

College Physics

Volume 2

With an Integrated Approach to Forces and Kinematics
(Fourth Edition)

物理学卷2 (电磁学、光学与近代物理)

(英文改编版·原书第4版)

(医学、生物等专业适用)

艾伦·詹巴蒂斯塔 (Alan Giambattista) (康奈尔大学)

(美) 贝蒂·麦卡锡·理查森 (Betty McCarthy Richardson) (康奈尔大学) 著

罗伯特·C·理查森 (Robert C. Richardson) (康奈尔大学)

刘兆龙 改编

诺贝尔
物理学奖获得者
罗伯特·C·理查森
力作

书后附教学资源申请表

新世纪普通高等教育双语 / 全英教学专用教材
时代教育 · 国外高校优秀教材精选

物理学

卷2 (电磁学、光学与近代物理)

(英文改编版 · 原书第4版)

(医学、生物等专业适用)

College Physics: Volume 2

With an Integrated Approach to Forces and Kinematics

(Fourth Edition)

艾伦·詹巴蒂斯塔 (Alan Giambattista) (康奈尔大学)
(美) 贝蒂·麦卡锡·理查森 (Betty McCarthy Richardson) (康奈尔大学) 著
罗伯特 C. 理查森 (Robert C. Richardson) (康奈尔大学)

刘兆龙 改编

Alan Giambattista, Betty McCarthy Richardson, Robert C. Richardson
College Physics Volume 2: With an Integrated Approach to Forces and Kinematics
ISBN 978-0-07-743783-1
Copyright © 2012 by McGraw-Hill Education.

All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including without limitation photocopying, recording, taping, or any database, information or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

This authorized English Adaptation is jointly published by McGraw-Hill Education (Asia) and China Machine Press. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan.

Copyright © 2013 by The McGraw-Hill Asia Holdings (Singapore) PTE. LTD and China Machine Press.

版权所有。未经出版人事先书面许可，对本出版物的任何部分不得以任何方式或途径复制或传播，包括但不限于复印、录制、录音，或通过任何数据库、信息或可检索的系统。

本授权英文改编版由麦格劳-希尔（亚洲）教育出版公司和机械工业出版社合作出版。此版本经授权仅限在中华人民共和国境内（不包括香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾）销售。

版权 © 2013 由麦格劳-希尔（亚洲）教育出版公司与机械工业出版社所有。

本书封面贴有 McGraw-Hill Education 公司防伪标签，无标签者不得销售。

北京市版权局著作权合同登记号：01-2013-0178

图书在版编目（CIP）数据

物理学：卷2（电磁学、光学与近代物理）. 英文改编版. 原书第4版/詹巴蒂斯塔（Giambattista, A.），理查森（Richardson, B. M.），理查森（Richardson, R. C.）著；刘兆龙改编.—北京：机械工业出版社，2013.5

医学、生物等专业适用

ISBN 978-7-111-41991-4

I. ①物… II. ①詹…②理…③理…④刘… 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（2013）第062399号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）

策划编辑：张金奎 责任编辑：张金奎 任正一

责任校对：纪敬 封面设计：张静

责任印制：杨曦

北京双青印刷厂印刷

2013年9月第1版第1次印刷

210mm×275mm·30.25印张·12插页·847千字

标准书号：ISBN 978-7-111-41991-4

定价：69.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：（010）88361066 教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售一部：（010）68326294 机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：（010）88379649 机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：（010）88379203 封面无防伪标均为盗版

国外高校优秀教材审定委员会

主任委员：

杨叔子

委员（以姓氏笔画为序）：

丁丽娟	王先逵	王大康	白峰衫	石德珂	史荣昌
孙洪祥	朱孝禄	陆启韶	张润琦	张策	张三慧
张福润	张延华	吴宗泽	吴麒	宋心琦	李俊峰
余远斌	陈文楷	陈立周	单辉祖	俞正光	赵汝嘉
郭可谦	翁海珊	龚光鲁	章栋恩	黄永畅	谭泽光
郭鸿志					

出版说明

随着我国加入WTO，国际间的竞争越来越激烈，而国际间的竞争实际上也就是人才的竞争、教育的竞争。为了加快培养具有国际竞争力的高水平技术人才，加快我国教育改革的步伐，国家教育部出台了一系列倡导高校开展双语教学、引进原版教材的政策。以此为契机，机械工业出版社陆续推出了一系列影印版国外优秀教材，其内容涉及高等学校公共基础课，以及机、电、信息领域的专业基础课和专业课。

引进国外优秀原版教材，在有条件的学校推动和开展英语授课或双语教学的同时，自然也引进了先进的教学思想和教学方法，这对提高我国自编教材的水平，加强学生的英语实际应用能力，使我国的高等教育尽快与国际接轨，必将起到积极的推动作用。

为了做好教材的引进工作，机械工业出版社特别成立了由著名专家组成的国外高校优秀教材审定委员会。这些专家对实施双语教学做了深入细致的调查研究，对引进原版教材提出了许多建设性意见，并慎重地对每一本将要引进的原版教材一审再审，精选再精选，确认教材本身的质量水平，以及权威性和先进性，以期所引进的原版教材能适应我国学生的外语水平和学习特点。在引进工作中，审定委员会还结合我国高校教学课程体系的设置和要求，对原版教材的教学思想和方法的先进性、科学性严格把关，同时尽量考虑原版教材的系统性和经济性。

