

///

面向新世纪课程教材
Textbook Series for the New Century

大学物理学

(第3版) 上册

主编 王少杰 顾 牡

同济大学出版社

教育部推荐教材
教育部普通高等教育“十一五”国家级规划教材
教育部“十一五”重点教材

大学物理学

（第三版）上册

主编 马文蔚 张洁

清华大学出版社

面向新世纪课程教
Textbook Series for the New Ce

大学物理学

(第3版)

上册

主编 王少杰 顾 牡
参编 章南陵 王少杰
刘海兰 吴天刚

同济大学出版社

内 容 提 要

本教材根据教育部公布的最新“理工科非物理类专业大学物理课程教学基本要求”编写,系统地阐述大学物理学的基本概念、基本理论和基本方法.上册有力学和电磁学两篇内容,包括质点运动学、动力学,刚体力学基础,流体力学简介,狭义相对论,电荷与电场,电流与磁场,电磁场与麦克斯韦方程组等.下册有热学、振动、波动和光学以及近代物理基础三篇内容,包括热力学基础、气体分子动理论、振动学基础、波动学基础、几何光学、波动光学、量子物理、原子核物理和粒子物理简介、固体和分子、天体物理和宇宙学等.每章配有阅读材料、思考题和习题,书末附有习题答案.全书以“基本要求”的A类知识点为核心内容,并对B类知识点有选择性地作了适当拓展,既保证教学内容,又便于教师循序渐进地开展教学.同时,在选材上加强近代理论讲解、关注物理前沿,突出物理图像,弱化数学推演.本书还适当考虑双语教学需求,增加了物理量和物理学名词的英文注释.

本教材理论系统,讲解全面,难度适宜,可供普通高等院校用作120~140学时的非物理类专业的大学物理课程的教材,也可供相关专业的师生选用和参考.

图书在版编目(CIP)数据

大学物理学.上册/王少杰,顾牡主编.—3版.—上海:
同济大学出版社,2006.2
ISBN 7-5608-2382-3

I. 大… II. ①王…②顾… III. ①物理学-高等学校-教材
IV. O4

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第003945号

大学物理学(第3版)上册

王少杰 顾 牡 主编

策划编辑 张智中 责任编辑 曹 建 责任校对 谢惠云 装帧设计 李志云

出 版
发 行

同济大学出版社

(上海四平路1239号 邮编200092 电话021-65985622)

经 销

全国各地新华书店

印 刷

同济大学印刷厂印刷

开 本

787mm×960mm 1/16

印 张

24.75

字 数

495 000

印 数

1—6100

版 次

2006年2月第3版

2006年2月第1次印刷

书 号

ISBN 7-5608-2382-3/O·206

定 价

29.80元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换

主编简介



王少杰 1964年
毕业于同济大学
应用物理专业，
同济大学理学院
物理系教授，历
任物理教研室主
任、党支部书
记，同济大学国

家工科物理课程教学基地副组长，中国
物理学会教学委员会高等工业学校分委
会委员，教育部华东地区工科物理联络
组领导小组成员。



顾 牡 1988年
毕业于复旦大学
核物理专业，获
博士学位，同济
大学理学院教
授、博导，现任
同济大学理学院
常务副院长、物

理系主任，教育部非物理类物理基础课
程教学指导分委会副主任，中国物理学
会教学委员会副主任，全国高等学校教
学委员会物理学科委员会副主任，同济
大学国家工科物理教学基地组长，教育
部华东地区非物理类专业物理课程联络
组领导小组组长。

- 2002年 国务院政府特殊津贴
- 2002年 全国高校优秀骨干教师
- 2003年 上海高校教学名师
- 2004年 全国师德先进个人

序

物理学是一门关于自然最基本形态的核心科学,它的基本理论渗透在自然科学的各个领域.物理学为自然科学、工程技术、医学等提供最基本的原理和实验技术,为我们的经济发展、环境保护、国家安全等提供原创性的推动力.物理学的发现催生了微电子、光技术等完整工业部门,并深刻地影响着生命、仿真、材料、空间、海洋等新技术和交叉学科的发展.物理学还通过它的知识传播广泛地影响着社会公众的科学观念和素质.所以,在世界各国的大学教育中,物理学总是作为一门重要的基础课来安排.

