

硕士《量子力学》考试大纲

课程名称：量子力学

科目代码：662

适用专业：物理学

参考书目：《量子力学教程》 曾谨言 编（2003，科学出版社）。

考试范围：

第一章 波函数与薛定谔方程：波函数的统计解释；薛定谔方程；量子态迭加原理。

第二章 一维势场中的粒子：一维势场中粒子能量本征态的一般性质；方势阱； δ 势；一维谐振子。

第三章 力学量用算符表示：算符运算规则；厄米算符的本征值与本征函数；共同本征函数；连续谱本征函数的“归一化”。

第四章 力学量随时间的演化与对称性：力学量随时间的演化；波包的运动；薛定谔图象与海森堡图象；守恒量与对称性的关系；全同粒子体系与波函数的交换对称性。

第五章 中心力场：中心力场中粒子运动的一般性质；无限深球方势阱；三维各向同性谐振子；氢原子。

第六章 电磁场中粒子的运动：电磁场中荷电粒子的运动，两类动量；正常 Zeeman 效应；Landau 能级。

第七章 量子力学的矩阵形式与表象变换：量子态的不同表象，幺正变换；力学量（算符）的矩阵表示；量子力学的矩阵形式；Dirac 符号。

第八章 自旋：电子的自旋态与自旋算符；总角动量的本征态；碱金属原子光谱的双线结构与反常 Zeeman 效应；自旋单态与三重态，自旋纠缠态。

第九章 力学量本征值问题的代数解法：谐振子的薛定谔因式分解法；角动量的本征值与本征态；两个角动量的耦合。

第十章 微扰理论：束缚态微扰论；散射态微扰理论。

第十一章 量子跃迁：量子态随时间的演化；突发微扰与绝热微扰；周期微扰，有限时间内的常微扰；能量-时间不确定关系；光的吸收与辐射的半经典理

论。

第十二章 其它近似方法：费米气体模型；变分法；分子结构。

理学院物理系研究生入学考试《大学物理》考试大纲

- 一、参考书目： 1.《大学物理学》 张三慧主编（第2版，清华大学出版社）；
2.《普通物理学》 程守洵、江之永编（第5版，高等教育出版社）。

二、考试范围：

第一章 质点运动学：质点的位置矢量，位移，速度和加速度；运动方程；平面曲线运动；质点运动学的两类基本问题；运动描述的相对性。

第二章 质点动力学：牛顿运动定律，惯性系；动量、动量定理，动量守恒定律；功、动能、动能定理；势能，机械能守恒定律，能量守恒与转化定律。质点的角动量，质点系的角动量、角动量定理、角动量守恒定律。

第三章 刚体的转动：刚体的平动与转动，刚体的定轴转动；力矩，刚体的定轴转动定律，转动惯量；定轴转动的动能及动能定理；刚体的角动量、角动量定理、角动量守恒定律。

第四章 狭义相对论：伽里略变换与经典力学的时空观；狭义相对论的两条基本假设，洛伦兹变换；狭义相对论的时空观；相对论动力学基础。

第五章 振动学基础：简谐振动及其表达式（振动方程），简谐振动的旋转矢量表示法；简谐振动的能量；同方向、同频率的简谐振动的合成。

第六章 波动学基础（弹性波）：弹性波的产生和传播；平面简谐波（波函数，简谐波波函数的物理意义）；平面波的波动方程；波的能量与能流密度；惠更斯原理；波的叠加原理，波的干涉，驻波；声波的多普勒效应。

第七章 光的干涉：光的单色性与相干性；光程和光程差；杨氏双缝干涉实验；薄膜干涉（牛顿环和劈尖干涉）；迈克尔逊干涉仪。

第八章 光的衍射：光的衍射现象，惠更斯-菲涅耳原理；单缝的夫琅和费衍射，圆孔的夫琅和费衍射与光学仪器的分辨率；光栅的衍射；晶体对X射线的衍射；干涉与衍射的联系和区别。

第九章 光的偏振：自然光与偏振光；起偏和检偏，马吕斯定律；反射光和折射光的偏振；光的双折射现象；波片，椭圆偏振光与圆偏振光。

第十章 气体分子运动论：气体分子运动理论的基本概念；理想气体的状态方程；理想气体的压强公式和温度公式；能量按自由度均分原理与理想气体的内能；麦克斯韦速率分布律；玻尔兹曼分布律；分子的平均碰撞频率与平均自由程。

第十一章 热力学基础：功、热量和内能；热力学第一定律；热力学第一定律对理想气体几个典型的准静态过程的应用与摩尔热容量；热机与致冷机，卡诺循环；热力学第二定律及其统计意义和适用范围；熵，熵增加原理。