这套教材出版后，我们将及时地将其推荐给各高校选用，并将根据各高校的双语教学计划，举办原版教材的教师培训。希望高校师生在使用教材后及时反馈意见和建议，使我们更好地为教学改革服务。

机械工业出版社

改编前言

College Physics (第4版) 由美国康奈尔大学 (Cornell University) 的 Alan Giambattista, Betty McCarthy Richardson 和 1996年诺贝尔物理奖得主 Robert C. Richardson 三人合著, 于2012年出版。在美国, 该书用作以代数和几何为数学工具的大学物理课程教材, 其内容涵盖了经典和近代物理。

大学物理为面向理工、医、农和文科学生的公共基础课, 涉及的物理现象丰富, 理论体系庞大, 研究方法灵活多样, 并且与大量的实验现象紧密结合。学习该课程的学生, 未来将是各自研究及应用领域的中坚力量或领导者, 他们在大学物理课程学习中得到的训练对于自身科学素质的养成、研究能力的提高和科学世界观的形成是不可缺少的, 也是其他课程无法替代的。但是, 由于物理学科的特点, 很多学生感觉大学物理课程难度大、掌握困难。这一普遍现象在国际上引起了物理学家和物理教育家们的高度关注。20世纪末, 在美国诞生了物理学的一个新研究分支——物理教育研究。帮助非物理专业学生学习大学课程已经成为美国物理教育研究的一个重要方向, 目的是使学生掌握物理学的基本原理、概念和方法, 获得对自然界的基本认识, 提高解决实际问题的能力, 并使大学物理课上的学习成果支撑他们今后的学习、研究和工作。

College Physics (第4版) 就是在这样的背景下完成的。该书基于美国物理教育研究的成果, 突出地体现了以学生为本的教育理念。教材通过每章精彩的引子 (Chapter Opener)、详细且逻辑化的讲述、最新科技进展与学习内容的有机结合、有趣且简单易行的演示实验、物理在众多领域中的应用实例等, 再加上友好的写作方式和精美的插图来激发、培养学生的学习兴趣。为了帮助初学者顺利地学习大学物理课程, 克服学习中的困难, 作者在教材中为初学者铺设了学习台阶, 使之帮助且引领学生成长。例如: 教材在每小节、每道例题之后都设置了检测性题目, 在本章结束后提供答案, 帮助学生及时巩固知识, 查找问题。此外, 作者还重视对解题能力和技巧的培养与训练。教材中每道例题均由解题策略、题解和讨论三部分构成。在解题策略部分中, 向学生讲解、演示分析解决问题的思路和方法, 其后给出标准化的题解, 最后进行讨论。教材中每章后面的习题分为三类: 思考题 (Conceptual Questions)、选择题 (Multiple-Choice Questions) 和计算题。为了配合已经在美国高校课堂上普遍使用的课堂交互反馈系统, 选择题中专门设置了为学生使用应答器 (Clicker) 答题而准备的题目, 以满足现代化课堂教学的需求。每章后面的计算题, 数量多者可达百余道题, 分为针对每个小节的练习题、合作题 (Collaborative Problems) 和综合题 (Comprehensive Problems) 三类, 以保证不同水平的学生在各个学习阶段都能够找到相应的练习题目。为了帮助学生综合掌握知识且达到及时复习的目的, 教材中还设置了阶段练习题和MCAT题^①。通读整本教材, 会深刻地感受到作者对于学生学习过程的关注、指导和为提高学生学习效果所付出的努力。通过这本教材, 作者不仅向学生讲授了物理思想、知识和方法, 而且还尽力帮助学生掌握它们, 并使学生爱上物理。

本书中, 作者对物理概念的论述和物理知识的应用尤其重视。在讲授重要物理概念和物理量时, 作者回避了生硬地直接给出定义的方法, 而是首先使学生明白为什么要引入某个物理概念或物理量, 之后再给出严格定义。例如转动惯量的引入, 作者从计算定轴转动刚体的转动动能出发, 使学生意识到引入转动惯量的必要性和优越之处, 然后再给出严格定义并进行计算。在内容安排上, 作者舍去了一些公式的证明, 将更多的篇幅用于讲述物理学在生物、生命科学、医学、化学、地理学、地球科学、天体和宇宙学、建筑学、力学、交通和技术等众多方面的应用。例如: 用能量守恒定律讨论袋鼠的跳跃高度; 用RC回路解释神经元的工作机

^① MCAT是申请进入美国医学院或加拿大大部分医学院的学生必须通过的标准化考试, 其中包含对物理知识的测试。

理；讲磁学时解释磁性细菌在海底如何确定运动方向；讲光学时告诉学生为什么蓝闪蝶的翅膀呈现炫丽的蓝色，CD盘上记录的数据是如何被读取的。关于物理学在生物、生命科学和日常生活中的大量应用实例是此教材的一个亮点。作者用引人入胜的应用实例向学生展示了物理学对于了解自然界和人类自身的重要作用，使学生们在理解物理学法则的同时感受物理学的魅力。对于那些被舍去证明的公式，作者将之改编为习题，并在题目后附上提示，引导学生自己完成公式证明。

