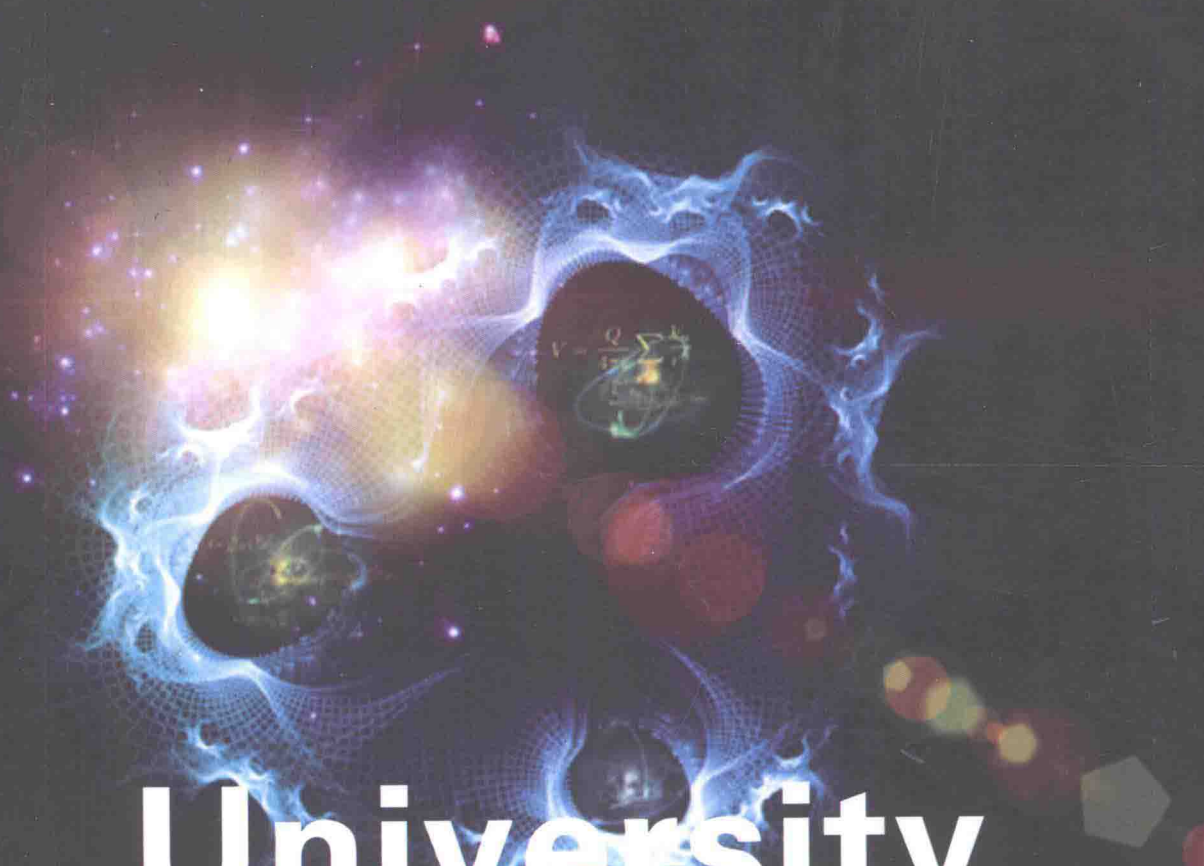




University Physics

大学物理学

(第二版)

主 编 何克明
副主编 潘正权 薛大建
参 编 陆文琴



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

大学物理学

(第二版)

主 编 何克明
副主编 潘正权 薛大建
参 编 陆文琴

图书在版编目 (CIP) 数据

大学物理学 / 何克明主编. —2 版. —杭州: 浙江大学出版社, 2015. 2

ISBN 978-7-308-14392-9

I. ①大… II. ①何… III. ①物理学—高等学校—教材 IV. ①O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 032961 号

大学物理学(第二版)

