



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЕиС  
И.Ю. Мезин

14.02.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ФИЗИКА**

Направление подготовки (специальность)  
27.03.01 Стандартизация и метрология

Направленность (профиль/специализация) программы  
Стандартизация, менеджмент и контроль качества

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Физики
Курс	1, 2
Семестр	2, 3

Магнитогорск  
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 901)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Физики  
01.02.2022, протокол № 4

Зав. кафедрой  М.Б. Аркулис

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС  
14.02.2022 г. протокол № 6

Председатель  И.Ю. Мезин

Согласовано:

Зав. кафедрой Технологии, сертификации и сервиса автомобилей

 И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры Физики,  Н.И. Мишенева

Рецензент:

зав. кафедрой ВТиП, д-р техн. наук  О.С. Логунова

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины «Физика» является овладение обучающимися необходимым и достаточным уровнем общепрофессиональных компетенций, связанных со способностью формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов физики и способностью анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов физики.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Физика входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

школьный курс физики (11 класс) и школьный курс математики (11 класс, профильный уровень).

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Основы металлургического производства

Металловедение

Технология конструкционных материалов

Физические основы измерений и эталоны

Теоретические основы формирования качества и испытания металлопродукции

Механика

Технология производства металлопродукции

Электротехника и электроника

Методы и средства измерений и испытаний металлопродукции

Планирование и организация эксперимента

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Физика» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1	Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики
ОПК-1.1	Использует положения, законы и методы в области естественных наук и математики при решении практических задач
ОПК-1.2	Решает стандартные профессиональные задачи с применением методов математического анализа
ОПК-1.3	Применяет естественнонаучные знания и методы математического анализа в профессиональной деятельности
ОПК-2	Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин
ОПК-2.1	Выполняет постановку задач в формализованном виде на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин в области профессиональной деятельности
ОПК-2.2	Выбирает математический аппарат для решения формализованных задач в области профессиональной деятельности

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц 324 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 170,2 акад. часов;
- аудиторная – 162 акад. часов;
- внеаудиторная – 8,2 акад. часов;
- самостоятельная работа – 118,4 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,4 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Механика								
1.1 Кинематика поступательного и вращательного движения	2	2		2	3,6	Решение домашних задач; подготовка к коллоквиумам	Сдача домашних задач; коллоквиумы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2
1.2 Динамика поступательного и вращательного движения		4	4/ИИ	2	3,6	Подготовка к лабораторным работам; решение домашних задач; подготовка к коллоквиумам	Защита лабораторных работ; сдача домашних задач; коллоквиумы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2
1.3 Работа. Мощность. Энергия		2		1	3,6	Решение домашних задач; подготовка к коллоквиумам	Сдача домашних задач; коллоквиумы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2
1.4 Законы сохранения		2	2	1	3,6	Подготовка к лабораторным работам; решение домашних задач; подготовка к коллоквиумам	Защита лабораторных работ; сдача домашних задач; коллоквиумы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2
1.5 Колебания и волны		4	2	2/ИИ	3,6	Подготовка к лабораторным работам; решение домашних задач; подготовка к коллоквиумам	Защита лабораторных работ; сдача домашних задач; коллоквиумы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2

1.6 Основы релятивистской механики		2			3,6	Подготовка к коллоквиумам	Коллоквиумы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2
Итого по разделу		16	8/ИИ	8/ИИ	21,6			
2. Молекулярная физика и термодинамика								
2.1 Основы молекулярно-кинетической теории и статистической физики	2	4	2	1	3,6	Подготовка к лабораторным работам; решение домашних задач; подготовка к коллоквиумам	Защита лабораторных работ; сдача домашних задач; коллоквиумы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2
2.2 Основы термодинамики		4	2	2/ИИ	3,6	Подготовка к лабораторным работам; решение домашних задач; подготовка к коллоквиумам	Защита лабораторных работ; сдача домашних задач; коллоквиумы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2
Итого по разделу		8	4	3/ИИ	7,2			
3. Электричество и магнетизм								
3.1 Электростатика	2	2	2	2/0,5И	3,6	Подготовка к лабораторным работам; решение домашних задач; подготовка к коллоквиумам	Защита лабораторных работ; сдача домашних задач; коллоквиумы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2
3.2 Постоянный электрический ток		2	2	2/ИИ	3,6	Подготовка к лабораторным работам; решение домашних задач; подготовка к коллоквиумам	Защита лабораторных работ; сдача домашних задач; коллоквиумы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2
3.3 Магнитостатика		2		1	3,6	Подготовка к лабораторным работам; решение домашних задач; подготовка к коллоквиумам	Защита лабораторных работ; сдача домашних задач	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2
3.4 Явление электромагнитной индукции		2		1	3,6	Подготовка к лабораторным работам; решение домашних задач; подготовка к коллоквиумам	Защита лабораторных работ; сдача домашних задач; коллоквиумы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2

3.5	Переменный электрический ток	2	2	1	3,6	Подготовка к лабораторным работам; решение домашних задач; подготовка к коллоквиумам	Защита лабораторных работ; сдача домашних задач; коллоквиумы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2
3.6	Уравнения Максвелла	2			3,4	Подготовка к коллоквиумам	Коллоквиумы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2
Итого по разделу		12	6	7/1,5И	21,4			
Итого за семестр		36	18/ИИ	18/3,5И	50,2		экзамен	
4. Оптика								
4.1	Введение. Общие понятия и определения	1			4,9	Подготовка к коллоквиумам	Коллоквиумы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2
4.2	Интерференция	2	2	4/ИИ	4,9	Подготовка к лабораторным работам; решение домашних задач; подготовка к коллоквиумам	Защита лабораторных работ; сдача домашних задач; коллоквиумы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2
4.3	Дифракция	2	2	4/ИИ	4,9	Подготовка к лабораторным работам; решение домашних задач; подготовка к коллоквиумам	Защита лабораторных работ; сдача домашних задач; коллоквиумы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2
4.4	Поляризация. Взаимодействие света с веществом	2	2	2/ИИ	4,9	Подготовка к лабораторным работам; решение домашних задач; подготовка к коллоквиумам	Защита лабораторных работ; сдача домашних задач; коллоквиумы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2
4.5	Тепловое излучение	2	2	4/ИИ	4,9	Подготовка к лабораторным работам; решение домашних задач; подготовка к коллоквиумам	Защита лабораторных работ; сдача домашних задач; коллоквиумы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2
4.6	Квантовая оптика	3	2	4/ИИ	4,9	Подготовка к лабораторным работам; решение домашних задач; подготовка к коллоквиумам	Защита лабораторных работ; сдача домашних задач; коллоквиумы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2
Итого по разделу		12	10	18/5И	29,4			
5. Физика атома								

