

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина»

Институт математики, естествознания и техники

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор института математики, естествознания и техники

_____/Н.В.Черноусова/

ПРОГРАММА
государственной итоговой аттестации обучающихся по образовательной
программе высшего образования – программе
подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направление подготовки 03.06.01 Физика и астрономия

Направленность (профиль) Физика конденсированного состояния

Форма обучения очная

1. Общие положения

Целью государственной итоговой аттестации является установление уровня подготовки выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) и основной образовательной программы высшего образования (ООП ВО), разработанной в Елецком государственном университете им. И.А. Бунина.

Порядок проведения государственной итоговой аттестации закреплён в Положении о государственной итоговой аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Елецкого государственного университета имени И.А. Бунина.

1.1. Государственная итоговая аттестация по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, профилю подготовки Физика конденсированного состояния, квалификации (степени) – «Исследователь. Преподаватель-исследователь» включает:

- государственный экзамен по направлению подготовки;
- представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

1.2. Виды и задачи профессиональной деятельности выпускников:

Основной образовательной программой по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, профилю подготовки Физика конденсированного состояния, квалификации (степени) – «Исследователь. Преподаватель-исследователь» предусматривается подготовка выпускников к следующим видам профессиональной деятельности:

- научно-исследовательская деятельность в области физики и астрономии;
- преподавательская деятельность в области физики и астрономии.

2. Государственный экзамен

2. 1. Цель государственного экзамена

Целью проведения государственного экзамена является проверка компетенций, приобретенных выпускником при изучении психологии и педагогики профессионального образования, дисциплин направления подготовки в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования направления подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (профиль Физика конденсированного состояния).

2.2. Место государственного экзамена в структуре ООП

Государственный экзамен является составной частью государственной итоговой аттестации по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, направленность (профиль) Физика конденсированного состояния и определяет уровень усвоения обучающимся материала, охватывающего содержание дисциплин, содержащихся в учебном плане. Программа государственного экзамена разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Программа содержит перечень тем и вопросов, соответствующих тематике дисциплин учебного плана согласно ФГОС ВО и рабочим программам, разработанным на кафедрах Физики, радиотехники и электроники, Романо-германских языков и перевода, Педагогики и образовательных технологий. По каждой теме приводится список источников, необходимых для подготовки к экзамену.

В программу включены следующие дисциплины: Физика конденсированного состояния, Основы преподавательской деятельности в области физики и астрономии.

2.3. Требования к результатам освоения компетенций

Государственный экзамен направлен на проверку сформированности у обучающихся следующих компетенций:

Универсальные компетенции (УК):

Общепрофессиональные компетенции (ОПК): ОПК-2.

Профессиональные компетенции (ПК): ПК-2.

2.4. Структура и содержание тем, входящих в итоговый государственный экзамен

Основы преподавательской деятельности в области физики и астрономии

Тема 1. Современное состояние высшего образования в России. Педагогика высшей школы в структуре педагогической науки.

Понятие и сущность образования. Образование как социокультурный феномен. Понятие и сущность образования. Конкретно-исторический характер образования. Образование как ценность и механизм трансляции культуры. Культура как содержание образования. Образование как система. Система образования в РФ. Конституционные основы ее функционирования. Государственная политика в области образования. Объект и предмет педагогики высшей школы.

Тема 2. Стандартизация высшей школы: Федеральные государственные образовательные стандарты и основные образовательные программы.

Сущность стандартизации образования. ФГОС ВО по направлению подготовки. Основная образовательная программа ВО: структурные компоненты.

Тема 3. Педагогическая деятельность преподавателя вуза.

Сущность и виды педагогической деятельности. Преподавание как управление учебно-познавательной деятельностью обучающихся. Структура педагогической деятельности. Стиль педагогической деятельности.

Тема 4. Личность студента и преподавателя в педагогическом процессе.

