

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

Mc
Graw
Hill
Education

伯克利物理学教程

(SI版)

第4卷
量子物理学

翻译版

Quantum Physics

[美] E. H. 威切曼 (Eyvind H. Wichmann) 著
University of California, Berkeley

复旦大学 潘笃武 译

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



Mc
Graw
Hill
Education



Berkeley Physics Course

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

伯克利物理学教程 (SI 版)
Berkeley Physics Course

第 4 卷

量子物理学 (翻译版)

Quantum Physics

[美] E. H. 威切曼 (Eyvind H. Wichmann) 著
(*University of California, Berkeley*)

复旦大学 潘笃武 译



机械工业出版社

本书为“十三五”国家重点出版物出版规划项目（世界名校名家基础教育系列）。全书阐述了量子物理学的基本原理和概念，共9章：导论、量子物理学中物理量的量值、能级、光子、实物粒子、不确定原理和测量理论、薛定谔波动力学、定态理论、基本粒子和它们的相互作用。作者在书中用了许多实验事实来说明量子物理学理论的根据，并特别着重于澄清对量子物理学的一些误解。书中还简要叙述了量子物理学在原子物理、分子物理、核物理和基本粒子等领域中的应用。

本书可作为高等院校物理学、应用物理学专业或其他理工科专业的教材或参考书，也可供相关科技人员参考。

Eyvind H. Wichmann

Quantum Physics, Berkeley Physics Course-Volume 4

[ISBN 978-0-07-004861-4]

Copyright © 2011 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 Chinese translation edition 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.

Copyrights © 2016 by McGraw Hill Education (Asia) 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。

本授权中文简体字翻译版由麦格劳-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（除香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾）销售。

版权©2016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 图字：01-2013-6387 号。

图书在版编目(CIP)数据

伯克利物理学教程: SI 版. 第 4 卷, 量子物理学: 翻译版/(美)威切曼
(Wichmann, E. H.) 著; 潘笃武译. —北京: 机械工业出版社, 2015. 11
书名原文: Quantum Physics (Berkeley Physics Course, Vol. 4)
“十三五”国家重点出版物出版规划项目
ISBN 978-7-111-50668-3

I. ①伯… II. ①威… ②潘… III. ①量子论-教材 IV. ①04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 144832 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 陈崇昱 任正一
版式设计: 霍永明 责任校对: 杜雨霏
封面设计: 张 静 责任印制: 常天培
北京圣夫亚美印刷有限公司印刷
2016 年 8 月第 1 版第 1 次印刷
169mm × 239mm · 24.75 印张 · 2 插页 · 487 千字
标准书号: ISBN 978-7-111-50668-3
定价: 78.00 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

中译本再版前言

“伯克利物理学教程”的中译本自 20 世纪 70 年代在我国印行以来已过去三十多年。在此期间，国内陆续出版了许多大学理工科基础物理教材，也翻译出版了多套国外基础物理教程。这在相当大的程度上对大学基础物理教学，特别是新世纪理工科基础物理教学的改革发挥了积极作用。

然而，即便如此，时至今日，国内高校从事物理教学的教师和选修基础物理课程的学生乃至研究生仍然感觉，无论是对基础物理的教、学还是应用，以及对从事相关的研究工作而言，“伯克利物理学教程”依旧不失为一套极有阅读和参考价值的优秀教程。令人遗憾的是，由于诸多历史原因，曾经风靡一时的“伯克利物理学教程”如今在市面上已难觅其踪影，加之原版本以英制单位为主，使其进一步的普及受到一定制约。而近几年，国外陆续推出了该套教程的最新版本——SI 版（国际单位制版）。在此背景下，机械工业出版社决定重新正式引进本套教程，并再次委托复旦大学、北京大学和南开大学的教授承担翻译修订工作。

