



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
教育部世行贷款教改项目成果

大学物理学

第5版

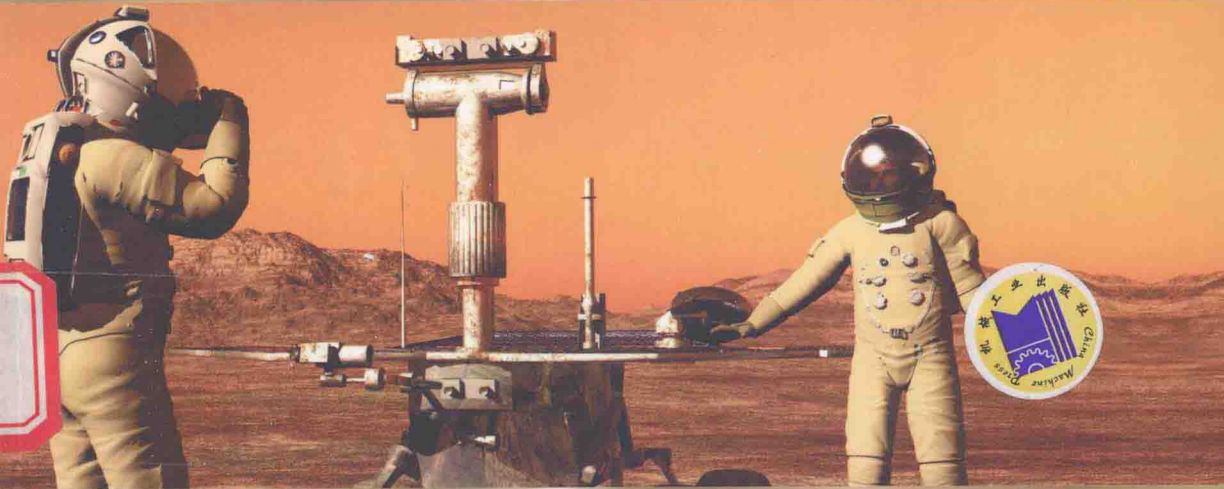
第一卷 经典物理基础

王建邦

主编

刘兴来

副主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
教育部世行贷款教改项目成果

大学物理学

(第一卷 经典物理基础)
第5版

主 编 王建邦
副主编 刘兴来
参 编 魏天杰 侯利洁
 张永梅 闫仕农



机械工业出版社

本书为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。

本书根据教育部世行贷款教学改革项目的成果和教育部最新颁布的《理工科类大学物理课程教学基本要求》编写而成。全书共两卷，本书为第一卷，主要内容有力学、场物理学、波动学和热学。

本书的一大特色，也是新的尝试是，为有利于学生预习、思考和提问，除在叙述上力求接近学生、概念准确，并以大量实例使内容更加生动、有趣外，还在讲述基本概念、基本原理和基本理论的同时，凸显教学内容中应用的物理学思想方法。特别是，本书在每章编写一节“物理学方法简述”，进一步介绍相关物理学的思想方法，提示读者应用这些思想方法的要点，同时挑选几种方法，要求学生自己通过归纳、总结和应用这些思想方法，达到既掌握知识，又提高能力的教学目的。

本书与配套的《大学物理解题思路、方法与技巧》一书一并提供学生使用。

本书为高等院校理工科非物理专业大学物理基础课教材，也可作为高校物理教师、学生和相关技术人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

大学物理学. 第一卷/王建邦主编. —5 版. —北京: 机械工业出版社, 2017. 1

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
ISBN 978-7-111-55734-0

I. ①大… II. ①王… III. ①物理学-高等学校-教材 IV. ①04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 306677 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: 李永联 责任编辑: 李永联

版式设计: 霍永明 责任校对: 李锦莉 刘秀丽

封面设计: 马精明 责任印制: 常天培

北京京丰印刷厂印刷

2017 年 1 月第 5 版·第 1 次印刷

170mm × 227mm · 26.75 印张 · 515 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-55734-0

定价: 45.00 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

服务咨询热线: 010-88379833

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-88379649

机工官博: weibo.com/cmp1952

教育服务网: www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网: www.golden-book.com

第5版前言

随着我国大众创业、万众创新时代的到来，大学物理教学改革进入“深水区”，要求教材与时俱进，特别是我们在近几年试点“翻转课堂”的教学改革中，强化了学生课前预习与课堂讨论的教学环节，提出“自主学习、积极思考、敢于质疑”的要求。为此，一本适应学生课前预习与参与课堂讨论的教材，一定程度上成为持续推进教学改革的关键，本次修订的指导思想就在于此。按这一指导思想本书在保持前几版特点的基础上做了以下几点修订：