它山之石可以攻玉。在我们渴望提高高等教育教学质量的今天，在我们探索教材和教学改革的道路之际，这本内容丰富、强调物理概念优先、强化知识应用、深度关注学生学习过程和学习成果的美国教材为我国大学物理课程的改革提供了值得借鉴的思路和做法。

为使我国读者尽早地看到这本教材，及时洞察国外物理教材的发展趋势，我受机械工业出版社之托，对原书进行了改编。改编的宗旨是要做到“洋为中用”，既完整地保留原书特色，又适应我国大学物理课程的教学特点，且与我国学生基础相匹配。中美两国学生中学阶段的课程设置不同，使用教材的习惯也不同。对于我国中学生，物理是必修课，也是理科（按照高考试题的分类）考生高考的必考内容，学生在进入大学前已经接受了系统的基础物理知识训练。美国中学课程中，物理不是必修课程，所以美国大学物理教材的起点相对于我国教材较低。为了保证知识体系的整体性和连贯性，并使该教材在我国大学物理教学中有更好的实用性，改编后的教材删去了原教材中的一些基础数学知识、我国学生在高中阶段已经非常熟悉的常规例题、约50%的练习题和几何光学内容，使其篇幅减少了约20%。原书为全彩印刷，为降低学生购书成本，改编版择取了原书中有代表性的精美图片，作为彩插放于文前，以飨读者。改编后此书可用作大学物理全英或双语课程的教材，也对高校学生和从事物理教育的教师们有参考价值。

此书的改编得到了清华大学崔砚生教授、核工业部贺宣庆研究员、北京五中特级教师吴是辰先生、北京师范大学物理系副教授罗莹女士和北京理工大学物理学院许多教师的无私帮助，在此一并衷心地致以深深的谢意！另外，还感谢我的家人在我改编此书过程中给予的理解与支持！

欢迎专家和读者们就改编中的不妥之处提出宝贵意见和建议！

刘兆龙

2013年3月于北京 中关村

前言

*College Physics*一书用于两学期的大学物理课程，需要学生具备代数和几何方面的数学知识。我们写作此书的主要目标为：

- 向学生介绍学习其他课程和未来工作中必须具备的基本物理概念。
- 强调物理学是认识真实世界的工具。
- 教授可使学生受益终身的、用途广泛的解决问题的方法。

在阐述全书主题的过程之中，我们始终将上述目标铭记于心。

第4版的改进之处

尽管本书的基本原则一以贯之，但是使用过前三版的教师和学生们对本书提出的详尽建议和反馈，促使我们不断更细致地改进（讲授）方法。第4版所做的一些最重要的改进如下：

- 为了使学生了解他们正在学习的物理与今后工作的联系，第4版章后题目中新增加了111处涉及生物医学方面的应用，12个生物医学的例题，10处关于生物医学方面应用的文字讨论。
- 各章首页罗列了本章所提供的物理学在生物医学方面的应用。
- 在检测题、练习题和章后题目中增加了89个排序题。
- 新增了一些检测题，使学生们在读书时有更多的机会暂停下来，检查对于所学新概念的理解。
- 每章都配置了一套合作题，供学生小组合作解题之用。
- 扩展和加强了链接内容，以开阔学生视野，让学生们发现一个新概念或许就是以前引入的某个概念的拓展、应用或特殊形式。其目的在于使学生领悟：物理学将为数不多的一系列基本概念应用于众多不同的情景，它不是彼此间缺乏联系的事实或方程的堆积。
- 以前版本中的大部分旁注现被并入正文，以便更流畅地表达思想，减少杂乱的表述。
- 适用于学生反馈系统的选择题被冠以“应答器（Clicker）”标记。偶数号选择题目没有给出答案[⊖]，以供教师利用应答器检测学生的学习效果之用。

各章的一些改动如下：

第1章 扩展了通用解题指导部分的内容。

第2章 2.1小节中介绍力是物体间相互作用时，明确地指出要参考牛顿第三定律。更加突出了对于力的识别：要求学生分辨施力物体和受力物体。增加了一个链接，以加强牛顿运动定律中的主题，即在求合力时，无论什么种类的力作用于物体上，均按相同的方法相加（矢量加法）。

