



高等院校规划教材

主 编 李春贵

副主编 夏飞莱 石文兴

大学物理(下册)



注重学科体系的完整性, 兼顾考研学生需要
强调理论与实践相结合, 注重培养专业技能



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21 世纪高等院校规划教材

大学物理

(下册)

主 编 李春贵

副主编 夏飞菜 石文兴



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书紧扣高等学校非物理专业物理课程教学基本要求,为适应独立学院的物理教学而编写。

本书注重与中学物理的衔接,强化了高数基础知识的应用,优化并强化了基础,充分展示了物理学前沿,文字简洁、推理严密,内容新颖、深浅适中、解题规范,体系完整。全书按 70~100 学时设计,共五篇十三章,分上下两册,上册包括力学(第 1~3 章)、电磁学(第 4~6 章);下册包括热学(第 7~8 章)、波动与光学(第 9~11 章)、近代物理(第 12~13 章)。

本书适合独立学院理工类各专科专业使用,也可供少学时的本科专业及电大、函大和自考读者使用。

本书配有免费电子教案及习题参考答案,读者可以从中国水利水电出版社网站下载,网址为: <http://www.waterpub.com.cn/softdown/>。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理. 下册 / 李春贵主编. —北京: 中国水利水电出版社, 2009

21 世纪高等院校规划教材

ISBN 978-7-5084-6092-5

I. 大… II. 李… III. 物理学—高等学校—教材 IV. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 187620 号

书 名	21 世纪高等院校规划教材 大学物理(下册)
作 者	主 编 李春贵 副主编 夏飞莱 石文兴
出版 发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266(总机)、68367658(营销中心)、82562819(万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京市天竺颖华印刷厂
规 格	184mm×260mm 16 开本 总 25.25 印张 总 597 千字
版 次	2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷
印 数	0001—3000 册
定 价	45.00 元(上、下册)

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换
版权所有·侵权必究

序

随着计算机科学与技术的飞速发展,计算机的应用已经渗透到国民经济与人们生活的各个角落,正在日益改变着传统的人类工作方式和生活方式。在我国高等教育逐步实现大众化后,越来越多的高等院校会面向国民经济发展的第一线,为行业、企业培养各级各类高级应用型专门人才。为了大力推广计算机应用技术,更好地适应当前我国高等教育的跨越式发展,满足我国高等院校从精英教育向大众化教育的转变,符合社会对高等院校应用型人才培养的各类要求,我们成立了“21世纪高等院校规划教材编委会”,在明确了高等院校应用型人才培养模式、培养目标、教学内容和课程体系的框架下,组织编写了本套“21世纪高等院校规划教材”。

众所周知,教材建设作为保证和提高教学质量的重要支柱及基础,作为体现教学内容和教学方法的知识载体,在当前培养应用型人才中的作用是显而易见的。探索和建设适应新世纪我国高等院校应用型人才培养体系需要的配套教材已经成为当前我国高等院校教学改革和教材建设工作面临的紧迫任务。因此,编委会经过大量的前期调研和策划,在广泛了解各高等院校的教学现状、市场需求,探讨课程设置、研究课程体系的基础上,组织一批具备较高的学术水平、丰富的教学经验、较强的工程实践能力的学术带头人、科研人员和主要从事该课程教学的骨干教师编写出一批有特色、适用性强的计算机类公共基础课、技术基础课、专业及应用技术课的教材以及相应的教学辅导书,以满足目前高等院校应用型人才培养的需要。本套教材消化和吸收了多年来已有的应用型人才培养的探索与实践成果,紧密结合经济全球化时代高等院校应用型人才培养工作的实际需要,努力实践,大胆创新。教材编写采用整体规划、分步实施、滚动立项的方式,分期分批地启动编写计划,编写大纲的确定以及教材风格的定位均经过编委会多次认真讨论,以确保该套教材的高质量和实用性。

