

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
Теория сильно-коррелированных систем М2.ДВ.6

Направление подготовки: 011200.68 - Физика

Профиль подготовки: Физика сложных систем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Белов С.И.

Рецензент(ы):

-

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой:

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

Учебно-методическая комиссия Института физики:

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

Регистрационный №

Казань
2013

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. Белов С.И. Кафедра теоретической физики Отделение физики , Sergei.Belov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины "Теория сильно-коррелированных систем" является изучение основных методов, используемых в теоретическом исследовании систем с сильным взаимодействием

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.ДВ.6 Профессиональный" основной образовательной программы 011200.68 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Дисциплина (М.2.ДВ.4) входит в вариативную часть профессионального цикла (М.2) по профилю теоретическая и математическая физика как дисциплина по выбору. Для освоения дисциплины необходимы знания дисциплин: квантовая механика, статистическая физика, квантовая теория твердого тела, теория некристаллических сред, методы квантовой теории поля в статистической физике. Освоение дисциплины необходимо для изучения дисциплин, связанных с физикой конденсированного состояния (в частности, с физикой низкоразмерных систем), 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-10 (общекультурные компетенции) | способность использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны |
| ПК-1 (профессиональные компетенции) | способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой) |
| ПК-2 (профессиональные компетенции) | способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности |
| ПК-7 (профессиональные компетенции) | способность свободно владеть профессиональными знаниями для анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем подготовки) |
| ПК-9 (профессиональные компетенции) | способность организовать и планировать физические исследования |

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основы теории систем с сильным взаимодействием

2. должен уметь:

использовать знание основных методов теории при анализе различных эффектов, связанных с сильным взаимодействием

3. должен владеть:

навыками решения простейших задач на вычисление микроскопических и макроскопических характеристик твердых тел

к дальнейшему обучению

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

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

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет 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. Модель Хаббарда. Формулировка модели. Приближение самосогласованного поля. Приближение хаотических фаз. Недостатки теории среднего поля и хаотических фаз. Т-Ж модель. | 3 | 1-3 | 2 | 2 | 0 | устный опрос |
| 2. | Тема 2. Двумерный гейзенберговский магнетик. Нелинейная сигма модель. Линейная цепочка. Двумерная решетка. Ренормгрупповой анализ. | 3 | 4-5 | 2 | 2 | 0 | устный опрос |

| N | Раздел Дисциплины/ Модуля | Семестр | Неделя семестра | Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Текущие формы контроля |
|----|---|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 3. | Тема 3. Магнитные свойства двумерных гейзенберговских магнетиков со скирмионами. Элементарные спиновые возбуждения над неоднородным скирмийонным состоянием. Локальный параметр порядка. Длина когерентности. Спиновая восприимчивость. | 3 | 5-7 | 2 | 2 | 0 | устный опрос |
| 4. | Тема 4. Фruстрированные двумерные антиферромагнетики. Гипотеза о состоянии с резонирующими валентными связями. Спиноны и голоны. Приближение среднего поля. | 3 | 7-9 | 2 | 2 | 0 | устный опрос |
| 5. | Тема 5. Квантовый эффект Холла. Электронные состояния в магнитном поле. Целочисленный квантовый эффект Холла. Дробный квантовый эффект Холла. | 3 | 10-13 | 5 | 5 | 0 | устный опрос |
| 6. | Тема 6. Аттестация | 3 | | 0 | 0 | 0 | |
| | Тема . Итоговая форма контроля | 3 | | 0 | 0 | 0 | зачет |
| | Итого | | | 13 | 13 | 0 | |

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Модель Хаббарда. Формулировка модели. Приближение самосогласованного поля. Приближение хаотических фаз. Недостатки теории среднего поля и хаотических фаз. Т-Ж модель.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Формулировка модели. Приближение самосогласованного поля. Т-Ж модель.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Приближение хаотических фаз. Недостатки теории среднего поля и хаотических фаз.

Тема 2. Двумерный гейзенберговский магнетик. Нелинейная сигма модель. Линейная цепочка. Двумерная решетка. Ренормгрупповой анализ.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Нелинейная сигма модель. Линейная цепочка.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Двумерная решетка. Ренормгрупповой анализ.

Тема 3. Магнитные свойства двумерных гейзенберговских магнетиков со скирмионами.

Элементарные спиновые возбуждения над неоднородным скирмийонным состоянием.

Локальный параметр порядка. Длина когерентности. Спиновая восприимчивость.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Элементарные спиновые возбуждения над неоднородным скирмийонным состоянием.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Локальный параметр порядка. Длина когерентности. Спиновая восприимчивость.

Тема 4. Фрустрированные двумерные антиферромагнетики. Гипотеза о состоянии с резонирующими валентными связями. Спиноны и голоны. Приближение среднего поля.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Гипотеза о состоянии с резонирующими валентными связями. Спиноны и голоны.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Приближение среднего поля.

Тема 5. Квантовый эффект Холла. Электронные состояния в магнитном поле.

Целочисленный квантовый эффект Холла. Дробный квантовый эффект Холла.