何克明 主编

责任编辑 石国华

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排版 杭州中大图文设计有限公司

印刷 临安市曙光印务有限公司

开本 787mm×1092mm 1/16

印张 25.25

字数 663 千

版印次 2015 年 2 月第 2 版 2015 年 2 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978-7-308-14392-9

定价 48.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部联系方式: 0571-88925591; <http://zjdxcbbs.tmall.com>

内 容 提 要

本书在知识的现代化,结构体系的系统性、完整性,内容的实用性,选材的趣味性方面做了有益的探索。

全书共 17 章。其中,第 1~16 章,除大学物理学的基本内容外,还在各章的最后,编写了与该章教学内容相关的“物理学与现代科学技术”一节。第 17 章简要地介绍了当代物理的新进展及应用。本书对物理模型的建立、思想方法和研究方法的培养、科学家探索历程的介绍给予相当的重视,以期培养和提高学生的物理素质。

本书具有内容丰富多彩、结构合理完整,深度、广度得当,易教易学及适用面广的特点。本书参考教学学时为 68~100 学时,尤为适用于大学物理教学学时为 72 学时左右的专业。对于教学学时为 96 学时左右的专业可将打星号“*”的内容全部讲授。

为便于教师教学,凡以本书为教材的教师,可向浙江大学出版社责任编辑免费索取全部习题解答(电子版)。电话:0571-88925938, E-mail: shigh888888@163.com。

前言

当今世界科学技术正以前所未有的速度向前发展,不同学科、不同专业相互渗透、融合,交叉学科正在不断涌现。“专业化”教育模式已越来越显示出它的局限性。为了让学生了解当今科学技术现状及发展的前沿,为培养“重基础、宽口径”的全面发展的和谐人才,目前高校开设的课程普遍增多了。由于受总学时数的限制,一些基础课的学时数减少了,有些专业的大学物理课程只安排 68 学时。而物理学又是自然科学的一门重要基础学科,它历来是人类探索未知世界的有力工具和人类物质文明发展的动力。

一、本书编写的指导思想

如何在较少的学时内,比较系统全面地向学生介绍物理学的基础知识、思维方法及现代物理学的发展和应用是我们在编写这本书时反复讨论、仔细斟酌的问题,也是很多兄弟院校的同事正面临的和正在思考的问题,在借鉴国内外优秀教材的同时,结合我们长期讲授大学物理课程的经验,经过多次讨论,逐渐确定了两点编写指导思想:

1. 努力使学生对物理学的内容、方法,物理图像和概念,历史和现状及前沿有一个整体的理解和了解,力求将当今前沿的科学技术问题的物理内核在基础层次上反映到教学内容中来。
2. 努力培养学生的物理素质和科学思维,使学生逐步掌握科学研究方法,具有提出问题、解决问题及探索自然规律的能力,并具有创新精神。

二、本书的特色

本教材对科学知识的现代性,编写的系统性、完整性,内容的实用简明性,选材的趣味性四个特色做了探索。下面对这些特色作一点说明。

1. 为了能反映当代科学技术的新成就,我们在本书的最后,专门写了一章:当代物理的新进展及应用简介。内容包括现代光学中的激光、全息技术、光通信、亚原子物理中的放射性衰变、核反应、粒子物理与宇宙演化。而且结合各章的教学内容,在各章的最后,大多数安排了一节:物理学与现代科学技术。把新兴学科、边缘学科、交叉学科中,如混沌、超声波、熵和信息、耗散结构、超导、生物电现象等很有实用价值的内容作了简明的介绍。这样,既突出了课程内容的现代化,又拓宽了学生的视野,有利于激发学生的学习热情。

2. 为了在较少的学时中,保持物理内容的系统性、完整性,我们采取改革教材结构,精选教材内容,回避烦琐的数学运算等措施。如在光的干涉、衍射和偏振等章节,我们对传统的教材结构作了较大的变动。有的章节,写法上也是在其他教材中未曾见过的,如写抛体,则写:斜抛体的理想运动应满足哪些假设条件?其意图是使学生注意物理公式、定律中的隐含条件,培养学生正确运用物理知识及提高分析问题能力。对于不太重要的内容,在保持系统完整性的

