

中国科学院
硕士研究生入学考试
物理真题及解答

(2006-2007)

柯 严 编

世界图书出版公司

图书在版编目(CIP)数据

中国科学院硕士研究生入学考试物理真题及解答/柯严编著. —北京:世界图书出版公司北京公司, 2007. 6

ISBN 978-7-5062-7666-5

I. 中… II. 柯… III. 物理学-研究生-入学考试-解题 IV. 04-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 060862 号

中国科学院硕士研究生入学考试物理真题及解答
(2006—2007)

编 者: 柯 严

责任编辑: 焦小浣

装帧设计: 张 虹

出 版: 世界图书出版公司北京公司

发 行: 世界图书出版公司北京公司

(北京朝内大街 137 号, 邮编: 100010 电话: 64015659, 64038355)

销 售: 各地新华书店

印 刷: 北京世图印刷厂

开 本: 880×1230 1/16

印 张: 13

字 数: 300 千字

版 次: 2007 年 6 月第 1 版 2007 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5062-7666-5/O · 612

定价: 19.00 元

版权所有 翻印必究

序 言

中国科学院研究生院自 2001 年正式更名、进行大规模体制重组以来,借国家高等教育结构调整的有利时机,连续 4 年招生规模以平均 22% 的增幅快速增长,至今在读研究生已经达到 3 万多人(其中博士生超过一半),成为全国乃至亚洲最大的以培养博士生为主的研究生培养基地。中国科学院研究生院在理工科领域,充分发挥中国科学院高水平科研带动高水平教育、高水平教育促进高水平科研的优势,高度重视知识创新工程中的人才培养,目前已经成为全国博士研究生一级学科授权数最多的研究生培养单位之一,其社会影响力迅速扩大,几年来,在国务院学位办统一组织的几次学科评审和学位论文质量评估中,均取得了较好的成绩。

对于有志于献身科学研究工作的青年学子,中国科学院研究生院无疑会是许多报考研究生的考生首选目标。我们经常收到一些来信,希望详细了解我院招生考试的具体要求、考试大纲和相关试题信息。为了帮助他们准备复习和应试,以取得更好的成绩,我们收集和整理了中国科学院最近两年物理类研究生招生考试部分科目的考试大纲、试题和参考答案。中国科学院研究生院更名重组后,逐步扩大了自主命题的范围,物理类各学科从 2005 年开始试点自主命题,本书所收集的是 2006-2007 年的试题和答案,除了正式被选用的试卷(A 类)之外,还收入了一部分备用卷(B 类)。这些资料对报考中国科学院研究生院的考生极具实用价值,同时对报考其他院校的考生做应试准备,以及对物理类各专业的大学师生学习相关课程也都是很好的参考资料。

尽管我们在收集整理过程中仔细地进行了校订,仍难免有错误和疏漏。我们热忱欢迎读者在发现问题后及时告知我们,以便能以适当的方式予以修正。同时我们给出的试题答案也仅是一种参考答案,并非一定是最佳的答案,同一个题目可以有不同的解法是十分正常的。读者如果有更新的见解和独到的解法,希望不吝赐教,编者将衷心感谢。

编者
2007 年 4 月

目 录

第一部分 考试大纲	1
半导体物理(甲)考试大纲	3
半导体物理(乙)考试大纲	5
材料力学考试大纲	9
电动力学考试大纲	11
固体物理考试大纲	13
机械设计考试大纲	15
理论力学考试大纲	19
量子力学考试大纲	20
流体力学考试大纲	21
普通物理(甲)考试大纲	22
普通物理(乙)考试大纲	25
热工基础考试大纲	27
 第二部分 中国科学院 2006 年硕士研究生入学试题	 31
电动力学 A 卷	33
电动力学 B 卷	35
固体物理学 A 卷	37
固体物理学 B 卷	38
量子力学(甲)A 卷	39
量子力学(甲)B 卷	40
量子力学(乙)A 卷	41
量子力学(乙)B 卷	42
普通物理(甲)A 卷	43
普通物理(甲)B 卷	45
普通物理(乙)A 卷	48
普通物理(乙)B 卷	50
 第三部分 中国科学院 2007 年硕士研究生入学试题	 53
半导体物理学(甲)A 卷	55
半导体物理学(乙)A 卷	56
半导体物理学(乙)B 卷	57
材料力学 A 卷	59

