

量子力学考试大纲

课程简介

量子力学是现代物理学最重要的基本理论之一，是现代科学技术的理论基础。量子力学是物理学专业的重要基础课程之一，是诸如半导体芯片设计、材料制备、新型计算机、量子信息等多个实际生产和研发领域的重要理论依据。

二、教材及参考书

- [1] 《量子力学》（第一版），周世勋，高等教育出版社。
- [2] 《量子力学导论》（第二版），曾谨言，北京大学出版社。

三、考试内容及要求

第一章 绪论

一、考核知识点

- 1. 光和粒子的波粒二象性概念
- 2. 旧量子理论对稳定系统的处理方法
- 3. 物质波和波粒二象性

二、考核要求

（一）光和粒子的波粒二象性概念

- 1. 识记：（1）量子理论中的基本常数（2）光和粒子的波粒二象性公式
- 2. 领会：光的波粒二象性。
- 3. 简单应用：光的波长与动量及频率与能量的关系与计算。

（二）旧量子理论对稳定系统的处理方法

- 1. 领会：旧量子理论对定态的处理方法。

（三）物质波和波粒二象性

- 1. 识记：德布罗意公式
- 2. 领会：微观物质粒子的波粒二象性。
- 3. 简单应用：微观物质粒子的德布罗意波长计算。

第二章 波函数与薛定谔方程

一、考核知识点

- 1. 波函数及其统计解释
- 2. 态叠加原理
- 3. 薛定谔方程及粒子流密度和粒子数守恒定律
- 4. 定态薛定谔方程

二、考核要求

（一）波函数及其统计解释

- 1. 识记：（1）波函数的统计解释（2）量子态
- 2. 领会：波函数及其物理意义。

（二）态叠加原理

- 1. 识记：薛定谔方程

（三）薛定谔方程及粒子流密度和粒子数守恒定律

- 1. 识记：（1）粒子流密度（2）守恒定律

（四）定态薛定谔方程

- 1. 识记：定态薛定谔方程
- 2. 综合应用：对一维无限深势阱和线性谐振子势定态问题的求解

第三章 量子力学中的力学量

一、考核知识点

- 1. 力学量的算符
- 2. 量子理论对氢原子的描述
- 3. 物理算符及其相关性质

4. 测不准关系

二、考核要求

(一) 力学量的算符

1. 识记：各种力学量算符
2. 领会：力学量的算符特性

(二) 量子理论对氢原子的描述

1. 识记：可分离变量情形的定态薛定谔方程求解
2. 领会：理解氢原子中电子运动的物理图像及量子数的意义
3. 综合应用：一维系统及氢原子的物理量计算

(三) 物理算符及其相关性质

1. 识记：力学量的本征值和平均值的计算
2. 领会：厄密算符的本征值和本征函数的特性

(四) 测不准关系

1. 识记：测不准关系及其导出
2. 领会：测不准原理
3. 简单应用：测不准原理对简单定态系统能量的估算

第四章 态和力学量的表象

一、考核知识点

1. 态的表象
2. 算符的矩阵表示
3. 幺正变换
4. 占有数表象

二、考核要求

(一) 态的表象

1. 识记：本征态及其完备性
2. 领会：本征态的完备性及与态叠加原理的关系

(二) 算符的矩阵表示

1. 识记：(1) 本征态及其完备性 (2) 不同表象下的态与力学量的表述方法
2. 简单应用：矩阵算符的本征值及本征函数的计算

(三) 幺正变换

1. 识记：不同表象之间的幺正变换
2. 领会：表象变换
3. 简单应用：动量及坐标表象之间的变换关系

(四) 占有数表象

综合应用：线性谐振子的占有数表象及其计算

第五章 自旋与全同粒子

一、考核知识点

1. 电子的自旋
2. 简单塞曼效应
3. 两个角动量的耦合
4. 全同粒子的特性、波函数、泡利原理
5. 两电子系统的自旋状态

二、考核要求

(一) 电子的自旋

识记：(1) 电子自旋的概念 (2) 自旋算符 (3) 泡利矩阵

(二) 简单塞曼效应

综合应用：简单塞曼效应及所引起的能级劈裂

(三) 两个角动量的耦合

1. 识记：两个角动量的耦合规则

2. 领会：单个粒子的角动量及系统的总角动量

3. 简单应用：两粒子系统的可能自旋

(四) 全同粒子的特性、波函数、泡利原理

1. 识记：(1) 全同粒子的统计及与自旋的关系 (2) 泡利不相容原理

2. 领会：自旋部分的波函数及体系的总波函数

(五) 两电子系统的自旋状态

简单应用：两电子系统的可能自旋及其状态