新版中译本“伯克利物理学教程”仍为一套 5 卷。《电磁学》卷因新版本内容更新较大，基本上是抛开原译文的重译；《量子物理学》卷和《统计物理学》卷也做了相当部分内容的重译；《力学》卷和《波动学》卷则修正了少量原译文欠妥之处，其余改动不多。除此之外，本套教程统一做的工作有：用 SI 单位全部替换原英制单位；按照《英汉物理学词汇》（赵凯华主编，北京大学出版社，2002 年 7 月）更换、调整了部分物理学名词的汉译；增补了原译文未收入的部分物理学家的照片和传略；此外，增译全部各卷索引，以便给读者更为切实的帮助。

复旦大学 蒋平

“伯克利物理学教程”序

赵凯华 陆 果

20世纪是科学技术空前迅猛发展的世纪，人类社会的科技进步上经历了一个又一个划时代的变革。继19世纪的物理学把人类社会带进“电气化时代”以后，20世纪40年代物理学又使人类掌握了核能的奥秘，把人类社会带进“原子时代”。今天核技术的应用远不止于为社会提供长久可靠的能源，放射性与核磁共振在医学上的诊断和治疗作用，已几乎家喻户晓。20世纪五六十年代物理学家又发明了激光，现在激光已广泛应用于尖端科学研究、工业、农业、医学、通信、计算、军事和家庭生活。20世纪科学技术给人类社会所带来的最大冲击，莫过于以现代计算机为基础发展起来的电子信息技术，号称“信息时代”的到来，被誉为“第三次产业革命”。的确，计算机给人类社会带来如此深刻的变化，是二三十年前任何有远见的科学家都不可能预见到的。现代计算机的硬件基础是半导体集成电路，PN结是核心。1947年晶体管的发明，标志着信息时代的发端。所有上述一切，无不建立在量子物理的基础上，或是在量子物理的概念中衍生出来的。此外，众多交叉学科领域，像量子化学、量子生物学、量子宇宙学，也都立足于量子物理这块奠基石。我们可以毫不夸大地说，没有量子物理，就没有我们今天的生活方式。

普朗克量子论的诞生已经有114年了，从1925年或1926年算起量子力学的建立也已经将近90年了。像量子物理这样重要的内容，在基础物理课程中理应占有重要的地位。然而时至今日，我们的基础物理课程中量子物理的内容在许多地方只是一带而过，人们所说的“近代物理”早已不“近代”了。

美国的一些重点大学，为了解决基础物理教材内容与现代科学技术蓬勃发展的要求不相适应的矛盾，早在20世纪五六十年代起就开始对大学基础物理课程试行改革。20世纪60年代出版的“伯克利物理学教程”就是这种尝试之一，它一共包括5卷：《力学》《电磁学》《波动学》《量子物理学》《统计物理学》。该教程编写的意图，是尽可能地反映近百年来物理学的巨大进展，按照当前物理学工作者在各个前沿领域所使用的方式来介绍物理学。该教程引入狭义相对论、量子物理学和统计物理学的概念，从较新的统一的观点来阐明物理学的基本原理，以适应现代科学技术发展对物理教学提出的要求。

当年“伯克利物理学教程”的作者们以巨大的勇气和扎实深厚的学识做出了杰出的工作，直到今天，回顾“伯克利物理学教程”，我们仍然可以从中得到许多非常有益的启示。



首先，这5卷的安排就很好地体现了现代科学技术发展对物理教学提出的要求，其次各卷作者对具体内容也都做出了精心的选择和安排。特别是，第4卷《量子物理学》的作者威切曼（Eyvind H. Wichmann）早在半个世纪前就提出：“我不相信学习量子物理学比学习物理学其他分科在实质上会更困难。……当然，确曾有一个时期，所有量子现象被认为是非常神秘和错综复杂的。在最初探索这个领域的时期，物理学工作者确曾遇到一些非常实际的心理上的困难，这些困难一部分来自可以理解的偏爱对世界的经典观点的成见，另一部分则来自实验图像的不连续性。但是，对于今天的初学者，没有理由一定要重新制造这些同样的困难。”我们不能不为他的勇气和真知灼见所折服。第5卷《统计物理学》的作者瑞夫（F. Reif）提出：“我所遵循的方法，既不是按照这些学科进展的历史顺序，也不是沿袭传统的方式。我的目标是宁可采用现代的观点，用尽可能系统和简洁的方法阐明：原子论的基本概念如何导致明晰的理论框架，能够描述和预言宏观体系的性质。……我选择的叙述次序就是要对这样的读者有启发作用，他打算自己去发现如何获得宏观体系的知识。”的确，他的《统计物理学》以其深刻而清晰的物理分析，令人回味无穷。

