



普通高等院校基础课程应用型特色规划教材

新世纪物理学

(第2版) XINSHIJI WULIXUE

吴大江 何明标 黄卢记 编著
吴大江 胡 毅 修订



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

普通高等院校基础课程应用型特色规划教材

新世纪物理学

第2版

吴大江	何明标	黄卢记	编著
	吴大江	胡毅	修订

北京邮电大学出版社

·北京·

内 容 简 介

当代教育由“精英教育”向“大众教育”迅猛发展,高等教育正由以传授知识为主转变为以提高能力、加强素质培养为主,这种精神也特别要在教材方面予以体现。《新世纪物理学(第2版)》是根据高等院校大学物理课程教学的基本要求,汲取国内外精品教材的精华,在教学改革的实践中总结教学经验编写而成的。

全书分为第一篇力学,第二篇电磁学,第三篇热学(统计物理学基础和热力学基础),第四篇振动、波动与波动光学(机械振动、机械波基础和波动光学),以及第五篇近代物理学(狭义相对论力学基础和量子力学基础)。

本书可作为高等工科院校、各独立学院的大学物理课程的教材;也可供综合大学非物理专业、高等师范、成人教育和职工大学等院校作为大学物理课程的教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

新世纪物理学/吴大江,何明标,黄卢记编著.--2版.--北京:北京邮电大学出版社,2010.2

ISBN 978-7-5635-2238-5

I. ①新… II. ①吴… ②何… ③黄… III. 物理学—高等学校—教材 IV. O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 017491 号

书 名:新世纪物理学(第2版)

编 著:吴大江 何明标 黄卢记

责任编辑:张珊珊

出版发行:北京邮电大学出版社

社 址:北京市海淀区西土城路10号(邮编:100876)

发 行 部:电话:010-62282185 传真:010-62283578

E-mail: publish@bupt. edu. cn

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市梦宇印务有限公司印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:27.25

字 数:676千字

印 数:1—3 000册

版 次:2008年8月第1版 2010年2月第2版 2010年2月第1次印刷

ISBN 978-7-5635-2238-5

定 价:48.00元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

序 言

在我国当代高等教育由“精英教育”向“大众教育”转变时期,以培养“应用型人才”为主要目标的独立学院的创建与发展,是振兴中华、提高全民族文化素质和科学素质的重大举措之一。

大学物理是高等教育的基础课。物理学是研究物质结构和运动的最基本、最普遍的规律的学科,也是人类文明进步的动力,新技术、新发明的先导和源泉之一。大学物理是重要的基础课,掌握物理学的基本概念和规律、分析问题及解决问题的方法,不但对理工科的学生来说是至关重要的,而且对人文、经济、法律、社会政治乃至文化艺术等学科的学生也是有益的。

吴大江教授主编的《新世纪物理学》,是他和辛勤耕耘在独立学院的同行们在长期的教学实践中,根据教学大纲要求,紧密结合学生的实际编写而成的。本教材既达到了大学本科的基本水平,又突出了应用型、创新能力的培养,具有如下鲜明的特点:

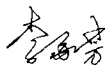
一、围绕基本要求,对物理学的基本知识和应用能力的培养进行科学设计,使两者紧密结合、相互配合。在阐述物理基础知识方面,明晰了概念引入、概念形成和概念应用,继承、发扬了理工科精品教材中知识的系统性、科学性、严谨性等特点,同时强调中学物理和大学物理的联系和过渡,突出物理学中的科学方法和创新思维。

二、将经典理论与其在现代科学技术中的应用紧密结合。与此同时,增加了趣味性、故事性、生动性素材的引入,将会提高同学们学习物理学的兴趣。

三、教材以物理模型、例题分析、知识拓展为主线贯穿始终,力求促进能力和素质培养。对基本现象、基本概念和基本原理的阐述,深入浅出,增加了典型例题。解题时,强调物理过程、解题思路、抽象思维、形象思维、辩证思维以及科学方法。培养学生的观察力、思维力、自学力和创新能力。

四、在弘扬中华数千年科技文明的同时,本教材还在将中西方两种教育方式的优点和谐地统一起来方面进行了有意义的探索,努力将注重基础理论和知识传授的传统和学习能力及创新意识培养的理念结合起来。