材料力学 B 卷	62
电动力学 A 卷	65
电动力学 B 卷	67
固体物理 A 卷	69
固体物理 B 卷	70
理论力学 A 卷	71
理论力学 B 卷	73
量子力学 A 卷	76
量子力学 B 卷	77
流体力学 A 卷	78
流体力学 B 卷	79
普通物理(甲)A 卷	80
普通物理(甲)B 卷	83
普通物理(乙)A 卷	85
普通物理(乙)B 卷	87
热工基础 A 卷	89
热工基础 B 卷	91
原子物理 A 卷	93
 第四部分 2006 年考题参考答案	95
2006 年电动力学 A 卷 参考答案	97
2006 年电动力学 B 卷 参考答案	100
2006 年固体物理学 A 卷 参考答案	103
2006 年固体物理学 B 卷 参考答案	107
2006 年量子力学(甲)A 卷 考题答案	110
2006 年量子力学(甲)B 卷 考题答案	112
2006 年量子力学(乙)A 卷 考题答案	114
2006 年量子力学(乙)B 卷 考题答案	117
2006 年普通物理(甲)A 卷 参考答案	119
2006 年普通物理(甲)B 卷 参考答案	122
2006 年普通物理(乙)A 卷 参考答案	125
2006 年普通物理(乙)B 卷 参考答案	128
 第五部分 2007 年考题参考答案	131
2007 年半导体物理学(甲)A 卷 参考答案	133
2007 年半导体物理学(乙)A 卷 参考答案	136
2007 年半导体物理学(乙)B 卷 参考答案	140
2007 年材料力学 A 卷 参考答案	144
2007 年材料力学 B 卷 参考答案	148
2007 年电动力学 A 卷 参考答案	151
2007 年电动力学 B 卷 参考答案	154
2007 年固体物理 A 卷 参考答案	157
2007 年固体物理 B 卷 参考答案	159
2007 年理论力学 A 卷 参考答案	161

2007 年理论力学 B 卷 参考答案	164
2007 年量子力学 A 卷 参考答案	167
2007 年量子力学 B 卷 参考答案	170
2007 年流体力学 A 卷 参考答案	173
2007 年流体力学 B 卷 参考答案	175
2007 年普通物理(甲)A 卷 参考答案	177
2007 年普通物理(甲)B 卷 参考答案	180
2007 年普通物理(乙)A 卷 参考答案	183
2007 年普通物理(乙)B 卷 参考答案	186
2007 年热工基础 A 卷 参考答案	188
2007 年热工基础 B 卷 参考答案	194
2007 年原子物理 A 卷 参考答案	200

第一部分

考试大纲

半导体物理（甲）考试大纲

一、考试内容

（一）晶格结构和结合性质

1. 晶体的结构：晶格的周期性、金刚石结构、闪锌矿结构和纤锌矿结构
2. 半导体的结合性质：共价结合和离子结合、共价四面体结构、混合键

（二）半导体中的电子状态

1. 晶体中的能带：原子能级和固体能带、晶体中的电子状态
2. 晶体中电子的运动
3. 导电电子和空穴
4. 常见半导体的能带结构
5. 杂质和缺陷能级：施主能级和受主能级、n 型半导体和 p 型半导体、类氢模型、深能级

杂质、等电子杂质

（三）电子和空穴的平衡统计分布

1. 费米分布函数
2. 载流子浓度对费米能级的依赖关系：态密度、载流子浓度
3. 本征载流子浓度
4. 非本征载流子浓度：杂质能级的占用几率、单一杂质能级情形、补偿情形