前提下,点到为止。

3. 对学生的物理素质培养,本教材给以相当的注重。如注重物理模型的建立(质点模型、刚体模型、弹簧振子模型等),注重思想方法和研究方法的培养等。在力学中,不少章节插入了思想方法。如在第 2.4 节编入:用有效质量替代法求解复合阿特伍德机等,对培养学生的创新能力是有益的。本书还介绍了牛顿、爱因斯坦、法拉第、波尔四位有代表性的科学家,试图通过介绍他们探索科学的历程和科学的研究方法,使学生从中受到启发,以期学生今后为科学事业奋斗、献身。

4. 对于例题、思考题和习题,本教材也做了某些更新,尤其是光学和近代物理部分,做到内容新颖,并尽量反映物理学在各个领域的广泛应用。例题、习题中的数据也按有效数字运算规则进行数据处理。

在编写过程中,我们特别注意教材的易教性、易学性。本书采用国际单位制。

本书参考学时数为 68~100 学时。其中不打“*”号的内容,为 68 学时;若连同打“*”号的全部讲授则为 100 学时。

本书共 17 章,其中第 1~6 章及附录 1~5 由何克明编写,第 7、8、15、16 章由薛大建编写,第 9、10、11 章由陆文琴编写,第 12、13、14、17 章由潘正权编写。全书由何克明教授统稿,担任主编。

全书由陈凤至教授、吴惠桢教授、杨焕雄副教授、吕子君副教授组成审稿组。具体分工是陈凤至教授审阅力学第 1~6 章及第 17 章;吕子君副教授审阅热学第 7、8 章,杨焕雄副教授审阅电磁学第 9~11 章,吴惠桢教授审阅光学第 12~14 章及近代物理第 15、16 章。他们对原稿提出了不少宝贵的意见和建议,为保证本书质量起到了重要作用。在本书的编写出版过程中,自始至终得到浙江大学教务处、院、系领导的大力支持和关怀,尤其是物理系盛正卯教授,在物理学与现代科学技术中的“混沌”(chaos)中,曾提出过宝贵建议。特在此向他们表示深切的谢意。

由于编者能力、水平有限,错误不妥之处在所难免,敬请使用者多提宝贵建议和意见,不胜感激之至。

编 者

2002 年 5 月

第二版前言

第二版在遵循第一版编写的指导思想和特色的基础上,做了如下几点修改:

1. 力求跟上当今科学技术前沿,如在 7.6 节“多普勒效应的应用”一段中,增写了:2014 年 3 月 8 日发生的“马航失联客机”残骸位置的推断;在物理学与现代科学技术——“探索太空”中,编进了 2014 年 12 月 5 日“美国新一代载人航天器猎户座试飞”的内容。

2. 新增了第 4 章刚体力学,由第一版第三章中的第四节内容和新补充的二节内容组成。这样使刚体力学较第一版更加系统和完整。

3. 新编入“流体力学”简介一节,一是为了使大学物理学中的物理模型更加完整;二是考虑到流体力学内容在航空、水利、医学等领域的应用越来越广泛。

4. 把生活中所见的一些现象,引入教学中,如“动量”概念,这样既可使物理概念容易理解,又可激发学生从物理的视角去观察、思考各种自然现象。

5. 我们删去了一些较老、较浅的内容,如原版中 1.4 节中“最短的安全车距与 200m 视测标志”等。

6. 在刚体力学、流体力学和电磁学等中增加了一些较新的例题和思考题。

本书第二版共 18 章,其中 1~7 章及附录 1~5 由何克明教授编写和校对;第 8、9、16、17 章及流体力学简介一节由薛大建副教授编写和校对;第 10、11、12 章由陆文琴副教授编写,由潘正权副教授校对;第 13、14、15、18 章由潘正权副教授编写和校对;全书由何克明教授统稿。

