

**ЛЕКЦИОННЫЙ ПЛАН КУРСА  
"КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ"  
для 1-ого потока в 2017 г.**

[http:// hep.phys.msu.ru](http://hep.phys.msu.ru)

**I семестр**

1. Комбинационный принцип и матричная механика Гейзенберга. Матрицы как линейные операторы. Физические величины как эрмитовы операторы в гильбертовом пространстве.
2. Динамическая схема квантовой механики. Ур-ния Гейзенберга. Принцип соответствия между классической и квантовой механиками. Каноническое квантование. Теоремы Эренфеста.
3. Спектр и средние значения физических величин в квантовой механике. Наблюдаемые с чисто дискретным невырожденным спектром и чистые состояния физической системы. Полный набор наблюдаемых.
4. Совокупность чистых состояний квантовой системы как гильбертово пространство, его основные свойства. Принцип суперпозиции чистых состояний. Спектральное разложение эрмитовых операторов. Квантовомеханическая интерпретация дискретного и непрерывного спектров наблюдаемой величины.
5. Вероятностная интерпретация результатов измерения некоммутирующих величин. Соотношение "неопределенностей" для дисперсий некоммутирующих величин. Простейшие ЭПР-"парадоксы" и их объяснение.
6. Эквивалентность любого представления гильбертова пространства матричному. Переход от одного представления к другому как унитарное преобразование. Взаимосвязь унитарных и канонических преобразований.
7. Эволюция квантовой системы во времени. Представления Гейзенберга и Шредингера. Общий вид оператора эволюции при наличии явной зависимости гамильтониана от времени, его унитарность и групповые свойства.
8. Симметрии и интегралы движения в квантовой механике. Вырождение уровней энергии при наличии некоммутирующих интегралов движения.
9. Стационарные состояния, их основные свойства. Эволюция во времени состояний из дискретной и непрерывной частей энергетического спектра. Время жизни волнового пакета.
10. Матрицы плотности и смешанные состояния. Основные свойства матриц плотности. Средние значения физических величин в смешанном состоянии. Соотношение неопределенностей для некоммутирующих величин в смешанном состоянии.
11. Матрицы плотности подсистем. ЭПР- "парадоксы" измерения некоммутирующих величин в составных системах. "Координатный" и "спиновый" ЭПР-"парадоксы", их объяснение.
12. Координатное и импульсное представления, их взаимосвязь. Волновая функция, ее вероятностная интерпретация.
13. Общие свойства ур-ния Шредингера для нерелятивистской частицы в потенциальном поле. Уравнение непрерывности, его физический смысл. Вариационный принцип для стационарного уравнения Шредингера.
14. Квантовая механика частицы в потенциальном поле для одного пространственного измерения. Основные свойства дискретного спектра. Специфика одномерной потенциальной ямы с равновысокими стенками.
15. Одномерное рассеяние на потенциале с регулярными асимптотиками  $V(\pm\infty) = V_{\pm}$  в стационарной картине и через движение волновых пакетов.

16. Одномерное уравнение Шредингера с периодическим потенциалом. Теорема Флоке, функции Блоха, квазиимпульс и зоны Бриллюэна.
17. Квазиклассическое (ВКБ) приближение, условие применимости. Квазиклассические волновые функции, их продолжение через точки поворота. Правило квантования Бора-Зоммерфельда. Квазиклассическая оценка на число и плотность квантовых состояний через фазовый объем.
18. Туннельный эффект в ВКБ-приближении. Отражение от вертикальной потенциальной стенки. Волновые функции и разность энергий двух близких квазиклассических уровней в потенциале вида "mexican hat". Молекула  $NH_3$ ,  $K_0$ - и  $\bar{K}_0$ -мезоны.
19. Частица в центрально-симметричном поле. Разделение переменных. Орбитальный момент, собственные функции и собственные значения  $l^2$  и  $l_z$ . Природа целочисленности орбитального момента. Конечный поворот как унитарное преобразование координатной волновой функции.
20. Радиальное уравнение Шредингера. Граничное условие при  $r = 0$ , его обоснование. Общие свойства энергетического спектра и волновых функций связанных состояний в центрально-симметричном поле. Падение на центр. Оценка Баргмана для числа связанных состояний с заданным  $l$ . ВКБ-приближение для радиального уравнения.
21. Угловой момент и конечные повороты в общем случае. Перестановочные соотношения для компонент момента. Спектр операторов  $J^2$ ,  $J_z$ . Матричные элементы компонент момента в базисе собственных векторов операторов  $J^2$ ,  $J_z$ . Операторы спина  $\vec{S}$  частицы, их матричные элементы при диагональном  $S_z$ . Спин  $1/2$ , основные свойства.
22. Сложение моментов. Коэффициенты векторного сложения, их основные свойства и физический смысл. Сложение двух спинов  $1/2$ , синглетные и триплетные спиновые волновые функции. Полный момент. Волновые функции частицы со спином  $1/2$  в состоянии с орбитальным моментом  $l$  и полным моментом  $j$ .
23. Группа вращений. Конечные повороты как унитарные преобразования. Матрицы конечных вращений  $D_J(\vec{\varphi})$ , их основные свойства. Неприводимые тензоры (скаляр и вектор), их коммутаторы с компонентами полного углового момента системы как следствие законов преобразования при конечных поворотах. Теорема Вигнера-Эккарта для матричных элементов скаляра и вектора. Метод эквивалентных операторов.
24. Пространственная инверсия в квантовой механике. Четность орбитального состояния. Тензоры и псевдотензоры (на примере скаляра и вектора). Правила отбора по четности.