



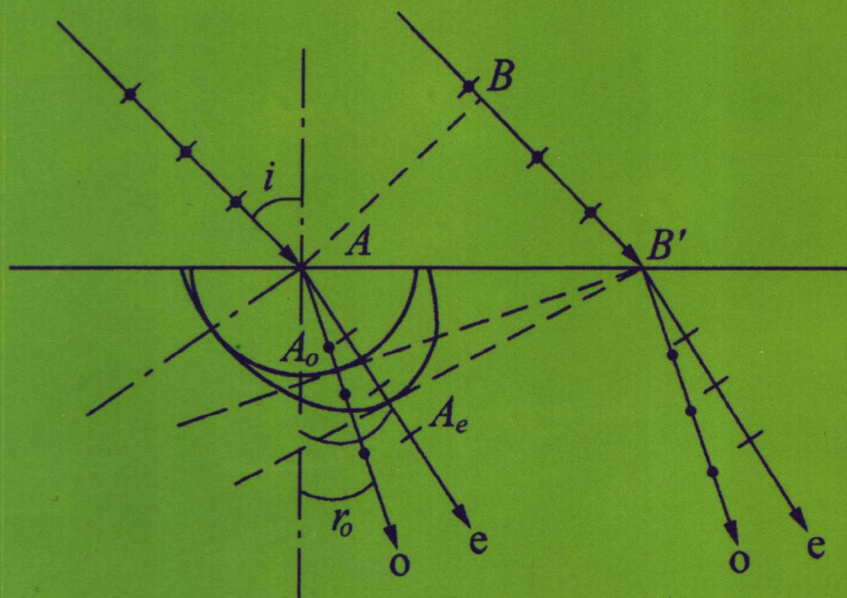
21世纪重点教材
物理学系列



大学物理简明教程

(第二版)

梁励芬 蒋平 编著



复旦大学

出版社



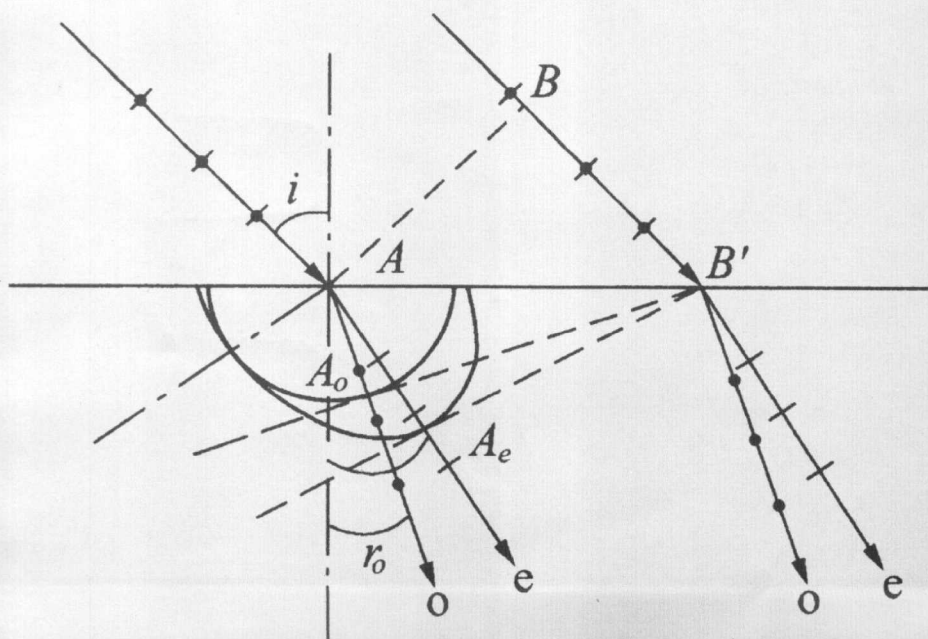
21世纪重点教材
物理学系列



大学物理简明教程

(第二版)

梁励芬 蒋平 编著



复旦大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

大学物理简明教程/梁励芬,蒋平编著. —2版. —上海:复旦大学出版社,2004.6

ISBN 7-309-03958-0

I. 大… II. ①梁…②蒋… III. 物理学-高等学校-教材
IV. 04

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第023628号

大学物理简明教程(第二版)