感谢机械工业出版社，正是由于他们的辛勤工作，才为广大教师和学生提供了这套优秀的教材和参考书。

于北京大学

“伯克利物理学教程”原序（一）

本教程为一套两年期的初等大学物理教程，对象为主修科学和工程的学生。我们想尽可能以呈现在领域前沿工作的物理学家的方式介绍物理。我们旨在编写一套严格强调物理学基础的教材。我们更特别想让学生尽早了解狭义相对论、量子物理和统计物理的思想。同时我们希望我们的表述具有基础的特点，我们从未设想编一套专门面向优等生、尖子生的教材。本教程应该适用于每个在高中学过物理的学生。不过，包括微积分在内的数学课应该同时修读。

本教程共五卷，包括：

- I. 力学 (Kittel, Knight, Ruderman)
- II. 电磁学 (Purcell)
- III. 波动学 (Crawford)
- IV. 量子物理学 (Wichmann)
- V. 统计物理学 (Reif)

因为教材本身强调物理原理，令有的老师觉得实验物理不足。使用教材初期的教学活动促使 Alan M. Portis 提出组建基础物理实验室，这就是现在所熟知的伯克利物理实验室。这所实验室里重要的实验相当完善，而且设计得与整套教材很匹配，相辅相成。

现在美国有好几套大学物理的新教材在酝酿、编写。许多物理学家都有编写新教材的想法，原因是科技发展和中、小学日益强调科学。我们这套教材发端于 1961 年末 Philip Morrison（现在麻省理工学院）和 C. Kittel 两人之间的一次交谈。我们还受到国家科学基金会的 John Mays 和他的同事们的鼓励，也受到时任大学物理委员会主席的 Walter C. Michels 的支持。我们在开始阶段成立了一个非正式委员会来指导本教程，委员会由 C. Kittel 任主席。1962 年 5 月委员会第一次在伯克利开会，会上确定了一套试验性大纲，大纲包括我们认为既应该又可能教给刚进大学、主修科学与工程的学生们的具体内容以及应有的学习态度。后来委员会的成员有所调整，而现在的成员就是在本序言末签名的各位。在教材编写过程中每位作者自行选择以最适合其本人分支学科的风格和方法写作。

编写教材的财政资助来自国家科学基金会，加州大学也给予了巨大的间接支持。财务由教育发展中心（EDC，前身为教育服务公司）管理，这是一家非营利性组织，专门管理各项课程改进项目。我们特别感谢 Gilbert Oakley、James Aldrich 和 William Jones 积极而贴心的支持，他们全部来自 EDC。EDC 在伯克利设立了一个办公室以协助教材编写和实验室建设。最近办公室由 Lila Lowell 夫人负责，她极



其称职.

加州大学同我们的教材项目虽无正式的联系，但却在很多重要的方面帮助了我们. 在这一方面我们感谢物理系主任 Bulton J. Moyer 教授和系里的全体教职员工. 我们特别感谢所有在课堂上试用本教程以及根据各自的经验提出批评和改进建议的我们的同事.

欢迎各位提出更正和建议.

Frank S. Crawford, Jr.

Charles Kittel

Walter D. Knight

Alan M. Portis

Frederick Reif

Malvin A. Ruderman

Eyvind H. Wichmann

A. Carl Helmholz } 主席

Edward M. Purcell }

附注

本教程的第 1 卷、第 2 卷、第 3 卷和第 5 卷此前已出版. 本卷对总序作了一些变更, 反映本卷编撰出版过程中的一些组织机构性变化.

