

《量子力学》考试大纲

学院（盖章）：

负责人（签字）：

专业代码：070200

专业名称：物理学

考试科目代码：801

考试科目名称：量子力学

（一）考试内容

考试范围为国内物理系必修课《量子力学》的基本内容。该科目不仅是物理专业的核心内容之一，也是其他需要近代物理知识背景的理工科专业的基础。考试内容以曾谨言著《量子力学导论》（第二版）为蓝本，包含初等量子力学的主要知识。重点考察波函数、Schrodinger 方程、力学量算符、表象变换、中心力场、定态求解、自旋角动量等内容。试题涵盖以下章节知识：

一、波函数与 Schrodinger 方程

1. 波函数的统计诠释
2. 态叠加原理
3. Schrodinger 方程

二、一维定态问题

1. 一维定态的一般性质
2. 方位势、 δ 势
3. 一维散射
4. 一维谐振子

三、力学量用算符表达与表象变换

1. 算符的运算规则

2. Hermite 算符的本征值与本征函数

3. 共同本征函数

4. 连续谱的归一化

5. 量子力学的矩阵形式与表象变换

6. Dirac 符号

四、力学量随时间演化与对称性

1. 力学量随时间演化

2. Schrodinger 绘景与 Heisenberg 绘景

3. 对称性与守恒量

4. 全同粒子波函数与交换对称性

五、中心力场、粒子在电磁场中的运动

1. 中心力场中粒子运动的一般性质

2. 球方势阱

3. 氢原子

4. 电磁场中的 Schrodinger 方程

5. Zeeman 效应

六、自旋与角动量

1. 电子自旋

2. 总角动量

3. 反常 Zeeman 效应

4. 自旋单态与三重态

七、定态问题与常用近似方法

1. 谐振子的升降算符
2. 角动量的本征问题与角动量耦合
3. 非简并态微扰论
4. 简并态微扰论
5. 变分法
6. 跃迁与含时微扰

(二) 考试基本要求

1. 正确理解量子力学中的基本概念、原理，掌握基本方法。
2. 能够做基础原理的推导，并应用于一些典型的实例。
3. 能够灵活、熟练运用规律原理，求解常见的物理模型。
4. 具有必要的数学运算能力，熟悉基本技巧、方法。

(三) 考察知识点要求

1. 波函数与 Schrodinger 方程

(1) 理解波函数的含义，能够计算概率、归一化、叠加态等问题。(2) 理解不确定度关系，会求解力学量的平均值。(3) 熟悉 Schrodinger 方程的意义，能够计算简单的含时或定态解。

2. 一维定态问题

会计算典型的一维定态问题，如无限深势阱（对称或非对称）、有限深势阱、 δ 势阱，以及一维散射问题、一维谐振子等。

3. 力学量的算符表示

(1) 熟悉力学量的算符表达与运算（坐标、动量、角动量、Hamilton 量等），包括标量算符与矢量算符。(2) 能进行 Hermite 算符本征问题的求解。理解共同本

征态、力学量完全集的含义。(3) 熟悉 Dirac 符号的形式运算。

4. 力学量的演化与表象变换

(1) 理解表象与表象变换的含义，掌握表象之间的变换关系。能够计算典型的表象变换问题。(2) 理解绘景的含义，掌握常见的 Schrodinger 绘景与 Heisenberg 绘景下，态与力学量的演化方程。可以求解典型的演化问题。(3) 清楚力学量与守恒之间的关系。

5. 中心力场与电磁场中的运动问题

(1) 会求解简单的中心力场问题。(2) 会求解简单的带电粒子在电磁场中的运动问题。

6. 自旋与角动量、粒子全同性

(1) 理解电子自旋的含义，掌握自旋的描述方式。特别是 Pauli 矩阵的各种性质和运算。(2) 了解自旋与磁矩的关系，清楚自旋与轨道角动量的区别与联系。(3) 理解一般角动量的意义，与自旋和轨道角动量的关系。掌握其简单代数性质。(4) 能够计算磁矩在外场中的状态变化，自旋角动量的演化。(5) 掌握升降算符的性质并能做简单运算。(6) 掌握全同粒子的交换性质，明确自旋单态和三重态的表示。

7. 近似方法

(1) 掌握简并与非简并定态微扰方法，能够解决典型微扰问题。(2) 掌握变分方法。(3) 掌握简单的跃迁方法。

(四) 考试题型

基本题型有：选择题、填空题、简答题、计算题等，包括各种合适的组合方式。

(五) 参考书

(1) 主要参考书

曾谨言,《量子力学导论》(第二版),北京大学出版社,2024.

(2) 其他推荐参考书

[1] 钱伯初、曾谨言,《量子力学习题精选与剖析》(第三版),科学出版社,2008.

[2] J. J. Sakurai, Jim Napolitano, Modern Quantum Mechanics, 3rd Edition, 2021.