




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФГБОУ ВО «Ингушский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИнГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора ФГБОУ ВО «ИнГУ» по
научной работе
_____ М. А. Дзауров
(подпись, ФИО)
«28» октября 2022 г.



Программа
вступительных испытаний по дисциплине
«Физика полупроводников»
(для поступающих по направлению магистратуры 03.04.02- Физика:
«Физика полупроводников»)

г. Магас, 2022 г.

	Должность	Фамилия, имя, отчество	Подпись	Дата
Разработал	Зам. председателя предметной экзаменационной комиссии, к.ф-м. н., и.о.зав.кафедрой физики	Нальгиева М.А.		28.10.2022
Согласовал	Председатель предметной экзаменационной комиссии, к.ф-м.н., и.о.декана ФМФ	Гайтукиева З.Х.		28.10.2022

Введение

Вступительные испытания по специальности 03.04.02 «Физика полупроводников» являются проверкой готовности будущих магистров к проведению исследований технологии, электрофизических свойств полупроводников, гетероструктур и приборов на их основе.

Цель вступительных испытаний заключается в определении уровня профессиональной компетентности и готовности будущего магистра к научноисследовательской деятельности в области твердотельной полупроводниковой электроники и оптоэлектроники.

Программа вступительных испытаний предполагает детальное осознание будущим магистрам подходов в современном физическом описании и экспериментальном исследовании разнообразия полезных свойств полупроводниковых материалов и гетероструктур на их основе и формирование собственного исследовательского подхода.

Перечень тем

1. Уравнение Шредингера для электрона в кристалле. Адиабатическое, валентное и одноэлектронное приближение.
2. Свойства волновой функции электрона в кристалле. Теорема Блоха.
3. Свойства волнового вектора электрона в кристалле. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна.
4. Энергетический спектр электрона в кристалле и основные методы его расчета.
5. Эффективная масса электрона в кристалле. Электроны и дырки как квазичастицы в кристаллах.
6. Стандартные и нестандартные структуры энергетических зон в полупроводниках. Эффективная масса плотности состояний.
7. Примесные состояния электронов в кристалле. Водородоподобная модель. Простые и сложные (многовалентные) доноры и акцепторы.
8. Экситоны в кристалле.
9. Функция распределения и функция плотности состояний для электрона в кристалле. собственный полупроводник.
10. Температурная зависимость уровня Ферми и концентрации носителей заряда в собственном полупроводнике.
11. Температурная зависимость уровня Ферми и концентрации носителей в некомпенсированном полупроводнике.
12. Температурная зависимость уровня Ферми и концентрации носителей заряда в компенсированном полупроводнике.
13. Вырождение электронного газа в полупроводниках.
14. Механизмы рассеяния носителей заряда в полупроводниках.

15. Эффект Холла. Температурная зависимость постоянной Холла.
16. Холловская и дрейфовая подвижность носителей в полупроводниках. Температурная зависимость подвижности при рассеянии на акустических колебаниях решетки и ионах примеси.
17. Зависимость подвижности носителей заряда в полупроводниках от напряженности электрического поля в "сильных" электрических полях.
18. Изменение концентрации носителей заряда в полупроводниках в сильных электрических полях (эффект Пула-Френкеля).
19. Кинетическое уравнение Больцмана. Интеграл столкновений. Время релаксации.
20. Энергетическая диаграмма поверхности полупроводника. Работа выхода. Влияние поверхностных состояний на свойства приповерхностной области.
21. Поверхностная проводимость и эффект поля.
22. Перенос неравновесных носителей заряда в полупроводнике.
23. Диффузионные и дрейфовые токи. Соотношение Эйнштейна.
24. Собственное, примесное поглощение и поглощение свободными носителями заряда электромагнитного излучения. Прямые и не прямые переходы в полупроводниках.
25. Явление фотопроводимости. Основные параметры. Спектральная зависимость и люкс-амперная характеристика.
26. Влияние уровней прилипания на кинетику фотопроводимости.
27. Излучательная межзонная рекомбинация в полупроводнике. Зависимость времени жизни носителей заряда от уровня легирования и температуры.
28. Рекомбинация носителей через ловушки. Зависимость времени жизни носителей от уровня Ферми и температуры.
29. Безызлучательная межзонная рекомбинация. Зависимость времени жизни носителей заряда от уровня Ферми, и температуры.
30. P-n-переход. Энергетическая диаграмма, вольтамперная характеристика.
31. Явление фото-эдс на p-n- переходе. Зависимость фототока и фото-эдс от интенсивности освещения.
32. Контакт металл-полупроводник. Диодная и диффузионная модели выпрямления. Распределение потенциала. Барьерная емкость контакта.
33. Термоэлектрические явления (общая характеристика). Связь явлений друг с другом. Температурная зависимость дифференциальной термо-эдс в полупроводнике.
34. Упругие и релаксационные (тепловые) механизмы поляризации диэлектриков. Частотная зависимость поляризации диэлектриков.

35. Диэлектрические потери. Тангенс угла диэлектрических потерь.
36. Нелинейные диэлектрики. Пьезо- и сегнето- электрики.
37. Ионная проводимость диэлектриков, ее основные особенности.
38. Основные виды электрического пробоя в диэлектриках, их характеристики.
39. Основные представления о кристаллических структурах с пониженной размерностью. Квантовые ямы, проволоки, точки и сверхрешетки.
40. Электронные и дырочные уровни в изолированной квантовой яме на примере структуры GaAs/AlGaAs. Оптические переходы и правила отбора. Двумерные энергетические зоны и плотность состояний.
41. Экситонные состояния в квантовых ямах. Тяжелые и легкие экситоны в структуре GaAs/AlGaAs.
42. Селективное легирование и двумерный электронный газ в полупроводниковых гетероструктурах.
43. Эффект Холла в полупроводниковых гетероструктурах с двумерным электронным газом.
44. Стимулированное излучение. Твердотельные лазеры. Полупроводниковые лазеры.

Список литературы

1. Шалимова К.В. Физика полупроводников. – М.Ж Энергия, 1976.-416 с.
2. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твёрдого тела.- М.: Высшая школа, 1985.-384 с.
3. Киреев П.С. Физика полупроводников. - М.: Высшая школа, 1975.-584 с.
4. В. Л. Бонч-Бруевич, С. Г. Калашников. Физика полупроводников, М.: Наука, 1990.-668 с.
5. Зи С. Физика полупроводниковых приборов. М.: Мирб 1984.-Т. 1.-456 с.
6. Питер Ю, Мануэль Кардона . Основы физики полупроводников. М.: Физматлит, 2002. -560 с.
7. Молекулярно-лучевая эпитаксия и гетероструктуры. Под ред. Л. Ченг и К. Плог, М.: Ми, 1989.
8. John H. Davies. The physics of low-dimensional semiconductors. An introduction. Cambridge university press, United Kingdom, 1999.
9. G. Bastard, "Wave mechanics applied to semiconductor heterostructures". Les editions de physique, Les Ulis Cedex, France, 1989.
10. Зеегер К. Физика полупроводников.-М.: Мир, 1977.-616 с.
11. Фистуль В.И. Введение в физику полупроводников. М.: Высшая школа, 1984.-352 с.