорости. Угол поворота как функция времени.

Задача № 1.

Из резинового шнура длиной 42 см и радиусом 3 мм сделана рогатка. Мальчик, стреляя из рогатки, растянул резиновый шнур на 20 см. Найти модуль Юнга для этой резины, если известно, что камень массой $0,02 \text{ кг}$, пущенный из рогатки, полетел со скоростью 20 м/с . Изменением сечения шнура при растяжении пренебречь.

Задача № 2.

Три одинаковых шара массой 10 кг каждый расположены так, как показано на рисунке. Найдите силу, действующую на шар А со стороны двух других. Расстояние $a = 10 \text{ см}$.



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

Теоретический вопрос.

Угловое ускорение. Взаимосвязь углового ускорения с нормальным и тангенциальным ускорением. Кинематические уравнения вращательного движения.

Задача № 1.

С крыши дома свешивается стальная проволока длиной 40 м и диаметром 2 мм. Какую нагрузку может выдержать эта проволока? Насколько удлинится эта проволока, если на ней повиснет человек массой 70 кг? Будет ли наблюдаться остаточная деформация. Когда человек отпустит проволоку? Предел прочности стали 294 МПа.

Задача № 2.

Определить гравитационную силу, действующую на материальную точку массой m со стороны тонкого однородного стержня массой M и длиной L , если точка расположена на оси стержня на расстоянии a от его ближайшего конца.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6

Теоретический вопрос.

Сила. Масса. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчёта. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона.

Задача № 1.

Определить длины медной и свинцовой проволок, которые, будучи подвешены вертикально, начнут рваться под действием собственной силы тяжести. Пределы прочности меди и свинца равны 245 МПа и 20 МПа соответственно.

Задача № 2.

В свинцовом шаре радиусом R сделана сферическая полость. Масса шара без полости M . Определить, с какой силой свинцовый шар с полостью будет притягивать маленький шарик массой m , находящийся на расстоянии $d \gg R$ от центра свинцового шара.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7

Теоретический вопрос.

Импульс материальной точки. Импульс системы материальных точек. Изменение импульса и импульс силы. Второй закон Ньютона в обобщенной форме. Закон сохранения импульса.

Задача № 1.

Плоская упругая волна генерируется источником колебаний с частотой 200 Гц с амплитудным значением смещения 0,004 м. Записать уравнение колебаний среды для случая $\xi(0, t)$, если в начальный момент времени смещение максимально. Определить смещение точек среды через 0,1 с на удалении от источника 1 м, принимая скорость распространения волнового движения 300 м/с.

Задача № 2.

Расстояние между ведущими и передними колесами у одного автомобиля L, а у другого 2L. Центры тяжести находятся на одинаковой высоте. Мощности моторов и коэффициент трения скольжения между землей и ведущими колесами одинаковы. Какой автомобиль быстрее проедет путь 100L.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8

Теоретический вопрос.

Центр масс. Теорема о движении центра масс. Система центра масс. Задача Кеплера, относительное движение двух тел.

Задача № 1.

Услышав, пришедший сверху звук пролетающего самолёта, наблюдатель обнаружил его визуально под углом 45° к горизонту. Определить скорость самолёта и расстояние до него, если звук распространялся в течение 2 с.

Задача № 2.

На шероховатой доске на расстоянии L от её правого конца находится сплошной цилиндр. Доску начинают двигать с ускорением a влево. С какой скоростью относительно доски будет двигаться центр цилиндра в тот момент, когда он будет находиться над краем доски? Движение цилиндра относительно доски проходит без скольжения.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9

Теоретический вопрос.

Движение тела с переменной массой. Уравнение Мещерского. Реактивная сила. Формула Циолковского.

Задача № 1.

Задано уравнение плоской бегущей волны $\xi(x, t) = 0,005 \cos(628t - 2x)$. Найти частоту колебаний частиц среды, длину волны, фазовую скорость распространения волны, амплитудное значение скорости и ускорения.

Задача № 2.

Внутри ящика находится куб массой m с длиной ребра L , который опирается на три опоры. Определить силы, действующие на куб со стороны опор, если ящик движется с ускорением a . Расстояние от верхней опоры до нижней грани куба равно H .

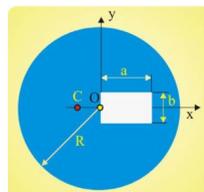
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10

Теоретический вопрос.

Гравитационные силы. Сила тяжести. Вес. Закон всемирного тяготения. Методы определения постоянной тяготения.

Задача № 1.

Две релятивистские частицы движутся под прямым углом друг к другу в лабораторной системе отсчета, одна со скоростью v_1 , а другая со скоростью v_2 . Найти их относительную скорость.



Задача № 2.

Определите положение центра масс круглой пластины радиусом R , с вырезом в виде прямоугольника со сторонами a и b .

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11

Теоретический вопрос.

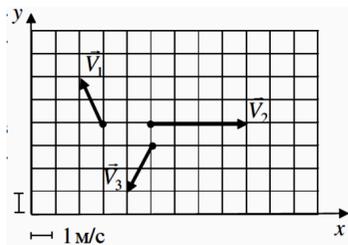
Силы упругости. Сила реакции связей. Сила натяжения нити. Силы упругости и закон Гука при деформации растяжения, сжатия, кручения, сдвига. Пределы упругости и прочности. Упругий гистерезис.

Задача № 1.

У прямоугольного треугольника катет равен 5 м, а угол между этим катетом и гипотенузой равен 30° . Найти в системе K' , движущейся относительно этого треугольника со скоростью $0,866c$ вдоль катета.

Задача № 2.

Система состоит из трех материальных точек, скорости которых равны соответственно $\vec{v}_1, \vec{v}_2, \vec{v}_3$. Определить скорость центра масс системы, если масса всех материальных точек одинакова. Скорости и масштаб показаны на рисунке.



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12

Теоретический вопрос.

Силы трения. Сухое трение. Сила трения покоя. Сила трения скольжения. Закон Амонтона – Кулона. Трение качения. Жидкое трение. Сила вязкого трения.

Задача № 1.