随着我国高等教育的发展和高校教学改革的不深入,结合独立学院实际、适合应用性人才培养的精品教材必将进一步促进我国高校教学质量的提高。

 ①

2007 年 6 月于武汉

① 李承芳现任武汉大学物理系系主任、博士生导师、物理学教授。

第2版前言

《新世纪物理学(第2版)》是在吴大江主编的《新世纪物理学》的基础上进行修订的。这次修订工作,特邀请北京理工大学珠海学院的教授和学者们参加。修订不仅对原书进行了勘误,而且在第4章中增加了“流体力学”的内容,并将第3章中的“质点的角动量”及“质点的角动量守恒”的内容编入第5章“刚体力学”,同时,将原书中的个别章节删繁就简,特别是一些例题和习题。

《新世纪物理学(第2版)》是北京师范大学珠海分校、南昌大学科学技术学院和北京理工大学珠海学院的教授和学者们在教学科研和教学改革实践方面的丰硕成果。

本书由吴大江和胡毅修订,参与修订的人员的分工如下:吴大江(第1章~第3章,第5章~第15章),胡毅(第4章),何明标(第16章和第17章);全书的结构、框架、统稿和教材的电子版由吴大江承担;全书由胡毅审阅。本书的电子教案和网络课件由黄卢记承担。王盛华同学对《新世纪物理学(第1版)》认真地进行了勘误。

本书在编写过程中,得到了北京师范大学珠海分校、南昌大学技术学院和北京理工大学珠海学院的各级领导和同仁的大力的支持。同时,参阅了兄弟院校有关教材,引用了其中的一些图片,在此表示衷心感谢。由于作者水平有限,疏漏及错误之处,恳请广大读者批评指正。

吴大江
于北京师范大学珠海分校

第1版前言

当代教育正由“精英教育”向“大众教育”迅猛发展,“应用型大学(独立学院)”如雨后春笋般地迅速发展、壮大、成熟,教学质量也在逐步提高。在这种新形势下,高等教育要求由传授知识为主转变为提高能力、加强素质培养为主,特别要在教材方面体现这种精神。

大学物理学课程是一门重要的基础课,它也是为提高学生的现代科学素质服务的。为此,物理课程应提供一定范围、一定深度、系统的现代物理学知识作为科学素质的基础,为学生学习后续课程以及将来从事各项工作、科学研究打下必要的物理基础。同时,培养学生的科学观思想、科学方法和科学态度,训练学生掌握科学的思维方法,提高分析问题、解决问题的能力并引发学生的创新意识。

《新世纪物理学》围绕基本要求,对教材的知识系统结构和知识应用系统结构进行科学设计,使两者紧密结合起来,相互配合,较好地解决了这个问题。在物理学的知识系统结构方面,明晰了概念引入、概念形成、概念应用;在理论阐述方面,继承和发扬“研究型大学”精品教材中知识系统性、科学性、严谨性等一系列特点的基础上,还强调和突出物理学中的辩证唯物主义观念及科学方法和创新思维,克服了传统教材的一些不足。比如:

1. 像伽利略的“两个世界的对话”、“爱因斯坦火车”等重要的思想实验,没有上升到科学方法论的高度,引起高度重视;

2. 在讲述质点和刚体时,只提到理想化模型,没有将理想化模型上升到科学方法论的高度;

3. 在讲解平均速度和瞬时速度时,仅仅停留在静止、孤立地讲述物理知识,而忽略了物理思想的灵魂——辩证唯物主义,忘记了爱因斯坦的教导:想象力比知识重要。当 $\Delta t \rightarrow 0$ 即时间无限地接近零时,平均速度转化为瞬时速度,曲线运动转化为直线运动(微分法)……这正是牛顿和爱因斯坦的光辉思想所在,也是美国学者 C·基特尔在《伯克利物理学教程》中《致学生》一文精辟的见解:“大学物理课的头一年一向是最难的。在第一年里,学生要接受的新思想、新概念和新方法,比在高年级或研究生院课堂中还要多得多。一个学生如果清楚地理解了力学中所阐述的基本物理内容,即使他还不能在复杂的情况下运用自如,他也已经克服了学习物理的大部分的真正困难了”。

为了适应“应用型大学”物理教学的实际需求,做到实用与好用,教材加强了基本现象、基本概念、基本原理的阐述,讲述深入浅出,增加了典型例题。解题时,强调物理过程、解题思路、形象思维和辩证思维以及科学方法。同时,注重培养学生的观察力、思维力、自学力和创新能力。

《新世纪物理学》分为力学篇,电磁学篇,热学篇,振动、波动与波动光学篇,近代物理学篇,共计五篇。在力学篇中,以牛顿定律为基础和出发点,引入动量、角动量和能量的概念,导出动量、角动量和机械能守恒定律,最后将它们推广到普遍的形式。守恒定理在物理思想和物理方向上讲是很重要的,在解决实际问题时也是极其重要的手段,在现代科学技术中发