教材编委会分析研究了应用型人才与研究型人才在培养目标、课程体系和内容编排上的区别,分别提出了3个层面上的要求:在专业基础类课程层面上,既要保持学科体系的完整性,使学生打下较为扎实的专业基础,为后续课程的学习做好铺垫,更要突出应用特色,理论联系实际,并与工程实践相结合,适当压缩过多过深的公式推导与原理性分析,兼顾考研学生的需要,以原理和公式结论的应用为突破口,注重它们的应用环境和方法;在程序设计类课程层面上,把握程序设计方法和思路,注重程序设计实践训练,引入典型的程序设计案例,将程序设计类课程的学习融入案例的研究和解决过程中,以学生实际编程解决问题的能力为突破口,注重程序设算法的实现;在专业技术应用层面上,积极引入工程案例,以培养学生解决工程实际问题的能力为突破口,加大实践教学内容的比重,增加新技术、新知识、新工艺的内容。

本套规划教材的编写原则是:

在编写中重视基础,循序渐进,内容精炼,重点突出,融入学科方法论内容和科学理念,反映计算机技术发展要求,倡导理论联系实际和科学的思想方法,体现一级学科知识组织的层次结构。主要表现在:以计算机学科的科学体系为依托,明确目标定位,分类组织实施,兼容互补;理论与实践并重,强调理论与实践相结合,突出学科发展特点,体现

学科发展的内在规律；教材内容循序渐进，保证学术深度，减少知识重复，前后相互呼应，内容编排合理，整体结构完整；采取自顶向下设计方法，内涵发展优先，突出学科方法论，强调知识体系可扩展的原则。

本套规划教材的主要特点是：

(1) 面向应用型高等院校，在保证学科体系完整的基础上不过度强调理论的深度和难度，注重应用型人才的专业技能和工程实用技术的培养。在课程体系方面打破传统的研究型人才培养体系，根据社会经济发展对行业、企业的工程技术需要，建立新的课程体系，并在教材中反映出来。

(2) 教材的理论知识包括了高等院校学生必须具备的科学、工程、技术等方面的要求，知识点不要求大而全，但一定要讲透，使学生真正掌握。同时注重理论知识与实践相结合，使学生通过实践深化对理论的理解，学会并掌握理论方法的实际运用。

(3) 在教材中加大能力训练部分的比重，使学生比较熟练地应用计算机知识和技术解决实际问题，既注重培养学生分析问题的能力，也注重培养学生思考问题、解决问题的能力。

(4) 教材采用“任务驱动”的编写方式，以实际问题引出相关原理和概念，在讲述实例的过程中将本章的知识点融入，通过分析归纳，介绍解决工程实际问题的思想和方法，然后进行概括总结，使教材内容层次清晰，脉络分明，可读性、可操作性强。同时，引入案例教学和启发式教学方法，便于激发学习兴趣。

(5) 教材在内容编排上，力求由浅入深，循序渐进，举一反三，突出重点，通俗易懂。采用模块化结构，兼顾不同层次的需求，在具体授课时可根据各校的教学计划在内容上适当加以取舍。此外还注重了配套教材的编写，如课程学习辅导、实验指导、综合实训、课程设计指导等，注重多媒体的教学方式以及配套课件的制作。

(6) 大部分教材配有电子教案，以使教材向多元化、多媒体化发展，满足广大教师进行多媒体教学的需要。电子教案用 PowerPoint 制作，教师可根据授课情况任意修改。相关教案的具体情况请到中国水利水电出版社网站 www.waterpub.com.cn 下载。此外还提供相关教材中所有程序的源代码，方便教师直接切换到系统环境中教学，提高教学效果。

总之，本套规划教材凝聚了众多长期在教学、科研一线工作的教师及科研人员的教学科研经验和智慧，内容新颖，结构完整，概念清晰，深入浅出，通俗易懂，可读性、可操作性和实用性强。本套规划教材适用于应用型高等院校各专业，也可作为本科院校举办的应用技术专业的课程教材，此外还可作为职业技术学院和民办高校、成人教育的教材以及从事工程应用的技术人员的自学参考资料。

我们感谢该套规划教材的各位作者为教材的出版所做出的贡献，也感谢中国水利水电出版社为选题、立项、编审所做出的努力。我们相信，随着我国高等教育的不断发展和高校教学改革的不断深入，具有示范性并适应应用型人才培养的精品课程教材必将进一步促进我国高等院校教学质量的提高。