Протон движется со скоростью, равной 0,8 скорости света. Навстречу ему движется электрон со скоростью 0,9 скорости света. Каковы их скорости относительно друг друга? Определить полную и кинетическую энергию электрона.

Задача № 2.

Две спортивные лодки массами 500 кг и 1000 кг, в каждой из которых находится груз массой 100 кг, следуют встречными параллельными курсами со скоростью 3 м/с и 6 м/с. Когда лодки находятся напротив друг друга, с каждой лодки во встречную перебрасывают груз. Определите, с какой скоростью после этого станут двигаться лодки.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13

Теоретический вопрос.

Работа силы. Элементарная работа. Графическая интерпретация работы. Работа упругой силы, гравитационной силы. Мощность.

Задача № 1.

Прямоугольный брусок со сторонами 3 см и 7 см движется параллельно большому ребру. При какой скорости движения прямоугольный брусок превратится в куб?

Задача № 2.

Две частицы массами m_1 и m_2 соединены невесомой пружиной. В момент времени $t=0$ частицам сообщают скорости v_1 и v_2 , после чего они начинают двигаться в однородном поле тяжести Земли. Не учитывая сопротивление воздуха, найти зависимости от времени импульса системы и радиус-вектора её центра масс относительно начального положения.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14

Теоретический вопрос.

Кинетическая энергия. Изменение кинетической энергии. Теорема Кёнига.

Задача № 1.

Человек стоит в центре скамьи Жуковского и ловит рукой мяч массой 0,4 кг, летящий в горизонтальном направлении со скоростью 20 м/с. Траектория мяча проходит на расстоянии 0,8 м от вертикальной оси вращения скамьи. С какой угловой скоростью начинает вращаться скамья Жуковского с человеком, поймавшим мяч, если суммарный момент инерции человека и скамьи $6 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.

Задача № 2.

Точка движется по окружности со скоростью $v = at$, где $a=0,5 \text{ м/с}^2$. Найти её полное ускорение в момент, когда она пройдет 0,1 длины окружности после начала движения.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15

Теоретический вопрос.

Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная механическая энергия частицы. Расчет потенциальной энергии. Связь силы с потенциальной энергией.

Задача № 1.

Маховик, момент инерции которого равен $40 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, начал вращаться равноускоренно из состояния покоя под действием момента силы $20 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Вращение продолжалось в течение 10 с. Определить кинетическую энергию, приобретенную маховиком.

Задача № 2.

Колесо вращается вокруг неподвижной оси так, что угол его поворота зависит от времени как $\varphi = \beta t^2$, где $\beta = 0,020$ рад/с². Найти полное ускорение точки на ободе колеса в момент времени 2,5 с, если скорость точки в этот момент 0,65 м/с.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16**Теоретический вопрос.**

Механическая энергия системы материальных точек. Закон сохранения механической энергии. Законы сохранения и симметрия пространства и времени.

Задача № 1.

Тонкий прямой стержень длиной 1 м прикреплен к горизонтальной оси, проходящей через его конец. Стержень отклонили на угол 60° от положения равновесия и отпустили. Определить линейную скорость нижнего конца стержня в момент прохождения через положение равновесия.

Задача № 2.

Твердое тело начинает вращаться вокруг неподвижной оси с угловым ускорением $\varepsilon = \alpha t$, где $\alpha = 0,02$ рад/с³. Через сколько времени после начала вращения вектор полного ускорения произвольной точки тела будет составлять угол 60 градусов с её вектором скорости?

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17**Теоретический вопрос.**

Определение момента силы. Момент силы относительно точки. Момент силы относительно оси вращения. Условие равновесия для момента сил.

Задача № 1.

Частица движется вдоль оси ОХ по закону $x = \alpha t^2 - t^3$, где α и β положительные постоянные величины. В момент времени $t=0$ на частицу действует сила F_0 . Определить значение силы F_x в точках поворота частицы и в момент прохождения частицей начала системы отсчёта.

Задача № 2.

Танк, расположенный на вершине горы, производит горизонтальные выстрелы. Снаряды разрываются на расстоянии 5 км ниже по склону. Определить начальную скорость снаряда. Если склон образует с горизонтом 30 градусов.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18

Теоретический вопрос.

Определение момента импульса. Момент импульса относительно точки. Момент импульса относительно оси. Уравнение для момента импульса.

Задача № 1.

Материальная точка массой 0,5 кг движется поступательно в соответствии с уравнениями $x = 2t^2 + 1$, $y = t^2 + 1$, $z = 3t^3 - 1$. Определить вектор действующей на точку силы.

Задача № 2.

Тело брошено вверх с высоты 12 м под углом 30 градусов с начальной скоростью 12 м/с. Найти в момент приземления тела скорость и угол падения тела, тангенциальное и нормальное ускорение тела и радиус кривизны траектории.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19

Теоретический вопрос.

Определение момента инерции. Момент инерции относительно оси. Вычисление моментов инерции. Тензор инерции. Теорема Гюйгенса-Штейнера.

Задача № 1.

Материальная точка массой 1 кг движется в горизонтальной плоскости по окружности радиусом 100 м под действием переменной силы. В период разгона движение происходит по закону $s = 0,1 \cdot t^3$. Определить модуль действующей силы в момент времени когда скорость точки достигает величины 30 м/с. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

Задача № 2.

Тело брошено вверх с высоты 12 м под углом 30 градусов с начальной скоростью 12 м/с. Определить продолжительность полета тела, максимальную высоту, которой достигнет тело. И дальность полета.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20

Теоретический вопрос.

Закон сохранения момента импульса тела, вращающегося около закрепленной оси. Закон сохранения момента импульса системы тел.

Задача № 1.

Материальная точка массой 1 кг падает в поле тяжести Земли, испытывая сопротивление со стороны воздуха. Координата точки во времени меняется по закону $z = 4t - 2(1 - e^{-2t})$. Ось z направлена вертикально вниз. Найти силу сопротивления как функцию скорости точки.

Задача № 2.

С башни брошен камень в горизонтальном направлении с начальной скоростью 40 м/с. Какова скорость камня через 3 с после начала движения? Какой угол образует вектор скорости камня с плоскостью горизонта в этот момент?