一、新添疑问句 94 个

爱因斯坦说过：“应当把发展独立思考和独立创新的能力始终放在首位，而不应把知识放在首位。”李政道先生也告诫青年学子：要创新，需学问，只学答，非学问；要创新，需学问，问愈透，创更新。我们在教改实践中曾采取各种措施号召、引导和鼓励 学生提问，多年来有记载的学生提出的问题已达 8 万多个。说明学生在学习大学物理时是有问题要问的，如学生问：能否从实验上显示大块导体中的电流线？信息是随能量传递还是随相位传递？能否用引力场使光子减速？氢原子跃迁时能量以光的形式释放，那么它自身的质量应该会减少吧？等等。为此，我们从学生需求中反向思维来设计教材叙述方式，在部分修订第 4 版中 300 多个由黑体字凸显各种问题的基础上，新添了 94 个疑问句，尽可能“把知识‘冰冷美丽’的学术形态转化为教育形态，使学生能高效率地进行思考。”思考问题是为了使学生从重学轻思向学思结合转变，思考问题是为了从传承中学习物理方法和物理思想，思考问题是为了开展探究式学习，思考问题是为了解决问题。因此，94 个问题的提问方式，按教学内容的逻辑结构尽可能与学生的思维习惯相结合，有的问题是为了引出知识点，有的问题是为了明确物理意义，有的问题是为了突出重点，有的问题是为了破解难点，有的问题是为了体现理性思辨、学习方法、人格精神和 文化传承等。目标是使学生夯实基础、锻炼独立思考的能力、激发自主学习的兴趣、树立正确的价值观和培养批判性思维等。19 世纪德国教育家第斯多惠说过“教学的艺术不在于传授知识，而在于激励、唤醒和鼓舞。”叶圣陶也说过“教师之为教，不在全盘授予，而在相机诱导，必令学生运其才智，勤其练习，领悟之源广开，纯熟之功弥深，乃为善教者也。”教材内容的组织与编写何尝不是这样。本次修订中新添 94 个疑问句，就是本次修订的一大任务。

二、新添理解与运用数学公式的练习 161 个

数学有时被叫作科学的“女皇”，有时被叫作科学的“侍女”，这是因为教学是自然科学的基本语言，更是现代工业技术和工程必不可少的工具。若从物理学发展的历史来考查物理学与数学的关系的话，我们就会发现，数学的概念渗透到了物理学的每一部分，在每一种物理理论的形成过程中，数学均起了十分重要的推动和促进作用，物理学的思维方式与数学的方法运用有无法割断的血缘关系。一本大学物理教材作为一个系统，是物理知识与数学表述相互联系、互相补充、彼此配合、不可分割的整体。本书第一卷第4版中有编号的公式有1495个，不少学生在第一次翻阅大学物理教材时，看到书中大量的高等数学符号，就不由得对大学物理课程心存怯懦，于是，在学习过程中涉及数学符号、公式的知识就跳过去。目前，学生在学习过程中遇到的很多困难均来自这种态度与想法，这在很大程度上影响着他们的学习。

在本次修订中我们坚持以学生为本，努力增强学生的自学意识，培养学生主动思考的能力，使学生自觉地去获取知识，并争取实现自己的发展。本书的目的就是，引导学生掌握学习方法，增强获取知识，拓展知识和独立思考的能力；指导学生保持严谨求实的态度、刻苦钻研的作风、追求真理的勇气；帮助学生抓主要矛盾和矛盾的主要方面，分析解决实际问题；培养学生的科学观察能力和批判性思维，激发他们的求知欲，提高他们的探索精神、创新欲望和敢于向旧观念挑战的科学素养。为达此目的，在第5版中有意穿插设置了161个对数学公式的“练习”，在强调定性分析、突出物理思想与物理方法的同时，聚焦定量分析的数学公式，让学生在亲自对数学公式写一写、想一想、导一导、推一推的“练习”中，认识各种数学符号、方法、公式在表述物理知识与解决问题中的作用，让不同层次的学生都能达到学习要求。

本书由王建邦担任主编，刘兴来担任副主编。参加本书修订工作的有：赵瑞娟（第一、二、三章）、侯利洁（第四、五、六章）、王建邦（第七、八章）、闫仕农（第九、十章）、张永梅（第十一、十二、十三章）、魏天杰（第十四、十五章）、刘兴来（第十六、十七章）。

编者

第4版前言

为适应社会经济发展的需要和人的全面发展，以人为本、照顾个性的教育理念为本次修订提供了新的思路。作为一部适用的教材，应当使读者在“知识、能力、素质”协调发展中得到帮助。在知识、能力与素质三要素中，传授知识是基础，培养能力是关键，提高素质是根本。为此，本书在基本保持前几版特点的基础上做了以下几点修订：

