

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Райхерт Татьяна Николаевна
Должность: Директор
Дата подписания: 21.11.2022 15:31:43
Уникальный программный ключ:
c914df807d771447164c08ee17f8e2f93dde816b

Министерство просвещения Российской Федерации
Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт (филиал)
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

Факультет естествознания, математики и информатики
Кафедра естественных наук и физико-математического образования



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.О.06.02 МЕХАНИКА

Уровень высшего образования
Направление подготовки

Профили
Форма обучения

Бакалавриат
44.03.05 Педагогическое образование
(с двумя профилями подготовки)
Физика и информатика
Очная

Нижний Тагил
2020

Рабочая программа дисциплины «Механика». Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт (филиал) ФГАОУ ВО «РГППУ», Нижний Тагил, 2020. – 19 с.

Настоящая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки).

Автор:	доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры естественных наук и физико-математического образования	С.Е. Попов
Рецензент:	кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры естественных наук и физико-математического образования	И.И. Баженова

Программа одобрена на заседании кафедры ЕНФМ. Протокол от 10.04.2020 г. № 7.

Заведующий кафедрой	О.В. Полявина
---------------------	---------------

Программа рекомендована к печати методической комиссией факультета естествознания, математики и информатики. Протокол от 17.04.2020 г. № 7.

Председатель методической комиссии	В.А. Гордеева
------------------------------------	---------------

Программа утверждена решением Ученого совета факультета естествознания, математики и информатики. Протокол от 30.04.2020 г. № 8.

Декан ФЕМИ	Т.В. Жуйкова
------------	--------------

Главный специалист ОИР	О.В. Левинских
------------------------	----------------

© Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт (филиал) ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», 2020.
© Попов Семен Евгеньевич, 2020.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Результаты освоения дисциплины.....	4
4. Структура и содержание дисциплины.....	5
4.1. Объем дисциплины и виды контактной и самостоятельной работы.....	5
4.2. Содержание и тематическое планирование дисциплины.....	6
4.3. Содержание разделов (тем) дисциплины.....	7
5. Образовательные технологии.....	8
6. Учебно-методические материалы.....	9
6.1. Методические указания по организации и проведению лабораторных занятий.....	9
6.2. Методические указания по организации и проведению практических занятий самостоятельной работы студента.....	9
6.3. Задания и методические указания по организации самостоятельной работы студента.....	12
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение.....	18
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	19

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: формирование у студентов целостной системы знаний, умений и навыков в рамках образовательной программы курса, обеспечение профессиональной направленности курса по содержанию и технологии проведения лекционных, практических и лабораторных занятий.

Задачи:

1. Адаптировать студентов-первокурсников к условиям вузовского изучения физики.
2. Выработать умения и навыки математического моделирования физических явлений при решении задач.
3. Сформировать практические умения и навыки работы с измерительной аппаратурой и приборами.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Механика исторически и логически является первым разделом курса общей физики. Фундаментальность понятий и законов механики, образовательные и дидактические задачи, решаемые в процессе ее изучения, определяют основополагающую роль данного раздела в успешности учебной деятельности студентов при изучении последующих разделов курсов общей и теоретической физики в вузе и методики преподавания физики в школе.

Дисциплина «Механика» является частью учебного плана по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профили «Физика и информатика». Дисциплина Б1.О.06.02 «Механика» включена в Блок Б.1 «Дисциплины (модули)», в Б1.О.06 «Предметно-содержательный модуль». Дисциплина реализуется в НТГСПИ (ф) РГПУ на кафедре естественных наук и физико-математического образования.

Для освоения дисциплины «Механика» используются знания и умения, сформированные в процессе изучения предметов «Физика», «Математика» на уровне среднего образования, а также в ходе изучения дисциплин «Аналитическая геометрия и линейная алгебра», «Математический анализ». Освоение данной дисциплины является необходимой основой для изучения последующих разделов курса общей физики, а также таких дисциплин, как «Астрономия», «Теория и методика обучения физике», «Основы теоретической физики» и др.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие следующих компетенций:

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Системное и критическое мышление.	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	ИУК 1.1. Знает основные источники и методы поиска информации, необходимой для решения поставленных задач.
		ИУК 1.2. Умеет осуществлять поиск информации для решения поставленных задач, применять методы критического анализа и синтеза информации.
		ИУК 1.3. Грамотно, логично, аргументировано формирует собственные суждения и оценки; отличает факты от мнений, интерпретаций и оценок; применяет методы системного подхода для решения поставленных задач.
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен применять предметные знания при реализации	ИПК 3.1. Знает закономерности, принципы и уровни формирования и реализации содержания образования; структуру, состав и дидактические единицы содержания школьного курса физики.

	образовательного процесса	ИПК 3.2. Умеет осуществлять отбор учебного содержания для реализации в различных формах обучения в соответствии с дидактическими целями и возрастными особенностями обучающихся.
		ИПК 3.3. Владеет предметным содержанием; умениями отбора вариативного содержания с учетом взаимосвязи урочной и внеурочной форм обучения.
	ПК-6 Способен формировать у обучающихся умения моделировать объекты и процессы окружающей реальности и пользоваться заданной математической или информационной моделью.	ИПК 6.1. Знает понятие «модель», виды и свойства моделей; имеет представление о моделировании и его основных этапах.
		ИПК 6.2. Умеет обучать описывать и формализовывать предметную область, строить математические и информационные модели процессов окружающей среды, в том числе и с использованием ИКТ.
		ИПК 6.3. Подготовлен к построению математических моделей в различных предметных областях и реализации их с использованием ИКТ.
	ПК-7 Способен формировать у обучающихся конкретные знания, умения и навыки в области физики и информатики.	ИПК 7.1. Знает основные физические понятия и основы теоретической информатики, связи между ними и возможности использования при решении физических задач.
		ИПК 7.2. Умеет решать типовые физические задачи и обучать методам их решения.
		ИПК 7.3. Подготовлен решать задачи разного уровня сложности по физике и информатике, определяя их место в школьном курсе.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

– концептуальные и теоретические основы механики, ее место в общей системе физических наук.