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 21

1. Теоретический вопрос.

Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела около неподвижной оси. Уравнение динамики твердого тела относительно точки.

Задача № 1.

Небольшой брусок начинает скользить по наклонной плоскости, составляющей угол α с горизонтом. Коэффициент трения бруска о плоскость зависит от пройденного им пути по закону $\mu = kx$, где k – постоянная величина. Найдите путь, пройденный бруском до остановки.

Задача № 2.

Тело массой $m_1 = 2$ кг, движущееся со скоростью $\vec{v}_1 = 3\vec{i} + 2\vec{j} - \vec{k}$, испытывает абсолютно неупругое соударение с другим телом массой $m_2 = 3$ кг, движущимся со скоростью $\vec{v}_2 = -2\vec{i} + 2\vec{j} + 4\vec{k}$. Найти скорость получившейся составной частицы.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 22

Теоретический вопрос.

Кинетическая энергия вращательного движения. Кинетическая энергия при плоском движении. Работа при вращательном движении.

Задача № 1.

Тело небольших размеров движется по поверхности неподвижного клина с углом при основании α . В начальный момент времени скорость тела равнялась v_0 и составляла угол φ_0 с ребром клина. Коэффициент трения тела о поверхность клина $\mu = \operatorname{tg}\alpha$. Найти установившуюся скорость скольжения тела.

Задача № 2.

Цепочка массой 1 кг и длиной 1,4 м висит на нити, касаясь поверхности стола своим нижним концом. После пережигания нити цепочка упала на стол. Найти полный импульс, который она передала столу.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 23**Теоретический вопрос.**

Гироскопы. Свободный гироскоп. Прецессия гироскопа под действием внешних сил. Угловая скорость прецессии. Нутации. Гироскопические силы.

Задача № 1.

Два тела массами M и m ($M > m$) падают с одинаковой высоты без начальной скорости. Сила сопротивления воздуха для каждого тела постоянна и равна F_c . Сравните время падения тел.

Задача № 2.

Пушка массой M начинает свободно скользить вниз по гладкой плоскости, составляющей угол α с горизонтом. Когда пушка прошла путь l , произвели выстрел, в результате которого снаряд вылетел с импульсом p в горизонтальном направлении, а пушка остановилась. Пренебрегая массой снаряда, найти продолжительность выстрела.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 24**Теоретический вопрос.**

Уравнение моментов. Уравнение моментов для системы взаимодействующих частиц.

Задача № 1.

Материальная точка массой 0,1 кг совершает гармонические колебания при нулевой начальной фазе с периодом 10 с. За какое время с момента начала

движения точка сместится на половину амплитуды 0.2 м. Какой кинетической энергией будет обладать точка?

Задача № 2.

Из залитого подвала, площадь которого $S=50 \text{ м}^2$, требуется выкачать воду на мостовую. Глубина воды в подвале $h=1,5 \text{ м}$, а расстояние от уровня воды в подвале до мостовой $H=5 \text{ м}$, какую работу необходимо совершить для откачки воды.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 25

Теоретический вопрос.

Механический принцип относительности. Преобразования Галилея. Закон сложения скоростей. Следствия из преобразований Галилея.

Задача № 1.

В боковую поверхность цилиндрического сосуда диаметр, которого 50 см вставлен капилляр с внутренним диаметром 0,5 см и длиной 20 см. В сосуд налита жидкость с динамической вязкостью 0,1 Па·с. Определить скорость понижения уровня жидкости в сосуде, если высота этого уровня над капилляром 10 см.

Задача № 2.

Потенциальная энергия одной и той же частицы, находящейся в разных полях имеет вид: а) $U_1 = \alpha/r$; б) $U_2 = kr^2/2$, где r – модуль радиус-вектора частицы, α и k – постоянные ($k>1$). Определите действующую на частицу силу и работу, совершаемую полем при перемещении частицы из точки M_1 с координатами (1, 2, 3) в точку M_2 с координатами (2, 3, 4).

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 26

Теоретический вопрос.

Постулаты специальной теории относительности. Принцип относительности Эйнштейна. Преобразования Лоренца. Следствия из преобразований Лоренца.

Задача № 1.

В дне цилиндрического сосуда диаметром 0,5 м имеется круглое отверстие диаметром 1 см. Найти скорость понижения уровня воды в сосуде.

Задача № 2.

На частицу массой $m=100\text{г}$ действует сила $\vec{F} = \frac{\alpha}{x^2}\vec{i} + \frac{\alpha}{y^2}\vec{j} + \frac{\alpha}{z^2}\vec{k}$, где $\alpha=5\text{ Н}\cdot\text{м}^2$.

Определить работу этой силы при перемещении частицы из точки $M_1(1, 2, 3)$ в точку $M_2(3, 2, 1)$.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 27

Теоретический вопрос.

Релятивистский импульс и масса. Релятивистское уравнение движения. Полная энергия и энергия покоя.

Задача № 1.

Найти скорость течения газа по трубе, если известно, что за время 30 мин через поперечное сечение трубы протекает масса газа 0,51 кг. Плотность газа $7,5\text{ кг/м}^3$ и диаметр трубы 2 см.

Задача № 2.

Материальная точка массой $m=2\text{ кг}$ двигалась под действием некоторой силы согласно уравнению $x=A+Bt+Ct^2+Dt^3$, где $A=10\text{ м}$, $B=-2\text{ м/с}$, $C=1\text{ м/с}^2$, $D=-0,2\text{ м/с}^3$. Найти мощность, затрачиваемую на движение точки в моменты времени $t_1=2\text{ с}$ и $t_2=5\text{ с}$.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 28

Теоретический вопрос.

Неинерциальные системы отсчёта. Скорость материальной точки в неподвижной и движущейся системе отсчёта. Ускорение относительно неинерциальной системы отсчёта.

Задача № 1.

Сплошной цилиндр скатывается с наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол 30° . Найти длину наклонной плоскости, если его скорость в конце наклонной плоскости равна 7 м/с , а коэффициент трения равен $0,2$.

Задача № 2.