（四）输运现象

1. 电导和霍尔效应的分析
2. 载流子的散射
3. 电导的统计理论

（五）过剩载流子

1. 过剩载流子及其产生和复合
2. 过剩载流子的扩散：一维稳定扩散、爱因斯坦关系
3. 过剩载流子的漂移和扩散
4. 直接复合
5. 间接复合
6. 陷阱效应

（六）pn 结

1. pn 结及其伏安特性
2. pn 结的光生伏特效应
3. pn 结中的隧道效应

（七）半导体表面层和 MIS 结构

1. 表面感生电荷层
2. MIS 电容：理想 MIS 结构的 C—V 特性、实际 MIS 结构的 C—V 特性、Si—SiO₂ 系统中电荷的实验研究

（八）金属半导体接触和异质结

1. 金属—半导体接触
2. 肖特基二极管的电流：越过势垒的电流、两极管理论、扩散理论、隧穿电流和欧姆接触
3. 异质结
4. 半导体超晶格

注：以上的考试大纲内容大约是参考书内容的一半，这是必须掌握的，也是考试的主要范围，其余部分可作进一步学习的参考。

二、参考书目

叶良修著，《半导体物理》上册，高等教育出版社，1984

编制单位：中国科学院研究生院

编制日期：2006年6月6日

半导体物理（乙）考试大纲

本大纲适用于中国科学院研究生院微电子学与固体电子学专业的硕士研究生入学考试。半导体物理学是现代微电子学与固体电子学的重要基础理论课程，它的主要内容包括半导体的晶格结构和电子状态；杂质和缺陷能级；载流子的统计分布；载流子的散射及电导问题；非平衡载流子的产生、复合及其运动规律；半导体的表面和界面——包括 pn 结、金属半导体接触、半导体表面及 MIS 结构、异质结；半导体的光、热、磁、压阻等物理现象和非晶半导体部分。要求考生对其基本概念有较深入的了解，能够系统地掌握书中基本定律的推导、证明和应用，并具有综合运用所学知识分析问题和解决问题的能力。

一、考试内容

（一）半导体的电子状态

1. 半导体的晶格结构和结合性质
2. 半导体中的电子状态和能带
3. 半导体中的电子运动 有效质量
4. 本征半导体的导电机构 空穴
5. 回旋共振
6. 硅和锗的能带结构
7. III—V 族化合物半导体的能带结构
8. II—VI 族化合物半导体的能带结构

（二）半导体中杂质和缺陷能级

1. 硅、锗晶体中的杂质能级
2. III—V 族化合物中杂质能级
3. 缺陷、位错能级

（三）半导体中载流子的统计分布

1. 状态密度
2. 费米能级和载流子的统计分布
3. 本征半导体的载流子浓度
4. 杂质半导体的载流子浓度
5. 一般情况下的载流子统计分布
6. 简并半导体

（四）半导体的导电性

1. 载流子的漂移运动 迁移率
2. 载流子的散射
3. 迁移率与杂质浓度和温度的关系
4. 电阻率及其与杂质浓度和温度的关系
5. 玻尔兹曼方程 电导率的统计理论
6. 强电场下的效应 热载流子
7. 多能谷散射 耿氏效应

（五）非平衡载流子

1. 非平衡载流子的注入与复合
2. 非平衡载流子的寿命
3. 准费米能级
4. 复合理论
5. 陷阱效应
6. 载流子的扩散运动
7. 载流子的漂移运动 爱因斯坦关系式
8. 连续性方程式

