

请考生注意：

- 1、《量子力学与近代物理》试题含 量子力学 和 近代物理 两部分的内容。
- 2、每部分试题满分 75 分。

## 一、基本内容与要求

### 第一部分：量子力学

本考纲重点涉及作为非相对论量子力学之波动力学的完整自洽的知识体系。考虑到专业特点和要求，量子力学内容包括：量子力学产生的过程和新进展，波函数和薛定谔方程，力学量和算符，态和力学量的表象，微扰论，自旋和全同粒子体系。

#### （一）量子力学产生的过程和新进展

经典物理学的困难，光和粒子的波粒二象性，德布罗意波；纠缠（交缠）态。

#### （二）波函数和薛定谔方程

波函数的统计诠释，态迭加原理，薛定谔方程，概率流密度和概率守恒定律，定态薛定谔方程；一维束缚态：方势阱，线性谐振子；一维散射态：势垒贯穿。

#### （三）力学量和算符

力学量与算符的关系，动量算符和角动量算符，箱归一化；电子在库仑场中的运动，氢原子（类氢原子），算符的对易关系；厄密算符的本征值、本征函数及其性质，共同本征函数，不确定度关系，力学量完全集合；力学量随时间的演化，守恒定律。

#### （四）态和力学量的表象

态的表象，算符的矩阵表示，量子力学公式的矩阵表述，表象变换；狄拉克符号。

#### （五）微扰论

非简并和简并定态微扰理论，与时间有关的微扰理论，跃迁概率；光的发射和吸收，偶极跃迁选择定则。

#### （六）自旋和全同粒子

电子自旋，自旋算符与自旋波函数，总波函数；全同粒子的特性，泡利原理；双电子自旋函数，简单塞曼效应，两个角动量的耦合。

### 第二部分：近代物理

#### （一）近代物理学中重要的实验现象、定律和理论

- 1、理解绝对黑体和黑体辐射概念；了解黑体辐射的实验结果、相关公式；掌握普朗克能量量子假说理论与公式；
- 2、理解光电效应及其特点，掌握爱因斯坦光子假说与光电效应的理论解释；
- 3、了解康普顿效应；掌握德布罗意波理论及其公式；理解海森伯不确定度关系；
- 4、掌握概率幅的概念及其物理含义；了解动力学变量的算符（包括动量与角动量算符）表示及其对易关系；理解算符的本征值、本征函数与简并度的概念；

- 5、掌握定态薛定谔方程及其物理意义，定态的物理含义以及运用薛定谔方程求解简单的离散或连续势场中的能量  $E$  问题；
- 6、掌握轨道角动量与电子自旋角动量的概念、量子数值与简并度；了解施特恩—格拉赫实验及其主要结果；
- 7、掌握光子角动量的概念与量子数大小；理解爱因斯坦受激辐射理论；
- 8、掌握量子共振的概念，了解量子共振的分析方法；
- 9、理解直角势垒和势阱的散射态以及量子隧穿效应，束缚态及其能量的量子化以及求解方法；
- 10、掌握能带产生的原理，理解电子在点阵上的散射；理解半导体的载流子分布、掺杂、扩散与复合等物理过程及其原理；
- 11、掌握声子的概念和物理含义；理解晶格的热导与金属的电导效应原理；
- 12、掌握超导现象的特点；了解二流体模型、伦敦方程与超导的唯象理论。

## （二）原子物理学

- 1、理解原子模型以及氢原子光谱规律；
- 2、掌握玻尔理论及其相关公式，以及对氢原子和类氢离子能级的求解；
- 3、掌握  $n, l, m$  三个量子数的物理意义，以及原子实理论对  $l$  简并解除的解释；
- 4、掌握原子壳层结构形成的规律、电子组态、电子自旋的影响、泡利原理和能量最小原理；
- 5、理解氢原子能级精细结构产生以及量子数  $j$  简并解除的原理；掌握量子数  $l, s, j$  的确定方法、原子态符号表达；能用正确的原子态符号表达和画出氢原子能级精细结构；了解兰姆移位现象；
- 6、理解碱金属原子的能级精细结构产生以及  $l$  简并解除的原理；能用正确的原子态符号表达和画出碱金属原子能级精细结构；
- 7、理解多价原子的能级精细结构产生的原理；掌握  $L-S$  耦合制式和  $j-j$  耦合制式的特点以及多电子原子的  $L, S, J$  的确定方法，对  $L-S$  耦合制式能通过电子组态获得正确的原子态符号表达并画出多价原子能级精细结构；
- 8、理解同科电子与偶数定则；了解泡利原理对同科电子组态的影响；
- 9、了解单电子和多电子辐射光谱特征；掌握辐射跃迁选择定则；能根据能级精细结构与辐射跃迁选择定则正确画出跃迁谱线；
- 10、了解内层电子跃迁与  $x$  射线产生机制、特征以及韧致辐射；
- 11、理解原子磁矩空间量子化的规律和原子在磁场中能级分裂的原理、塞曼效应；掌握原子在磁场中能级和谱线分裂的规律与计算分析。

## （三）原子核物理学

- 1、掌握原子核的组成和基本性质以及原子核符号中各量的意义；
- 2、理解原子核结合能的意义、原子核自旋和超精细能级结构的形成原理以及量子数的确定；
- 3、掌握元素衰变的类型；会写衰变方程；理解衰变规律，能根据衰变定律和半衰期进行有关计算；
- 4、了解中微子假说与穆斯堡尔效应，以及放射系的构成；
- 5、掌握核反应物理概念、反应能、反应截面的物理意义和遵守的守恒定律；理解核反应能的意义；
- 6、掌握核裂变的特点、链式裂变反应的原理和需要解决的关键问题；了解常见的链式裂

变反应与实现的方法；

- 7、掌握常见的核聚变反应方程，了解太阳与氢弹的核聚变反应；理解受控热核聚变的物理概念与实现的条件和方法。

## 二、参考书目

- (1) 周世勋，《量子力学教程》，高等教育出版社，1979(第1版)
- (2) 曾谨言，《量子力学教程》，科学出版社，2008(第2版)或2003(第1版)
- (3) 赵凯华，《量子物理》新概念物理教程，高教出版社

注：(1) 或 (2) 任选