5.1 Атомные спектры. Теория Бора	3	4	4	2/ИИ	4,9	Подготовка к лабораторным работам; решение домашних задач; подготовка к коллоквиумам	Защита лабораторных работ; сдача домашних задач; коллоквиумы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2
5.2 Элементы квантовой механики		4		4/2ИИ	4,9	Подготовка к лабораторным работам; решение домашних задач; подготовка к коллоквиумам	Защита лабораторных работ; сдача домашних задач; коллоквиумы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2
5.3 Состояние атома водорода в квантовой механике		4		2/ИИ	4,9	Подготовка к лабораторным работам; решение домашних задач; подготовка к коллоквиумам	Защита лабораторных работ; сдача домашних задач; коллоквиумы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2
Итого по разделу		12	4	8/4ИИ	14,7			
6. Физика атомного ядра и элементарных частиц								
6.1 Строение и размер атомного ядра. Ядерные силы	3	2		2/ИИ	4,9	Решение домашних задач; подготовка к коллоквиумам	Сдача домашних задач; коллоквиумы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2
6.2 Модели ядра. Энергия связи. Удельная энергия связи		3		2/ИИ	4,9	Решение домашних задач; подготовка к коллоквиумам	Сдача домашних задач; коллоквиумы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2
6.3 Радиоактивность		3	4	2/ИИ	4,9	Решение домашних задач; подготовка к коллоквиумам	Сдача домашних задач; коллоквиумы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2
6.4 Ядерные реакции		2		2/ИИ	4,9	Решение домашних задач; подготовка к коллоквиумам	Сдача домашних задач; коллоквиумы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2
6.5 Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия		2		2/ИИ	4,5	Подготовка к коллоквиумам	Коллоквиумы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2
Итого по разделу		12	4	10/5ИИ	24,1			
Итого за семестр		36	18	36/14ИИ	68,2		экзамен	
Итого по дисциплине		72	36/1ИИ	54/17,5 ИИ	118,4		экзамен	



## **5 Образовательные технологии**

При реализации различных видов учебной работы наиболее эффективные результаты освоения дисциплины «Физика» дают традиционные образовательные технологии, технологии проблемного обучения, интерактивные технологии, информационно-коммуникационные образовательные технологии.

### **1. Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:**

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

### **2. Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:**

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

### **3. Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:**

Лекция «обратной связи» – лекция–провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками), лекция–беседа, лекция–дискуссия.

### **4. Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:**

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Савельев, И. В. Курс физики : учебное пособие для вузов : в 3 томах / И. В. Савельев. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 1 : Механика. Молекулярная физика — 2021. — 356 с. — ISBN 978-5-8114-6796-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152453> (дата обращения: 22.04.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие : в 3 томах / И. В. Савельев. — 15-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 2 :

Электричество и магнетизм. Волны. Оптика — 2019. — 500 с. — ISBN 978-5-8114-3989-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113945> (дата обращения: 22.04.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Савельев, И. В. Курс физики : учебное пособие : в 3 томах / И. В. Савельев. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц — 2019. — 308 с. — ISBN 978-5-8114-4254-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117716> (дата обращения: 22.04.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **б) Дополнительная литература:**

1. Демидченко, В. И. Физика : учебник / В.И. Демидченко, И.В. Демидченко. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 581 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010079-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1239249> (дата обращения: 22.04.2021). – Режим доступа: по подписке.

#### **в) Методические указания:**

1. Механика. Молекулярная физика и термодинамика [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / Е. Н. Астапов, З. Н. Ботнева, Л. С. Долженкова и др. ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016 - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2420.pdf&show=dcatalogues/1/1130121/2420.pdf&view=true>

2. Вечеркин, М. В. Электростатика и постоянный ток [Электронный ресурс] : практикум / МГТУ, Ин-т энергетики и автоматики, Каф. физики. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1544.pdf&show=dcatalogues/1/1124701/1544.pdf&view=true>

3. Ю. И., Савченко. Переменный ток [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / Ю. И. Савченко, О. Н. ВострокнUTOва, Н. И. Мишенева ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - ISBN 978-5-9967-1151-2. - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3529.pdf&show=dcatalogues/1/1515139/3529.pdf&view=true>

4. Физика твердого тела, атома и атомного ядра : учебное пособие [для вузов] / Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. - Загл. с титул. экрана. -Содерж.: Лабораторные работы. - ISBN 978-5-9967-1531-2 - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3818.pdf&show=dcatalogues/1/1530754/3818.pdf&view=true>

#### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

##### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

##### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
----------------	--------

Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>

### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория включает:

Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Лаборатория «Механики, молекулярной физики и термодинамики» включает:

1. Баллистические маятники.
2. Маятник Обербека.
3. Физический маятник.
4. Доска Гальтона.
5. Лабораторная установка для исследования распределения термоэлектронов по модулю их скорости.
6. Лабораторная установка для определения показателей адиабаты  $\gamma$  методом Клемана и Дезорма.
7. Лабораторная установка для проверки закона возрастания энтропии в процессе диффузии газов на модели перемешивания шаров.
8. Лабораторная установка для проверки законов возрастания энтропии в процессе теплообмена.
9. Установка лабораторная для изучения зависимости скорости звука от температуры "МФ-СЗ-М"
10. Установка лабораторная для исследования теплоемкости твердого тела "МФ-ТЕТ-М".
11. Установка лабораторная для определения универсальной газовой постоянной "МФ-ОГП-М".
12. Стенд лабораторный газовые процессы.
13. Мерительный инструмент.

Лаборатория «Электричества и оптики» включает:

1. Лабораторная установка для исследования электростатического поля с помощью одинарного зонда.
2. Установка для шунтирования миллиамперметра.
3. Установка лабораторная для определения индуктивности соленоида и магнитной проницаемости.
4. Установка лабораторная для изучения резонанса напряжений и определения индуктивности
5. Лабораторная установка для изучения длины световой волны и характеристик дифракционной решетки.
6. Лабораторная установка для определения радиуса кривизны линзы и длины световой волны с помощью колец Ньютона.
7. Лабораторная установка для определения концентрации растворов сахара и постоянной вращения.
8. Мерительный инструмент.

Лаборатория «Атома, твердого тела, ядра» включает:

1. Лабораторная установка для изучения внешнего фотоэффекта.
2. Установка для изучения спектра атома водорода и определения постоянной Ридберга.
3. Установка лабораторная для определения потенциала возбуждения газа.
4. Установка для определения длины пробега частиц в воздухе.
5. Мерительный инструмент.

Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации включают: интерактивная доска, проектор;

Мультимедийный проектор, экран.

Аудитории для самостоятельной работы с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

компьютерные классы; читальные залы библиотеки Персональные компьютеры с пакетом MS Office, с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета включают: персональные компьютеры с пакетом MS Office.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования включают: стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта оборудования.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

### Подготовка к лабораторным работам

Данный вид самостоятельной работы предполагает самостоятельную проработку обучающимся методического описания лабораторных работ и подготовку конспектов описаний данных работ перед проведением эксперимента.

После проведения эксперимента обучающийся на основании методического описания лабораторной работы самостоятельно проводит обработку экспериментальных данных и готовит отчет по работе.

*Примерные требования к отчету по лабораторным работам:*

В отчет по лабораторной работе должны быть включены следующие пункты:

- название лабораторной работы;
- цель работы;
- описание экспериментальной установки и порядок выполнения работы;
- экспериментальные результаты;
- анализ результатов работы;
- выводы.

*Требования к содержанию отдельных частей отчета в лабораторной работе*

*Описание экспериментальной установки и порядок выполнения работы.* В данном разделе приводится схема экспериментальной установки с описанием ее работы и подробно излагается порядок проведения эксперимента, процесс получения данных и способ их обработки. Для лабораторных работ, связанных с компьютерным моделированием физических явлений и процессов, необходимо в этом разделе описать математическую модель и компьютерные программы, моделирующие данные явления.

*Экспериментальные результаты.* В этом разделе приводятся непосредственно результаты, полученные в ходе проведения лабораторных работ: экспериментально или в результате компьютерного моделирования определенные значения величин, графики, таблицы, диаграммы. Обязательно необходимо оценить погрешности измерений.

*Анализ результатов работы.* Раздел отчета должен содержать подробный анализ полученных результатов, интерпретацию этих результатов на основе физических законов. Следует сравнить полученные результаты с известными литературными данными, обсудить их соответствие существующим теоретическим моделям. Если обнаружено несоответствие полученных результатов и теоретических расчетов или литературных данных, необходимо обсудить возможные причины этих несоответствий.

