

Квантовая механика. Вопросы к экзамену

модуль II

27 декабря 2011 г.

1. Состояния и наблюдаемые в квантовой механике. Матрица плотности и ее свойства. Чистые и смешанные состояния. Среднее значение наблюдаемой в смешанном и в чистом состояниях. Собственные значения и собственные вектора наблюдаемых и их физический смысл.
[I] §§5,6,8
2. Дисперсия. Свойства дисперсии чистых и смешанных состояний. Общие соотношения неопределенности Гейзенберга. Соотношения неопределенности для пары наблюдаемых координата-импульс.
[I] §2 (стр.14,15), §7
3. Две картины эволюции в квантовой механике: Гейзенберга и Шредингера. Оператор эволюции. Эволюция чистых состояний в квантовой механике. Уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера. Принцип суперпозиции.
[I] §9
4. Квантование гармонического осциллятора. Операторы рождения-уничтожения. Пространство Фока. Спектр оператора энергии (гамильтониана). Соотношения неопределенности координата-импульс для n -частичных состояний.
[I] §§16,18; или [II] глава XII §§2-6
5. Различные представления для квантового гармонического осциллятора: координатное представление и полиномы Эрмита; голоморфное представление.
[I] §17,19; [IV] §11
6. Когерентные состояния квантового гармонического осциллятора. Полнота набора когерентных состояний. Соотношения неопределенности координата-импульс для когерентных состояний.
[IV] §26,13
7. Гильбертово пространство, его реализация $L_2(\mathbb{R})$. Пространства Шварца и финитных функций как подмножества $L_2(\mathbb{R})$. Сопряженный, эрмитов и самосопряженный операторы. Спектр самосопряженного оператора. Расширение (оснащение) гильбертова пространства.

Обобщенные собственные вектора непрерывного спектра как антилинейные функционалы. Разложение произвольного вектора гильбертова пространства по базису собственных векторов самосопряженного оператора.

Записки лекций

8. Координатное и импульсное представления операторов декартовых координат и импульсов. Самосопряженность, спектр и обобщенные собственные вектора этих операторов. Волновые пакеты. Переход от координатного к импульсному представлению и обратно.

Записки лекций; [I] §§11,12,15,21

9. Статистическая интерпретация волновой функции (т.е., решения уравнения Шредингера в координатном представлении). Плотность распределения и плотность потока вероятности. Уравнение непрерывности.

[II] глава IV §§2-4

10. Одномерное движение в поле прямоугольного потенциального барьера. Отражение и прохождение плоских волн. Туннельный эффект.

лучше в [V] глава 11, §§4,5; также в [II] глава III §3,7

11. Одномерное движение в поле бесконечной и конечной прямоугольной потенциальной ямы. Условия квантования спектра оператора энергии. Подсчет числа связанных состояний (т.е. состояний дискретного спектра) в конечной яме.

лучше в [IV] §14; также в [II] глава III §§5,6

12. Классический предел квантовой механики. Механическая интерпретация – теорема Эренфеста. Гидродинамическая (оптическая) интерпретация.

[II] глава VI §§2,4

13. Каноническое квантование. Его неоднозначность. Вейлевское квантование. Формула обращения и вычисление средних значений квантовых наблюдаемых.

Записки лекций; [I] §14

14. Деформационное квантование: \star_{\hbar} -произведение Мойала и его квазиклассический предел.

Записки лекций

15. Квантовая задача двух тел с центральным взаимодействием. Интегралы движения. Переход в систему центра масс. Гамильтониан относительного движения в сферических координатах.
[Ш] глава IX §§11,12,2; [IV] §32(стр.136-138); [I] §23
16. Квантование момента импульса. Классификация унитарных неприводимых представлений момента импульса (или алгебры Ли $su(2)$).
[III] глава XIII §§3-6 или [I] §29
17. Квантование момента импульса в координатном представлении. Сферические функции и полиномы Лежандра. “Квантовые орбиты”.
[III] глава XIII §§8,9; [II] дополнение Б §§9,10; [IV] §34 (стр.151,152)
18. Радиальное уравнение Шредингера. Асимптотика радиальной волновой функции при $r \rightarrow 0$. Оценка числа состояний дискретного спектра для дальнедействующих и короткодействующих потенциалов (без доказательства). Решение радиального уравнения Шредингера для атома водорода. Полиномы Лагерра. Энергетический спектр атома водорода.
[I] §§31,32; см. также [II] глава IX §4, глава XI §§4,5, дополнение Б §§2,3

Литература для подготовки:

- [I] Л.Д. Фаддеев, О.А. Якубовский, “Лекции по квантовой механике для студентов-математиков”, изд. Ленинградского университета, 1980.
- [II] Альберт Мессиа. “Квантовая механика”. Том I, М., Наука, 1978.
- [III] Альберт Мессиа. “Квантовая механика”. Том II, М., Наука, 1979.
- [IV] В.В. Балашов, В.К. Долинов. “Курс квантовой механики”. Ижевск: НИЦ “Регулярная и хаотическая динамика”, 2001.
- [V] Д. Бом. “Квантовая теория”. М.: Наука, 1965.

Найти эти книги можно по адресу:

<http://www.poiskknig.ru/>