Определить скорость истечения идеальной жидкости из малого отверстия в боковой поверхности цилиндрического сосуда, если высота уровня жидкости над отверстием составляет $1,5\text{ м}$.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 29

Теоретический вопрос.

Силы инерции. Уравнение Ньютона в неинерциальных системах отсчёта. Проявление сил инерции поступательной, вращательной, силы Кориолиса. Маятник Фуко.

Задача № 1.

Маховик массой 4 кг свободно вращается вокруг горизонтальной оси, проходящей через его центр, делая 720 об/мин. Массу маховика можно считать распределенной по его ободу радиусом 40 см. Через 30 с под действием тормозящего момента маховик остановился. Найти тормозящий момент и число оборотов, которое делает маховик до полной остановки.

Задача № 2.

Площадь поршня в шприце равна S_1 , а площадь отверстия на выходе S_2 . Ход поршня равен L . На поршень действует сила F . Найти скорость и время вытекания инъекции из шприца, если он расположен горизонтально, а скорость поршня постоянна.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 30

Теоретический вопрос.

Движение в поле тяготения. Гравитационное взаимодействие тел. Эквивалентность гравитационной и инертной массы. Гравитационное поле, напряжённость и потенциал поля.

Задача № 1.

Вентилятор вращается с частотой 600 об/мин. После выключения он начал вращаться равнозамедленно и, сделав 50 оборотов, остановился. Работа сил торможения равна 30 Дж. Определить момент сил торможения.

Задача № 2.

Груз, подвешенный на нити, равномерно вращается по окружности радиусом 30 см в горизонтальной плоскости с угловой скоростью 2 с^{-1} . На какой угол от вертикали будет при этом отклонена нить?

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 31

Теоретический вопрос.

Работа поля тяготения. Законы сохранения в центральном гравитационном поле. Законы сохранения для движения небесных тел.

Задача № 1.

Сплошной диск радиусом 20 см вращается под действием постоянной касательной силы 40 Н. Кроме того, на него действует момент сил 2 Н·м, и угловое ускорение его равно 30 рад/с^2 . Определить массу диска.

Задача № 2.

Космический корабль должен, изменив курс, двигаться с прежним по модулю импульсом $|\vec{p}|=6 \cdot 10^6 \text{ (кг·м/с)}$ под углом $\alpha=60^\circ$ к первоначальному направлению. На какое наименьшее время нужно включить двигатель с силой тяги $|\vec{F}|=200 \text{ кН}$.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 32

Теоретический вопрос.

Космические скорости. Условия параболического, эллиптического, гиперболического движения тел. Законы Кеплера.

Задача № 1.

На однородный сплошной цилиндр радиусом 50 см намотана легкая нить, к концу которой прикреплен груз массой 6 кг. Момент инерции цилиндра 7 кг м^2 . Определить ускорение груза.

Задача № 2.

Человек, масса которого 70 кг, прыгает с неподвижной тележки со скоростью 7 м/с. Определить силу трения тележки о землю, если тележка после толчка остановилась через 5 с.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 33

Теоретический вопрос.

Механические колебания. Гармонические колебания. Основные характеристики колебаний. Кинематика колебаний. Сложение гармонических колебаний. Биения. Фигуры Лиссажу.

Задача № 1.

Горизонтальная платформа массой 25 кг и радиусом 0,8 м вращается с частотой 18 рад/мин. В центре стоит человек и держит в расставленных руках гири. Считая платформу диском, определить частоту вращения платформы, если человек, опустив руки, уменьшит момент инерции от $4 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ до $1 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$.

Задача № 2.

На гладком горизонтальном столе покоится шар. С ним сталкивается другой такой же шар. Под каким углом разлетятся шары, если удар между ними абсолютно упругий и нецентральный.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 34**Теоретический вопрос.**

Простейшие колебательные системы. Пружинный маятник. Математический маятник. Физический маятник.

Задача № 1.

Человек массой 60 кг, стоящий на краю горизонтальной платформы радиусом 1 м и массой 120 кг, вращающейся по инерции вокруг неподвижной вертикальной оси с частотой 0,17 рад/с, переходит к её центру. Определите работу, совершаемую человеком при переходе от края платформы к её центру.

Задача № 2.

Материальная точка массой 2 кг движется относительно инерциальной системы отсчёта в соответствии с уравнениями $x=2\sin(\pi t/4)+2$, $y=2\cos(\pi t/4)$. Через одну секунду после начала движения определить модуль силы, вызывающей это движение.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 35**Теоретический вопрос.**

Динамика колебаний. Свободные незатухающие колебания. Свободные затухающие колебания и их характеристики. Вынужденные колебания. Резонанс.

Задача № 1.

Небольшое тело соскальзывает без трения с высшей точки полусферы радиусом 20 см. Определить скорость тела в момент отрыва от поверхности полусферы? Сопротивление воздуха не учитывать.

Задача № 2.

Определить силу, действующую на точку массой 5 кг, закон движения которой задан уравнениями: $x=5t^2$, $y=3t$.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 36**Теоретический вопрос.**

Распространение колебаний в однородной упругой среде. Уравнение плоской бегущей волны, уравнение сферической волны. Основные характеристики волны.

Задача № 1.

По горизонтальному столу может катиться без скольжения цилиндр массой 20 кг, на который намотана нить. Ко второму концу нити, переброшенному через легкий блок, подвешен груз той же массы. Система предоставлена самой себе. Найти ускорение груза и силу трения между цилиндром и столом.

Задача № 2.

С вершины гладкой полусферы радиусом R соскальзывает маленькое тело. Определить скорость в момент отрыва.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 37**Теоретический вопрос.**

Волновое уравнение. Фазовая и групповая скорости волн. Механические волны в струне, в стержне, газах, жидкостях.

Задача № 1.

Однородный шар радиусом 20 см скатывается без скольжения с вершины сферы радиусом 50 см. Определите угловую скорость шара после отрыва от поверхности сферы.

Задача № 2.

Катушка с намотанной на нее нитью может катиться по поверхности горизонтального стола без скольжения. С какой скоростью и в каком направлении будет перемещаться ось катушки. Если конец нити тянуть в горизонтальном направлении со скоростью v ?