Уметь:

– решать стандартные задачи по разделам курса;
– планировать и осуществлять учебный эксперимент, организовывать экспериментальную и исследовательскую деятельность;
– оценивать результаты эксперимента, готовить отчетные материалы о проведенной экспериментальной работе;
– анализировать информацию по физике из различных источников, структурировать, представлять ее в доступном для других виде;
– приобретать новые знания по физике, используя современные информационные и коммуникационные технологии.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды контактной и самостоятельной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. ед. (216 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Вид работы	Форма обучения
	Очная
	2 семестр
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	216
Контактная работа, в том числе:	76
Лекции	24
Практические занятия	28
Лабораторные работы	24
Самостоятельная работа, в том числе:	104
Изучение теоретического курса	50

Самоподготовка к текущему контролю знаний	54
Подготовка к экзамену, сдача экзамена	36

4.2. Учебно-тематический план

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Всего, часов	Контактная работа			Самост. работа	Формы текущего контроля успеваемости
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы		
Введение	9	2	—	2	5	Опрос, тест
Тема 1. Кинематика материальной точки.	34	4	6	4	20	Опрос, тест, отчет по лабораторной работе
Тема 2. Динамика материальной точки.	34	4	6	4	20	Опрос, тест, отчет по лабораторной работе
Тема 3. Законы сохранения.	31	4	6	4	17	Опрос, тест, отчет по лабораторной работе
Тема 4. Механика твердого тела.	18	2	2	4	10	Опрос, тест, отчет по лабораторной работе
Тема 5. Механика жидкости.	14	2	2	2	8	Опрос, тест, отчет по лабораторной работе
Тема 6. Элементы специальной теории относительности (СТО).	12	2	2	—	8	Опрос, тест
Тема 7. Колебания и волны.	28	4	4	4	16	Опрос, тест, отчет по лабораторной работе
Подготовка к экзамену, сдача экзамена	36				36	
Итого	216	24	28	24	140	

Лабораторные занятия

№ темы	Наименование лабораторных работ	Кол-во ауд. часов
Введение	Вводное занятие. Содержание лабораторного практикума.	2
1	Изучение движения тела в поле силы тяжести.	2
1, 2	Изучение законов кинематики и динамики на машине Атвуда.	2
2	Определение ускорения свободного падения тел.	2
2	Измерение массы тела с помощью инерционных весов.	2
3	Измерение скорости пули с помощью баллистического маятника.	2
3	Определение модуля Юнга по растяжению проволоки.	2
4	Определение момента инерции и проверка теоремы Штейнера методом крутильных колебаний.	2

4	Определение момента инерции тела с помощью маятника Обербека.	2
5	Определение коэффициента вязкости жидкости методом падающего шарика.	2
7	Изучение колебаний пружинного маятника.	2
7	Определение скорости звука с помощью фигур Лиссажу.	2

Практические занятия

№ те- мы	Наименование практических занятий	Кол-во ауд. часов
1	1. Схема решения основной задачи КМТ.	2
1	2. Равнопеременное движение МТ.	2
1	3. Кинематика движения МТ по окружности.	2
2	4. Динамика поступательного движения МТ. Законы Ньютона.	2
2	5. Виды сил в механике. Закон всемирного тяготения.	2
2	6. Динамика движения МТ по дуге окружности.	2
3	7. Закон сохранения импульса.	2
3	8. Механическая работа и мощность	2
3	9. Закон сохранения энергии.	2
4	10. Вращательное движение твердого тела.	2
5	11. Механика жидкостей.	2
6	12. Основы СТО.	2
7	13. Гармонические колебания.	2
7	14. Звуковые волны.	2

4.3. Содержание разделов (тем) дисциплины

Введение. Механика. Предмет и задачи механики. Структура курса. Краткий исторический обзор развития механики.

Тема 1. Кинематика материальной точки (КМТ).

Механическое движение. Материальная точка (МТ). Система отсчета (СО). Способы задания положения и описания движения МТ. Радиус-вектор и вектор перемещения.

Характеристики движения (траектория, путь, перемещение, средняя и мгновенная скорости, ускорение). Прямолинейное равномерное и равнопеременное движения. Уравнения и графики зависимостей пути и скорости от времени. Закон сложения скоростей. Свободное падение тел. Основная задача КМТ и ее решение.

Кинематика равномерного и равнопеременного движения МТ по окружности. Линейные и угловые перемещения и скорости. Связь между ними в скалярной и векторной формах. Нормальное, тангенциальное и полное ускорение.

Тема 2. Динамика материальной точки.

Основные задачи динамики. Понятия силы и массы. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета (ИСО). Принцип относительности Галилея. Второй закон Ньютона. Сложение сил. Третий закон Ньютона.

Виды сил в механике. Силы трения. Силы сопротивления среды. Силы упругости.

Законы Кеплера. Закон всемирного тяготения. Ускорение свободного падения. Сила тяжести и вес тела. Космические скорости. Движение небесных тел.

Тема 3. Законы сохранения.

Импульс силы и импульс тела. Механическая система (МС). Внутренние и внешние силы, условие замкнутости МС. Центр масс МС. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Уравнения Мещерского и Циолковского.

Работа силы. Мощность силы. Единицы измерения работы и мощности. Графическое представление работы.