*Вывод.* В выводе кратко излагаются результаты работы: полученные экспериментально или теоретически значения физических величин, их зависимости от условий эксперимента или выбранной расчетной модели, указывается их соответствие или несоответствие физическим законам и теоретическим моделям, возможные причины несоответствия.

### Примерный вариант домашних задач

*1 семестр*

1. Материальная точка движется вдоль прямой так, что ее ускорение растет линейно и за первые 10 с достигает значения  $5 \text{ м/с}^2$ . Определить в конце десятой секунды: 1) скорость точки, 2) пройденный точкой путь. Ответ:  $V=25 \text{ м/с}$ ,  $S=83,3 \text{ м}$ .

2. Вал в виде сплошного цилиндра массой  $m_1=10 \text{ кг}$  насажен на горизонтальную ось. На цилиндр намотан шнур, к свободному концу которого подвешена гиря массой  $m_2=2 \text{ кг}$ . С каким ускорением будет опускаться гиря, если ее предоставить самой себе?

Ответ:  $2,8 \text{ м/с}^2$ .

3. Материальная точка массой  $10 \text{ г}$  колеблется по уравнению  $x = 5 \sin(0,2\pi \cdot t - \pi/4)$  (см, с). Найти максимальную силу, действующую на точку, и её полную энергию. Ответ:  $F_{\max} = 0,2 \text{ мН}$ ;  $W = 4,9 \text{ мкДж}$ .

4. В лабораторной системе отсчета одна из двух одинаковых частиц с массой  $m_0$  покоится, другая движется со скоростью  $v = 0,8c$  по направлению к покоящейся частице. Определите релятивистскую массу движущейся частицы в лабораторной системе отсчета и ее кинетическую энергию. Ответ:  $m = 1,67 m_0$ ;  $E = 0,67 m_0 c^2$ .

5. Идеальный газ изохорически охладил, а затем изобарически расширил до первоначальной температуры. Во сколько раз изменяется энергии поступательного движения молекул газа в изохорическом процессе, если в ходе его давление газа уменьшилось в 3 раза? Во сколько раз изменяется средняя скорость движения молекул в изобарическом процессе? Ответ: 3; 1,73.

6.  $12 \text{ г}$  азота находятся в закрытом сосуде объемом  $2 \text{ л}$  при температуре  $10^\circ\text{C}$ . После нагревания давление в сосуде стало равно  $10^4 \text{ мм.рт.ст.}$  Какое количество тепла было сообщено газу при нагревании? Ответ:  $4,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}$ .

7. Найдите для газообразного азота температуру, при которой скоростям молекул  $v_1 = 300 \text{ м/с}$  и  $v_2 = 600 \text{ м/с}$  соответствуют одинаковые значения функции

$$T = \frac{m(V_2^2 - V_1^2)}{4k \ln(V_2/V_1)} = 330 \text{ К.}$$

распределения Максвелла  $f(V)$ . Ответ:

8. Смешали воду массой  $m_1 = 5 \text{ кг}$  при температуре  $T_1 = 280 \text{ К}$  с водой массой  $m_2 = 8 \text{ кг}$  при температуре  $T_2 = 350 \text{ К}$ . Найти: 1) температуру  $\theta$  смеси; 2) изменение  $\Delta S$  энтропии, происходящее при смешивании. Ответ:  $323 \text{ К}$ ;  $0,3 \text{ кДж/К}$ .

9. Точечные заряды  $q_1 = 10 \text{ нКл}$  и  $q_2 = -20 \text{ нКл}$  находятся в воздухе на расстоянии  $10 \text{ см}$  друг от друга. Определить напряженность поля в точке А, удаленной на расстояние  $6 \text{ см}$  от первого и на  $8 \text{ см}$  от второго. Как изменится потенциальная энергия взаимодействия зарядов, если переместить второй заряд в эту точку? Какую для этого нужно совершить работу? Ответ:  $37,6 \text{ кВ/м}$ ;  $12 \text{ мкДж}$ .

10. На рис. 3.1.  $\varepsilon_1 = 1,0 \text{ В}$ ,  $\varepsilon_2 = 2,0 \text{ В}$ ,  $\varepsilon_3 = 3,0 \text{ В}$ ,  $r_1 = 1,0 \text{ Ом}$ ,  $r_2 = 0,5 \text{ Ом}$ ,  $r_3 = 1/3 \text{ Ом}$ ,  $R_1 = 1,0 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 1/3 \text{ Ом}$ . Определите: 1) силы тока во всех участках цепи; 2) тепловую мощность, которая выделяется на сопротивлении  $R_3$ . Ответ:  $I_1 = 0,625 \text{ А}$ ,  $I_2 = 0,5 \text{ А}$ ,  $I_3 = 1,125 \text{ А}$ ;  $P_3 = 0,42 \text{ Вт}$ .

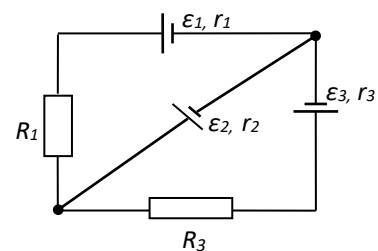


рис. 3.1.

11. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам, находящимся на расстоянии  $R = 10,0 \text{ см}$  друг от друга в вакууме, текут токи  $I_1 = 20,0 \text{ А}$  и  $I_2 = 30,0 \text{ А}$  одинакового направления (рис. 4.1). Определите магнитную индукцию поля В, создаваемого токами в точках, лежащих на прямой, соединяющих оба провода, если: 1) точка С лежит на расстоянии  $r_1 = 2,0 \text{ см}$  левее левого провода; 2) точка Д лежит на расстоянии  $r_2 = 3,0 \text{ см}$  правее правого провода; 3) точка Г лежит на расстоянии  $r_3 = 4,0 \text{ см}$  правее левого провода. Ответ:  $B_C = 0,25 \text{ мТл}$ ;  $B_D = 0,23 \text{ мТл}$ ;  $B_G = 0$ .

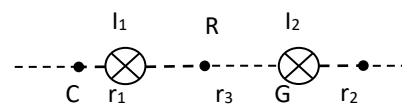


Рис.4.1.

12. Проводящий плоский контур, имеющий форму окружности радиуса  $r = 0,05 \text{ м}$  помещен в однородное магнитное поле так, что линии магнитной индукции поля направлены перпендикулярно плоскости контура. Сопротивление контура  $R = 5 \text{ Ом}$ . Магнитная индукция меняется по закону  $B = kt$ , где  $k = 0,2 \text{ Тл/с}$ . Определите: а) э.д.с. индукции, возникающую в этом контуре; б) силу индукционного тока; в) заряд, который протечет по контуру за первые 5 секунд изменения поля. Ответ:  $1,6 \text{ мВ}$ ;  $0,3 \text{ мА}$ ;  $1,6 \text{ мКл}$ .

## 2 семестр

1. В опыте Юнга источник испускает свет с длинами волн  $\lambda_1 = 0,5 \text{ мкм}$  и  $\lambda_2 = 0,55$

мкм. На экране, расположенном параллельно щелям, наблюдаются две перекрывающиеся интерференционные картины. Какой наименьший по счету (не считая центрального) максимум интерференционной картины от волны  $\lambda_1$  строго наложится на минимум интерференционной картины от волны с  $\lambda_2$ ? Ответ: пятый.

2. На мыльную пленку, находящуюся в воздухе, падает белый свет под углом  $i=45^\circ$  к поверхности пленки. Показатель преломления мыльной воды  $n=1,33$ . В результате интерференции отраженные лучи оказываются окрашенными в желтый цвет (длина волны  $\lambda=600$  нм). Найти наименьшую толщину пленки, при которой произойдет это усиление. Ответ: 0,133 мкм.