“伯克利物理学教程”原序（二）

本科生教学是综合性大学现在所面临的紧迫问题之一。随着研究工作对教师越来越具有吸引力，“教学过程的隐晦贬损”（摘引自哲学家悉尼·胡克，Sidney Hook）已太过常见了。此外，在许多领域中，研究的进展所导致的知识内容和结构的日益变化使得课程修订的需求变得格外迫切。自然，这对物理科学尤为真实。

因此，我很高兴为这套“伯克利物理学教程”作序，这是一项旨在反映过去百年来物理学巨大变革的本科阶段课程改革的大项目。这套教程得益于许多在前沿研究领域工作的物理学家的努力，也有幸得到了国家科学基金会（National Science Foundation）通过对教育服务公司（Educational Services Incorporated）拨款的形式给予的资助。这套教程已经在加州大学伯克利分校的低年级物理课上成功试用了好几个学期，它象征着教育方面的显著进展，我希望今后能被极广泛地采用。

加州大学乐于成为负责编写这套新教程和建立实验室的校际合作组的东道主，也很高兴有许多伯克利分校的学生志愿协助试用这套教程。非常感谢国家科学基金会的资助以及教育服务公司的合作。但也许最让人满意的是大量参与课程改革项目的加州大学的教职员所表现出来的对本科生教学的盎然的兴趣。学者型教师的传统是古老的，也是光荣的；而致力于这部新教程和实验室的工作也正展示了这一传统依旧在加州大学发扬光大。

克拉克·克尔（Clark Kerr）

注：Clark Kerr 系加州大学伯克利分校前校长。

出版说明

为何要采用 SI (国际单位制)?

在印度次大陆所有的使用者都认为 SI (Système Internationale) 单位更方便, 也更受欢迎. 因此, 为使这套经典的伯克利教材对读者更适用, 有必要将原著中的单位改用 SI 单位.

致谢

我们要对承担将伯克利教材单位制更改为 SI 单位这一工作的德里大学圣·斯蒂芬学院 (新德里) 的退休副教授 D. L. Katyal 表示诚挚的谢忱.

同样必须提及的是巴罗达 M. S. 大学 (古吉拉特邦瓦多达拉市) 物理系的副教授 Surjit Mukherjee 的精准校核.

征求反馈和建议

Tata McGraw-Hill 公司欢迎读者的评论、建议和反馈. 请将邮件发送至 tmh.sciencefeedback@gmail.com, 并请举报和侵权、盗版相关的问题.

前 言

本书是“伯克利物理学教程”的第4卷，论述量子物理学，是为已学过前面几卷大部分内容的读者而写的基础教材。因而本书设想的读者是理工科二年级学生。今天，从最近五十年来物理学发展的角度来看，把对量子现象的全面学习推迟到二年级以后，似乎是不合理的和不恰当的。一本分量适当的入门书无疑应该反映这些发展的某些部分。

我不相信学习量子物理学比学习物理学其他分科在实质上会更困难。在物理学的每一个领域中，我们既遇到我们认为是简单而明了的现象，也遇到很难用定量方式说明的现象。当然，确曾有一个时期，所有量子现象被认为是非常神秘和错综复杂的。在最初探索这个领域的时期，物理学工作者确曾遇到一些非常实际的心理上的困难，这些困难一部分来自可以理解的偏爱对世界的经典观点的成见，另一部分则来自实验图像的不连续性。但是，对于今天的初学者，没有理由一定要重新制造这些同样的困难。现已确切知道，经典描述只是近似正确的，而且现在已得到大量实验结果支持和阐明目前理论概念的各个方面。我坚信一定能够从已知的事实中找到用初等方法处理起来既明确又足够简单，但又能阐明重要思想和原理的讨论题材。我非常怀疑，指导学生去思考一系列选择得当的、简单而又重要的物理事实时，他们还会感到量子现象比（例如）万有引力现象更神秘。