Энергия. Кинетическая и потенциальная энергии. Консервативная сила и ее связь с потенциальной энергией. Закон сохранения энергии в механике.

Виды механических ударов и их применение.

Тема 4. Механика твердого тела.

Поступательное и вращательное движение. Кинематические характеристики вращательного движения. Момент силы и пары сил. Работа момента силы. Кинетическая энергия вращательного движения. Момент инерции и его вычисление. Теорема Штейнера.

Основное уравнение динамики вращательного движения. Закон сохранения момента импульса для систем с изменяющимся моментом инерции под действием внутренних сил и следствия из него. Оси инерции. Гирскопический эффект и его применение.

Уравнения движения твердого тела и степени свободы. Условия равновесия твердого тела. Виды равновесий. Центр тяжести. Равновесие тел с площадью опоры.

Тема 5. Механика жидкости.

Гидростатическое давление. Закон Паскаля. Атмосферное давление. Опыт Торричелли. Весовое давление. Сила Архимеда.

Стационарное течение жидкости. Уравнение неразрывности струи. Закон Бернулли для идеальной жидкости и следствия из него. Ламинарное и турбулентное течение вязкой жидкости. Число Рейнольдса.

Движение тел в вязкой жидкости. Формулы Ньютона и Стокса. Подъемная сила крыла самолета. Эффект Магнуса.

Тема 6. Элементы специальной теории относительности (СТО).

Преобразования Галилея. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца. Масса и импульс материальной точки в СТО. Основной закон релятивистской динамики МТ. Закон взаимосвязи массы и энергии.

Тема 7. Колебания и волны.

Гармонические колебания. Упругие и квазиупругие силы. Уравнения движения простейших колебательных систем (пружинного, математического и физического маятников). Гармонический осциллятор.

Сложение гармонических колебаний одного направления. Биения. Сложение взаимно перпендикулярных гармонических колебаний. Фигуры Лиссажу.

Уравнения свободных колебаний с трением. Декремент затухания. Вынужденные колебания под действием внешней периодической силы. Резонанс. Резонансная частота и амплитуда. Понятие об автоколебательных системах.

Волновое движение. Виды волн. Уравнение гармонической волны. Интерференция когерентных волн. Условия максимума и минимума. Энергия гармонической волны. Стоячие волны.

Элементы акустики. Звук. Физиологические характеристики звука и их физическая природа. Источники и приемники звука. Слуховой аппарат человека. Закон Вебера – Фехнера. Диаграмма слышимости. Эффект Доплера.

Ультразвук, его свойства, получение и применение. Понятие об инфразвуке.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Проблемное, практико-ориентированное обучение. Математическое моделирование физических явлений, лабораторный практикум.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

6.1. Методические указания по организации и проведению лабораторных занятий

Лабораторный практикум по механике вместе с «Измерительным практикумом» (1 семестр) формирует тот исходный уровень знаний, умений и навыков по постановке фи-

зического эксперимента, на котором в дальнейшем базируются все виды лабораторных занятий как по курсам общей и прикладной физики, так и по методике школьного физического эксперимента.

Основные задачи практикума:

- изучение на практике экспериментальных методов и способов научных исследований;
- экспериментальное подтверждение важнейших положений лекционного курса;
- углубление и закрепление теоретических знаний посредством сопоставления их с опытом;
- формирование умений и навыков постановки и проведения физического эксперимента с разными целевыми установками, обработки и оценки его результата;
- знакомство с приборами, оборудованием и материалами, необходимыми для постановки физического эксперимента, формирование умений и навыков правильного обращения с ними с учетом инструктивных требований и правил техники безопасности.

Специальные предметно-обобщенные знания, умения и навыки, формируемые лабораторным практикумом по механике:

1. Знание лабораторных методов измерения основных физических величин по разделу курса общей физики «Механика». Владение применением этих методов. Умение проводить измерение этих величин на школьном оборудовании.

2. Знание конструкции, правил использования физических приборов и оборудования, составляющих экспериментальную базу практикума; понимание принципов действия приборов, умение методически правильно применять приборы и оборудование в проведении эксперимента.

3. Знание основ теории погрешностей физических измерений, математических методов обработки результатов измерений и представления экспериментальных данных; умение оценивать границы точности прямых и косвенных измерений, практически выполнять обработку результатов и представлять экспериментальные данные в графической и аналитической форме.

4. Умение применять теоретические знания для анализа экспериментально исследуемых механических явлений и математически моделировать их в системе механически понятий.

5. Умением переходить от наглядно-пространственного описания движений к отражению их в аналитической и графической форме.

6. Умение пользоваться учебной и справочной литературой.

Теоретический материал, подлежащий изучению при подготовке к выполнению каждой лабораторной работы, приводится в методических указаниях практикума. Там же указывается список дополнительной литературы для более подробного изучения теории, излагается перечень оборудования и содержание экспериментальной части, описаны методика выполнения эксперимента, требования по отчету и приведены контрольные вопросы допуска к выполнению работы и зачета по ней.

6.2. Методические указания по организации и проведению практических занятий

В число основных требований квалификационной характеристики учителя физики входят умения решать физические задачи по школьной программе любой трудности. Научиться решать физические задачи непросто. Можно хорошо знать теорию и не уметь решать даже простейшие задачи. В этом суть одной из проблем обучения физике в школе и вузе. И это не случайно. Опыт показывает, что для успешного умения решать физические задачи знание теории необходимо, но недостаточно. Необходимо владеть еще так называемыми обобщенными знаниями и умениями, которые приобретают студенты в практической деятельности по решению задач, в основном, к концу изучения курса физики.