挥越来越大的作用。

在电磁学篇中,以库仑定律、毕奥-萨伐尔定律和法拉第定律为基础展开,直至麦克斯韦方程组。在分析方法上,将库仑力与重力类比、重力势能与电势能类比、重力场与静电场类比,强调了对称性的分析;在求电场和磁场的分布时,都应用了空间对称性。对称性原理是自然界最基本的规律之一,在近代物理学中发挥着越来越大的作用。

在热学篇中,对系统(大量气体分子)的宏观性质及其变化规律作了清晰的介绍,大大加强了在分子理论上的统计概念和规律的阐述。对功、热的本质、热力学第一定律和热力学第二定律以及熵的微观意义和宏观表示式等都结合了统计概念而作了许多独特而清晰的讲解。

在振动、波动与波动光学篇中,着眼于机械振动、机械波和波动光学的有机联系,引导学生研究它们之间的联系、区别和转化,电磁振动(或振荡)虽然和机械振动有着本质的不同,但是,它们随时间变化的情况以及许多性质在形式上都遵循相同的规律。着重研究了波、光的干涉和光的衍射等基本现象和规律。

在近代物理学篇中,包括相对论、原子物理和量子力学基础,重点放在量子力学概念方面。与此同时介绍了科学大师是如何克服物理学的困难、创建新理论。比如爱因斯坦通过“思想实验”(爱因斯坦火车)创建了相对论。

总之,全书贯穿的是:物理概念、物理模型、物理过程及物理意义上的物理思想和物理精神。将经典理论和现代科学技术的应用紧密地有机结合,强调能量和守恒定理、定律,热力学第二定律、熵、电磁学在现代化高精尖科学研究设备上的应用、光电效应……为学习太阳能的利用和量子计算机等前沿学科打下坚实的基础。

本书由吴大江主编,参编人员的分工如下:吴大江(第1~5章、第10~14章)、何明标(第15、16章),黄卢记(第6~9章)。全书由吴大江统稿、何明标教授审阅。电子教案和网络课件由黄卢记制作。

本书在编写过程中得到了北京师范大学珠海分校和南昌大学领导和同仁的大力支持,特别要感谢唐小迅副教授和吴评副教授,他们提供了大量的教学资料。同时,参阅了兄弟院校的有关教材,引用了其中的图片,在此表示衷心感谢。

由于水平有限、时间仓促,不足、疏漏及错误之处,恳请广大读者批评指正。

吴大江

目 录

第一篇 力 学

第 1 章 质点运动学	3
1.1 机械运动的基本特征及其描述方法	3
1.1.1 基本概念	3
1.1.2 基本特征	4
1.1.3 运动的描述	4
1.2 质点的运动学方程	4
1.2.1 基本概念	4
1.2.2 质点的运动学方程和轨迹方程	5
1.3 位移 速度	6
1.4 加速度	9
1.5 圆周运动的角量描述	10
1.6 相对运动	12
思考题	13
习题	13
第 2 章 牛顿运动定律	17
2.1 牛顿运动定律	17
2.1.1 基本概念	17
2.1.2 牛顿运动定律	18
2.2 几种常见的力和基本的自然力	21
2.2.1 几种常见的力	21
2.2.2 基本的自然力	23
2.3 牛顿运动定律的应用	26
习题	28
第 3 章 动量守恒	31
3.1 冲量与动量定理	31
3.1.1 冲量	31

3.1.2 质点的动量定理·····	31
3.1.3 质点系的动量定理·····	34
3.2 动量守恒定律·····	35
习题·····	39
第4章 功和能 ·····	42
4.1 功 保守力的功·····	42
4.1.1 功·····	42
4.1.2 示功图·····	44
4.1.3 功率·····	45
4.1.4 保守力的功·····	46
4.2 动能定理·····	48
4.2.1 质点的动能定理·····	48
4.2.2 质点的动能定理应用举例·····	49
4.3 质点系的势能·····	50
4.3.1 保守力场·····	50
4.3.2 势能·····	50
4.4 机械能守恒定律 能量守恒定律·····	52
4.4.1 机械能守恒定律·····	52
4.4.2 功能原理·····	52
4.4.3 能量守恒定律·····	53
4.4.4 应用举例·····	56
4.5 对称性与守恒定律·····	57
4.6 理想流体的流动·····	59
4.6.1 稳定流动·····	60
4.6.2 流线与流管·····	60
4.6.3 理想流体的连续性方程·····	61
4.6.4 伯努利方程·····	61
4.6.5 伯努利方程的应用·····	63
思考题·····	65
习题·····	65
第5章 刚体力学 ·····	70
5.1 质点的角动量 质点的角动量守恒·····	70
5.1.1 质点的角动量·····	70
5.1.2 质点的角动量定理·····	70
5.1.3 质点角动量守恒定律·····	71
5.2 刚体的基本运动·····	73
5.2.1 刚体·····	73

