

1945年诺贝尔物理学奖获得者

WOLFGANG PAULI 著作选译

PAULI LECTURES ON PHYSICS

VOLUME 1, 2, 3

泡利

泡利物理学讲义

(第一、二、三卷)

W. 泡利 著 洪铭熙 苑之方 译 留润州 校

高等教育出版社



泡利

PAULI AND THE FOUNDATIONS OF QUANTUM MECHANICS

PAULI LECTURES ON PHYSICS
VOLUME 1, 1928

泡利物理学讲义

（第一、二、三卷）

WILEY-VCH 2009年10月第1版 2010年10月第2版

WILEY-VCH

WILEY-VCH

WILEY-VCH

WILEY-VCH

WILEY-VCH

WILEY-VCH

WILEY-VCH

WILEY-VCH

WILEY-VCH

WILEY-VCH

WILEY-VCH

WILEY-VCH

WILEY-VCH

WILEY-VCH



1945年诺贝尔物理学奖获得者

WOLFGANG PAULI 著作选译

PAULI LECTURES ON PHYSICS

VOLUME 1, 2, 3



PAULI WULIXUE JIANGYI

泡利物理学讲义

(第一、二、三卷)

W. 泡利 著 洪铭熙 苑之方 译 留润州 校

高等教育出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

泡利物理学讲义. 第1~3卷 / (美) 泡利
(Pauli, W.) 著; 洪铭熙, 苑之方译. — 北京: 高等教育出版社, 2014. 8

书名原文: Pauli lectures on physics

ISBN 978-7-04-040409-8

I. ①泡… II. ①泡… ②洪… ③苑… III. ①理论物理学—高等学校—教材 IV. ①O41

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第147362号

策划编辑 王超
插图绘制 杜晓丹

责任编辑 焦建虹
责任校对 张小镝

封面设计 王洋
责任印制 韩刚

版式设计 余杨

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印刷 涿州市星河印刷有限公司
开本 787mm×1092mm 1/16
印张 23.5
字数 440千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>
版次 2014年8月第1版
印次 2014年8月第1次印刷
定价 69.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