一是将前几版中每章开头的“学习本章要求掌握”改为“本章核心内容”，并配一相应的图片。这一改动在教学内容基本要求上并无原则性差别，但更加细化与醒目，“细化”表现在与每次课（72学时进度）的教学内容安排吻合，有利于“教”与“学”；“醒目”意在使每位读者阅读教材时做到心中有数。

二是本书经过十多年的使用，已经形成了较稳定的经典物理基础与近代物理基础并重的知识结构和呈现方式。在此基础上，本次修订不仅注重传授知识，更为学生的探究学习提供探究的方法和可以探究的内容。为此，在文字叙述上采用了“是不是”“为什么”“怎么做”“怎么用”的潜台词，为学生的学、思结合留下足够的空间，引导学生在阅读教材时自主、积极地思考，培养学生质疑问难意识和能力。著名物理学家李政道先生也告诫青年学子：“要创新，需学问，只学答，非学问；要创新，需学问，问愈透，创更新。”当前，学生缺少的就是发现问题、分析问题和研究问题的能力。怎样让学生具备这种能力呢？如果一本教材能够为学生创造一个宽松的质疑、提问的氛围，就能更好地激发学生的联想能力、发散思维能力、发现问题的能力。在本次修订中，在一些知识点上，我们有意识地设情造景，通过意象与读者对话；在一些知识点上，我们有意识地留有余地，点到为止；在一些知识点上，我们特意以问代答，逐步引入。在个别知识点上，我们有意识地做点遗漏，让读者自己参与补上，给他们提供一种机会与挑战。

三是注重物理学方法论的介绍与应用。“工欲善其事，必先利其器”，任何一门科学都有其方法论基础。在物理学的产生与发展过程中，形成了丰富的物理学方法。这些科学方法的总结、提炼和运用又促进着物理学这个大系统的发展，在此过程中理论与方法始终相生相伴。实际上，物理学理论本身就具有方法论功能，物理学中由文字、符号、图像、公式等组成的表象，是人类对客观规律的正确反映，因此，它是人类改造客观世界的工具。我们在第4版中结合知识点凸显了几种物理学方法，如观察方法、实验方法、假说方法、数学方法、理想化方

法、类比与模拟方法、归纳与演绎方法、分析与综合方法、整体方法、场论方法等。

四是希望使用了本教材的读者能在以下几个方面不同程度地提升物理素质：

①具有用物理学知识去观察、分析和思考各种物理现象是什么、为什么的物理意识；②具有运用物理概念、理论以及几何、代数、分析的数学语言去求解问题的思路；③具有物理规律都要以微分形式表示、实际问题采用积分计算的观点；④具有从微观机理（制）追踪宏观物理现象本质的视角；⑤具有从物质的不同层次的相互作用、运动与结构中去认识事物的境界；⑥具有在任何复杂的物理过程中都蕴含着为数不多的几个基本物理规律的思想。

本书由王建邦担任主编。参加本卷第4版修订工作的有：张旭峰（第一～三章）、刘兴来（第四～六章）、王建邦（第七、八章）、闫仕农（第九、十章）、杨军（第十一～十三章）、魏天杰（第十四～十七章）。

编者

第3版前言

教材是体现教学理念、课程内容、教学要求、教学模式的知识载体，又是指导学生获取知识的方法和渠道。本书为适应大学本科非物理类专业对物理教学的基本要求，针对地方高校学生层次与认知规律，按集成“知识-能力-素质”于一体的指导思想，在多年教学改革实践及前两版的基础上，着眼于学生智慧和能力的培养来进行修订。同时，为激发学生自主学习和引导学生思考，本书适度改变了前两版的撰写风格，力求在中学物理基础上、在有利学生阅读的同时，营造一种探索与创新氛围。

为了加强大学物理的基础地位，走出“一遇教学改革，物理教育就成为被削弱的对象”的怪圈，本书将大学物理分为“经典物理基础”与“近代物理基础”两卷，两卷各成体系，又相互呼应，并分两学期使用。按因材施教的个性化教育原则，本书有少部分内容适度超出教学基本要求，有少部分内容适度超出课堂教学所需，有少部分内容适度超出多数学生的接受能力。

本科专业教育教学计划是由相互作用、相互依赖的若干部分（要素）结合而成的、具有特定功能的系统。服务于人才培养的物理学课程是构成专业教育教学计划的一个“要素”，本书一方面注意了传承大学物理教材知识结构的纵向关系，另一方面又考虑了大学物理与本科专业教育教学计划中相关课程交叉、渗透的横向关系。按系统论观点，本书部分地调整了传统大学物理知识结构单元，突出作为自然科学基本规律、能长时期发挥作用的基础性内容；突出通过渗透、融合可伸向理工科类院校非物理类专业或工程技术学科与课程的基础性内容。