我写作本书的目的是提供量子现象独特的例子，以使读者了解微观物理学中物理参量的典型数量级，并向他们介绍量子力学的思想。我力图在我讨论的课题中包括对理解物理学来说特别重要的现象和问题。同时，我力图使讨论尽可能是基本的。我从微观物理学的各个领域选择了一些论题，但我并不想对这些领域中的任何一个提出详细而系统的说明。按照我的意见，这样的说明应留给三、四年级水平的课程。

本书对数学预备知识的要求适度。我只假定读者已学过微积分，包括常微分方程的初步介绍和一些矢量分析。为防止把注意力从物理问题转向技术性的数学问题，我已努力避免在这一阶段数学上有困难的论题。凡是要求了解一些特殊函数性质或偏微分方程理论中分离变量法的课题，我都完全未予讨论。关于代数，我已颇为遗憾地断定，不应假定读者熟悉矩阵理论，所以，我已避免了以矩阵理论作为惯常的数学工具的一些论题。

我决不认为，要实现教程这一部分的总目标，需要在课堂上讲授本书的所有材料。相反，在选择讨论题材方面，我想留给教师相当多的自由。为了帮助教师安排课程，我在后面的“教学说明”中讨论了各章的具体目的，而且试图大致列出那些可以认为是必不可少的内容。除了在课堂上实际讲授的内容，本书还提供了一些阅读材料，我觉得这没有什么害处，因为总有一些学生想要读一些课堂之外的东西。

E. H. 威切曼
伯克利，加利福尼亚

致 谢

我极其感谢伯克利物理学教程委员会其他成员在过去几年里对我的持续帮助和鼓励。我特别要感谢基特尔 (C. Kittel) 教授、波蒂斯 (A. M. Portis) 教授和亥姆霍兹 (A. C. Helmholtz) 教授，他们提出了很多改进的建议和建设性的批评。

我们伯克利物理系的许多同事在不同的时候帮助过我，这里要对他们所有人表示我的感激。我特别要感谢戴维斯 (S. P. Davis) 教授、弗里特 (W. B. Fretter) 教授、奈特 (W. D. Knight) 教授、洛布 (L. B. Loeb) 教授、雷诺兹 (J. H. Reynolds) 教授、罗森菲尔德 (J. H. Rosenfeld) 教授、塞格雷 (E. G. Segre) 教授、汤斯 (C. H. Townes) 教授，以及希恩斯 (W. Hines) 博士，他们给我提供照片并对我的手稿提出意见。

这本书是从我在伯克利和其他地方讲授的这部分教程的早期草稿发展而来。最早的版本是 1964 年春季学期我在伯克利教一小班学生时所用的。我要感谢这些学生，因为他们的兴趣以及他们提出的有益的评论和建议。后来的版本随后被德兰斯费尔德 (K. Dransfeld)、克劳福德 (F. S. Crawford)、克尔斯 (L. T. Kerth) 和亥姆霍兹诸位教授作为同类课程的教材。感谢这几位同事和我分享了他们教授这门课程的经验。

我的手稿是由莉拉·洛厄尔夫人手打的，我要感谢她无限的耐心和细致的工作。手稿经芬莱 (J. D. Finley) 博士和朗道 (L. J. Landau) 博士批评性地阅读并改正错误，极大地感谢他们有益的评论。我也要感谢克赖顿 (J. Crichton) 博士，他同样阅读了初版的手稿。

我要感谢我的妻子玛丽安妮·威切曼 (Marianne Wichmann)，她启发我用一些生动活泼的图画来阐明我对某些论题的严肃讨论。所有其他图画的最后形式是由费利克斯·库柏 (Felix Cooper) 先生完成的。感谢他的认真工作是我的荣幸。