第六章 力学量随时间的演化与对称性

一、考核知识点

1. 力学量与对称性

2. 能级简并与守恒量

3. 球方势阱和谐振子势阱问题的求解

二、考核要求

(一) 力学量与对称性

1. 领会：(1) 力学量 (2) 对称性

2. 简单应用：力学量的平均值及几率分布随时间的变化

(二) 能级简并与守恒量

1. 识记：(1) 守恒量 (2) 力学量完备集

2. 领会：能级简并与守恒量的关系

(三)、球方势阱和谐振子势阱问题的求解

1. 识记：(1) 球方势阱的解 (2) 谐振子势阱的解

2. 简单应用：谐振子势阱和能级简并计算

第七章 粒子在电磁场中的运动

一、考核知识点

1. 电磁场中带电粒子的 Schrödinger 方程

2. 正常 Zeeman 效应

3. Landau 能级与波函数

4. 圆环上荷点粒子的能谱与磁通

5. 碱金属原子的双线结构

6. 反常 Zeeman 效应

二、考核要求

(一) 电磁场中带电粒子的 Schrödinger 方程

1. 识记：电磁场中带电粒子的运动方程

2. 领会：(1) 机械动量 (2) 正则动量

(二) 正常 Zeeman 效应

1. 识记：正常 Zeeman 效应的力学量完备集

2. 领会：解释正常 Zeeman 效应

(三) Landau 能级与波函数

1. 识记：(1) Landau 能级力学量完备集 (2) Landau 能级与波函数

2. 领会：(1) 反磁性 (2) 解释 Landau 能级

(四) 圆环上荷电粒子的能谱与磁通

1. 领会：如何处理圆环上荷电粒子的能谱与磁通

(五) 碱金属原子的双线结构

1. 领会：(1) 自旋-轨道相互作用 (2) 如何选力学量完备集

(3) 碱金属原子的双线结构

(六) 反常 Zeeman 效应

1. 领会：(1) 如何选力学量完备集 (2) 解释反常 Zeeman 效应

2. 综合应用：考虑自旋讨论带电粒子在各种电场和磁场中的运动

第八章 微扰论

一、考核知识点

- 1、非简并定态微扰理论
- 2、简并定态微扰理论
- 3、Schrödinger 方程与变分原理
- 4、不含时体系的量子跃迁
- 5、与时间有关的微扰理论

二、考核要求

（一）非简并定态微扰理论

1. 识记：非简并定态能量的一级和二级修正公式
2. 领会：非简并定态微扰论的适用条件
3. 简单应用：求粒子能量的一级和二级修正

（二）简并定态微扰理论

1. 识记：简并定态能量的一级修正公式
2. 领会：（1）简并定态微扰论的适用条件 （2）氢原子的 Stark 效应
3. 简单应用：求粒子能量的一级修正

（三）Schrödinger 方程与变分原理

1. 识记：Schrödinger 方程与变分原理的等价性
2. 领会：变分法

（四）不含时体系的量子跃迁

1. 综合应用：电子在磁场中的量子跃迁

（五）与时间有关的微扰理论，

1. 识记：微扰一级近似下量子跃迁几率公式

第九章 散射理论

一、考核知识点

- 1、散射现象的经典力学和量子力学描述
- 2、分波法
- 3、Born 近似
- 4、全同粒子的散射

二、考核要求

（一）散射现象的经典力学和量子力学描述

1. 领会：（1）散射现象的经典力学描述 （2）散射现象的量子力学描述

（二）分波法

1. 识记：分波法散射截面公式
2. 领会：分波法的适用条件
3. 综合应用：用分波法求散射相移、微分散射截面及总散射截面

（三）Born 近似

1. 识记：Born 近似散射振幅公式
2. 领会：Born 近似的适用条件

（四）全同粒子的散射

1. 领会：如何处理全同粒子的散射

● 关于能力层次的说明：

识记：要求学生能知道本章节中有关的概念、定理的含义，并能正确认识和表述。

领会：要求在识记的基础上，能全面把握本章中的基本概念、基本原理、基本方法，能掌握有关概念、定理、方法的区别与联系。

简单应用：要求在领会的基础上，能运用本章中的基本概念、基本规律中的少量知识点分析和解决有关的理论问题和实际问题。

综合应用：要求在简单应用的基础上，能运用本章中或者其它章节中学过的多个知识点，综合分析和解决比较复杂的问题。