第3章 较早地引入了运动图，并充分使用。通过检测题、例题、练习题和章后练习要求学生们建立或解释运动图。

[⊖] 改编时删除了大部分原书中的偶数号题。

- 第4、5章** 继续强调运动图。在其他描述方法（图像或方程）之前，通过运动图，引入匀加速运动。第4章中增加了一个链接，对 g （引力场强度）的表面上看来不同的解释进行了说明。
- 第6章** 增加了解题方法专栏，说明如何选用不同的解题方法（能量或牛顿运动定律）。更加简单和直观地解释了“为什么引力势能等于引力功的负值”。本章中更多地使用了能量曲线。
- 第7章** 现在包含了对投影心博计的文字讨论。
- 第11章** 讨论了动物怎样通过地震波互相联络和感受环境。简化了关于干涉和相位差的表述。
- 第12章** 扩展了关于各种动物可感知的声波频率范围的讨论。更加直接地讲述了（非相对论）多普勒效应，强调了波对于波源和观察者的相对速度。增加了关于多普勒效应解题方法的专栏。
- 第16、17章** 增加了对水、DNA和蛋白质中氢键的描述。将氢键简化为点电荷间的相互作用，该模型使学生可以估测其中力的大小和氢键的结合能。第16章中还加入了关于凝胶电泳的讨论。
- 第18章** 加强了对水的电阻率及其如何强烈地依赖于离子浓度的讨论。
- 第19章** 右手定则的图示更清晰，并引入了与之等效的右手螺旋法则。关于回旋加速器工作原理的解释更明确。
- 第20章** 精简了对电感部分的处理，将互感的定量内容移到了教材网站上。
- 第22章** 通过证明电磁波的存在，说明电场和磁场是真实的，而更加清楚地解释了麦克斯韦对于统一电和磁规律的贡献。本章包含了对动物感知红外以及紫外暴露引起的生物效应的讨论，并改进了偏振片工作原理的讲述。
- 第25章** 简化了关于干涉相长和干涉相消相差的讨论。
- 第29章** 给出了其他模式的放射性衰变，例如：质子发射、双 β 发射。讨论了2011年日本东北海啸引发的福岛核电站事故。
- 第30章** 简明地叙述了宇宙膨胀和Higgs场。
- 若需要关于改进内容的更详细清单，请咨询McGraw-Hill销售代理人。

综合覆盖

学生通过本书能够了解整体物理知识。我们将以前的版本用作学生们最初的学习资源，在自己的课程中对此进行了测试。不过，在更传统的教室环境中应用此教材，其所具有的完整性和清晰性同样是优势。使用本书时，教师不必面面俱到，可以根据学生需求，这个更重要的因素确定课时，讲解例题，指导学生开展同伴教学及合作学习，讲述应用或进行演示，以加强他们对较难概念的理解。

概念优先的教学方法

大学物理课程的一些初学者错误地认为学习物理学就是记住一大长串的方程并且具备将数字代入其中的能力。我们要帮助学生明白：为数不多的基本物理概念可以广泛地用于多种情景。物理教育研究已经表明：学生不能自动地获得概念性的认识，概念必须被讲解，学生才有机会掌握它们。我们呈现给大家的这部教材，基于我们多年对本课程的教学工作，将概念理解与分析技巧结合在一起。这种“概念优先”的方法帮助学生建立起对于物理学的直觉；那些“公式”和解题技能不过是应用概念的工具。书中的概念例题、概念练习题，以及各章后面的各种排序题、思考题和选择题为学生提供了检查和加强理解物理概念的机会。

直观地介绍概念

对于重要的物理概念和物理量，我们借助为什么需要这个量，为什么它是有用的，为什么它需要精确的

定义这些问题，以一种非正式的方法引入它们。然后我们从这种非正式的、直觉性的想法过渡到它们的正式定义和物理名称。与看上去随意地、直接地被正式定义的概念相比，这种采用富于启发性方法引入的概念，更容易被学生记忆和掌握。

例如：在第8章中，通过对转动动能的讨论自然地引出了转动惯量的概念。学生可以理解旋转的刚体具有转动动能，因为其上的粒子在运动。我们讨论为什么将刚体的动能用一个对于所有粒子均相同的量（角速率）来表达更有用，而不通过对速率这个对各粒子不同的量来求和。一旦学生明白了为什么要这样定义转动惯量，他们就为进入更困难的力矩和角动量部分的学习作了更好的准备。

我们回避毫无目的地给出概念和公式。如果教材中没有对某个公式进行推导，我们至少会给出它的出处或对其合理性进行论证。例如：9.9节中引入泊肃叶定律时，通过两根连在一起的不同管子，证明体积流量与单位长度的压强差成正比。然后再讨论为什么 $\Delta V/\Delta t$ 与半径的4次方成正比（而不是像理想流体那样与半径的平方成正比）。

同样，我们发现如果不说明目的而直接定义位移和速度矢量的话，那么这些定义对于学生来说似乎太随意，也不直观。因此，我们在讨论运动学量前就先引入了牛顿定律，使学生明确力决定物体运动状态如何变化。这样，当我们定义了运动学量，给出了加速度的准确定义之后，便可定量地应用牛顿第二定律去发现力如何影响物体的运动。在介绍像速度、功这样具备通用名称的物理概念时，我们特别注意为概念的讲解进行铺垫。

创新的内容组织

作为概念优先教学法的一部分，本教材在内容组织方面与其他的一些教科书有所不同。最有意义的内容重组是对力与运动部分内容的处理。在本教材中，第2~4章的主题是力与牛顿运动定律。运动学被作为研究力是怎样影响运动的工具在第3、4章引入。

