

物理学系列

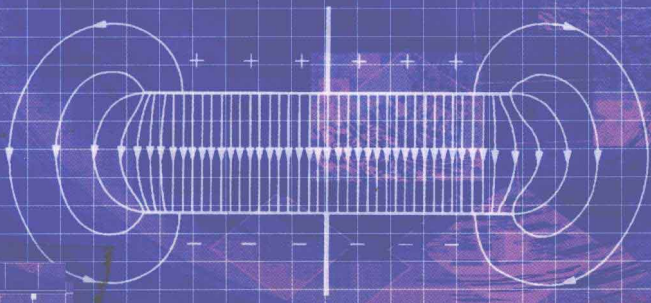
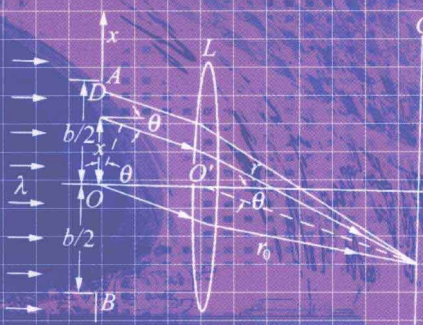


大学物理简明教程

(第三版)

DAXUEWULIJIANMINGJIAOCHENG

梁励芬 蒋平 编著



物理学系列

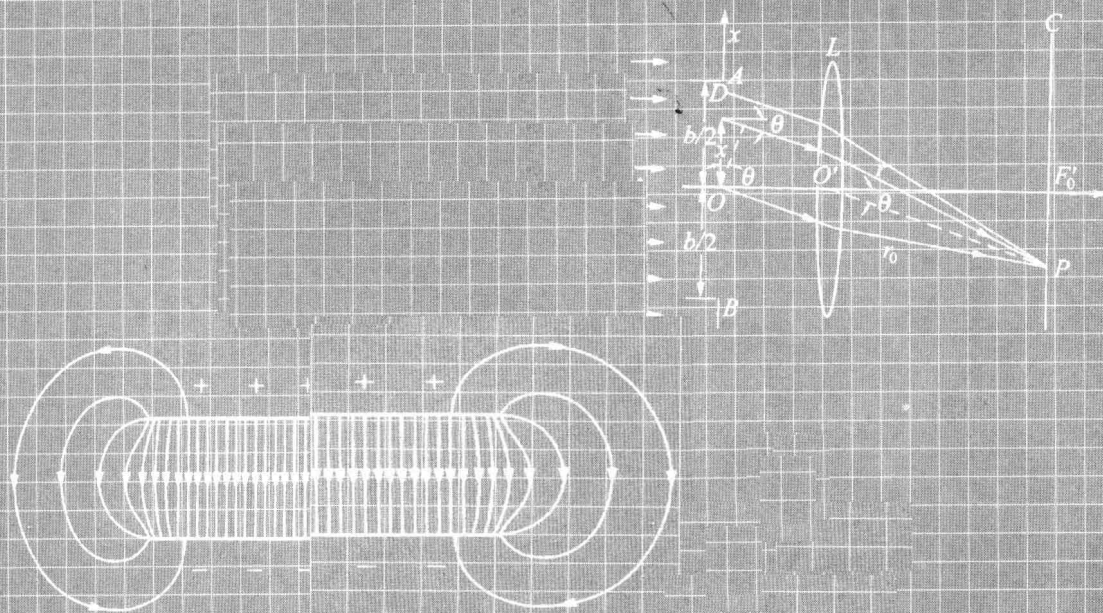


大学物理简明教程

(第三版)

DAXUEWULIJIANMINGJIAOCHENG

梁励芬 蒋平 编著



图书在版编目(CIP)数据

大学物理简明教程(第三版)/梁励芬,蒋平编著. —上海:复旦大学出版社,2011.4
(复旦博学·物理学系列)
ISBN 978-7-309-07880-0

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(2011)第 012192 号

大学物理简明教程(第三版)