Основу обобщенных знаний составляют фундаментальные понятия физики, имеющие методологический характер. К их числу относятся физическая система и ее состояние; физическое явление, как процесс изменения состояния системы; физический закон, как необходимая и устойчивая связь между параметрами системы. Для каждого физического закона существуют границы применимости и метод (алгоритм) применения. В состав обобщенных знаний входят также: понятие учебной физической задачи, ее структура и этапы решения.

Важнейшим элементом в системе обобщенных знаний является умение идеализировать и моделировать реальную ситуацию, без чего невозможно применение законов и математического аппарата в физике как науке в целом, так и в решении учебных физических задач, в частности.

В обучении студентов умению решать физические задачи основополагающая роль принадлежит практическим занятиям по первому разделу курса общей физики – механике. Именно здесь должны быть сформированы основы методики решения физических задач с учетом сказанного выше. И от того, насколько квалифицированно это будет сделано, во многом будет зависеть успешность овладения студентами не только механикой, но и последующими разделами курсов общей и теоретической физики, а также результативность работы выпускников в качестве учителей физики.

Задачи для аудиторных занятий берутся из разных источников, либо их составляет сам преподаватель; задачи для внеаудиторного решения даются по задачникам И.В. Савельева, Т.И. Трофимовой или В.С. Волькенштейн.

Контроль и учет самостоятельной работы студентов по решению задач осуществляется на практических занятиях и по результатам выполнения домашних тематических контрольных работ.

Практическое занятие 1. Схема решения основной задачи КМТ.

1. Вопросы к обсуждению:

- координатный и траекторный способы описания движения;
- характеристики движения;
- равномерное и равнопеременное движение;
- уравнения и графики характеристик равномерного движения.

2. Решение тематических задач.

Практическое занятие 2. Равнопеременное движение МТ.

1. Вопросы к обсуждению:

- структурная схема и математический аппарат решения основной задачи КМТ;
- формирование алгоритма решения задач на равнопеременное движение МТ (на примере движения тел в однородном гравитационном поле);
- решение задач на закон путей.
- одновременное движение двух тел в одной СО.

2. Решение тематических задач.

Практическое занятие 3. Кинематика движения МТ по окружности.

1. Вопросы к обсуждению:

- равномерное движение МТ по окружности, центростремительное ускорение;
- тангенциальное, нормальное и полное ускорение;
- угловая скорость и угловое ускорение.

2. Решение тематических задач.

Практическое занятие 4. Динамика поступательного движения МТ. Законы Ньютона.

1. Вопросы к обсуждению:

- основные задачи динамики;
- понятия силы и массы;
- первый закон Ньютона, инерциальные системы отсчета (ИСО);
- второй закон Ньютона, сложение сил;
- третий закон Ньютона;

– принцип относительности Галилея.

2. Решение тематических задач.

Практическое занятие 5. Виды сил в механике. Закон всемирного тяготения.

1. Вопросы к обсуждению:

- силы трения, силы сопротивления среды, силы упругости;
- закон всемирного тяготения;
- ускорение свободного падения, сила тяжести и вес тела;
- космические скорости;
- движение небесных тел.

2. Решение тематических задач.

Практическое занятие 6. Динамика движения МТ по дуге окружности.

1. Вопросы к обсуждению:

- алгоритм решения задачи движения автомобиля по выпуклому мосту;
- зависимость силы натяжения подвеса от угла отклонения от положения равновесия

2. Решение тематических задач.

Практическое занятие 7. Закон сохранения импульса.

1. Вопросы к обсуждению:

- импульс силы и импульс тела;
- условие замкнутости МС, центр масс МС;
- закон сохранения импульса;
- реактивное движение;
- уравнения Мещерского и Циолковского.

2. Решение тематических задач.

Практическое занятие 8. Механическая работа и мощность.

1. Вопросы к обсуждению:

- работа и мощность силы;
- графическое представление работы;
- работа консервативных и диссипативных сил;
- работа и мощность машин и механизмов.

2. Решение тематических задач.

Практическое занятие 9. Закон сохранения энергии.

1. Вопросы к обсуждению:

- энергия, кинетическая и потенциальная энергия;
- закон сохранения энергии в механике;
- виды механических ударов.

2. Решение тематических задач.

Практическое занятие 10. Вращательное движение твердого тела.

1. Вопросы к обсуждению:

- кинематические характеристики вращательного движения;
- момент силы и момент инерции;
- основное уравнение динамики вращательного движения;
- закон сохранения момента импульса;
- условия равновесия твердого тела.

2. Решение тематических задач.

Практическое занятие 11. Механика жидкостей.

1. Вопросы к обсуждению:

- давление в жидкости и газе;
- уравнение неразрывности;
- уравнение Бернулли;
- движение тел в вязкой жидкости;
- подъемная сила крыла самолета.

2. Решение тематических задач.

Практическое занятие 12. Основы СТО.

1. Вопросы к обсуждению:
 - преобразования Галилея и Лоренца;
 - постулаты СТО;
 - основной закон релятивистской динамики МТ;
 - закон взаимосвязи массы и энергии.

2. Решение тематических задач.

Практическое занятие 13. Гармонические колебания.

1. Вопросы к обсуждению:
 - гармонические колебания, их характеристики;
 - пружинный, физический и математический маятник;
 - гармонический осциллятор;
 - уравнение свободных затухающих колебаний;
 - вынужденные колебания, резонанс.

2. Решение тематических задач.

Практическое занятие 14. Звуковые волны.

1. Вопросы к обсуждению:
 - волновые процессы, их характеристики;
 - волны в сплошной среде;
 - звуковые волны, физиологические характеристики звука;
 - эффект Доплера;
 - ультразвук и инфразвук.
2. Решение тематических задач.