（六）pn 结

1. pn 结及其能带图
2. Pn 结电流电压特性
3. pn 结电容
4. Pn 结击穿
5. pn 结隧道效应

（七）金属和半导体的接触

1. 金属半导体接触及其能级图
2. 金属半导体接触整流理论
3. 少数载流子的注入和欧姆接触

（八）半导体表面与 MIS 结构

1. 表面态
2. 表面电场效应
3. MIS 结构的电容—电压特性
4. 硅—二氧化硅系数的性质

5. 表面电导及迁移率

6. 表面电场对 pn 结特性的影响

(九) 异质结

1. 异质结及其能带图

2. 异质结的电流输运机构

3. 异质结在器件中的应用

4. 半导体超晶格

(十) 半导体的光、热、磁、压阻等物理现象

1. 半导体的光学常数

2. 半导体的光吸收

3. 半导体的光电导

4. 半导体的光生伏特效应

5. 半导体发光

6. 半导体激光

7. 热电效应的一般描述

8. 半导体的温差电动势率

9. 半导体的玻尔帖效应

10. 半导体的汤姆孙效应

11. 半导体的热导率

12. 半导体热电效应的应用

13. 霍耳效应

14. 磁阻效应

15. 磁光效应

16. 量子化霍耳效应

17. 热磁效应

18. 光磁电效应

19. 压阻效应

20. 声波和载流子的相互作用

二、考试要求

(一) 半导体的晶格结构和电子状态

1. 了解半导体的晶格结构和结合性质的基本概念

2. 理解半导体中的电子状态和能带的基本概念

3. 掌握半导体中的电子运动规律, 理解有效质量的意义

4. 理解本征半导体的导电机构, 理解空穴的概念

5. 熟练掌握空间等能面和回旋共振的相关公式推导, 并能灵活运用

6. 理解硅和锗的能带结构, 掌握有效质量的计算方法

7. 了解 III—V 族化合物半导体的能带结构

8. 了解 II—VI 族化合物半导体的能带结构

(二) 半导体中杂质和缺陷能级

1. 理解替位式杂质、间隙式杂质、施主杂质、施主能级、受主杂质、受主能级的概念

2. 简单计算浅能级杂质电离能

3. 了解杂质的补偿作用、深能级杂质的概念

4. 了解 III—V 族化合物中杂质能级的概念

5. 理解点缺陷、位错的概念

(三) 半导体中载流子的统计分布

1. 深入理解并熟练掌握状态密度的概念和表示方法

2. 深入理解并熟练掌握费米能级和载流子的统计分布

3. 深入理解并熟练掌握本征半导体的载流子浓度的概念和表示方法

4. 深入理解并熟练掌握杂质半导体的载流子浓度的概念和表示方法

5. 理解并掌握一般情况下的载流子统计分布

6. 深入理解并熟练掌握简并半导体的概念, 简并半导体的载流子浓度的表示方法, 简并化条件, 了解低温载流子冻析效应、禁带变窄效应

(四) 半导体的导电性

1. 深入理解迁移率的概念, 并熟练掌握载流子的漂移运动, 包括公式

2. 深入理解载流子的散射的概念

3. 深入理解并熟练掌握迁移率与杂质浓度和温度的关系, 包括公式

4. 深入理解并熟练掌握电阻率及其与杂质浓度和温度的关系, 包括公式

5. 深入理解电导率的统计理论，并熟练掌握玻尔兹曼方程
6. 了解强电场下的效应和热载流子的概念
7. 了解多能谷散射概念和耿氏效应

(五) 非平衡载流子

1. 深入理解非平衡载流子的注入与复合的概念，包括表达式
2. 深入理解非平衡载流子的寿命的概念，包括表达式、能带示意图
3. 深入理解准费米能级的概念，包括表达式、能带示意图
4. 了解复合理论，理解直接复合、间接复合、表面复合、俄歇复合的概念，包括表达式、能带示意图
5. 了解陷阱效应，包括表达式、能带示意图
6. 深入理解并熟练掌握载流子的扩散运动，包括公式
7. 深入理解并熟练掌握载流子的漂移运动，爱因斯坦关系式，并能灵活运用
8. 深入理解并熟练掌握连续性方程式，并能灵活运用

(六) pn 结

1. 深入理解并熟练掌握 pn 结及其能带图，包括公式、能带示意图
2. 深入理解并熟练掌握 pn 结电流电压特性，包括公式、能带示意图
3. 深入理解 pn 结电容的概念，熟练掌握 pn 结电容表达式、能带示意图
4. 深入理解雪崩击穿、隧道击穿、热击穿的概念
5. 了解 p-n 结隧道效应

(七) 金属和半导体的接触

1. 了解金属半导体接触及其能带图，理解功函数、接触电势差的概念，包括公式、能带示意图，了解表面态对接触势垒的影响
2. 了解金属半导体接触整流理论，深入理解并熟练掌握扩散理论、热电子发射理论、镜像力和隧道效应的影响、肖特基势垒二极管的概念
3. 了解少数载流子的注入和欧姆接触的概念

