

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Минзарипов Р.Г.

_____ 20__ г.

Программа дисциплины

Статистические методы исследования неупорядоченных конденсированных сред ЕН.Р.1

Специальность: 050203.65 - Физика

Специализация: не предусмотрено

Квалификация выпускника: учитель физики и информатики

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Хуснутдинов Р.М.

Рецензент(ы):

Мокшин А.В. , Сафаров Р.Х.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой:

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No

Казань
2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Хуснутдинов Р.М. кафедра вычислительной физики и моделирования физических процессов научно-педагогическое отделение , Ramil.Khusnutdinov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Курс призван создать глубокое представление на основе знания дисциплин теоретической физики основы электронной теории вещества, значительно расширить и дополнить знания соответствующих разделов, изучаемых в курсах общей и теоретической физики, алгебры и геометрии, осветить современные достижения соответствующих областей физики и применения их на практике. "Статистические методы исследования неупорядоченных конденсированных сред" призван ознакомить студентов с основами теории твердого тела - зонной теорией твердых тел, динамикой кристаллической решетки, теорией проводимости, магнитными свойствами твердых тел, полупроводниками, сверхтекучестью и сверхпроводимостью, а также с теорией ОКГ и плазменным состоянием вещества. Курс призван создать глубокое представление на основе знания методов теоретической физики свойств твердого тела, значительно расширить и дополнить знания соответствующих разделов, изучаемых в курсе общей физики, осветить современные достижения соответствующих областей физики и применение их на практике.

Задачей курса является овладение программным материалом, умения решать задачи по соответствующим разделам, умение воспроизводить теоретический материал, умение давать качественное описание теоретических результатов, умение пользоваться теоретическим материалом.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " ЕН.Р.1 Общие математические и естественно-научные дисциплины" основной образовательной программы 050203.65 Физика и относится к национально-региональному (вузовскому) компоненту. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Данная дисциплина относится к циклу дисциплин "Теоретическая физика" всех профилей подготовки по направлению подготовки 050203.65 - Физика с дополнительной специальностью "информатика" (Блок ЕН.Р.1).

Дисциплина "Статистические методы исследования неупорядоченных конденсированных сред" позволяет расширить базовые представления студентов, полученные в рамках изучения следующих учебных дисциплин: дифференциальное и интегральное исчисление, дифференциальные уравнения, уравнения и методы математической физики, а также дисциплин общей и экспериментальной физики, основ теоретической физики. Дисциплина направлена на интенсификацию междисциплинарных связей различных естественных наук. Дисциплина "Статистические методы исследования неупорядоченных конденсированных сред" относится к циклу математических и естественнонаучных дисциплин, обеспечивает логическую взаимосвязь между ними и профильными дисциплинами и имеет своей целью формирование научной основы для осознанного и целенаправленного использования свойств твердых тел, в первую очередь - полупроводников, при создании элементов, приборов и устройств микроэлектроники. Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина "Статистические методы исследования неупорядоченных конденсированных сред", являются "Вышая математика", "Методы математической физики", "Классическая механика и СТО", "Электродинамика". Дисциплина "Статистические методы исследования неупорядоченных конденсированных сред" необходима для освоения дисциплин естественнонаучного и профессионального циклов, для учебных и производственных практик.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- основные типы конденсированных сред, симметричную классификацию кристаллических решеток, основные типы структурных дефектов, элементы теории упругости; - основные приближения зонной теории, свойства блоховского электрона и особенности энергетического спектра электрона в кристалле, понятие эффективной массы, классификацию твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории;
- особенности классического и квантово-механического описания электронного газа, основные термодинамические и кинетические характеристики и электромагнитные свойства электронного газа в полупроводниках и металлах;
- особенности зонной структуры основных полупроводников, параметры зонной структуры, определяющие возможность и эффективность использования данного полупроводника для конкретных практических приложений;
- типы и роль примесей в полупроводниках, методы описания мелких и глубоких примесных состояний, методы расчета положения уровня Ферми в полупроводнике, - особенности температурной зависимости концентрации носителей заряда, основные эффекты, проявляющиеся при высоком уровне легирования;
- типы и механизмы рекомбинации носителей заряда в полупроводниках, понятие квазиуровня Ферми, основные параметры генерационно-рекомбинационных процессов;
- природу и свойства поверхностных состояний, основные характеристики области пространственного заряда, эффект поля в полупроводниках, понятия работы выхода, контактной разности потенциалов, зонные диаграммы и вольтамперные характеристики контакта металл-полупроводник и p - n-перехода;
- методы описания динамики решетки, включая квантово-механический на языке фононов, основные типы колебаний решетки и их физические проявления;
- методы описания и механизмы взаимодействия электрического и электромагнитного поля с решеткой;
- физическую природу магнетизма, основные типы магнетиков;
- свойства и основные типы сверхпроводников, макро- и микроскопические модели сверхпроводимости;
- основные характеристики и свойства неупорядоченных и аморфных твердых тел и жидких кристаллов;
- основные экспериментальные методы изучения зонной структуры и определения концентрации, времени жизни и подвижности носителей заряда в полупроводниках; - - основные экспериментальные методы изучения структуры, электрических и магнитных свойств твердых тел.

