

Теоретический минимум
для экзамена по квантовой теории (2-й поток)
(январь 2011 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 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. Измерение наблюдаемой \hat{A} (чисто дискретный спектр) в состоянии $\hat{\rho}$:
 - вероятность получить значение a_i , если система находится в состоянии с матрицей плотности $\hat{\rho}$ = ?
 - вероятность получить значение a_i , если система находится в состоянии с волновой функцией $|\psi\rangle$ = ?
4. Составные системы:
 - выражение для матрицы плотности подсистемы = ?
5. Динамика:
 - Уравнение Гайзенберга для произвольного оператора \hat{A} = ?
 - Нестационарное уравнение Шредингера (общий случай) = ?
 - Стационарное уравнение Шредингера (общий случай) = ?
6. Одномерное движение материальной точки:
 - каноническое коммутационное соотношение $[\hat{x}, \hat{p}]$ = ?
 - нестационарное уравнение Шредингера в координатном представлении = ?
 - стационарное уравнение Шредингера в координатном представлении = ?
 - уравнение непрерывности = ?
7. Гармонический осциллятор:
 - $[\hat{a}, \hat{a}^+] = ?$
 - $\hat{a}|n\rangle = ?$ $\hat{a}^+|n\rangle = ?$
 - уровни энергии $E_n = ?$
 - когерентное состояние $|\alpha\rangle$: $\hat{a}|\alpha\rangle = ?$ $\langle \alpha | \hat{a}^+ = ?$
8. Трехмерное движение материальной точки:
 - канонические коммутационные соотношения $[\hat{x}_i, \hat{p}_j]$ = ?
 - нестационарное уравнение Шредингера в координатном представлении = ?
 - уравнение непрерывности = ?
9. Момент:
 - определение момента = ?
 - $\langle l' m' | l m \rangle = ?$ $\langle \vec{l}^2 | l m \rangle = ?$ $\langle l_z | l m \rangle = ?$ $\langle l_+ | l m \rangle = ?$ $\langle l_- | l m \rangle = ?$
 - определение скалярного и векторного операторов = ?
 - матричные элементы скалярного оператора A : $\langle l' m' | A | l m \rangle = ?$
10. 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 σ_i = ?
 - $(\vec{a} \cdot \vec{\sigma})(\vec{b} \cdot \vec{\sigma}) = ?$

Часть II

1. Стационарная теория возмущений.
 - Условие применимости = ?
 - Невырожденный уровень. Поправка к энергии, 1-й и 2-й порядки = ?
 - Вырожденный уровень. Поправка к энергии, 1-й порядок = ?

2. Потенциальное рассеяние.

- Амплитуда рассеяния в 1-м Борновском приближении = ?
- Условия применимости 1-го Борновского приближения = ?
- Условие унитарности для парциальных амплитуд рассеяния = ?
- Выражение для парциальной амплитуды рассеяния через фазу рассеяния = ?

3. Переходы.

- Уравнение эволюции волновой функции в представлении взаимодействия (Дирака) = ?
- 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 = ?

6. Уравнение Дирака.

- Уравнение Дирака = ?