第十二章 静电场：电荷，库仑定律；电场，电场强度；高斯定理；静电场的环路定理，电势能与电势；电场强度与电势梯度的关系。

第十三章 静电场中的导体与电介质：静电场中的导体；静电场中的电介质；电容与电容器；静电场的能量。

第十四章 稳恒电流的磁场：磁场，磁感应强度；毕奥-萨伐尔定律及应用，运动电荷的磁场；磁通量，磁场的高斯定理；磁场强度，安培环路定理；磁场对载流导体的作用；磁场对运动电荷的作用；霍尔效应。

第十五章 电磁感应：法拉第电磁感应定律；感应电动势（动生电动势及感生电动势）；自感和互感；磁场的能量。

第十六章 物质的磁性：磁介质中的稳恒磁场的基本规律；磁介质的磁化规律（抗磁质，

顺磁质和铁磁质)。

第十七章 电磁场与电磁波：麦克斯韦电磁场理论的基本概念(位移电流、麦克斯韦方程组)；电磁波及其基本性质；电磁场的能量密度与能流密度。

第十八章 量子物理基础：普朗克量子假设；光电效应，爱因斯坦光子理论；康普顿散射；光的波粒二象性；实物粒子的波粒二象性，概率波与概率幅，不确定关系。

三、试卷结构(满分 150 分)：

1.内容比例：第 1 章至第 9 章，第 12 章至第 15 章约 70%；第 10 章至第 11 章，第 16 章至第 18 章约 30%。

2.题型比例：填空题、选择题约 60%；计算题约 40%。

理学院物理系研究生入学考试《数学物理方法》考试大纲

一、参考书目：《数学物理方法》（第三版）梁昆淼，高等教育出版社，1998

二、考试范围：

1. 复变函数

复数及其运算、复变函数及其导数与积分、解析函数、柯西定理、柯西公式

2. 幂级数展开

复数项级数及幂级数概念、泰勒级数展开、洛朗级数展开、解析延拓概念、孤立奇点的分类

3. 留数定理

留数定义、留数定理、留数的计算方法、应用留数定理计算实变函数定积分

4. 傅里叶变换

傅里叶级数、傅里叶积分、傅里叶变换

5. 拉普拉斯变换

拉普拉斯变换、拉普拉斯变换的反演、应用拉普拉斯变换解微分与积分方程

6. 数学物理定解问题

振动方程、输运方程、稳定场方程、及相应的定解条件、达朗贝尔公式（即：行波法）

7. 分离变数法

齐次方程的分离变数法、非齐次振动方程和输运方程的傅里叶级数法与冲量定理法、非齐次边界条件的处理、泊松方程的解法

8. 二阶常微分方程级数解法、本征值问题

特殊函数常微分方程、常点及正则奇点邻域上的级数解法、施图姆-刘维尔本征值问题

9. 球函数

勒让德多项式及其性质（包括表达式、正交关系、模、函数以勒让德多项式为基展开、母函数、递推公式）、应用勒让德多项式求解三维球形区域上的轴对称性定解问题

10. 柱函数

贝塞尔函数及其性质（包括表达式、正交关系、模、傅里叶-贝塞尔级数、递推公式）、应用贝塞尔函数求解三维柱形区域上定解问题

一、参考书目:

《热力学.统计物理学》(第三版), 汪志诚编, 高等教育出版社, 2003

二、考试范围:

第一章 热力学的基本规律

§1.1 热力学系统的平衡状态及其描述

§1.2 热平衡定律和温度

§1.3 物态方程

§1.4 功

§1.5 热力学第一定律

§1.6 热容量和焓

§1.7 理想气体的内能

§1.8 理想气体的绝热过程

§1.9 理想气体的卡诺循环

§1.10 热力学第二定律

§1.11 卡诺定律

§1.12 热力学温标

§1.13 克劳修斯等式和不等式

§1.14 熵和热力学基本方程

§1.15 理想气体的熵

§1.16 热力学第二定律的普遍表述

§1.17 熵增加原理的简单应用

§1.18 自由能和吉布斯函数

第二章 均匀物质的热力学性质

§2.1 内能、焓、自由能和吉布斯函数的全微分

§2.2 麦氏关系的简单应用

§2.3 气体的能流过程和绝热过程

§2.4 基本热力学函数的确定

§2.5 特性函数

§2.6 平衡辐射的热力学

§2.7 磁介质的热力学

§2.8 低温的获得

第三章 单元系的相变

§3.1 热动平衡判据

§3.2 开系的热力学基本方程

§3.3 单元系的复相平衡条件

§3.4 单元复相系的平衡性质

§3.5 临界点和气液两相的转变

§3.6 液滴的形成

§3.7 相变的分类

§3.8 临界现象和临界指数

§3.9 朗道连续相变理论

第四章 多元系的复相平衡和化学平衡

§4.1 多元系的热力学函数和热力学方程

§4.2 多元系的复相平衡条件

§4.3 吉布斯相律

§4.4 二元系相图举例

§4.5 化学平衡条件

§4.6 混合理想气体的性质

§4.7 理想气体的化学平衡

§4.8 热力学第三定律

第五章 不可逆过程热力学简介

§5.1 局部熵产生率

§5.2 昂萨格关系

§5.3 温差电现象

第六章 近独立粒子的最概然分布

§6.1 粒子运动状态的经典描述

§6.2 粒子运动状态的量子描述

§6.3 系统微观运动状态的描述

§6.4 等概率原理

§6.5 分布和微观状态

§6.6 玻耳兹曼分布

§6.7 玻色分布和费米分布

§6.8 三种分布的关系

第七章 玻耳兹曼统计

§7.1 热力学量的统计表达式

§7.2 理想气体的物态方程

§7.3 麦克斯韦速度分布率

§7.4 能量均分定理

§7.5 理想气体的内能和热容量

§7.6 理想气体的熵

§7.7 固体热容量的爱因斯坦理论

§7.8 顺磁性固体

§7.9 负温度状态

第八章 玻色统计和费米统计

§8.1 热力学量的统计表达式

§8.2 弱简并玻色气体和费米气体

§8.3 光子气体

§8.4 玻色——爱因斯坦凝聚

§8.5 金属中的自由电子气体

§8.6 简并理想费米气体简例

第九章 系综理论

§9.1 相空间 刘维尔定理

§9.2 微正则分布

§9.3 微正则分布的热力学公式

§9.4 正则分布

理学院物理系研究生入学考试《固体物理学》考试大纲

一、参考书目

《固体物理学》 黄昆 编（2004，高等教育出版社）。

二、考试范围

第一章 晶体结构

晶格的周期性；晶向、晶面和它们的标志；倒格子；晶体的宏观对称性；点群；晶格的对称性；晶体表面的几何结构；非晶态材料的结构。

第二章 晶体的结合

离子性结合；共价结合；金属性结合；范德瓦尔斯结合；元素和化合物晶体结合的规律性。

第三章 晶格振动与晶体的热力学性质

简谐近似和简正坐标；一维单原子链；一维双原子链、声学波和光学波；三维晶格的振动；离子晶体的长光学波；确定晶格振动谱的实验方法；晶格热容的量子理论；晶格振动模式密度；晶格的状态方程和热膨胀；晶格的热传导。

