

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан физического факультета
С.Н. Филимонов

Рабочая программа дисциплины

Квантовая теория систем многих частиц

по направлению подготовки

03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки:
«Фундаментальная физика»

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2023

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
О.Н. Чайковская

Председатель УМК
О.М. Сюсина

Томск – 2023

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ОПК-1 – способность применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;
- ПК-1 – способность проводить научные исследования в выбранной области с использованием современных экспериментальных и теоретических методов, а также информационных технологий.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 1.1 Знает основные законы, модели и методы исследования физических процессов и явлений

ИПК 1.2 Владеет практическими навыками использования современных методов исследования в выбранной области

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить аппарат квантовой теории поля: метод вторичного квантования, метод функций Грина, диаграммную технику Фейнмана.

– Научиться применять методы квантовой теории поля для решения практических задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Семестр 7, зачет.

Семестр 8, экзамен.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: квантовая механика, методы математической физики.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часа, из которых:

– лекции: 40 ч.;

– практические занятия: 16 ч.;

в том числе практическая подготовка: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Первичное и вторичное квантование

Представление чисел заполнения. Операторы рождения и уничтожения. Операторы в представлении вторичного квантования. Квантованное поле.

Тема 2. Электронный газ

Модель невзаимодействующих электронов. Сфера Ферми. Модель желе. Поправка первого порядка к энергии основного состояния. Поправка второго порядка. Инфракрасные расходимости.

Тема 3. Функции Грина

Представление взаимодействия. Функции Грина и их свойства. Функции Грина свободных частиц. Теорема Вика.

Тема 4. Диаграммный анализ теории возмущений

Диаграммы Фейнмана в координатном и импульсном пространстве. Собственно-энергетические и поляризационные вклады. Уравнения Дайсона.

Тема 5. Вырожденный электронный газ

Суммирование кольцевых диаграмм. Вычисление поляризационного оператора. Устранение расходимостей в корреляционной энергии.

Тема 6. Термодинамика и статфизика

Обзор основных положений термодинамики и статфизики. Термодинамический потенциал идеального газа фермионов.

Тема 7. Теория поля при конечной температуре

Температурные функции Грина. Теория возмущений. Диаграммный анализ.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине осуществляется путем контроля посещаемости, а также проведения контрольных работ и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр. Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в седьмом семестре проводится в устной форме по билетам.

Экзамен в восьмом семестре проводится в устной форме по билетам.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» – <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=29255>, <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=30729>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (<https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>).

в) План семинарских / практических занятий по дисциплине.

1. Вывод свойств операторов рождения и уничтожения бозонов и фермионов
2. Операторы кинетической энергии, спина, плотности числа частиц, тока и кулоновского взаимодействия в представлении вторичного квантования в базисе плоских волн
3. Построение гамильтониана модели желе

4. Вычисление поправки к энергии основного состояния модели желе в первом порядке теории возмущений
5. Вычисление поправки к энергии основного состояния модели желе во втором порядке теории возмущений
6. Вывод соотношения, связывающего энергию основного состояния системы с одночастичной функцией Грина
7. Поправка первого порядка к одночастичной функции Грина и правила Фейнмана в координатном представлении
8. Поправка первого порядка к одночастичной функции Грина и правила Фейнмана в импульсном представлении

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

- Fetter A. L. Quantum theory of many-particle systems / A.L. Fetter, J.D. Walecka. – McGraw-Hill Book Company, 1971. – 605 p.
- Giuliani G.F. Quantum theory of the electron liquid / G.F. Giuliani, G. Vignale. – CUP, 2005. – 777 p.

б) дополнительная литература:

- Ландау Л.Д. Теоретическая физика. Том IX. Статистическая физика. Ч.2 Теория конденсированного состояния / Е.М. Лифшиц, Л.П. Питаевский. – ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 496 с.
- Абрикосов А.А. Методы квантовой теории поля в статистической физике / А.А. Абрикосов и др. – ФИЗМАТГИЗ, 1962. – 444 с.

13. Перечень информационных технологий

Не требуется

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

Калиниченко Игорь Степанович, к.ф.-м.н., лаборатория теоретической и математической физики, снс; кафедра квантовой теории поля, доцент (совм.)