Студент как субъект и объект деятельности в системе высшего профессионального образования. Специфические признаки студенческого возраста. Типологии личности студента. Типологии личности преподавателя ВУЗа.

Тема 5. Особенности дидактики высшей школы: принципы, формы, методы и средства обучения.

Понятие дидактики высшей школы. Принципы, формы, методы и средства обучения. Лекция в системе профессионального обучения. Методика подготовки и проведения семинарского занятия. Различные формы проведения семинаров. Методика подготовки и проведения практических занятий. Цель и задачи практических занятий. Формы и методы подготовки и проведения практических занятий. Традиционные методы обучения, их классификация и характеристика. Средства обучения в высшей школе.

Тема 6. Педагогические технологии в современном высшем учебном заведении.

Понятие педагогической технологии. Классификация педагогических технологий обучения высшей школы. Модульное построение содержания дисциплины и рейтинговый контроль. Интенсификация обучения и проблемное обучение. Эвристические технологии обучения. Технология знаково-контекстного обучения. Технологии развивающего обучения. Информационные технологии обучения. Технологии дистанционного образования. Интерактивные технологии обучения.

Тема 7. Современный педагогический контроль в высшей школе.

Контроль как необходимый компонент учебного процесса.

Виды контроля: предварительный (входной), текущий, рубежный (периодический) и итоговый. Методы контроля. Формы контроля. Наиболее эффективные виды контроля учебной деятельности студентов в вузе. Рейтинговый педагогический контроль.

Вопросы для экзаменационных билетов

1. Роль высшего образования в современной цивилизации. Основные тенденции развития образования в России.
2. Предмет и задачи педагогики высшей школы.

3. Характеристика нормативных документов, регламентирующих содержание вузовского образования.
4. ФГОС ВО по направлению подготовки.
5. Сущность, виды и структура педагогической деятельности. Типология личности преподавателя ВУЗа.
6. Студент как субъект и объект деятельности в системе высшего профессионального образования. Типология студентов.
7. Сущность и классификация методов обучения, применяемых в высшей школе. Характеристика и выбор методов обучения.
8. Понятие и классификация педагогических технологий.
9. Информационно-коммуникационные технологии обучения в высшей школе.
10. Контроль результатов обучения в вузе: сущность, цели и задачи, формы и методы контроля.

Рекомендуемая литература:

Список основной литературы

1. Мандель, Б.Р. Педагогика высшей школы: история, проблематика, принципы : учебное пособие для обучающихся в магистратуре / Б.Р. Мандель. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2017. - 619 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-8778-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450639> (Дата обращения: 01.09.2020).

Список дополнительной литературы

1. Солодова, Г.Г. Психология и педагогика высшей школы: электронное учебное пособие / Г.Г. Солодова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет», Институт образования, Межвузовская кафедра общей и вузовской педагогики. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2017. - 55 с. - ISBN 978-5-8353-2156-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481633> (Дата обращения: 01.09.2020).

Физика конденсированного состояния

Тема 1. Введение.

Структура и сложность окружающего мира. Агрегатные состояния вещества. Конденсированное состояние в окружающем мире и технике. Место науки о конденсированном состоянии в структуре физики.

Тема 2. Атомы молекулы, конденсированное состояние.

Основные представления квантовой физики о структуре и свойствах атомов. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Основные представления о природе химической связи. Классификация химических связей. Структура и основные свойства атомно-молекулярных систем.

Соотношение энергии взаимодействия и температуры и агрегатные состояния вещества. Условия существования конденсированного состояния.

Тема 3. Основы статистической термодинамики.

