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

Коллективные возбуждения в твердых телах Б1.Б.3.2

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика
Профиль подготовки: Физика конденсированного состояния
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Автор(ы):
Деминов Р.Г. , Кочелаев Б.И.
Рецензент(ы):
Прошин Ю.Н.

СОГЛАСОВАНО:
Заведующий(ая) кафедрой: Прошин Ю. Н.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 201__г
Учебно-методическая комиссия Института физики:
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__г

Регистрационный No

Казань
2015

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) Деминов Р.Г. Кафедра теоретической физики Отделение физики , Raphael.Deminov@kpfu.ru ; профессор, д.н. (профессор) Кочелаев Б.И. Кафедра теоретической физики Отделение физики , Boris.Kochelaev@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины " Теория коллективных возбуждений в конденсированных средах " является изучение концепции и методов описания коллективных возбуждений сильно взаимодействующих частиц в конденсированных средах и их применения для описания явлений сверхтекучести, сверхпроводимости и магнетизма.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.Б.3 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.04.02 Физика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

Дисциплина (М.2.Р.1) входит в вариативную (региональную) часть профессионального цикла (М.2). Для освоения дисциплины необходимы знания дисциплин: квантовая теория, статистическая физика, квантовая теория твердого тела. Освоение дисциплины необходимо для изучения дисциплин, связанных с физикой конденсированного состояния и для успешной профессиональной деятельности.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки
ОПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта
ПК-8 (профессиональные компетенции)	способностью методически грамотно строить планы лекционных и практических занятий по разделам учебных дисциплин и публично излагать теоретические и практические разделы учебных дисциплин в соответствии с утвержденными учебно-методическими пособиями

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

способы квантового описания систем многих частиц

2. должен уметь:

применять концепцию элементарных возбуждений для описания основных характеристик явлений сверхтекучести, сверхпроводимости и магнетизма

3. должен владеть:

навыками приближенного решения задачи об энергетическом спектре элементарных возбуждений

к дальнейшему обучению

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет во 2 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. Вторичное квантование	2	1	2	2	0	домашнее задание
2.	Тема 2. Сверхтекучесть жидкого гелия	2	2-3	2	2	0	контрольная работа
3.	Тема 3. Магнетизм диэлектриков	2	4-5	4	4	0	домашнее задание контрольная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Сверхпроводимость металлов	2	6-8	4	4	0	домашнее задание
.	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	зачет
	Итого			12	12	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Вторичное квантование

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Тождественность частиц. Вектор состояния в обычном представлении. Операторы рождения и уничтожения частиц. Бозоны и фермионы. Одночастичные и двухчастичные векторы состояния. Одночастичпые и двухчастичные операторы в представлении вторичного квантования

практическое занятие (2 часа(ов)):

Тождественность частиц. Вектор состояния в обычном представлении. Операторы рождения и уничтожения частиц. Бозоны и фермионы. Одночастичные и двухчастичные векторы состояния. Одночастичпые и двухчастичные операторы в представлении вторичного квантования

Тема 2. Сверхтекучесть жидкого гелия

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Понятие элементарного возбуждения в квантовой жидкости. Критерий сверхтекучести Ландау. Эффективный гамильтониан Боголюбова для бозонов с взаимодействиями отталкивания. Спектр элементарных возбуждений. Явление сверхтекучести.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Понятие элементарного возбуждения в квантовой жидкости. Критерий сверхтекучести Ландау. Эффективный гамильтониан Боголюбова для бозонов с взаимодействиями отталкивания. Спектр элементарных возбуждений. Явление сверхтекучести.

Тема 3. Магнетизм диэлектриков

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Обменные взаимодействия атомов и спиновые корреляции в парамагнитной фазе. Спиновые волны в ферромагнетике и антиферромагнетике. Спектры элементарных возбуждений. Зависимость намагниченности от температуры.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Обменные взаимодействия атомов и спиновые корреляции в парамагнитной фазе. Спиновые волны в ферромагнетике и антиферромагнетике. Спектры элементарных возбуждений. Зависимость намагниченности от температуры.

Тема 4. Сверхпроводимость металлов

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Элементарные возбуждения в нормальном металле. Взаимодействие электронов через поле фононов. Пара Купера. Эффективный Гамильтониан Бардина-Купера-Шриффера. Элементарные возбуждения, метод Боголюбова. Энергетический спектр элементарных возбуждений и сверхпроводимость. Ядерная спиновая релаксация в сверхпроводнике.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Элементарные возбуждения в нормальном металле. Взаимодействие электронов через поле фононов. Пара Купера. Эффективный Гамильтониан Бардина-Купера-Шриффера. Элементарные возбуждения, метод Боголюбова. Энергетический спектр элементарных возбуждений и сверхпроводимость. Ядерная спиновая релаксация в сверхпроводнике.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Вторичное квантование	2	1	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
2.	Тема 2. Сверхтекучесть жидкого гелия	2	2-3	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
3.	Тема 3. Магнетизм диэлектриков	2	4-5	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
4.	Тема 4. Сверхпроводимость металлов	2	6-8	подготовка домашнего задания	18	домашнее задание
	Итого				48	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Используются следующие формы учебной работы: лекции, практические занятия в группах, самостоятельная работа студента (выполнение домашних заданий), консультации.