(八) 半导体表面与 MIS 结构

1. 深入理解表面态的概念
2. 深入理解表面电场效应，空间电荷层及表面势的概念，包括能带示意图；深入理解并熟练掌握表面空间电荷层的电场、电势和电容的关系，包括公式、示意图，并能灵活运用
3. 深入理解并熟练掌握 MIS 结构的电容—电压特性，包括公式、示意图，并能灵活运用
4. 深入理解并熟练掌握硅—二氧化硅系数的性质，包括公式、示意图，并能灵活运用
5. 理解表面电导及迁移率的概念
6. 了解表面电场对 pn 结特性的影响

(九) 异质结

1. 理解异质结及其能带图，并能画出示意图
2. 了解异质结的电流输运机构
3. 了解异质结在器件中的应用
4. 了解半导体超晶格的概念

(十) 半导体的光、热、磁、压阻等物理现象

1. 了解半导体的光学常数，理解折射率、吸收系数、反射系数、透射系数的概念；了解半导体的光吸收现象，理解本征吸收、直接跃迁、间接跃迁的概念；了解半导体的光电导的概念；理解并掌握半导体的光生伏特效应，光电池的电流电压特性的表达式；了解半导体发光现象，理解辐射跃迁、发光效率、电致发光的概念；了解半导体激光的基本原理和物理过程，理解自发辐射、受激辐射、分布反转的概念
2. 了解热电效应的一般描述，半导体的温差电动势率，半导体的珀耳帖效应，半导体的汤

姆孙效应，半导体的热导率，半导体热电效应的应用

3. 理解并掌握霍耳效应的概念和表示方法；理解磁阻效应；了解磁光效应，量子化霍耳效应，热磁效应，光磁电效应，压阻效应；了解声波和载流子的相互作用

三、参考书目

刘恩科、朱秉升、罗晋生著，《半导体物理学》，西安交通大学出版社，1998

编制单位：中国科学院研究生院

编制日期：2006 年 6 月 6 日

材料力学考试大纲

考试内容

(一) 材料力学概述

1. 变形体、各向同性与各向异性弹性体、弹性体受力与变形特征
2. 工程结构与构件、杆件受力与变形的几种主要形式
3. 用截面法求指定截面内力

(二) 轴向拉伸与压缩

1. 轴向拉压杆的内力——轴力、轴力图
2. 横截面和斜截面上的应力
3. 轴向拉压的应力、变形
4. 轴向拉压的强度计算
5. 轴向拉压的超静定问题
6. 轴向拉压时材料的力学性质

(三) 剪切与扭转

1. 剪力和弯矩的计算与剪力图和弯矩图
2. 载荷集度、剪力和弯矩间的微分关系及应用
3. 连接件剪切面的判定、切应力的计算
4. 深刻理解切应力互等定理和剪切虎克定律
5. 外力偶矩的计算、扭矩和扭矩图
6. 圆轴扭转时任意截面的扭矩、扭转切应力、绘出扭转切应力的方向
7. 圆轴扭转时任意两截面的相对扭转角，求圆轴单位长度上最大扭转角
8. 开口与闭口薄壁杆件扭转切应力及切应力分布
9. 矩形截面杆件最大扭转切应力及切应力分布
10. 圆截面的极惯性矩及抗扭截面模量的计算

(四) 弯曲内力

1. 剪力和弯矩的计算与剪力图和弯矩图
2. 载荷集度、剪力和弯矩间的微分关系及应用

(五) 弯曲应力

1. 弯曲正应力及正应力强度的计算、直梁横截面上的正应力、切应力
2. 开口薄壁杆件弯曲、弯曲中心的位置、截面上切应力分布
3. 弯曲剪应力及剪应力强度计算
4. 组合梁的弯曲强度
5. 提高弯曲强度的措施