我们期待广大读者对本套规划教材提出宝贵意见，以便进一步修订，使该套规划教材不断完善。

21 世纪高等院校规划教材编委会

2004 年 8 月

前 言

我国高等教学经历了一段相当快速的扩张期，期间特别是各类独立学院如雨后春笋般地诞生，其生源既不同于一本、二本院校，又不同于高职院校，为适应独立学院应用型、实用型人才的培养对物理教学的要求，我们组织了现有的物理教师编写了本教材。编写的指导思想是：充分注意与中学物理的衔接；优化并强化基础、充分展示物理前沿；强化高数基础知识的应用；力求概念正确、推理严密、重点突出、难点突破；文字简洁、内容新颖、解题规范、体系完整。

本教材的主要特点如下：

(1) 注重与中学物理的衔接，适当提高了起点，能用中学物理方法解的题型基本排除。

(2) 优化并强化基础、充分展示物理前沿。经典物理知识和经典物理研究方法仍然是大学物理教学的主要内容，不同版本的教材对这些内容的叙述、处理不尽相同，各有千秋，本教材尽可能采用正确的、新颖的、优秀的或有特色的叙述和处理方法，包括笔者多年的教学工作经验，此即优化基础的原意。至于强化基础，如质点运动学一章，我们描述了质点一般的曲线运动之后，质点的直线运动可以不讲（一般教材均这么处理），但笔者认为，直线运动这一重要特例在随后的作业及最后的考试中出现的概率较高，因此对学生而言必须掌握，故本教材单列一节讲质点的直线运动，而且写得较详细，但本节可不讲，让学生自学。又如静电场中无限长均匀带电直线的场强分布，我们先从毕萨定理得出均匀带电直线段的场强分布，再延伸出无限长均匀带电直线的场强分布，待静电场高斯定理讲了之后，用高斯定理较易地又得出这一结论，在此基础上同学们比较容易理解并记住这一结论，之后我们可以通过作业应用这一结论来求其他带电体的场强分布，这样在反复的应用中强化了基础；稳恒磁场中有完全类似的情况。所谓充分展示物理学前沿，本书除讲述近代物理基础一章外，还新增一章当代物理前沿，介绍了超导、纳米技术、光导纤维、声学、激光、原子能等当代物理学前沿的相关情况，供同学们参考。

(3) 强化高数基础知识的应用。高数是同学们进入大学后刚学的，只有经历不断应用才能巩固提高；再说微积分原本是因物理学的定量计算需要而发明的，牛顿就是微积分的奠基人。高数知识的应用是大学物理与中学物理的主要区别，故本书的例题几乎均要用到一定的微积分知识，并保留了必要的中间步骤，以便同学们易于读懂。习题中的大部分也要应用一定的微积分基础知识。同学们经过反复的应用可以加深理解并牢固掌握高数的基础知识，从而更有利于大学物理的学习，形成良性循环。

(4) 重点突出、难点突破。如力学部分难点放在积分法，反复讲述积分法的应用，对微分法一带而过。又如静电场的高斯定理和磁场的环路定理既是重点也是难点，同学们利用这两个定理求场强 $\vec{E}$ 或磁感应强度 $\vec{B}$ 时，关键是高斯面或安培环路的作法，以前的有关教材只作简要交待，由于电荷或电流分布的对称性，没有深入分析，本教材作了令人信服的分析，为什么垂直或为什么相切，为什么值相等；适用范围也作了较详细的说明，并指明了分别适用的高斯面或安培环路的形状；相关例题代表了各种不同类型的情况，经过这么处理后，同学们对这两个定理的应用应该不成问题。

(5) 各章节尽可能给出规范解题步骤, 先字母运算, 最后代入数据(统一到国际单位制主单位), 结果单位必为国际单位制主单位。矢量尽可能用矢量式表达, 不再沿用中的大小和方向分别表达的习惯。