第2章为引入力和牛顿定律后面的内容搭建了概念框架。牛顿第三定律所暗含的成对相互作用力的概念，从一开始就被建立起来（参见2.1节）。力被直观地用作矢量的典型——当两个力同时作用时，它们的作用效果与两者的方向以及大小都相关。较早地引入力这个概念使学生有更充裕的时间来发展一些关键的技能，用于进行受力分析、作受力分析图，用矢量加法求合力（可暂时只用于求解平衡问题）。这些内容不涉及变化率的概念，也不用求解二次方程。

采用这种方法的一个优点是，第2章中的公式较少，所以能够更多地教授物理概念和必须的数学技巧。本教材从开始就使学生建立起今后难以改变的观念，我们要学生知道物理学不是操作方程，推理技能和基本物理概念才是更重要的。

第3章以提问开始：如果作用于一个物体上的合力不为零，物体将如何运动？牛顿第二定律给出了定义加速度的契机，并且使运动学被融进了牛顿运动定律的内容。学生们已经学过了矢量，因此没有必要将运动学讲两遍（一遍关于一维运动，另一遍关于二维和三维运动）。即使对于物体的直线运动，也使用了正确的、统一的矢量表示法。例如：我们仔细地区分了矢量的分量与大小的不同表示，即使物体沿x轴作直线运动，我们也写“ $v_x = -5\text{m/s}$ ”，而绝不写“ $v = -5\text{m/s}$ ”。试用了此教学法后，几位教授反映：在使用矢量分量方面遇到困难的学生人数减少了。

消减了第3章中纯运动学（脱离了力和牛顿运动定律）的部分。本章中许多例题和习题涉及的是运动学与作用力间的联系。学生将继续练习在第2章中学到的那些重要技能，例如受力分析，作受力分析图。

第4章分析了一个重要案例——合力为常量时情况如何？这是前面所学内容的延续——学生继续分析受力并应用牛顿第二定律。理想的抛体运动作为一个近似成立的理想化情况给出，这就是除了重力之外的其他力均可被忽略。我们希望强化一个思想，这就是物理学解释了真实世界是如何运行的，而不留下物理学是一个与现实无关的独立系统的（错误）印象。

清晰友好的写作风格

我们保持了务实的风格，使用资深教师坐在桌边与学生一对一讨论时的语言，以对话式的语气写作。我们希望学生发现本书阅读起来是令人愉快的，是可亲的，精确而全无晦涩，充满了能够使抽象概念易于掌握的比喻。我们想让学生自信：他们可以通过这本教材学会物理。

尽管我们同意学习正确的物理术语是基本的，但是我们还是回避使用所有不必要的、难懂的、不利于学生理解的专业术语。例如：我们不使用“向心力”这个术语，因为它的使用有时会导致学生在受力分析图上添加一个假想的“向心力”。同样，我们使用“加速度的径向分量”这一表述方法，因为相比于“向心加速度”的说法，它更有利于减少对概念的错误理解。

确保正确性

作者和出版者清楚，无论对于教师还是学生，不准确都将导致困难与挫折。因此在写作和编辑印刷这一版的过程中，我们努力地消除错误和不准确。LaurelTech（DiacriTech的一个部门）的Kurt Norlin，独立地进行了正确性检查，包括最终手稿中每章后的问题和习题。并对检查出的不同处进行了协调解决，以保证文字和书后答案的正确性。

本书的校样与手稿进行了核对，以更正排版中的错误。每章后的问题、习题和答案在手稿排版后由Feller Math & Science 检查了校样。最后一道检查工序中还与习题解答进行了交叉核对。

提供学生所需工具

解决问题的方法

解题技能是物理基础课程的中心。我们通过例题对这些技能予以说明。罗列解题策略有时是有帮助的，我们在适当的时候给出了这些策略。但是，那些最难以掌握的技巧——也许是最重要的技能则是微妙的，不能被简洁地列表表达。要发展实用的解决问题的技能，学生必须学会如何进行批判性和分析性思考。解决问题是多维的复杂过程，程序式的方法不适合发展实际的解决问题的技能。



策略 在给出每个例题的解之前，我们都用学生能够明白的语言讨论求解这个问题用到的策略。策略中说明学生求解一个题目时所必须具备的分析思想：我如何选择所用的方法？这道题目中用到了什么物理定律，在求解过程中哪些是可用的？题目的叙述中给出了什么线索？什么信息暗含在题目中没有直接给出？如果有几种解法的话，我如何决定哪种方法最有效？我可以做什么假设？什么样的草图或图像可以帮助我处理问题？是否要作简化或近似？如果是，我怎样说明这个近似是合理的？我可以预先估测答案么？只有考虑了这些问题后，学生才能有效地解题。

解答 接下来是题目的详细解答。解释与方程及分步计算合并给出，帮助学生明白解决问题所用的方法。我们希望学生顺利地明白解答中的数学式，而没有这样的疑问：“它是怎么来的？”。

讨论 以数字或表达式给出的答案不是一道题目的结尾，我们的例题都以“讨论”环节结束。学生必须学会运用数量级分析，与已有估测的比较，检查量纲，用不同解法核对计算结果等方法来确定所得答案的可靠性和合理性。如果有几种解法，我们就讨论各个解法的优劣之处。我们还讨论答案的意义——从中可以得到什么？我们借助特例和一些引申性的情景，提出“如果……会怎样？”的问题。这种讨论有时会扩展解决问题所用的技术。