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 38

Теоретический вопрос.

Энергия переносимая упругой волной. Поток энергии в бегущей волне Вектор Умова.

Задача № 1.

Платформа в виде сплошного диска радиусом 1,5 м и массой 180 кг вращается по инерции вокруг вертикальной оси с частотой 10 оборотов в минуту. В центре платформы стоит человек массой 60 кг. Какую линейную скорость относительно земли будет иметь человек, если он перейдет на край платформы.

Задача № 2.

Вентилятор вращается с частотой 900 об/мин. После выключения вентилятора, вращаясь равнозамедленно, сделал до остановки 75 оборотов. Какое время прошло с момента выключения вентилятора до полной его остановки?

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 39

Теоретический вопрос.

Принцип суперпозиции. Интерференция и дифракция вол. Стоячие волны. Отражение и преломление волн.

Задача № 1.

На барабан массой 9 кг намотан шнур, к концу которого привязан груз массой 2 кг. Найти ускорение груза, барабан считать однородным цилиндром, трения нет.

Задача № 2.

Диск, вращавшийся с постоянной частотой 10 об/с, при торможении начал вращаться равнозамедленно. Когда торможение прекратилось вращение диска снова стало равномерным, но уже с частотой 6 об/с. Определить угловое ускорение диска, если за время равнозамедленного движения диск сделал 50 оборотов.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 40

Теоретический вопрос.

Акустические волны. Характеристики звуковых волн. Ультразвук. Инфразвук. Эффект Доплера. Акустический резонанс. Поглощение звука.

Задача № 1.

К ободу однородного сплошного диска массой 10 кг, насаженного на ось, приложена постоянная касательная сила 30Н. Определите кинетическую энергию через 4 с после начала действия силы.

Задача № 2.

Тонкий стержень с двумя дисками, жестко закрепленными на стержне и расположенными на расстоянии 0,5 м друг от друга, вращается с частотой 1600 об/мин. Пуля, летящая параллельно стержню, пробивает оба диска, при этом отверстия от пули во втором диске смещено относительно отверстия в первом диске на угол 12 градусов. Найти скорость пули.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 41

Теоретический вопрос.

Жидкость и газ в состоянии равновесия. Распределение давления в покоящейся жидкости и газе. Закон Паскаля. Закон Архимеда.

Задача № 1.

Легкая нить с прикрепленным к ней грузом массой 2 кг намотана на сплошной вал радиусом 10 см. При разматывании нити груз опускается с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$. Определить массу и момент инерции вала.

Задача № 2.

Велосипедист едет с постоянной скоростью 10 м/с по прямолинейному участку дороги. Найти мгновенные линейные скорости диаметрально противоположных точек лежащих на ободе колеса, относительно земли.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 42

Теоретический вопрос.

Стационарное течение несжимаемой жидкости. Уравнение непрерывности. Уравнение Бернулли. Формула Торричелли.

Задача № 1.

Через неподвижный блок в виде однородного сплошного цилиндра массой 160 г перекинута невесомая нить, к концам которой подвешены грузы массы 200 г и 300 г. Пренебрегая трением в оси блока определить ускорение грузов и силы натяжения нитей.

Задача № 2.

Найти радиус вращающегося диска, если линейная скорость точки, лежащей на ободе в 2,5 раза больше линейной скорости точки, лежащей на расстоянии 5 см ближе к оси диска.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 43**Теоретический вопрос.**

Течение вязкой жидкости. Силы вязкого трения. Формула Стокса. Формула Пуазейля. Ламинарное и турбулентное течение.

Задача № 1.

С башни в горизонтальном направлении брошено тело с начальной скоростью 10 м/с. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить для момента времени 2 с после начала движения скорость тела и радиус кривизны его траектории.

Задача № 2.

На наклонной плоскости с углом наклона α лежит брусок массой m . Груз массой m_1 присоединен к бруску при помощи нити, перекинутой через блок. Определить натяжение нити, если коэффициент трения бруска о плоскость μ . Массой блока и нити пренебречь.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 44**Теоретический вопрос.**

Движение тел в жидкостях и газах. Обтекание тел потоком. Лобовое сопротивление. Подъемная сила крыла. Эффект Магнуса. Формула Жуковского.

Задача № 1.

Тело брошено под углом к горизонту. Максимальная высота подъема равна дальности полета. Определить угол броска к горизонту.

Задача № 2.

Два груза массами m_1 и m_2 соединены легкой нерастяжимой нитью. Коэффициент трения между грузом и столом μ . Найти ускорение грузов и силу натяжения нити.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 45**Теоретический вопрос.**

Деформация твердого тела. Элементарные деформации. Коэффициент Пуассона. Понятие о тензоре деформации.

Задача № 1.

Радиус-вектор материальной точки изменяется со временем по закону $r = t^3 i + 3t^2 j$. Определить модуль скорости и модуль ускорения.

Задача № 2.

На наклонной плоскости с углом наклона α лежит брусок массой m . Груз массой m_1 присоединен к бруску при помощи нити, перекинутой через блок. Определить натяжение нити, если коэффициент трения бруска о плоскость μ . Массой блока и нити пренебречь.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 46**Теоретический вопрос.**

Упругие деформации. Модуль Юнга и сдвига. Деформации изгиба, кручения, сдвига, растяжения и сжатия. Понятие о тензоре напряжений.

Задача № 1.

Определить уравнение траектории, скорость и ускорение материальной точки, если она движется согласно уравнениям $x = 2 + 5 \sin 2t$, $y = 3(1 + \cos 2t)$.

Задача № 2.

Маленький шарик, подвешенный на невесомой нерастяжимой нити длиной l , вращается в горизонтальной плоскости с периодом обращения T . Нить составляет с вертикалью угол α . По этим данным вывести формулу для вычисления ускорения свободного падения.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 47

Теоретический вопрос.

Энергия упругих деформаций. Плотность энергии упругих деформаций.

Задача № 1.

Частица движется в плоскости XOY со скоростью $v=Ai+Bxj$, где A и B константы. В начальный момент времени частица находится в начале системы координат. Найти: а) уравнение траектории; б) радиус кривизны траектории.

