

# 课程名称：量子信息物理原理进展

一、课程编码：1800003

课内学时：32 学分：2

二、适用学科专业：凝聚态物理，理论物理和其他物理及信息类专业

三、先修课程：量子力学，线性代数，概率论等。

四、教学目标

通过本课程的学习，使研究生：

- 1、了解量子信息理论的历史和现状；
- 2、掌握量子信息理论的基本概念、基本原理、基本方法以及在其它领域内的应用；
- 3、了解量子信息理论的一些近期研究进展。

五、教学方式

课堂讲授，课堂讨论与材料自学。

六、主要内容及学时分配

- |                   |     |
|-------------------|-----|
| 1 量子信息的历史和现状      | 3学时 |
| 2 数学基础            | 3学时 |
| 2.1 Hilbert空间初步   |     |
| 2.2 谱分解定理         |     |
| 2.3 算符及算符函数       |     |
| 2.4 张量积及基本性质      |     |
| 2.5 极分解与奇异值分解     |     |
| 2.6 凸函数及Jensen不等式 |     |
| 3 量子力学基本假设        | 3学时 |
| 3.1 状态空间假设        |     |
| 3.2 演化假设          |     |
| 3.3 测量假设          |     |
| 3.4 复合系统假设        |     |
| 4 密度算符            | 2学时 |
| 4.1 密度算符的定义及其演化   |     |
| 4.2 密度算符的基本性质     |     |
| 4.3 约化密度算符        |     |
| 4.4 Schmidt分解和纯化  |     |
| 5 量子操作            | 3学时 |
| 6.1 量子操作的三种表示方法   |     |
| 6.2 量子操作应用实例      |     |
| 7 量子信息的距离度量       | 3学时 |
| 7.1 经典信息的距离度量     |     |
| 7.2 量子态的距离度量      |     |
| 8 熵和信息            | 7学时 |
| 8.1 Shannon熵及基本性质 |     |

- 8.2 Von Neumann熵及基本性质
- 8.3 Von Neumann熵强次可加性及应用
- 9 量子信息理论
- 9.1 Holevo界
- 9.2 数据压缩
- 9.3 经典信息在噪声量子信道中的传输
- 9.4 量子信息在噪声量子信道中的传输

8学时

#### 七、考核与成绩评定

平时成绩 (30%) + 阅读报告 (70%)

#### 八、主要参考书:

1. M. A. Nielsen and I. L. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information, Cambridge University Press, 2000.
2. M. M. Wilde, Quantum Information Theory, Second Edition, Cambridge University Press, 2016.
3. G. Aubrun and S. Szarek, Alice and Bob Meet Banach The Interface of Asymptotic Geometric Analysis and Quantum Information Theory, American Mathematical Society, 2017.
4. S. Lloyd, Quantum Information Science, MIT, 2008.
5. IEEE Transactions on Information Theory, Special issue on 50 years of information Theory, Vol. 44, No. 6, 1998.
6. C. E. Shannon, A Mathematical Theory of Communication, 1948.
7. T. Cover and J. A. Thomas, Elements of Information Theory, Second Edition, Wiley, 2006.

#### 九、大纲撰写人: 刘玉龙