3. Точечный источник света S ( $\lambda=0,50$  мкм), плоская диафрагма с круглым отверстием радиуса  $r=1,0$  мм и экран расположены так, как показано на рисунке 12.27 ( $a=1,00$  м). Определить расстояние в до диафрагмы, при котором отверстие открывало бы для точки P три зоны Френеля. Ответ:  $\vartheta=2,0$  м.

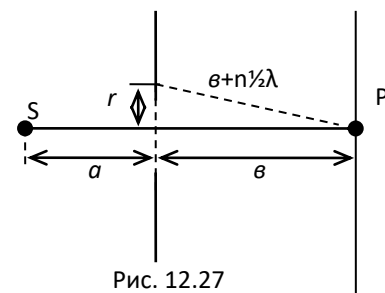


Рис. 12.27

4. Дифракционная решетка освещена нормально падающим монохроматическим светом с  $\lambda=0,55$  мкм. В дифракционной картине максимум второго порядка отклонен на угол  $\varphi=12,7^\circ$ . На какой угол отклонен максимум третьего порядка? Рассчитайте период дифракционной решетки и число щелей на ширине 1 мм. Ответ:  $19,3^\circ$ ; 5 мкм; 200.

5. Какую трубку с раствором сахара ( $C \cdot \ell$ ) необходимо поставить между двумя скрещенными поляризаторами, чтобы интенсивность света, вышедшего из второго поляризатора оказалась в 3 раза меньше интенсивности естественного света, падающего на первый поляризатор? Считать, что удельное вращение раствора равно  $6,23$  град/( $\% \cdot \text{м}$ ), Трубка поглощает 15% проходящего через нее света, поляризаторы прозрачны. Ответ:  $C \cdot \ell=10 \%$ ·м.

6. Излучение с длиной волны 17,8 нм рассеивается свободными электронами вещества. Наблюдается излучение, рассеянное под углом  $\pi/3$ . Определить угол между падающим фотоном и электроном отдачи. Ответ:  $65^\circ$ .

7. Известно, что движущиеся нерелятивистские протон и альфа-частица имеют одинаковые дебройлевские длины волн. Во сколько раз отличаются их кинетические энергии? Ответ: 4.

8. В одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме шириной  $\ell$  находится электрон в невозбужденном энергетическом состоянии. Вычислить вероятность обнаружения электрона в интервале шириной  $\frac{1}{4}$ , равноудаленном от стенок ямы. Ответ: 0,475.

9. Найти импульс электрона в атоме водорода, если индукция магнитного поля, созданного им в центре орбиты при вращении, равна 0,39 Тл. Ответ:  $10^{-24}$  кг·м/с.

10. При распаде радиоактивного полония-210 массой 0,66 г в течение времени  $t=1$  ч образовался гелий, который при нормальных условиях занял объем  $V=89,5$  мм<sup>3</sup>. Определите период полураспада полония. Ответ: 138 сут.

11. В радиоактивном ряду урана ядро висмута-212 может превратиться в ядро свинца-208 двумя способами (претерпевая  $\alpha$ - и  $\beta$ -распады), напишите возможные реакции. Какие промежуточные ядра и какие частицы при этом образуются?

12. Какую массу воды можно нагреть от  $0^\circ\text{C}$  до кипения, если использовать все тепло, выделяющееся в реакции  ${}^7_3\text{Li}(p, \alpha)$ , при полном разложении протонами одного грамма лития?

### Перечень вопросов к коллоквиумам

#### Коллоквиум 1. Кинематика и динамика поступательного и вращательного движения

1. Система отсчета. Материальная точка. Траектория.



2. Радиус-вектор, перемещение и пройденный путь.
3. Понятие скорости и ускорения материальной точки.
4. Средние и мгновенные скорости и ускорения.
5. Движение по окружности. Угол поворота, угловая скорость и угловое ускорение.
6. Связь угловых и линейных величин.
7. Криволинейное движение. Тангенциальное и нормальное ускорение. Полное ускорение.
8. Понятие силы, массы и импульса.
9. Принцип суперпозиции действующих на тело сил.
10. Основные законы динамики поступательного движения.
11. Момент импульса и момент силы относительно точки.
12. Момент инерции твердого тела. Теорема Штейнера.
13. Основное уравнение динамики вращательного движения.
14. Аналогия характеристик и уравнений поступательного и вращательного движения.
15. Консервативные и диссипативные силы. Работа консервативных и диссипативных сил.
16. Связь между силой и потенциальной энергией.

### ***Коллоквиум 2. Законы сохранения. Механические колебания и волны***

1. Замкнутая система. Закон сохранения импульса системы тел.
2. Закон сохранения момента импульса системы тел.
3. Работа и мощность. Кинетическая энергия поступательного и вращательного движения.
4. Потенциальная энергия. Закон сохранения полной механической энергии.
5. Уравнение гармонических колебаний и его решение.
6. Характеристики колебаний (амплитуда, частота, начальная фаза).
7. Математический и физический маятники.
8. Сложение гармонических колебаний одного направления. Биения
9. Сложение перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.
10. Уравнение затухающих колебаний и его решение.
11. Характеристики затухающих колебаний (время релаксации, логарифмический декремент, добротность).
12. Энергия гармонических колебаний.
13. Вынужденные колебания. Резонанс.
14. Поперечные и продольные волны. Характеристики бегущей упругой волны.
15. Скорость распространения упругих волн
16. Классификация волн по форме волновой поверхности.
17. Волновое уравнение и его решение.
18. Наложение упругих волн. Стоячая волна и ее особенности.

### ***Коллоквиум 3. МКТ. Термодинамика***

1. Модель идеального газа. Параметры состояния. Давление и температура с точки зрения МКТ.
2. Основное уравнение МКТ. Уравнение состояния идеального газа.
3. Число степеней свободы молекулы. Внутренняя энергия. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы.
4. Работа газа.
5. Первое начало термодинамики.
6. Теплоемкость (удельная, молярная).
7. Первое начало термодинамики в применении к изопроцессам
8. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона.
9. Политропный процесс.
10. Понятие вероятности и средней величины.
11. Функция распределения случайной величины, ее смысл, условие нормировки.
12. Распределение молекул по проекциям скоростей.

13. Распределение молекул по модулю скорости.
14. Наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная скорость и ее смысл.
15. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.
16. Статистический вес макросостояния. Обратимые и необратимые процессы.
17. Второе начало термодинамики. Формулировки Клаузиуса и Кельвина.
18. Энтропия системы и ее свойства. Теорема Нернста.
19. Изменение энтропии в тепловых процессах.
20. Циклический процесс. Коэффициент полезного действия тепловой машины. Цикл Карно. Теорема Карно.
21. Статистический смысл энтропии. Формула Больцмана.

#### ***Коллоквиум 4. Электростатика. Постоянный ток***

1. Электрический заряд.
2. Электростатическое поле.
3. Закон Кулона.
4. Напряженность электростатического поля.
5. Принцип суперпозиции для напряженности электростатических полей.
6. Теорема Гаусса для электростатического поля.
7. Потенциал электростатического поля.
8. Принцип суперпозиции для потенциала.
9. Работа по перемещению заряда в электростатическом поле.
10. Связь между напряженностью и потенциалом.
11. Электроемкость уединенного проводника.
12. Конденсатор.
13. Электроемкость плоского, сферического и цилиндрического конденсатора.
14. Соединение конденсаторов.
15. Энергия заряженного конденсатора.
16. Электрический ток. Сила тока.
17. Закон Ома в интегральной форме.
18. Электрическое напряжение.
19. Сопротивление проводника.
20. Соединение сопротивлений.
21. Плотность тока. Закон Ома в дифференциальной форме.
22. Сторонние силы. ЭДС.
23. Закон Ома для неоднородного участка цепи.
24. Правила Кирхгофа для расчета разветвленных цепей.
25. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля-Ленца.

