

Теоретический минимум
для экзамена по квантовой теории (1-й поток)
(январь 2015 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 Гейзенберга 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 = ?
 - $\langle l' m' | l m \rangle = ?$ $\langle \vec{l}^2 | l m \rangle = ?$ $l_z | l m \rangle = ?$ $l_+ | l m \rangle = ?$ $l_- | l m \rangle = ?$
 - 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 = ?
 - Невырожденный уровень. Поправка к волновой функции, 1-й порядок = ?

- 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 = ?
 - Асимптотика для решения радиального уравнения Шредингера в задаче рассеяния = ?
3. Переходы.
- Переходы мгновенные и адиабатические: определение и результат = ?
 - Вероятность перехода в первом порядке нестационарной теории возмущений = ?
 - 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 = ?