

Физические основы квантовой информатики

Автор

д.ф.-м.н С.Н.Молотков

Содержание дисциплины.

Лекция 1.

Стандартная статистическая модель квантовой механики.

Операторы в гильбертовом пространстве. Операторы плотности. Неоднозначность представления матрицы плотности. Спектральные меры. Статистические постулаты.

Лекция 2.

Теорема Глисона. Совместимые наблюдаемые.

Примеры простейших квантовых систем: спин-1/2; поляризация фотона, сфера Блоха. Составные квантовые системы. Тензорное произведение гильбертовых пространств. Запутанность. Скрытые переменные и несепарабельность квантовых состояний.

Лекция 3.

Симметрии, кинематика, динамика квантовых систем.

Группы симметрии. Однопараметрические группы. Соотношения Вейля. Гауссовы состояния.

Лекция 4.

Статистика квантово-механических измерений.

Обобщенные наблюдаемые. Разложение единицы. Ортогональные измерения. Обобщенные измерения. Простейшие примеры измерения кубитов. Теорема Наймарка.

Лекция 5.

Физически допустимые преобразования матриц плотности.

Ортогональные измерения для тензорного произведения. Понятие POVM.

Примеры. Понятие супероператора (инструмента).

Лекция 6.

Свойства супероператоров. Представление в виде операторных сумм, линейность, полная положительность. POVM как супероператор.

Теоремы представления Крауса супероператора.

Теоремы представления Крауса супероператора.

Лекция 7.

Понятие квантовых каналов связи. Примеры каналов:

деполяризующий канал, канал с затуханием фазы, канал с затуханием амплитуды.

Лекция 8.

Квантовая запутанность. Несепарабельность EPR-пары.

Скрытая квантовая информация. Скрытые переменные и понятие о неравенствах

Белла. Экспериментальные аспекты.

Лекция 9.

Использование квантовой запутанности. Плотное кодирование.

Квантовая криптография на EPR-эффекте. No cloning теорема.

Квантовая криптография на неортогональных состояниях. Квантовая телепортация.

Лекция 10.

Энтропия Шеннона и сжатие информации.

Взаимная информация. Теорема кодирования Шеннона в канале с шумом.

Лекция 11.

Квантовая энтропия фон Неймана. Некоторые свойства

квантовой энтропии фон Неймана. Энтропия и термодинамика.

Лекция 12.

Сжатие квантовой информации (теорема Шумахера --

квантовый аналог кодирования Шеннона). Кодирование смешанных состояний.

Лекция 13.

Различимость квантовых состояний.

Доступная информация, фундаментальное неравенство Холево.

Достижение границы Холево для чистых и смешанных состояний.

Лекция 14.

Пропускная способность квантового канала связи. Пропускная способность

квантового канала связи с распределенным запутанным состоянием.

Лекция 15.

Запутанность для смешанных состояний.

``Очистка" неидеальной запутанности. Примеры.

Лекция 16.

Основные протоколы квантовой криптографии и их реализации. Примеры.

Практические занятия с решением задач по теме курса лекций.