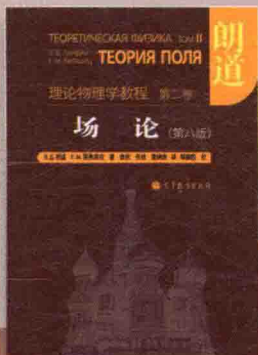
物料号 40409-00



诺贝尔物理学奖获得者著作选译



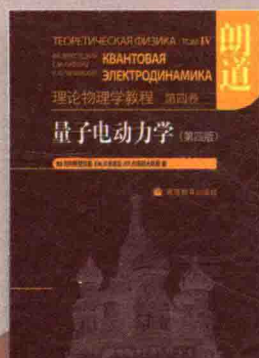
ISBN: 978-7-04-020849-8



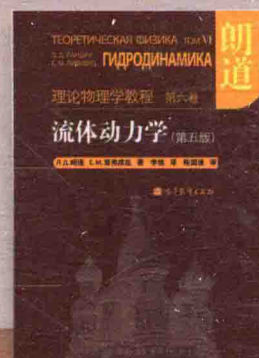
ISBN: 978-7-04-035173-6



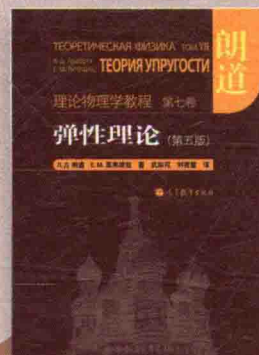
ISBN: 978-7-04-024306-2



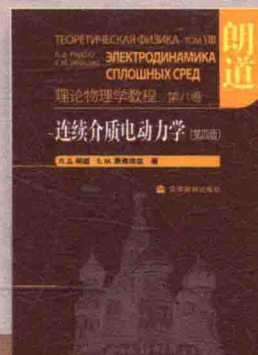
ISBN: 978-7-04-030572-2



ISBN: 978-7-04-034659-6



ISBN: 978-7-04-031953-8



ISBN: 978-7-04-024160-0

有ISBN号的截至本书出版时已出版

试读结束，如需全本PDF请购头 www.ertongbook.com



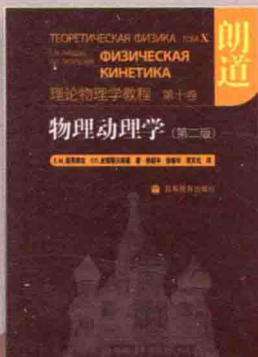
本系列图书微信、微博



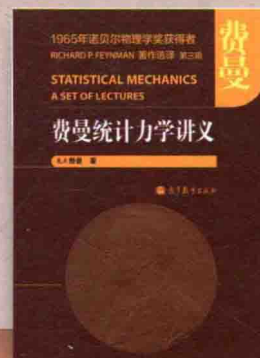
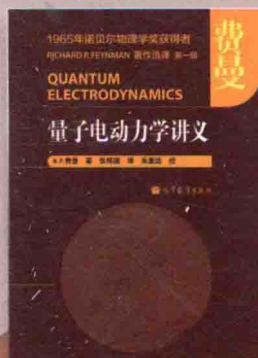
微信号: ldjhwX



@朗道集结号



ISBN: 978-7-04-023069-7



ISBN: 978-7-04-036960-1



ISBN: 978-7-04-039141-1

再 版 说 明

本书为 1981 年中文版的重排版。利用重排机会,对全书进行了一些修改:根据有关规定修改了外国人名及物理学名词的中译名;根据国家有关标准规范使用了物理量的单位符号。

前 言

人们常说：科学方面的教科书很快会过时。可是泡利讲义，尽管其中一些是早在二十年以前讲授的，为什么现在还要出版呢？理由是简单的，因为泡利介绍物理学的方式一点也不过时。他的论量子力学基础的著名论文发表在1933年德国百科全书《物理学手册》中^①。二十五年后，该文几乎未作改动地重新出现在新版本^②中，而投给这部百科全书的大多数文稿却必须完全重写。出现这种惊人事实的原因就在于泡利的风格，在论文的透彻性和影响力方面，他的这种风格是与论文主题的伟大相称的。科学写作的风格是一种品质，这种品质当今正濒于消失。快速出版的压力是如此之大，以致人们把草率地写成的文章和书籍匆忙付印，而很少关心概念的细心阐述。目前，数学和仪器手段的技巧变得又复杂又困难，人们写作与学习上所花费的精力，大部分是用于获得这些技巧，而不是用于深入吃透重要概念。物理学的主要概念往往消失在数学论证的茂密丛林之中。这种情况并非一定如此。泡利讲义说明怎样才能清晰地并用优美的数学形式把物理概念表达清楚，而不致被形式化的专门技巧所掩盖。

从字面的意义上讲，泡利不是一个有才艺的演说家。人们跟上他的课程往往是不容易的。但是，当他的思想脉络和他的逻辑结构变得明显时，注意听讲的追随者就会对主要概念留下一个新的更深刻的理解，并对精美的推理结构留下一个更透彻的领悟，这个精美的推理结构就是理论物理。这套讲课笔记不是他本人而是他的一些同事写的，这一事实，并不降低它们的价值。在其概念结构和数学严谨上，它们体现了大师的特点。只是间或在某些地方人们确实没见到大师的一些词语和说明。除了场的量子化那些讲义，人们对他的讲义并无过时之感，在场的量子化讲义中，有些概念的表达方式，今天对有些

^① 这部《物理学手册》(*Handbuch der Physik*)是 H. Geiger 和 K. Scheel 主编的。泡利这篇论文《*Die allgemeinen Prinzipien der Wellenmechanik*》曾载入该手册第二版，第二十四卷，第一分册(1933)。——中译者注

^② 泡利这篇论文的新版本载入 S. Flügge 主编的《*Handbuch der Physik (Encyclopedia of physics)*》第五卷，第一分册(1958)。——中译者注

人来说,也许显得陈旧。尽管如此,由于这些讲义的简洁性和直截了当地逼近中心问题,它们对现代的学生来说该是有益的。

愿本卷作为一个范例,说明创建理论物理学的伟人之一,是怎样表达和讲授理论物理学概念的。

维克托 F. 外斯科夫
于麻省坎布里奇市

目 录

第一卷 电动力学

英译本主编序言	2
电动力学的历史发展和现代问题的概观	3
第一章 静电学和静磁学	5
§1. 库仑定律	5
§2. 点电荷的场	7
§3. 体电荷和面电荷	12
§4. 静电场的能量	15
§5. 例: 球对称的电荷分布	19
§6. 静电场方程同库仑定律的等效性的证明	21
§7. 电介质, 唯象的处理	23
§8. 电介质现象的电子论诠释	26
§9. 电势问题	31
§10. 曲线坐标	34
§11. 电势问题求解的几个例子	35
§12. 静磁学	42
§13. 单位和量纲	44
第二章 稳恒电流	46
§14. 稳恒电流理论	46
§15. 稳恒电流的磁场	51
§16. 闭合电流回路的磁场与磁偶极子分布的磁场的等效性	56
§17. 有质动力	59
§18. 电力和磁力的作用和反作用原理. 麦克斯韦应力张量	62