教学说明

本书分成九章。每一章分成许多顺序编号的小节，每一小节大致对应一个概念或系列思想中的一步。正文中的公式、图和表，均以所在的或有关的节号编号。正文中特定论题的专门参考文献列在脚注中。一般的参考资料在每一章的后面给出。物理数据表列在附录中[⊙]。每章末列有一些问题供自学参考，认真的学生应做这些问题中的很大一部分。

我的参考读物包括原始论文、其他教科书和可以在《科学美国人》杂志上找到的同类的初等评论文章。我要对我的学生——读者说几句话。如果你只限于读教科书，那么你能得到物理学的扭曲的图像。教科书为有序和系统的学习提供一个框架，但它不可能反映物理学中智力历程的丰富和多样。举例来说，这本书在描述实验过程方面是非常不够的。为了鼓励你们开始对文献有所了解，我的参考读物中包含了报告原始研究工作的文献。我当然不期望你们能读比这些文献的一小部分更多的内容，但当你们遇到一个你们觉得特别有兴趣的主题时，我极力主张你们到图书馆去寻找最初的来源。你们或许会发现另一些文章也令你们感兴趣，并且很快你们就会成为养成习惯的读者。不要去读那些你显然不具备必要准备知识的文章。有许多文章，特别是有关实验的，依照你们现在的训练是可以读的，你们应当从这些文章中选择一些。你们的教师能给你们进一步的指导到哪里去找。读《科学美国人》中的初等评论文章只需要很少的准备，在现阶段也可能是十分有用的。你们可以从那里读到当前的实验和当前有趣的课题。

常数都用两种单位制给出。实验结果用实用单位制表示。在理论讨论中我常把方程式写成无量纲的形式，其中根本不出现单位。

下面我想对每一章的内容做一些评价，以说明我的意图，并指出如何取舍。在正文中有些材料明确地用“提高课题”标出。这些课题并不一定比所讨论的其他课题更高级，也不一定更困难。但它们是离开了本书的叙述主线的论题，因而可以完全略去而不会使其余内容难以理解。

第1章是一般性介绍。其中讨论了量子物理的范围，评论了量子物理历史的某些方面。最重要的启示也许是这样一点，即量子物理关系到整个物理学，而不仅仅涉及“微观”现象。在最简大纲中完全可以把第1章的大部分内容留作课外阅读作业，教师可把课堂讲授限于讨论第27~52小节中的材料，这些材料是与普朗克常量进入物理学世界有关的。章末的问题不需要特别的预备知识，在最简大纲范围

⊙（附加说明。）全部手稿是在1967年底送交出版社的，因此这本书中不包含近期工作的参考文献。不过，可以说在这段时间里没有发生对本书内容有重大影响的事件。



内所有问题都可以布置给学生做。

第2章讲述微观物理中物理量的量值，其目的是让学生熟悉这些量值，发现物理常量的“自然”组合，并向学生说明如何在简单模型的基础上做简单的估计。我认为这些目的非常重要，因而本章，包括末尾的问题，值得仔细注意。在最简大纲中可以略去第47~57节。

第3章讨论能级，但不是关于能级出现的理论解释（这个解释放在后面第8章中）。采用这种有些独特的陈述次序的理由是我想让所有需要一些微分方程知识的论题在书中尽可能晚一些出现。如果学生的预备知识足够，这一次序也可以改变。在第3章中我想给出能级系统和谱项图的实际例子，并说明如何根据自然界中存在能级系统这一经验事实推断出简单的结论。本章的一部分也可以留作课外阅读作业。一个应充分讨论的重点是寿命和能级宽度之间的联系（第14~26小节）。

