

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. Таюрский Д.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Физика конденсированного состояния Б1.В.ДВ.4

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Физика магнитных явлений

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Еремин М.В.

Рецензент(ы):

Тагиров М.С.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Тагиров М. С.

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

Учебно-методическая комиссия Института физики:

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

Регистрационный No

Казань
2016

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) профессор, д.н. (профессор) Еремин М.В. Кафедра квантовой электроники и радиоспектроскопии Отделение радиофизики и информационных систем , Mikhail.Eremin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) - Физика конденсированного состояния являются изучение с единой точки зрения современных представлений о природе квазичастиц в конденсированных средах, получение навыков работы с современными теоретическими методами описания свойств как хорошо известных квазичастиц, так и новых типов квазичастиц. Изложения построено таким образом, что не требуется знаний специальных разделов теоретической физики.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.4 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.04.03 Радиофизика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Дисциплина "Физика конденсированного состояния" входит в блок профессионального цикла подготовки магистров по направлению 011800.68 - "Радиофизика" и является необходимой для изучения в рамках магистерской программы "Физика магнитных явлений"

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-7 (общекультурные компетенции)	способностью адаптироваться к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способность использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук
ОК-5 (общекультурные компетенции)	способность порождать новые идеи (креативность)
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность применять на практике базовые профессиональные навыки
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач (в соответствии с профилем подготовки)

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:
суть существующих теоретических моделей квазичастиц
2. должен уметь:

интерпретировать физические процессы и явления конденсированной материи

3. должен владеть:

методами определения основных параметров квазичастиц

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать суть существующих теоретических моделей квазичастиц

Уметь интерпретировать физические процессы и явления конденсированной материи

Владеть методами определения основных параметров квазичастиц

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 3 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. Введение.	3	1	2	0	0	письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Свойства молекул и взаимодействия между частицами. Фононы.	3	2-3	4	4	0	устный опрос
3.	Тема 3. Элементарные возбуждения в электронной ферми-жидкости. Квазичастицы в сверхпроводниках.	3	4-6	6	6	0	письменное домашнее задание

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. Тяжелые фермионы. Элементарные возбуждения в полупроводниках.	3	7-9	6	6	0	реферат
5.	Тема 5. Плазмоны, холоны, спионы, магноны.	3	10-11	4	6	0	письменное домашнее задание реферат
6.	Тема 6. Бозе-Энштейновская конденсация. Метод получения БЭК и ее основные физические свойства.	3	12-13	4	4	0	презентация
7.	Тема 7. Композитные квазичастицы.	3	14	2	2	0	контрольная работа письменное домашнее задание
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	экзамен
	Итого			28	28	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Элементарные частицы в квантовой механике.

Тема 2. Свойства молекул и взаимодействия между частицами. Фононы.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Дипольные моменты молекул. Магнитные свойства молекул. Нековалентные взаимодействия. Жидкости. Твердые тела.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Трехмерные кристаллические решетки Браве.

Тема 3. Элементарные возбуждения в электронной ферми-жидкости. Квазичастицы в сверхпроводниках.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Основное состояние ферми-жидкости. Квазичастицы на дырочной поверхности Ферми. Время жизни квазичастиц. Электрон в поле периодического потенциала кристаллической решетки. Квазиимпульс фермиевского электрона.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Зоны Бриллюэна. Построение изоэнергетических поверхностей. Динамика квазичастиц в кристаллической решетке. Эффективная масса фермиевских электронов. Электропроводность. Электронная теплоемкость и теплопроводность. Фермиевские электроны в постоянном магнитном поле. Энергетический спектр квазичастиц в квантующем магнитном поле. Куперовские пары. Теория БКШ. Элементарные возбуждения и свойства сверхпроводников. Андреевское отражение.

Тема 4. Тяжелые фермионы. Элементарные возбуждения в полупроводниках.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Эффект Кондо. Резонанс Абрикосова-Сула. Электроны и дырки. Экситоны. Статистика экситонов и дырок.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Экситоны Френкеля и Ванье-Мотта. Экситоны в двухмерных и одномерных системах. Экзотические экситоны. Экситоны в магнитных полях. Биэкситоны. Конденсация экситонов в электрон-дырочную жидкость. Многочастичные экситон-примесные комплексы.