考虑到不同院校不同专业物理教学学时和教学内容的差异, 可根据具体情况对本书内容进行重组或取舍, 教学时数可掌握在 70~100 学时左右。全书共五篇十三章, 分上下两册, 上册包括力学(第 1~3 章)、电磁学(第 4~6 章); 下册包括热学(第 7~8 章)、波动与光学(第 9~11 章)、近代物理(第 12~13 章)。

本书由李春贵任主编, 夏飞莱、石文兴任副主编。参与本书编写工作的还有鲁芬、赵宗坤、程翊。在编写过程中广泛参考了国内新近出版的大学物理教材, 并吸收了一定的养份, 在此一并致谢。

由于编者水平有限, 时间紧迫, 书中疏漏和错误之处在所难免, 恳请读者批评指正。

编 者

2008 年 9 月

目 录

序	
前言	
绪论	1

第一篇 力学

第 1 章 质点运动学	8
1.1 质点运动的描述	8
1.1.1 预备知识	8
1.1.2 描述质点运动的物理量	9
1.2 圆周运动	14
1.2.1 直角坐标系下的描述	14
1.2.2 自然坐标系下的描述	15
1.2.3 圆周运动的角量描述	16
1.3 直线运动的描述	17
1.4 相对运动与伽利略变换	21
1.4.1 运动合成定理	21
1.4.2 伽利略变换	21
本章内容小结	23
思考题	24
练习题	25
第 2 章 质点动力学	29
2.1 牛顿运动定律及其应用	29
2.1.1 牛顿运动定律	29
2.1.2 常见的几种力	30
2.1.3 牛顿定律应用	31
2.2 惯性系和力学相对性原理	37
2.2.1 惯性参考系	37
2.2.2 力学相对性原理	38
2.3 功与能	38
2.3.1 功	38
2.3.2 动能定理	41
2.3.3 保守力、非保守力与势能	42
2.4 功能原理与机械能守恒定律	45
2.5 动量定理与动量守恒定律	46
2.5.1 冲量与质点的动量定理	46

2.5.2	质点系的动量定理	48
2.5.3	动量守恒定律	49
2.6	碰撞	51
2.6.1	弹性碰撞	51
2.6.2	完全非弹性碰撞	52
2.6.3	非弹性碰撞	53
	本章内容小结	53
	思考题	55
	练习题	56
第3章	刚体的定轴转动	60
3.1	定轴转动刚体运动学	60
3.2	转动定理	62
3.2.1	力矩	62
3.2.2	转动定理	63
3.2.3	转动惯量	64
3.3	刚体定轴转动中的功和能.....	69
3.3.1	外力矩的功	69
3.3.2	定轴转动刚体的转动动能和势能.....	70
3.3.3	定轴转动的动能定理	70
3.4	刚体定轴转动的角动量定理与角动量守恒定律.....	72
3.4.1	冲量矩和角动量	72
3.4.2	角动量定理和角动量守恒定理.....	72
	本章内容小结	74
	思考题	76
	练习题	77

第二篇 电磁学

第4章	静电场	83
4.1	电荷与库仑定律	83
4.1.1	电荷、电荷的量子化与电荷守恒定律.....	83
4.1.2	库仑定律	84
4.1.3	电场强度	86
4.2	真空中静电场的高斯定理.....	91
4.2.1	电场线	91
4.2.2	电通量	92
4.2.3	真空中静电场的高斯定理.....	93
4.3	电势	98
4.3.1	静电场的电场力是保守力.....	98
4.3.2	任意带电体的电场力是保守力.....	98

