

南方科技大学

2024 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

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，delta 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) 量子纠缠与量子态的描述

Bell 基，纠缠态，纯态、混合体的密度矩阵，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)。