梁励芬 蒋 平 编著

责任编辑/梁 玲

复旦大学出版社有限公司出版发行

上海市国权路 579 号 邮编:200433

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

门市零售:86-21-65642857 团体订购:86-21-65118853

外埠邮购:86-21-65109143

上海华业装潢印刷厂有限公司

开本 787×960 1/16 印张 42.75 字数 751 千

2011 年 4 月第 3 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-309-07880-0/O · 465

定价: 68.00 元

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社有限公司发行部调换。

版权所有 侵权必究



“博学而笃志，切问而近思。”

(《论语》)

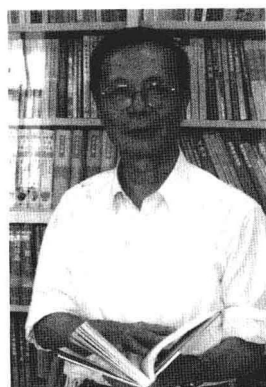
博晓古今，可立一家之说；
学贯中西，或成经国之才。

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一等奖两项、上海市教学成果三等奖一项。



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，亦可作为中等学校教师的教学参考书。

第三版前言

本书属大学物理基础性教材。作为高校采用的普通物理型教材,国内外同类教材数不胜数,但主要包含的知识范畴往往基本上大同小异,并无太明显的区别。因此,本书第二版印行至今的五、六年里编者一直在思考、研究如何使新版有所改进,略显新意而不落窠臼这一问题;并在此基础上修订全书,最终完成新版。

现在呈现在读者面前的本书第三版保留了原有编排简明、紧凑,可读性较强的特点;修改了若干知识内容的叙述,使之更为贴切、更为合理;变更了相当数量的例题和习题,以利于读者更好地理解和应用物理概念和物理规律。此外,本版对阅读材料部分作了较大调整。删去了若干已显过时或已不尽合适的阅读材料,增补了不少新的阅读材料。增补的内容大致可分为如下几个方面。

一是自第二版发行以来物理学的重要进展和研究前沿,例如光子晶体、石墨烯和喷泉式原子钟等。二是在其他学科领域,例如生物医学领域,由于采用物理学的研究方法和研究手段而取得的重要成果,例如对大肠杆菌的研究和将适应光学应用于眼科诊疗等。三是日常生活中常见的现象,涉及的物理规律是简单而众所周知的,但对这些现象的解释和认识却又往往是不甚妥当或是不甚完善的,例如地球表面的电场和闪电以及人耳对声源的定位机理等。四是对伟大科学家的介绍,例如对居里夫人和二度获得诺贝尔物理学奖、被誉为 20 世纪最有影响的 100 个美国人之一的巴丁的介绍。着重反映科学巨匠之所以伟大除了其取得的杰出的重大科学成果外,更在于其淡泊明志、关心社会、服务人类的高尚情怀。五是一些重大的科学发现所包含的必然性与偶然性关系的哲理,例如著名的斯特恩-盖拉赫实验和电子自旋的关系。

调整阅读材料总体而言旨在体现科学教材应该具备的人文精神,使学生在在学习物理课程的同时,能充分认识物理学的意义和价值以及物理学家的崇高品德,进一步培养学习物理的兴趣和应用物理规律认识世界、解释世界、发现世界的志向和能力。

同时,与本书配套的《大学物理核心概念和题例详解》也相应改版并更名为《大

学物理简明教程习题详解》同步发行。

几年来,不少读者来信、来电对本书提出了宝贵的意见、建议和期望;复旦大学出版社的梁玲女士更是对本书新版关怀备至,给予编者很大的促进和帮助。编者在此一并致谢。

编者谨识

2010年10月

第 二 版 序

本教材自 2002 年面世后,承蒙读者青睐,连印两次都很快售罄。在本教材再版之前,我们在复旦大学出版社的支持下对本书进行了修订。一是纠正了书中文字和图表中的印刷错误;二是对书中包括的所有数据进行了核实和修正。此外,根据首印之后使用本教材的师生的反馈意见将一些只需泛读的章节加标“*”号,便于根据实际教学计划取舍,以利读者学习使用。