梁励芬 蒋平 编著

出版发行 复旦大学出版社

上海市国权路579号 邮编 200433

86-21-65118853(发行部) 86-21-65109143(邮购)

fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>

责任编辑 梁玲

装帧设计 陈萍

总编辑 高若海

出品人 贺圣遂

印刷 上海第二教育学院印刷厂

开本 787×960 1/16

印张 39.5 插页 2

字数 840千

版次 2004年6月第二版第一次印刷

印数 1—5 100

书号 ISBN 7-309-03958-0/O·319

定价 55.00元(含配套CD-ROM)

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社发行部调换。

版权所有 侵权必究

A large, faint, circular watermark seal of Fudan University is centered on the page. The seal features the university's name in English, 'FUDAN UNIVERSITY', around the top arc and the Chinese characters '復旦大學' in the center. The years '1905-2005' are inscribed along the bottom arc.

**In celebration of
the 100th anniversary of Fudan University**

(1905-2005)

献给复旦大学一百周年校庆

内 容 提 要

本书以一卷本的形式简明介绍普通物理学的基本知识，兼顾物理学在当代其他自然科学和生命医学以及工程技术领域内的应用。内容覆盖经典物理的力学、热学、电磁学与光学以及近代量子物理的基本规律，同时以阅读材料的形式有选择地介绍近年物理学的重要进展以及杰出物理学家的生平。

本书可作为理工医农以及师范等各类高等院校基础物理课程的教材，亦可作中等学校教师的教学参考书。

作者简介

梁励芬 广东省中山市人，1946年生。1970年毕业于复旦大学物理系。现任复旦大学教授，兼任上海市物理学会物理竞赛委员，曾从事半导体集成电路和半导体表面的研究，现主要从事大学物理教学工作。担任过国际奥林匹克竞赛中国代表队的培训工作。获2001年上海市育才奖。合作主编《大学物理简明教程》、《大学物理核心概念和题例详解》、《基础物理学》，合作出版《英汉双解物理词典》。



蒋平 江苏省如皋市人，1938年生。1993年任复旦大学教授，1994年任博士生导师，历任上海市物理学会理事、秘书长。长期从事固体物理方面的理论研究，20世纪70年代进行无定型半导体的理论研究，80年代开展半导体表面吸附和金属表面结构的研究，90年代初进行介观物理的理论研究。发表论文70余篇。合作编写出版《群论及其在物理学中的应用》、《固体物理简明教程》、《大学物理简明教程》、《大学物理核心概念和题例详解》、《固体物理学》，合译出版《表面和薄膜的分析基础》。获国家教委科技进步二等奖两项、上海市教学成果三等奖一项。



在编写过程中除借鉴国外发达国家的最新教材外,广泛参考了国内新近出版的基础物理教材,在本书最后专门以附录形式列出,以志谢忱。

编 者
2002 年春

第 一 版 序

编写本书的意向萌动于3年之前,初衷是要为非物理专业的本科生提供一本适用于新世纪伊始的物理学基础课教材。编者长期在复旦大学从事非物理专业的物理课教学,讲授对象包括理科数、化、生、医学及电子工程等系科、专业的学生,编者从中积累了丰富的教学经验。在实际的教学实践中,编者深切体会到如何使基础物理的教学适应学生对后续课程的学习以及毕业后从事新世纪建设的要求是一个亟待解决的紧迫问题。这突出表现在过去沿用的教材已显陈旧,越来越难以满足教学的需要。一方面,现代科学和工程的发展使其同物理学的关系更为密切,物理学实际上已渗透到当代科学技术的各个领域,从研究方法、检测设备与技术等方面给以基础性的支持;无疑要求在新世纪工作的科学家、医生和工程师具备必需的物理学知识。另一方面,近年来物理学本身也有许多重要的发展。有的重大成就甚至已对当代人类的进步和社会发展表现出积极的影响,相关的知识已相当普及,作为常识也应使学生有所了解;但这些内容都是原有教材未能包括的。同时,新世纪的建设者在知识结构方面有其区别于既往的特点,这自然也要求教材的内容、结构、教学方式与课时都要作相应的调整。正是基于这样的认识,我们才决定重新编写一本适用本世纪之初的基础物理教材。

在着手编写前后,上海医科大学与复旦大学正式合并,现在复旦大学又已启动全学分制计划,基础物理的教学分成基础学科、技术学科与医学院三大片,这又对教材的适用性提出了新的要求。因此在实际编写过程中,我们尽量注意使教材有最广的适用面。

