

Алгебраические методы квантовой информатики

Автор

А.Ю. Чернявский, к.ф.-м.н. ассистент

Содержание дисциплины

1. Введение.

Основные направления квантовой информатики. Повторение необходимые сведений из линейной алгебры. Понятие кубита. Многочастичные квантовые состояния. Понятие квантовой запутанности. Квантовые преобразования и измерения.

2. Пространство тензоров. Чистые квантовые состояния.

Тензорное произведение векторных пространств: определение и свойства. Независимость от выбора базиса. Тензорное произведение матриц. Тензорная алгебра. Пространство операторов как пространство тензоров типа $(1,1)$. Квантовые состояния и преобразования как элементы тензорных пространств. Малокубитные преобразования и их алгоритмическая реализация.

3. Запутанность чистых состояний.

Определение запутанных состояний. Критерий запутанности и его программная реализация. Разложение Шмидта. Редуцированная энтропия фон Неймана. Понятие LOCC- и SLOCC-преобразований. Классификация SLOCC-запутанности.

4. Антисимметричные и симметричные тензоры. Тождественные частицы.

Внешняя степень векторных пространств. Пространство антисимметричных тензоров. Алгебра Грассмана. Формализм состояний: антисимметрия в формализме гильбертова пространства, формализм детерминантов Слэйтера, числа заполнения. Связь с алгебраическими структурами. Симметричные тензоры и бозоны.

5. Запутанность тождественных частиц.

Переход к другому одночастичному базису. Плюккерovy координаты. Соотношения Плюккера и критерий запутанности многофермионного состояния. Симплектический базис антисимметричных матриц и разложение Слэйтера.

6. Смешанные квантовые состояния.

Понятие матрицы плотности. Преобразование и измерение смешанных состояний. Выпуклость матриц плотности. Экстремальные точки смешанных состояний.

7. Запутанность смешанных состояний.

Определение запутанности смешанных состояний. PPT-критерий. Вычислительные сложности. Геометрия запутанности смешанных состояний.

8. Понятие о мерах запутанности.

Требования к мерам запутанности. Примеры мер. Сложность построения мер квантовой запутанности.