

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.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Квантовая теория неравновесных процессов М2.ДВ.5

Направление подготовки: 011200.68 - Физика

Профиль подготовки: Физика сложных систем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Нигматуллин Р.Р. , Хамзин А.А.

Рецензент(ы):

-

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 623517

Казань

2017

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) Нигматуллин Р.Р. ; доцент, к.н. (доцент) Хамзин А.А. Кафедра теоретической физики Отделение физики , Ajrat.Hamzin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины "Квантовая теория неравновесных процессов" являются изучение методов неравновесного статистического оператора (Д.Н. Зубарева) и метода Цванцига-Мори, позволяющие исследовать кинетические явления в сильно коррелированных системах.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.ДВ.5 Профессиональный" основной образовательной программы 011200.68 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Дисциплина (М.2.ДВ.5) входит в вариативную часть профессионального цикла (М.2) как дисциплина по выбору. Для освоения дисциплины необходимы знания из таких дисциплин как: математический анализ, дифференциальные уравнения, квантовая механика, статистическая физика, квантовая теория твердого тела, методы квантовой статистики (метод функций Грина) и иметь представление об общих методах физической кинетики, изучаемых в общем курсе статистической механики. Освоение этой дисциплины необходимо для изучения других магистерских дисциплин, связанных с физикой конденсированного состояния и неравновесных процессов (релаксация и переносы переноса), а также для успешной дальнейшей 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)	способность использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук
ОК-16 (общекультурные компетенции)	способность использовать в познавательной и профессиональной деятельности навыки работы с информацией из различных источников
ОК-3 (общекультурные компетенции)	способность приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ОК-5 (общекультурные компетенции)	способность порождать новые идеи (креативность)
ОК-7 (общекультурные компетенции)	способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль своей профессиональной деятельности
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность применять на практике базовые профессиональные навыки

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики (в соответствии с профилем магистерской программы) и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (в соответствии с профилем подготовки)
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способность применять на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов физических исследований (в соответствии с профилем подготовки)

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

теоретические основы методов неравновесного статистического оператора Зубарева и Мори-Цванцига

2. должен уметь:

использовать полученные знания теоретических основ квантовой теории неравновесных процессов для построения кинетических уравнений, описывающих неравновесные процессы в квантовых многочастичных системах

3. должен владеть:

навыками вывода кинетических уравнений для модельных систем и их решения в рамках метода неравновесного статистического оператора

4. должен демонстрировать способность и готовность:

к дальнейшему обучению

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 1 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. Феноменологическая термодинамика необратимых процессов	1	1-3	2	4	0	Устный опрос
2.	Тема 2. Метод неравновесного статистического оператора	1	4-9	6	6	0	Письменная работа
3.	Тема 3. Приложения метода неравновесного статистического оператора	1	10-13	4	4	0	Письменная работа
4.	Тема 4. Метод Мори-Цванцига	1	14-15	2	2	0	Реферат
	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	Экзамен
	Итого			14	16	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Феноменологическая термодинамика необратимых процессов

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Принцип локального равновесия. Уравнение баланса энтропии и законы сохранения. Обобщенные потоки и обобщенные силы. Основные положения теории Онсагера. Принцип минимального производства энтропии. Диссипативные неравновесные структуры. Универсальный критерий эволюции Гленсдорфа-Пригожина. Способы описания сильно неравновесных систем.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Примеры применения теории Онсагера неравновесных процессов. Задачи на применение критерия Гленсдорфа-Пригожина. Устойчивость состояния сильно неравновесных систем.

Тема 2. Метод неравновесного статистического оператора

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Квазиравновесное распределение. Экстремальные свойства квазинеравновесного распределения и термодинамика квазиравновесного ансамбля. Граничные условия и уравнение Лиувилля для неравновесного статистического оператора. Интегральные уравнения и теория возмущений для неравновесного статистического оператора. Линейные релаксационные уравнения в методе неравновесного статистического оператора.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Задачи к главе 1 пособия [2] основной литературы (стр. 41-42).

Тема 3. Приложения метода неравновесного статистического оператора

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Кинетические уравнения для изинговских магнетиков. Кинетическое уравнение для одночастичной матрицы плотности. Уравнения Блоха для полного магнитного момента.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Кинетика одномерного изинговского магнетика со спином $S=1/2$.

Тема 4. Метод Мори-Цванцига

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Метод проекционных операторов Мори. Связь линейного варианта метода неравновесного статистического оператора и метода Мори. Основное кинетическое уравнение. Кинетическое уравнение Цванцига.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Использование проекционных операторов Мори для вычисления электропроводности.