近年来,国内出版了不少适用于理、工科的大学物理教材,但鲜见适用于医学及生命科学类系科的基础物理教材。本教材恰好在一定程度上适应了这一需求。这些已出版的教材相对于传统的教材而言,大多数作了许多革新,包括教材的体系和知识结构。在仔细研究权衡利弊的基础上,本书仍保留经典物理在前、近代物理在后的顺序,以适应大多数读者的需求与使用习惯。此外书中以阅读材料的形式介绍了若干物理学的最新进展及其在技术上的应用,以扩大读者的视野。同时附加了若干著名科学家的简介,以期学生在培养自己严谨的工作作风和科学的思维方式方面能获得有益的启示。

在编写过程中除借鉴国外发达国家的最新教材外,广泛参考了国内新近出版的基础物理教材,在本书最后专门以附录形式列出,以志谢忱。

编 者
2002 年春

目 录

第一篇 力 学

第一章 运动学	3
§ 1.1 参照系和坐标系	3
§ 1.2 质点和刚体	4
§ 1.3 位矢、速度和加速度	4
1.3.1 位置、位矢和位移	4
1.3.2 速度和加速度	6
1.3.3 速度、加速度的直角坐标分量表示式	7
1.3.4 质心	7
§ 1.4 曲线运动、切向加速度和法向加速度	9
1.4.1 曲线运动、已知加速度求速度和位矢	9
1.4.2 切向加速度和法向加速度	12
1.4.3 圆周运动、角位移、角速度和角加速度	14
1.4.4 角量和线量的关系	15
1.4.5 刚体绕固定轴的转动	15
§ 1.5 相对运动	16
§ 1.6 力学单位制、量纲	19
1.6.1 力学单位制	19
1.6.2 量纲	20
附录 1.1 微积分简介	21
附录 1.2 矢量	28
阅读材料 科学家介绍——伽利略	31
思考题与习题	33
第二章 动力学	37
§ 2.1 牛顿三定律	37

2.1.1	牛顿三定律	37
2.1.2	4 种基本相互作用	38
2.1.3	接触力	39
2.1.4	牛顿三定律的应用	41
2.1.5	伽利略相对性原理	49
2.1.6	非惯性系中的惯性力	50
§ 2.2	动量和动量守恒定律	53
2.2.1	动量、冲量和动量定理	53
2.2.2	动量守恒定律	55
2.2.3	质心运动定理	56
2.2.4	变质量体系的运动方程、火箭	58
§ 2.3	角动量和角动量守恒定律	61
2.3.1	质点的角动量和刚体定轴转动的角动量	61
2.3.2	平行轴定理	63
2.3.3	力矩	65
2.3.4	质点和定轴转动刚体的角动量定理、转动定律	67
2.3.5	角动量守恒定律	69
阅读材料 2.1	科学家介绍——牛顿	72
阅读材料 2.2	引力波	74
思考题与习题		77
第三章	功与能、机械能守恒定律	84
§ 3.1	功和功率	84
3.1.1	力的功和功率	84
3.1.2	力矩的功和功率	85
§ 3.2	几种力的功、势能	86
3.2.1	保守力的功	86
3.2.2	摩擦力的功	89
3.2.3	功和参照系的关系	89
3.2.4	势能	91
§ 3.3	动能定理	92
3.3.1	质点的动能和动能定理	92
3.3.2	刚体定轴转动的动能定理	93
§ 3.4	机械能守恒定律	94

