

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 17.06.2025 12:17:13 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322323	МИНОВЕРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	Рабочая программа дисциплины "Общий физический практикум" по направлению подготовки (специальности) 03.03.03 "Радиофизика" направленности (профилю) Телекоммуникационные системы и информационные технологии ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1
--	--	---	--------

Рабочая программа дисциплины (модуля)*

Общий физический практикум

Направление подготовки (специальность)

03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль)

Телекоммуникационные системы и информационные технологии

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2025

*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2025 г.



Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
 - 6.1. Перечень видов оценочных средств
 - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
 - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
 - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
 - 7.1. Рекомендуемая литература
 - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
 - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания дисциплины «Общий физический практикум» состоит в формировании у студентов навыков проведения физических экспериментов и анализа их результатов.

Основные задачи дисциплин: изучение основных понятий и законов физики; освоение методов работы с измерительной аппаратурой и экспериментальными установками; освоение методов обработки результатов измерений и оценки их погрешностей; знакомство с основными экспериментальными методами исследований, используемыми в физике.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области физики и радиофизики.

ОПК-1.2. Демонстрирует умение решать задачи, формулируемые в рамках физики и радиофизики.

ОПК-1.3. Имеет навыки использования основных понятий, теорем, законов физики и радиофизики для решения задач профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности.

ОПК-2.1. Обладает навыками создания научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований.

ОПК-2.2. Демонстрирует умения обрабатывать и представлять экспериментальные данные, составлять научные документы и отчеты.

ОПК-2.3. Имеет практический опыт проведения научных исследований в конкретной области профессиональной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.О.31

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Не предусмотрено.

2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Радиофизические методы исследований

Цифровая обработка сигналов

Электронные методы измерений

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности;

Знать:

Для достижения индикатора ОПК-1.1: Знать особенности организации учебного процесса в университете; базовые понятия, модели, подходы к анализу физических явлений, методы обработки результатов экспериментов и оценки ошибок измерений

Уметь:

Для достижения индикатора ОПК-1.2: Уметь эффективно организовать свою самостоятельную деятельность; использовать базовые теоретические знания разделов общей физики для анализа результатов физических экспериментов и принципов работы экспериментальных установок

Владеть:

Для достижения индикатора ОПК-1.3: Владеть навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой

ОПК-2: Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;

Знать:

Для достижения индикаторов ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3: Знать принципы организации совместной работы в научных группах и других малых коллективах исполнителей; основы теории, принципы и методы физики; методы экспериментальных исследований в физике; принципы организации физического эксперимента, приемы и



особенности использования измерительной аппаратуры

Уметь:

Для достижения индикатора ОПК-2.2: Уметь работать в научной группе, распределяя обязанности по проведению эксперимента, фиксации результатов измерений; понимать, систематизировать, излагать и критически анализировать результаты проведенных физических экспериментов; проводить физические эксперименты, фиксировать и обрабатывать результаты измерений, делать выводы из полученных результатов

Владеть:

Для достижения индикаторов ОПК-2.1, ОПК-2.3: Владеть навыком выполнения физических экспериментов, обработки и анализа их результатов; навыком коллективного решения экспериментальных задач; методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации; методами анализа достоверности полученных экспериментальных результатов, их соответствия теоретическим представлениям

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1 Знать:	
3.1.1	особенности организации учебного процесса в университете; базовые понятия, модели, подходы к анализу физических явлений, методы обработки результатов экспериментов и оценки ошибок измерений;
3.1.2	принципы организации совместной работы в научных группах и других малых коллективах исполнителей; основы теории, принципы и методы физики; методы экспериментальных исследований в физике; принципы организации физического эксперимента, приемы и особенности использования измерительной аппаратуры
3.2 Уметь:	
3.2.1	эффективно организовать свою самостоятельную деятельность; использовать базовые теоретические знания разделов общей физики для анализа результатов физических экспериментов и принципов работы экспериментальных установок;
3.2.2	работать в научной группе, распределяя обязанности по проведению эксперимента, фиксации результатов измерений; понимать, систематизировать, излагать и критически анализировать результаты проведенных физических экспериментов; проводить физические эксперименты, фиксировать и обрабатывать результаты измерений, делать выводы из полученных результатов
3.3 Владеть:	
3.3.1	навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой;
3.3.2	навыком выполнения физических экспериментов, обработки и анализа их результатов; навыком коллективного решения экспериментальных задач; методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации; методами анализа достоверности полученных экспериментальных результатов, их соответствия теоретическим представлениям

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	16 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 576 в том числе : аудиторные занятия : 340 самостоятельная работа : 201,4 контактная работа: 374,6 ИКР: 34,6	Виды контроля в семестрах: зачеты 1, 2, 3, 4, 5, 6

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	Раздел 1. Физический практикум по механике			



Рабочая программа дисциплины "Общий физический практикум" по направлению подготовки (специальности) 03.03.03 "Радиофизика" направленности (профилю) Телекоммуникационные системы и информационные технологии ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 5
1.1	Измерения, ошибки измерений, обработка результатов измерений. Измерение линейных величин. Обработка прямых и косвенных измерений. Упражнения по расчету ошибок. Метод наименьших квадратов. /Лаб/	1	10	Л1.1 Л1.5Л2.8 Л2.9 Л2.13Л3.1 Л3.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
1.2	Практикум по механике материальной точки /Лаб/	1	20	Л1.1 Л1.5Л2.8 Л2.9 Л2.13Л3.1 Л3.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
1.3	Практикум по механике твердого тела /Лаб/	1	20	Л1.1 Л1.5Л2.8 Л2.9 Л2.13Л3.1 Л3.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
1.4	Практикум по механическим колебаниям /Лаб/	1	18	Л1.1 Л1.5Л2.8 Л2.9 Л2.13Л3.1 Л3.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
1.5	Подготовка к лабораторным работам: ознакомление с теоретическими основами, устройством и принципом работы установки, планом экспериментального исследования, подготовка заготовки отчета. Выполнение расчетов по обработке результатов измерений, сравнению с теоретическими моделями, наглядное представление результатов в форме таблиц и графиков, подготовка отчетов по лабораторным работам. /Ср/	1	33,1	Л1.1 Л1.5Л2.8 Л2.9 Л2.13Л3.1 Л3.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
Раздел 2. Физический практикум по молекулярной физике				
2.1	Практикум по молекулярной физике /Лаб/	2	24	Л1.1 Л1.4Л2.4 Л2.8 Л2.10 Л2.13Л3.3 Л3.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
2.2	Практикум по термодинамике /Лаб/	2	22	Л1.1 Л1.4Л2.4 Л2.8 Л2.10 Л2.13Л3.3 Л3.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
2.3	Практикум по гидростатике и гидродинамике /Лаб/	2	22	Л1.1 Л1.4Л2.4 Л2.8 Л2.10 Л2.13Л3.3 Л3.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
2.4	Подготовка к лабораторным работам: ознакомление с теоретическими основами, устройством и принципом работы установки, планом экспериментального исследования, подготовка заготовки отчета. Выполнение расчетов по обработке результатов измерений, сравнению с теоретическими моделями, наглядное представление результатов в форме таблиц и графиков, подготовка отчетов по лабораторным работам. /Ср/	2	33,1	Л1.1 Л1.4Л2.4 Л2.8 Л2.10 Л2.13Л3.3 Л3.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
Раздел 3. Физический практикум по электричеству и магнетизму				
3.1	Практикум по электричеству /Лаб/	3	24	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.7 Л2.8Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7