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. Феноменологическая термодинамика необратимых процессов	1	1-3	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
2.	Тема 2. Метод неравновесного статистического оператора	1	4-9	подготовка к письменной работе	8	письменная работа
3.	Тема 3. Приложения метода неравновесного статистического оператора	1	10-13	подготовка к письменной работе	8	письменная работа
4.	Тема 4. Метод Мори-Цванцига	1	14-15	подготовка к реферату	18	реферат
	Итого				42	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

лекции, семинары, написание рефератов с последующим их обсуждением по оригинальным статьям авторов, активно использующих эти методы

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

Тема 1. Феноменологическая термодинамика необратимых процессов

устный опрос , примерные вопросы:

Вопросы для устного опроса: 1. Принцип локального равновесия. 2.Основные положения теории Онсагера. 3. Универсальный критерий эволюции Гленсдорфа-Пригожина. 4. Статистический оператор. Квантовое уравнение Лиувилля. Максимальное количество баллов - 5.

Тема 2. Метод неравновесного статистического оператора

письменная работа , примерные вопросы:

Вопросы для письменной работы: 1. Квазиравновесное распределение. Экстремальные свойства квазиравновесного распределения и термодинамика квазиравновесного ансамбля. 2.Граничные условия и уравнение Лиувилля для неравновесного статистического оператора. 3. Интегральные уравнения для неравновесного статистического оператора. 4. Линейные релаксационные уравнения в методе неравновесного статистического оператора. Максимальное количество баллов - 5.

Тема 3. Приложения метода неравновесного статистического оператора

письменная работа , примерные вопросы:

Вопросы для письменной работы: 1. Кинетические уравнения для изинговских магнетиков. 2. Кинетическое уравнение для одночастичной матрицы плотности. 3. Уравнения Блоха для полного магнитного момента. Максимальное количество баллов - 10.

Тема 4. Метод Мори-Цванцига

реферат , примерные темы:

Примерные темы рефератов: 1. Релаксация упорядоченного импульса электронов. 2. Релаксация температуры в двухтемпературной системе. 3. Спиновая намагниченность электронов проводимости. Реферат оформляется в письменной форме с подробным выводом всех формул. Выступление с докладом по материалам реферата с использованием доки или мультимедийной техники (регламент - 20 минут) Максимальное количество баллов - 30.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Распределение баллов по курсу "Неравновесная термодинамика и статфизика"

- [1] Ответы на вопросы (1-6), связанные с темой лекций 10
- [2] Самостоятельное выступление на семинаре (1) 20
- [3] Предоставление письменного отчета, связанного с темой выступления 20
- [4] Экзамен 50

Каждый студент обязан разобрать научную статью, связанную с применением метода НСО и составить по ней устный и письменный отчет. Оригинальные статьи написаны преподавателями кафедры теоретической физики и лекторами, читающими этот курс.

Форма аттестации: экзамен.

7.1. Основная литература:

Химическая термодинамика, Мюнстер, Арнольд, 2010г.

1. Хамзин А.А., Нигматуллин Р.Р. Метод неравновесного статистического оператора и его приложения к кинетике изинговских магнетиков. - Казань: Изд-во Казанского Университета. 2011 - 87 с.

<http://kpfu.ru/physics/struktura/kafedry/kafedra-teoreticheskoy-fiziki/metodicheskie-materialy>

7.2. Дополнительная литература:

1. Кайзер, Джоэл. Статистическая термодинамика неравновесных процессов / Дж. Кайзер; пер. с англ. Ю. А. Данилова. - Москва: Мир, 1990. - 607 с. <http://www.twirpx.com/file/474020/>

2. Пригожин, Илья Романович. Неравновесная статистическая механика / И. Пригожин; пер. с англ. В. А. Белокопя и В. А. Угарова под ред. Д. Н. Зубарева. Изд. 2-е. Москва: Едиториал УРСС, 2005.-312 с.

3. Квасников, Иридий Александрович. Термодинамика и статистическая физика. Теория неравновесных систем / И. А. Квасников. Москва: Изд-во Московского университета, 1987.- 559 с. <http://www.twirpx.com/file/62142/>

4. Квасников, Иридий Александрович. Введение в теорию электропроводности и сверхпроводимости / И. А. Квасников. - Москва: URSS: [ЛИБРОКОМ, 2010]. 212 с. http://z3950.ksu.ru/bcover/0000664497_con.pdf.

7.3. Интернет-ресурсы:

Биккин Х.М., Ляпилин И.И. Неравновесная термодинамика и физическая кинетика. - Екатеринбург: УрО РАН, 2009. - 500 с. -

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/BikkinLyapilin2009ru.pdf>

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

Мир математических уравнений EqWorld - <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/statphys.htm>

Новая электронная библиотека newlibrary.ru -

http://www.newlibrary.ru/genre/nauka/fizika/termodinamika__statisticheskaja_fizika/

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

ЭОР на www.twirpx.com. - http://www.twirpx.com/files/#category_42

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Квантовая теория неравновесных процессов" 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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011200.68 "Физика" и магистерской программе Физика сложных систем .

Автор(ы):

Нигматуллин Р.Р. _____

Хамзин А.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

"__" _____ 201__ г.