2. должен уметь:

- объяснять сущность физических явлений и процессов в твердых телах, производить анализ и делать количественные оценки параметров физических процессов;
- определить структуру простейших решеток по данным рентгеноструктурного анализа;
- выполнить расчет колебаний атомной цепочки;
- произвести расчеты кинетических характеристик твердых тел в приближении свободного электронного газа;
- рассчитать термодинамические и кинетические характеристики квантового электронного газа;
- экспериментально определить электропроводность и концентрацию носителей заряда в твердом теле, ширину запрещенной зоны, концентрацию, подвижность, время жизни, коэффициент диффузии носителей заряда в полупроводнике.

3. должен владеть:

Математическими знаниями и умело их использовать при выполнении курсовых, дипломных работ и в дальнейшей своей профессиональной деятельности. Понимать проблему взаимосвязи эмпирического и теоретического знания в физике.

решать задачи по физике конденсированного состояния вещества.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 115 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Установочная лекция. Введение. Типы конденсированных сред, симметрия и структура кристаллов.	7	1	0	0	0	
2.	Тема 2. Основы зонной теории.	7	2,3	0	0	0	
3.	Тема 3. Свободный электронный газ в полупроводниках и металлах.	7	4,5	0	0	0	
4.	Тема 4. Примеси и примесные состояния в полупроводниках. Статистика равновесных носителей заряда.	7	6,7	0	0	0	
5.	Тема 5. Неравновесные носители заряда: генерация, рекомбинация, диффузия и дрейф.	7	8	0	0	0	
6.	Тема 6. Поверхность и контактные явления.	7	9	0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Сильнолегированные полупроводники и некристаллические твердые тела.	7	10	0	0	0	
8.	Тема 8. Динамика решетки, фононы.	7	11-13	0	0	0	
9.	Тема 9. Диэлектрики.	7	14	0	0	0	
10.	Тема 10. Магнетики.	7	15	0	0	0	
11.	Тема 11. Сверхпроводники.	7	16,17	0	0	0	
12.	Тема 12. Экзамен.	7	18	0	0	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	экзамен
	Итого			0	0	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Установочная лекция. Введение. Типы конденсированных сред, симметрия и структура кристаллов.

Тема 2. Основы зонной теории.

Тема 3. Свободный электронный газ в полупроводниках и металлах.

Тема 4. Примеси и примесные состояния в полупроводниках. Статистика равновесных носителей заряда.

Тема 5. Неравновесные носители заряда: генерация, рекомбинация, диффузия и дрейф.

Тема 6. Поверхность и контактные явления.

Тема 7. Сильнолегированные полупроводники и некристаллические твердые тела.

Тема 8. Динамика решетки, фононы.

Тема 9. Диэлектрики.

Тема 10. Магнетики.

Тема 11. Сверхпроводники.

Тема 12. Экзамен.

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Проведение лекций в виде компьютерных презентаций и обсуждение материала по теме. Письменный опрос студентов с решением задач по математической статистике. Проведение контрольных работ и выполнение заданий по курсу. Лекционные и практические занятия построены с применением компьютерной презентации, решения задач с привлечением данных реальных экспериментов. В часы практических занятий проводятся контрольные работы и опросы, что дает возможность оценить усваиваемость материала студентами и при необходимости подробно остановиться на проблемных вопросах.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Установочная лекция. Введение. Типы конденсированных сред, симметрия и структура кристаллов.

Тема 2. Основы зонной теории.

Тема 3. Свободный электронный газ в полупроводниках и металлах.

Тема 4. Примеси и примесные состояния в полупроводниках. Статистика равновесных носителей заряда.

Тема 5. Неравновесные носители заряда: генерация, рекомбинация, диффузия и дрейф.

Тема 6. Поверхность и контактные явления.

Тема 7. Сильнолегированные полупроводники и некристаллические твердые тела.

Тема 8. Динамика решетки, фононы.

Тема 9. Диэлектрики.

Тема 10. Магнетики.

Тема 11. Сверхпроводники.