Рабочая программа дисциплины "Общий физический практикум" по направлению подготовки (специальности) 03.03.03 "Радиофизика" направленности (профилю) Телекоммуникационные системы и информационные технологии ФГБОУ ВО «ЧелГУ»		стр. 6		
3.2	Практикум по магнетизму /Лаб/	3	22	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.7 Л2.8Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
3.3	Практикум по электромагнитным колебаниям /Лаб/	3	22	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.7 Л2.8Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
3.4	Подготовка к лабораторным работам: ознакомление с теоретическими основами, устройством и принципом работы установки, планом экспериментального исследования, подготовка заготовки отчета. Выполнение расчетов по обработке результатов измерений, сравнению с теоретическими моделями, наглядное представление результатов в форме таблиц и графиков, подготовка отчетов по лабораторным работам. /Ср/	3	33,1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.7 Л2.8Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
Раздел 4. Физический практикум по оптике				
4.1	Практикум по геометрической и волновой оптике /Лаб/	4	34	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.6 Л2.8 Л2.12Л3.2 Л3.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
4.2	Практикум по квантовой оптике /Лаб/	4	34	Л1.1 Л1.3 Л1.6Л2.1 Л2.6 Л2.8 Л2.12Л3.2 Л3.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
4.3	Подготовка к лабораторным работам: ознакомление с теоретическими основами, устройством и принципом работы установки, планом экспериментального исследования, подготовка заготовки отчета. Выполнение расчетов по обработке результатов измерений, сравнению с теоретическими моделями, наглядное представление результатов в форме таблиц и графиков, подготовка отчетов по лабораторным работам. /Ср/	4	33,1	Л1.1 Л1.3 Л1.6Л2.1 Л2.6 Л2.8 Л2.12Л3.2 Л3.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
Раздел 5. Физический практикум по атомной физике				
5.1	Практикум по физике атомов /Лаб/	5	18	Л1.1 Л1.6Л2.5 Л2.8 Л2.11Л3.6 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
5.2	Практикум по физике молекул /Лаб/	5	16	Л1.1 Л1.6Л2.5 Л2.8 Л2.11Л3.6 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
5.3	Подготовка к лабораторным работам: ознакомление с теоретическими основами, устройством и принципом работы установки, планом экспериментального исследования, подготовка заготовки отчета. Выполнение расчетов по обработке результатов измерений, сравнению с теоретическими моделями, наглядное представление результатов в форме таблиц и графиков, подготовка отчетов по лабораторным работам. /Ср/	5	34,5	Л1.1 Л1.6Л2.5 Л2.8 Л2.11Л3.6 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7



Раздел 6. Физический практикум по физике атомного ядра и элементарных частиц				
6.1	Практикум по физике атомного ядра /Лаб/	6	18	Л1.1 Л1.6Л2.2 Л2.8 Л2.11Л3.6 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
6.2	Практикум по физике элементарных частиц /Лаб/	6	16	Л1.1 Л1.6Л2.2 Л2.8 Л2.11Л3.6 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
6.3	Подготовка к лабораторным работам: ознакомление с теоретическими основами, устройством и принципом работы установки, планом экспериментального исследования, подготовка заготовки отчета. Выполнение расчетов по обработке результатов измерений, сравнению с теоретическими моделями, наглядное представление результатов в форме таблиц и графиков, подготовка отчетов по лабораторным работам. /Ср/	6	34,5	Л1.1 Л1.6Л2.2 Л2.8 Л2.11Л3.6 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
Раздел 7. Иная контактная работа				
7.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	1	6,9	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Л2.12 Л2.13Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
7.2	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	2	6,9	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Л2.12 Л2.13Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
7.3	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	3	6,9	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Л2.12 Л2.13Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7



Рабочая программа дисциплины "Общий физический практикум" по направлению подготовки (специальности) 03.03.03 "Радиофизика" направленности (профилю) Телекоммуникационные системы и информационные технологии ФГБОУ ВО «ЧелГУ»		стр. 8		
7.4	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	4	6,9	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Л2.12 Л2.13Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
7.5	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	5	3,5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Л2.12 Л2.13Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
7.6	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	6	3,5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Л2.12 Л2.13Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Отчет по заданиям.
Контрольные вопросы.

6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

1. Зависит ли период колебаний физического маятника от его массы?
2. Сформулируйте теорему Гюйгенса-Штейнера.
3. Как влияют на точность определения g колебания температуры, сила трения, амплитуда колебаний маятника?
4. Почему определение g производится более точно с помощью обратного, а не математического маятника?
5. Найдите приведенную длину и период колебаний физического маятника, представляющего собой однородный стержень, имеющий длину L и массу m , подвешенный за один из своих концов.
6. Как будет вести себя физический маятник, если совместить точку его подвеса с центром масс?
7. При каком расстоянии от центра масс до точки подвеса период колебаний маятника минимален?
8. Что понимают под угловой скоростью? Как направлен этот вектор и чему равен его модуль?
9. Какая величина называется моментом инерции тела относительно оси? Сколько моментов инерции может иметь данное тело? Что произойдет с моментом инерции, если ось переместить параллельно самой себе, удаляясь от тела? Из множества параллельных осей чем характерна та, относительно которой момент инерции минимален?
10. Откуда следует, что момент инерции тела равен сумме моментов инерции отдельных его частей? Как это положение можно использовать для вычисления момента инерции тел сложной формы?
11. Дайте определение момента силы, момента инерции, линейного и углового ускорения. Выведите связь линейного и углового ускорения.



12. Как связана скорость распространения колебаний с упругостью среды?
13. Объясните возникновение стоячих волн. Каковы особенности стоячих волн?
14. Почему стоячие волны не переносят энергии?
15. Как изменяется фаза звуковой волны при отражении от препятствия?
16. Охарактеризуйте различия между кристаллическим и жидким состояниями одного и того же вещества с точек зрения: а) термодинамики; б) молекулярно-кинетической теории.
17. Применимы или нет I и II начала термодинамики к процессам плавления и кристаллизации? Ответ обоснуйте.
18. Перечислите термодинамические параметры, изменяющиеся при плавлении и кристаллизации, укажите направления этих изменений.
19. Как изменяется теплоемкость C_p вещества, какова величина C_p при фазовом переходе I рода?
20. Дайте определение понятий «химический потенциал» и «энергия активации термодинамической системы».
21. Почему именно различие химических потенциалов вещества в кристаллическом и жидком состояниях обуславливает возможность фазового перехода I рода?
22. Перечислите и охарактеризуйте стадии изменения состояния вещества при нагреве и охлаждении с точки зрения: а) термодинамики; б) молекулярно-кинетической теории.
23. Объясните причины изменения энтропии системы кристалл-жидкость при повышении и понижении температуры.
24. Энтропия является аддитивной величиной; перечислите и охарактеризуйте отдельные члены энтропии системы кристалл-жидкость.
25. Что такое эквипотенциальная поверхность?
26. Докажите ортогональность силовых линий и эквипотенциальных поверхностей в электростатическом поле.
27. В чем отличие проводников, полупроводников и изоляторов?
28. Физический смысл энергии активации носителей в полупроводнике?
29. Как движется электрон в однородном магнитном поле?
30. Какая связь между явлением Холла и силой Лоренца?
31. Определите понятие "подвижность носителя заряда". Как связана подвижность заряда с электропроводимостью вещества?
32. Что такое магнитная восприимчивость вещества?
33. Чем отличаются диа- и ферромагнитные вещества?
34. Какой знак имеет магнитная восприимчивость для диамагнетиков, парамагнетиков, ферромагнетиков?
35. Как связана магнитная восприимчивость с магнитной проницаемостью?
36. Чем ферромагнетики отличаются от других веществ?
37. Что такое домен? Почему ферромагнетик разбивается на домены?
38. Как происходит намагничивание ферромагнетиков?
39. Что такое петля гистерезиса? Какие причины ее вызывают?
40. Какие колебания называются затухающими? Почему происходит затухание свободных колебаний в реальных контурах?
41. Что понимают под коэффициентом затухания, логарифмическим декрементом? Какова связь между ними?
42. Какой разряд называется аperiодическим? Что понимают под критическим значением сопротивления и чему оно равно?
43. Начертите схему последовательного (параллельного) контура. Объясните процессы, протекающие в контуре при подключении к нему источника переменного напряжения.
44. Каким образом описывается сопротивление контура переменному току?
45. Как собственная частота контура зависит от его параметров? Как добротность контура зависит от его параметров?
46. Назовите основные детали оптической части микроскопа, их назначение.
47. Как определяют линейное увеличение микроскопа?
48. В чем отличие абсолютного и относительного показателя преломления?
49. Сформулируйте основные законы отражения и преломления.
50. Какова связь показателя преломления среды и скорости света в ней?
51. Что называют длиной когерентности, временем когерентности?
52. В чем отличие геометрической разности хода лучей от оптической разности хода?
53. Запишите условия интерференционного максимума и минимума.
54. Какое (темное или светлое) пятно будет в центре интерференционной картины колец Ньютона при наблюдении в отраженном свете? Объясните это.
55. Чем ограничивается предельная толщина слоя интерференции? Почему при одних светофильтрах видимое число колец больше, при других меньше?
56. Как электронная теория объясняет явления дисперсии?
57. Что такое нормальная и аномальная дисперсия света?
58. Что такое разрешающая способность, от чего она зависит?
59. Чем отличается дифракционный спектр от призматического?
60. Сформулируйте принцип Гюйгенса-Френеля.