Сложность систем многих частиц и фундаментальная природа вероятностных закономерностей. Статистические методы описания закономерностей систем многих частиц. Основы квазиравновесной статистической термодинамики Максвелла-Больцмана-Гиббса. Статистический смысл температуры и химического потенциала. Квантовые закономерности в системах многих частиц. Квантовые статистики Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Второе начало термодинамики и понятие эволюции в рамках квазиравновесной термодинамики. Основные представления неравновесной термодинамики необратимых процессов. Область линейной термодинамики Онзагера. Термодинамическое описание явлений переноса в рамках линейной термодинамики. Кинетические коэффициенты. Симметрия кинетических коэффициентов Онзагера. Эволюция систем в рамках линейной неравновесной термодинамики. Основы термодинамики систем, далеких от термодинамического равновесия. Кинетические фазовые переходы. Самоорганизация, как самопроизвольный процесс формирования упорядоченности из хаоса, роль нелинейностей. Представления об эволюции и развитии в рамках термодинамики систем, далеких от равновесия. Вклад школы Пригожина в развитие термодинамики систем, далеких от равновесия.

Тема 4. Структура конденсированных систем и фазовые переходы.

Область существования конденсированного состояния, фазовые состояния и фазовые переходы. Общий подход, основанный на анализе структур в координатах параметров: энергия связи – температура, давление – температура, состав – температура, и др., устойчивости фаз, фазового равновесия и фазовых переходов на основе современной статистической термодинамики, многообразия структур конденсированного состояния, обусловленного различными параметрами конкретных атомно-молекулярных систем. Фазовые переходы пар-жидкость, пар-твердое состояние, жидкость-твердое состояние. Закономерности фазовых переходов. Диаграмма фазового равновесия в координатах: давление-температура, критическое состояние, тройная точка. Основы статистической термодинамики фазовых переходов. Модельные представления в физике фазовых переходов. Степень упорядоченности состояний. Кристаллы. Жидкие кристаллы. Некристаллические твердые тела. Макромолекулы. Полимеры. Жидкости. Квантовые жидкости. Сверхтекучесть. Структура и симметрия кристаллов. Основные закономерности кристаллографии. Методы кристаллографических исследований. Закономерности роста кристаллов, получения используемых в приборостроении и технике конденсированных структур. Упругие свойства твердых тел. Механические напряжения и деформации. Тензор упругих постоянных. Распространение упругих волн в кристаллах.

Пластичность и прочность твердых тел. Упрочнение. Внутреннее трение. Механические свойства жидкостей. Идеальная жидкость. Сжимаемость жидкостей. Упруго-вязкие жидкости. Структурные, механические и термодинамические свойства воды и льда.

Тема 5. Неравновесные атомно-молекулярные процессы в конденсированных средах

Диффузия в конденсированных средах (жидкостях и твердых телах). Кинетическая природа прочности твердых тел. Твердые и жидкие растворы. Примеси и дефекты в твердых телах. Легирование кристаллов, получение р-п - переходов, гетеропереходов и других неоднородных структур, используемых в приборостроении и технике. Функционально неоднородные среды. Релаксационные атомно-молекулярные процессы в неоднородных атомно-молекулярных структурах. Проблема деградации твердотельных элементов электронной техники.

Тема 6. Термодинамические свойства конденсированных сред.

Равновесные термодинамические свойства конденсированных сред. Сжимаемость жидкостей и твердых тел. Уравнения состояния. Особенности атомно-молекулярного хаотического движения в жидкостях и твердых телах. Теплоемкость жидкостей. Температурная зависимость теплоемкости воды. Температурное расширение жидкостей. Колебательные состояния атомно-молекулярных систем в конденсированном состоянии. Спектры колебаний макромолекул, полимеров. Колебательные состояния в аморфных телах. Теплоемкость некристаллических твердых тел. Колебания кристаллической решетки. Распространение упругих волн в кристаллах, влияние периодичности. Фононы. Фононные спектры кристаллов. Зоны Бриллюэна. Фононные спектры сложных решеток. Методы исследования фононных спектров в кристаллах. Теплоемкость кристаллов. Теория Эйнштейна и Дебая. Ан-гармонизм колебаний в твердых телах. Температурное расширение кристаллов. Фононная теплопроводность кристаллов и ее температурная зависимость. Ангармонизм колебаний и фонон-фононное взаимодействие в кристаллах. Нормальные процессы, процессы переброса и природа фононного теплосопротивления в кристаллах.