王少杰、顾牡等教授长期从事物理学方面的教学和科研工作,具有丰富的教学经验和丰硕的科研成果,他们编著的《大学物理学》从1996年第1版发行以来,深受同济大学广大师生和国内使用本教材的许多高校师生的欢迎.也因此,其第2版获得上海市高校优秀教材一等奖.《大学物理学》第3版基本保持了原书的特色和风格,按新的“教学基本要求”根据传统教学内容加阅读材料的框架修订,其内容编排上在突出主干体系基础上由经典不断向近代物理拓展,注意了简明扼要,前后连贯,由浅入深;在概念叙述力求准确的基础上重物理图像轻数学推演;在文字形式上力求条理清楚,语言流畅,好教好学;在阅读材料编排上注意了理论联系实际,将物理学的基本原理与当代前沿成果和高新技术紧密联系起来,以激发学生的学习兴趣.总之,这是一本好教、好学、值得向物理教学界推荐的优秀教材.

中国工程院院士



2005年12月

于同济大学瑞安楼

前 言

《大学物理学》自 1996 年第 1 版以来,历时 10 载,承蒙广大师生厚爱,被全国多所高校作为教材或参考书使用,并获得广泛好评,本教材第 2 版于 2004 年获得上海市高校优秀教材一等奖。

本教材是在 2002 年第 2 版的基础上,参照教育部“非物理类专业基础物理课程教学指导分委员”于 2004 年底网上颁布的“大学物理课程教学基本要求”重新修订而成。修订时在保留原有风格和特色的基础上,对全书内容的深度和广度作了必要的调整和增删,以适应当前高等教育强化基础教育、通识教育的新形势。为此我们做了以下工作:

(1) 在保持传统教学内容框架下,根据最新“基本要求”,在保证 A 类教学内容的同时,删去第 2 版中的第六篇专题,新增流体力学基础、几何光学、固体中分子和电子、天体物理和宇宙学等章节,以适应各类教学对象的需要。

(2) 适当考虑双语教学的需要,对全书第一次出现的物理量和物理学名词均加了英文注释,并在书后备以索引。

(3) 更换和重写了部分阅读材料,使物理学的基本原理与当代物理学的新成果和高新技术有机地结合起来,既有利于开阔学生视野,又使其感到所学知识与时代同步,以提高学生的学习兴趣和兴趣。同时对少量例题和习题也作了调整。

(4) 改正了原书中出现的印刷错误和个别表达欠确切的内容和词句,对文字作了进一步润色,力求语言流畅、通俗易懂。并按全国自然科学名词审定委员会公布的《物理学名词》,对全书物理学名词进行了核实。

修订后,全书仍分上、下两册出版,上册包括第 1 篇力学和第 2 篇电磁学;下册包括第 3 篇热学,第 4 篇振动、波动和光学,第 5 篇近代物理基础。书中除阅读材料供学生选读外,凡冠以 * 号的章节供教师根据课时数和专业的需求选用。本书可供普通高等院校用作 120~140 学时的非物理类大学物理课程的教材,也可供相关专业的师生选用和参考。

参加本书修订工作的有章南陵(第 1~5 章),王少杰(第 6~7 章),刘海兰(第 8 章),毛骏健(第 9~10 章),于明章(第 11~12 章),吴天刚(第 13 章),顾牡(第 14~15 章),王治国(第 16~17 章)等,最后由主编王少杰、顾牡统稿、核定。王祖源、鲍鸿吉等老师为本书配备了电子教案等教辅资料。

西安邮电学院院长田东平教授、清华大学邓新元教授仔细、认真地审阅了本书的修订稿,他们认为本书“对物理教学的基本内容处理、安排得当,叙述严谨、

准确,思路清晰、流畅.……又不完全拘泥于教学基本要求,在经典内容现代化及近代物理普物化上又通过‘阅读材料’及其他形式作了大量努力.……是一本既符合最新大学物理教学基本要求和教育发展趋势,又非常实用的优秀教材。”并提出了许多中肯而有益的意见和建议,在此表示衷心的感谢。

本书修订、出版过程中,始终得到同济大学国家工科物理课程教学基地、物理系领导和物理教研室主任吴於人教授及广大教师的关注、帮助和支持,在此一并表示感谢!

李同保院士在百忙中欣然为本书命序,谨此表示衷心的感谢!

限于编者水平,虽经多次审校,本书错、漏和不当之处难免,恳请广大教师和读者斧正。

编 者

2005年12月于同济大学

第 2 版前言摘录

《大学物理学》自 1996 年问世以来,已 5 年有余,承蒙广大师生厚爱,本书于 1997 年被评为上海市高校优秀教材.在此期间,许多教师和学生也通过不同方式,对本书提出了许多宝贵的意见和建议,编者在此表示衷心的感谢.