61. В чем заключается метод зон Френеля?
62. Как изменяется картина на экране в зависимости от числа открытых дифракции на круглом отверстии?
63. Вывести закон Бугера-Ламберта.
64. Как объяснить наличие окраски у прозрачных тел?
65. Какой свет называют плоскополяризованным?
66. Что такое оптическая ось в кристалле? Какие плоскости называют главными?
67. В чем состоит явление двойного лучепреломления?
68. Как получить круговую и эллиптическую поляризацию?
69. Какие материалы обладают свойством искусственного двойного лучепреломления и при каких воздействиях?
70. Какое взаимодействие является определяющим для понимания строения атома?
71. Какой из методов позволяет измерить заряд электрона с наибольшей точностью?
72. Какие из типов взаимодействий имеют ограниченный радиус действия?
73. Из доклада Э. Резерфорда "Электрическое строение вещества" (1923г.): "Хотя мы можем быть уверенными, что протоны и электроны - это предельные структурные единицы всех атомов..." Согласны ли Вы с этим утверждением? Доводы "за" или "против".
74. Заряд в единицах заряда электрона равен +1; масса в единицах массы электрона составляет 1836,2; спин равен 1/2. Это?
75. Эффективное сечение взаимодействия - это?
76. Точечные заряженные частицы рассеиваются на равномерно заряженном шаре (вещество шара прозрачно для частиц). При неизменном заряде шара с увеличением его радиуса углы отклонения частиц...
77. Поток альфа-частиц рассеивается тонкой мишенью из свинца. Детектор установлен под углом 30 относительно первоначального направления движения частиц и регистрирует k имп/с. Как изменятся показания детектора, если альфа-частицы заменить на протоны той же скорости?
78. Если в опыте Франка и Герца пары ртути заменить на водород, то при какой разности потенциалов между катодом и сеткой произойдет спад тока?
79. В опытах Штерна и Герлаха поток атомов серебра изменял направление движения в магнитном поле. Каковы необходимые условия успешности проведения подобного опыта?
80. Какой энергией (в кэВ) должен обладать квант излучения, чтобы при комптоновском рассеянии на покоящемся электроне на угол 90 длина волны его удвоилась?
81. Работа выхода электронов из никеля составляет 4,84 эВ. Можно ли наблюдать фотоэффект на фотокатоде из никеля, облучая его мощным источником видимого света?
82. Каким из ниже перечисленных закономерностей подчиняется комптоновское рассеивание?
83. Интенсивность света, падающего на фотокатод, уменьшилась в 10 раз. При этом уменьшилась (-ось)?
84. Основным состоянием называют такое состояние, в котором?
85. Прозрачность прямоугольного потенциального барьера для электронов с энергией 5 эВ равна 0.1. Чему она будет равна при увеличении ширины барьера в 2 раза?
86. Решая уравнение Шредингера нельзя найти?
87. Сравниваем движение планеты вокруг Солнца и электрона в атоме.
88. Принадлежность спектральной линии одной из серий атома водорода (Лаймана, Бальмера, Пашена и др.) определяется?
89. Водородоподобный атом можно получить из атома водорода, заменив протон на частицу с другой массой и тем же зарядом (дейтрон) или на частицу с большим зарядом и примерно той же массой. В каком из этих случаев изменения в спектре будут значительней?
90. В обозначении квантового состояния $2p$ буквой определено?
91. Найдите наибольшую длину волны в ультрафиолетовой серии спектра водорода.
92. Атом водорода перешел из основного состояния в состояние с главным квантовым числом n , при этом абсолютная величина потенциальной энергии взаимодействия электрона с ядром уменьшилась в 5 раз. При последующем переходе из состояния с главным квантовым числом n в состояние с главным квантовым числом m абсолютная величина потенциальной энергии взаимодействия электрона с ядром опять уменьшилась в 5 раз. Определите m .
93. При переходе из состояния с главным квантовым числом $n = 1$ в состояние с главным квантовым числом $m = 2$ водородоподобный ион некоторого элемента поглощает квант света с энергией 40.87 эВ. Ионом какого химического элемента он является?
94. В опытах Штерна и Герлаха поток атомов серебра изменял направление движения в магнитном поле. Каким свойством должен обладать атом для успешного проведения подобного опыта?
95. Возможна такая ситуация, что магнитный момент атома равен нулю, а механический отличен от нуля? Если да, то при каком условии?
96. Что можно сказать о возможных значениях проекций орбитального момента импульса электрона в атоме?
97. Относительно уровня Ферми можно сказать, что это?



98. Что мы понимаем под бета-частицей?
99. Какова масса бета-частиц? Сравните с массой протона.
100. Тип распада. Основной закон радиоактивного распада.
101. Период полураспада. Радиоуглеродный анализ.
102. Поясните смысл величин, входящих в закон радиоактивного распада.
103. Как определить период полураспада короткоживущего изотопа.
104. Почему метод определения периода полураспада, применяющийся в работе, не используется для определения периода полураспада короткоживущего изотопа.
105. Из чего состоит альфа-частица?
106. Заряд альфа-частицы (электрический).
107. Сравните размер альфа-частицы с размером, например, ядра урана-238.
108. По какому признаку элементарные частицы разделяются на бозоны и фермионы? Почему? Что гласит Принцип Паули?
109. Что такое магнитный момент элементарной частицы? Альфа-частицы?
110. С какой целью вводится принцип неразличимости микрочастиц?
111. Опыт Резерфорда по рассеиванию альфа-частиц.
112. Формула Резерфорда.
113. Эффективное сечение.
114. Ядерная модель атома. Энергия связи.
115. Основной закон радиоактивного распада.
116. Закономерности альфа-распада. Механизм распада.
117. Потенциал взаимодействия альфа-частицы с ядром.
118. Прохождение альфа-частиц через потенциальный барьер ядра.
119. Как объяснить линейный спектр альфа-частиц, испускаемый радиоактивными источниками.