在本书首印一年后,我们编撰出版了配套教学参考书《大学物理核心概念和题例详解》,帮助读者透彻理解本书涉及的物理学的基本概念和学习相关的解题方法,该书同样得到广大读者的欢迎。为了进一步方便教师的课堂讲授和学生的课外学习,值本书再版之际我们又制作了本教材的电子教案(光盘)配合发行。

同时,我们藉此机会感谢使用本书的教师和学生对本书所提出的宝贵意见。复旦大学出版社的龚少明和梁玲同志对于本书的出版给予了许多帮助,我们在此表示衷心的感谢。

限于编者水平,尽管经过本次修订,书中错漏或不妥之处仍在所难免,恳请读者继续批评指正。

编 者

2004 年春于复旦大学

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块,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	15
1.4.4 角量和线量的关系	16
1.4.5 刚体绕固定轴的转动	17
§ 1.5 相对运动	18
§ 1.6 力学单位制、量纲	20
1.6.1 力学单位制	20
1.6.2 量纲	21
附录 1.1 微积分简介	22
1.1.1 导数	22
1.1.2 导数的运算	24
1.1.3 单变量函数的微分	26
1.1.4 积分	27
附录 1.2 矢量	29
阅读材料 科学家介绍——伽利略	32

思考题与习题	35
第二章 动力学	38
§ 2.1 牛顿三定律	38
2.1.1 牛顿三定律	38
2.1.2 4 种基本相互作用	39
2.1.3 接触力	40
2.1.4 牛顿三定律的应用	42
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	56
2.2.3 质心运动定理	57
* 2.2.4 变质量体系的运动方程、火箭	59
§ 2.3 角动量和角动量守恒定律	62
2.3.1 质点的角动量和刚体定轴转动的角动量	62
2.3.2 平行轴定理	64
2.3.3 力矩	66
2.3.4 质点和定轴转动刚体的角动量定理、转动定律	68
2.3.5 角动量守恒定律	70
阅读材料 2.1 科学家介绍——牛顿	74
阅读材料 2.2 引力波	76
阅读材料 2.3 关于惯性力——从月亮绕地球转还是地球绕月亮 转说起	79
思考题与习题	82
第三章 功与能、机械能守恒定律	89
§ 3.1 功和功率	89
3.1.1 力的功和功率	89
3.1.2 力矩的功和功率	90
§ 3.2 几种力的功、势能	91
3.2.1 保守力的功	91
3.2.2 摩擦力的功	94

3.2.3 功和参照系的关系	94
3.2.4 势能	96
§ 3.3 动能定理	97
3.3.1 质点的动能和动能定理	97
3.3.2 刚体定轴转动的动能定理	98
§ 3.4 机械能守恒定律	99
3.4.1 功能原理	99
3.4.2 机械能守恒定律	100
* 3.4.3 功和能的定理与参照系的关系	100
3.4.4 刚体的平面运动	103
§ 3.5 碰撞	107
3.5.1 碰撞与守恒定律	107
3.5.2 弹性碰撞和完全非弹性碰撞	107
* § 3.6 进动	110
阅读材料 人为何能前行	111
思考题与习题	115
第四章 狭义相对论基础	122
§ 4.1 狭义相对论的基本假设	122
4.1.1 爱因斯坦的基本假设	122
4.1.2 洛伦兹变换	123
4.1.3 狭义相对论的时空性质	124
§ 4.2 相对论速度变换	127
§ 4.3 相对论质量、动量和能量	129
4.3.1 相对论质量和动量	129
4.3.2 相对论能量	131
阅读材料 4.1 科学家介绍——爱因斯坦	134
阅读材料 4.2 宇宙大爆炸理论和实验证据	136
阅读材料 4.3 正、负电子对撞机	139
思考题与习题	142
第五章 流体力学	144
§ 5.1 流体运动的描述	144
5.1.1 流场、流线和流管	144
5.1.2 定常流动和不定常流动	145