例如，在“路论”与“场论”的关系中，“路论”是电类课程的核心，即“以电路分析为基础、以电路设计为主导、以电路应用为背景”。“场论”作为能量流、物质流及信息流的物理基础，在本书中予以彰显。第一卷在介绍质点-质点系-连续体力学后，以流速场承前启后，以真空电磁场为主，以电流场、能流场、标量场、引力场等为辅，开出场物理学，强调在不同物理问题中，场可以是一种方法、可以是一个函数、可以是一种物质。

教学内容现代化一直是大学物理课程教学内容改革的一个热点。以目前我国21个工科大类、69个专业为例，在485门主要课程中，有101门（含同名相近课程）或多或少涉及物理学原理与方法的延伸、拓展、“物化”与应用，其中依托近代物理基本原理的教学内容在不断增加，但专门介绍近代物理基本原理的课程不多，本书第二卷在大学物理层面上选编相对论、量子、激光、固体、原子核

等基础内容，意在加强近代物理向“材料、能源、信息”相关专业与课程的渗透。

为了帮助学生更好地掌握大学物理的基本内容，理论联系实际，增强个性化学习，调动学习主动性，反复加强练习，加强能力培养，本次修订中在部分章节“学习本章要求掌握”的栏目中，适当增加了方法论的要求，并将大部分例题与全部习题从两卷中剥离，单独编写《大学物理解题思路、方法与技巧》一书，作为教材一并提供学生使用，力求使物理概念、原理与例题、习题密切联系与衔接，使教学内容与学生实际有机结合。

按128学时的教学时数，建议第一卷安排72学时，第二卷安排56学时，具体把握可根据学校情况而定。

清华大学张三慧教授审阅了本书第一卷（第1版），并认真修改，同时对全书的取材与布局提出了宝贵意见；中国科学技术大学张永德教授与太原理工大学冷叔棧教授分别审阅了第二卷（第1版）第五、第六部分，提出了宝贵意见，使我们受益匪浅，在此对三位老先生一并表示衷心感谢。

本书由王建邦担任主编。参加第3版修订工作的有：张旭峰（第一~三章）、刘兴来（第四~六章）、杨军（第十一~十三章）、闫仕农（第九、十章）、魏天杰（第十四~十七章）、王建邦（第七、八章）。

编者

目 录

| | |
|----------------------|-----------|
| 第 5 版前言 | |
| 第 4 版前言 | |
| 第 3 版前言 | |
| 绪论 | 1 |
| 第一部分 力学 | 3 |
| 第一章 质点力学 | 4 |
| 第一节 质点运动学 | 4 |
| 一、位置矢量 | 4 |
| 二、运动学方程 | 5 |
| 三、位移矢量 | 5 |
| 四、速度矢量 | 7 |
| 五、加速度矢量 | 8 |
| 六、笛卡儿直角坐标系的运用 | 10 |
| 七、运动学的两类问题 | 11 |
| 第二节 牛顿运动定律 | 11 |
| 一、牛顿运动定律的内容 | 12 |
| 二、牛顿运动定律的应用 | 16 |
| 第三节 质点的基本运动 | |
| 定理 | 18 |
| 一、质点动量定理 | 18 |
| 二、质点动能定理 | 21 |
| 三、质点角动量 (动量矩) | |
| 定理 | 25 |
| 第四节 物理学方法简述 | 29 |
| 一、数学方法 | 29 |
| 二、理想模型方法 | 30 |
| 三、逻辑推理方法 | 31 |
| 四、物理过程的整体化 | 32 |
| 第二章 质点系统的守恒定律 | 33 |
| 第一节 动量守恒定律 | 33 |
| 一、质点系动量定理 | 34 |
| 二、质心概念简介 | 35 |
| 三、质点系动量守恒定律 | 36 |
| 四、火箭飞行原理简介 | 38 |
| 第二节 机械能守恒定律 | 39 |
| 一、质点系动能定理 | 39 |
| 二、质点系内力做的功 | 40 |
| 三、质点系统的内势能 | 41 |
| 四、机械能守恒定律的表述 | 44 |
| 第三节 质点系角动量守恒 | |
| 定律 | 45 |
| 一、质点系角动量 | 46 |
| 二、质点系角动量定理 | 46 |
| 三、质点系角动量守恒条件 | 47 |
| * 四、有关守恒定律的补充说明 | 48 |
| 第四节 物理学方法简述 | 49 |
| 一、整体 (系统) 方法 | 49 |
| 二、变换参考系的方法 | 50 |
| 三、找守恒量的方法 | 50 |
| 第三章 连续体力学 | 51 |
| 第一节 刚体定轴转动 | 52 |
| 一、刚体运动的类型 | 52 |
| 二、刚体定轴转动运动学 | 53 |
| 三、定轴转动动力学 | 56 |
| 四、定轴转动刚体的角动量守恒 | |
| 定律 | 60 |
| 第二节 固体的形变和弹性 | 62 |
| 一、弹性体中的应变和应力 | 62 |
| 二、胡克定律 | 65 |
| 三、弹性体中的波速 | 69 |
| 第三节 理想流体及其运动 | 73 |
| 一、理想流体的定常流动 | 74 |