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Типовые контрольные вопросы для промежуточной аттестации

1. Механическое движение.
2. Система отсчета.
3. Материальная точка.
4. Описание движения в координатной и векторной формах.
5. Перемещения.
6. Скорость.
7. Ускорение.
8. Степени свободы твердого тела.
9. Поступательное движение.
10. Вращательное движение.
11. Вектор угловой скорости.
12. Вектор элементарного углового перемещения.
13. Угловое ускорение.
14. Мгновенная ось вращения.
15. Сила и взаимодействие.
16. Статическое и динамическое проявление сил.
17. Измерение сил.
18. Первый и второй законы Ньютона.
19. Масса как мера инертности.
20. Закон независимости действия сил.
21. Третий закон Ньютона.
22. Инерциальные системы отсчета и принцип относительности.
23. Преобразования Галилея.
24. Сложение скоростей.
25. Система материальных точек.
26. Импульс системы материальных точек.
27. Момент импульса материальной точки.
28. Момент импульса системы материальных точек.
29. Сила, действующая на систему материальных точек.
30. Уравнение движения системы материальных точек.
31. Частично замкнутые системы.
32. Центр масс.
33. Уравнение моментов для системы материальных точек.
34. Реактивное движение.
35. Нерелятивистское уравнение движения.
36. Формула Циолковского.



37. Ступенчатая ракета.
38. Характеристическая скорость.
39. Энергия и работа.
40. Механическая работа.
41. Кинетическая энергия.
42. Теорема Кёнига.
43. Потенциальная энергия.
44. Связь между потенциальной энергией и силой.
45. Закон изменения механической энергии.
46. Определение понятия столкновения.
47. Изображение процессов столкновения при помощи диаграмм.
48. Законы сохранения при столкновениях.
49. Упругие и неупругие столкновения.
50. Система центра масс.
51. Момент силы.
52. Момент импульса.
53. Закон сохранения момента импульса.
54. Момент инерции.
55. Уравнение момента импульса для вращения тела вокруг неподвижной оси.
56. Кинетическая энергия вращающегося тела.
57. Вычисление моментов инерции.
58. Теорема Гюйгенса-Штейнера.
59. Движение твердого тела, закрепленного в точке.
60. Свободные оси.
61. Устойчивость движения относительно свободной оси.
62. Нутация.
63. Гироскопы.
64. Прецессия гироскопа.
65. Гироскопические силы.
66. Понятие о тензоре инерции.
67. Главные оси тензора инерции, главные моменты инерции и их физический смысл.
68. Гармонические колебания.
69. Сила и энергия при гармонических колебаниях.
70. Простейшие механические колебательные системы.
71. Собственные колебания.
72. Энергия колебаний.
73. Затухание колебаний.
74. Логарифмический декремент затухания.
75. Случай большого трения.
76. Векторная диаграмма.
77. Вынужденные колебания.
78. Резонанс.
79. Амплитудно-частотная характеристика.
80. Добротность.
81. Качественное описание действия на систему периодической, но не гармонической и непериодической силы.
82. Автоколебания и параметрические колебания.
83. Релаксационные колебания.
84. Сложение гармонических колебаний.
85. Переходный режим колебаний.
86. Системы со многими степенями свободы.
87. Связанные системы.
88. Нормальные колебания.
89. Колебания связанных систем.
90. Гармонический анализ сложных колебаний.
91. Представление гармонических колебаний в комплексной форме.
92. Продольные и поперечные волны.
93. Амплитуда, фаза, скорость распространения волны.
94. Уравнение волны и волновое уравнение.
95. Фазовая скорость упругих волн.
96. Интерференция и дифракция волн.



97. Стоячие волны.
98. Эффект Доплера.
99. Характеристики молекул: размеры, атомная и молекулярная масса. Количество вещества – моль. Агрегатные состояния вещества.
100. Идеальный газ, законы идеального газа. Уравнение Клапейрона–Менделеева. Температурные шкалы.
101. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа, его вывод. Молекулярно-кинетический смысл температуры.
102. Степени свободы молекул. Распределение энергии по степеням свободы. Энергия молекулы. Внутренняя энергия идеального газа.
103. Распределение Максвелла для молекул газа по скоростям: по компоненте скорости, по модулю скорости. Характерные скорости молекул: средняя, средняя квадратичная, наиболее вероятная. Опыт Штерна.
104. Распределение молекул в потенциальном поле: барометрическая формула.
105. Основные понятия: термодинамическая система, параметры системы, состояние системы, равновесные и неравновесные процессы, обратимые и необратимые процессы.
106. Внутренняя энергия. Теплота и работа. Функции процесса и состояния. Первое начало термодинамики.
107. Теплоемкость, уравнение Майера. Теплоемкость и число степеней свободы. Экспериментальная зависимость теплоемкости водорода от температуры.
108. Адиабатный и политропный процессы, их уравнения.
109. Работа идеального газа в различных процессах.
110. Циклические процессы. Первое начало термодинамики для циклических процессов. Тепловые машины. КПД тепловых машин.
111. Второе начало термодинамики в формулировках Томсона (Кельвина) и Клаузиуса. Холодильная машина.
112. Цикл Карно. КПД цикла Карно. Теоремы Карно.
113. Неравенство Клаузиуса. Энтропия как функция состояния. Формулировка второго начала термодинамики с использованием понятия энтропия. Вычисление энтропии.
114. Термодинамические функции.
115. Связь энтропии с вероятностью. Термодинамическая вероятность состояния. Формула Больцмана. Статистический смысл второго начала термодинамики.
116. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса. Критические параметры. Закон соответствия состояний.
117. Изотермы реальных газов, их сравнение с изотермами газа Ван-дер-Ваальса. Критические состояния.
118. Фазовые переходы 1-го рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые диаграммы.
119. Межмолекулярные силы взаимодействия. Потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия.
120. Явления переноса в газах Экспериментальные законы (законы Фика, Ньютона, Фурье).
121. Столкновения молекул, число столкновений в единицу времени. Средняя длина свободного пробега.
122. Получение уравнений переноса кинетическим методом. Выражения для коэффициентов диффузии, внутреннего трения, теплопроводности, связь между ними. Явления переноса в ультраразряженных газах.
123. Явление поверхностного натяжения. Условия равновесия на границе двух жидкостей, на границе жидкость – твердое тело. Краевой угол.
124. Дополнительное давление в жидкости под искривленной поверхностью. Формула Лапласа. Капиллярные явления.
125. Испарение и кипение жидкостей. Давление насыщенных паров. Перегретая жидкость, переохлажденный пар.
126. Электрические заряды. Дискретность электрических зарядов. Закон сохранения заряда.
127. Закон Кулона. Полевая трактовка взаимодействия зарядов. Напряженность электрического поля. Поле точечного заряда. Вычисление напряженности поля от произвольного распределения зарядов.
128. Поток вектора. Теорема Гаусса.
129. Применение интегральной теоремы Гаусса для нахождения напряженности поля, создаваемого заряженными телами. Примеры.
130. Работа сил электрического поля при перемещении заряда. Потенциальная энергия, потенциал. Потенциал поля точечного заряда.
131. Вычисление потенциала поля системы точечных зарядов с произвольным распределением заряда. Связь потенциала с напряженностью поля.
132. Проводники и диэлектрики. Проводники в электрическом поле.
133. Электроемкость проводника. Конденсаторы. Вычисление емкости плоского конденсатора.
134. Энергия электрического поля. Объемная плотность энергии электрического поля в пространстве.
135. Электрический диполь. Поле диполя.
136. Энергия взаимодействия диполя с внешним полем. Силы и момент сил, действующие на диполь во внешнем поле.
137. Диэлектрики. Поляризация диэлектриков. Вектор поляризованности.
138. Поле внутри диэлектрика. Свободные и связанные заряды. Связь связанных зарядов с вектором поляризованности.
139. Вектор электрической индукции, его свойства. Относительная диэлектрическая проницаемость. Физический смысл. Вычисление поля в диэлектрике.
140. Поведение векторов напряженности и электрической индукции на границе раздела двух диэлектриков.



141. Сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики, электреты.
142. Электрический ток. Сила тока. Вектор силы плотности тока. Уравнение непрерывности. Закон Ома и Джоуля- Ленца.
143. Электродвижущая сила (Э.Д.С.) Закон Ома для замкнутой цепи.
144. Расчет цепей постоянного тока. Правило Кирхгофа. Пример.
145. Магнитное поле в вакууме. Взаимодействие токов. Полевая трактовка взаимодействия токов.
146. Сила Ампера. Сила, действующая на движущуюся заряженную частицу в магнитном поле.
147. Закон Био-Савара. Магнитное поле движущейся заряженной частицы.
148. Вычислить магнитную индукцию от конечного линейного проводника с током.
149. Вычислить магнитную индукцию от витка с током.
150. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. (Закон полного тока).
151. Применение закона полного тока для нахождения магнитного поля токов. Примеры.
152. Работа сил магнитного поля при перемещении проводника с током и контура с током в магнитном поле.
153. Явление электромагнитной индукции. Э.Д.С. электромагнитной индукции. Правило Ленца.
154. Явление самоиндукции. Индуктивность контура. Индуктивность бесконечно длинного соленоида.
155. Явление взаимной индукции. Взаимная индуктивность.
156. Энергия магнитного поля бесконечно-длинного соленоида. Объемная плотность энергии магнитного поля. Локализация энергии магнитного поля в пространстве.
157. Магнитное поле в веществе. Диа и парамагнетики. Намагниченность магнетика. Вектор намагниченности.
158. Молекулярные токи. Связь вектора намагниченности с молекулярными токами.
159. Вектор напряженности магнитного поля и его свойства. Относительная магнитная проницаемость. Физический смысл.
160. Поведение векторов магнитной индукции и напряженности на границе раздела магнетиков.
161. Ферромагнетики. Антиферромагнетики.
162. Ток смещения. Закон полного тока с учетом тока смещения.
163. Уравнение Максвелла в дифференциальной и интегральной форме.
164. Квазистационарные токи. Расчет цепей переменного тока. Свободные колебания в идеальном колебательном контуре.
165. Свободные колебания в реальном колебательном контуре.
166. Вынужденные колебания. Получить выражение для тока в контуре. Векторная диаграмма напряжений.
167. Вынужденные колебания. Явление резонанса.
168. Уравнения Максвелла и электромагнитные волны.
169. Переход от волновой оптики к геометрической.
170. Законы геометрической оптики. Принцип Ферма.
171. Центрированные оптические системы. Построение изображений в линзах.
172. Фотометрические понятия и единицы.
173. Понятие когерентности. Пространственная и временная когерентность.
174. Явление интерференции. Классические интерференционные опыты.
175. Интерференция в тонких пленках.
176. Многолучевая интерференция.
177. Дифракция. Зоны Френеля.
178. Дифракция Френеля и Фраунгофера.
179. Дифракционная решетка.
180. Дифракция рентгеновских лучей.
181. Принципы создания голографических изображений.
182. Поляризация света. Плоская, эллиптическая поляризация. Закон Малюса.
183. Поляризация при отражении и преломлении на границе прозрачных диэлектриков. Формулы Френеля.
184. Явление двойного лучепреломления. Интерференция поляризованных лучей.
185. Искусственное двойное лучепреломление: механическая деформация, эффект Керра.
186. Вращение плоскости поляризации. Эффект Фарадея.
187. Дисперсия света. Элементарная теория дисперсии.
188. Поглощение и рассеяние света. Закон Бугера. Закон Рэлея.
189. Эффект Доплера для электромагнитных волн.
190. Законы теплового излучения конденсированных сред.
191. Теория теплового излучения. Формула Рэлея-Джинса. Формула Планка.
192. Фотоэффект. Законы фотоэффекта.
193. Эффект Комптона.
194. Импульс фотонов и давление света.
195. Уровни энергии в атоме, переходы, поглощение и испускание фотонов.
196. Общее устройство и принципы работы лазеров.
197. Нелинейные оптические эффекты.
198. Порядки величин расстояний и энергий в атомных и ядерных процессах.
199. Специфика законов микромира.



200. Основные частицы, их характеристика.
201. Ядерная модель атома.
202. Опыт Резерфорда по рассеянию альфа частиц.
203. Эффективное сечение.
204. Энергия связи.
205. Обоснование возможности раздельного рассмотрения физики атома и физики ядра.
206. Стационарность и дискретность атомных состояний.
207. Опыт Франка и Герца.
208. Пространственное квантование.
209. Опыт Штерна и Герлаха.
210. Корпускулярно-волновой дуализм.
211. Эффект Комптона.
212. Гипотеза де-Бройля.
213. Дифракция электронов нейтронов, атомов.
214. Соотношение неопределенности.
215. Волновая функция.
216. Уравнение Шредингера.
217. Отличие квантово-механического и классического описания движения.
218. Простейшие одномерные задачи квантовой механики: свободное движение частицы, частица в потенциальной яме, гармонический осциллятор, прохождение частиц через потенциальный барьер.
219. Излучение и поглощение энергии.
220. Неразличимость одинаковых микрочастиц.
221. Бозоны и фермионы.
222. Принцип Паули.
223. Квантово-механическое описание водородоподобных систем.
224. Уровни энергии, волновые функции, распределение плотности вероятности.
225. Спектр атома водорода.
226. Объяснение тонкой и сверхтонкой структуры атомных спектров.
227. Электронные оболочки атома и их заполнение, физическое объяснение периодического закона.
228. Рентгеновское излучение, природа, свойства и методы исследования.
229. Действие магнитного поля на атом.
230. Эффект Зеемана.
231. Электронный парамагнитный резонанс.
232. Типы связей атомов в молекуле.
233. Порядки величин электронной, колебательной и вращательной энергии.
234. Молекулярные спектры.
235. Комбинационное рассеяние.
236. Силы Ван дер Ваальса.
237. Типы связей атомов в твердых телах.
238. Энергетические зоны.
239. Проводимость твердых тел.
240. Сверхпроводимость и сверхтекучесть и их квантовая природа.
241. Теплоемкость.
242. Во сколько раз ядерное взаимодействие между двумя протонами сильнее взаимодействия между протоном и нейтроном?
243. Как ведёт себя удельная энергия связи нуклонов в ядре при увеличении числа нуклонов?
244. Какие частицы являются переносчиками ядерного взаимодействия (посредством каких частиц взаимодействуют нуклоны в ядре)?
245. Каков механизм сильного взаимодействия по современным представлениям?
246. Сколько масс электрона составляет масса пиона?
247. Где впервые Оккиалини и Поуэлл в 1947 г. обнаружили пи-мезоны?
248. Чему равен спин заряженных и нейтральных пи-мезонов?
249. Чему равен заряд заряженного пи-мезона (в единицах заряда электрона)?
250. Чему равна масса пи-мезона (в единицах массы электрона)?
251. Назовите основную схему распада заряженных пи-мезонов.
252. Чему равна масса мюона (в единицах массы электрона)?
253. Чему равен спин мюона?
254. Чему равен заряд мюона (в единицах заряда электрона)?
255. Основная схема распада незаряженных пи-мезонов?
256. Какой из процессов не относят к радиоактивным?
257. Какие из процессов относят к бегу-захвату?