§ 5.2 定常流动的连续性方程	145
§ 5.3 伯努利方程	146
5.3.1 理想流体	146
5.3.2 伯努利方程	146
5.3.3 伯努利方程的应用举例	148
§ 5.4 实际流体的运动规律	151
5.4.1 粘滞流体的能量方程	151
5.4.2 湍流和雷诺数	153
5.4.3 泊肃叶定律	154
阅读材料 血液的流动和血压	156
思考题与习题	158

第二篇 热 学

第六章 气体分子运动论	165
§ 6.1 理想气体状态方程	165
6.1.1 状态参量	165
6.1.2 理想气体状态方程	166
§ 6.2 理想气体的压强公式	167
6.2.1 理想气体的微观模型和等概率假说	167
6.2.2 理想气体的压强公式	169
6.2.3 温度的统计意义	170
§ 6.3 麦克斯韦速率分布律	171
6.3.1 统计规律性与分布函数	171
6.3.2 麦克斯韦速率分布律	173
6.3.3 最概然速率、平均速率和方均根速率	174
* 6.3.4 验证麦克斯韦速率分布律的实验	176
§ 6.4 玻耳兹曼分布律	177
6.4.1 重力场中大气密度和压强随高度的分布	177
* 6.4.2 麦克斯韦-玻耳兹曼分布律	178
§ 6.5 能量按自由度均分定理	180
6.5.1 自由度	180
6.5.2 能量按自由度均分定理	180
6.5.3 理想气体的内能及热容量	182
* § 6.6 气体的输运过程	183
6.6.1 气体分子碰撞频率和平均自由程	183

6.6.2 气体的输运过程	185
* § 6.7 物质透过生物膜的输运	188
6.7.1 物质透过生物膜的输运	188
6.7.2 膜电位	189
阅读材料 血液透析	189
思考题与习题	192
第七章 热力学	195
§ 7.1 热力学第一定律	195
7.1.1 热力学过程	195
7.1.2 功和热量	195
7.1.3 热力学第一定律	196
§ 7.2 热力学第一定律的应用	197
7.2.1 理想气体的等容过程	197
7.2.2 理想气体的等压过程	198
7.2.3 理想气体的等温过程	198
7.2.4 理想气体的绝热过程	199
* 7.2.5 人体的新陈代谢	201
§ 7.3 循环过程、卡诺循环	202
7.3.1 循环过程和热机的效率	202
7.3.2 卡诺循环	204
§ 7.4 热力学第二定律	207
7.4.1 自然现象的不可逆性	207
7.4.2 热力学第二定律	208
7.4.3 卡诺定理	209
7.4.4 熵和熵增加原理	209
7.4.5 热力学第二定律的统计意义	213
思考题与习题	216
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	248
§ 8.6 稳恒电流、基尔霍夫定律	253
8.6.1 电流的连续性方程、稳恒电流	253
8.6.2 欧姆定律、电动势	255
8.6.3 基尔霍夫定律	258
阅读材料 8.1 电泳与太空制药	260
阅读材料 8.2 导电高聚物	263
阅读材料 8.3 闪电的物理学	267
思考题与习题	270
第九章 磁场	278
§ 9.1 磁场的高斯定理	278
9.1.1 电流的磁效应	278
9.1.2 磁场、磁感应强度和磁感应线	280
9.1.3 磁感通量和磁场的高斯定理	282
§ 9.2 磁场对电流的作用、磁矩	283
9.2.1 安培公式	283
9.2.2 磁场对平面载流线圈的作用、磁矩	284
§ 9.3 毕奥-萨伐尔定律	286
9.3.1 毕奥-萨伐尔定律	286
9.3.2 毕奥-萨伐尔定律的应用	287
§ 9.4 安培环路定理	291