物　理　学　史

郭奕玲　沈慧君　编著

清 华 大 学 出 版 社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

内 容 简 介

本书研究物理学发生和发展的历史，介绍物理学概念等的发展和变革，是人类对自然界各种物理现象的认识史，特别侧重介绍近代物理学史。

本书内容包括：力学与热学基本定律的形成；电磁学和光学的发展；19—20 世纪之交物理学的新发现和物理学革命；相对论的建立和发展；早期量子论；玻尔原子理论的渊源和发展；波粒二象性；量子力学的建立和发展；原子核和粒子物理学的发展；激光和固体物理发展简史；实验和实验室在物理学发展中的地位和作用；单位、单位制和基本常数简史等。书末还附有物理学大事年表。

本书适于广大高校师生教学选用，也可供中学物理教师和有关科技人员参考。

(京)新登字 158 号

物 理 学 史

郭奕玲　沈慧君　编著

☆

清华大学出版社出版

北京　清华园

中国科学院印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

☆

开本：850×1168 1/32　印张：15.75　字数：407 千字

1993 年 7 月第 1 版　1993 年 7 月第 1 次印刷

印数：0001—6000

ISBN 7-302-01187-7/O・133

定价：5.05 元

序

物理学发展史是一块蕴藏着巨大精神财富的宝地。这块宝地很值得我们去开垦，这些精神财富很值得我们去发掘。如果我们都能重视这块宝地，把宝贵的精神财富发掘出来，从中吸取营养，获得教益，我相信对我国的教育事业和人才培养都会是大有益处的。

值此郭奕玲、沈慧君两同志的《物理学史》一书出版之际，我想谈三点看法：

一、科学上没有平坦的大道。我们要通过物理学史的介绍，向学生讲清楚，科学经历的是一条非常曲折、非常艰难的道路。然而，我们的教师在对学生进行教育的时候往往是应用经过几次消化了的材料来讲授，或者经过抽象的理论分析加以表述，把已有的知识系统归纳，形成简明扼要的理论体系，这当然是必要的，但是这样的教学方法，往往会使学生对科学概念的产生和发展引起误解，以为什么结论都可用数学推导出来，失去了对观察和实验的兴趣。这样的结果使学生们不了解科学是怎样来的，时间长了，等到他自己从事教学时就很容易把科学当作一门死科学来教。今天我们科学界有一个弱点，这就是思想不很活泼，这也许跟大家过去受的教育有一定关系，我在 1981 年给《物理教学》编辑部的信中就提出过这个看法。

我认为，在物理教学中适当增加一点物理学史的内容，或者在教学计划中增加一门物理学史选修课，就象清华大学所做的那样，让学生更多地了解科学发展的历程，这对他们的成长将会是

有益的。

二、通过物理学史可以阐明理论与实践的关系。物理学是实验科学，实验工作是基础。强调实验的意义，并不是否定理论的重要性，只有在实验的基础上建立了正确的、经得起实践检验的理论，才能由表及里达到对客观事物的规律性认识。如果能在系统地介绍理论发展线索的同时，更多地介绍实验工作的经过和所起的作用，以及理论与实验的相互依赖关系，就更有教育意义。郭奕玲、沈慧君两同志写的这本《物理学史》比较注意这些方面，在这本书里，不但全面探讨了这些关系，还就物理学每一分支的不同特点加以具体阐述。值得提到的是，书中专门设了“实验与实验室”和“单位、单位制与基本常数”两章，这就更丰富了有关实验的内容。

三、科学是全人类共同创造的社会财富。它是科学家集体智慧的结晶，是时代的必然产物。但它的每阶段的具体发展情况又往往要受到各种客观条件的影响。我们不否认科学家个人的伟大作用，但科学绝不是少数几个特别有天才的大科学家在头脑里凭空创造出来的，只有那些善于继承又勇于创新的科学家才有可能抓住机遇，作出突出贡献。机遇也可以说是一种偶然性，但是在偶然性中体现了必然性，物理学史中大量事例可以说明，各种科学发现往往具有一个共同点，那就是勤奋和创新精神。只有不畏劳苦沿着陡峭山路攀登的人，才有希望达到光辉的顶点。