258. Чему равен спин нейтрино?
259. С какой оболочки чаще всего поглощается электрон при электронном захвате?
260. Приведите схему электронного захвата.
261. Пусть поток частиц падает на мишень, которая тонка настолько, что ядра мишени не перекрывают друг друга. Если бы ядра были твёрдыми шариками с заданным поперечным сечением, а падающие частицы - шариками с бесконечно малым сечением, то вероятность того, что частица заденет одно из ядер мишени, равна...
262. Эффективное сечения ядерных процессов (барн) имеет размерность...
263. Наиболее вероятным при делении ядер является деление на осколки, массы которых относятся как...
264. Сколько типов взаимодействий существует между элементарными частицами?
265. Наибольшее расстояние, на котором ещё проявляется сильное взаимодействие имеет порядок (в м).
266. Какие из типов взаимодействий имеют ограниченный радиус действия?
267. Какие частицы относят к классу адронов?
268. Какими типами взаимодействий обладают фотоны?

Типовые задания для промежуточной аттестации

1. Зависит ли период колебаний физического маятника от его массы?
2. Сформулируйте теорему Гюйгенса-Штейнера.
3. Как влияют на точность определения g колебания температуры, сила трения, амплитуда колебаний маятника?
4. Почему определение g производится более точно с помощью обратного, а не математического маятника?
5. Найдите приведенную длину и период колебаний физического маятника, представляющего собой однородный стержень, имеющий длину L и массу m , подвешенный за один из своих концов.
6. Как будет вести себя физический маятник, если совместить точку его подвеса с центром масс?
7. При каком расстоянии от центра масс до точки подвеса период колебаний маятника минимален?
8. Что понимают под угловой скоростью? Как направлен этот вектор и чему равен его модуль?
9. Какая величина называется моментом инерции тела относительно оси? Сколько моментов инерции может иметь данное тело? Что произойдет с моментом инерции, если ось переместить параллельно самой себе, удаляясь от тела? Из множества параллельных осей чем характерна та, относительно которой момент инерции минимален?
10. Откуда следует, что момент инерции тела равен сумме моментов инерции отдельных его частей? Как это положение можно использовать для вычисления момента инерции тел сложной формы?
11. Дайте определение момента силы, момента инерции, линейного и углового ускорения. Выведите связь линейного и углового ускорения.
12. Как связана скорость распространения колебаний с упругостью среды?
13. Объясните возникновение стоячих волн. Каковы особенности стоячих волн?
14. Почему стоячие волны не переносят энергии?
15. Как изменяется фаза звуковой волны при отражении от препятствия?
16. Охарактеризуйте различия между кристаллическим и жидким состояниями одного и того же вещества с точек зрения: а) термодинамики; б) молекулярно-кинетической теории.
17. Применимы или нет I и II начала термодинамики к процессам плавления и кристаллизации? Ответ обоснуйте.
18. Перечислите термодинамические параметры, изменяющиеся при плавлении и кристаллизации, укажите направления этих изменений.
19. Как изменяется теплоемкость C_p вещества, какова величина C_p при фазовом переходе I рода?
20. Дайте определение понятий «химический потенциал» и «энергия активации термодинамической системы».
21. Почему именно различие химических потенциалов вещества в кристаллическом и жидком состояниях обуславливает возможность фазового перехода I рода?
22. Перечислите и охарактеризуйте стадии изменения состояния вещества при нагреве и охлаждении с точки зрения: а) термодинамики; б) молекулярно-кинетической теории.
23. Объясните причины изменения энтропии системы кристалл - жидкость при повышении и понижении температуры.
24. Энтропия является аддитивной величиной; перечислите и охарактеризуйте отдельные члены энтропии системы кристалл-жидкость.
25. Что такое эквипотенциальная поверхность?
26. Докажите ортогональность силовых линий и эквипотенциальных поверхностей в электростатическом поле.
27. В чем отличие проводников, полупроводников и изоляторов?
28. Физический смысл энергии активации носителей в полупроводнике?
29. Как движется электрон в однородном магнитном поле?
30. Какая связь между явлением Холла и силой Лоренца?
31. Определите понятие "подвижность носителя заряда". Как связана подвижность заряда с электропроводимостью вещества?
32. Что такое магнитная восприимчивость вещества?
33. Чем отличаются диа- и ферромагнитные вещества?
34. Какой знак имеет магнитная восприимчивость для диамагнетиков, парамагнетиков, ферромагнетиков?



35. Как связана магнитная восприимчивость с магнитной проницаемостью?
36. Чем ферромагнетики отличаются от других веществ?
37. Что такое домен? Почему ферромагнетик разбивается на домены?
38. Как происходит намагничивание ферромагнетиков?
39. Что такое петля гистерезиса? Какие причины ее вызывают?
40. Какие колебания называются затухающими? Почему происходит затухание свободных колебаний в реальных контурах?
41. Что понимают под коэффициентом затухания, логарифмическим декрементом? Какова связь между ними?
42. Какой разряд называется аperiодическим? Что понимают под критическим значением сопротивления и чему оно равно?
43. Начертите схему последовательного (параллельного) контура. Объясните процессы, протекающие в контуре при подключении к нему источника переменного напряжения.
44. Каким образом описывается сопротивление контура переменному току?
45. Как собственная частота контура зависит от его параметров? Как добротность контура зависит от его параметров?
46. Назовите основные детали оптической части микроскопа, их назначение.
47. Как определяют линейное увеличение микроскопа?
48. В чем отличие абсолютного и относительного показателя преломления?
49. Сформулируйте основные законы отражения и преломления.
50. Какова связь показателя преломления среды и скорости света в ней?
51. Что называют длиной когерентности, временем когерентности?
52. В чем отличие геометрической разности хода лучей от оптической разности хода?
53. Запишите условия интерференционного максимума и минимума.
54. Какое (темное или светлое) пятно будет в центре интерференционной картины колец Ньютона при наблюдении в отраженном свете? Объясните это.
55. Чем ограничивается предельная толщина слоя интерференции? Почему при одних светофильтрах видимое число колец больше, при других меньше?
56. Как электронная теория объясняет явления дисперсии?
57. Что такое нормальная и аномальная дисперсия света?
58. Что такое разрешающая способность, от чего она зависит?
59. Чем отличается дифракционный спектр от призматического?
60. Сформулируйте принцип Гюйгенса- Френеля.
61. В чем заключается метод зон Френеля?
62. Как изменяется картина на экране в зависимости от числа открытых дифракции на круглом отверстии?
63. Вывести закон Бугера-Ламберта.
64. Как объяснить наличие окраски у прозрачных тел?
65. Какой свет называют плоскополяризованным?
66. Что такое оптическая ось в кристалле? Какие плоскости называют главными?
67. В чем состоит явление двойного лучепреломления?
68. Как получить круговую и эллиптическую поляризацию?
69. Какие материалы обладают свойством искусственного двойного лучепреломления и при каких воздействиях?
70. Какое взаимодействие является определяющим для понимания строения атома?
71. Какой из методов позволяет измерить заряд электрона с наибольшей точностью?
72. Какие из типов взаимодействий имеют ограниченный радиус действия?
73. Из доклада Э. Резерфорда "Электрическое строение вещества" (1923г.): "Хотя мы можем быть уверенными, что протоны и электроны - это предельные структурные единицы всех атомов..." Согласны ли Вы с этим утверждением? Доводы "за" или "против".
74. Заряд в единицах заряда электрона равен +1; масса в единицах массы электрона составляет 1836,2; спин равен 1/2. Это?
75. Эффективное сечение взаимодействия - это?
76. Точечные заряженные частицы рассеиваются на равномерно заряженном шаре (вещество шара прозрачно для частиц). При неизменном заряде шара с увеличением его радиуса углы отклонения частиц...
77. Поток альфа-частиц рассеивается тонкой мишенью из свинца. Детектор установлен под углом 30 относительно первоначального направления движения частиц и регистрирует к имп/с. Как изменятся показания детектора, если альфа-частицы заменить на протоны той же скорости?
78. Если в опыте Франка и Герца пары ртути заменить на водород, то при какой разности потенциалов между катодом и сеткой произойдет спад тока?
79. В опытах Штерна и Герлаха поток атомов серебра изменял направление движения в магнитном поле. Каковы необходимые условия успешности проведения подобного опыта?
80. Какой энергией (в кэВ) должен обладать квант излучения, чтобы при комптоновском рассеянии на покоящемся электроны на угол 90 длина волны его удвоилась?
81. Работа выхода электронов из никеля составляет 4.84 эВ. Можно ли наблюдать одноэлектронный фотоэффект на фотокатоде из никеля, облучая его мощным источником видимого света?
82. Каким из ниже перечисленных закономерностей подчиняется комптоновское рассеивание?