(六) 弯曲变形

1. 挠曲线微分方程
2. 用积分法求弯曲变形
3. 用叠加法求弯曲变形
4. 解简单静不定梁
5. 梁的刚度条件

(七) 截面几何性质

1. 静矩、形心、惯性矩、惯性半径、惯性积、简单截面惯性矩和惯性积计算
2. 转轴和平行移轴公式

3. 转轴公式、形心主轴和形心主惯性矩

4. 组合截面的惯性矩和惯性积计算

(八) 应力和应变分析与强度理论

1. 应力状态，主应力和主平面的概念

2. 二向应力状态的解析法和图解法计算斜截面上的应力、主应力和主平面的方位

3. 三向应力状态的应力圆画法，掌握单元体最大剪应力计算方法

4. 各向同性材料在一般应力状态下的应力—应变关系、广义胡克定律、各向同性材料各弹性常数之间的关系、一般应力状态下的应变能密度、体积改变能密度与畸变能密度

5. 四种常用的强度理论

(九) 组合变形

1. 组合变形和叠加原理

2. 拉压与弯曲组合变形杆的应力和强度计算

3. 斜弯曲

4. 偏心压缩

5. 扭转与弯曲组合变形下，圆轴的应力和强度计算

6. 组合变形的普遍情况

(十) 能量方法

1. 杆件变形能的计算

2. 卡氏定理、莫尔定理、图形互乘法及其应用

3. 用能量方法解超静定问题

4. 功的互等定理和位移互等定理

(十一) 压杆稳定

1. 压杆稳定的概念

2. 常见约束下细长压杆的临界压力、欧拉公式

3. 压杆临界应力以及临界应力总图

4. 压杆失效与稳定性设计准则：压杆失效的不同类型、压杆稳定计算

5. 中柔度杆临界应力的经验公式

6. 提高压杆稳定的措施

编制单位：中国科学院研究生院

编制日期：2006年6月6日

电动力学考试大纲

本大纲适用于中国科学院研究生院物理类的硕士研究生入学考试。电动力学是物理类各专业的一门重要基础理论课，主要内容包括电磁现象的普遍规律，静电场和稳恒电流磁场，电磁波的传播和辐射，狭义相对论及带电粒子与电磁场的相互作用五大部分。

要求考生能掌握电磁现象的基本规律，加深对电磁场性质和时空概念的理解，以及分析和处理一些基本问题的能力。

一、考试内容

(一) 电磁现象的普遍规律

麦克斯韦方程组，介质的电磁性质，电磁场边值关系，电磁场的能量和能流。

(二) 静电场和稳恒电流磁场

静电场的标势及其微分方程，静磁场的矢势及其微分方程，磁标势，泊松方程和拉普拉斯方程，分离变量法，镜象法，格林函数法，电多极矩和磁多极矩。

(三) 电磁波的传播

平面电磁波，电磁波在绝缘介质和导电介质中的传播，在界面上电磁波的反射和折射，波导和谐振腔。

(四) 电磁波的辐射

电磁场的矢势和标势，推迟势，电偶极辐射，电四极辐射和磁偶极辐射，天线辐射，电磁波的衍射，电磁场的动量和辐射压力。

(五) 狭义相对论

狭义相对论的基本原理，相对论的时空理论及四维形式，电动力学的相对论不变性，相对论力学。

(六) 带电粒子与电磁场的相互作用

运动带电粒子的势和辐射电磁场，高速运动带电粒子的辐射，切伦柯夫辐射，电磁波的散射和吸收，介质的色散。

二、考试要求

(一) 电磁现象的普遍规律

1. 理解并掌握的电磁现象的普遍规律
2. 了解电磁现象的实验定律，并深入掌握和理解由此总结出的麦克斯韦方程组
3. 熟练掌握介质的电磁性质，电磁场边值关系，电磁场的能量和能流

(二) 静电场和稳恒电流磁场

1. 理解并掌握唯一性定理
2. 理解并掌握静电场的标势及其微分方程，静磁场的矢势及其微分方程，磁标势，泊松方程和拉普拉斯方程
3. 熟练掌握和理解用分离变量法，镜象法，格林函数法，电多极矩和磁多极矩等方法求解分析和处理静电场和稳恒电流磁场的一些基本问题的能力
4. 理解超导体的电磁性质

(三) 电磁波的传播

1. 深入理解并掌握平面电磁波在无界空间传播的主要特点
2. 熟练掌握和理解电磁波在绝缘介质和导电介质中传播的主要特点及在绝缘介质和导电介质界面上的反射和折射问题