6.3. Задания и методические указания по организации самостоятельной работы студента

Структура самостоятельной учебной работы:

- изучение теоретического материала по лекциям и учебной литературе, подготовка письменных ответов на вопросы для самопроверки его усвоения по основным темам программы;
- решение физических задач в домашних условиях;
- подготовка ответов на вопросы допуска к выполнению работ лабораторного практикума и письменных отчетов по результатам их выполнения.

Содержание текущей аттестации:

- знание теоретического материала по основным темам дисциплины;
- умения решать физические задачи различными методами;
- навыки проведения физического эксперимента и обработки его результатов.

Формы контроля текущей аттестации:

- контроль качества усвоения теоретического материала осуществляется в форме тематических физических диктантов;
- контроль умений решать физические задачи проводится по результатам выполнения домашних заданий к практическим занятиям и домашних контрольных работ;
- контроль экспериментальных умений и навыков осуществляется в форме собеседований при зачетах результатов выполнения и оформления каждой лабораторной работы.

Вопросы самоконтроля:

Тема 1. Кинематика материальной точки (КМТ).

1. Что входит в понятие системы отсчета (СО)? Какие кинематические понятия следует называть относительными и почему? Назовите способы описания движения МТ.

2. Покажите связь радиуса-вектора МТ с ее координатами, сформулируйте основную задачу КМТ, изобразите схему ее решения и назовите математический аппарат для решения. Изобразите кинематическую схему движения тела, брошенного с поверхности Земли под углами к горизонту 90° и 45° , и запишите кинематические уравнения его движения в обоих случаях.

3. В чем главное отличие понятий пути и перемещения? Верно ли определение пути через длину траектории? При каком движении понятие пути и перемещения совпадают?

4. Какая связь понятия скорости равномерного движения МТ с понятием ее мгновенной скорости при неравномерном движении?

5. Как доказать, что вектор мгновенной скорости при криволинейном движении направлен по касательной в любой точке траектории?

6. Как связан вектор скорости движения МТ с ее радиусом-вектором, вектором перемещения и координатами?

7. Может ли криволинейное движение МТ быть строго равномерным? Назовите виды ускорений при этом движении, поясните их физический смысл и связь друг с другом в векторной и скалярной формах.

8. Вектор полного ускорения определяется так: $a_n = dv/dt$. Как выражается модуль полного ускорения через модули нормального и тангенциального ускорения?

9. Как связано полное ускорение точки с ее скоростью, радиусом-вектором и координатами?

10. Как решается прямая задача КМТ в случае равнопеременного движения? Какова при этом роль начальных условий?

11. Как по закону движения определить скорость, ускорение и путь? При каком условии закон движения является законом пути? Какой смысл имеет площадь фигуры, ограниченной графиком скорости и осью времени?

12. Тело брошено с поверхности Земли под углом к горизонту. Изобразите радиус-векторы, векторы перемещений, скоростей и всех видов ускорений для моментов времени, когда тело находится в наивысшей точке траектории и касается поверхности Земли.

13. Докажите, что первые производные по времени от координат движущейся точки равны проекциям вектора скорости, а вторые производные - проекциям вектора ускорения на координатные оси.

14. Как доказать, что линейная и угловая скорости, линейное и угловое ускорения движущейся точки по окружности, связаны векторным произведением? Покажите эти вектора на рисунке.

15. Откуда следует, что дуговое (линейное) и угловое перемещение точки по окружности связаны соотношением $\Delta L = \Delta \varphi \cdot R$?

16. Докажите, что линейная скорость оси колеса, катящегося по дороге, связана с угловой скоростью вращения колеса соотношением $V = \omega \cdot R$, где R - радиус колеса.

17. Точка начала движения по окружности радиуса R с постоянным тангенциальным ускорением. Сколько полных оборотов сделает точка за время t ? Каковы при этом будут ее угловая скорость, угловое и полное ускорения?

Темы 2 и 6. Динамика материальной точки (ДМТ). Элементы специальной теории относительности (СТО).

1. Какую информацию содержит первый закон Ньютона? К какой системе отсчета относятся законы Ньютона? Сформулируйте принципы относительности Галилея и Эйнштейна. Запишите преобразования координат Галилея и Лоренца.

2. Покажите, что теорема сложения скоростей в механике Ньютона является предельным случаем теоремы сложения скоростей в СТО.

3. Что такое инертность тела? Приведите примеры, иллюстрирующие проявление инертности тел. Какая физическая величина служит мерой инертности тела и как установлена единица измерения этой величины? Запишите формулу релятивистской массы.

4. По каким проявлениям можно судить, что на тело действует сила? Как доказать, что сила - векторная величина? Как введена единица измерения силы в СИ и к какому классу единиц измерения физических величин она относится? С каким проявлением силы тяжести связано понятие веса тела? Может ли вес тела быть больше или меньше силы его тяжести? При каких условиях это возможно?

5. Какое ускорение определяет второй закон Ньютона? Как записать этот закон, чтобы получить нормальное и тангенциальное ускорения?

6. Второй закон Ньютона является детерминированным законом. Что это означает? Как получен этот закон? Запишите данный закон в виде теоремы об изменении импульса материальной. Запишите данную теорему в СТО.

7. Укажите границы применимости второго закона Ньютона и сформулируйте алгоритм его применения в решении динамических задач. Сформулируйте основную (прямую) задачу динамики МТ, изобразите схему ее решения и назовите математический аппарат для ее решения.

8. Сформулируйте третий закон Ньютона. Для каких сил этот закон не выполняется? Применимо ли понятие результирующей для сил, о которых идет речь в третьем законе Ньютона?