83. Интенсивность света, падающего на фотокатод, уменьшилась в 10 раз. При этом уменьшилась(-ось)?
84. Основным состоянием называют такое состояние, в котором?
85. Прозрачность прямоугольного потенциального барьера для электронов с энергией 5 эВ равна 0.1. Чему она будет равна при увеличении ширины барьера в 2 раза?
86. Решая уравнение Шредингера нельзя найти?
87. Сравниваем движение планеты вокруг Солнца и электрона в атоме.
88. Принадлежность спектральной линии одной из серий атома водорода (Лаймана, Бальмера, Пашена и др.) определяется?
89. Водородоподобный атом можно получить из атома водорода, заменив протон на частицу с другой массой и тем же зарядом (дейтрон) или на частицу с большим зарядом и примерно той же массой. В каком из этих случаев изменения в спектре будут значительней?
90. В обозначении квантового состояния $2p$ буквой определено?
91. Найдите наибольшую длину волны в ультрафиолетовой серии спектра водорода.
92. Атом водорода перешел из основного состояния в состояние с главным квантовым числом n , при этом абсолютная величина потенциальной энергии взаимодействия электрона с ядром уменьшилась в 5 раз. При последующем переходе из состояния с главным квантовым числом n в состояние с главным квантовым числом m абсолютная величина потенциальной энергии взаимодействия электрона с ядром опять уменьшилась в 5 раз. Определите m .
93. При переходе из состояния с главным квантовым числом $n = 1$ в состояние с главным квантовым числом $m = 2$ водородоподобный ион некоторого элемента поглощает квант света с энергией 40.87 эВ. Ионом какого химического элемента он является?
94. В опытах Штерна и Герлаха поток атомов серебра изменял направление движения в магнитном поле. Каким свойством должен обладать атом для успешного проведения подобного опыта?
95. Возможна такая ситуация, что магнитный момент атома равен нулю, а механический отличен от нуля? Если да, то при каком условии?
96. Что можно сказать о возможных значениях проекций орбитального момента импульса электрона в атоме?
97. Относительно уровня Ферми можно сказать, что это?
98. Что мы понимаем под бета-частицей?
99. Какова масса бета-частиц? Сравните с массой протона.
100. Тип распада. Основной закон радиоактивного распада.
101. Период полураспада. Радиоуглеродный анализ.
102. Поясните смысл величин, входящих в закон радиоактивного распада.
103. Как определить период полураспада короткоживущего изотопа.
104. Почему метод определения периода полураспада, применяющийся в работе, не используется для определения периода полураспада короткоживущего изотопа.
105. Из чего состоит альфа-частица?
106. Заряд альфа-частицы (электрический).
107. Сравните размер альфа-частицы с размером, например, ядра урана-238.
108. По какому признаку элементарные частицы разделяются на бозоны и фермионы? Почему? Что гласит Принцип Паули?
109. Что такое магнитный момент элементарной частицы? Альфа-частицы?
110. С какой целью вводится принцип неразличимости микрочастиц?
111. Опыт Резерфорда по рассеиванию альфа-частиц.
112. Формула Резерфорда.
113. Эффективное сечение.
114. Ядерная модель атома. Энергия связи.
115. Основной закон радиоактивного распада.
116. Закономерности альфа-распада. Механизм распада.
117. Потенциал взаимодействия альфа-частицы с ядром.
118. Прохождение альфа-частиц через потенциальный барьер ядра.
119. Как объяснить линейный спектр альфа-частиц, испускаемый радиоактивными источниками.

6.4. Критерии оценивания

Текущий контроль теоретических знаний и практических навыков производится в течение семестра на лабораторных работах в виде устного допуска к выполнению работы, проверки результатов измерений, приема отчетов по лабораторным работам. Целью устного допуска является проверка достаточности уровня подготовки студента к выполнению лабораторной работы: владение базовыми теоретическими знаниями в области физики, затрагиваемой данной работой, знание конструкции и принципа действия экспериментальной установки, порядка выполнения работы, необходимых действий по обработке результатов измерений. При проверке результатов измерений контролируется полнота выполнения поставленных в рамках работы задач (упражнений), адекватность полученных результатов. При защите отчетов по лабораторным работам проверяется полнота и правильность обработки результатов, сопоставления с теорией и справочными данными, четкость и содержательность выводов, в которых должен проводиться анализ полученных результатов, соответствие отчета формальным требованиям по структуре и порядку изложения материала, оформление таблиц и рисунков, анализируется степень самостоятельности выполнения работы.



В конце семестра студент должен получить зачет по результатам работы в лаборатории в течение семестра. Для получения зачета студенту необходимо сдать допуски к лабораторным работам, выполнить экспериментальную часть, выполнить обработку полученных результатов, сдать отчеты по всем лабораторным работам.
На зачете студент получает оценку: «не зачтено» - не сняты измерения или не проведены вычисления, указанные в задании к лабораторной работе или не написан вывод к работе или ненадлежащим образом оформлен отчет по лабораторной работе или не подготовлены ответы на вопросы, указанные после лабораторной работы.
«зачтено» - сняты измерения, проведены вычисления, указанные в задании к лабораторной работе, написан вывод к работе, надлежащим образом оформлен отчет по лабораторной работе, подготовлены ответы на вопросы, указанные после лабораторной работы.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Сивухин Д. В.	Общий курс физики: учебное пособие для вузов: в 5 томах том 3: электричество (https://znanium.com/catalog/document?id=303207)	Москва : Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2015	ЭБС
Л1.2	Савельев И. В.	Курс физики. В 3 т. Том 2. Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика (https://e.lanbook.com/book/184164)	Санкт-Петербург : Лань, 2022	ЭБС
Л1.3	Савельев И. В.	Волны. Оптика (https://e.lanbook.com/book/187737)	Санкт-Петербург : Лань, 2022	ЭБС
Л1.4	Савельев И. В.	Молекулярная физика и термодинамика (https://e.lanbook.com/book/187739)	Санкт-Петербург : Лань, 2022	ЭБС
Л1.5	Хайкин С. Э.	Физические основы механики (https://e.lanbook.com/book/210170)	Санкт-Петербург : Лань, 2022	ЭБС
Л1.6	Савельев И. В.	Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц (https://e.lanbook.com/book/210611)	Санкт-Петербург : Лань, 2022	ЭБС