5.2.2 刚体的平动	73
5.2.3 刚体的定轴转动	73
5.3 刚体的定轴转动	74
5.3.1 基本角量	74
5.3.2 力矩	75
5.3.3 转动定理	76
5.3.4 刚体的转动惯量的计算	77
5.3.5 转动定理的应用	79
5.4 刚体定轴转动的功和能	80
5.4.1 力矩的功	80
5.4.2 刚体定轴转动的动能	81
5.4.3 动能定理	81
5.5 刚体定轴转动的角动量	82
5.5.1 刚体定轴转动的角动量	82
5.5.2 刚体定轴转动的角动量定理	82
5.5.3 刚体定轴转动的角动量守恒定律	82
思考题	85
习题	85

第二篇 电 磁 学

第 6 章 真空中的静电场	93
6.1 库仑定律及静电力叠加原理	93
6.1.1 电荷	93
6.1.2 库仑定律	94
6.1.3 静电力叠加原理	95
6.2 电场强度的定义及计算	97
6.2.1 电场强度	98
6.2.2 场强叠加原理	98
6.2.3 电场强度的计算	98
6.3 电通量 高斯定理	103
6.3.1 电场线	103
6.3.2 电场强度通量	104
6.3.3 高斯定理	105
6.3.4 高斯定理的应用	106
6.4 静电场的环路定理	108
6.4.1 静电场力的功	108
6.4.2 静电场的环路定理	109

6.5 电势	109
6.5.1 电势能	109
6.5.2 电势的定义	110
6.5.3 电势差	110
6.5.4 电势叠加原理	111
6.5.5 求解静电场中电势的几种方法	111
6.5.6 等势面	115
6.5.7 电势与电场强度的微分关系	116
思考题	117
习题	117
第7章 静电场中的导体和电介质	123
7.1 静电场中的导体	123
7.1.1 静电感应现象	123
7.1.2 导体静电平衡条件	124
7.1.3 导体存在时静电场的分析与计算	126
7.2 电容 电容器	130
7.2.1 孤立导体的电容	130
7.2.2 电容器	130
7.2.3 电容器储存的静电场的能量	133
7.2.4 静电场的能量 能量密度	133
7.3 静电场中的电介质 电介质的极化	135
7.3.1 电介质及其分类	135
7.3.2 电介质的极化	136
7.3.3 电介质对电场的影响	137
7.3.4 几种电介质的相对介电常量	138
7.3.5 电介质的击穿	138
7.4 电介质中的高斯定理 电位移矢量	138
习题	141
第8章 稳恒磁场	144
8.1 电流	144
8.1.1 电流和电流密度	144
8.1.2 恒定电流的重要性质	145
8.2 磁场 磁感应强度	145
8.2.1 磁力与电荷的运动	146
8.2.2 磁感应强度	146
8.3 毕奥-萨伐尔定律及应用	148
8.3.1 电流元	148

8.3.2	毕奥-萨伐尔(实验)定律	148
8.3.3	磁感应强度叠加原理	148
8.4	磁场的高斯定理和安培环路定理	152
8.4.1	磁通量	152
8.4.2	磁场的高斯定理	154
8.4.3	安培环路定理	154
8.5	磁场对电流的作用	157
8.5.1	安培定律	158
8.5.2	安培公式的应用	158
8.5.3	磁场对载流平面线圈的作用	160
8.5.4	磁场力的功	160
8.5.5	霍耳效应	162
8.6	带电粒子在磁场中的运动	163
8.6.1	洛仑兹力	163
8.6.2	带电粒子在均匀磁场中的运动	163
8.6.3	应用举例	163
* 8.7	磁介质中的磁场	164
8.7.1	磁介质及磁介质的磁化	164
8.7.2	磁介质的磁导率	165
8.7.3	磁场强度 磁介质中的安培环路定理	165
8.7.4	安培环路定理的应用	166
8.7.5	铁磁质	167
思考题		169
习题		169
第9章	变化的电磁场	174
9.1	电磁感应的基本规律	174
9.1.1	电磁感应现象	174
9.1.2	法拉第电磁感应定律	175
9.1.3	楞次定律	175
9.2	动生电动势	177
9.2.1	概念和机制	177
9.2.2	能量转换	179
9.2.3	动生电动势的计算	179
9.3	感生电动势	182
9.3.1	电磁感应定律的普遍形式	182
9.3.2	感生电动势的计算	183
9.3.3	感生电场的应用	184
9.4	自感和互感	185