9. Чем следует руководствоваться при выборе системы отсчета при решении задач на движение материальной точки по дуге окружности?

10. Каков смысл соотношения $A = \Delta W$? Всегда ли работу в широком смысле можно выразить через силу и путь? Ответ подтвердите примерами из школьной физики. Запишите формулы для вычисления работы постоянных и переменных сил. Докажите, что работа силы, которая удерживает тело, равномерно движущееся по окружности, равна нулю.

11. Как изображается работа на графике? Графически подсчитайте работу силы по растяжению пружины жесткостью k на величину Δl .

12. Запишите формулу, связывающую мощность с силой тяги и скоростью? Каково практическое значение этой формулы? Дайте определение единиц измерения работы и мощности силы в СИ и покажите их размерность.

13. Сила тяжести является консервативной, а силы трения скольжения не является таковой (ее еще называют диссипативной). Почему?

14. Сформулируйте теорему об изменении кинетической энергии и запишите ее в виде формулы. Запишите формулу данной теоремы в СТО.

15. Потенциальная энергия. Что означает этот вид энергии? От чего она зависит? Почему потенциальная энергия тела в поле силы тяжести отрицательна по знаку? Работу каких сил можно выражать через разность потенциальной энергии?

16. Нарисуйте графики изменения потенциальной и кинетической энергии тела, свободно падающего на Землю в зависимости от h и R Земли.

17. Тело массой m под действием постоянной силы за время t изменило скорость движения от v_1 до v_2 . Чему равны эта сила, ее работа и мощность?

18. При выводе закона тяготения Ньютон использовал кинематические законы движения планет Солнечной системы чешского астронома Иоганна Кеплера. Сформулируйте их и проследите логику вывода закона тяготения Ньютоном.

19. Сформулируйте закон тяготения с позиции теории близкодействия и запишите его в векторной форме.

20. Поясните физический смысл гравитационной постоянной. Опишите опыт Кавендиша и покажите его методологическую значимость.

21. Дайте определение понятий трех космических скоростей. Выведите формулу для вычисления первой из них.

22. Какова связь между первой и второй космическими скоростями и как ею воспользоваться при определении третьей космической скорости?

23. По каким параметрам вращения спутника вокруг планеты можно вычислить ее массу?

24. Докажите, не ссылаясь на опыт, что ускорение свободного падения тел не зависит от их массы. Чему равно ускорение свободного падения тела на высоте, равной радиусу Земли, если ускорение у поверхности Земли равно g_0 ?

25. Какой спутник земли называется висячим? Как рассчитать его удаление от поверхности Земли?

26. Потенциальную энергию тела массой m , лежащего на Земле, относительно ее центра можно вычислять по формуле $W_{\text{п}} = mgR_{\text{з}}$. Докажите это.

Тема 3. Законы сохранения. Динамика систем материальных точек.

1. Что называется МС? МС состоит из 20 материальных точек. Сколько внутренних сил действует на каждую точку? Чему равна векторная сумма внутренних сил любой замкнутой системы?

2. Приведите примеры, когда реальные объекты можно рассматривать как системы материальных точек.

3. Что такое центр масс (ЦМ) механической системы и для чего он вводится? Что такое центр тяжести МС и какова связь его с центром масс?

4. Покажите, что полный импульс системы равен импульсу центра масс. Как будет называться система отсчета, если ее связать с ЦМ замкнутой МС?

5. Сформулируйте закон сохранения импульса. Приведите примеры его проявления. Покажите, что для незамкнутых систем импульс может сохраняться для некоторых направлений.

6. Запишите второй закон Ньютона для МС в целом. Как эта запись называется? Поясните, почему в изменении импульса системы играют роль только внешние силы.

7. По каким формулам вычисляется центр масс дискретных механических систем и сплошных тел? Может ли центр масс системы оказаться в точке, где нет ни одной материальной точки? Ответ поясните примерами.

8. Человек, стоя на коньках, толкает ядро под углом к горизонту. Запишите закон сохранения импульса в векторной и скалярной формах.

9. Достаточно ли условие замкнутости системы для выполнимости закона сохранения энергии? Какое условие нужно наложить на внутренние силы, чтобы этот закон выполнялся?

Запишите закон сохранения энергии в обобщенной форме для замкнутых и незамкнутых систем, в которых действуют только консервативные внутренние силы, наряду с консервативными действуют диссипативные силы.

10. Как должны действовать две внешние силы на систему, чтобы система совершала только поступательное движение? Под действием каких сил материальная точка будет двигаться в полном соответствии с законами Кеплера?

11. Докажите, что полная механическая энергия свободно падающего тела в поле тяжести Земли есть величина постоянная.

12. Какое движение называется реактивным и под действием каких сил оно происходит? Запишите формулу реактивной силы, входящую в уравнение Мещерского. Выведите формулу Циолковского и поясните, что по ней можно оценить.

13. По какому признаку делятся удары тел на абсолютно упругие и абсолютно неупругие? Опишите процесс неупругого удара, выведите формулу для вычисления конечных скоростей. При каком условии вся кинетическая энергия удара пошла на деформацию? Поясните роль наковальни при ковке изделий. Какой удар применяется для забивания гвоздей, свай, ковке, штамповке изделий, дроблении

14. Опишите, что происходит с телами при упругом ударе. На какие две фазы делится процесс такого удара? При каком условии одно тело отскакивает от другого без потери кинетической энергии?

15. В чем состоит фундаментальность законов сохранения, выведенных в механике как следствия законов Ньютона? С какими свойствами пространства и времени эти законы связаны?

Тема 4. Механика твердого тела.

1. Твердое тело как механическая система. Из каких простых движений складывается любое движение твердого тела? Может ли поступательное движение быть криволинейным? Приведите примеры.