Задача № 2.

Тело массой m подвешивают на невесомой пружине жесткостью k и первоначальной длиной l_0 . Затем тело раскручивают с частотой n так, что пружина с грузом описывает в пространстве конус. Определить возникающее при этом удлинение пружины.

Вопросы коллоквиума 1.

Первый контрольный рубеж.

1. Механическое движение. Способы описания движения. Материальная точка. Система отсчёта. Радиус – вектор. Перемещение. Траектория. Пройденный путь.
2. Поступательное движение. Скорость. Мгновенная скорость. Средняя скорость. Проекция и модуль вектора скорости. Скорость при равномерном и равноускоренном движении.
3. Ускорение. Мгновенное ускорение. Среднее ускорение. Проекция и модуль вектора ускорения. Нормальное и тангенциальное ускорение. Кинематические уравнения при равнопеременном движении.
4. Вращательное движение. Угловая скорость. Связь линейной и угловой скорости. Угол поворота как функция времени.
5. Угловое ускорение. Взаимосвязь углового ускорения с нормальным и тангенциальным ускорением. Кинематические уравнения вращательного движения.
6. Сила. Масса. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчёта. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона.

7. Импульс материальной точки. Импульс системы материальных точек. Изменение импульса и импульс силы. Второй закон Ньютона в обобщенной форме. Закон сохранения импульса.
8. Центр масс. Теорема о движении центра масс. Система центра масс. Задача Кеплера, относительное движение двух тел.
9. Движение тела с переменной массой. Уравнение Мещерского. Реактивная сила. Формула Циолковского.
10. Гравитационные силы. Сила тяжести. Вес. Закон всемирного тяготения. Методы определения постоянной тяготения.
11. Силы упругости. Сила реакции связей. Сила натяжения нити. Силы упругости и закон Гука при деформации растяжения, сжатия, кручения, сдвига. Пределы упругости и прочности. Упругий гистерезис.
12. Силы трения. Сухое трение. Сила трения покоя. Сила трения скольжения. Закон Амонтона – Кулона. Трение качения. Жидкое трение. Сила вязкого трения.
13. Работа силы. Элементарная работа. Графическая интерпретация работы. Работа упругой силы, гравитационной силы. Мощность.
14. Кинетическая энергия. Изменение кинетической энергии. Теорема Кёнига.
15. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная механическая энергия частицы. Расчет потенциальной энергии. Связь силы с потенциальной энергией.
16. Механическая энергия системы материальных точек. Закон сохранения механической энергии. Законы сохранения и симметрия пространства и времени.
17. Определение момента силы. Момент силы относительно точки. Момент силы относительно оси вращения. Условие равновесия для момента сил.
18. Определение момента импульса. Момент импульса относительно точки. Момент импульса относительно оси. Уравнение для момента импульса.
19. Определение момента инерции. Момент инерции относительно оси. Вычисление моментов инерции. Тензор инерции. Теорема Гюйгенса-Штейнера.

20. Закон сохранения момента импульса тела, вращающегося около закрепленной оси. Закон сохранения момента импульса системы тел.
21. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела около неподвижной оси. Уравнение динамики твердого тела относительно точки.
22. Кинетическая энергия вращательного движения. Кинетическая энергия при плоском движении. Работа при вращательном движении.
23. Гироскопы. Свободный гироскоп. Прецессия гироскопа под действием внешних сил. Угловая скорость прецессии. Нутации. Гироскопические силы.
24. Уравнение моментов. Уравнение моментов для системы взаимодействующих частиц.

Вопросы коллоквиума 2.

Второй контрольный рубеж.

1. Механический принцип относительности. Преобразования Галилея. Закон сложения скоростей. Следствия из преобразований Галилея.
2. Постулаты специальной теории относительности. Принцип относительности Эйнштейна. Преобразования Лоренца. Следствия из преобразований Лоренца.
3. Релятивистские импульс и масса. Релятивистское уравнение движения. Полная энергия и энергия покоя.
4. Неинерциальные системы отсчёта. Скорость материальной точки в неподвижной и движущейся системах отсчёта. Ускорение относительно неинерциальной системы отсчёта.
5. Силы инерции. Уравнение Ньютона в неинерциальных системах отсчёта. Проявление сил инерции поступательной, вращательной, силы Кориолиса. Маятник Фуко.
6. Движение в поле тяготения. Гравитационное взаимодействие тел. Эквивалентность гравитационной и инертной массы. Гравитационное поле, напряжённость и потенциал поля.

7. Работа поля тяготения. Законы сохранения в центральном гравитационном поле. Законы сохранения для движения небесных тел.
8. Космические скорости. Условия параболического, эллиптического, гиперболического движения тел. Законы Кеплера.
9. Механические колебания. Гармонические колебания. Основные характеристики колебаний. Кинематика колебаний. Сложение гармонических колебаний. Биения. Фигуры Лиссажу.
10. Простейшие колебательные системы. Пружинный маятник. Математический маятник. Физический маятник.
11. Динамика колебаний. Свободные незатухающие колебания. Свободные затухающие колебания и их характеристики. Вынужденные колебания. Резонанс.
12. Распространение колебаний в однородной упругой среде. Уравнение плоской бегущей волны, уравнение сферической волны. Основные характеристики волны.
13. Волновое уравнение. Фазовая и групповая скорости волн. Механические волны в струне, в стержне, газах, жидкостях.
14. Энергия переносимая упругой волной. Поток энергии в бегущей волне Вектор Умова.
15. Принцип суперпозиции. Интерференция и дифракция волн. Стоячие волны. Отражение и преломление волн.
16. Акустические волны. Характеристики звуковых волн. Ультразвук. Инфразвук. Эффект Доплера. Акустический резонанс. Поглощение звука.
17. Жидкость и газ в состоянии равновесия. Распределение давления в покоящихся жидкости и газе. Закон Паскаля. Закон Архимеда.
18. Стационарное течение несжимаемой жидкости. Уравнение непрерывности. Уравнение Бернулли. Формула Торричелли.
19. Течение вязкой жидкости. Силы вязкого трения. Формула Стокса. Формула Пуазейля. Ламинарное и турбулентное течение.

