Квантовая теория многих тел

Лекторы:
Михаил Глазов
Игорь Шендерович

Язык:
English

Трудоемкость:
6 з.е.

Форма контроля:
Экзамен

Образовательная программа:
Нанофотоника
2 семестр
Гибридные материалы
2 семестр
Квантовые материалы
2 семестр
Компьютерное моделирование квантовых и нанофотонных систем
2 семестр

Пререквизиты:
Электродинамика
Квантовая механика
Математическая физика
Общая физика

Лекции (ак.час)*	Практические занятия (ак.час)	Лабораторные занятия (ак.час)
28	28	
*1 академический час = 45 минутам		

Цель курса – навести мост между физикой многочастичных взаимодействующих систем в конденсированных средах и квантовой теорией поля. Будет разобрано несколько сюжетов, среди которых

- задача о поляроне,

- теория взаимодействующих ферми-систем,

- квантовая электродинамика конденсированных сред.

В качестве дополнения могут быть разобраны ряд многочастичных задач, допускающих аналитические решения: система слабо взаимодействующих бозонов, модель Бардина-Купера-Шриффера, одномерный анзац Бете.

The aim of the course is to build a bridge between the physics of many-body interacting systems in condensed matter and quantum field theory. Several topics will be discussed, including

- the polaron problem,

- the theory of interacting Fermi systems,

- quantum electrodynamics of condensed matter.

As an addition, a number of many-particle problems that admit analytical solutions can be discussed: the system of weakly interacting bosons, the Bardeen-Cooper-Schrieffer model, the one-dimensional Bethe ansatz.

Содержание курса

Детальное описание курса с разбиением по лекциям/семинарам/практикам:

Структура курса

	Тема	Тип занятий
1	Фейнмановский интеграл в квантовой механике. Связь с операторным методом квантования. Задача о гармоническом осцилляторе.	Лекция + семинар
2	Фейнмановский интеграл как статистическая сумма. Мнимое время.	Лекция + семинар
3	Вариационный метод для оценки фейнмановского интеграла.	Лекция
4	Полярон в физике конденсированного состояния. Эффективная масса.	Лекция
5	Диаграммы Фейнмана из фейнмановского интеграла. Теорема Вика для бозонов и фермионов.	Лекция + семинар
6	Функция Грина и пропагатор для фермионов. Уравнение Дайсона.	Лекция + семинар
7	Метод случайных фаз в приложении к задаче об электронном газе. Суммирование диаграмм.	Лекция
8	Перенормировка вершины в КЭД. Связь особенностей диаграммы и физических параметров состояния (времени жизни).	Лекция + семинар
9	Экситон в полупроводнике. Применение формализма КЭД к задаче об экситоне.	Лекция
10	Суммирование лестничных диаграмм в задаче об экситоне. Уравнение Бете-Салпитера.	Лекция

Detailed content and structure with sectioning of lectures/seminars:

Структура курса

	Topic	Class type
1	Feynman Path Integral in Quantum Mechanics. Connection to Operator Quantization Methods. The Harmonic Oscillator Problem.	Lecture + Seminar
2	Feynman Path Integral as a Partition Function. Imaginary Time. Wick rotation.	Lecture
3	Variational Method for Estimating the Feynman Path Integral.	Lecture
4	The Polaron in Condensed Matter Physics. Effective Mass.	Lecture
5	Feynman Diagrams from the Feynman Path Integral. Wick's Theorem for Bosons and Fermions.	Lecture + Seminar
6	Green's Function and Propagator for Fermions. Dyson's Equation.	Lecture Seminar+
7	Random Phase Approximation (RPA) Applied to the Electron Gas.	Lecture
8	Vertex Renormalization in QED. Connection between Diagram Singularities and Physical Parameters	Lecture + Seminar
9	The Exciton in a Semiconductor. Application of QED Formalism to the Exciton Problem.	Lecture
10	Summation of Ladder Diagrams in the Exciton Problem. The Bethe-Salpeter Equation.	Lecture

Рекомендуемые ресурсы

А. А. Абрикосов, Л. П. Горьков, И. Е. Дзялошинский, Методы квантовой теории поля в статистической физике, М.: ФМ, 1961

G. Mahan, Many-Particle Physics, Springer, 2013

G. Giuliani, G. Vignale, Quantum Theory of the Electron Liquid, Cambridge University Press, 2012

Р. Маттук. Фейнмановские диаграммы в проблеме многих тел, М.: Мир, 1969

Л.С. Левитов, А.В. Шитов. Функции Грина. Задачи и решения, М.: ФМЛ, 2016