#### ***Коллоквиум 5. Магнитное поле. Переменный ток***

1. Источники магнитного поля.
2. Индукция магнитного поля. Единицы измерения.
3. Напряженность магнитного поля. Единицы измерения.
4. Силовые линии магнитного поля (линии магнитной индукции).
5. Закон-Био-Савара.
6. Принцип суперпозиции магнитного поля.
7. Поток вектора индукции магнитного поля.
8. Теорема Гаусса для магнитного поля.
9. Циркуляция вектора индукции магнитного поля.
10. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля.
11. Сила Лоренца. Правило определения ее направления.
12. Сила Ампера. Правило определения ее направления.
13. Магнитное поле в веществе. Намагниченность.
14. Магнитная проницаемость вещества.

15. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца.
16. Явление самоиндукции.
17. Индуктивность.
18. Магнитная энергия контура с током. Энергия магнитного поля.
19. Переменный ток.
20. Реактивное сопротивление (индуктивное и емкостное).
21. Импеданс (полное сопротивление).
22. Действующие значения тока и напряжения.
23. Мощность, выделяемая в цепи переменного тока.
24. Ток смещения. Плотность тока смещения.
25. Уравнения Максвелла в интегральной форме.
26. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме.
27. Электромагнитные волны. Уравнения Максвелла для электромагнитных волн.
28. Скорость распространения электромагнитных волн.
29. Энергия электромагнитной волны.
30. Вектор Пойнтинга.
31. Импульс электромагнитной волны.
32. Давление электромагнитной волны.

### ***Коллоквиум 6. Волновая оптика***

1. Кривая относительной спектральной чувствительности (кривая видности). Диапазон оптического электромагнитного излучения (в нанометрах и в Гц).
2. Абсолютный показатель преломления. Оптическая плотность среды.
3. Что называется интенсивностью волны?
4. Законы геометрической оптики. Принцип Ферма.
5. Что называется когерентностью? Длина и ширина когерентности.
6. Что такое интерференция волн? Основной принцип интерференционных схем.
7. Условия наблюдения максимумов и минимумов при интерференции от двух точечных источников.
8. Методы наблюдения интерференции: метод Юнга, бипризма Френеля, бизеркала Френеля, билинза Бийе, зеркало Ллойда.
9. Условия наблюдения максимумов и минимумов при интерференции в тонких пленках. Полосы равного наклона и полосы равной толщины. Кольца Ньютона.
10. Что называется дифракцией волн? Принцип Гюйгенса.
11. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля.
12. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске.
13. Дифракция Фраунгофера на щели и дифракционной решетке.
14. Дифракционная решетка и ее спектральные характеристики (дисперсия и разрешающая способность).
15. Световой вектор. Чем отличается естественный свет от поляризованного?
16. Что такое поляризация света? Виды поляризации света.
17. Что такое поляризатор, его оптическая ось, плоскость пропускания поляризатора? Какова интенсивность света вышедшего из поляризатора по сравнению с интенсивностью падающего на него естественного света?
18. Частично поляризованный свет. Степень поляризации света.
19. Что такое анализатор? Закон Малюса.
20. Поляризация света при отражении и преломлении на границе двух диэлектриков. Закон Брюстера.
21. Двойное лучепреломление. Обыкновенный и необыкновенный лучи. Положительный и отрицательный кристаллы.
22. Поляризационные призмы. Призма Николя.
23. Вращение плоскости поляризации. Угол поворота плоскости поляризации чистыми оптически активными средами и растворами оптически активных веществ.

### ***Коллоквиум 7. Квантовая оптика***

1. Тепловое излучение и его основные характеристики (энергетическая светимость, спектральная плотность энергетической светимости, поглощательная способность).
2. Что называется абсолютно черным телом (АЧТ), серым телом, абсолютно белым телом? Модель АЧТ.
3. Закон Кирхгофа для теплового излучения.
4. Закон Стефана-Больцмана. Границы его применимости.
5. Закон смещения Вина.
6. Формула Релея-Джинса и понятие об ультрафиолетовой катастрофе.
7. Гипотеза и формула Планка. Связь формулы Планка с законами теплового излучения.
8. Что такое фотоэффект (внешний, внутренний, вентильный)?
9. Вольтамперная характеристика фотоэлемента.
10. Законы внешнего фотоэффекта (законы Столетова).
11. Гипотеза Эйнштейна и его уравнение для внешнего фотоэффекта. Как с помощью этого уравнения объясняются законы фотоэффекта?
12. Что такое многофотонный фотоэффект? Как записывается уравнение Эйнштейна для этого фотоэффекта?
13. Энергия, масса, импульс фотона. Давление света с точки зрения квантовой оптики.
14. Эффект Комптона и его теория.
15. Корпускулярно-волновая двойственность света (явления, приводящие к такому представлению, и формулы, связывающие корпускулярные и волновые характеристики света)

### ***Коллоквиум 8. Теория Бора. Элементы квантовой механики***

1. Спектральные серии атома водорода. Обобщенная формула Бальмера.
2. Модели атомов Томсона и Резерфорда. Эксперимент Резерфорда по рассеянию альфа частиц тонкой фольгой.
3. Модель атома Бора. Постулаты Бора.
4. Спектр водородоподобных атомов согласно теории Бора.
5. Опыт Франка и Герца.
6. Недостатки теории Бора.
7. Гипотеза де Бройля и ее экспериментальные подтверждения.
8. Соотношения неопределенностей Гейзенберга.
9. Волновая функция и ее смысл. Свойства волновой функции.
10. Временное и стационарное уравнение Шрёдингера.
11. Применение уравнения Шрёдингера к одномерному движению свободной частицы.
12. Частица в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками.
13. Потенциальный барьер. Туннельный эффект. Надбарьерное отражение.
14. Уравнение Шрёдингера для атома водорода и его решение.
15. Спин электрона. Опыт Штерна и Герлаха.
16. Квантовые числа. Принцип Паули. Распределение электронов по оболочкам
17. Правила отбора. Схема переходов электрона в атоме с учетом правил отбора.

### ***Коллоквиум 9. Ядерная физика***

1. Какие частицы входят в состав ядра атома? Перечислите характеристики этих частиц. Как можно вычислить размер ядра?
2. Как символически записывается ядро атома какого-либо химического элемента? Что называется массовым и зарядовым числами? Какие ядра называются изотопами, изобарами, изотонами?
3. Какие силы удерживают нуклоны в ядре? Перечислите их свойства. Опишите квантовый механизм взаимодействия нуклонов в ядре.