| | | | |
|---------------------------|-----|------------------------------|-----|
| 二、流体运动的描述方法 | 75 | 第一节 磁现象 | 121 |
| 三、连续性方程 | 80 | 一、电流的磁效应 | 121 |
| 四、伯努利方程 | 82 | 二、磁力 | 122 |
| 第四节 物理学方法简述 | 85 | 第二节 磁场 磁感应强度 | 124 |
| 一、类比方法 | 85 | 第三节 磁场对运动电荷的 作用 | 126 |
| 二、数学模型方法 | 86 | 一、洛伦兹力 | 126 |
| 三、场的研究方法 | 87 | 二、带电粒子在电场和磁场中的 运动 | 130 |
| 第二部分 场物理学基础 | 88 | 三、霍尔效应 | 131 |
| 第四章 真空中的静电场 | 89 | 第四节 磁场对载流导线的 作用 | 135 |
| 第一节 库仑定律 | 89 | 一、安培定律 | 135 |
| 一、电荷 | 89 | 二、磁场对载流平面线圈的 作用 | 138 |
| 二、库仑定律的内容 | 92 | 第五节 毕奥-萨伐尔定律 | 140 |
| 三、静电力叠加原理 | 94 | 一、毕奥-萨伐尔定律的内容 | 141 |
| 第二节 电场 电场强度 | 95 | 二、运动电荷的磁场 | 143 |
| 一、静电场 | 95 | 第六节 磁场的高斯定理 | 145 |
| 二、电场强度矢量 | 96 | 一、磁场的几何描述 | 145 |
| 三、点电荷电场的电场强度 | 97 | 二、磁通量 | 146 |
| 四、点电荷系电场的电场强度 | 98 | 三、磁场高斯定理的内容 | 147 |
| 五、连续分布电荷电场的电场 强度 | 99 | 第七节 安培环路定理 | 148 |
| 第三节 高斯定理 | 102 | 第八节 物理学方法简述 | 154 |
| 一、电场线 | 102 | 一、实验方法 | 154 |
| 二、电通量 | 103 | 二、分类比较方法 | 155 |
| 三、高斯定理的内容 | 105 | 第六章 变化的电磁场 | 156 |
| 四、高斯定理的物理意义 | 107 | 第一节 电磁感应定律 | 156 |
| 五、高斯定理的应用 | 109 | 一、电磁感应现象的发现 | 156 |
| 第四节 静电场的环路定 理 电势 | 111 | 二、法拉第电磁感应定律 | 157 |
| 一、静电场是保守力场 | 111 | 三、楞次定律 | 160 |
| 二、静电场的环路定理 | 113 | 四、涡电流现象 | 162 |
| 三、电势能、电势差和电势 | 114 | 第二节 电路中的电磁感 应 互感与自感 | 164 |
| 四、静电场的能量 | 117 | 一、互感 | 164 |
| 五、电势的计算 | 117 | 二、自感 | 166 |
| 第五节 物理学方法简述 | 119 | 三、磁场能量 | 167 |
| 一、分析与综合方法 | 119 | | |
| 二、电场与流场的类比 | 120 | | |
| 第五章 真空中的稳恒磁场 | 121 | | |