本书在使用过程中得到浙江大学校、院、系领导和老师们的支持和帮助,对此,我们表示真挚的谢意。限于编者水平,书中难免存在不妥之处,敬请使用者提出宝贵建议和意见,在此表示非常感谢。

编 者

2015 年 1 月

目 录

第一篇 力学

第 1 章 质点运动学	3
1.1 质点、参考系和坐标系	3
1.1.1 理想模型——质点	3
1.1.2 参考系和坐标系	3
* 1.2 时间和空间的测量	3
1.2.1 时间的测量	4
1.2.2 空间的测量	5
1.3 位矢、速度和加速度	5
1.3.1 位矢和运动方程	6
1.3.2 位移	6
1.3.3 速度	6
1.3.4 加速度	7
1.3.5 切向加速度和法向加速度	8
1.4 运动学中的问题类型和常见运动	9
1.4.1 直线运动	10
1.4.2 理想的抛体运动应满足的四个假设条件	11
1.4.3 圆周运动	12
* 1.5 相对运动	14
思考题	15
习 题	16
物理学与现代科学技术	17
探索太空	17
第 2 章 质点动力学	22
2.1 牛顿运动定律	22
2.1.1 牛顿第一定律	22
2.1.2 牛顿第二定律	22
2.1.3 牛顿第三定律	23
2.1.4 牛顿运动定律的适用范围	23
2.2 四种基本的力和力学中的常见力	24

2.2.1	四种基本的相互作用力	24
2.2.2	力学中的常见力	24
2.3	牛顿运动定律的应用	25
2.3.1	动力学问题的类型及解题的基本方法	25
2.3.2	在使用牛顿定律解题时的解题步骤	25
* 2.4	用有效质量替代法求解复合阿特伍德机	27
2.4.1	简单阿特伍德机的有效质量	27
2.4.2	求解复合机	28
2.4.3	多次复合机	29
2.4.4	学生练习	29
* 2.5	非惯性系、非惯性系中的运动定律	30
2.5.1	惯性系和非惯性系	30
2.5.2	非惯性系中的运动定律	30
2.5.3	惯性力	31
2.5.4	宇航员遇到的超重和失重	31
* 2.6	惯性离心力	32
2.6.1	惯性离心力	32
2.6.2	惯性离心力的典型事例及其应用	32
2.6.3	科里奥利力简介	32
思考题		33
习 题		33
科学家介绍		35
牛 顿		35
第3章	运动守恒定律	37
3.1	功、动能定理	37
3.1.1	变力沿曲线所做的功	37
3.1.2	功率	39
3.1.3	动能和动能定理	39
3.2	保守力和势能	40
3.2.1	保守力、非保守力和耗散力	40
3.2.2	势能	41
3.3	功能原理、机械能守恒和能量守恒定律	42
3.3.1	功能原理	42
3.3.2	机械能守恒和转换定律	43
* 3.3.3	能量守恒和转换定律	43
* 3.3.4	第一、第二、第三宇宙速度	44
3.4	动量定理	46
3.4.1	质点的动量和动量定理	46
3.4.2	冲力和冲量	46