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1		Физическая оптика: практическое пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=116429)	Москва : Наука, 1970	ЭБС
Л2.2	Широков Ю. М., Юдин Н. П., Мамонтова Н. А.	Ядерная физика: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450094)	Москва : Наука, 1980	ЭБС
Л2.3	Матвеев А. Н.	Электричество и магнетизм: учебное пособие для вузов	Москва : Высшая школа, 1983	
Л2.4	Матвеев А. Н.	Молекулярная физика: учебное пособие для студентов вузов	Москва : Оникс , 2006	
Л2.5	Григорьев Ю. М., Кычкин И. С.	Физика атома и атомных явлений: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457657)	Москва : Физматлит, 2015	ЭБС



Л2.6	Ландсберг Г. С.	Оптика: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485257)	Москва : Физматлит, 2017	ЭБС
Л2.7	Калашников С. Г.	Электричество: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83226)	Москва : Физматлит, 2004	ЭБС
Л2.8	Аксенова Е. Н., Калашников Н. П.	Методы оценки погрешностей при измерениях физических величин: учебно-методическое пособие (https://e.lanbook.com/book/206123)	Санкт- Петербург : Лань, 2022	ЭБС
Л2.9	Стрелков С. П.	Механика: учебник (https://e.lanbook.com/book/206291)	Санкт- Петербург : Лань, 2022	ЭБС
Л2.10	Кикоин А. К., Кикоин И. К.	Молекулярная физика (https://e.lanbook.com/book/210119)	Санкт- Петербург : Лань, 2022	ЭБС
Л2.11	Шпольский Э. В.	Введение в атомную физику (https://e.lanbook.com/book/210398)	Санкт- Петербург : Лань, 2022	ЭБС
Л2.12	Бутиков Е. И.	Оптика (https://e.lanbook.com/book/210761)	Санкт- Петербург : Лань, 2022	ЭБС
Л2.13	Кузнецов С. И.	Механика. Молекулярная физика. Термодинамика (https://e.lanbook.com/book/211460)	Санкт- Петербург : Лань, 2022	ЭБС

7.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л3.1	Бессонов А. А.	Лабораторный практикум по механике: учебное пособие (http://library.csu.ru/rbooks2/view2?code=local/007688/bessonovaa)	Челябинск : Челябинский государственный университет, 2008	ЭБС
Л3.2	Трофимов В. Г., Бессонов А. А.	Лабораторный практикум по оптике: учебное пособие (http://library.csu.ru/rbooks2/view2?code=local/007686/trofimovvg)	Челябинск : Челябинский государственный университет, 2008	ЭБС
Л3.3	Бессонов А. А.	Лабораторный практикум по молекулярной физике (http://library.csu.ru/rbooks2/view2?code=local/007707/bessonovaa)	Челябинск : Издательство Челябинского государственног о университета, 2015	ЭБС
Л3.4	Бучельников В. Д., Еретнова О. В.	Лабораторный практикум по курсу "Электричество и магнетизм". Ч. 1: учебное пособие для студентов физических специальностей университетов (http://library.csu.ru/rbooks2/view2?code=local/200109n0152/buchelnikovvd)	Челябинск : [Челябинский государственный университет], 2001	ЭБС
Л3.5	Бучельников В. Д., Еретнова О. В.	Лабораторный практикум по курсу "Электричество и магнетизм". Ч. 2: учебное пособие (http://library.csu.ru/rbooks2/view2?code=local/200208n0188/bu_ii)	Челябинск : [Челябинский государственный университет], 2002	ЭБС
Л3.6	Бессонов А. А.	Введение в лабораторный практикум по физике: учебное пособие для вузов (http://library.csu.ru/rbooks2/view2?code=local/200401n0063/bessonovaa)	Челябинск : [Челябинский государственный университет], 2003	ЭБС



	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
ЛЗ.7	Пиралишвили Ш. А., Шалагина Е. В., Каляева Н. А., Попкова Е. А.	Электричество и магнетизм (https://e.lanbook.com/book/209804)	Санкт-Петербург : Лань, 2022	ЭБС
ЛЗ.8	Браун А.Г., Левитина И.Г.	Атомная и ядерная физика. Элементы квантовой механики. Практикум: учебное пособие (https://znanium.ru/catalog/document?id=451135)	Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА- М", 2025	ЭБС

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Учебно-методический сайт «Преподавателям и студентам» http://teachmen.csu.ru
Э2	Научные и научно-популярные лекции http://elementy.ru
Э3	Научная электронная библиотека Российской Академии Наук http://www.elibrary.ru
Э4	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» http://biblioclub.ru/
Э5	ЭБС издательства «Лань» https://e.lanbook.com/
Э6	ЭБС издательства «Инфра-М» http://znanium.com/
Э7	ЭБС «Юрайт» https://biblio-online.ru/

7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Reader
LibreOffice
WinDjView
Adobe Connect Acrobat
LMS Moodle

7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, 1992.
2. APS JOURNALS. Physical Review Letters, Physical Review X, Physical Review, and Reviews of Modern Physics : журналы American Physical Society : сайт. – URL: http://journals.aps.org/about – Яз. англ. – Режим доступа: только из сети университета. – Текст : электронный.
3. Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
4. Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: http://www.scopus.com/ – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
5. Springer Link : [сайт]. – URL: http://link.springer.com/ – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
6. Конспекты лекций с демонстрациями и виртуальными лабораторными экспериментами на сайте http://teachmen.ru



8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Лабораторные занятия проводятся в учебной лаборатории общей и прикладной физики, оснащенной необходимым оборудованием, перечень которого приведен в паспортах лабораторий.

Используется электронный читальный зал научной библиотеки ЧелГУ (аудитория 206) для самостоятельной работы студента, оснащенный персональными компьютерами, мультимедийной аппаратурой. В аудитории обеспечен доступ к различной справочной литературе, энциклопедиям, библиографическим и полнотекстовым базам данных, информационным ресурсам «Интернет».

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Лабораторные работы по дисциплине «Общий физический практикум» выполняются параллельно с изучением разделов физики. Поэтому студент должен самостоятельно освоить теоретические понятия и закономерности, необходимые для выполнения лабораторных работ, но еще не рассмотренные в лекционном курсе. Подготовка к лабораторным работам осуществляется в рамках самостоятельной работы студента заблаговременно до начала занятия.

В процессе подготовки к лабораторной работе студент делает заготовку отчёта на листах бумаги в клетку или формата А4: описывает цель работы, применяемое оборудование, краткую теорию работы и вычерчивает схему установки. Перед тем как приступить к выполнению лабораторной работы, студент проходит устное собеседование с преподавателем, в ходе которого должен получить допуск к выполнению практической части лабораторной работы. Затем студент приступает к проведению измерений. Проведённые студентом измерения должны быть оформлены в таблицы, а также проверены и подписаны преподавателем до окончания занятия. Затем (если осталось время, на занятии, а так же в рамках самостоятельной работы) студент выполняет необходимые расчеты, строит графики и пишет вывод по лабораторной работе. Завершённый отчет по работе сдается преподавателю на следующем занятии.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, MS Office365, форумы, электронная почта и др.).

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применяться компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.



10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.



Рабочая программа дисциплины (модуля) одобрена и рекомендована:

Проректор по учебной работе утверждено 24.02.25 А.А. Саламатов

Ученым советом физического факультета

Протокол заседания № 05 от 06.02.2025

Председатель Ученого совета
физического факультета

согласовано

М.А. Загребин

Заседанием кафедры общей и теоретической физики

Протокол заседания № 04 от 30.01.2025

Заведующий кафедрой

согласовано

А.Е. Майер

Авторы (составители)

А.Е. Майер
А.А. Эбель

**Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от «13»
апреля 2021 г. № 247-1**