

Квантовая теория поля. Вводный курс

Квантовая теория поля представляет собой синтез квантовомеханического описания микромира и специальной теории относительности. В настоящее время она является основой физики высоких энергий, широко применяется в теории твердого тела, космологии и теории струн. Владение аппаратом квантовой теории поля стало, по сути, одним из стандартных требований к современному математическому образованию.

Предлагаемый семестровый вводный курс квантовой теории поля безусловно не может охватить все современные направления развития этой науки и ее разнообразные приложения. Поэтому мы ограничимся базовыми вопросами, проработка которых должна научить слушателей курса азам работы с квантовополевыми моделями и дать возможность продолжить изучение квантовой теории поля самостоятельно или в рамках более продвинутых спецкурсов. Вот список тем, которые предполагается рассмотреть на занятиях:

- Краткий обзор групп Лоренца и Пуанкаре и их представлений.
- Лагранжева формулировка свободной теории основных типов полей (скалярного, спинорного и векторного), симметрии действия, теорема Нетер и сохраняющиеся токи. Каноническое квантование свободной теории.
- Локальные симметрии, калибровочные теории и проблема их квантования. Краткий обзор теории квантования систем со связями. Выбор калибровки. Каноническое квантование электродинамики с внешними токами.
- Взаимодействующие поля. Причинные функции Грина. S -матрица и редукционные формулы (связь S -матрицы и функций Грина).
- Теория возмущений по константе связи. Теорема Вика и диаграммная техника Фейнмана. Расходимости и перенормировки. Ренормгруппа.
- Формализм континуального интеграла в квантовой теории поля. Производящий функционал для функций Грина. Функциональное уравнение Швингера. Квантование электродинамики в формализме континуального интеграла. Тожества Уорда-Такахаси.
- Квантование неабелевых калибровочных теорий в формализме континуального интеграла. ``Духи" Фаддеева-Попова. БРСТ-преобразования. Тожества Славнова-Тейлора.

Необходимый минимум предварительных знаний:

- Основы нерелятивистской квантовой механики (например, в объеме книги Л.Д. Фаддеева и О.А. Якубовского ``Лекции по квантовой механике для студентов-математиков").

- Основы теории обобщенных функций (например, в объеме Главы 2 книги В.С. Владимирова ``Уравнения математической физики").
- Основы классической лагранжевой и гамильтоновой механики и классической теории поля (в основном классической электродинамики).

Желательные предварительные знания:

- Квантовая механика в формализме континуального интегрирования.
- Основы статистической физики.