第4章论述光子的波动性和粒子性，介绍重要的实验事实，并引导读者按量子力学的观点去思考这些事实。我认为这一章不应删节。

第5章讨论所有实物粒子的波动性。读过第4和第5章的学生就会认识到所有自然界中发现的实物粒子都具有波动性，而且他对于这一简单实验事实的直接含义将有一些概念。他还会认识到粒子的波动性并不与我们关于宏观物理学的经验相矛盾及为什么是这样。这样第5章在很大程度上涉及一些非常基本的问题。克莱因-戈尔登方程的导出（第36~46小节）不应略去。波动方程的解解释为矢量空间中的矢量相对应的讨论（第47~54小节）可留作课外阅读作业或完全略去。波动在周期性结构上衍射的讨论（第16~22小节）在最简大纲中也可略去，尽管略去这么多具有美妙和明确的实验应用的理论是一件遗憾的事。

在**第6章**的第一部分中讨论了不确定关系（第1~19节）。这个内容至关重要，不能略去。第6章的其余部分试图系统地阐述并讨论量子力学思想的某些一般法则。本章介绍了测量理论，讨论了统计系综概念和相干、不相干叠加的概念。我力图使这种讨论不离开物理，并尽可能具体。然而不能否认，本章中的讨论远远超出基础教材的常规讨论，许多读者会感到这些内容可以等到以后再讲。另一方面，我认为本章的一些主要概念，如果用有条理的方式表达，并不特别困难，并且我认为试着尽早介绍这些概念是值得的。

第7章和**第8章**是薛定谔理论的引论。我的目的是稍微详细地说明波动力学理论如何求解实际问题。第7章的第49~51节和第8章的第49~58节在最简大纲中可以略去。 α 衰变中势垒穿透的讨论（第7章第37~48节）或许不应略去，因为理论和实验之间的比较必定会产生深刻印象。

第9章论述如何描写基本粒子间的相互作用的问题。第1~18节是碰撞过程的初步讨论。关于粒子的某些已知的事实和某些理论概念在第19~31节中讨论。接着是对量子场论一些基础概念的定性讨论。这一讨论的明确结果是第47~55节中汤川势的简化推导。在最简大纲中第9章可整个略去，但我认为应在课程中某个地



方对相互作用问题做一些讨论。不管第 9 章的内容是否讲授，我认为这些材料应当提供给感兴趣的学生，毕竟这些问题是现代物理学的焦点。

每章末尾的问题是打算用来进一步说明所讨论的课题的。它们在难易程度上相差颇大。只有比较少的问题属于只要把数值代入书中某处出现的公式的类型。一定数量的这种问题的实际目的是给读者有关数量级的观念。但在我的选择中，我要强调那些真正测验读者对正文的理解的问题，我不想把它们淹没在一大堆琐碎的问题中。我还进一步设想每个教师都将为配合他独特的课程给出一定数量他自己的题目，如果必要，其中有一些完全可以是一些简单的替代数值的题目。如果教师略去了正文的某些部分，他自然要略去相应的问题，或用其他问题来代替。

除了这些关于哪些章节可略去的明确的建议以外，教师可以选择进一步略去某处的一节，缩短或简化讨论，而不违背本书的目的。在最简大纲中可以只讲授本书材料的 $1/2$ 到 $2/3$ 。我估计这可能相当于约 20 个学时，而这是整个课程中应该用于量子物理部分的最少时间。

目 录

中译本再版前言

“伯克利物理学教程”序

“伯克利物理学教程”原序（一）

“伯克利物理学教程”原序（二）

出版说明

前言

致谢

教学说明

第一章 导论	2
一、量子物理学的范围	2
二、原子和基本粒子	6
三、经典理论的适用限度	13
四、普朗克常量的发现	17
五、光电效应	25
六、原子的大小和稳定性问题	28
进一步学习的参考资料	33
习题	34
第二章 量子物理学中物理量的量值	38
一、单位和物理常量	38
二、能量	42
三、原子物理学和分子物理学中的数量特征	47
四、核物理学最基本的几个事实	55
五、万有引力和电磁力	62
六、关于数值计算	63
七、提高课题：自然界的基本常量	65
进一步学习的参考资料	71
习题	71
第三章 能级	77
一、谱项图	77
二、能级的有限宽度	87
三、能级和谱项图的进一步讨论	93
四、光谱线的多普勒增宽与碰撞增宽	107