Тема 7. Электронные состояния в конденсированных средах.

Электронные состояния в кристаллах. Основы теории металлов по Зоммерфельду. Статистика Ферми-Дирака. Энергия Ферми, поверхность Ферми. Плотность электронных состояний и концентрация электронов в простых металлах. Электронная теплоемкость твердых тел. Уравнение Шредингера для многочастичной волновой функции в кристаллах. Адиабатическое приближение. Приближение самосогласованного поля. Обоснование упрощений, обеспечивающих сведение многочастичной задачи к одноэлектронной. Приближение слабо связанных электронов, одномерная задача Кронига-Пенни. Проявление периодичности кристаллического потенциала, функции Блоха и их характерные свойства. Зоны Бриллюэна. Полосы (зоны) разрешенных и запрещенных электронных

состояний в кристаллах. Приближение сильно связанных электронов. Модификация атомных электронных состояний при взаимодействии атомов, снятие вырождения. Зонная структура электронного энергетического спектра в приближении сильной связи. Понятие о современных методах расчета энергетического спектра кристаллов. Метод псевдопотенциала. Зонная структура наиболее распространенных реальных кристаллов. Анизотропия зонной структуры. Многодолинная структура зон. Закон дисперсии электронов в кристаллах. Понятие об эффективной массе. Электроны и дырки, как элементарные возбуждения электронной системы кристаллов. Металлы и диэлектрики. Полупроводники, полуметаллы, узкозонные полупроводники. Области существования в системе координат параметры электронного энергетического спектра – температура. Электронно-топологические переходы в кристаллах. Электронные состояния в некристаллических твердых телах и жидкостях. Роль ближнего порядка. Неупорядоченные конденсированные среды. Электронные состояния в неупорядоченных средах. Локализованные состояния. Механизмы локализации. Переходы металл-диэлектрик. Магнитные свойства твердых тел. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Магнитные свойства электронов в твердых телах, парамагнетизм Паули, диамагнетизм Ландау, эффект де Гааза-ван Альфена.

Тема 8. Элементарные возбуждения в конденсированных средах.

Энергетические спектры и взаимодействия элементарных возбуждений. Классификация состояний по кинетическим, электрическим и магнитным свойствам в координатах: параметры электронного энергетического спектра – температура (состояния металла, полупроводника, диэлектрика) температура – давление (сверхтекучесть), температура – магнитное поле (сверхпроводимость). Проведение общего подхода к исследованию и описанию электрических свойств среды на основе отклика на электромагнитное воздействие, выраженного через обобщенную комплексную диэлектрическую проницаемость или обобщенную комплексную проводимость. Выделение в системе координат: параметры электронного энергетического спектра – температура – области металлического или диэлектрического состояний. Фазовые переходы с изменением электрических и магнитных свойств.

Тема 9. Неравновесные электронные и ионные процессы в конденсированных средах.

Электролиты. Электропроводность жидких и твердых электролитов, подвижность ионов. Электролиз. Контактные явления на границе раздела кристалл-электролит. Химические источники ЭДС. Протонная проводимость воды и льда. Линейные явления переноса. Описание на основе кинетического уравнения Больцмана. Различные приближения при его решении: приближение времени релаксации, вариационное приближение. Механизмы релаксации носителей заряда в металлах, полуметаллах и полупроводниках. Электронная теплопроводность и термоэлектрические явления. Электропроводность и электронная

