

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ИМ. Х.И. АМИРХАНОВА ДАГЕСТАНСКОГО НАУЧНОГО
ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ФГБУН ИФ ДНЦ РАН)

«УТВЕРЖДАЮ»

Врио директора института

 К.Ш. Хизриев

«02» февраля 2018г.

Протокол Ученого совета

№ 1 от «2» февраля 2018 г.

**ПРОГРАММА ИТОГОВОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ЭКЗАМЕНА**

Махачкала 2018

Программа Итогового государственного экзамена составлена на основании федеральных государственных образовательных стандартов к основной образовательной программе высшего образования подготовки научно - педагогических кадров по направлению 03.06.01 – Физика и астрономия, утвержденным приказом Минобрнауки РФ от 30.07.2014 г. № 867.

Разработчики программы:

руководитель лаборатории ВФ и ФФП Института физики ДНЦ РАН, чл.-корр.РАН, д.ф.- м.н. Муртазаев А.К.

врио директора Института физики ДНЦ РАН, к.ф. – м.н., Хизриев К.Ш.

Структура программы государственной итоговой аттестации.

- I. Пояснительная записка
- II. Компетентностная характеристика выпускника аспирантуры
- III. Содержание программы государственного экзамена.
- IV. Литература
- V. Критерии оценивания ответа аспиранта в ходе итогового государственного экзамена

I. Пояснительная записка

Государственная итоговая аттестация, завершающая освоение имеющих государственную аккредитацию основных образовательных программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, является итоговой аттестацией обучающихся в аспирантуре по программам подготовки научно-педагогических кадров.

Государственная итоговая аттестация проводится государственными экзаменационными комиссиями в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися основных образовательных программ подготовки научно-педагогических кадров соответствующим требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

К государственной итоговой аттестации допускаются обучающиеся, в полном объеме выполнившие учебный план или индивидуальный учебный план по соответствующим образовательным программам. В соответствии с ФГОС ВО (подготовка кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» в блок «Государственная итоговая аттестация» входит подготовка и сдача государственного экзамена и защита выпускной квалификационной работы, выполненной на основе результатов научно-исследовательской работы. Лицам, успешно прошедшим государственную итоговую аттестацию по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре выдается соответственно диплом об окончании аспирантуры.

II. Компетентностная характеристика выпускника аспирантуры по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, профиль подготовки – Физика конденсированного состояния.

Государственная итоговая аттестация призвана определить степень развития следующих компетенций выпускников аспирантуры:

Универсальные компетенции

- УК-1 «способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях»;
- УК-2 «способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки»;
- УК-3 «готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач»;
- УК-4 «готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках»;

- УК-5 «способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития».

Общепрофессиональные компетенции

- ОПК-1 «способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий»;
- ОПК-2 «готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования».

Профессиональные компетенции

- ПК-1 «способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач в физике конденсированного состояния»;
- ПК-2 «способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности»;
- ПК-3 «способность и готовность применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей»;
- ПК-4 «способность использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности».

III. Содержание программы итогового государственного экзамена по направлению 03.06.01 – Физика и астрономия, направленность (профиль) «Физика конденсированного состояния»

1. Силы связи в твердых телах

- 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. 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 CaTiO₃.
- 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.

2. Симметрия твердых тел

- 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.
- Элементы симметрии кристаллов: повороты, отражения, инверсия, инверсионные повороты, трансляции. Операции (преобразования) симметрии. Элементы теории групп, группы симметрии. Возможные порядки поворотных осей в кристалле. Пространственные и точечные группы (кристаллические классы). Классификация решеток Браве.

3. Дефекты в твердых телах

- 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.

4. Дифракция в кристаллах

- 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.

5. Колебания решетки

- 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.

6. Тепловые свойства твердых тел

- Теплоемкость твердых тел. Решеточная теплоемкость. Электронная теплоемкость. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости.
- Классическая теория теплоемкости. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы в классической физике. Границы справедливости классической теории.
- Квантовая теория теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю. Предельные случаи высоких и низких температур. Температура Дебая.

- Тепловое расширение твердых тел. Его физическое происхождение. Ангармонические колебания.
- Теплопроводность решеточная и электронная. Закон Видемана - Франца для электронной теплоемкости и теплопроводности.

7. Электронные свойства твердых тел

- Электронные свойства твердых тел: основные экспериментальные факты. Проводимость, эффект Холла, термоЭДС, фотопроводимость, оптическое поглощение. Трудности объяснения этих фактов на основе классической теории Друде.
- Основные приближения зонной теории. Граничные условия Борна - Кармана. Теорема Блоха. Блоховские функции. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна. Энергетические зоны.
- Брэгговское отражение электронов при движении по кристаллу. Полосатый спектр энергии.
- Приближение сильносвязанных электронов. Связь ширины разрешенной зоны с перекрытием волновых функций атомов. Закон дисперсии. Тензор обратных эффективных масс.
- Приближение почти свободных электронов. Брэгговские отражения электронов.
- Заполнение энергетических зон электронами. Поверхность Ферми. Плотность состояний. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Полуметаллы.

