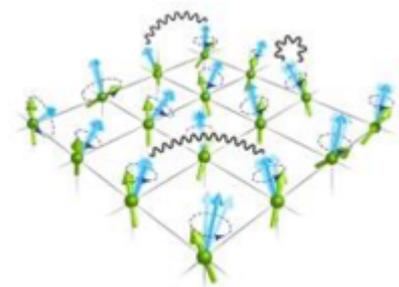


# Квантовая механика/Quantum mechanics

Лекторы:

Станислав Батулин



**Язык:**

English

**Трудоемкость:**

6.00

**Форма контроля:**

Экзамен/ Exam

**Образовательная программа:**

Нанофотоника

1; 3 семестры

Гибридные материалы

1; 3 семестры

Компьютерное моделирование квантовых и нанофотонных систем

1; 3 семестры

Квантовые материалы

1; 3 семестры

**Пререквизиты:**

Квантовая механика

Лекции (ак.час)*	Практические занятия (ак.час)	Лабораторные занятия (ак.час)
32	25	0
*1 академический час = 45 минутам		

Целью курса является знакомство студентов с базовыми концепциями и теоретическими методами, используемым в задачах современной квантовой механики и физики твердого тела. Курс разделен на две части. В первой части, мы подробно изучим теоретическим методы решения одночастичных задач в квантовой механике: приближение сильной связи для нахождения энергетического спектра кристаллов, различные методы теории возмущений, зависящих от времени для описания оптических свойств квантовых систем. Кроме того, мы познакомимся с концепцией топологии в квантовой механике. Вторая часть посвящена базовым методом исследования многочастичных взаимодействий в квантовой механике. На примерах простейших задач мы познакомимся с крайне эффективными теоретическими методами, такими как метод среднего поля, диаграммная техника, и основы метода функциональных интегралов.

The aim of the course is the introduction to the basic concepts and theoretical methods used in the problems of modern quantum mechanics and condensed matter physics. The course is divided in two parts. In the first part, we will thoroughly study the theoretical methods of solving single-particle problems in quantum mechanics: tight-binding approximation for finding the spectrum of periodic systems such as crystals, different methods in time-dependent perturbation theory to study optical properties of quantum systems. Moreover, students will get acquainted with the concept of topology in quantum mechanics. The second part is dedicated to the basic methods of studying many-body interactions in quantum mechanics. Using the basic problems as examples, we will discuss the simplest yet effective methods of the mean field approximation, diagrammatic technique and path integrals.

## Содержание курса

### Специальные разделы квантовой механики/Advanced Quantum Mechanics

#### Одночастичные задачи в квантовой механике

#### Структура курса

Разделы	Лекции (ак.ч.)	Практики (ак.ч.)
<b>Часть 1. Одночастичные задачи в квантовой механике</b>		
1.1 Приближение сильной связи. Спектры кристаллов.	4	4
1.2. Периодические во времени возмущения (метод Флоке)	2	2
1.3. Концепция топологии в квантовой механике. Эффекты Холла в квантовой механике (обычный, аномальный, спиновый). Топологические инварианты.	4	4
1.4. Матрица плотности. Чистые и смешанные квантовые состояния.	2	2
1.5. Временные представления в КМ. Представление Шредингера, Гейзенберга и взаимодействия	2	2
1.6. Теория линейного отклика. Формула Кубо. Электрическая и магнитная восприимчивости квантовой системы	4	4
<b>Часть 2. Введение в методы многочастичной КМ</b>		
2.1. Вторичное квантование. Формализм чисел заполнения. Волновые функции многочастичной системы и операторов в представлении чисел заполнения.	2	2
2.2. Метод среднего поля. Фазовые переходы.	4	2
2.3. Основы диаграммной техники. Метод частичных сумм. Приближение Хартри-Фока и случайной фазы для взаимодействующих электронов.	4	2
2.4. Метод функциональных интегралов. Когерентные состояния. Гармонический осциллятор на языке функциональных интегралов. Преобразование Стратановича. Ангармонический осциллятор.	4	4
Topic	Lessons (ac.h)	Seminars (ac.h)
<b>Part 1. Single particle QM methods</b>		
1.1. Tight binding approximation. Crystal energy spectra.	4	4
1.2. Time-periodic perturbation. Floquet theory.	2	2
1.3. Topology concept in QM. Quantum Hall effects (conventional, anomalous, spin etc...). Topological invariants.	4	4
1.4. Density matrix. Pure and mixed states.	2	2
1.5. Time evolution pictures. Schrodinger, Heisenberg and interaction pictures. Series expansion of time evolution operator in interaction picture	2	2
1.6. Linear response theory. Kubo formula. Electric and magnetic permeabilities of quantum systems.	4	4
<b>Part II. Introduction to many-body problems in QM</b>		
2.1. Second quantization. Occupation number formalism. Many body wavefunction and operator representations.	2	2
2.2. Mean field theory. Phase transitions.	4	2
2.3. Basics of diagramm technique. Partial summation. HartreeFock approximation for interacting electrons and its relation to mean field. Random phase approximation	4	2
2.4. Basics of path integral approaches. Harmonic oscillator on the language of path integrals. Stratonovich transformation. Anharmonic oscillator.	4	4

## **Рекомендуемые ресурсы**

1. J.J. Sakurai, Modern Quantum Mechanics. - Cambridge University Press; 3rd edition; 2020. - 566 p.
2. P. Coleman, Introduction to Many body physics. - Cambridge University Press; 1st edition; 2016. - 810 p.
3. H. Bruus, K. Flensberg, Introduction to many body quantum mechanics. - Oxford University Press, 2004. - 435 p.

## **Политика оценивания**

Итоговая оценка основывается исключительно на итоговом экзамене. Настоятельно рекомендуется выполнять домашние задания, чтобы иметь возможность решать задачи на экзамене.

Final grade is based solely on the final exam. Solution of the homework problems is strongly recommended to be able to solve the problems at the exam.

## **Тип самостоятельных заданий**

See file QM\_task.pdf

See file QM\_exam.pdf