第三章 准静态 (电磁) 场	67
§19. 法拉第电磁感应定律	67
§20. 电流系的能量	69
§21. 电路中的非稳恒电流	71
§22. 趋肤效应	78
§23. 运动导体的电磁感应定律	80
第四章 迅变 (电磁) 场	83
§24. 麦克斯韦方程组	83
§25. 真空中的电磁波	86
§26. 能量守恒和动量守恒	89
§27. 有质介质中的电磁波	94
§28. 电磁波的辐射	94
§29. 匀速运动的点电荷的场	108
§30. 辐射阻尼	110
补充书目	115
附录 英译本主编评注	116
索引 (汉-英)	118

第二卷 光学和电子论

英译本主编序言	128
第一章 几何光学	129
§1. 费马原理	129
§2. 马吕斯和惠更斯原理, 成像定律	134
§3. 哈密顿理论	139
§4. 光度学	147
第二章 干涉和衍射理论	149
§5. 波的运动学	149
§6. 折射, 反射, 干涉	158
§7. 衍射理论	162

第三章 麦克斯韦理论	178
§8. 理论基础	178
§9. 非吸收介质 (菲涅耳公式)	181
§10. 吸收介质 (金属光学)	185
§11. 驻波	189
第四章 晶体光学	190
§12. 波法线的关系	190
§13. 光线变量	195
§14. 奇异性	202
§15. 光进入和离开晶体	206
第五章 分子光学	209
§16. 无阻尼振子的色散	209
§17. 阻尼振子的色散	215
§18. 光的散射	218
§19. 旋光性	226
§20. 磁光学	233
补充书目	237
附录 英译本主编评注	238
索引 (汉-英)	240

第三卷 热力学和气体分子运动论

英译本主编序言	250
第一章 基本概念和热力学第一定律	251
§1. 热力学变量	251
§2. 温度的概念	251
§3. 热量	252
§4. 热力学第一定律	253
§5. 热力学的态变化	255
§6. 热力学第一定律的数学表述	256
§7. 热力学第一定律的应用	257

第二章 热力学第二定律	263
§8. 热力学第二定律的表述	263
§9. 热力学第二定律的定量预示	264
§10. 热力学第二定律的数学表述	268
§11. 喀拉西奥多里的热力学公理基础	269
§12. 自由能	275
§13. 吉布斯函数	277
§14. 理想气体混合物的熵	283
§15. 吉布斯佯谬	285
§16. 关于混合定律的记注	286
第三章 平衡	289
§17. 范霍夫反应匣	289
§18. 吉布斯变分法	304
§19. 应用 (初级变分)	304
§20. 关于二级变分的注释	313
§21. 温差电问题	316
第四章 能斯特热定理	319
§22. 能斯特热定理	319
§23. 绝对零度的不可达到性	321
第五章 气体分子运动论	322
§24. 压强的计算	322
§25. 速度分布	326
§26. 平均自由程和碰撞	329
§27. 输运现象 ($d \gg l$)	332
§28. 输运现象 ($l \gg d$)	337
§29. 位力的概念	342
§30. 应用	343
补充书目	348
附录 英译本主编评注	350
索引 (汉-英)	352

第一卷

电动力学

洪铭熙 苑之方 译

留润州 校

英译本主编序言

如本书《电动力学的历史发展和现代问题的概观》中所说,同他的老师 A. 索末菲相反,泡利选用归纳法教授电动力学,而索末菲却愿采用麦克斯韦方程组的公理表述法(参看 A. 索末菲,电动力学中序言, A. Sommerfeld, *Electrodynamics*, Academic Press, New York, 1952)。这种态度是泡利的特点,也能在这套书的其他讲义中看到(除场的量子化外)。这表达了泡利对科学概念和思想的形成以及建立在它们之上的逻辑结构(这是一个卓越的历史过程)的强烈兴趣(参看,例如泡利的论文《原型概念对开普勒的自然科学理论形成的影响》^①中的导言,刊登在《*Naturerklärung und Psyche*》中, Rascher Verlag, Zürich, 1952)。