9.4.1	自感	185
9.4.2	自感系数和自感电动势的计算	185
9.4.3	互感现象、互感系数和互感电动势	187
9.4.4	互感系数和互感电动势计算	188
9.5	磁场的能量	190
9.5.1	自感中的能量转换	190
9.5.2	磁场的能量密度	190
9.5.3	磁能的计算	191
9.6	麦克斯韦电磁场理论简介	192
9.6.1	位移电流	192
9.6.2	麦克斯韦方程组	195
	思考题	196
	习题	197

第三篇 热 学

第 10 章	统计物理学基础	203
10.1	分子运动的基本概念	204
10.1.1	分子的密度和线度	204
10.1.2	分子力	205
10.1.3	分子热运动的无序性及统计规律	205
10.2	平衡态 理想气体状态方程	206
10.2.1	平衡态和状态参数	207
10.2.2	准静态过程	207
10.2.3	理想气体状态方程	208
10.3	理想气体的压强公式 温度公式	210
10.3.1	理想气体的微观模型	210
10.3.2	理想气体的压强公式	211
10.3.3	理想气体的温度公式	212
10.4	能量按自由度均分定理 理想气体的内能	213
10.4.1	自由度	213
10.4.2	能量按自由度均分定理	214
10.4.3	理想气体的内能	215
10.5	麦克斯韦速率分布定律	216
10.5.1	测定气体分子速率的实验	216
10.5.2	麦克斯韦气体分子速率分布律	217
10.5.3	三种统计速率	218
* 10.6	玻耳兹曼能量分布定律及验证	220
10.6.1	玻耳兹曼能量分布定律	220

10.6.2 重力场中粒子按高度分布·····	221
10.6.3 重力场中的压强公式·····	221
10.7 气体分子平均自由程·····	222
思考题·····	224
习题·····	224
第 11 章 热力学基础 ·····	227
11.1 热力学第一定律·····	227
11.1.1 内能 功 热量·····	227
11.1.2 热力学第一定律·····	228
11.2 热力学第一定律的应用·····	229
11.2.1 等体过程 气体的摩尔定容热容·····	229
11.2.2 等压过程 气体的摩尔定压热容·····	230
11.2.3 等温过程·····	231
11.2.4 比热容比·····	232
11.3 绝热过程·····	232
11.3.1 理想气体绝热过程方程·····	233
11.3.2 绝热线与等温线·····	234
11.3.3 理想气体重要公式表·····	234
11.4 循环过程 卡诺循环·····	235
11.4.1 正循环和热机效率·····	235
11.4.2 逆循环和制冷系数·····	236
11.4.3 卡诺循环·····	236
11.4.4 卡诺制冷机·····	237
11.5 热力学第二定律·····	238
11.5.1 可逆过程和不可逆过程·····	238
11.5.2 热力学第二定律的两种表述·····	239
11.5.3 卡诺定理·····	241
* 11.6 热学新进展——熵·····	241
11.6.1 熵的概念·····	241
11.6.2 热力学第二定律的数学表达式·····	242
11.6.3 熵与混乱度·····	243
11.6.4 熵增加原理·····	243
思考题·····	244
习题·····	244