| | | | |
|-----------------------------|-----|-------------------------------|-----|
| 第三节 动生电动势 | 168 | 第一节 简谐振动 | 211 |
| 一、电源电动势 | 169 | 一、质点振动系统 | 211 |
| 二、动生电动势的产生及计算 | 170 | 二、简谐势 | 212 |
| 三、动生电动势产生过程中的 能量转换 | 173 | 三、简谐振动的运动方程 | 213 |
| 第四节 感生电动势 涡旋 电场 | 174 | 四、描述简谐振动的特征量 | 214 |
| 一、涡旋电场 | 174 | 五、简谐振动的几何描述 | 216 |
| 二、感生电动势 | 175 | 六、简谐振动的能量 | 220 |
| 三、感生电动势与动生电动势 | 177 | 第二节 简谐振动的叠加 | 221 |
| 四、涡旋电场的计算 | 179 | 一、同一直线上两个同频率简谐 振动的叠加 | 221 |
| 第五节 位移电流 | 182 | 二、多个同方向、同频率简谐振 动的叠加 | 224 |
| 一、电流场 | 183 | 三、二维振动的叠加 | 226 |
| 二、电流连续性方程 | 185 | * 第三节 阻尼振动与受迫振动 简介 | 228 |
| 三、电流恒定条件 | 186 | 一、阻尼振动 | 228 |
| 四、电容器的充、放电 | 187 | 二、受迫振动 | 230 |
| 五、位移电流假设 | 190 | 第四节 物理学方法简述 | 232 |
| 第六节 麦克斯韦电磁场 方程组 | 191 | 一、谐振动研究方法 | 232 |
| 第七节 物理学方法简述 | 193 | 二、数学变换方法(化归法) | 232 |
| 假说方法概念 | 193 | 第十章 机械波 | 234 |
| 第七章 引力场简介 | 195 | 第一节 机械波的形成与 描述 | 234 |
| 第一节 牛顿万有引力定律 | 195 | 一、弹性介质中机械波的产生 | 234 |
| 第二节 引力场强 | 197 | 二、机械波波方程 | 235 |
| 第三节 保守力场的图示 ——势能曲线 | 198 | 第二节 平面简谐波 | 236 |
| 第四节 物理学方法简述 | 201 | 一、波动空间中波的几何描述 | 236 |
| 势能的数学描述方法 | 201 | 二、坐标图中简谐波波函数 | 237 |
| 第八章 标量场 | 203 | 三、波场中的相位分布与传播 | 239 |
| 第一节 势函数与场强度 | 203 | 第三节 波场中的能量与 能流 | 242 |
| 一、等势面 | 204 | 一、介质中任一质元的能量 | 242 |
| 二、电势梯度 | 205 | 二、波强度 | 245 |
| 第二节 物理学方法简述 | 208 | 第四节 波的叠加与干涉 | 246 |
| 一、等值面与等值线 | 208 | 一、波的叠加原理 | 247 |
| 二、梯度矢量 | 208 | 二、波的干涉 | 247 |
| 第三部分 波动学基础 | 210 | 第五节 驻波 | 250 |
| 第九章 机械振动 | 211 | | |

| | | | |
|--------------------|-----|----------------------|-----|
| 一、从波的干涉看驻波 | 250 | 第六节 物理学方法简述 | 305 |
| 二、从固有振动看驻波 | 253 | 一、光学系统类比 | 305 |
| 第六节 物理学方法简述 | 257 | 二、衍射与干涉类比 | 305 |
| 一、波场描述方法 | 257 | 第十三章 光的偏振 | 307 |
| 二、坐标描述方法 | 258 | 第一节 光的偏振态 | 307 |
| 第十一章 光的干涉 | 259 | 一、自然光 | 308 |
| 第一节 光波及其相干性 | 260 | 二、线偏振光 | 309 |
| 一、光波的相干条件 | 261 | * 三、椭圆偏振光和圆偏振光 | 309 |
| 二、非相干叠加 | 262 | 四、部分偏振光 | 311 |
| 三、获得相干光的方法 | 263 | 第二节 偏振片 马吕斯 | |
| 第二节 分波前干涉 | 264 | 定律 | 311 |
| 一、杨氏实验 | 264 | 第三节 光在反射和折射时的 | |
| 二、光程 | 267 | 偏振 | 314 |
| 第三节 分振幅薄膜干涉 | 269 | 第四节 晶体的双折射现象 | 316 |
| 一、物像之间的等光程性 | 270 | 第五节 物理学方法简述 | 318 |
| 二、等倾干涉 | 271 | 一、随机事件与统计方法 | 318 |
| 三、等厚干涉 | 278 | 二、观察方法 | 319 |
| 第四节 物理学方法简述 | 283 | 第四部分 热物理学基础 | 320 |
| 一、光波与机械波类比方法 | 283 | 第十四章 热力学第一定律 | 321 |
| 二、干涉实验方法 | 283 | 第一节 热力学中的基本 | |
| 第十二章 光的衍射 | 285 | 概念 | 321 |
| 第一节 光的衍射和惠更斯-菲 | | 一、热力学系统 | 321 |
| 涅耳原理 | 286 | 二、系统状态与状态参量 | 322 |
| 一、衍射现象的分类 | 286 | 三、准静态过程 | 324 |
| 二、惠更斯-菲涅耳原理 | 287 | 第二节 功、热力学能和 | |
| 第二节 单缝衍射 | 288 | 热量 | 325 |
| 一、实验装置与光路 | 288 | 一、功 | 326 |
| 二、光强分布公式 | 289 | 二、系统的热力学能 | 329 |
| 三、半波带法 | 293 | 三、热量 | 330 |
| 第三节 圆孔衍射 | 294 | 第三节 热力学第一定律的 | |
| 第四节 光学仪器的分辨 | | 内容 | 330 |
| 本领 | 295 | 第四节 气体的摩尔热容 | 331 |
| 第五节 光栅衍射 | 296 | 第五节 理想气体的热力学 | |
| 一、平面透射光栅的光强分布 | | 过程 | 333 |
| 公式 | 297 | 一、等体(定容)过程 | 333 |
| 二、光栅衍射图样的特点 | 299 | | |
| 三、光栅光谱 | 302 | | |