练习题 每道例题后都配备了练习题，为学生提供采用相同的物理原理和解题工具获得经验的机会。对比每章后的答案，学生们可以评判自己的理解程度，决定是否开始下面章节的学习。

多年不断改进讲授大学物理课程方法的经验，使我们可以预知学生学习中的难点。除了常用的解题方法

外，我们在书中还为学生提供了其他一些辅助的学习方法。对某种特殊类型的题目，在解题方法中给出更为详细的信息，并加上边框。在解题帮助中加图标提示该技巧有通用性。在解出的例题及章后习题中通过提示给出解题线索或可作的简化。警示图标提示此处是对某个易混淆点的解释或此处学生易出现共同错误。

许多学生都缺乏一个很重要的解决问题的技能，那就是从图像提取信息的能力或作不带数据点的草图。相比于代数方法，图像通常帮助学生更清晰地明确物理关系。我们在书的正文、例题和习题中都强调图像和草图的使用。

近似、估算和比例推理的应用


本书中在求解物理问题时，一直都明确简化模型和近似的使用。学生解题时需要知道的难点之一是：简化模型或近似通常是必须的。我们讨论了什么情况下可以忽略摩擦力，将 g 视为常量，忽略粘滞性，将带电体视为点电荷及忽略衍射。

有些例题或习题要求学生进行估测，无论在物理学还是其他领域中，这均是有用的技能。同样，我们讲述比例推理，它不仅是极好的捷径，而且是理解模型的方法。我们常使用百分比和比例，以期使学生练习使用和理解它们。

展示创新的艺术插图

我们在每章中都配备了一系列的插图，从简单的图线到精美漂亮的图片，使得物理概念与其复杂的应用方式间建立生动的联系。我们相信，这些插图，从电场线到人体生物力学的立体图，从波的图示到家庭用电，使学生看到了物理学的美与用途。

帮助学生认识物理在他们生活中的实用性

学习物理基础课程的学生背景不同，兴趣广泛。我们将物理学原理与学生的生活及兴趣相联系，以激发他们学习物理的兴趣。书的正文、例题和每章后的练习题来自日常生活，来自熟悉的技术应用，来自诸如生物学、医学、考古学、天文学、体育学、环境科学和地球物理学。（书中在讲述应用处通过加标题或旁注作出了标识。图标表示生物或医学科学方面的应用。）

生活中的物理演示 提供给学生探究和理解日常生活中物理原理的机会。所选择的活动既简单又有效地演示了物理原理。

每章的引子由一幅照片和文字简介组成，用以激发和保持学生对于本章内容的兴趣。引子中的文字简介描述了照片显示的情景，并要求学生们思考其中涉及的物理。正文讲到引子提及的话题时，在页旁空白处用缩小的引子照片并附上相应问题提示读者。

聚焦概念

通过**链接**来标识某些重要概念的再次出现，这使得我们可以聚焦物理学中基本的、核心的概念，也使学生进一步明确物理学的基础是少量的基本思想。页边空白处的链接标题和相应正文旁的总结，令学生们轻松地意识到：当前正使用着一个以前学过的概念。

综合复习部分中的练习帮助学生明确已经学过的前几章中概念间的联系。其中的练习还帮助学生进行测试准备，在测试中他们需在无各章、各节标题的情况下解题。

配备**检测题**是鼓励学生停下来测试一下对当前所学概念的理解。每章检测题的答案置于该章的后面，这样学生可以核对自己对知识的掌握程度，而不是快速跳到给出的答案。

应用在教材中被清晰地标识出来，所有主题列于各章首页。通过应用，学生有机会在日常生活中体验物理概念。

connect 图标引导学生通过网络获得更多信息或对感兴趣话题的解释。这帮助学生在阅读教材时能更加注重非常基本的、核心的概念。

提供给学生和教师的更多资源

McGraw-Hill ConnectPlus[®] Physics



本书配备了McGraw-Hill ConnectPlus[®] Physics，它在线提供电子作业、电子书，以及大量为教师和学生准备的资源。教师可以轻松地创建作业，由程序自动生成题目。这也使得自动判分和公布成绩更简单。

- 章后习题和综合复习中的练习在在线作业系统中以不同的形式伴随多种工具而出现。
- 在线作业系统包含新而有趣的人机交互工具和题型：排序习题，绘制图线的工具，作受力分析图的工具，符号输入，数学工具模板和多重问题。
- 通过面向学生的细致讲解、探查性问题及若干涵盖课程主干内容的综合习题，模拟与教师的交互。提供帮助学生仔细地、富于思考地学习物理概念的方法，并且引领他们更深入地理解内容。

教师还可获得在线PPT教案，教师资源指南包括解答、推荐演示和教材中插图电子版、为使用应答器设计的题目、小测验、辅导、交互式模拟，及其他与教材中文字材料直接相关的资源。学生可以获得自测题、交互模拟、辅导、部分习题答案等。

