

## Квантовая механика (экзамен)

### Квант. минимум

Вопросы, на которые надо отвечать без подготовки. При этом надо знать определения, формулировки утверждений и уметь написать соответствующие формулы. Неправильный ответ на один из этих вопросов влечет за собой снижение оценки на один балл (по пятибалльной системе).

1. Определение линейного оператора в гильбертовом пространстве. Определение равенства, суммы, произведения, коммутатора и антикоммутатора для пары операторов. Определение обратного, эрмитово сопряженного, унитарного, самосопряженного операторов.
2. Спектр линейного самосопряженного оператора. Свойства собственных функций и собственных значений самосопряженного оператора. Разложение функций по полному набору собственных функций самосопряженного оператора. Формулировки теорем о коммутирующих операторах. Собственные функции операторов импульса и координаты, их нормировка.
3. Операторы физических величин. Процедура квантования. Операторы координаты, импульса и кинетической энергии. Оператор Гамильтона частицы в потенциальном поле. Оператор Гамильтона частицы в электромагнитном поле.
4. Понятие состояния квантовой системы и волновой функции. Чистые и смешанные состояния. Физический смысл волновой функции. Среднее значение физической величины. Определение статистического оператора. Статистический оператор чистого состояния. Вероятностное толкование результатов измерения физических величин. Редукция волновой функции при измерении. Полный набор физических величин и операторов.
5. Соотношение неопределенности Гейзенберга общего вида для пары физических величин. Соотношение неопределенности Гейзенберга для координаты и импульса.
6. Временное уравнение Шредингера для волновой функции. Стационарные состояния и стационарное уравнение Шредингера. Уравнение Лиувилля для статистического оператора. Квантовое уравнение неразрывности.
7. Качественный вид спектра энергии для потенциальной ямы, потенциального барьера, периодического потенциала и гармонического осциллятора. Понятия туннельного эффекта и надбарьерного отражения. Энергетический спектр осциллятора.
8. Оператор углового момента. Спектры квадрата оператора углового момента и его проекции на ось  $z$ . Операторы орбитального и спинового моментов. Матрицы Паули.
9. Волновые функции центрального поля. Радиальное уравнение Шредингера. Асимптотики радиальных функции в нуле. Спектр энергий атома водорода. Вырождение уровней энергии частицы в центральном поле.
10. Уравнение Дирака. Спектр гамильтониана Дирака для свободной частицы. Качественный вид спектра гамильтониана Дирака для частицы в кулоновском поле. Оператор магнитного момента электрона в нерелятивистском пределе.
11. Отличие невырожденной и вырожденной стационарных теорий возмущений. Поправки первого и второго порядков к энергии одиночного уровня. Модельное пространство. Секулярное уравнение. Поправка первого порядка к энергии и правильные волновые функции нулевого порядка в теории возмущений для вырожденных уровней.
12. Качественно эффект Зеемана, эффект Пашена-Бака, эффект Штарка. Различие эффектов Штарка в центральном и кулоновском полях.
13. Амплитуда и вероятность перехода под действием возмущения, зависящего от времени. Соотношение неопределенности энергия-время.

14. Стационарная постановка задачи рассеяния. Дифференциальное сечение рассеяния. Борновское приближение. Определение сдвига фазы для рассеяния на сферически симметричном потенциале. Парциальное разложение амплитуды рассеяния.
15. Понятие тождественности частиц, их неразличимость. Точная формулировка принципа Паули. Одночастичное приближение. Принцип Паули в одночастичном приближении.
16. Гамильтониан многочастичной системы. Система двух частиц, приведенная масса. Физический смысл адиабатического приближения в теории молекул.
17. Отличие методов Хартри и Хартри-Фока.