| | | | |
|-----------------------------|-----|-------------------------------|-----|
| 二、等(定)压过程····· | 333 | 四、理想气体压强公式的导出····· | 363 |
| 三、等温过程····· | 333 | 五、关于导出压强公式的几点 说明····· | 366 |
| 四、绝热过程····· | 334 | 第二节 理想气体温度的统计 意义····· | 366 |
| 第六节 热力学循环····· | 337 | 一、理想气体的温度公式····· | 366 |
| 一、循环过程····· | 337 | 二、温度的统计意义····· | 367 |
| *二、制冷机····· | 338 | 第三节 能量均分定理····· | 368 |
| 第七节 物理学方法简述····· | 339 | 一、自由度····· | 368 |
| 一、公理化方法····· | 339 | 二、能量按自由度均分定理····· | 370 |
| 二、理想实验方法····· | 340 | 三、理想气体的热力学能····· | 372 |
| 第十五章 热力学第二定律····· | 342 | 四、理想气体的摩尔热容····· | 373 |
| 第一节 卡诺循环····· | 342 | 五、经典理论的缺陷····· | 373 |
| 一、卡诺循环的四个分过程····· | 342 | 第四节 气体分子的速率分 布律····· | 374 |
| 二、卡诺循环的效率····· | 344 | 一、气体分子速率分布律的实验 测定····· | 375 |
| *三、卡诺定理····· | 345 | 二、实验结果分析····· | 378 |
| 第二节 可逆过程与不可逆 过程····· | 345 | 三、速率分布函数的物理意义····· | 380 |
| 一、实际热力学过程的不可 逆性····· | 345 | 四、用速率分布函数求分子速率 的统计平均值····· | 382 |
| 二、理想热力学过程的可逆性····· | 347 | *第五节 玻耳兹曼分布 简介····· | 384 |
| 第三节 热力学第二定律的 内容····· | 349 | 一、重力场中微粒按高度的 分布····· | 384 |
| 一、不可逆过程与热力学第二 定律的表述····· | 349 | 二、玻耳兹曼密度分布律····· | 385 |
| 二、熵和热力学第二定律的 数学表述····· | 350 | 第六节 物理学方法简述····· | 386 |
| 第四节 物理学方法简述····· | 357 | 一、统计平均方法····· | 386 |
| 一、理想过程方法····· | 357 | 二、实验数据处理方法····· | 387 |
| 二、模拟(或模型)方法····· | 358 | 第十七章 气体中的输运现象····· | 388 |
| 第十六章 热平衡态的气体分子 动理论····· | 359 | 第一节 气体的黏滞现象····· | 389 |
| 第一节 理想气体的压强 公式····· | 360 | 一、实验现象····· | 389 |
| 一、气体分子热运动的基本 特点····· | 360 | 二、黏滞力的实验规律····· | 390 |
| 二、理想气体分子的微观模型····· | 362 | 第二节 气体的扩散与气体的 热传导现象····· | 391 |
| 三、大量分子热运动的统计 性假设····· | 362 | 一、局域平衡假设····· | 392 |
| | | 二、实验规律与微观机制····· | 392 |

| | | | |
|---------------------------|-----|---------------------------------------|------------|
| 第三节 物理学方法小结 | 393 | 附录 | 396 |
| 一、观察方法 | 394 | 附录 A 量纲 | 396 |
| 二、实验方法 | 394 | 附录 B 我国法定计量单位和国际 单位制 (SI) 单位 | 397 |
| 三、假说方法 | 394 | 附录 C 希腊字母 | 397 |
| 四、数学方法 | 394 | 附录 D 物理量的名称、符号和 单位 (SI) | 398 |
| 五、理想化方法 | 394 | 附录 E 基本物理常数表 (2006 年 国际推荐值) | 401 |
| 六、类比与模拟方法 | 394 | 物理名词索引 (中英文对照) | 402 |
| 七、归纳与演绎、分析与综合 方法 | 394 | 参考文献 | 414 |
| 八、整体方法 | 395 | | |
| 九、场论方法 | 395 | | |

绪 论

物理学是一门重要的基础科学。物理学的发展不仅推动了整个自然科学的发展，而且对人类的物质观、时空观、宇宙观以及整个人类文化都产生了、而且还将继续产生极其深刻的影响。物理教育不但有助于培养一个人处理复杂事物和探索未知领域的能力，而且对所有人都是提高科学素质的一个重要手段。很难设想，一个缺乏基本物理素养的理工科本科毕业生能够成为一个“综合性应用型”的高素质人才。