20. Движение тел в жидкостях и газах. Обтекание тел потоком. Лобовое сопротивление. Подъёмная сила крыла. Эффект Магнуса. Формула Жуковского.
21. Деформация твёрдого тела. Элементарные деформации. Коэффициент Пуассона. Понятие о тензоре деформации.
22. Упругие деформации. Модуль Юнга и сдвига. Деформации изгиба, кручения, сдвига, растяжения и сжатия. Понятие о тензоре напряжений.
23. Энергия упругих деформаций. Плотность энергии упругих деформаций.

Приложение 1.

Пример оформления задач по физике контрольных домашних заданий.

Колесников П.А., группа № 04.03.02-11, 1 курс.

Волькенштейн В.С., Сборник задач по общему курсу физики, 1990 г.

Задача № 1.31.

Платформа в виде диска вращается по инерции вокруг вертикальной оси с частотой $n_1=15$ оборотов в минуту. На краю платформы стоит человек. Когда человек перешел в центр платформы, частота вращения возросла до $n_2=25$ оборотов в минуту. Масса человека $m=70$ кг. Определить массу платформы M . Человека считать материальной точкой.

Дано:

$$n_1=15 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_2=25 \text{ мин}^{-1}$$

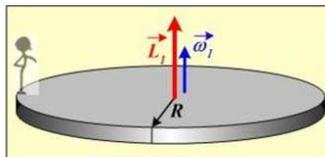
$$m=70 \text{ кг}$$

Найти:

$$M=?$$

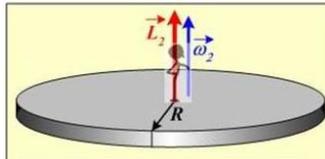
Решение:

Момент инерции платформы относительно оси вращения проходящей через центр диска равен:



$$I = \frac{MR^2}{2}.$$

Момент инерции человека, стоящего на краю платформы, относительно оси вращения равен:



$$I_{ч1} = mR^2.$$

После перехода в центр платформы его момент инерции становится равным нулю $I_{ч2}=0$. Момент инерции системы в начальном состоянии равен:

$$I_1 = I + I_{ч1} = \frac{MR^2}{2} + mR^2 = \frac{2m + M}{2} R^2.$$

Начальный момент импульса системы равен:

$$L_1 = I_1 \omega_1 = \frac{2m + M}{2} R^2 \cdot 2\pi n_1 = \pi n_1 (2m + M) R^2,$$

где $\omega_1 = 2\pi n_1$ - начальная угловая скорость вращения платформы. Момент инерции системы после перехода человека в центр равен:

$$I_2 = I + I_{q2} = \frac{MR^2}{2},$$

поскольку момент инерции человека при этом равен нулю. Момент импульса системы после перехода человека в центр:

$$L_2 = I_2 \omega_2 = \frac{MR^2}{2} \cdot 2\pi n_2 = \pi n_2 MR^2,$$

где $\omega_2 = 2\pi n_2$ - угловая скорость вращения после перехода человека в центр платформы.

Считая систему замкнутой, запишем закон сохранения момента импульса и решая скалярное уравнение определим массу платформы:

$$L_1 = L_2,$$

$$\pi n_1 (2m + M) R^2 = \pi n_2 MR^2,$$

$$(2m + M) n_1 = M n_2,$$

$$2mn_1 = Mn_2 - Mn_1 = M(n_2 - n_1).$$

Результат в общем виде, в символьном или буквенном обозначении –

$$M = \frac{2mn_1}{n_2 - n_1}.$$

Проверка по размерности - $[M] = \frac{\text{кг} \cdot \text{мин}^{-1}}{\text{мин}^{-1}} = \text{кг}$.

Подстановка численных значений - $M = \frac{2 \cdot 70 \text{ кг} \cdot 15 \text{ мин}^{-1}}{(25 - 15) \text{ мин}^{-1}} = 210 (\text{кг})$.

Ответ: масса платформы $M=210$ кг.

Требования к оформлению задачи.

- 1) Каждая задача оформляется на отдельном листе формата А4.
- 2) Указывается Ф И О, группа, курс.
- 3) Приводится название сборника задач из которого решается задача.
- 4) Приводится номер задачи.
- 5) Записывается условие задачи без сокращений так как в сборнике задач.
- 6) Записывается дано и что найти, в данно если есть необходимость указываются справочные (табличные) данные.

- 7) Приводится решение задачи. Задача решается в общем виде от начала до конца с подробными комментариями и объяснением физических процессов. Приводится четкий рисунок, графики, схемы, модели с обозначением на них физических величин.
- 8) Записывается результат решения в общем виде.
- 9) Приводится проверка по размерности.
- 10) Выполняются арифметические вычисления, подстановка численных значений в общую формулу.
- 11) Записывается ответ решенной задачи.

Приложение 2.

Методические указания по обработке результатов физических измерений.

Измерения разделяются на прямые и косвенные. Прямыми измерениями называются такие измерения, при которых искомая величина определяется непосредственно при считывании показаний прибора. Косвенными измерениями называются такие измерения, при которых искомая величина находится как функция нескольких измеряемых величин.

При выполнении измерений в физическом практикуме необходимо учитывать два типа погрешностей (ошибок) случайную и систематическую.

При обработке результатов измерений предлагается следующий порядок операций.

Обработка результатов прямых измерений:

1. Результаты каждого измерения X записать в таблицу

$$X_1, X_2, X_3, \dots, X_i$$

$i = 1, 2, \dots, n$, делается не менее $n=10$ измерений.

2. Вычисляется среднее значение измеряемой величины

$$X_{cp} = \langle X \rangle = \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

3. Находится абсолютная погрешность отдельных измерений

$$\Delta X_i = | \bar{X} - X_i |$$

4. Вычисляются квадраты абсолютных погрешностей отдельных измерений

$$(\Delta X_i)^2$$

5. Вычисляется среднее квадратичное значение

$$\Delta S_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (\Delta X_i)^2}$$

6. Вычисляется случайная ошибка

$$\Delta_{ci} = t_p(n) \cdot \Delta S_{\bar{X}}$$

где $t_p(n)$ – коэффициент Стьюдента, для определенного числа измерений n и для заданной надежности p находится из специально составленной таблицы.

