# 0508037016《量子信息与量子通信》教学大纲

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 课程编号 | 0508037016 | | 课程中文名称 | 量子信息与量子通信 | | | | | 学时 | | 20 |
| 课程性质 | □学位课  ■非学位课  □其他 | | 课程英文名称 | Quantum Information and Quantum Communication | | | | | 学分 | | 1.0 |
| 开课时间 | ■春  □秋 | | 适用学科（类别） | 光学工程 | | | | 适用学生 | ■硕士  ■博士 | | |
| 先修课程 | | 量子力学、统计物理、激光原理 | | | | | | | | | |
| 开课单位 | | 光电科学与工程学院 | | | | | | | | | |
| 大纲撰写人 | | 李小飞 | | | 大纲审稿人 | 刘永 | 制（修）定时间 | | | 2022.5 | |

**一、教学目标**

通过本课程的教学，使光学工程及相关专业的硕士博士研究生掌握基于量子力学的信息学基本原理，了解量子通信领域的学科前沿，掌握量子信息和量子通信方面的基本知识，具备相关领域的教学科研和技术开发的能力。

**二、教学内容与要求**

第一章：绪论（6学时）

1本章教学内容： （1）量子信息与量子通信的基本概念及前沿动态, 量子比特, 量子信息编码：量子信源、香农熵、冯诺依曼熵、信源编码、信道编码（2学时），（2）量子信息学的量子力学基础：希尔伯特空间、 叠加态、纠缠态、态矢、算符、量子测量理论（4学时, 其中2学时讨论）。

2本章教学要求：通过本章课程的学习，要求学生了解量子信息与量子通信的基本概念、

性能指标、发展现状等，并掌握必需的量子力学知识。

3本章教学重点：（1）量子比特, (2) 量子叠加态，（3）量子纠缠态。

4本章教学难点：（1）理解叠加态与纠缠态的物理含义。

5思考题：2-3题。

第二章：量子信息处理（8学时）

1本章教学内容：（1）量子逻辑门, 量子加法器, 通用量子逻辑门（2学时），（2）量子并行性, Deutsch算法, Deutsch-Jozsa 算法 (2学时），（3）量子算法：量子离散傅里叶变换, 量子离散傅里叶变换的应用: 解本征方程, 质因数分解（4学时）。

2本章教学要求：通过本章课程的学习，要求学生理解基于量子力学信息存储和处理的

基本原理及方法。

3本章教学重点：（1）量子逻辑门，（2）量子算法。

4本章教学难点：（1）量子离散傅里叶变换，（2）质因数分解。

5习题：2-3题。

第三章：量子通信（6学时）

1本章教学内容：（1）简易量子通信网络系统与量子通信安全： 不可克隆原理、量子Zeno效应、BB84通信协议、量子密钥分发（2学时, 讨论课），（2）量子纠缠：纯态、混态、纠缠态的数学描述、BELL定理、纠缠光子对的产生、纠缠退相干模型（2学时, 讨论课），（3）量子远程传态与通信网络： 量子信息的调制、 量子中继、量子隐形传态原理及实现（2学时 讨论课）。

2本章教学要求：通过本章课程的学习，要求学生理解量子信息与量子计算的基本原

理，掌握量子信息的基本理论方法。

3本章教学重点：（1）量子密钥分发，（2）量子通信与安全。

4本章教学难点：（1）BB84协议，（2）量子隐形传态。

5课程设计或专题论文:量子信息处理或量子通信两个方向选一。

**三、教学方式**

课程采取课堂教学(12)+小组研讨(8)相结合的教学方式。

**四、考核方式与成绩评定**

课程考核方式为考查，采取提交报告的方式。

成绩评定：期末占70%，平时占30%。

**五、教材及主要参考书目**

教材：

[1] 《量子计算与量子信息》 (10周年版)， [美]Michael A. Nielsen（迈克尔 A. 尼尔森），Isaac L. Chuang（艾萨克 L. 庄），清华大学出版社，2015

[2]《量子信息处理技术》，赵生妹，郑宝玉，北京邮电大学出版社，2010

参考书目：

[1]《Quantum Information, Computation and Communication》，J. A. Jones,D. Jaksch，Oxford University Press, 2012

[2]《Quantum Computation and Quantum Information》(10th Anniversary Edition) , M. A. Nielsen, I. L. Chuang，Cambridge University Press，2011

[3]《量子信息物理原理》，科学出版社，张永德，2016