为了适应面向 21 世纪非物理专业物理教学形势的发展以及广大师生的需求,参考了当前国内外物理教材改革的动向,我们对本书 1996 版作了必要的修订.

参加本书修订改编工作的有章南陵、王少杰、刘海兰、毛骏健、于明章、吴天刚、顾牡等.华金龙、羊亚平参加了修订大纲的制订和讨论,最后由王少杰、顾牡、毛骏健负责统稿和定稿.毛骏健、赵跃英为本书编配了有助学生深入理解、切实掌握课程内容和复习考试的配套光盘.

本书的修订出版是在教育部工科物理教学基地的资助下完成的.在出版过程中始终得到了同济大学物理系和物理教研室全体教师及同济大学出版社各方面的关注、支持和帮助,特此一并致谢.

由于时间仓促,并由于编者的学识水平和教学经验所限,书中不当之处难免,敬请读者批评、指正.

编 者

2002 年 1 月于同济瑞安楼

第 1 版前言摘录

本书是依据国家教委颁布的“高等工业学校物理课程教学基本要求”、结合编者多年的教学实践经验编写而成的。为了适应当前高新技术的发展,立足于培养跨世纪高等工程技术人才,本书除注意物理教材内容的科学性外,对课程内容的现代化也作了一些探索和改革。

本书编写过程中注意处理好以下问题:结合教学特点和物理学的新发展,在传统教学内容框架下,增加了阅读材料和专题;注意与中学物理和大学后续课程的分工和衔接;尽量处理好经典物理内容与近代、现代物理内容之间的关系,既考虑到经典物理是学生后续课程和能力、素质培养所涉及的主要知识内容,也注意到在经典物理内容中渗透近代、现代物理的观点、概念和方法;在介绍和论述物理知识的同时,注意将科学建模思想、物理学发展史、科学家创新精神、研究问题的唯物辩证方法和解决问题的能力作为课程的素质教育内容。

参加本书编写工作的有田智明、王少杰、何庆平、吴於人、陆瑞征、华金龙、唐宗岳、吴天刚、羊亚平、顾牡等,最后由王少杰、华金龙、冯伟国负责统稿和定稿。

同济大学宋开欣教授、章豫梅教授等极其认真仔细地分别审阅了本书上册和下册的全部内容,并提出了许多有益而宝贵的意见,保证了本书的科学性,并更体现了物理教学的规律性。在此表示由衷的感谢。

编者

1995年7月

目 录

序	
前 言	
第 2 版前言摘录	
第 1 版前言摘录	
第 1 篇 力学	(1)
第 1 章 质点运动学	(2)
§ 1.1 时间与空间 量纲	(2)
1.1.1 时间与空间	(2)
1.1.2 国际单位制与量纲	(3)
§ 1.2 质点运动的描述	(3)
1.2.1 质 点	(3)
1.2.2 参考系 坐标系	(4)
1.2.3 位置矢量与运动方程	(4)
1.2.4 位移与路程	(5)
1.2.5 速 度	(5)
1.2.6 加速度	(6)
1.2.7 自然坐标系中的速度和加速度	(11)
1.2.8 圆周运动	(13)
§ 1.3 相对运动	(16)
阅读材料(1) 天体运动 宇宙膨胀	(20)
思考题 1	(20)
习题 1	(22)
第 2 章 质点动力学	(25)
§ 2.1 牛顿运动定律	(25)
2.1.1 牛顿第一定律	(25)
2.1.2 牛顿第二定律	(26)
2.1.3 牛顿第三定律	(27)
2.1.4 应 用	(27)
§ 2.2 惯性参考系与非惯性参考系	(33)
2.2.1 惯性参考系	(33)