Таблица: Коэффициенты Стьюдента

n-1	p					
	0.5	0.7	0.8	0.9	0.95	0.99
1	1.00	2.00	3.1	6.3	12.7	63.7
2	0.82	1.3	1.9	2.9	4.3	9.9
3	0.77	1.3	1.6	2.4	3.2	5.8
4	0.74	1.2	1.5	2.1	2.8	4.6
5	0.73	1.2	1.5	2.0	2.6	4.0
6	0.72	1.1	1.4	1.9	2.4	3.7
7	0.71	1.1	1.4	1.9	2.4	3.5
8	0.71	1.1	1.4	1.9	2.3	3.4
9	0.70	1.1	1.4	1.8	2.3	3.3
10	0.70	1.1	1.4	1.8	2.2	3.2
50	0.68	1.1	1.3	1.7	2.0	2.7
100	0.68	1.0	1.3	1.7	2.0	2.6
∞	0.67	1.0	1.3	1.6	2.0	2.6

7. Определение систематической ошибки - погрешность прибора $\Delta_{\text{сис}}$. В паспорте прибора обычно указывается предельная абсолютная погрешность прибора. Максимальная погрешность иногда наносится на самом приборе. У некоторых приборов на шкале имеется условный знак, характеризующий точность прибора – класс точности. Рекомендуется брать в качестве погрешности прибора 0.5 цены деления.

8. Суммарная погрешность опыта, абсолютная ошибка результата определяется квадратичным суммированием

$$\Delta X = \sqrt{\Delta_{\text{сл}}^2 + \Delta_{\text{сис}}^2}$$

При вычислении суммарной погрешности по приведенной формуле можно пренебречь любой из погрешностей, если её величина втрое или даже вдвое меньше любой другой погрешности.

9. Окончательный результат записать в виде

$$X = \bar{X} \pm \Delta X$$

10. Относительная погрешность

$$\varepsilon = \frac{\Delta X}{\bar{X}} \cdot 100\%$$

Обработка результатов косвенных измерений:

При косвенных измерениях искомая величина Z есть функция нескольких измеряемых величин X_i : $Z = Z(X_1, X_2, \dots)$. В этом случае при обработке ре-

зультатов эксперимента можно использовать один из двух способов.

Способ 1

1. Вычисляется среднее значение измеряемых величин

$$\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots$$

2. Абсолютных погрешностей отдельных измерений

$$\Delta X_i = \sqrt{\Delta_{\text{сл}}^2 + \Delta_{\text{сис}}^2}$$

3. Вычисляется среднее значение искомой величины:

$$\bar{Z} = Z(\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots)$$

4. Абсолютная погрешность искомой величины

$$\Delta Z = \sqrt{\left(\frac{\partial Z}{\partial X_1}\right)^2 (\Delta X_1)^2 + \left(\frac{\partial Z}{\partial X_2}\right)^2 (\Delta X_2)^2 + \dots}$$

5. Окончательный результат записывается в виде

$$Z = \bar{Z} \pm \Delta Z \quad \varepsilon = \frac{\Delta Z}{\bar{Z}} \cdot 100\%$$

Способ 2

Второй способ применяется в том случае, когда косвенные измерения повторяются в невоспроизводимых условиях. При этом рекомендуется следующий порядок обработки результатов измерений:

1. Для каждой серии аргументов X_i вычисляется соответствующее им Z_k . А затем совокупность Z_k обрабатывается как прямые измерения, т.е.
2. Вычисляется среднее значение:

$$\bar{Z} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n Z_k$$

3. Вычисляется среднеквадратичное значение:

$$S_{\bar{Z}} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{k=1}^n (Z_k - \bar{Z})^2}$$

4. Вычисляется полуширина доверительного интервала:

$$\Delta Z = t_p(n) S_{\bar{Z}}$$

5. Записывается окончательный результат в виде:

$$Z = \bar{Z} \pm \Delta Z, \varepsilon = \frac{\Delta Z}{\bar{Z}} \cdot 100\%.$$

Содержание

Организационно-методические указания по освоению дисциплины.....	3
Виды (типы, формы) занятий.....	3
Рейтинговая система по курсу «МЕХАНИКА».....	4
Подсчет баллов текущей успеваемости и условия получения зачета (допуска к экзамену).....	5
Содержание лекционного курса «МЕХАНИКА».....	5
Литература.....	8
Примерный вариант распределения лекционного материала курса общей физики раздел «Механика».....	10
Примерный вариант распределения тем семинарских занятий и задач.....	13
Варианты контрольных аудиторных работ.....	60
Варианты домашних индивидуальных контрольных работ.....	68
Примерный вариант рекомендуемого распределения тем лабораторных работ. Список лабораторных работ. Лаборатория «Механики».....	76
Контрольные вопросы к лабораторным работам по механике.....	77
Последовательность выполнения лабораторных работ.....	84
Правила работы в учебной физической лаборатории.....	85
Оформление лабораторной тетради.....	87
Правила выполнения работ в общем физическом практикуме.....	88
Примерный вариант рекомендуемых вопросов к экзаменам.....	91
Примерный вариант экзаменационных билетов по курсу «Механика».....	94
Вопросы коллоквиума 1. Первый контрольный рубеж.....	116
Вопросы коллоквиума 2. Второй контрольный рубеж.....	118
Приложение 1. Пример оформления задач по физике контрольных домашних заданий.....	121
Требования к оформлению задачи.....	122
Приложение 2. Методические указания по обработке результатов физических измерений.....	124

Учебное издание

Составитель
Костенков
Сергей Николаевич

ОБЩАЯ ФИЗИКА «МЕХАНИКА»

ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторская редакция

Подписано в печать 28.01.2022. Формат 60x84/16.
Усл. печ. л. 7,4. Уч.-изд. л. 5.0.
Тираж 10 экз. Заказ № 150.

Типография
Издательского центра «Удмуртский университет»
426034, Ижевск, ул. Университетская, 1, корп. 2.
Тел. 68-57-18