3.4.1 功能原理·····	94
3.4.2 机械能守恒定律·····	95
* 3.4.3 功和能的定理与参照系的关系·····	95
3.4.4 刚体的平面运动·····	99
§ 3.5 碰撞·····	103
3.5.1 碰撞与守恒定律·····	103
3.5.2 弹性碰撞和完全非弹性碰撞·····	103
* § 3.6 进动·····	106
思考题与习题·····	107
第四章 狭义相对论基础 ·····	115
§ 4.1 狭义相对论的基本假设·····	115
4.1.1 爱因斯坦的基本假设·····	115
4.1.2 洛伦兹变换·····	116
4.1.3 狭义相对论的时空性质·····	117
§ 4.2 相对论速度变换·····	120
§ 4.3 相对论质量、动量和能量·····	122
4.3.1 相对论质量和动量·····	122
4.3.2 相对论能量·····	124
阅读材料 4.1 科学家介绍——爱因斯坦·····	127
阅读材料 4.2 宇宙大爆炸理论和实验证据·····	129
阅读材料 4.3 黑洞·····	133
阅读材料 4.4 正、负电子对撞机·····	135
思考题与习题·····	138
第五章 流体力学 ·····	140
§ 5.1 流体运动的描述·····	140
5.1.1 流场、流线和流管·····	140
5.1.2 定常流动和不定常流动·····	141
§ 5.2 定常流动的连续性方程·····	141
§ 5.3 伯努利方程·····	142
5.3.1 理想流体·····	142
5.3.2 伯努利方程·····	142
5.3.3 伯努利方程的应用举例·····	144
§ 5.4 实际流体的运动规律·····	147

5.4.1 粘滞流体的能量方程	147
5.4.2 湍流和雷诺数	149
5.4.3 泊肃叶定律	150
阅读材料 血液的流动和血压	152
思考题与习题	154

第二篇 热 学

第六章 气体分子运动论	159
§ 6.1 理想气体状态方程	159
6.1.1 状态参量	159
6.1.2 理想气体状态方程	160
§ 6.2 理想气体的压强公式	161
6.2.1 理想气体的微观模型和等概率假说	161
6.2.2 理想气体的压强公式	163
6.2.3 温度的统计意义	164
§ 6.3 麦克斯韦速率分布律	165
6.3.1 统计规律性与分布函数	165
6.3.2 麦克斯韦速率分布律	167
6.3.3 最概然速率、平均速率和方均根速率	168
* 6.3.4 验证麦克斯韦速率分布律的实验	170
§ 6.4 玻耳兹曼分布律	171
6.4.1 重力场中大气密度和压强随高度的分布	171
* 6.4.2 麦克斯韦-玻耳兹曼分布律	172
§ 6.5 能量按自由度均分定理	174
6.5.1 自由度	174
6.5.2 能量按自由度均分定理	174
6.5.3 理想气体的内能及热容量	176
* § 6.6 气体的输运过程	177
6.6.1 气体分子碰撞频率和平均自由程	177
6.6.2 气体的输运过程	179
* § 6.7 物质透过生物膜的输运	182
6.7.1 物质透过生物膜的输运	182
6.7.2 膜电位	183
阅读材料 6.1 血液透析	183
阅读材料 6.2 生物圈	186

思考题与习题	188
第七章 热力学	191
§ 7.1 热力学第一定律	191
7.1.1 热力学过程	191
7.1.2 功和热量	191
7.1.3 热力学第一定律	192
§ 7.2 热力学第一定律的应用	193
7.2.1 理想气体的等容过程	193
7.2.2 理想气体的等压过程	194
7.2.3 理想气体的等温过程	194
7.2.4 理想气体的绝热过程	195
* 7.2.5 人体的新陈代谢	197
§ 7.3 循环过程、卡诺循环	198
7.3.1 循环过程和热机的效率	198
7.3.2 卡诺循环	200
§ 7.4 热力学第二定律	203
7.4.1 自然现象的不可逆性	203
7.4.2 热力学第二定律	204
7.4.3 卡诺定理	205
7.4.4 熵和熵增加原理	205
7.4.5 热力学第二定律的统计意义	209
阅读材料 7.1 耗散结构和自组织现象	212
阅读材料 7.2 熵、信息与遗传	213
思考题与习题	215

第三篇 电 磁 学

第八章 静电场	221
§ 8.1 库仑定律	221
§ 8.2 电场强度	223
8.2.1 电场和电场强度	223
8.2.2 场强叠加原理	224
§ 8.3 高斯定理	228
8.3.1 电场线	228
8.3.2 电通量	230