Какие кинематические величины одинаковы для всех точек при поступательном и вращательном движениях ТТ?

2. Какие различают оси при вращательном движении? При каком движении имеет смысл рассматривать мгновенные оси вращения? Приведите примеры мгновенных осей.

3. Как связаны угловые и линейные кинематические величины при вращательном движении тела с закрепленной осью в скалярной и векторной форме?
 4. Какие динамические величины, характеризующие вращательное движение тела, теряют смысл, если в их определениях не употребляются слова "относительно оси"?
 5. Покажите, что линейное перемещение, скорость и ускорения точек поверхности цилиндра, катящегося по горизонтальной поверхности без скольжения, совпадают по модулю с перемещением, скоростью и ускорением оси цилиндра. В каких пределах при таком движении находится скорость точек поверхности цилиндра относительно системы отсчета, связанной с поверхностью качения? Покажите, что мгновенная угловая скорость вращения относительно мгновенной оси вращения и оси цилиндра одинаковы.
 6. Что называют числом степеней свободы? Сколько их имеет материальная точка, две и три материальные точки, жестко скрепленные? Сколько степеней свободы имеет брусок, скользящий по поверхности?
 7. Какая величина является мерой инертности тела при вращательном движении? Чему равен момент инерции материальной точки относительно оси? Как вычисляется момент инерции твердого тела относительно оси? Приведите примеры вычислений. Для каких тел и относительно каких осей момент инерции вычисляется по формуле момента инерции материальной точки?
 8. Сформулируйте и докажите теорему Штейнера, покажите ее назначение.
 9. Напишите формулу для вычисления полной механической энергии цилиндра, катящегося по наклонной плоскости в поле силы тяжести Земли.
 10. Покажите на рисунке векторы силы и ее момента относительно оси. Что называется плечом силы? Что называется парой сил и чему равен ее момент? Относительно какой оси будет вращаться диск, лежащий на столе, если на него будет действовать пара сил, и при этом центр диска находится вне действия сил пары?
 11. Выведите основное уравнение динамики вращательного движения тела относительно неподвижной оси и запишите его через понятия векторов углового ускорения и момента импульса.
 12. Сравните формулы записи второго закона Ньютона для поступательного и вращательного движений ТТ и составьте таблицу аналогий понятий и формул, описывающих эти два вида движения.
 13. Запишите схему решения прямой задачи динамики вращательного движения твердого тела и приведите ее решение в случае действия на тело с закрепленной осью постоянного момента сил.
 14. Выведите закон сохранения момента импульса и приведите примеры его проявления.
 15. Дайте понятие свободных осей инерции. Что такое гироскоп? Что такое карданов подвес? Приведите примеры использования инертности гироскопа и прецессии его оси в технике.
 16. Перечислите виды устойчивости тела в поле силы тяжести и укажите их признаки. Сформулируйте условие равновесия тела, имеющего
- Тема 5. Механика жидкости.**
1. Чем отличаются механические свойства жидкостей и газов от свойств твердого тела?
 2. Сформулируйте закон Паскаля, поясните его смысл, приведите примеры применения его в технике.
 3. Как изменяется весовое давление жидкости с увеличением глубины погружения.
 4. Какова причина силы Архимеда? Как направлена сила Архимеда и где находится точка ее приложения? На искусственном спутнике Земли сила Архимеда не существует. Почему?
 5. Однородный шар плавает в воде, погружившись на половину своего объема. Чему равна плотность шара?

6 Как перевести единицы давления в мм рт. столба в Паскали и атмосферы? Напишите соотношения между этими единицами.

7. Какое движение жидкости называется стационарным или установившимся? Что называется трубкой тока при установившемся течении?

8. Из каких физических предпосылок вытекает уравнение неразрывности струи? Напишите это уравнение для сжимаемой и несжимаемой жидкостей.

9. Напишите уравнение Бернулли и поясните смысл всех входящих в него членов. Выведите уравнение на основе обобщенного закона сохранения механической энергии.

10. Как можно измерить скорость течения жидкости? Покажите, что скорость вытекания идеальной жидкости из узкого отверстия в широком сосуде может быть вычислена по формуле свободного падения тел с высоты H , равной расстоянию от отверстия до свободной поверхности жидкости в сосуде.

11. Какова причина перехода ламинарного течения жидкости в турбулентное? По какому безразмерному числу можно судить об этом явлении?

12. Каков механизм возникновения силы вязкого трения? От чего зависит величина этой силы? Запишите формулу Ньютона. Поясните физический смысл коэффициента динамической вязкости.

13. При каком движении шара в жидкости сила лобового сопротивления пропорциональна первой степени скорости. Опишите опыт по определению коэффициента динамической вязкости жидкости методом Стокса. Поясните причину резкого увеличения силы лобового сопротивления при движении тела в среде со звуковой скоростью.

14. Объясните эффект Магнуса и приведите примеры его применения.

18. Для объяснения подъемной силы крыла самолета используются понятия разгонного и присоединенного вихрей. Какой закон обуславливает появление присоединенного вихря и направление его? Поясните роль уравнения Бернулли в появлении подъемной силы.

Тема 7. Колебания и волны.

1. Какой процесс называется колебательным? Какие колебания называются гармоническими? МТ колеблется по закону $x(t) = 5\cos(2t+3)$ см. Поясните физический смысл всех числовых величин в этом уравнении. Чему равны максимальная скорость и ускорение этой точки?

2. Материальная точка участвует в двух продольных колебаниях: $x = 2\cos 2t$ и $x = 4\cos(2t + \pi)$. Напишите уравнение результирующего движения точки.

3. При сложении каких колебаний возникают биения? Запишите уравнение данного вида колебаний.