第四章 能带理论

布洛赫定理；一维周期场中电子运动的近自由电子近似；三维周期场中电子运动的近自由电子近似；赝势；紧束缚近似；晶体能带的对称性；能态密度和费米面；表面电子态。

第五章 晶体中电子在电场和磁场中的运动

准经典运动；恒定电场作用下电子的运动；导体、绝缘体和半导体的能带论解释；在恒定磁场中电子的运动；回旋共振；德.哈斯-范.阿尔芬效应。

第六章 金属电子论

费米统计和电子热容量、功函数和接触势；分布函数和玻耳兹曼方程；弛豫时间近似和电导率公式；各向同性弹性散射和弛豫时间；晶格散射和电导。

第七章 半导体电子论

半导体的基本能带结构；半导体中的杂质；半导体中电子的费米统计分布；电导和霍尔效应；非平衡载流子；P-N 结。

第八章 固体磁性

原子的磁性；固体磁性概述；电子的泡利自旋磁性与朗道抗磁性；顺磁性的统计理论和顺磁离子盐；铁磁性和分子场理论；自发磁化的局域电子模型。

理学院物理系研究生入学考试《光学》考试大纲

一、考试内容

考试内容包括物理光学和几何光学两部分，试题比例各约占 50%。考试内容中基本概念和基本理论的考核约占 40%，综合和实际应用的考核约占 60%。

物理光学部分

(一) 光的电磁理论基础

1. 光波的特性：光波场的数学表示，光波的速度，光波场的时域、空域频谱，光波场的横波性及偏振态表示。

2. 光波在界面上的反射和折射：菲涅耳公式，反射率和折射率，反射和折射的相位、偏振特性，全反射。

(二) 光的干涉

1. 光波干涉的基本条件，光的相干性。

2. 双光束干涉、平行平板的多光束干涉。

3. 光学薄膜：增透膜，高反射膜，干涉滤光片。

4. 典型的干涉仪：迈克尔逊干涉仪，马赫-泽德干涉仪，法布里-珀罗干涉仪。

(三) 光的衍射

1. 光衍射的基本理论

2. 夫朗和费衍射：单缝衍射，圆孔衍射，多缝衍射，巴俾涅原理

3. 菲涅耳衍射：菲涅耳圆孔衍射，菲涅耳直边衍射，

4. 衍射的应用：光栅，波带片，小孔、细线直径测量，狭缝测量。

5. 傅里叶光学基础

(四) 光在各向异性介质中的传输特性

1. 光在晶体中的传输特性：解析法描述，几何法描述，光在各向同性介质、单轴晶体中的传输特性。

2. 平面光波在晶体界面上的反射和折射：自然双折射，自然双反射。

3. 晶体光学元件：偏振棱镜，波片。

4. 晶体的偏光干涉。

5. 旋光性。

(五) 晶体的感应双折射

1. 晶体的线性电光效应及应用

2. 声光效应（喇曼-奈斯衍射、布喇格衍射）及应用

3. 法拉第效应。

(六) 光的吸收、色散和散射

光的吸收、色散和散射基本概念

几何光学部分

(七) 几何光学基础

1. 基本概念和基本定律：光的直线传播定律，折射和反射定律，费马原理，马吕斯定律

2. 基本光学元件及其成像特性：符号规则，折射球面镜及其近轴区物像关系，反射球面镜及其近轴区物像关系，反射平面镜成像的特点和应用，平板的成像公式及其应用，反射棱镜及其成像，透镜及其成像，共轴球面光学系统及其成像

(八) 理想光学系统及其成像关系

1. 理想光学系统的基点和基面及其性质

2. 图解法确定理想光学系统的物像关系和基点、基面

- 3.解析法确定理想光学系统的物像关系—成像公式和放大率公式
- 4.理想光学系统的组合（双光组组合公式、截距法和正切法求解多光组组合公式）
- 5.光学系统的像差及光路计算：像差的基本概念，共轴球面光学系统中近轴区的光路计算，共轴球面光学系统中子午面内光线的光路计算
- 6.光学系统的光束限制：孔径光阑、入射光瞳和出射光瞳的作用及其确定方法，视场光阑、入射窗和出射窗的作用及其确定方法，渐晕和景深的概念

（九）光学仪器

- 1.眼睛（眼睛的结构、调节能力，眼睛的缺陷及其校正方法）
- 2.放大镜、显微镜和望远镜（基本原理、一般结构、基本使用方法）

二、考试要求

物理光学部分

（一）光的电磁理论基础

- 1.掌握光波的特性。
- 2.熟练掌握描述光波在界面上反射和折射的菲涅耳公式，掌握反射和折射的相位、偏振特性和全反射特性。

（二）光的干涉

- 1.掌握光的相干性特性。
- 2.熟练掌握双光束干涉、多光束干涉特性。
- 3.掌握光学薄膜的处理方法。
- 4.掌握典型干涉仪和干涉滤光片的工作原理。

（三）光的衍射

- 1.熟练掌握夫朗和费衍射的特性：单缝衍射、圆孔衍射、多缝衍射、巴俾涅原理。
- 2.掌握菲涅耳衍射的特性：菲涅耳圆孔衍射、菲涅耳直边衍射。
- 3.熟练掌握光栅、波带片的特性。
- 4.掌握傅里叶光学基础知识。

（四）光在各向异性介质中的传输特性

- 1.掌握光在单轴晶体中的传输特性。
- 2.掌握平面光波在晶体界面上的反射和折射特性。
- 3.掌握偏振棱镜、波片和晶体偏光干涉的原理。

（五）晶体的感应双折射

- 1.掌握晶体的线性电光效应及应用。
- 2.掌握声光效应、法拉第效应概念。

（六）光的吸收、色散和散射

了解光的吸收、色散和散射的基本概念。

应用光学部分

（七）几何光学基础

- 1.掌握基本概念和基本定律。
- 2.熟练掌握基本光学元件及其成像特性。

（八）理想光学系统及其成像关系

- 1.掌握理想光学系统的基点和基面及其性质。
- 2.能通过图解法和解析法确定光学系统的物像关系，并能够进行简单的光学成像系统的设计。
- 3.熟悉光组的概念，并能够确定双光组和多光组的等效光组。