теплопроводность металлов и их температурная зависимость. Закон Видемана-Франца. Термоэлектрические явления в металлах. Полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Температурная зависимость электропроводности, концентрации и подвижности носителей заряда в полупроводниках. Теплопроводность и термоэлектрические явления в полупроводниках, механизм биполярной диффузии. Сильно неравновесные явления в твердых телах. Увлечение электронов фононами в кристаллах твердых тел. Термоэдс фононного увлечения. Явления переноса в сильных электрических полях, горячие электроны в полупроводниках. Эффект Ганна. Явления экстракции и инжекции носителей заряда в полупроводниках. Дрейф и диффузия неравновесных носителей заряда. Вольтамперная характеристика p-n-перехода. Туннельные диоды. Гетеропереходы. Электронные явления переноса в магнитном поле. Гальваномагнитные явления (Эффект Холла и магнетосопротивление). Магнетотермоэлектрические и термомагнитные явления. Классически слабые и сильные магнитные поля. Эффект Шубникова–де Гааза.

Тема 10. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом в конденсированном состоянии.

Общий подход к описанию закономерностей взаимодействия электромагнитного излучения с конденсированными средами на основе обобщенной диэлектрической проницаемости или обобщенной проводимости. Соотношения Крамерса-Кронига. Плазменные явления в конденсированных средах. Ионная плазма в электролитах. Электронная (электронно-дырочная) плазма в металлах и полупроводниках. Взаимодействие электромагнитного излучения с плазмой твердых тел. Плазменное отражение. Закономерности взаимодействия электромагнитного излучения с плазмой твердых тел в магнитном поле. Альвеновские и геликонные волны в замагниченной плазме твердых тел. Циклотронный резонанс в металлах и полупроводниках. Магнитооптические явления. Ультраквантовый предел. Взаимодействие элементарных возбуждений в твердых телах. Неустойчивости явлений переноса в плазме твердых тел, в том числе, в магнитном поле. Пинч-эффект. Фотоэлектронная эмиссия металлов. Фотоэлектрические явления в полупроводниках. Генерация, рекомбинация, диффузия и дрейф неравновесных носителей заряда. Фотопроводимость. Фотоэлектрические источники эдс. Полупроводниковые светодиоды и лазеры. Токовая накачка. Лазеры на конденсированных средах: кристаллах, стеклах, жидкостях. Роль оптически активных примесей. Оптическая и электронная накачка, сильно неравновесное состояние и процессы самоорганизации при формировании вынужденного излучения лазеров.

Тема 11. Физические явления на поверхности и границе фаз.

Физика поверхности. Наноструктуры. Низкоразмерные структуры. Электрохимические процессы на границе фаз. Электрохимические преобразователи энергии. Работа выхода электронов из кристаллов.

Термоэлектронная и автоэлектронная эмиссия. Контактная разность потенциалов. Физика конденсированных пленок. Аморфное состояние пленок. Кристаллические пленки. Классические и квантовые размерные эффекты в пленках. Квантовый эффект Холла и условия его наблюдения. Квантование магнитного потока в тонких металлических проволоках. Мезоскопические образования. Свойства кластеров и кластерных систем. Свойства металлических микроконтактов. Микроконтактная спектроскопия кристаллов.

Тема 12. Кооперативные явления в конденсированных средах.

Квантовые жидкости. Сверхтекучесть. Диаграмма состояний гелия в координатах температура-давление. Ферромагнетизм. Обменное взаимодействие. Теория Гейзенберга. Спиновые волны. Магноны. Доменная структура ферромагнетика. Гистерезис. Антиферромагнетизм. Фазовые переходы с изменением магнитного состояния. Сверхпроводимость. Эффект Мейснера. Основные экспериментальные данные о свойствах сверхпроводников. Диаграмма состояний в координатах температура-критическое магнитное поле, теплоемкость сверхпроводников, высокочастотная проводимость, туннельные вольтамперные характеристики, изотопический эффект Фрелиха. Электродинамика сверхпроводников Лондонов. Теория Гинзбурга-Ландау, понятие о параметре порядка. Основные представления теории БКШ и Боголюбова. Сверхпроводники первого и второго родов. Теория Абрикосова. Слабая сверхпроводимость, эффекты Джозефсона. Высокотемпературная сверхпроводимость.