4. Капельная и оболочечная модели ядра. Перечислите их особенности. Объясните понятия «магические числа» и «магические ядра».
5. Что такое дефект массы, энергия связи и удельная энергия связи? Какая величина характеризует устойчивость ядер? Зависимость удельной энергии связи от массового числа.
6. Что называется радиоактивностью? Естественная и искусственная радиоактивность? Закон радиоактивного распада. Активность радиоактивного вещества.
7. Альфа-распад. Каким эффектом объясняется вылет альфа-частицы из ядра? Правила смещения. Законы сохранения при распаде. Что такое пробег альфа-частицы?
8. Бета-распад, его виды. Какие процессы происходят в ядре при бета-распаде? Правила смещения. Законы сохранения при распаде.
9. Гамма-излучение, его свойства. Каков механизм испускания гамма-квантов ядром (на основании какой модели ядра)? Каким является гамма-спектр радиоактивного элемента – сплошным или линейчатым – и почему?
10. Закон поглощения гамма-излучения веществом. Опишите процессы взаимодействия гамма-излучения с веществом: фотоэффект, комптоновское рассеяние, образование электронно-позитронных пар, ядерный фотоэффект.
11. Что такое ядерная реакция? Уравнение ядерной реакции. Энергетический выход ядерной реакции. Законы сохранения при ядерных реакциях.
12. Что такое цепная реакция деления? Приведите пример. Принципы работы ядерного реактора и атомной бомбы.
13. Термоядерная реакция. Основные пути синтеза ядер водорода в ядра гелия. Принцип работы термоядерного реактора и водородной бомбы.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-2: Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин		<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Материальная точка. Система отсчета. Траектория, длина пути, вектор перемещения. Скорость.</li> <li>2. Ускорение и его составляющие. Угловая скорость и угловое ускорение.</li> <li>3. Законы Ньютона. Закон сохранения импульса. Центр масс.</li> <li>4. Момент инерции. Момент силы. Уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Момент импульса и закон его сохранения.</li> <li>5. Энергия, работа, мощность. Кинетическая и потенциальная энергия.</li> <li>6. Закон сохранения энергии. Кинетическая энергия вращения.</li> <li>7. Гармонические колебания и их характеристики. Гармонический осциллятор. Пружинный, физический и математический маятники.</li> <li>8. Затухающие и вынужденные колебания.</li> <li>9. Волновые процессы. Продольные и поперечные волны. Уравнение бегущей волны. Волновое уравнение. Звуковые волны.</li> <li>10. Параметры состояния термодинамической системы. Законы идеального газа.</li> <li>11. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Основное уравнение МКТ. Закон Максвелла о распределении молекул идеального газа по скоростям.</li> <li>12. Распределение Больцмана. Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега. Явления переноса.</li> <li>13. Число степеней свободы. Первое начало термодинамики. Теплоемкость.</li> <li>14. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Адиабатический и политропный процессы.</li> <li>15. Круговой процесс (цикл). Обратимые и необратимые процессы.</li> <li>16. Энтропия. Второе начало термодинамики. Цикл Карно.</li> <li>17. Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции электростати-</li> </ol>
ОПК-2.1	Выполняет постановку задач в формализованном виде на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин в области профессиональной деятельности	
ОПК-2.2	Выбирает математический аппарат для решения формализованных задач в области профессиональной деятельности	
ОПК-1: Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики		
ОПК-1.1	Использует положения, законы и методы в области естественных наук и математики при решении практических задач	
ОПК-1.2	Решает стандартные профессиональные задачи с применением методов математического анализа	
ОПК-1.3	Применяет естественнонаучные знания и методы математического анализа в профессиональной деятельности	

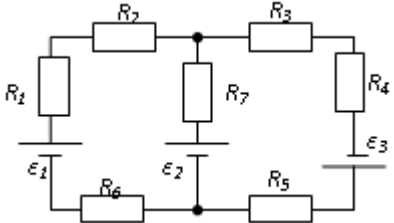
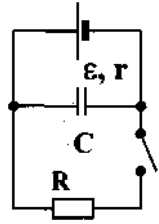
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-2.2	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат при теоретическом и экспериментальном исследовании в решении задач энергосбережения	<p>ческих полей.</p> <p>18. Теорема Гаусса для электростатического поля. Потенциал электростатического поля. Связь напряженности и потенциала электростатического поля.</p> <p>19. Типы диэлектриков. Напряженность поля в диэлектрике. Проводники в электрическом поле.</p> <p>20. Электрическая емкость уединенного проводника. Конденсаторы.</p> <p>21. Сила и плотность тока. Сторонние силы. ЭДС и напряжение.</p> <p>22. Закон Ома. Сопротивление проводников.</p> <p>23. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца. Правила Кирхгофа для разветвленной цепи.</p> <p>24. Переменный ток на участке цепи, содержащем резистор, катушку индуктивности и конденсатор. Мощность, выделяемая в цепи переменного тока.</p> <p>25. Магнитное поле и его характеристики. Закон Био-Савара-Лапласа.</p> <p>26. Закон Ампера. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея.</p> <p>27. Индуктивность контура. Самоиндукция. Энергия магнитного поля.</p> <p>28. Взаимная индукция. Трансформаторы.</p> <p>29. Ток смещения. Уравнения Максвелла.</p> <p>30. Электромагнитная волна и ее свойства. Энергия, импульс и давление электромагнитной волны.</p> <p>31. Диамагнетики. Парамагнетики. Ферромагнетики.</p> <p>32. Основные законы оптики. Полное отражение.</p> <p>33. Тонкие линзы. Изображение предметов с помощью линз.</p> <p>34. Когерентность и монохроматичность световых волн. Интерференция света.</p> <p>35. Методы наблюдения интерференции света. Интерференция света в тонких пленках.</p> <p>36. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля.</p> <p>37. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске.</p> <p>38. Дифракция Фраунгофера на одной щели и на дифракционной решетке.</p> <p>39. Естественный и поляризованный свет. Закон Брюстера.</p>

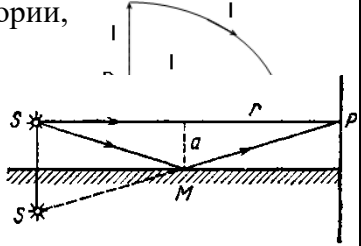
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>40. Двойное лучепреломление. Вращение плоскости поляризации.</p> <p>41. Тепловое излучение и его характеристики. Закон Кирхгофа. Закон Стефана-Больцмана и смещения Вина.</p> <p>42. Виды фотоэффекта. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.</p> <p>43. Масса и импульс фотона. Давление света. Эффект Комптона. Единство корпускулярных и волновых свойств электромагнитного излучения.</p> <p>44. Модели атома Томсона и Резерфорда. Линейчатый спектр атома водорода. Спектральные серии атома водорода.</p> <p>45. Постулаты Бора. опыты Франка и Герца. Спектр атома водорода по Бору.</p> <p>46. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Волновая функция и ее статистический смысл.</p> <p>47. Уравнение Шредингера. Частица в одномерной прямоугольной «потенциальной яме» с бесконечно высокими стенками.</p> <p>48. Прохождение частицы сквозь потенциальный барьер (туннельный эффект).</p> <p>49. Состояние атома водорода в квантовой механике. Уравнение Шредингера для атома водорода и его решение.</p> <p>50. Размер, состав и заряд атомного ядра. Массовое и зарядовое числа. Дефект массы и энергия связи ядра.</p> <p>51. Ядерные силы, их свойства. Квантовый механизм взаимодействия нуклонов в ядре.</p> <p>52. Капельная и оболочечная модели ядра, их особенности. «Магические числа» и «магические ядра».</p> <p>53. Радиоактивность. Естественная и искусственная радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Активность радиоактивного вещества.</p> <p>54. Альфа-распад. Правила смещения. Законы сохранения при распаде. Взаимодействие альфа излучения с веществом.</p> <p>55. Бета-распад, его виды. Правила смещения. Законы сохранения при распаде. Взаимодействие бета излучения с веществом.</p> <p>56. Гамма излучение, его свойства. Гамма-спектр радиоактивного элемента.</p>



Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>Взаимодействия гамма излучения с веществом.            57. Ядерные реакции и их основные типы. Реакция деления ядра. Цепная реакция. Термоядерная реакция.</p> <p><b>Примерные практические задачи для экзамена:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Однородный стержень массой <math>M = 0,5</math> кг подвешен на горизонтальной оси, проходящей через его верхний конец. В точку, отстоящую от оси на <math>2/3</math> длины стержня, ударяется пуля массой <math>m = 6</math> г, летящая горизонтально со скоростью <math>v_0 = 10^3</math> м/с, и застревает в нем. Определить скорость нижнего конца стержня сразу после удара.</li> <li>2. На обод колеса в форме тонкого обруча массой <math>M = 0,4</math> кг, который может вращаться вокруг своей оси, намотан шнур, к концу которого подвешен груз массой <math>m = 90</math> г. На какую высоту опустится груз через <math>t = 1</math> с после начала движения.</li> <li>3. Логарифмический декремент некоторой колеблющейся системы <math>\lambda = 0,02</math>. Определите, во сколько раз уменьшится энергия этой колебательной системы за время, соответствующее 75 полным колебаниям.</li> <li>4. В системе <math>K'</math> покоится стержень, собственная длина <math>l_0</math> которого равна 1 м. Стержень расположен так, что составляет угол <math>\varphi_0 = 45^\circ</math> с осью <math>x'</math>. Определить длину <math>l</math> стержня и угол <math>\varphi</math> в системе <math>K</math>, если скорость <math>v</math> системы <math>K'</math> относительно <math>K</math> равна 0,8 с.</li> <li>5. Материальная точка массой <math>m = 0,2</math> кг совершает гармонические колебания по закону <math>x = 0,1 \cos(\pi t/2 - \pi/4)</math> м. Найти максимальную потенциальную энергию точки.</li> <li>6. На полу стоит тележка в виде длинной доски, снабженной легкими колесами. На одном конце доски стоит человек. Масса человека <math>M = 60</math> кг, масса доски <math>m = 20</math> кг. С какой скоростью и (относительно пола) будет двигаться тележка, если человек пойдет вдоль доски со скоростью (относительно доски) <math>v = 1</math> м/с? Массой колес пренебречь. Трение во втулках не учитывать.</li> <li>7. Боек свайного молота массой <math>m_1 = 500</math> кг падает с некоторой высоты на сваю массой <math>m_2 = 100</math> кг. Найти КПД <math>\eta</math> удара бойка, считая удар неупругим. Изменением потенциальной энергии сваи при углублении ее пренебречь.</li> <li>8. Гелий смешали с неизвестным газом. Показатель адиабаты полученной смеси</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>оказался равен 1,38. Сколько атомов составляют молекулу неизвестного газа смеси?</p> <p>9. Некоторое количество гелия расширяется сначала адиабатически, а затем изобарически. Конечная температура газа равна начальной. При адиабатном расширении газ совершил работу, равную 4,5 кДж. Нарисуйте график процесса. Какое количество теплоты поглотил газ за весь процесс?</p> <p>10. Смешали воду массой <math>m_1=5</math> кг при температуре <math>T_1=280</math> К с водой массой <math>m_2=8</math> кг при температуре <math>T_2=350</math> К. Найти изменение <math>\Delta S</math> энтропии, происходящее при смешивании.</p> <p>11. Идеальный двухатомный газ, содержащий количество вещества <math>\nu=1</math> моль и находящийся под давлением <math>p_1=0,1</math> МПа при температуре <math>T_1=300</math> К, нагревают при постоянном объеме до давления <math>p_2=0,2</math> МПа. После этого газ изотермически расширился до начального давления и затем изобарно был сжат до начального объема <math>V_1</math>. Построить график цикла. Определить термический КПД <math>\eta</math> цикла.</p> <p>12. Одинаковые частицы массой <math>m=10^{-12}</math> г каждая распределены в однородном гравитационном поле напряженностью <math>G=0,2</math> мкН/кг. Определить отношение <math>n_1/n_2</math> концентраций частиц, находящихся на эквипотенциальных уровнях, отстоящих друг от друга на <math>\Delta z=10</math> м. Температура <math>T</math> во всех слоях считается одинаковой и равной 290 К.</p> <p>13. Определите, при какой температуре газа, состоящего из смеси азота и кислорода, наиболее вероятные скорости молекул азота и кислорода будут отличаться друг от друга на <math>\Delta v=30</math> м/с?</p> <p>14. Зная функцию распределения молекул по скоростям в некотором молекулярном пучке <math>f(v) = \frac{m^2}{2k^2T^2} v^3 \exp\left(-\frac{mv^2}{2kT}\right)</math>, найти выражения для наиболее вероятной скорости <math>v_B</math>.</p> <p>15. Два одинаковых проводящих заряженных шара находятся на расстоянии <math>r=60</math> см. Сила отталкивания <math>F_1</math> шаров равна 70 мкН. После того как шары привели в соприкосновение и удалили друг от друга на прежнее расстояние, сила отталкивания возросла и стала равной <math>F_2=160</math> мкН. Вычислить заряды <math>Q_1</math> и <math>Q_2</math>, которые были на</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>шарах до их соприкосновений. Диаметр шаров считать много меньшим расстояния между ними.</p> <p>16. Две тонкостенные концентрические сферы с радиусами <math>R_1 = 0,2</math> м и <math>R_2 = 0,4</math> м несут на себе заряды с поверхностными плотностями <math>\sigma_1 = 1</math> нКл/м<sup>2</sup> и <math>\sigma_2 = 3</math> нКл/м<sup>2</sup> соответственно. Пространство между ними заполнено средой с диэлектрической проницаемостью <math>\epsilon = 2</math>. Чему равна напряженность электрического поля в точках, отстоящих от центра на расстояния <math>r_1 = 0,1</math> м и <math>r_2 = 0,3</math> м.</p> <p>17. В схеме, изображенной на рисунке, <math>\epsilon_1=10,0</math>В, <math>\epsilon_2=20,0</math> В, <math>\epsilon_3=30,0</math>В, <math>R_1=1,0</math> Ом, <math>R_2=2,0</math> Ом, <math>R_3= 3,0</math> Ом, <math>R_4=4,0</math> Ом, <math>R_5=5,0</math> Ом, <math>R_6=6,0</math> Ом и <math>R_7=7,0</math> Ом. Внутреннее сопротивление источников пренебрежимо мало. Определите величины токов во всех участках цепи и работу, совершенную вторым источником за промежуток времени <math>\Delta t=0,1</math> с.</p> <p>18. Конденсатор подключен к батарее с ЭДС <math>\epsilon = 8</math> В и внутренним сопротивлением <math>r = 2</math> Ом как показано на рисунке. Сопротивление резистора <math>R = 2</math> Ом. Какой должна быть емкость конденсатора, чтобы после замыкания ключа энергия конденсатора уменьшилась на 48мкДж?</p> <p>19. По контуру, изображенному на рисунке, идет ток силой <math>I=100</math>А. Определить магнитную индукцию <math>B</math> поля, создаваемую этим током в точке <math>O</math>. Радиус изогнутой части контура равен <math>R=20</math> см (<math>O</math>-центр кривизны контура), а угол <math>\alpha=60^\circ</math>.</p> <p>20. В постоянном магнитном поле с индукцией <math>B = 5</math> Тл находится замкнутый проводящий контур, площадь которого меняется по закону <math>S(t) = (4 + 0,2t)</math> см<sup>2</sup>. Чему равна ЭДС индукции в момент времени <math>t = 5</math> с, если контур расположен так, что пронизывающий его магнитный поток, максимален?</p> <p>21. Перпендикулярно магнитному полю с индукцией <math>B=0,1</math> Тл возбуждено электрическое поле напряженностью <math>E= 100</math> кВ/м. Перпендикулярно обоим полям</p>  