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

Тема 1. Вторичное квантование

домашнее задание , примерные вопросы:

Тождественность частиц. Вектор состояния в обычном представлении. Операторы рождения и уничтожения частиц. Бозоны и фермионы. Одночастичные и двухчастичные векторы состояния. Одночастичные и двухчастичные операторы в представлении вторичного квантования

Тема 2. Сверхтекучесть жидкого гелия

домашнее задание, примерные вопросы:

Понятие элементарного возбуждения в квантовой жидкости. Критерий сверхтекучести Ландау. Эффективный гамильтониан Боголюбова для бозонов с взаимодействиями отталкивания. Спектр элементарных возбуждений. Явление сверхтекучести.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Чему равен вектор состояния для бозонов bk|0> , фермионов? 2. Найти нормировку вектора состояния бозонов (b+)n |0> 3. Найти коммутаторы для фермионов [ck, Σ cm+cm] и [ck+, Σ cm+cm]. 4. Найти коммутаторы для бозонов [bk, Σ bm+bm] и [bk+, Σ bm+bm]. 5. Найти коммутатор для фермионов [ck+cl , cm+cn].

Тема 3. Магнетизм диэлектриков

домашнее задание , примерные вопросы:

Обменные взаимодействия атомов и спиновые корреляции в парамагнитной фазе. Спиновые волны в ферромагнетике и антиферромагнетике. Спектры элементарных возбуждений. Зависимость намагниченности от температуры.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Найти коэффициенты канонического преобразования βk=ukbk+vkb-k+ для бозонов. 2. Найти коэффициенты канонического преобразования αk=ukck+vkc-k+ для фермионов. 3. Свести гамильтониан взаимодействующих бозонов к квадратичной форме на основе идеи Боголюбова. 4. Диагонализовать квадратичную форму бозонных операторов. 5. Диагонализовать квадратичную форму фермионных операторов.

Тема 4. Сверхпроводимость металлов

домашнее задание , примерные вопросы:

Элементарные возбуждения в нормальном металле. Взаимодействие электронов через поле фононов. Пара Купера. Эффективный Гамильтониан Бардина-Купера-Шриффера. Элементарные возбуждения, метод Боголюбова. Энергетический спектр элементарных возбуждений и сверхпроводимость. Ядерная спиновая релаксация в сверхпроводнике.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Итоговый контроль в форме зачета.

Вопросы к зачету.

1. Тождественность частиц. Двухчастичная волновая функция в представлении Шредингера.
2. Одночастичный вектор состояния в представлении вторичного квантования.
3. Двухчастичный вектор состояния бозонов.
4. Двухчастичный вектор состояния фермионов.
5. Одночастичный оператор в представлении вторичного квантования
6. Двухчастичный оператор в представлении вторичного квантования
7. Эффективный гамильтониан Боголюбова для бозонов с короткодействующими взаимодействиями отталкивания.
8. Найти спектр элементарных возбуждений взаимодействющих бозонов методом Боголюбова.
9. Теория сверхтекучести Ландау.
10. Пара Купера.
11. Приближенный гамильтониан БКШ. Обоснование приближения.
12. Спектр элементарных возбуждений сверхпроводника.
13. Уравнение для энергетической щели и критической температуры сверхпроводника.
14. Найти энергетическую щель в спектре сверхпроводника.
15. Скорость ядерной спиновой релаксации в нормальном металле.
16. Скорость ядерной спиновой релаксации в сверхпроводнике.
17. Эффективный гамильтониан ферромагнетика на основе представления Холстейна-Примакова.
18. Энергетический спектр спиновых волн ферромагнетика.
19. Температурная зависимость намагниченности ферромагнетика
20. Эффективный гамильтониан антиферромагнетика на основе представления Холстейна-Примакова.
21. Энергетический спектр спиновых волн антиферромагнетика.

7.1. Основная литература:

1. Петров, Ю.В. Основы физики конденсированного состояния: [учебное пособие] / Ю. В. Петров.? Долгопрудный: Интеллект, 2013.?213 с. - 36 экз.

2. Байков Ю.А. Физика конденсированного состояния. М. Бином. Лаборатория знаний. - 2011. - 293 с. http://e.lanbook.com/view/book/4372

3. Еремин, М.В. Микроскопические модели в конденсированных средах [Электронный ресурс] // Учебное пособие. - Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2011. - 113с.

Режим доступа http://kpfu.ru/docs/F1043614157/Eremin_Posobie_2011.doc

7.2. Дополнительная литература:

1. Хусаинов, М.Г. Квантовая физика конденсированного состояния: учебное пособие / М. Г. Хусаинов, Е. Л. Парфенова, Л. А. Терентьева; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Казан. нац. исслед. техн. ун-т им. А Н. Туполева-КАИ".? Казань: [Изд-во Казанского государственного технического университета], 2013.-117 с.

2. Абрикосов А.А. Основы теории металлов М. Физматлит. - 2010. - 600 с. http://e.lanbook.com/view/book/2093/

7.3. Интернет-ресурсы:

методические материалы кафедры ТФ - http://www.kpfu.ru/main_page?p_sub=8205

Новая электронная библиотека - http://www.newlibrary.ru

Образовательный проект А.Н. Варгина - http://www.ph4s.ru/index.html

сайт кафедры теоретической физики - http://www.kpfu.ru/main_page?p_sub=5721

ЭБС КнигаФонд - http://www.knigafund.ru

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Коллективные возбуждения в твердых телах" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB,audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.04.02 "Физика" и магистерской программе Физика конденсированного состояния .

Автор(ы):
Деминов Р.Г. _____
Кочелаев Б.И. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Прошин Ю.Н. _____
"__" _____ 201 __ г.