

南方科技大学

2022 级硕士研究生入学考试大纲

考试科目代码：820 考试科目名称：量子信息基础综合

考试可以使用无字典存储和编程功能的电子计算器

一、考试要求

量子力学是现代物理学的主要分支，也是量子计算、量子精密测量、量子材料、拓扑量子物态等量子科学与工程研究院的主要研究方向的基础，更是探索基础科学与应用的基本研究工具。“量子信息基础综合”考试主要基于量子力学，侧重量子计算与信息的基础。对考生的要求是：

- 1) 掌握量子力学、量子计算的基本概念和基本原理；
- 2) 能运用量子力学处理微观粒子运动的基本问题，具有一定的公式推导能力；
- 3) 灵活运用量子力学知识综合分析和解决问题。

二、考试内容

1. 波函数与薛定谔方程

波函数及其统计诠释，概率密度与概率流密度，不确定度关系，薛定谔方程一般形式，能量本征方程，薛定谔方程的定态解，量子态叠加原理，波函数的归一化。

参考：a.第2章，c.第1章。

2. 一维势场中的粒子

一维定态问题的一般性质，无限深、有限深对称方势阱的解，束缚态与离散谱，方势垒的反射与透射，方势阱的反射、透射与共振， δ 势的穿透与束缚态，一维简谐振子的量子力学解。

参考：a.第3章，c.第2章。

3. 力学量的算符表示及随时间演化

算符的概念及其运算规则，厄米算符的本征问题，坐标算符和动量算符的本征解，共同本征函数，角动量与球谐函数，了解力学量随时间的演化，理解对称性与守恒定律，对称性与简并度的关系。

参考：a.第4、5章，c.第3、6章。

4. 中心力场

中心力场中粒子运动一般性质，球方势阱，氢原子问题。

参考：a.第6章，c.第4章。

5. 表象变换与量子力学的矩阵形式

量子态的不同表象，幺正变换，力学量的矩阵表示与表象变换，量子力学的矩阵形式，狄拉克符号。

参考：a.第8章。

6. 电磁场中带电粒子的运动

电磁场中带电粒子的薛定谔方程，两类动量，库仑规范，朗道规范，朗道能级的求解和结果，正常塞曼效应。

参考: a.第 7 章, c.第 6 章。

7. 自旋与角动量加法

电子自旋的实验基础, 自旋算符和自旋波函数, 泡利矩阵, 电磁场中的薛定谔方程, 两个角动量的耦合, 自旋单态与三重态, 塞曼效应和光谱的精细结构。

参考: a.第 9 章。

8. 绝热近似与量子力学的相位

绝热过程, 绝热定理, 绝热近似, 内禀和外禀时间尺度, 缓慢转动的磁场中的自旋的本征能量和本征态, 动力学相位, 几何相位, Berry 相位, 缓慢转动的磁场中的自旋的 Berry 相位, AB 效应, AB 相位和磁场的关系。

参考: b.第 5 章, c.第 10 章。

9. 量子态与量子纠缠的描述

纯态、混合态的密度矩阵, Bell 基, 纠缠态, 复合体系的纠缠态, 量子态的测量与制备

参考: a.第 9.4, b.第 1 章, c.第 12 章。

10. 多体理论

全同性原理及其对于多体系统波函数的限制, 费米子和玻色子系统, 泡利不相容原理。

参考: b.第 3 章, c.第 5 章。

三、 试卷结构

考试时间为 180 分钟, 满分为 150 分。

- 1) 基本概念和原理等基础知识 (约 60 分, 选择题);
- 2) 典型问题的分析和求解 (约 60 分, 分析求解题);
- 3) 灵活运用量子力学知识求解综合性问题 (约 30 分, 综合分析求解题)。

四、 参考书目

- a) 曾谨言, 《量子力学》第四版, 卷 I, 科学出版社, 2007 年。
- b) 曾谨言, 《量子力学》第四版, 卷 II, 第 1 章 量子态的描述, 科学出版社, 2007 年。【注: 曾老师的这套书在第四版开始有纠缠态等量子计算基础。】
- c) David J. Griffiths, 《量子力学概论》, 机械工业出版社, 2006 年 (Introduction to Quantum Mechanics 英文原版第二版)。