第四篇 振动、波动与波动光学

第 12 章 机械振动 ·····	251
12.1 简谐振动的描述·····	251

12.1.1	简谐振动的动力学方程	251
12.1.2	简谐振动的运动学方程	251
12.1.3	简谐振动的几个特征量	252
12.1.4	振幅和初相的确定	253
12.2	简谐振动的旋转矢量描述	255
12.3	简谐振动的能量	258
12.4	阻尼振动和受迫振动 共振	260
12.4.1	阻尼振动的数学描述	260
12.4.2	受迫振动 共振	261
12.5	简谐振动的合成	263
12.5.1	同方向、同频率简谐振动的合成	263
12.5.2	同方向、不同频率的简谐振动的合成 拍	265
12.5.3	垂直方向、同频率的谐振的合成	266
	思考题	268
	习题	268
第 13 章	机械波基础	271
13.1	机械波的形成与传播 简谐波的特征	271
13.2	平面简谐波的波动方程	273
13.2.1	平面简谐波的波动方程	273
13.2.2	简谐波的特征量	274
13.3	波的能量和能流	276
13.3.1	波的能量	276
13.3.2	波的能流	277
13.4	惠更斯原理	278
13.5	波的叠加原理 波的干涉	280
13.5.1	波的叠加原理	281
13.5.2	波的干涉	281
13.6	驻波 半波损失	283
13.7	声波 多普勒效应	287
13.7.1	声波	287
13.7.2	多普勒效应	288
	思考题	292
	习题	292
第 14 章	波动光学	296
14.1	光的电磁理论	296
14.1.1	电磁振荡	296
14.1.2	电磁波的概念	297

14.1.3 电磁波的性质	297
14.2 相干光波的叠加	299
14.2.1 相干光源	299
14.2.2 光波的叠加	300
14.3 杨氏双缝实验 劳埃德镜	301
14.3.1 杨氏双缝实验(分波阵面法)	301
14.3.2 劳埃德镜	304
14.4 薄膜干涉	305
14.4.1 等倾干涉	305
14.4.2 等厚干涉	307
14.5 迈克尔逊干涉	310
14.6 惠更斯-菲涅耳原理 单缝夫琅禾费衍射	312
14.6.1 光的衍射	312
14.6.2 惠更斯-菲涅耳原理	312
14.6.3 菲涅耳衍射	313
14.6.4 单缝夫琅禾费衍射	313
14.6.5 圆孔衍射	315
14.6.6 光学仪器分辨率	316
14.7 衍射光栅和光栅光谱	317
14.7.1 衍射光栅	318
14.7.2 光栅方程	318
14.7.3 光栅谱线的缺级现象	319
14.7.4 光谱分析方法	320
14.7.5 X射线的衍射	320
14.8 光的偏振性	322
14.8.1 自然光 偏振光	322
14.8.2 起偏和检偏	323
14.8.3 马吕斯定律(偏振光的透射)	324
14.8.4 布儒特斯定律(偏振光的反射和折射)	325
14.8.5 双折射现象	327
14.8.6 椭圆偏振光和圆偏振光	328
思考题	330
习题	330

第五篇 近代物理

第15章 狭义相对论力学基础	339
15.1 力学相对性原理	339

15.1.1	力学相对性原理中的相对性和不变性	339
15.1.2	伽利略相对性原理	340
15.1.3	伽利略相对性原理的数学描述——伽利略变换	340
15.1.4	伽利略相对性原理的时空观	341
15.1.5	伽利略相对性原理力学规律的数学表达	341
15.2	狭义相对论基本原理	341
15.2.1	爱因斯坦相对论的理论基础	342
15.2.2	洛仑兹变换	343
15.3	爱因斯坦狭义相对论时空观——长度缩短、时间膨胀	346
15.3.1	同时的相对性	347
15.3.2	物体在运动方向上长度缩短——长度的相对性	348
15.3.3	物体在运动方向上时间膨胀(时钟变慢,时间延缓)	349
15.3.4	爱因斯坦狭义相对论时空观的实验证明	349
15.4	爱因斯坦狭义相对论质点动力学	350
15.4.1	相对论质量	351
15.4.2	相对论质量与能量的关系	352
15.4.3	相对论动量和能量关系式	353
15.4.4	应用举例	354
* 15.5	爱因斯坦广义相对论——宇宙空间是弯曲的?	355
15.5.1	爱因斯坦广义相对论的基本理论	355
15.5.2	广义相对论的检验	357
	习题	359
第 16 章	量子力学基础	361
16.1	黑体辐射 普朗克的能量子假说	361
16.1.1	黑体辐射	361
16.1.2	黑体辐射的基本规律	363
16.1.3	经典物理学的困难	364
16.1.4	普朗克量子假设	365
16.2	光电效应 爱因斯坦的光子假说	366
16.2.1	光电效应及经典物理面临的困境	366
16.2.2	光子 爱因斯坦方程	367
16.2.3	光的波粒二象性	368
16.2.4	光电效应在现代科技中的应用	369
16.3	康普顿效应	370
16.3.1	康普顿效应	370
16.3.2	光子理论解释	371
16.4	原子结构的玻尔理论	373
16.4.1	氢原子光谱的规律性	374