2.2.2	伽利略相对性原理	(33)
2.2.3	惯性力	(34)
*2.2.4	科里奥利力	(37)
§ 2.3	功	(39)
2.3.1	功	(39)
2.3.2	一对相互作用力的功	(40)
2.3.3	功率	(40)
§ 2.4	机械能 机械能守恒定律	(42)
2.4.1	质点动能定理	(42)
2.4.2	保守力的功	(43)
2.4.3	势能	(45)
2.4.4	质点系的功能原理	(46)
2.4.5	机械能守恒定律与能量守恒定律	(47)
§ 2.5	动量 动量守恒定律	(50)
2.5.1	质点动量定理	(50)
2.5.2	质点系动量定理	(51)
2.5.3	动量守恒定律	(51)
§ 2.6	质心	(55)
2.6.1	质心	(55)
2.6.2	质心运动定理	(57)
阅读材料(2) 反物质与反物质能		(59)
思考题 2		(61)
习题 2		(63)
第 3 章	刚体力学基础	(70)
§ 3.1	刚体运动的基本形式	(70)
3.1.1	平动和转动	(70)
3.1.2	描述刚体转动的物理量	(71)
§ 3.2	定轴转动定律 转动惯量	(72)
3.2.1	力矩	(72)
3.2.2	转动定律	(73)
3.2.3	转动惯量的计算	(76)
§ 3.3	刚体定轴转动的机械能和力矩的功	(80)
3.3.1	刚体转动动能	(80)
3.3.2	刚体重力势能	(80)
3.3.3	力矩的功	(80)

3.3.4	刚体定轴转动的动能定理	(81)
3.3.5	刚体定轴转动的功能原理	(81)
§ 3.4	角动量定理及角动量守恒定律	(84)
3.4.1	质点的角动量	(84)
3.4.2	刚体对定轴的角动量	(85)
3.4.3	刚体的角动量定理	(86)
3.4.4	刚体的角动量守恒定律	(87)
* § 3.5	进 动	(91)
* § 3.6	平面平行运动	(94)
3.6.1	刚体平面平行运动的描述	(94)
3.6.2	刚体平面平行运动的动力学规律	(94)
3.6.3	纯滚动	(95)
	阅读材料(3) 对称性与守恒定律	(99)
	思考题 3	(101)
	习题 3	(102)
第 4 章	流体力学简介	(108)
§ 4.1	理想流体 流线和流管	(108)
4.1.1	理想流体	(108)
4.1.2	速度场和定常流动	(108)
4.1.3	流线和流管	(109)
§ 4.2	连续性方程和伯努利方程	(109)
4.2.1	流体连续性方程	(109)
4.2.2	理想流体的伯努利方程	(110)
* § 4.3	黏滞流体的运动	(113)
4.3.1	流体的黏滞定律	(113)
4.3.2	实际流体定常流动的伯努利方程	(114)
4.3.3	湍 流	(114)
4.3.4	斯托克斯定律	(115)
4.3.5	泊肃叶定律	(115)
	阅读材料(4) 从 F1 赛车设计看空气动力学	(116)
	思考题 4	(118)
	习题 4	(119)
第 5 章	狭义相对论	(121)
§ 5.1	爱因斯坦基本假设	(121)
5.1.1	伽利略变换	(121)

5.1.2	狭义相对论的实验基础	(123)
5.1.3	爱因斯坦基本假设(狭义相对论基本原理)	(125)
§ 5.2	洛伦兹坐标变换和速度变换	(126)
5.2.1	洛伦兹坐标变换式	(127)
* 5.2.2	洛伦兹坐标变换的推导	(128)
5.2.3	相对论速度变换	(129)
§ 5.3	狭义相对论时空观	(133)
5.3.1	“同时”的相对性	(134)
5.3.2	时间膨胀	(134)
5.3.3	长度缩短	(135)
* § 5.4	闵可夫斯基四维世界	(137)
§ 5.5	相对论动力学基础	(138)
5.5.1	相对论的质速关系	(139)
5.5.2	相对论动力学的基本方程	(140)
5.5.3	相对论动能	(141)
5.5.4	静能、总能和质能关系	(142)
5.5.5	能量和动量的关系	(143)
阅读材料(5) 广义相对论简介		(145)
思考题 5		(147)
习题 5		(148)
第 2 篇 电磁学		(151)
第 6 章 电荷与电场		(152)
§ 6.1	库仑定律与电场强度	(152)
6.1.1	电荷及其性质	(152)
6.1.2	库仑定律	(153)
6.1.3	电场与电场强度	(155)
6.1.4	场强叠加原理	(156)
§ 6.2	电通量与高斯定理	(161)
6.2.1	电场线	(161)
6.2.2	电通量	(162)
6.2.3	真空中高斯定理	(164)
6.2.4	高斯定理的应用	(167)
* 6.2.5	静电场高斯定理的微分形式	(170)
§ 6.3	静电场的环路定理与电势	(171)
6.3.1	静电场的环路定理	(171)