4.3.3	静电场的环路定律	98
4.3.4	电势能与电势	99
4.3.5	场强与电势的微分关系	102
*4.4	静电场中的导体	102
4.4.1	导体的静电平衡条件	102
4.4.2	静电平衡时导体上的电荷分布	103
4.4.3	静电屏蔽	105
4.4.4	有导体存在时电场的计算	105
4.5	静电场中的电介质	107
4.5.1	静电场中的电偶极子	107
4.5.2	电介质的分类——无极分子与有极分子电介质	108
4.5.3	电介质的极化	108
4.5.4	电介质中的电场	108
4.6	介质中的高斯定理与环路定理	109
4.7	电容器与电场能	111
4.7.1	电容器	111
4.7.2	电容的计算	111
4.7.3	电容器的电能	112
4.7.4	静电场的能量	113
	本章内容小结	114
	思考题	116
	练习题	118
第 5 章	稳恒磁场	122
5.1	磁场与磁感应强度	122
5.1.1	基本磁现象与磁场	122
5.1.2	磁感应强度	123
5.2	毕奥—萨伐尔定律	124
5.2.1	毕奥—萨伐尔定律	125
5.2.2	毕奥—萨伐尔定律的应用	125
5.3	磁场的高斯定理	129
5.3.1	磁感线	129
5.3.2	磁通量与磁场的高斯定理	129
5.4	安培环路定理	131
5.4.1	安培环路定理	132
5.4.2	安培环路定理的应用	133
5.5	磁场对电流的作用	136
5.5.1	磁场对载流导线的作用力	136
5.5.2	磁场对载流线圈的作用力矩	138
5.5.3	磁场对运动电荷的作用力	140

5.5.4 霍耳效应	140
*5.5.5 介质中的磁场	142
本章内容小结	146
思考题	147
练习题	148
第6章 电磁感应	152
6.1 电磁感应	152
6.1.1 电磁感应现象	152
6.1.2 电磁感应定律	153
6.2 动生电动势和感生电动势	155
6.2.1 动生电动势	156
6.2.2 感生电动势	158
*6.3 自感与互感	160
6.3.1 自感	160
6.3.2 互感	162
*6.4 磁场的能量	163
6.5 麦克斯韦方程组	165
6.5.1 位移电流	166
6.5.2 麦克斯韦方程组	168
*6.6 电磁波与人类文明	169
本章内容小结	172
思考题	173
练习题	174

第三篇 热学

第7章 气体动理论	177
7.1 气体动理论的基本概念	177
7.1.1 热力系统	177
7.1.2 平衡态与平衡过程	178
7.1.3 理想气体状态方程	178
7.2 理想气体压强和温度的微观本质	179
7.2.1 理想气体的微观模型	179
7.2.2 理想气体压强的微观本质	179
7.2.3 理想气体温度的微观本质	180
7.3 能量按自由度均分定理	181
7.3.1 分子的运动自由度	181
7.3.2 能量按运动自由度均分定理	182
7.3.3 理想气体的内能	182
7.4 麦克斯韦速率分布律	183

7.4.1 麦克斯韦速率分布律	183
7.4.2 气体分子热运动速率的三种统计平均值	184
7.5 气体分子的平均碰撞频率和平均自由程	185
本章内容小结	187
思考题	188
练习题	189
第 8 章 热力学基础	192
8.1 热力学第一定律	192
8.1.1 功	192
8.1.2 热量	193
8.1.3 内能	193
8.1.4 热力学第一定律	193
8.2 理想气体的定值过程	193
8.2.1 定容过程	194
8.2.2 定压过程	195
8.2.3 定温过程	195
8.3 绝热过程	196
8.3.1 绝热过程方程式	196
8.3.2 绝热过程的功和内能	197
8.3.3 绝热线与等温线的关系	197
8.4 循环过程与卡诺循环	200
8.4.1 循环过程	200
8.4.2 卡诺循环	202
8.5 热力学第二定律	205
8.5.1 可逆过程和不可逆过程	206
8.5.2 热力学第二定律	207
8.5.3 卡诺定理	208
本章内容小结	208
思考题	210
练习题	210

第四篇 波动与光学

第 9 章 机械振动	213
9.1 简谐振动及相关概念	213
9.1.1 简谐振动	214
9.1.2 描述简谐振动的特征物理量	215
9.1.3 简谐振动方程的建立	216
9.2 简谐振动的规律	220
9.2.1 简谐振动的运动学方程、速度和加速度	220