4.了解光学系统的像差和色差概念、基本特点及其对成像的影响，能够求解简单的球面光学系统的光路和基本初级像差。

5.了解光学系统中光阑的作用和意义及其相关的概念，并能够确定简单光学系统的孔径光阑和视场光阑。

（九）光学仪器

了解基本助视光学仪器的基本原理和结构。

三、考试形式及时间

考试形式为笔试。考试时间为3小时。

四、主要参考书目

- 1、赵凯华，新概念物理教程——光学，北京：高等教育出版社，2007.1
- 2、石顺祥、张海兴、刘劲松，物理光学与应用光学，西安：西安电子科技大学出版社，2006.08出版

理学院物理系研究生入学考试《激光原理》考试大纲

一、考试的总体要求

要求考生掌握激光的基本概念，激光产生的基本原理，激光器的工作特性，光学谐振腔及高斯光束的基本理论，常用激光技术的基本概念和原理。

二、考试内容及比例

1. 激光的基本概念(5%)

光相干性的光子描述；光的受激辐射基本概念；激光的特性。

2. 光学谐振腔及高斯光束的基本理论(40%)

(1)光腔理论的一般问题：光学谐振腔与模(纵模与横模)的基本概念；共轴球面腔的稳定性条件；光腔的损耗；开腔衍射理论分析方法，平行平面腔模的数值迭代解法。

(2)稳定球面腔：对称共焦腔的自再现模及其行波场，一般稳定球面腔的模式特征。

(3)非稳腔：仅要求了解基本概念。

(4)高斯光束：高斯光束的基本性质；高斯光束 q 参数的变换规律(ABCD 法则)；高斯光束的聚焦与准直；高斯光束的自再现变换与稳定球面腔；高斯光束模式的匹配。

3. 激光器的工作特性(55%)

(1)电磁场和物质相互作用：光谱线加宽和线型函数；自然加宽和碰撞加宽(均匀加宽)；多普勒加宽(非均匀加宽)，综合加宽；激光器的速率方程。

(2)连续激光器的增益与工作特性：增益系数与小信号增益；均匀加宽、非均匀加宽及综合加宽工作物质的增益饱和特性；连续激光器的工作特性；单模激光器的线宽极限；激光器的频率牵引。

(3)脉冲激光器：多模激光器的速率方程；脉冲激光器的工作特性。

4. 激光技术(10%)

激光调制、Q 开关、锁模、激光放大、模式选择、稳频及倍频的基本概念和基本原理。

三、试卷题型及比例

试卷以问答题和计算题为主，辅以填空题。问答题约占 40%，计算题约占 60%。

四、考试形式及时间

考试形式均为笔试。考试时间为三小时。

五、主要参考教材(参考书目)

1 《激光原理》，周炳琨，高以智，陈倜嵘,陈家骅编著，国防工业出版社，第 5 版 (2007 年 11 月 1 日)

2 《激光技术》(第三版)，蓝信钜等编著，科学出版社，2009 年版

3 《激光技术物理》，范安辅，徐天华编著，四川大学出版社，1992 年 6 月版

理学院物理系研究生入学考试《电子技术基础》考试大纲

一、考试的总体要求

模拟电子技术基础和数字电子技术基础是仪器科学与技术专业和光学工程专业的专业基础课，要求学生必须有扎实的基础理论知识，能够运用所学的知识正确的分析电路的原理、计算电路的参数，灵活的进行应用和设计。考试内容：模拟电子技术基础占 60 分，数字电子技术基础占 90 分。

二、考试的内容及比例

模拟电子技术基础部分（占 40%）

1. 半导体器件（2-3%）
2. 基本放大电路（2-4%）
3. 组容耦合和直接耦合两极放大电路的分析（4-6%）
4. 放大电路中负反馈（6-8%）
5. 差动放大电路（6-8%）
6. 集成运算放大电路（8-10%）
7. 直流稳压电源（4-6%）

数字电子技术基础部分（占 60%）

- 2.1 基本逻辑门电路（4-6%）
- 2.2 组合逻辑电路分析与设计（10-12%）
- 2.3 双稳态触发器（10-15%）
- 2.4 时序逻辑电路分析设计（10-15%）
- 2.5 信号发生与转换（10-15%）

三、考试的题型及比例

1. 填空约占 15%。
2. 电子线路分析约占 40%
3. 电子线路计算约占 30%
4. 综合电路设计约占 15%

四、考试形式及时间

考试形式均为笔试，考试时间为三小时（满分 150 分）

五、主要参考教材（参考书目）

《电子技术基础》（模拟、数字）康华光主编，高等教育出版社，1999 年版。