8. Магнитные свойства твердых тел

- Намагниченность и восприимчивость. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Законы Кюри и Кюри-Вейсса. Парамагнетизм и диамагнетизм электронов проводимости.
- Природа ферромагнетизма. Фазовый переход в ферромагнитное состояние. Роль обменного взаимодействия. Точка Кюри и восприимчивость ферромагнетика.
- Ферромагнитные домены. Причины появления доменов. Доменные границы (Блоха, Нееля).
- Антиферромагнетики. Магнитная структура. Точка Нееля. Восприимчивость антиферромагнетиков. Ферримагнетики. Магнитная структура ферримагнетиков.
- Спиновые волны, магноны.
- Движение магнитного момента в постоянном и переменном магнитных полях. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс.

9. Оптические и магнитооптические свойства твердых тел

- Комплексная диэлектрическая проницаемость и оптические постоянные. Коэффициенты поглощения и отражения. Соотношения Крамерса-Кронига.
- Поглощения света в полупроводниках (межзонное, примесное поглощение, поглощение свободными носителями, решеткой). Определение основных характеристик полупроводника из оптических исследований.
- Магнитооптические эффекты (эффекты Фарадея, Фохта и Керра).
- Проникновение высокочастотного поля в проводник. Нормальный и аномальный скин-эффекты. Толщина скин-слоя.

10. Сверхпроводимость

- Сверхпроводимость. Критическая температура. Высокотемпературные сверхпроводники. Эффект Мейснера. Критическое поле и критический ток.
- Сверхпроводники первого и второго рода. Их магнитные свойства. Вихри Абрикосова. Глубина проникновения магнитного поля в образец.
- Эффект Джозефсона.
- Куперовское спаривание. Длина когерентности. Энергетическая щель.

IV. Литература.

Основная литература

1. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. М.: Высш. шк., 2000.
2. Вонсовский С.В. Магнетизм. М.: Наука, 1971.
3. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. М.: Наука, 1990.
4. Шмидт В.В. Введение в физику сверхпроводимости. МЦ НМО, М., 2002.
5. Ч.Киттель. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 2007.
6. Дж. Займан Принципы теории твердого тела. М.: Мир, 2007.
7. Шаскольская М.П. Кристаллография. М., 2002

Дополнительная литература

1. Шалимова К.В. Физика полупроводников. М.: Энергоатомиздат, 2010.
2. П.С.Киреев. Физика полупроводников. М., 2005.
3. Кардона П. Ю. Введение в физику полупроводников. М.: Физматлит, 2002..
4. А. Гойял. Токонесущие ленты второго поколения. М.: ЛКИ, 2009, 431с.
5. Швейкин Г.П., Губанов В.А., Фотиев А.А. и др. Электронная структура и физико-химические свойства высокотемпературных сверхпроводников. М: Наука. 1990.

6. Гусев А.И., Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы. М.: Физматлит. 2000.
7. Гинзберг Д.М. Физические свойства высокотемпературных сверхпроводников. М.: Мир, 1990.
8. Хартманн У. Очарование нанотехнологии. М.: Бином. Лаборатория знаний. 2008.
9. Рыжонков, Д.И., Лёвина В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы. М.: Бином. Лаборатория знаний. 2008.
10. Рамвиди Н.Г. Нанотехнологии и молекулярные компьютеры. М.: Физматлит, 2007.
11. Рамвиди Н.Г., Березкин А.В. Физические и химические основы нанотехнологий. М.: Физматлит, 2008.

V. Критерии оценивания ответа аспиранта в ходе итогового государственного экзамена

Оценка	Критерии оценки
«отлично»	аспирант исчерпывающе, логически и аргументировано излагает материал вопроса, тесно связывает теорию физики конденсированного состояния с практикой; обосновывает собственную точку зрения при анализе конкретной проблемы исследования, грамотно использует методы научной коммуникации, свободно отвечает на поставленные дополнительные вопросы, делает обоснованные выводы
«хорошо»	аспирант демонстрирует знание базовых положений в области физики конденсированного состояния и организации исследовательской деятельности без использования дополнительного материала; проявляет логичность и доказательность изложения материала, но допускает отдельные неточности при использовании ключевых понятий и способов научной коммуникации; в ответах на дополнительные вопросы имеются незначительные ошибки
«удовлетворительно»	аспирант поверхностно раскрывает основные теоретические положения физики конденсированного состояния и организации исследовательской деятельности, у него отсутствует знание специальной терминологии по физике конденсированного состояния и теории научной коммуникации; в усвоении программного материала имеются существенные пробелы, излагаемый материал не системати-

	зирова; выводы недостаточно аргументированы, имеются смысловые и речевые ошибки
«неудовлетворительно»	аспирант допускает фактические ошибки и неточности в области физики конденсированного состояния и организации исследовательской деятельности, у него отсутствует знание специальной терминологии, нарушена логика и последовательность изложения материала; не отвечает на дополнительные вопросы по рассматриваемым темам, не может сформулировать собственную точку зрения по обсуждаемому вопросу