9.2.2	简谐振动的能量	221
9.2.3	旋转矢量法	222
9.3	简谐振动的合成	225
9.3.1	两个同方向、同频率简谐振动的合成.....	225
9.3.2	同方向不同频率简谐振动的合成及拍现象.....	227
9.3.3	垂直方向同频率的两个谐振动的合成.....	228
9.3.4	垂直方向不同频率的谐振动的合成.....	229
9.4	阻尼振动、受迫振动、共振.....	230
9.4.1	阻尼振动	230
9.4.2	受迫振动	231
9.4.3	共振	232
	本章内容小结	232
	思考题	233
	练习题	234
第 10 章	机械波	238
10.1	机械波的基本概念	238
10.1.1	机械波的产生	238
10.1.2	横波与纵波	238
10.1.3	波的几何描述	238
10.1.4	波的特征物理量描述	239
10.2	平面简谐波的波函数.....	240
10.2.1	平面简谐波的波动方程.....	240
10.2.2	波动方程的物理意义	242
10.3	波的能量、能流	244
10.3.1	波的能量	244
10.3.2	波的能量密度	246
10.3.3	波的强度	246
10.4	波的衍射和干涉	247
10.4.1	惠更斯原理	247
10.4.2	波的衍射	248
10.4.3	波的叠加原理	248
10.4.4	波的干涉	249
*10.4.5	驻波	251
*10.5	多普勒效应.....	253
	本章内容小结	254
	思考题	256
	练习题	257
第 11 章	波动光学	261
11.1	光源、相干光、光程和光程差.....	261

11.1.1	光源	261
11.1.2	光的相干条件	261
11.1.3	相干光的获得	262
11.1.4	光程与光程差	262
11.2	分波阵面干涉	263
11.2.1	杨氏双缝干涉	263
11.2.2	洛埃镜实验	266
11.3	分振幅干涉	266
11.3.1	薄膜干涉	266
11.3.2	劈尖干涉	268
11.3.3	牛顿环	270
11.4	迈克尔逊干涉仪	271
11.5	光的衍射与惠更斯-菲涅耳原理	272
11.5.1	光的衍射	272
11.5.2	惠更斯-菲涅耳原理	273
11.6	单缝夫琅和费衍射	273
11.7	光栅衍射	276
11.7.1	光栅的结构	276
11.7.2	光栅衍射条纹的形成	276
11.7.3	光栅方程	277
11.7.4	谱线的缺级	277
11.8	光的偏振	278
11.8.1	光的偏振态	278
11.8.2	起偏与检偏	280
11.8.3	反射与折射时的偏振	281
	本章内容小结	282
	思考题	283
	练习题	284

第五篇 近代物理

第 12 章	近代物理基础	290
12.1	狭义相对论的两个原理及洛伦兹变换	290
12.1.1	狭义相对论的两个假定	290
12.1.2	洛伦兹变换	291
12.2	狭义相对论的时空观	294
12.2.1	同时性的相对性	294
12.2.2	长度收缩	295
12.2.3	时间延缓	296
12.3	洛伦兹速度变换	298

12.4	相对论动力学基础	299
12.4.1	相对论质量	299
12.4.2	相对论动力学基本方程.....	302
12.4.3	质能关系	302
12.4.4	相对论能量和动量的关系.....	304
12.4.5	广义相对论简介	305
12.5	黑体辐射与普朗克的能量子假设.....	306
12.5.1	热辐射	306
12.5.2	黑体辐射的基本规律	307
12.5.3	普朗克辐射公式和能量子的概念.....	308
12.6	光电效应	309
12.6.1	光电效应的实验规律	309
12.6.2	经典理论遇到的困难	311
12.6.3	爱因斯坦的光子论及其对光电效应的解释.....	311
12.7	康普顿效应	312
12.7.1	康普顿效应及其观测	312
12.7.2	光子论对康普顿效应的解释.....	312
12.7.3	光的波粒二象性	314
12.8	氢原子光谱和玻尔的量子论.....	314
12.8.1	原子的核型结构模型及其与经典理论的矛盾.....	314
12.8.2	氢原子光谱的规律性	315
12.8.3	玻尔的量子论	317
12.8.4	氢原子轨道半径和能量的计算.....	317
12.9	微观粒子的波动性	318
12.9.1	德布罗意假设	318
12.9.2	电子衍射实验	319
12.9.3	不确定关系	321
12.10	波函数及其统计诠释.....	322
12.11	薛定谔方程.....	324
12.11.1	含时薛定谔方程.....	324
12.11.2	定态薛定谔方程.....	325
12.12	一维势阱和势垒问题.....	326
12.12.1	一维无限深方势阱	326
12.12.2	势垒穿透和隧道效应	328
	思考题	330
	练习题	331
*第 13 章	当代物理前沿	335
13.1	超导电性	335
13.1.1	超导体的基本性质	336