Тема 5. Плазмоны, холоны, спиноны, магноны.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Поляроны в металлах и полупроводниках. Плазмоны в металлах. Взаимодействие плазмонов с решеткой. Спиноны и холоны. Возможность существования в двухмерной системе. Магноны.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Семионы и анионы, дробная статистика. Флуктуоны. Автолокализованные состояния носителей тока в магнитных полупроводниках. Фазоны. Вакансионны. Солитоны. Флуксоны.

Тема 6. Бозе-Энштейновская конденсация. Метод получения БЭК и ее основные физические свойства.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Бозе-Энштейновская конденсация (БЭК). Атомный БЭК. Магноный БЭК.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Спиновые волны. Ферромагноны. Магноны в антиферромагнетиках. Методы наблюдения БЭК в твердых телах.

Тема 7. Композитные квазичастицы.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Гибридные квазичастицы. Поляритоны. Экситон-поляритоны. Усилитель поляритонов. Композитные фермионы и композитные бозоны.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Вортексоны. Сегнетомагноны. Магنون-фононы. Гелико-фононы. Экситон-поляроны.

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. Введение.	3	1	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
2.	Тема 2. Свойства молекул и взаимодействия между частицами. Фононы.	3	2-3	подготовка к устному опросу	10	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Элементарные возбуждения в электронной ферми-жидкости. Квазичастицы в сверхпроводниках.	3	4-6	подготовка реферата	10	реферат
				подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
4.	Тема 4. Тяжелые фермионы. Элементарные возбуждения в полупроводниках.	3	7-9	подготовка реферата	16	реферат
5.	Тема 5. Плазмоны, холоны, спиноны, магноны.	3	10-11	подготовка реферата	5	реферат
				подготовка домашнего задания	5	домашнее задание
6.	Тема 6. Бозе-Энштейновская конденсация. Метод получения БЭК и ее основные физические свойства.	3	12-13	подготовка к презентации	10	презентация
7.	Тема 7. Композитные квазичастицы.	3	14	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
Итого					70	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

лекции, практические занятия и самостоятельная работа

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

Тема 1. Введение.

домашнее задание , примерные вопросы:

Симметрия кристаллов. Индексы Мюллера.

Тема 2. Свойства молекул и взаимодействия между частицами. Фононы.

устный опрос , примерные вопросы:

Акустические и оптические фононы. Основные характеристики.

Тема 3. Элементарные возбуждения в электронной ферми-жидкости. Квазичастицы в сверхпроводниках.

домашнее задание , примерные вопросы:

Виды кристаллов.

реферат , примерные темы:

Электрон-фононное взаимодействие. Теория БКШ.

Тема 4. Тяжелые фермионы. Элементарные возбуждения в полупроводниках.

реферат , примерные темы:

Плазмоны в металлах и на границе металла с вакуумом.

Тема 5. Плазмоны, холоны, спионы, магноны.

домашнее задание , примерные вопросы:

Возбуждение поверхностных плазмонов и измерение коэффициента поглощения.

реферат , примерные темы:

Семионы и анионы, дробная статистика.

Тема 6. Бозе-Энштейновская конденсация. Метод получения БЭК и ее основные физические свойства.

презентация , примерные вопросы:

Бозе-Эйнштейновская конденсация в сверхтекучем He3.

Тема 7. Композитные квазичастицы.

домашнее задание , примерные вопросы:

Поляритоны. Воротексоны. Геликон-фононы. Экситон-поляроны.

контрольная работа , примерные вопросы:

Кондо эффект. Эффекты Джозефсона в сверхпроводниках. Квантовые жидкости. Атомный БЭК. Магнонный БЭК. Параметры, характеризующие квазичастицы.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Переходы Мота.
2. Сингулярности ван Хофа в функции плотности состояния.
3. Эффект де Гааза -Ван Альфена.
4. Квантование потока в сверхпроводящем кольце.
5. Точечные дефекты в твердых телах.
6. Природа антисегнетоэлектриков.
7. Дробный квантовый эффект Холла.
8. Физические эффекты во вращающемся сверхтекучем гелии-3.
9. Физические эффекты во вращающемся сверхтекучем гелии-3.
10. Магнитные полупроводники.
11. Андреевское отражение.

