

# Программа вступительных экзаменов в аспирантуру МИАН специальность 1.3.3 – *Теоретическая физика*

## Раздел 1. «Механика»

1. Уравнения движения. Обобщенные координаты, принцип наименьшего действия, функция Лагранжа.
2. Симметрии и теорема Нетер.
3. Законы сохранения энергии, импульса, момента импульса.
4. Интегрирование уравнений движения. Одномерное движение, приведенная масса, движение в центральном поле.
5. Сечение рассеяния частиц, формула Резерфорда.
6. Малые колебания. Свободные и вынужденные одномерные колебания.
7. Колебания при наличии трения.
8. Движение твердых тел. Угловая скорость, момент инерции и момент количества движения твердых тел.
9. Уравнение Гамильтона и скобки Пуассона.
10. Теорема Лиувилля.
11. Уравнение Гамильтона–Якоби.

## Раздел 2. «Теория поля»

1. Ковариантная формулировка уравнений электромагнитного поля. Калибровочная инвариантность, лоренцева и кулоновская калибровки.
2. Общее решение волнового уравнения (2-мерного и 4-мерного).
3. Плотность энергии и плотность потока энергии электромагнитного поля, тензор энергии-импульса электромагнитного поля.

4. Действие для частицы в гравитационном поле и движение частицы в гравитационном поле.
5. Действие Гильберта–Эйнштейна и уравнения Эйнштейна.
6. Нерелятивистский предел уравнений Эйнштейна.
7. Центральное-симметричное гравитационное поле. Метрика Шварцшильда.

### **Раздел 3. «Квантовая механика»**

1. Уравнение Шредингера и функции перехода в виде континуального интеграла.
2. Квантовый осциллятор и его спектр.
3. Прохождение через барьер.
4. Движение в центральном поле. Радиальное уравнение Шредингера.
5. Спин. Оператор спина.
6. Спектр атома водорода.
7. Стационарная теория возмущений.
8. Нестационарная теория возмущений.
9. Вторичное квантование для бозонов и фермионов.
10. Столкновения частиц и формула Борна.

### **Раздел 4. «Статистическая физика»**

1. Функция распределения и матрица плотности. Теорема Лиувилля.
2. Закон возрастания энтропии. Микроканоническое распределение.
3. Распределение Гиббса. Распределение Гиббса с переменным числом частиц.
4. Законы термодинамики.

5. Термодинамика идеальных газов. Распределение Больцмана.
6. Распределение Ферми и Бозе.
7. Равновесное тепловое излучение и формула Планка.

## Раздел 5. «Квантовая теория поля»

1. Симметрии лагранжиана и теорема Нетер.
2. Квантование скалярного поля.
3. Квантование спинорного поля.
4. Квантование электромагнитного поля.
5. СРТ теорема и связь спина со статистикой.
6.  $S$ -матрица в квантовой теории поля. Соотношение унитарности.
7. Теория перенормировок на примере простейших диаграмм в теории  $\phi_4^4$ .
8. Ренормгруппа и однопетлевая бета-функция на примере теории  $\phi_4^4$ .
9. Поля Янга–Миллса и их квантование по Фаддееву–Попову.
10. Асимптотическая свобода в КХД (однопетлевая бета-функция, основные этапы ее вычисления).
11. Спонтанное нарушение симметрии, теорема Голдстоуна.
12. Явление Хиггса.

## Основной список литературы

- [1] Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика. М.: Физматлит, 2001.
- [2] Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. М.: Наука, 1988.
- [3] Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. М.: Физматлит, 2001.

- [4] Фаддеев Л.Д., Якубовский О.А. Лекции по квантовой механике для студентов-математиков, Издательство ЛГУ, 1980.
- [5] Боголюбов Н.Н., Ширков Д.В. Квантовые поля. М.: Наука, 1993.
- [6] Славнов А.А., Фаддеев Л.Д. Введение в квантовую теорию калибровочных полей. М.: Наука. 1988
- [7] Р. Фейнман, А. Хибс. Квантовая механика и интегралы по траекториям. Изд-во “Мир”, 1968 г.
- [8] Р. Фейнман, Статистическая механика. Курс лекций, Изд-во “Мир” 1975. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. Ч.1. М.: Физматлит, 2001.

## Дополнительный список литературы

- [1] Боголюбов Н.Н., Ширков Д.В. Введение в теорию квантованных полей. М.: Наука 1984. Ициксон К., Зюбер Ж.-Б. Квантовая теория поля. В 2 т. М.: Мир, 1984.
- [2] Тахтаджян Л.А. Квантовая механика для математиков. М.: Регулярная и хаотическая динамика, 2011.