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>движется, не отклоняясь от прямолинейной траектории, заряженная частица. Вычислить скорость <math>v</math> частицы.</p> <p>22. Источник <math>S</math> света (<math>\lambda=0,6</math> мкм) и плоское зеркало <math>M</math> расположены, как показано на рис. 30.7 (зеркало Ллойда). Что будет наблюдаться в точке <math>P</math> экрана, где сходятся лучи <math>SP</math> и <math>SMP</math>, – свет или темнота, если <math> SP =r=2</math> м, <math>a=0,55</math> мм, <math> SM = MP </math>?</p> <p>23. Между двумя плоскопараллельными стеклянными пластинками положили очень тонкую проволочку, расположенную параллельно линии соприкосновения пластинок и находящуюся на расстоянии <math>l=75</math> мм от нее. В отраженном свете (<math>\lambda=0,5</math> мкм) на верхней пластинке видны интерференционные полосы. Определить диаметр <math>d</math> поперечного сечения проволочки, если на протяжении <math>a=30</math> мм насчитывается <math>m=16</math> светлых полос.</p> <p>24. С помощью дифракционной решетки с периодом <math>d=20</math> мкм требуется разрешить дублет натрия (<math>\lambda_1=589,0</math> нм и <math>\lambda_2=589,6</math> нм) в спектре второго порядка. При какой наименьшей длине <math>l</math> решетки это возможно?</p> <p>25. На пути частично-поляризованного света, степень поляризации <math>P</math> которого равна <math>0,6</math>, поставили анализатор так, что интенсивность света, прошедшего через него, стала максимальной. Во сколько раз уменьшится интенсивность света, если плоскость пропускания анализатора повернуть на угол <math>\alpha=30^\circ</math>?</p> <p>26. В спектре излучения огненного шара радиусом <math>100</math> м, возникающего при ядерном взрыве, максимум энергии излучения приходится на длину волны <math>0,289</math> мкм. Какова температура шара? Определите максимальное расстояние, на котором будут воспламеняться деревянные предметы, если их поглощательная способность равна <math>0,7</math>, а теплота воспламенения <math>5</math> Дж/см<sup>2</sup>. Время излучения принять равным <math>10^{-2}</math> с.</p> <p>27. Уединенный цинковый шарик радиусом <math>1</math> см находится в вакууме и длительное время освещается ультрафиолетовым излучением с длиной волны <math>0,25</math> мкм. Определить число недостающих электронов в объеме шарика.</p> <p>28. Фотон с энергией <math>0,28</math> МэВ в результате рассеяния на покоившемся свободном электроне уменьшил свою энергию до <math>133,7</math> кэВ. Найти импульс и направление</p>  <p style="text-align: center;">Рис. 30.7</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>распространения электрона отдачи.</p> <p>29. Поток энергии <math>\Phi_e</math>, излучаемый электрической лампой, равен 600 Вт. На расстоянии <math>r = 1</math> м от лампы перпендикулярно падающим лучам расположено круглое плоское зеркальце диаметром <math>d=2</math> см. Принимая, что излучение лампы одинаково во всех направлениях и что зеркальце полностью отражает падающий на него свет, определить силу <math>F</math> светового давления на зеркальце.</p> <p>30. На основе теории атома Бора найти импульс электрона в атоме водорода, если индукция магнитного поля, созданного им в центре орбиты при вращении, равна 0,39 Тл.</p> <p>31. Во сколько раз изменяется дебройлевская длина волны электрона при переходе его в атоме водорода из основного энергетического состояния в первое возбужденное?</p> <p>32. Из теории Бора для атома водорода следует, что стационарными для электронов атома являются такие орбиты, на длине которых укладывается целое число длин дебройлевских волн. Исходя из этого, найдите числовые значения момента импульса электрона в атоме водорода на первых трех боровских орбитах.</p> <p>33. Электрон в атоме водорода описывается в основном состоянии волновой функцией <math>\psi(r) = Ce^{-r/a}</math>. Определить отношение вероятностей <math>\omega_1/\omega_2</math> пребывания электрона в сферических слоях толщиной <math>\Delta r = 0,01 a</math> и радиусами <math>r_1 = 0,5 a</math> и <math>r_2 = 1,5 a</math>.</p> <p>34. Больному ввели внутривенно раствор объемом 1 см<sup>3</sup>, содержащий искусственный радиоизотоп натрия <math>{}^{24}_{11}\text{Na}</math> активностью <math>A_0 = 2000 \text{ с}^{-1}</math>. Активность крови объемом 1 см<sup>3</sup>, взятой через 5 часов, оказалась <math>A = 0,27 \text{ с}^{-1}</math>. Найдите объем крови человека. Период полураспада используемого изотопа равен 15 час.</p> <p>35. Энергия связи <math>E_{св}</math> ядра, состоящего из двух протонов и одного нейтрона, равна 7,72 МэВ. Определить массу <math>m_a</math> нейтрального атома, имеющего это ядро.</p> <p>36. Во Франции начато строительство международного термоядерного реактора, в котором предполагается поводить управляемую реакцию <math>{}_1\text{H}^2 + {}_1\text{H}^2</math>, в которой образуется изотоп гелия и нейтрон. Какую мощность будет иметь такой реактор, если в нем будет «выгорать» 1 мг тяжелого водорода в секунду?</p> <p>37. Альфа частица с кинетической энергией <math>K = 5,3</math> МэВ возбуждает реакцию <math>{}^9\text{Be}(\alpha, n){}^{12}\text{C}</math>, энергия которой <math>Q = 5,7</math> МэВ. Найти кинетическую энергию нейтрона, вылетевшего</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>под прямым углом к направлению движения <math>\alpha</math>-частицы.</p> <p><b>Примерные лабораторные работы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Применение законов сохранения для определения скорости полета пули</li> <li>2. Определение моментов инерции тел с помощью крутильного маятника. Проверка теоремы Штейнера</li> <li>3. Исследование вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси</li> <li>4. Определение характеристик затухающих колебаний физического маятника</li> <li>5. Определение скорости звука в воздухе методом стоячей волны</li> <li>6. Изучение статистических закономерностей</li> <li>7. Определение коэффициента вязкости воздуха</li> <li>8. Определение показателя адиабаты методом Клемана и Дезорма</li> <li>9. Исследование изменения температуры в адиабатическом процессе и определение коэффициента Пуассона</li> <li>10. Проверка закона возрастания энтропии в неравновесной системе</li> <li>11. Экспериментальное определение газовой постоянной</li> <li>12. Исследование электростатического поля с помощью зонда</li> <li>13. Измерение электродвижущей силы источника тока</li> <li>14. Шунтирование миллиамперметра</li> <li>15. Измерение емкостей методом мостиковой схемы и расчет емкостных сопротивлений в цепях переменного тока</li> <li>16. Изучение резонанса напряжений и определение индуктивности методом резонанса</li> <li>17. Определение индуктивности катушки и магнитной проницаемости ферромагнитного тела</li> <li>18. Определение радиуса кривизны линзы и полосы пропускания светофильтра с помощью колец Ньютона</li> <li>19. Интерферометрические измерения на основе опыта Юнга</li> <li>20. Определение геометрических размеров при помощи бипризмы Френеля</li> <li>21. Определение длины световой волны и характеристик дифракционной решетки</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		22. Определение концентрации растворов сахара и постоянной вращения 23. Изучение внешнего фотоэффекта и определение постоянной Планка 24. Изучение закономерностей альфа-распада 25. Изучение гамма-спектра радиоактивного источника 26. Определение максимальной энергии бета-частиц и идентификации радиоактивных препаратов

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Физика» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.