Тема 13. Конденсированное состояние во Вселенной, в биосфере.

Эволюция Вселенной и происхождение химических элементов. Конденсированное состояние во Вселенной. Условия существования атомно-молекулярного конденсированного состояния. Конденсированное состояние и жизнь. Роль познания и использования веществ в конденсированном состоянии в развитии цивилизации.

Вопросы для экзаменационных билетов

1. Электронная структура атомов. Химическая связь и валентность. Типы сил связи в конденсированном состоянии: ван-дер-ваальсова связь, ионная связь, ковалентная связь, металлическая связь. Химическая связь и ближний порядок.
2. Структура вещества с ненаправленным взаимодействием. Примеры кристаллических структур, отвечающих плотным упаковкам шаров: простая кубическая, ОЦК, ГЦК, ГПУ, структура типа CsCl, типа NaCl, структура типа перовскита CaTiO_3 .
3. Основные свойства ковалентной связи. Структура веществ с ковалентными связями. Структура веществ типа селена. Гибридизация атомных орбиталей в молекулах и кристаллах. Структура типа алмаза и графита.

4. Кристаллические и аморфные твердые тела. Трансляционная инвариантность. Базис и кристаллическая структура. Элементарная ячейка. Ячейка Вигнера – Зейтца. Решетка Браве. Обозначения узлов, направлений и плоскостей в кристалле. Обратная решетка, ее свойства. Зона Бриллюэна.
5. Элементы симметрии кристаллов: повороты, отражения, инверсия, инверсионные повороты, трансляции. Операции (преобразования) симметрии.
6. Элементы теории групп, группы симметрии. Возможные порядки поворотных осей в кристалле. Пространственные и точечные группы (кристаллические классы). Классификация решеток Браве.
7. Точечные дефекты, их образование и диффузия. Вакансии и межузельные атомы. Дефекты Френкеля и Шоттки. Линейные дефекты. Краевые и винтовые дислокации. Роль дислокаций в пластической деформации.
8. Распространение волн в кристаллах. Дифракция рентгеновских лучей, нейтронов и электронов в кристалле. Упругое и неупругое рассеяние, их особенности. Брэгговские отражения. Атомный и структурный факторы. Дифракция в аморфных веществах.
9. Колебания кристаллической решетки. Уравнения движения атомов. Простая и сложная одномерные цепочки атомов. Закон дисперсии упругих волн. Акустические и оптические колебания. Квантование колебаний. Фононы. Электрон-фононное взаимодействие.
10. Теплоемкость твердых тел. Решеточная теплоемкость. Электронная теплоемкость. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости.
11. Классическая теория теплоемкости. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы в классической физике. Границы справедливости классической теории.
12. Квантовая теория теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю. Предельные случаи высоких и низких температур. Температура Дебая.
13. Тепловое расширение твердых тел. Его физическое происхождение. Анггармонические колебания.
14. Теплопроводность решеточная и электронная. Закон Видемана – Франца для электронной теплоемкости и теплопроводности.
15. Проводимость, эффект Холла, термоЭДС, фотопроводимость, оптическое поглощение. Трудности объяснения этих фактов на основе классической теории Друде.
16. Основные приближения зонной теории. Граничные условия Борна – Кармана. Теорема Блоха. Блоховские функции. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна. Энергетические зоны.
17. Брэгговское отражение электронов при движении по кристаллу. Полосатый спектр энергии.
18. Приближение сильносвязанных электронов. Связь ширины разрешенной зоны с перекрытием волновых функций атомов. Закон дисперсии. Тензор обратных эффективных масс.