4. Что называется фигурами Лиссажу, и при каких условиях они получаются? При сложении каких колебаний МТ будет двигаться по окружности, с каким радиусом и с какой угловой скоростью?

5. Точка массой 0,1 кг колеблется по закону $x = 2\cos 2t$ м. Напишите формулу силы, под действием которой эта точка колеблется.

6. Напишите уравнение движения пружинного маятника. С каким периодом будет колебаться груз массой m , подвешенный к системе из n пружин с одинаковой жесткостью k , соединенных: а) параллельно, б) последовательно?

7. Что называется квазиупругой силой? Приведите примеры колебаний под действием такой силы. Какое условие необходимо выполнить, чтобы колебания под действием квазиупругой силы были гармоническими? Вычислите частоту малых колебаний обруча радиусом 0,4 м, подвешенного на вбитый в стену гвоздь.

8. Докажите, что для гармонических колебаний выполняется закон сохранения механической энергии. Почему свободные колебания затухают и можно ли их назвать гармоническими? Запишите дифференциальное уравнение этого колебания и его решение. Что такое коэффициент затухания и как он связан с логарифмическим декрементом?

9. Что называется приведенной длиной физического маятника? Чему она равна? Каков практический смысл этого понятия?

10. Какие колебания называются вынужденными? . Вспомните, как решается дифференциальное уравнение вынужденных колебаний. Что такое механический резонанс и при каком условии он наступает? Запишите значения резонансной частоты и амплитуды. Какая частота называется резонансной и чему она равна?

11. Какие системы называются автоколебательными? Приведите примеры.

12. Каким свойством должна обладать среда, чтобы в ней могли возникать волны? Что называется механической волной? В твердых телах возможны поперечные и продольные волны. В жидких и газообразных - только продольные. Почему? Поясните механизм возникновения продольных и поперечных волн. В чем специфика поверхностных волн?

13. В уравнении бегущей волны имеются две независимые переменные величины: координата и время. Что это означает? Что такое скорость волны? Каким соотношением она связана с длиной волны?

14. Выведите уравнение плоской гармонической волны. Нарисуйте график мгновенных смещений, скоростей и ускорений частиц среды в бегущей поперечной волне. Чему равно расстояние между двумя ближайшими точками волны, колеблющейся в одной фазе?

15. Напишите выражение для кинетической, потенциальной и полной энергии небольшого объема среды, в которой распространяется синусоидальная волна. Почему волна переносит энергию? Что называется потоком энергии, плотностью потока и интенсивностью волны?

16. Какие волны называются когерентными? В чем сущность явления интерференции? Какой принцип лежит в основе интерференции? Запишите условие максимума и минимума при интерференции двух синусоидальных волн и поясните смысл этих терминов.

17. Как образуется стоячая волна, выведите уравнение такой волны и проанализируйте его. Что называется узлами и пучностями стоячей волны? Перечислите отличия стоячей волны от бегущей. Приведите примеры стоячих волн.

18. Какова природа звука? Почему процесс распространения звуковой волны следует считать адиабатическим? Что из этого факта следует? Запишите известные Вам формулы для вычисления скорости звука в газах, жидкостях и твердых телах.

19. Назовите характеристики звука, основанные на слуховом восприятии. Какова физическая природа этих характеристик? Что такое порог слышимости? Что такое порог болевого ощущения? Нарисуйте диаграмму слышимости.

20. Как громкость звука связана с интенсивностью? Какую интенсивность берут за исходную при построении шкалы громкости? Какими единицами измеряется громкость звука?

21. В чем состоит эффект Доплера? Получите доплеровскую частоту для случаев: источник движется к неподвижному приемнику звука; источник звука удаляется от приемника.

22. Перечислите виды источников звука и поясните, от чего зависит частота основного тона, излучаемого каждым из них.

23. Струна в смычковом инструменте работает как автоколебательная система. Какую роль играют корпуса музыкальных инструментов?

24. Что называют ультразвуком? Почему обычные телефоны не могут быть источниками ультразвука? Какие физические эффекты используются при получении ультразвука? Перечислите области применения ультразвука.

25. Что такое инфразвук? Каковы особенности его распространения и восприятия?

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Основная литература:

1. Грабовский, Р.И. Курс физики. М.: Академия, 2012. – 608 с.

2. Кузнецов, С.И. Курс физики с примерами решения задач. Часть I. Механика. Молекулярная физика. Термодинамика [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.И. Кузнецов. СПб.: Лань, 2014. – 464 с.

3. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 1. Механика. СПб.: Лань, 2016. – 352 с.
4. Савельев, И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. СПб.: Лань, 2017. – 292 с.

5. Трофимова Т.И. Курс физики. М.: Академия, 2017. – 560 с.

Дополнительная литература:

6. Алешкевич В.А., Деденко Л.Г., Караваев В.А. Курс общей физики. Механика. М.: Физматлит, 2011. – 469 с.
7. Попов С.Е., Матвеев О.П. Методические указания для организации самостоятельной работы при изучении физики. – Нижний Тагил: НТГСПА, 2016. – 43с.
8. Проскуряков А.В., Зыков В.В. Лабораторный практикум по разделу «Механика» курса общей физики. – Нижний Тагил: НТГСПА, 2011. – 64 с.
9. Хайкин С.Э. Физические основы механики. – СПб.: Лань, 2008. – 768 с.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

<http://fizzzika.narod.ru>

<http://www.school.mipt.ru>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционная аудитория – 209А.
2. Специализированная лаборатория механики – 111В.
3. Мультимедиапроектор.
4. Кодогаммы, учебные фильмы и таблицы, презентации к лекциям и семинарам.