6.3.2	电 势	(173)
6.3.3	电势差	(174)
6.3.4	电势的计算	(175)
6.3.5	等势面 电势梯度	(178)
§ 6.4	静电场中导体	(181)
6.4.1	导体的静电平衡性质	(182)
6.4.2	空腔导体和静电屏蔽	(185)
6.4.3	电容和电容器	(187)
§ 6.5	静电场中介质 电介质中高斯定理	(194)
6.5.1	电介质的微观机制和极化过程	(194)
6.5.2	电极化强度矢量	(196)
6.5.3	电介质中的场强	(198)
6.5.4	电介质中的高斯定理 电位移 D	(200)
6.5.5	有电介质时静电场的计算	(202)
§ 6.6	电场的能量	(205)
6.6.1	点电荷系统的电能	(205)
6.6.2	电容器的能量	(208)
6.6.3	电场能量 电场能量密度	(209)
6.6.4	电场能量的计算	(210)
阅读材料(6)	静电现象和应用	(212)
思考题 6	(216)
习题 6	(220)
第 7 章	电流与磁场	(227)
§ 7.1	恒定电流和恒定电场 电动势	(227)
7.1.1	电流形成的条件	(227)
7.1.2	恒定电流与恒定电场	(228)
7.1.3	电流和电流密度	(229)
*7.1.4	欧姆定律的微分形式、焦耳-楞次定律的微分形式	(230)
7.1.5	电源及电源电动势	(233)
§ 7.2	恒定磁场和磁感应强度	(235)
7.2.1	磁性起源于电荷的运动	(236)
7.2.2	磁场 磁感应强度 B	(237)
§ 7.3	毕奥-萨伐尔定律	(239)
7.3.1	毕奥-萨伐尔定律	(239)
7.3.2	毕奥-萨伐尔定律应用举例	(240)

7.3.3 匀速运动电荷的磁场	(248)
§ 7.4 磁场中的高斯定理	(249)
7.4.1 磁感应线	(249)
7.4.2 磁通量	(249)
7.4.3 恒定磁场中的高斯定理	(250)
§ 7.5 真空中恒定磁场的安培环路定理	(251)
7.5.1 恒定磁场的安培环路定理	(251)
7.5.2 安培环路定理的应用	(254)
§ 7.6 磁场对运动电荷和载流导线的作用	(259)
7.6.1 洛伦兹力	(259)
7.6.2 带电粒子在磁场中的运动	(259)
7.6.3 应用电场和磁场控制带电粒子运动的实例	(261)
7.6.4 安培力	(265)
§ 7.7 磁力的功	(271)
7.7.1 磁力对运动载流导线的功	(271)
7.7.2 磁力矩对转动载流线圈的功	(271)
§ 7.8 磁介质中的恒定磁场	(273)
7.8.1 磁介质及其磁化	(273)
7.8.2 磁介质中的高斯定理和安培环路定理	(279)
7.8.3 铁磁质	(283)
阅读材料(7) 超导电性	(288)
思考题 7	(293)
习题 7	(295)
第 8 章 电磁场与麦克斯韦电磁场方程组	(302)
§ 8.1 电磁感应的基本定律	(302)
§ 8.2 动生电动势	(307)
8.2.1 动生电动势的产生原因	(308)
8.2.2 动生电动势的计算	(310)
§ 8.3 感生电动势 感生电场	(311)
8.3.1 感生电动势	(311)
8.3.2 感生电场	(312)
8.3.3 感生电动势计算	(313)
*8.3.4 电子感应加速器	(316)
8.3.5 涡电流	(319)
§ 8.4 自感和互感	(321)

8.4.1 自感	(321)
8.4.2 互感	(324)
§ 8.5 磁场的能量	(328)
§ 8.6 RL 和 RC 电路中的暂态过程	(331)
8.6.1 RL 电路	(331)
8.6.2 RC 电路	(332)
§ 8.7 位移电流和全电流定律	(335)
8.7.1 位移电流	(335)
8.7.2 全电流定律	(337)
§ 8.8 麦克斯韦电磁场方程组	(340)
阅读材料(8) 磁悬浮列车	(343)
思考题 8	(347)
习题 8	(349)
习题参考答案	(354)
习题 1	(354)
习题 2	(355)
习题 3	(356)
习题 4	(357)
习题 5	(357)
习题 6	(358)
习题 7	(360)
习题 8	(362)
附 录	(364)
附录 1 希腊字母表	(364)
附录 2 国际单位制(SI)基本单位	(365)
附录 3 国际单位制辅助单位	(366)
附录 4 国际单位制的词头	(366)
附录 5 常用物理常量表	(367)
附录 6 书中物理量符号及单位	(368)
附录 7 名词索引	(372)
参考文献	(378)