19. Приближение почти свободных электронов. Брэгговские отражения электронов. Заполнение энергетических зон электронами. Поверхность Ферми. Плотность состояний. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Полуметаллы.
20. Намагниченность и восприимчивость. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Законы Кюри и Кюри – Вейсса. Парамагнетизм и диамагнетизм электронов проводимости.
21. Природа ферромагнетизма. Фазовый переход в ферромагнитное состояние. Роль обменного взаимодействия. Точка Кюри и восприимчивость ферромагнетика. Ферромагнитные домены. Причины появления доменов. Доменные границы (Блоха, Нееля).
22. Антиферромагнетики. Магнитная структура. Точка Нееля. Восприимчивость антиферромагнетиков. Ферримагнетики. Магнитная структура ферримагнетиков. Спиновые волны, магноны.
23. Движение магнитного момента в постоянном и переменном магнитных полях. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс.
24. Комплексная диэлектрическая проницаемость и оптические постоянные. Коэффициенты поглощения и отражения. Соотношения Крамерса—Кронига.
25. Поглощения света в полупроводниках (межзонное, примесное поглощение, поглощение свободными носителями, решеткой).
26. Магнитооптические эффекты (эффекты Фарадея, Фохта и Керра). Проникновение высокочастотного поля в проводник. Нормальный и аномальный скин-эффекты. Толщина скин-слоя.
27. Сверхпроводимость. Критическая температура. Высокотемпературные сверхпроводники. Эффект Мейснера. Критическое поле и критический ток.
28. Сверхпроводники первого и второго рода. Их магнитные свойства. Вихри Абрикосова. Глубина проникновения магнитного поля в образец. Эффект Джозефсона.
29. Куперовское спаривание. Длина когерентности. Энергетическая щель.
30. Эволюция Вселенной и происхождение химических элементов. Конденсированное состояние во Вселенной.

Рекомендуемая литература:

Список основной литературы

1. Сарина, М.П. Физика твердого тела : учебное пособие : [16+] / М.П. Сарина ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 107 с. : ил., табл., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576504> (дата обращения: 01.09.2020).
2. Физика твердого тела : учебное пособие / А.А. Корнилович, В.И. Ознобихин, И.И. Суханов, В.Н. Холявко. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012. – 71 с. – Режим доступа: по

подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228969> (дата обращения: 01.09.2020).

Список дополнительной литературы

1. Григорьев, Ю.М. Физика атома и атомных явлений : учебное пособие / Ю.М. Григорьев, И.С. Кычкин ; Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова. – Москва : Физматлит, 2015. – 367 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457657> (дата обращения: 01.09.2020).

3. Научно-квалификационная работа (диссертация) в форме научного доклада

3.1. Цель подготовки обучающимся научно-квалификационной работы (диссертации) в форме научного доклада

Научно-квалификационная работа (диссертация) является заключительным этапом проведения государственных итоговых испытаний и имеет своей целью систематизацию, обобщение и закрепление теоретических знаний, практических умений, общепрофессиональных и профессиональных компетенций выпускника.

Основное содержание результатов научно-квалификационной работы (диссертации) оформляется в форме научного доклада. Научный доклад должен отвечать следующим требованиям:

Объем научного доклада по результатам научно-квалификационной работы (диссертации) должен составлять 20-25 страниц печатного текста (шрифт Time New Roman, кегль 14, междустрочный интервал – одинарный).

Структура научного доклада:

- а) титульный лист;
- б) общая характеристика работы (актуальность, степень разработанности темы исследования, цель и задачи, объект, предмет, гипотеза, организация и этапы исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, положения, выносимые на защиту);
- в) основное содержание (основной текст научного доклада может быть разделен на главы или разделы);
- г) заключение (итоги научно-квалификационной работы, рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы);
- д) список работ, опубликованных автором по теме научно-квалификационной работы (диссертации).

3.2. Требования к результатам освоения компетенций

По результатам защиты научно-квалификационной работы (диссертации) в форме научного доклада проверяется степень освоения

выпускником следующих компетенций: УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ПК-1.