登录www.mhhe.com/grr可以了解更多信息并进行注册。

物理教育研究在线工作簿

为了帮助教师们了解关于学生如何学习方面的研究新进展，Slippery Rock大学的Athula Herat和Ben Shaevitz博士写作了与本书配套的工作簿。工作簿中包含使学生以新的、综合的方法思考物理的课堂练习。指导学生自己发现物理，以引导学生更深入地直观理解教学内容。一些在课堂上采用物理教育研究新理念的教授对此工作簿进行了评阅，提出了改进意见和新题目。在线提供这样的工作簿，教师们可免费选择所需材料。

与ConnectPlus电子书配套的电子媒介

McGraw-Hill公司很高兴地向大家推出一批独特的优秀人机交互和辅导活动。这些活动让学生采用真实数据工作，提供了一种教授基础物理学的新颖、动感方法。在教材中标注有connect图标的内容可通过教材网站上的人机交互或辅导获得更好的理解。

人机交互中，学生可以调整参数，观察效果，从而对较难的物理概念获得更好的理解。每个人机交互包含：

- 分析工具（交互模型）
- 功能解说
- 原理描述

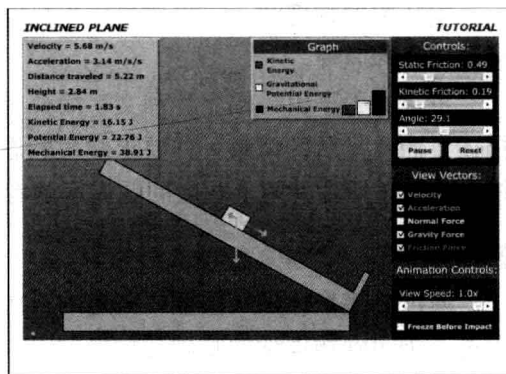
ConnectPlus Physics网站提供交互小测试。每个人机交互的在线教师指南中提供相关内容的全部概述、导航工具、深入学习所需的参考书、相关内容的推荐章后练习题。

由Cornell大学的Raphael Littauer开发整合的辅导，为学生提供了分步掌握概念的机会。当学生给出不正确的答案时，会出现详细的反馈，鼓励学生进一步考虑答案，帮助学生通过练习获得进步。

面向教师的电子书图像和资源

随时、随处、随意地积累教学材料！

通过与本书配套的ConnectPlus Physics网站上提供的包含图片、插图、人机交互和其他媒体的在线图书馆，可定制个性化教学方案、可视化强的试卷和测验，制作引人入胜的课程网站并可打印出精美的教辅材料。这



些资源的版权属于McGraw-Hill 高等教育，教师可在教室中以教学为目的使用这些资源。提供的多媒体资源为

- **插图** 书中所有插图的彩色数字文件。以便用于授课、考试和定制的教学材料。此外，所有插图的文件都已被置于PPT幻灯片，以便备课。
- **灵活的图库** 以PPT幻灯片格式呈现的关键图片，使教师可以一步一步地讲解较难的概念。插图被分解为小的、渐增的片段，以便教师随心所欲地在各种教学安排中使用。
- **照片** 照片库中包含教材中所有照片的数字文件，可供各课堂使用。
- **例题库、表格库和方程库** 提供书中例题、表格和方程的电子版，可融入个人课堂教学资源。
- **人机交互** 包含前面提到的用于人机交互的Flash文件，可轻松地用于授课及教室环境。

ConnectPlus Physics网站上还提供

- **在线PPT教案** 为教材每章提供图文并茂的教案。
- **PPT幻灯片** 所有的插图、照片均以章为序放入了幻灯片，供喜欢自己制作教案的教师使用。

在线计算机题库

提供综合性、可用于不同层次的、选择题形式的计算机测试题库，它由McGraw-Hill 的灵活电子考试项目——EZ在线测试（www.eztestonline.com）支持。EZ在线测试项目可使使用者轻松地创建纸质或在线考试及小测验。

设想一下，你可以随时、随处、不用安装测试软件即可创建或使用考试或小测验。现在，通过EZ在线测试，教师可以从McGraw-Hill多个题库中选题，或创建自己的既可印刷又可在在线使用的测验题。登录www.mhhe.com/grr 查阅更多信息。

电子书

如果教师或学生准备使用非传统版的教材，McGraw-Hill提供创新的价格不贵的电子书。从McGraw-Hill购买电子书，对于在最先进的电子书平台上的部分图书，学生可节省50%。

McGraw-Hill的电子书是智能化的，可进行人机交互，具备查找功能，便于携带，配备诸如详细查找、高光显示、作注释、学生间及师生间注释共享的强大工具。McGraw-Hill的电子书帮助学生更智能化地学习，更快地查找所需信息。它还帮助学生节约开支。联系McGraw-Hill的销售代理，可以商讨电子书的配置。

个人反馈系统

个人反馈系统，也被称为“抢答器”，可以实现教室或大教室中的互动教学。无线应答系统使得教师和学生立即获得全班的反馈结果。无线应答器实际上是遥控器，易于使用且惹人喜欢，教师可以使用它激发学生预习的兴趣，相互交流，进行主动学习。接收到的实时反馈帮助教师度量学生对概念的掌握程度。覆盖本书教学内容的问题（PPT格式）可在本书的网站上得到。

