

Теоретический минимум
для экзамена по квантовой теории (2-й поток)
(январь 2007 г.)

Часть I

1. Матрица плотности

- условие нормировки для матрицы плотности $\hat{\rho}$ = ?
- среднее значение наблюдаемой $\langle \hat{A} \rangle$, если система находится в состоянии с матрицей плотности $\hat{\rho}$ = ?
- вероятность пребывания в чистом состоянии $|\psi\rangle$, если система находится в состоянии с матрицей плотности $\hat{\rho}$ = ?
- необходимое и достаточное условие чистоты состояния, если система находится в состоянии с матрицей плотности $\hat{\rho}$ = ?
- связь между $\hat{\rho}$ и волновой функцией $|\psi\rangle$ в этом случае = ?

2. Волновая функция

- условие нормировки для волновой функции $|\psi\rangle$ = ?
- среднее значение наблюдаемой $\langle \hat{A} \rangle$, если система находится в состоянии с волновой функцией $|\psi\rangle$ = ?
- вероятность пребывания в чистом состоянии $|\xi\rangle$, если система находится в состоянии с волновой функцией $|\psi\rangle$ = ?

3. Составные системы

- Выражение для матрицы плотности подсистемы = ?

4. Динамика:

- Уравнение Гайзенберга для произвольного оператора \hat{A} = ?
- Нестационарное уравнение Шредингера (общий случай) = ?
- Стационарное уравнение Шредингера (общий случай) = ?

5. Одномерное движение материальной точки

- каноническое коммутационное соотношение $[\hat{x}, \hat{p}]$ = ?
- нестационарное уравнение Шредингера для одномерного движения материальной точки в координатном представлении = ?
- стационарное уравнение Шредингера для одномерного движения материальной точки в координатном представлении
- уравнение непрерывности для одномерного движения материальной точки в координатном представлении

6. Гармонический осциллятор

- $[\hat{a}, \hat{a}^+] = ?$
- $\hat{a}^+|n\rangle = ?$ $\hat{a}^+|n\rangle = ?$
- $E_n = ?$
- Когерентное состояние $|\alpha\rangle$, $\hat{a}|\alpha\rangle = ?$, $\langle \alpha|\hat{a}^+ = ?$

7. Квазиклассическое приближение

- Правило квантования Бора-Зоммерфельда = ?
- Условие его применимости = ?
- Коэффициент туннелирования сквозь потенциальный барьер = ?
- Условие применимости этой формулы = ?

8. Трехмерное движение материальной точки

- канонические коммутационные соотношения $[\hat{x}_i, \hat{p}_j] = ?$
- стационарное уравнение Шредингера в координатном представлении для трехмерного движения материальной точки = ?

9. Момент

- определение момента
- $\langle l'm'|lm\rangle = ?$ $\langle \vec{l}^2|lm\rangle = ?$ $\langle l_z|lm\rangle = ?$ $\langle l_+|lm\rangle = ?$ $\langle l_-|lm\rangle = ?$
- определение скалярного и векторного операторов
- матричные элементы скалярного оператора A : $\langle l'm'|A|lm\rangle = ?$

9. Формулы для операторов

- $\exp(\hat{A})\hat{B}\exp(-\hat{A}) = ?$
- Если $[\hat{A}, \hat{B}] = \lambda$, то $[\hat{A}, f(\hat{B})] = ?$
- Явный вид матриц Паули $\sigma_i = ?$
- $(\vec{a} \cdot \vec{\sigma})(\vec{b} \cdot \vec{\sigma}) = ?$

1. Стационарная теория возмущений.
 - Условие применимости.
 - Невырожденный уровень. Поправка к энергии, 1-й порядок.
 - Невырожденный уровень. Поправка к энергии, 2-й порядок.
 - Невырожденный уровень. Поправка к волновой функции, 1-й порядок.
 - Вырожденный уровень. Поправка к энергии, 1-й порядок.
2. Потенциальное рассеяние.
 - Волновая функция, описывающая рассеяние, амплитуда рассеяния.
 - Амплитуда рассеяния в 1-м Борновском приближении. Условия применимости 1-го Борновского приближения.
 - Парциальное разложение плоской волны.
 - Парциальное разложение волновой функции, описывающей рассеяние.
 - Парциальное разложение амплитуды рассеяния.
 - Парциальное разложение сечения рассеяния.
 - Условие унитарности для парциальных амплитуд рассеяния.
 - Выражение для парциальной амплитуды рассеяния через фазу рассеяния.
3. Переходы.
 - Представление взаимодействия (Дирака).
 - Уравнение для эволюции операторов в представлении взаимодействия (Дирака).
 - Уравнение для эволюции волновой функции в представлении взаимодействия (Дирака).
 - Связь представления взаимодействия (Дирака) с представлениями Шредингера и Гайзенберга.
 - Золотое правило Ферми.
4. Вторичное квантование.
 - Канонические коммутационные соотношения для операторов рождения и уничтожения.
 - Оператор волновой функции.
 - Выражения для одночастичного и двухчастичного операторов.
5. Излучение.
 - Коммутационные соотношения для операторов рождения и уничтожения фотонов.
 - Энергия и импульс поля излучения.
 - Оператор вектор-потенциала.
 - Формула для электрического дипольного излучения.
 - Правила отбора для электрического дипольного излучения.
6. Уравнение Дирака.
 - Уравнение Дирака.