由于特别注意理论逻辑结构,这份讲义仍然是现今学生学习的有益的原始资料。戴隆(A. Thellung)的笔记很好地反映了泡利讲授的简洁风格;英文译本是以它为依据的。这些笔记于 1949 年在苏黎世联邦工业大学(ETH)出版时,戴隆还是泡利指导下的一名哲学博士学位研究生。后来,他成为泡利的助教,而现在是苏黎世大学理论物理学教授。他的笔记谨慎而准确(这是戴隆的特点),使得译者的工作变得比较容易。

在泡利看来,电动力学的中心问题是场的概念和能用精细结构常数 $e^2/(mc) = 1/137$ 来表达的基本电荷的存在。可以从本书附录中汇集的泡利著作的目录中看出,这个基本的纯数字曾深深地迷住了泡利。对泡利来说,关于数字 137 的解释是场论是否成功的试金石。可是至今还没有一种理论经得起这一考验。泡利去世时,数字 137 升华为一个不可思议的符号。当我在医院中看望泡利时,他关切地问我是否已注意到他的房间号码: 137! 几天以后,他就在这个房间里与世长辞了。

查理 P. 安兹

日内瓦, 1971 年 11 月 17 日

^① 参看 R. Kronig 和 V. F. Weisskopf 主编的《*Collected Scientific Papers by Wolfgang Pauli*》第一卷(1964),第 1023 页。——中译者注

电动力学的历史发展和现代问题的概观

电动力学是理论物理中比较年轻的分支。作为场物理学的一个范畴，它近来已变得十分重要。与粒子物理学相反，场物理学处理的是时空的连续函数（例如，弹性理论、流体力学等）。因为电具有原子性结构，所以粒子物理学在电动力学中亦起到一定的作用。

关于场的概念要追溯到法拉第；他用一种没有严格数学公式的直观方法，并引入力线的概念。麦克斯韦使理论获得严格的数学形式。这一理论所预言的电磁波的存在，后来由赫兹用实验方法证实了。光只不过是某一波长范围内的电磁波，因此可以把光学看作是电动力学的一个分支。

连续介质力学给场物理学提供了模型。于是，用类推法，人们曾相信光的传播需要“以太”，并且试图把光的传播现象归结为这种以太的力学性质所致（机械的自然观：自然界的所有定律都应在力学的基础上来解释）。麦克斯韦，玻耳兹曼和其他人设想出所谓以太发动机。然而，人们很快就认识到，所有这些理论都是很不自然和复杂的。这样，人们逐渐地放弃了这种方法，而物理场的概念便牢固地建立起来。然而，电磁场只能用所谓检验电荷来测量，所以，就同粒子物理学的概念发生了联系。

人们已逐渐明了，以太不具有任何原子性结构（就像人们对弹性介质所认为的），而且运动的概念只能应用于检验电荷，而不能应用于以太本身。后一事实曾导致相对论的形成。

如我们从电在本性上具有原子性这个事实所能看出的，认为场物理学胜过了粒子物理学的这种观点无论如何绝不是正确的。电荷的载体是负电子和正质子。此外，能用适当的方法人为地产生带正电的电子（正电子）、带负电的反质子以及其他带正电荷和负电荷的粒子（介子和超子）。所有电荷都是基本电荷的整数倍。

H. A. 洛伦兹和 L. 拉莫尔把用所谓“物质常数”表征的宏观物体电性质的差异追溯到真空中的麦克斯韦方程组和电荷的载体（电子论）。这样，他们大大简化了理论基础，已经证明这给相对论带来了特殊的方便。另一方面，还不能解释为什么电荷只以某一电量的整数倍出现的事实。迄今为止，还没有能够用

任何方式解释基本电荷的存在。这仍然是理论物理中尚待解决的问题。在麦克斯韦-洛伦兹理论以及在当代量子场论中,电子本身仍然是陌生者 [A-1]^①。

场-粒子的描述提出了一个概念性的问题:虽然无须任何检验电荷就能用数学方法描述场,然而没有检验电荷却不能测量它。另一方面,检验电荷本身也产生场。无论如何,用检验电荷测量外场的同时,又确定这电荷本身所产生的场,那是不可能的。因此,就存在着某种二象性。所以,就物理学的认识论来说,电动力学是具有重大意义的 [A-1]。

电动力学能用两种表达方式:

1. 演绎法:从麦克斯韦方程组出发,再研究特殊事例。
2. 归纳法:从实验得到的基本定律出发,最终建成麦克斯韦方程组。这种方式较接近于历史的发展。

在本讲义中,我们将采用第二种方式。

^① 注释 [A-1] 至 [A-4] 见附录。