3.4.3 对动量定理的几点说明	47
3.5 动量守恒	48
3.5.1 质点系的动量定理	48
3.5.2 动量守恒定律	49
3.5.3 同一性问题	50
3.6 火箭飞行原理	50
3.6.1 单级火箭的飞行	50
* 3.6.2 多级火箭	51
* 3.6.3 火箭的推力及火箭的运动方程	51
3.7 质点的角动量定理和角动量守恒	52
3.7.1 力矩	52
3.7.2 角动量	53
3.7.3 质点的角动量定理和角动量守恒	53
3.7.4 角动量守恒定律的应用	54
思考题	55
习 题	56
第 4 章 刚体力学	58
4.1 刚体运动的描述	58
4.1.1 刚体的平动和转动	58
4.1.2 刚体定轴转动的描述	59
4.2 刚体定轴转动的转动定律	60
4.2.1 刚体定轴转动定律的表述及其与 $F=ma$ 的对比	60
* 4.2.2 刚体定轴转动定律的推导	60
4.2.3 定轴转动的动力学问题的解题方法练习	61
4.3 转动惯量	62
4.3.1 转动惯量的概念	62
4.3.2 转动惯量的计算	63
* 4.4 刚体的功和能	66
4.4.1 力矩的功	66
4.4.2 刚体的动能	66
4.4.3 定轴转动中的动能定理	67
4.4.4 刚体的势能	67
4.5 刚体的角动量定理和角动量守恒	68
4.5.1 刚体的角动量	68
4.5.2 刚体的角动量定理	69
4.5.3 角动量守恒及其应用	69
* 4.6 对称性与守恒定律	71
4.6.1 对称性	71
4.6.2 物理定律的对称性	71

4.6.3 物理定律对称性与守恒定律	72
* 4.7 流体力学简介	73
4.7.1 理想流体和定常流动	73
4.7.2 流线和流管	74
4.7.3 连续性方程	74
4.7.4 伯努利方程	74
4.7.5 伯努利方程的应用	75
思考题	76
习 题	77
物理学与现代科学技术	78
中国与其他强国重要科技成就时间比较	78
第 5 章 狭义相对论基础	80
5.1 伽利略变换和力学的相对性原理	80
5.1.1 伽利略变换	80
5.1.2 经典力学的时空观	81
5.1.3 力学的相对性原理	81
5.2 狭义相对论的基本原理	82
5.2.1 经典力学的困难	82
5.2.2 狭义相对论的基本原理	82
5.3 洛伦兹变换	83
* 4.3.1 洛伦兹	83
5.3.2 洛伦兹变换	84
* 4.3.3 相对论的速度变换式	84
5.4 相对论的时空观	86
5.4.1 同时性的相对性	86
5.4.2 时间间隔的相对性	86
5.4.3 空间长度的相对性	88
5.5 狭义相对论动力学方程	89
5.5.1 相对论质量与速率的关系	89
5.5.2 相对论动量	90
5.5.3 相对论动力学方程	90
5.6 相对论动能和质能关系式	91
5.6.1 相对论动能	91
5.6.2 相对论质能关系式	91
5.6.3 相对论能量和动量关系式	92
* 4.7 广义相对论简介	93
5.7.1 等效原理和广义相对性原理	93
5.7.2 广义相对论效应及其实验验证	94
思考题	95

习 题	95
科学家介绍	96
爱因斯坦	96
第 6 章 机械振动	98
6.1 简谐振动	98
6.1.1 弹簧振子模型	98
6.1.2 简谐振动的动力学方程	98
6.1.3 简谐振动的速度和加速度	99
6.1.4 描绘简谐振动的三个特征参量——振幅、周期和相位	100
6.1.5 相位差	100
6.2 简谐振动的旋转矢量表示法	103
6.3 简谐振动的能量	105
6.4 简谐振动的合成	106
6.4.1 同方向同频率的两简谐振动的合成	106
6.4.2 两个互相垂直的同频率的简谐振动的合成	107
* 6.5 阻尼振动、受迫振动及共振	109
6.5.1 阻尼振动	109
6.5.2 受迫振动和共振	110
思考题	111
习 题	111
物理学与现代科学技术	112
混沌(chaos)	112
第 7 章 机械波	115
7.1 机械波的基本概念	115
7.1.1 机械波的产生条件和传播特征	115
7.1.2 机械波的类型	116
7.1.3 波长、波速和波的频率	116
7.2 平面简谐波的表达式	117
7.2.1 平面波的研究方法	117
7.2.2 平面简谐波的表达式	117
7.2.3 平面简谐波表达式的物理意义	118
7.2.4 计算题的类型	119
* 7.3 波的能量和能流密度	120
7.3.1 在波动存在的媒质内任一体积元 ΔV 中的能量	120
7.3.2 波的能量传播特征	121
7.3.3 能量密度	121
7.3.4 能流、能流密度或波强	122
7.3.5 声强和声强级	122

