

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

Квантовая теория неравновесных процессов М2.ДВ.5

Направление подготовки: 011200.68 - Физика

Профиль подготовки: Физика атомов и молекул

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

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) профессор, д.н. (профессор) Нигматуллин Р.Р. Кафедра теоретической физики Отделение физики , Raoul.Nigmatullin@kpfu.ru ; 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

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:

1. Зубарев Д. Н. Неравновесная статистическая термодинамика / Д. Н. Зубарев. Москва: Наука, 1971. 415 с. Библиогр.: с.404-415.

Эту основную книгу, не потерявшую своей актуальности можно перенести в список дополнительной литературы)

2. Хамзин А.А., Нигматуллин Р.Р. Метод неравновесного статистического оператора и его приложения к кинетике изинговских магнетиков. - Казань: Изд-во Казанского Университета. - 87 с. http://kpfu.ru/main_page?p_sub=8205

3. Зубарев Д. Н. Статистическая механика неравновесных процессов. Т.1. = Statistical mechanics of nonequilibrium processes / Д. Н. Зубарев, В. Г. Морозов, Г. Рёпке; Пер. А. Г. Башкирова, И. В. Морозова; Под ред. В. Г. Морозова. Москва: Физматлит, 2002. Статистическая механика неравновесных процессов.-2002. 432 с..

4. Зубарев Д. Н. Статистическая механика неравновесных процессов. Т.2. / Д. Н. Зубарев, В. Г. Морозов, Г. Рёпке; Пер. А. Г. Башкирова, И. В. Морозова; Под ред. В. Г. Морозова. Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2002. Статистическая механика неравновесных процессов.-2002. 296 с.

5. Биккин Х.М., Ляпилин И.И. Неравновесная термодинамика и физическая кинетика. - Екатеринбург: УрО РАН, 2009. - 500 с. <http://www.twirpx.com/file/134350/>

6. Теоретическая физика: Учебное пособие для вузов. В 10 т. Т. X. Физическая кинетика Авторы: Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П.

Издательство: ФИЗМАТЛИТ, 2007 г. 535 страниц. <http://www.knigafund.ru/books/87568>

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:

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 атомов и молекул .

Автор(ы):

Нигматуллин Р.Р. _____

Хамзин А.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

"__" _____ 201__ г.