лекционное занятие (5 часа(ов)):

Электронные состояния в магнитном поле. Дробный квантовый эффект Холла.

практическое занятие (5 часа(ов)):

Целочисленный квантовый эффект Холла.

Тема 6. Аттестация

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. Модель Хаббарда. Формулировка модели. Приближение самосогласованного поля. Приближение хаотических фаз. Недостатки теории среднего поля и хаотических фаз. Т- J модель. | 3 | 1-3 | подготовка к устному опросу | 8 | устный опрос |
| 2. | Тема 2. Двумерный гейзенберговский магнетик. Нелинейная сигма модель. Линейная цепочка. Двумерная решетка. Ренормгрупповой анализ. | 3 | 4-5 | подготовка к устному опросу | 8 | устный опрос |

| N | Раздел Дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|--------------|--|---------|--------------------|--|---------------------------|---|
| 3. | Тема 3. Магнитные свойства двумерных гейзенберговских магнетиков со скирмионами. Элементарные спиновые возбуждения над неоднородным скирмионным состоянием. Локальный параметр порядка. Длина когерентности. Спиновая восприимчивость. | 3 | 5-7 | подготовка к устному опросу | 8 | устный опрос |
| 4. | Тема 4. Фruстрированные двумерные антиферромагнетики. Гипотеза о состоянии с резонирующими валентными связями. Спиноны и голоны. Приближение среднего поля. | 3 | 7-9 | подготовка к устному опросу | 8 | устный опрос |
| 5. | Тема 5. Квантовый эффект Холла. Электронные состояния в магнитном поле. Целочисленный квантовый эффект Холла. Дробный квантовый эффект Холла. | 3 | 10-13 | подготовка к устному опросу | 14 | устный опрос |
| Итого | | | | | 46 | |

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Курсы лекций и семинарских занятий, организованные по стандартной технологии

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

Тема 1. Модель Хаббарда. Формулировка модели. Приближение самосогласованного поля. Приближение хаотических фаз. Недостатки теории среднего поля и хаотических фаз. Т- J модель.

устный опрос , примерные вопросы:

Недостатки теории среднего поля и хаотических фаз.

Тема 2. Двумерный гейзенберговский магнетик. Нелинейная сигма модель. Линейная цепочка. Двумерная решетка. Ренормгрупповой анализ.

устный опрос , примерные вопросы:

Двумерная решетка.

Тема 3. Магнитные свойства двумерных гейзенберговских магнетиков со скирмионами. Элементарные спиновые возбуждения над неоднородным скирмийонным состоянием. Локальный параметр порядка. Длина когерентности. Спиновая восприимчивость.

устный опрос , примерные вопросы:

Локальный параметр порядка. Длина когерентности. Спиновая восприимчивость.

Тема 4. Фрустрированные двумерные антиферромагнетики. Гипотеза о состоянии с резонирующими валентными связями. Спиноны и голоны. Приближение среднего поля.

устный опрос , примерные вопросы:

Гипотеза о состоянии с резонирующими валентными связями.

Тема 5. Квантовый эффект Холла. Электронные состояния в магнитном поле.

Целочисленный квантовый эффект Холла. Дробный квантовый эффект Холла.

устный опрос , примерные вопросы:

Дробный квантовый эффект Холла.

Тема 6. Аттестация

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Зачет в соответствии с приведенной выше программой; самостоятельные работы, формируемые на основе приведенной литературы:

7.1. Основная литература:

1. С.И. Белов. Теория сильно-коррелированных систем. Уч.-метод.пособие. Казань, 2005, 18 стр.
2. С.И. Белов. Интегралы по траекториям для спиновых систем. Уч.-метод.пособие. Казань, 2005, 14 стр.
3. Изюмов Ю.А., Анисимов В.И. Электронная структура соединений с сильными корреляциями. - М.-Ижевск: Ижевский институт компьютерных исследований, 2008. - 376 с.
4. Изюмов, Юрий Александрович. / Ю. А. Изюмов, Э. З. Курмаев. Высокотемпературные сверхпроводники на основе FeAs-соединений?Изд. 2-е, испр. и доп..?М.- Ижевск: Институт компьютерных исследований: Регулярная и хаотическая динамика, 2010.?334 с.

7.2. Дополнительная литература:

- 1 А. Абрикосов. Основы теории металлов. Наука, 1987.
2. Ю. А. Изюмов, М. И. Кацнельсон, Ю. Н. Скрябин. Магнетизм коллективизированных электронов. Физматлит, 1994.
- 3.E. Fradkin. Field Theories of Condensed Matter Systems. Addison-Wesley, 1991.

7.3. Интернет-ресурсы:

Новая электронная библиотека newlibrary.ru -
http://www.newlibrary.ru/genre/nauka/fizika/termodinamika__statisticheskaja_f

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

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

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

ЭОР на www.twirpx.com - http://www.twirpx.com/files/#Category_42

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

Освоение дисциплины "Теория сильно-коррелированных систем" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

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):

Белов С.И. _____

"__" 201 __ г.

Рецензент(ы):

"__" 201 __ г.