7.4 波的叠加原理和波的干涉	123
7.4.1 波的叠加原理	123
7.4.2 波的干涉	123
* 7.5 反射波的相位和驻波	125
7.5.1 反射波的相位	125
7.5.2 驻波	126
* 7.6 多普勒效应	127
7.6.1 多普勒效应	127
7.6.2 多普勒效应的应用	128
思考题	129
习 题	130
物理学与现代科学技术	131
超声波的特性及其应用	131

第二篇 热 学

第8章 气体动理论	137
8.1 气体动理论的基本观点	137
8.1.1 分子运动的基本观点	137
8.1.2 气体系统的平衡态	138
8.1.3 分子运动的统计规律性	139
8.2 气体运动状态的描述	139
8.2.1 物态参量	139
8.2.2 物态方程	139
* 8.2.3 道尔顿分压定律	141
8.3 理想气体的压强公式和温度的意义	141
8.3.1 克劳修斯的理想气体模型	141
8.3.2 理想气体的压强公式	142
8.3.3 温度的统计意义	143
8.4 能量均分定理和理想气体的内能	144
8.4.1 分子运动的自由度	144
8.4.2 能量均分定理	145
8.4.3 理想气体的内能	145
8.5 麦克斯韦和玻耳兹曼统计分布律	146
8.5.1 麦克斯韦速率分布定律	146
8.5.2 分子速率的统计平均值	146
* 8.5.3 玻耳兹曼分布定律	148
* 8.5.4 大气密度和压强随高度的变化	149
8.6 气体分子的碰撞	149
8.6.1 平均碰撞频率	150
8.6.2 平均自由程	150

* 8.7 非平衡态下气体内的迁移现象	151
8.7.1 粘滞现象	151
8.7.2 热传导现象	152
8.7.3 扩散现象	152
* 8.8 液体的表面现象	153
8.8.1 液体的表面张力	153
8.8.2 弯曲液面下的附加压强	154
8.8.3 润湿现象和毛细现象	155
8.8.4 表面活性物质和表面吸附	157
思考题	158
习 题	159
第 9 章 热力学基础	160
9.1 热力学第一定律	160
9.1.1 热力学的一些基本概念	160
9.1.2 热力学第一定律	162
9.2 理想气体的热力学过程	162
9.2.1 理想气体的等体过程	163
9.2.2 理想气体的等压过程	163
9.2.3 理想气体的等温过程	166
9.2.4 理想气体的绝热过程	166
* 9.2.5 理想气体的多方过程	167
9.3 循环过程	168
9.3.1 热机循环与制冷机循环	168
9.3.2 卡诺循环	170
9.4 热力学第二定理	172
9.4.1 热力学第二定理的表述	172
9.4.2 可逆过程和不可逆过程	173
9.4.3 卡诺定理	173
9.4.4 热力学第二定理的统计意义	174
9.5 熵	175
9.5.1 熵和熵增加原理	175
* 9.5.2 熵变计算	177
思考题	178
习 题	178
物理学与现代科学技术	180
熵与信息	180
耗散结构	181