13.1.2	高温超导体	337
13.1.3	BCS 理论	338
13.1.4	超导材料的应用	338
13.2	纳米技术	339
13.2.1	纳米材料	340
13.2.2	纳米加工与原子操纵	341
13.2.3	C ₆₀ 与碳纳米管	342
13.2.4	纳米技术的应用	343
13.3	光导纤维	346
13.3.1	光及其特性	346
13.3.2	光纤	346
13.3.3	均匀折射率光纤导光原理	347
13.3.4	光纤制造与衰减	347
13.3.5	光纤的应用	347
13.4	声学	348
13.4.1	声学的基本概念与理论	349
13.4.2	听觉、语言和音乐	350
13.4.3	超声	352
13.4.4	声与海洋	353
13.5	光彩夺目的新光源	354
13.5.1	激光产生的基本原理	354
13.5.2	激光技术的应用	357
13.5.3	同步辐射光源	363
13.6	原子能及其和平利用	364
13.6.1	原子能及其释放	364
13.6.2	裂变与聚变	366
13.6.3	原子能和中国的能源问题	369
参考文献		371

第三篇 热学

上一篇研究了电磁学基本理论及其规律,这一篇将研究物质的热运动及其规律。我们知道任何物质都是由大量的分子和原子构成的。而这些分子和原子都在做永不停息的运动,温度越高,运动的程度越剧烈,故称这种运动为热运动。热运动是不同于机械运动形式的另一种物质运动形式。以物质热运动为对象的理论称为热学。热学有两大理论支柱,一是热力学,二是统计物理学。热力学是以热学实验得出的两个基本实验定律(热力学第一定律和第二定律)为基础进行演绎推理得出一套完整的理论,其特点是以实验定律为基础,高度可靠,应用于工程实践中正确无误。热力学曾对热机的产生、发展和提高产生过巨大的推动作用。统计物理学从物质的微观结构出发,以每个分子、原子遵循的力学规律为基础,用统计的方法给出了大量分子热运动微观量的统计平均值与宏观量之间的关系,从而揭示了有关热现象及宏观量的微观本质。由于目前对微观世界的认识还有局限性,该理论在某些方面的准确性还不够,但两大理论各有千秋、相辅相成、相互促进。表征个别分子的物理量,如分子的质量、速度、位置和动能等称为微观量,而表征大量分子集体特征的物理量,如压强、温度和体积等称为宏观量。微观量的统计平均值与宏观量之间有一定的内在联系。这是统计物理学的重要内容和独特的研究方法。

第 7 章 气体动理论

本章从分子热运动出发,运用统计方法找出大量分子热运动的微观量的统计平均值与宏观量的内在联系,从而给出宏观热力学性质及相关宏观参量的微观本质。

主要内容有:气体动理论的基本概念、理想气体压强和温度的微观本质、能量按自由度均分定理、理想气体内能、麦克斯韦速率分布率、分子的平均碰撞频率以及平均自由程等。

7.1 气体动理论的基本概念

7.1.1 热力系统

热学所研究的物质系统称为热力系统。热力系统是由大量分子和原子构成的,表征个别分子或原子性质的物理量称为微观量,如分子的质量、速度、位置和动能等。由于微观粒子的数目非常巨大。典型的例子就是阿伏加德罗常数 $N_A = 6.023 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, 所以追踪每一个分子直接用微观量来表达系统的热力状态,既不方便也不可能。而表征大量微观量集体特征的物理量,如压强、温度、体积称为状态参量。状态参量可决定宏观状态。这些宏观状态参量与微观量的统计平均值之间有一定的内在联系,如压强与系统分子的平均平动动能有关。寻找这种内