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Распространение электромагнитных волн в периодической структуре.
2. Вывод выражения для взаимодействия Ван-дар-Ваальса.
3. Зависимость диэлектрической функции от волнового вектора для ферми-газа свободных электронов.
4. Функция распределения Ферми-Дирака.
5. Приближение сильной связи для электронов в металлах.
6. Движение частиц в r-пространстве и в k-пространстве при наличии внешних электрических и магнитных полей.
7. Эффект Кондо.
8. Квантовый эффект Холла.
9. Векторный потенциал с импульсом поля, калибровочное преобразование и квантование орбит
10. Циклотронный резонанс

11. Распространение ультразвуковых волн при наличии магнитного поля
12. Уравнения Лондонов
13. Уравнение Гинзбурга-Ландау
14. Эффекты Джозефсона в сверхпроводниках
15. Магнитная (спиновая) сверхтекучесть
16. Андреевские отражения.
17. Адиабатическое размагничивание электронных и ядерных парамагнетиков
18. Природа сегнетоэлектриков
19. Квантовые жидкости ^3He , ^4He и их растворы
20. Ячеистый беспорядок
21. Топологический беспорядок
22. Континуальный беспорядок
23. Бозе-Эйнштейновская конденсация

Самостоятельная работа студентов позволяет развить следующие компетенции:

при подготовке рефератам - ОК-10, ОК-3, ПК-5

при подготовке к экзамену - ПК-1, ПК-2, ПК-3

при устных опросах (дискуссия) - ОК-5, ПК-2

при подготовке домашнего задания - ОК-3, ОК-5,

при подготовке презентации - ОК-10, ПК-2, ПК-3

Бально - рейтинговая система применительно к курсу лекций

В течение семестра студенты должны сдать 2 реферата по тематике курса (см. частично вопросы к экзамену). Максимальный бал за реферат -20. При 100% посещении лекций ставится 10 баллов.

7.1. Основная литература:

1. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев .- Издание 2-е, исправленное .- Москва : Физматлит, 2009 .- 416 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр. в конце гл. - Имен. указ.: с. 406-407 .- Предм. указ.: с. 408-414.
2. Еремин, М.В. Микроскопические модели в конденсированных средах / М.В.Еремин // - Казань, Казанский университет. - 2011. -111 с.
http://kpfu.ru/docs/F1043614157/Eremin_Posobie_2011.doc
3. Минько, Н. И. Методы получения и свойства нанообъектов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н. И. Минько, В. В. Строкова, И. В. Жерновский, В. М. Нарцев. - 2-е изд., стер. - М. : ФЛИНТА, 2013. - 165 с. - ISBN 978-5-9765-0326-7 <http://znanium.com/bookread.php?book=462886>

7.2. Дополнительная литература:

1. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978.
2. Займан Дж. Принципы теории твердого тела. М.: Наука, 1974.
3. Киттель Ч. Квантовая теория твердых тел. М.: Наука, 1967.
4. Займан Дж. Модели беспорядка М.: Мир, 1982.
5. Парсонидж Н, Стейви Л. Беспорядок в кристаллах. М.: Мир, 1982.
6. Марч Н, Паринелло М. Коллективные эффекты в твердых телах и жидкостях. М.: Мир, 1986.
7. Блейкмор Дж. Физика твердого тела. М.: Мир, 1988.

7.3. Интернет-ресурсы:

Википедия - http://ru.wikipedia.org/wiki/Физика_конденсированного_состояния

Лекции_ИТФ - http://chair.itp.ac.ru/index.php?sub=curriculum/tks/mat_tks

Лекции_МГУ - <http://www.issp.ac.ru/univer/2004/prog.html>

Лекции_МГУ_1 - http://shg.phys.msu.ru/educat/cond_mat/Lecture_10.pdf

Лекции_СФУ - http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/120/u_lectures.pdf

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Физика конденсированного состояния" 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 оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Для обеспечения дисциплины "ФКС" требуется аудитория с мультимедийным проектором, Программа "Pwer Pint" и доступ в Интернет.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.04.03 "Радиофизика" и магистерской программе Физика магнитных явлений .

Автор(ы):

Еремин М.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Тагиров М.С. _____

"__" _____ 201__ г.