

Теоретический минимум
для экзамена по квантовой теории (1-й поток)
(январь 2012 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. Трёхмерное движение материальной точки:
 - канонические коммутационные соотношения $[\hat{x}_i, \hat{p}_j]$ = ?
 - нестационарное уравнение Шредингера в координатном представлении = ?
 - уравнение непрерывности = ?
9. Момент:
 - определение момента = ?
 - $\langle l^m | l^m \rangle = ?$ $\langle l^2 | l^2 \rangle = ?$ $\langle l_z | l^m \rangle = ?$ $\langle l_+ | l^m \rangle = ?$ $\langle l_- | l^m \rangle = ?$
 - 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 $f(\theta) = ?$
- Условия применимости 1-го Борновского приближения $f(\theta) = ?$
- Условие унитарности для парциальных амплитуд рассеяния $f_l = ?$
- Выражение для парциальной амплитуды рассеяния через фазу рассеяния $f_l = ?$
- Асимптотика для решения радиального уравнения Шредингера в задаче рассеяния $f_l = ?$

3. Переходы.

- Уравнение эволюции волновой функции в представлении взаимодействия (Дирака) $i\hbar \frac{d}{dt} \psi = H' \psi = ?$
- Золотое правило Ферми $\Gamma = ?$

4. Излучение.

- Коммутационные соотношения для операторов рождения и уничтожения фотонов $[a, a^\dagger] = ?$
- Энергия и импульс поля излучения $H = ?$
- Оператор вектор-потенциала $\mathbf{A} = ?$
- Формула для электрического дипольного излучения $\Gamma = ?$

5. Уравнение Дирака.

- Уравнение Дирака $(\hat{\alpha} \cdot \mathbf{p} + \hat{\beta} mc) \psi = E \psi = ?$