8.3.3 高斯定理及其应用	231
§8.4 静电场的环路定理、电势	235
8.4.1 静电场的环路定理	235
8.4.2 电势差和电势	236
8.4.3 场强与电势的关系	238
* 8.4.4 关于电势零点的讨论	241
§8.5 导体的静电平衡、电容器	243
8.5.1 导体的静电平衡条件	243
8.5.2 导体表面的电荷分布和电场强度	243
8.5.3 尖端效应和静电屏蔽	246
8.5.4 电容、电容器	247
§8.6 稳恒电流、基尔霍夫定律	252
8.6.1 电流的连续性方程、稳恒电流	252
8.6.2 欧姆定律、电动势	254
8.6.3 基尔霍夫定律	257
阅读材料 8.1 静电的应用和静电危害的消除	259
阅读材料 8.2 电泳与太空制药	263
阅读材料 8.3 导电高聚物	265
阅读材料 8.4 静电技术在生命科学中的应用	270
思考题与习题	273
第九章 磁场	281
§9.1 磁场的高斯定理	281
9.1.1 电流的磁效应	281
9.1.2 磁场、磁感应强度和磁感应线	283
9.1.3 磁通量和磁场的高斯定理	285
§9.2 磁场对电流的作用、磁矩	286
9.2.1 安培公式	286
9.2.2 磁场对平面载流线圈的作用、磁矩	287
§9.3 毕奥-萨伐尔定律	289
9.3.1 毕奥-萨伐尔定律	289
9.3.2 毕奥-萨伐尔定律的应用	290
§9.4 安培环路定理	294
9.4.1 安培环路定理	294
9.4.2 安培环路定理的应用	296

§ 9.5 带电粒子在电场和磁场中的运动	297
9.5.1 洛伦兹力	297
9.5.2 带电粒子在磁场中的运动	298
9.5.3 回旋加速器	301
9.5.4 质谱仪	302
9.5.5 霍耳效应	304
阅读材料 磁流体发电	305
思考题与习题	307
第十章 电磁感应	312
§ 10.1 电磁感应定律	312
10.1.1 电磁感应现象	312
10.1.2 楞次定律	313
10.1.3 法拉第电磁感应定律	314
§ 10.2 动生电动势和感生电动势	316
10.2.1 动生电动势	317
10.2.2 感生电动势和感生电场	319
§ 10.3 自感与互感	323
10.3.1 自感应	323
10.3.2 互感应	325
§ 10.4 自感磁能和互感磁能	327
10.4.1 自感磁能	327
10.4.2 互感磁能	329
阅读材料 10.1 磁悬浮列车	331
阅读材料 10.2 核磁共振	334
思考题与习题	336
第十一章 物质中的电场和磁场	341
§ 11.1 电介质、介质中的高斯定理	341
11.1.1 电介质的极化	341
11.1.2 极化强度和极化电荷密度	343
11.1.3 电位移, 电介质中的高斯定理	344
§ 11.2 磁介质、介质中的安培环路定理	347
11.2.1 磁介质和磁化强度矢量	347
11.2.2 磁化电流	349

11.2.3 磁介质中的安培环路定理·····	350
11.2.4 铁磁质·····	353
§ 11.3 静电场和静磁场的能量·····	354
11.3.1 静电场的能量·····	354
11.3.2 静磁场的能量·····	356
阅读材料 超导体·····	357
思考题与习题·····	363
第十二章 电磁场和电磁波·····	366
§ 12.1 麦克斯韦方程组·····	366
12.1.1 位移电流与感生磁场·····	366
12.1.2 麦克斯韦方程组·····	371
§ 12.2 电磁波的产生和传播·····	372
§ 12.3 电磁波的能量和动量·····	373
12.3.1 电磁场的能量密度和能流密度·····	373
12.3.2 电磁波的动量·····	373
§ 12.4 电磁波的辐射·····	375
12.4.1 辐射电磁波的条件·····	375
12.4.2 电偶极辐射和磁偶极辐射·····	375
12.4.3 韧致辐射·····	376
12.4.4 同步辐射·····	377
§ 12.5 电磁波谱·····	378
阅读材料 生命系统的超微弱光子辐射·····	379
思考题与习题·····	381
第四篇 光 学	
第十三章 振动与波·····	385
§ 13.1 一维简谐振动·····	385
* § 13.2 阻尼振动、受迫振动与共振 ·····	389
§ 13.3 简谐振动的合成·····	395
13.3.1 同方向、同频率简谐振动的合成 ·····	396
13.3.2 同方向、频率相近的简谐振动的合成 ·····	397
* 13.3.3 振动的谐波分析·····	399
* 13.3.4 同频率、振动方向垂直的两个简谐振动的合成 ·····	402
§ 13.4 机械波的产生和传播·····	404