

《高等量子力学》课程教学大纲

课程代码			
课程名称	中文	高等量子力学	
	英文	Advanced quantum mechanics	
开课单位	物理工程学院	授课语言	中文
课程层次	硕士研究生	课程类别	必修课
授课方式	现代多媒体技术和传统板书结合	考试方式	闭卷
讲课学时	60	实践学时	4
总学时	64	学分	4
适用对象	物理学一级学科专业研究生		

一、教学目标与要求

量子力学是关于物质世界运动规律的基本理论，是现代物理学的基础和支柱。量子力学建立一百多年来，已为大量实验所精确检验，解释了范围极为广泛的自然现象，取得了前所未有的成功。它不仅深入到物理学的各个领域，在化学、生命科学、计算机科学等领域也得到广泛的应用。量子力学是一门发展中的科学理论。近 20 年来对量子力学基础的理论探索和实验验证有了长足的进步，揭示出一系列全新的物理现象。这些研究工作现已成为当代物理学一个非常活跃、深具基本意义、甚至会再次产生革命性进展的领域。

高等量子力学课程与本科生量子力学课相衔接，授课对象为物理学一级学科专业研究生。考虑到我校研究生来源较广，其本科阶段的量子力学课程授课内容深浅不一，因此本课程的部分内容与本科生量子力学课有所重叠。本课程的教学目的是使学生的量子力学知识更为全面、系统和深入，一方面为研究生学习阶段的后续课程如量子电动力学、量子场论、原子核理论和固体理论等提供理论准备，同时也为研究生以后开展科研工作打好基础。

通过本课程的学习要求学生深刻理解量子力学的基本原理，熟练掌握角动量理论、二次量子化方法、散射理论及其应用；初步掌握相对论量子力学的基本方程和简单问题的解

二、课程内容与学时分配

第一章：量子力学基本原理 (fundamental Principles of Quantum Mechanics 【10 学时】)

- § 1-1 量子力学基本公设
- § 1-2 幺正变换的一般理论
- § 1-3 坐标表象和动量表象
- § 1-4 量子力学中的对称性

第二章：量子动力学 (Quantum Dynamics) 【10 学时】

- § 2-1 时间演化和薛定谔方程
- § 2-2 薛定谔绘景和海森堡绘景

§ 2-3 费曼路径积分

§ 2-4 规范变换

第三章：角动量理论 (Theory of Angular Momentum) 【10 学时】

§ 3-1 角动量的本征值和本征态

§ 3-2 转动算符的矩阵表示——D 函数

§ 3-3 角动量的耦合——CG 系数、6-j 符号、9-j 符号

§ 3-4 不可约张量算符

§ 3-5 Wigner-Eckart 定理

第四章：二次量子化方法 (Second Quantization) 【10 学时】

§ 4-1 全同粒子体系的量子态

§ 4-2 粒子数表象

§ 4-3 粒子数表象中费米子体系态矢量及力学量的表示

§ 4-4 粒子数表象中玻色子体系的态矢量

§ 4-5 量子动力学与二次量子化

第五章：散射理论 (Scattering Theory) 【10 学时】

§ 5-1 散射问题

§ 5-2 势散射的格林函数解法

§ 5-3 李普曼—许温格方程

§ 5-4 散射的形式理论

第六章：相对论量子力学 (Relativistic Quantum Physics) 【10 学时】

§ 6-1 Klein-Gordon 方程

§ 6-2 Dirac 方程

§ 6-3 Dirac 方程的协变性

§ 6-4 自由 Dirac 方程的解

§ 6-5 电磁场中的 Dirac 方程

§ 6-6 中心力场中的 Dirac 方程

三、实验及实践性环节

专题讨论 (Seminar and special topics) 【4 学时】

四、教材

[1] J. J. Sakurai, 《Modern Quantum Mechanics》, John Wiley & Sons, Inc., 2005

[2] 喀兴林, 《高等量子力学》, 高等教育出版社, 1999.

[3] 曾谨言, 《量子力学》, (卷 I) 科学出版社, 2000; (卷 II) 科学出版社 2001.

主要参考书

[1] 徐在新, 《高等量子力学》, 华东师范大学出版社, 1994.

[2] 杨泽森, 《高等量子力学》, 北京大学出版社, 1995.

[3] P. A. Dirac, The Principles of Quantum Mechanics, Oxford University Press, 1958.

[4] G. Auletta, M. Fortunato, G. Paris, 《Quantum Mechanics》, Cambridge University Press, 2009

[5] D. J. Griffiths 著, 贾瑜、胡行、李玉晓 翻译, 《量子力学概论》, 机械工业出版社, 2009

[6] 胡行, 《量子力学教程》, 机械工业出版社, 2016.

[7] G. Esposito, G. Mamo, G. Miele, G. Sudarshan, 《Advanced Concepts in Quantum Mechanics》, Cambridge University Press, 2014.

大纲制订人：李德民、王杰芳、王恩

大纲审定人：胡行、李玉晓

制订日期：2016 年 9 月 修订日期：2018 年 6 月