第三篇 电磁学

第 10 章 静电场	187
-------------------------	-----

10.1 电荷的基本性质和库仑定律	187
10.1.1 电荷守恒	187
10.1.2 电荷的量子化	188
10.1.3 库仑定律	188
10.1.4 静电力的叠加原理	189
10.2 电场 电场强度	191
10.2.1 电场	191
10.2.2 电场强度	191
10.2.3 点电荷的场强	191
10.2.4 电场强度叠加原理	192
10.3 高斯定理	194
10.3.1 电力线	194
10.3.2 电通量	195
10.3.3 高斯定理	195
10.3.4 利用高斯定理求场强	197
10.4 静电场环路定理和电势	199
10.4.1 静电场力做的功	199
10.4.2 静电场的环路定理	200
10.4.3 电势	200
10.4.4 电势叠加原理	202
10.5 静电场中的导体和电容器	203
10.5.1 导体的静电平衡	203
10.5.2 导体上的电荷分布	204
10.5.3 导体表面的场强	204
10.5.4 静电屏蔽	205
10.5.5 电容器的电容	206
* 10.6 静电场中的电介质	208
10.6.1 有电介质的电容器	208
10.6.2 电介质的极化	209
10.6.3 电介质中的静电场	210
10.6.4 有电介质时的高斯定理和电位移矢量	212
10.7 静电场的能量	214
10.7.1 带电电容器的静电能	214
10.7.2 电场的能量	214
思考题	216
习 题	217
物理学与现代科学技术	219
生物的电现象及其应用	219

11.1	磁场和磁感应强度	222
11.1.1	基本磁现象	222
11.1.2	磁场	223
11.1.3	磁感应强度	223
11.2	毕奥—萨伐尔定律	224
11.2.1	毕奥—萨伐尔定律	224
11.2.2	运动电荷的磁场	225
11.2.3	毕奥—萨伐尔定律的应用	226
11.3	磁场的高斯定理	228
11.3.1	磁感应线	228
11.3.2	磁通量	228
11.3.3	磁场的高斯定理	229
11.4	安培环路定理	229
11.4.1	安培环路定理的表述及验证	229
11.4.2	安培环路定理的应用	231
11.5	洛伦兹力和安培力	233
11.5.1	洛伦兹力	233
11.5.2	安培力	234
* 11.5.3	磁约束原理	235
* 11.6	介质中的磁场	236
11.6.1	磁介质对磁场的影响	236
11.6.2	有磁介质时的高斯定理	237
11.6.3	有磁介质时的安培环路定理	237
	思考题	238
	习 题	239
	物理学与现代科学技术	242
	超导的基本特性及其应用	242
第 12 章	电磁感应和电磁场	245
12.1	电磁感应的基本定律	245
12.1.1	电磁感应现象	245
12.1.2	电动势	246
12.1.3	楞次定律	247
12.1.4	法拉第电磁感应定律	248
12.2	动生电动势和感生电动势	248
12.2.1	动生电动势	249
12.2.2	感生电动势和感生电场	250
12.3	自感和*互感	252
12.3.1	自感现象	252
12.3.2	自感电动势和自感系数	252

* 12.3.3 互感	253
12.4 磁场的能量	254
12.4.1 自感磁能	254
12.4.2 磁场的能量	255
12.5 位移电流和麦克斯韦方程组	256
12.5.1 位移电流	256
12.5.2 麦克斯韦方程组	257
12.6 电磁波	258
12.6.1 电磁波存在的预言及证实	258
12.6.2 电磁波的基本性质	259
12.6.3 电磁波谱	259
思考题	260
习 题	261
科学家介绍	262
法拉第	262

第四篇 波动光学

第13章 光的干涉	267
13.1 光干涉的基本原理	267
13.1.1 光的干涉现象	267
13.1.2 产生光干涉的基本条件	267
13.1.3 光干涉的计算方法	268
13.2 光干涉的实现方法及应用	270
13.2.1 分波阵面的双光束干涉	270
13.2.2 分振幅的双光束干涉	273
13.2.3 光干涉在现代科技领域的应用	279
思考题	282
习 题	283
第14章 光的衍射	286
14.1 光衍射的基本原理	286
14.1.1 光的衍射现象	286
14.1.2 产生光衍射的基本条件	286
14.1.3 光衍射的分类及计算方法	287
14.2 光衍射的实现方法及应用	288
14.2.1 单缝夫琅禾费衍射	288
14.2.2 圆孔夫琅禾费衍射	291
14.2.3 光栅衍射	292
14.2.4 光衍射在现代科技领域中的应用	295
思考题	300