Тема 12. Экзамен.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

По текущему контролю успеваемости:

тематика контрольных работ:

- Типы конденсированных сред, симметрия и структура кристаллов
- Основы зонной теории
- Свободный электронный газ в полупроводниках и металлах
- Динамика решетки, фононы
- Диэлектрики, Магнетики, Сверхпроводники

вопросы к экзамену:

1. Межмолекулярные и межатомные взаимодействия в конденсированных средах. Типы связей. Упорядоченные и неупорядоченные состояния.
2. Тепловое движение. Адиабатическое приближение.
3. Трансляционная симметрия кристалла. Дефекты решетки.
4. Обратная решетка. Свойства обратной решетки.
5. Дифракция на идеальной решетке. Зоны Бриллюэна.
6. Одноатомная линейная цепочка. Закон дисперсии.
7. Метод квазичастиц. Фононы.
8. Двухатомная линейная цепочка. Закон дисперсии.
9. Колебания атомов трехмерной решетки.
10. Теплоемкость кристаллической решетки: классическая теория, модель Эйнштейна.
11. Теплоемкость кристаллической решетки: модель Дебая.
12. Роль ангармонизма: тепловое расширение твердых тел.
13. Роль ангармонизма: теплопроводность кристаллической решетки.
14. Теорема Блоха.
15. Приведение к зоне Бриллюэна (подсчет состояний).
16. Квазиимпульс электрона.
17. Зонный энергетический спектр электронов в кристалле (общая теория).

18. Почти свободные электроны (зонная теория).
19. Приближение сильной связи (зонная теория).
20. Метод эффективной массы.
21. Типы кристаллических твердых тел: металлы, диэлектрики, полупроводники (донорные и акцепторные).
22. Поверхность Ферми. Электроны в металлах.
23. Парамагнитные свойства электронного газа.
24. Диамагнитные свойства электронного газа.
25. Электроны и дырки в невырожденных полупроводниках. Закон действующих масс.
26. Температурная зависимость концентрации носителей в примесных полупроводниках.
27. p-n переход.
28. Электропроводность однородных полупроводников. Подвижность носителей заряда.
29. Эффект Холла.
30. Кинетические коэффициенты. Термоэлектрические явления в полупроводниках и металлах.
31. Сверхпроводимость. Эффект Мейсснера. Сверхпроводники 1-го и 2-го рода. Элементы термосверхпроводимости.
32. Элементы микроскопической теории сверхпроводимости. Высокотемпературная сверхпроводимость.
33. Квантование магнитного потока. Эффект Джозефсона.
34. Ферромагнетизм. Молекулярное поле Вейсса. Опыт Дорфмана.
35. Обменная природа ферромагнетизма.
36. Плазменное состояние вещества. Дебаевский радиус. Ленгмюровские колебания.
37. Плазма в магнитных полях.
38. Пинч-эффект. Электрическое поле высокой частоты в плазме.

Виды самостоятельной работы студентов:

- 1) выполнение практических заданий по разделам курса;
- 2) выполнение контрольных работ;
- 3) подготовка к экзамену.

7.1. Основная литература:

1. Ансельм А.И. "Основы статистической физики и термодинамики". М., 1973.
2. Арцимович Л.А. "Управляемые термоядерные реакции". М., 1963.
3. Арцимович Л.А. "Что каждый человек должен знать о плазме". М., 1976.
4. Жирифалько Л. "Проблемы современной физики конденсированного состояния". М., 1975.
5. Займан Дж. "Принципы теории твердого тела". М., 1974.
6. Иоффе А.Ф. "Физика полупроводников". М., 1962.
7. Киттель Ч. "Введение в физику твердого тела". М., 1974.
8. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. "Статистическая физика". М., 1964.
9. Лендъел Б. "Лазеры". М., 1964.
10. Спитцер Л. "Физика полностью ионизированного газа". М., 1965.
11. Шалимова К.В. "Физика полупроводников". М., 1971.

7.2. Дополнительная литература:

1. Свирский М.С. "Электронная теория вещества". М., 1980.
2. Епифанов Г.И. "Проблемы современной физики конденсированного состояния". М., 1977.
3. Коланов М.И., Цукерник В.М. "Природа магнетизма". Библ. "Квант", вып. 26, М., 1983.

4. Арцимович Л.А. "Элементарная физика плазмы". М., 1963.
5. Кресин В.З. "Сверхпроводимость и сверхтекучесть". М., 1963.
6. Эдельман В.С. "Вблизи абсолютного нуля" Библ. "Квант", вып. 16, М., 1982.
7. Околотин В. "Сверхзадача для сверхпроводников". М., 1983.
8. Милантьев В.П., Темко С.В. "Физика плазмы". Кн. Для внеклассного чтения. М., 1983.
9. Ораевский В.Н. "Плазма на земле и в космосе". Киев, 1980.
10. Каганов М.И. "Природа сопротивления металлов". М., 1982.

7.3. Интернет-ресурсы:

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Освоение дисциплины "Статистические методы исследования неупорядоченных конденсированных сред" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 050203.65 "Физика" и специализации не предусмотрено .

Автор(ы):

Хуснутдинов Р.М. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Мокшин А.В. _____

Сафаров Р.Х. _____

"__" _____ 201__ г.