

Квантовая механика

Квантовая механика является важнейшей основой современной физической картины мира. В отличие от классических физических дисциплин некоторые ее постулаты контринтуитивны, и их усвоение требует времени. Поэтому преподавание курса квантовой механики на факультете планируется вести в течение целого учебного года. Собственно “Квантовая механика” является первой, вводной частью курса, в рамках которой предполагается разъяснить физические принципы нерелятивистской квантовой механики, представить ее математический аппарат, и разобрать простейшие квантово-механические модели.

При знакомстве с квантовой механикой желательно уже иметь представление об основных концепциях классической физики – механики, теории поля и статфизики, а также владеть основами теории обобщенных функций и алгебр Ли.

Примерная программа курса:

- Фотоэффект и прохождение света через поляризатор – эксперименты, требующие пересмотра классической теории. Причина несостоятельности классической теории – невозможность экспериментального определения состояния физической системы. Соотношения неопределенности.
- Состояния физической системы в квантовой теории. Собственные состояния. Принцип суперпозиции. Вероятность обнаружить систему в том или ином состоянии. Пространство состояний – гильбертово пространство.
- Наблюдаемые – операторы на гильбертовом пространстве. Действие операторов на собственные состояния. Требование самосопряженности оператора. Измерение наблюдаемой в квантовой теории как задача на собственные значения. Определение среднего значения и дисперсии наблюдаемой.
- Соотношения неопределенности и одновременная измеримость физических величин. Канонические коммутационные соотношения. Полный набор наблюдаемых. Квантование.
- Квантование гармонического осциллятора. Операторы рождения и уничтожения, пространство Фока. Энергетический спектр и собственные состояния. Когерентные состояния.
- Динамика в квантовой теории. Уравнение Шрёдингера.
- Представления в квантовой теории. Координатное и импульсное представления. Движение частицы в потенциальной яме.
- Измерение координаты и импульса. Непрерывный спектр значений физической величины. Оснащение гильбертова пространства. Переход от координатного представления к импульсному.

- Решение уравнения Шрёдингера в координатном представлении. Интеграл по траекториям. Принцип наименьшего действия. Нахождение амплитуды перехода в случае гармонического осциллятора.
- Одномерное движение. Свободная частица. Туннельный эффект.
- Частица в трехмерном пространстве. Квантование момента импульса. Частица в центральном поле. Связанные состояния в атоме водорода.
- Частица на плоскости. Состояния частицы в магнитном поле.
- Теория возмущений. Стационарная теория возмущений для невырожденных и вырожденных состояний. Снятие вырождения.*
- Вариационный принцип. Нахождение низко возбужденных состояний. Адиабатическое приближение.*
- Переходы между состояниями под влиянием внешнего воздействия. Внезапные и адиабатические воздействия. Нестационарная теория возмущений.*
- Квазиклассика.*
- Теория рассеяния. Борновское приближение. Фазовая теория рассеяния. Рассеяние быстрых и медленных частиц.*
- Спин. Уравнение Дирака. Частица со спином $\frac{1}{2}$. Уравнение Паули. Динамика спина в магнитном поле. Сложение моментов. Спин-орбитальное взаимодействие.*
- Тожественные частицы. Принцип неразличимости тождественных частиц. Бозоны и фермионы. Связь спина со статистикой. Принцип запрета Паули.*

* -- при наличии времени

В рамках дополнительных занятий по квантовой механике будут разбираться следующие темы:

- Решение эволюционной задачи в квантовой теории методом континуального интегрирования (р_q и q_p случаи)
- Интегрирование по импульсам. Фейнмановский интеграл по траекториям
- Примеры вычислений континуального интеграла. Голоморфное представление.
- Теория возмущений в формализме континуального интегрирования
- Березинский континуальный интеграл по грассмановым переменным