教师用资源指南

教师用资源指南包含许多为教师准备的宝贵资料，例如演示、来自物理教育研究的推荐改革理念，及与新的教学技术相衔接的一些想法。配套的教师解答手册中含有：每章后思考题的答案，每章后习题的完整解答。ConnectPlus Physics网站上提供与本书配套的教师用资源指南。

ALEKS®

与本书配套的ALEKS 数学准备

ALEKS数学准备是与本书配套的网络化课程，目标是提供学生成功完成此教材学习所需的关键数学知识。ALEKS 采用人工智能和自适应问题，精确地评估学生的准备情况，并且针对学生最应该学习的主题提供个性化教学。通过综合讲解、练习和反馈，ALEKS 使学生快速弥补个人知识缺陷，奠定坚实的数学基础。

在学期前6周内使用ALEKS数学准备，会看到学生们自信心的提高和成绩的进步，以及退课人数的下降。

与本书配套的ALEKS数学准备的特色：

- 人工智能：瞄准学生知识空白。
- 个性化的评估与学习：确保学生掌握知识。
- 自适应的、开放的反馈系统：回避选择题。
- 动态自动报告：掌握学生和班级进展。

请登录 www.aleks.com/highered/math 查询关于ALEKS的更多信息。

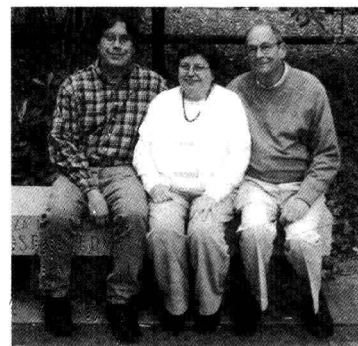
学生用解答手册

学生用解答手册包括教材中部分章后习题和问题、部分综合练习题和MCAT复习题的完整答案。书中的解答按教材中例题的解题模式给出，还帮助学生创建个人解答中的图像。

致电McGraw-Hill的客服代理（800）338-3987，或通过www.mhhe.com发电子邮件可以得到更多信息。登录www.mhhe.com 进入My Sales Rep，可以查询到本地的销售代理。

About the Authors

Alan Giambattista grew up in Nutley, New Jersey. Although he started college as a piano performance major, by his junior year at Brigham Young University he decided to pursue a career in physics. He did his graduate studies at Cornell University and has taught introductory college physics ever since. When not found at the computer keyboard working on *College Physics*, he can often be found at the keyboard of a harpsichord or piano. He has been a soloist with the Cayuga Chamber Orchestra and has given performances of the Bach harpsichord concerti at several regional Bach festivals. He met his wife Marion in a singing group. They live in an 1824 parsonage built for an abolitionist minister, which is now surrounded by an organic dairy farm. Besides making music and taking care of the house, cats, gardens, and fruit trees, they love to travel together, especially in Italy.



Betty McCarthy Richardson was born and grew up in Marblehead, Massachusetts, and tried to avoid taking any science classes after eighth grade but managed to avoid only ninth grade science. After discovering that physics explains how things work, she decided to become a physicist. She attended Wellesley College and did graduate work at Duke University. While at Duke, Betty met and married fellow graduate student Bob Richardson and had two daughters, Jennifer and Pamela. Betty began teaching physics at Cornell in 1977 with Physics 101/102, an algebra-based course with all teaching done one-on-one in a learning center. From her own early experience of math and science avoidance, Betty has empathy with students who are apprehensive about learning physics. Betty's hobbies include collecting old children's books, reading, enjoying music, travel, and dining with royalty. A highlight for Betty during the Nobel Prize festivities in 1996 was being escorted to dinner on the arm of King Carl XVI Gustav of Sweden. Currently she is spending spare time enjoying grandsons Jasper (the 1-m child in Chapter 1), Dashiell and Oliver (the twins of Chapter 12), and Quintin, the newest arrival.

Robert C. Richardson was born in Washington, D.C., attended Virginia Polytechnic Institute, spent time in the United States Army, and then returned to graduate school in physics at Duke University where his thesis work involved NMR studies of solid helium-3. In the fall of 1966 Bob began work at Cornell University in the laboratory of David M. Lee. Their research goal was to observe the nuclear magnetic phase transition in solid ^3He that could be predicted from Richardson's thesis work with Professor Horst Meyer at Duke. In collaboration with graduate student Douglas D. Osheroff, they worked on cooling techniques and NMR instrumentation for studying low-temperature helium liquids and solids. In the fall of 1971, they made the accidental discovery that liquid ^3He undergoes a pairing transition similar to that of superconductors. The three were awarded the Nobel Prize for that work in 1996. Bob is currently the Vice Provost for Research, emeritus, and the F. R. Newman Professor of Physics at Cornell. In his spare time he enjoys gardening, photography, and spending time with the grandsons.

Dedication

For Marion
Alan

*In memory of our daughter Pamela,
and for Quintin, Oliver, Dashiell, Jasper,
Jennifer, and Jim Merlis*
Bob and Betty