一、物理学是近代科学技术的基础

物理学经过数百年的发展，自身已是一个拥有十几个二级学科、近一百个三级学科的大系统。物理学与其他自然科学及工程技术科学的广泛结合和应用，对整个人类文明产生了深远的影响。如当代自然科学重大的基本问题：揭示物质结构之谜、宇宙的起源和演化、地球的起源和演化、生命与智力起源、非线性科学和复杂性研究等和当今工程技术发展的重要前沿：微电子与计算机技术、通信技术、生物技术、新材料技术、激光技术、航天技术与空间资源开发等，无一不与物理学息息相关。非物理专业的大学物理课程虽不是物理学中的一个子学科，但教学内容中有不少是经过千锤百炼的基本知识的精华，课程体系与时俱进，层次分明，实践证明，十分有利于给学生打下扎实的基础。当今，随着科学技术日新月异的发展，人类已步入知识经济时代，作为 21 世纪从事产业工作的工程技术人才，需要适应科学技术迅猛发展及世界市场上产业竞争日益加剧的新形势，因此，物理基础不应是削弱的对象，而是应进一步加强。

二、物理教育在培养学生正确的时空观、宇宙观、物质观方面有不可替代的作用

众所周知，大学物理课程以极其丰富的事例揭示出力、热、电、光、原子等物理现象中存在的对立统一及互相转化、量变到质变、局部与整体、现象与本质、特殊与一般、主要矛盾与次要矛盾、矛盾的主要方面与次要方面等规律和深刻内涵，对引导理工科以至于文科类学生建立辩证唯物主义的世界观有积极作用。

三、物理概念、定义、假说与理论的形成与发展本身可以激发学生的求知欲，启迪创新精神

从物理学的发展历史及近代物理学的进展来看，一个物理理论的形成与发展

均要经历一个漫长而艰苦的不断探索、不断创新的过程，都有一个激动人心的故事。其中，许多极富才华的年轻人富于幻想，很少框框，对新鲜事物具有强烈的好奇心和兴趣，在学习前人所积累知识的过程中或实验与理论的探索中，往往敢于大胆地推测、猜想，容易迸发出新鲜的物理思想火花，在关键时刻敢于摆脱传统束缚与非议，敢于创立新学说。虽然对于本科院校的非物理专业，大学物理课程涉及面广，但教学时数并不多，不容易把学生引导到物理学的发展规律中去把握每一个概念与定律的实质，并配合教学内容精选若干典型事例，给学生展现一幅幅活生生的探索物理学奥秘的艰辛而精彩的历程，不仅能使学生受到潜移默化的启发和教育，还能激发学生的探索与创新精神。

四、丰富的物理方法论在培养学生能力上有其重要的作用

如前所述，物理学经过几百年的发展，已经能够说明小到分子、原子、原子核等粒子，大到恒星、星系、宇宙等的种种物理现象，并正在深入研究小到粒子内部，广阔到宇宙整体以及种种非线性的复杂问题。与此同时，物理学积累了多种多样的研究方法。可以说，在物理学这个大系统中，物理学理论与物理学方法论是相互依存与相互作用的两个子系统。在一定意义上讲，它们之间的配合与协调推动着物理学的发展。有人说，所有科学大师都是他那学科的方法论专家，就包含着这一层意思。从另一角度看，物理学理论本身也具有方法论功能。这些由文字、符号、图像、公式组成的表象，既是人类对客观规律的正确反映，又是人类改造客观世界的工具。大学物理课程触及物理学中许多物理学方法论的精华，学生在学习物理知识的同时，能不同程度地受到科学方法论的熏陶。

五、物理学在培养学生思维能力、发展学生智力方面有独特作用

人类在认识世界、获取知识的过程中，思维起着重要的作用。人脑是思维的器官，人的思维是大脑活动的产物。近代脑科学的研究表明，人的两个半球是用根本不同的方式进行思维的。左脑思维具有单线性，是串联式的，擅长逻辑思维，所谓思路清晰，逻辑性强是左脑功能的表现；而右脑思维具有平行性，是并联式的，右脑是直觉判断的场所，直觉思维是与逻辑思维截然不同的另一种非逻辑思维方式，类似于灵感、顿悟，极富创造性。在学习大学物理课程中，不仅需要进行抽象思维、逻辑推理、数字运算及分析等，即要运用和发展左脑功能。同时也要处理物理图象、空间概念、鉴别几何图形、记忆、模仿等，即又要运用和发展右脑功能。可见，大学物理在发展学生智力中具有独特和不可替代的作用。