最后，我还想对青年同学们讲几句话：除了自然科学以外还应该学一点近代史和现代史、辩证唯物主义、历史唯物主义和毛泽东选集第二版。我们能在四十年中在经济建设、文化建设和国防建设上取得重大成绩，提高我国的国际地位，是与在中国共产

党领导下发扬独立自主、自力更生、艰苦奋斗、大力协同，建设有中国特色的社会主义道路分不开的。为祖国的四个现代化作出贡献，我们更需要强调集体主义精神。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目　　录

前言 …… 1
第一章　力学基本定律的形成 …… 6
§ 1.1　历史概述 …… 6
§ 1.2　伽利略的运动学研究 …… 8
§ 1.3　惯性定律的建立 …… 21
§ 1.4　万有引力定律的发现和牛顿的综合 …… 25
§ 1.5　碰撞的研究 …… 38
§ 1.6　牛顿的绝对时空观和马赫的批判 …… 45
第二章　热学基本定律的形成 …… 49
§ 2.1　历史概述 …… 49
§ 2.2　热力学第一定律的建立 …… 50
§ 2.3　卡诺和热机效率的研究 …… 65
§ 2.4　W.汤姆生提出绝对温标 …… 69
§ 2.5　热力学第二定律的建立 …… 72
§ 2.6　热力学第三定律的建立和低温物理学的发展 …… 78
§ 2.7　分子运动论的发展 …… 85
§ 2.8　统计物理学的创立 …… 99
第三章　电磁学的发展 …… 112
§ 3.1　历史概述 …… 112
§ 3.2　早期的静电学研究 …… 113
§ 3.3　库仑定律的发现和验证 …… 114
§ 3.4　稳恒电流的获得与研究 …… 124
§ 3.5　电流的磁效应 …… 129
§ 3.6　安培奠定电动力学基础 …… 130
§ 3.7　法拉第发现电磁感应 …… 133
§ 3.8　电磁理论的两大学派 …… 137
§ 3.9　麦克斯韦电磁场理论的建立 …… 139
第四章　光学的发展 …… 151
§ 4.1　历史概述 …… 151

§ 4.2 折射定律的建立 …… 151
§ 4.3 牛顿研究光的色散 …… 157
§ 4.4 光的微粒说和波动说 …… 163
§ 4.5 光谱的研究 …… 172
第五章 19—20 世纪之交物理学的新发现和物理学革命 …… 180
§ 5.1 历史概述 …… 180
§ 5.2 X 射线和电子的发现 …… 181
§ 5.3 “以太漂移”的探索 …… 191
§ 5.4 黑体辐射的研究 …… 208
§ 5.5 经典物理学的“危机” …… 215
第六章 相对论的建立和发展 …… 218
§ 6.1 历史背景 …… 218
§ 6.2 爱因斯坦创建狭义相对论的经过 …… 220
§ 6.3 狭义相对论被人们接受的经过 …… 224
§ 6.4 广义相对论的建立 …… 227
§ 6.5 广义相对论的实验检验 …… 230
第七章 早期量子论 …… 235
§ 7.1 历史概述 …… 235
§ 7.2 普朗克的能量子假设 …… 236
§ 7.3 光电效应的研究 …… 239
§ 7.4 固体比热 …… 248
第八章 玻尔原子理论的渊源和发展 …… 254
§ 8.1 原子模型的历史演变 …… 254
§ 8.2 α散射和卢瑟福有核原子模型 …… 261
§ 8.3 玻尔的定态跃迁原子模型和对应原理 …… 266
§ 8.4 索末菲和埃伦费斯特的贡献 …… 272
第九章 波粒二象性 …… 281
§ 9.1 爱因斯坦的辐射理论 …… 281
§ 9.2 X 射线本性之争 …… 284
§ 9.3 康普顿效应 …… 286
§ 9.4 德布罗意假说 …… 292
§ 9.5 物质波理论的实验验证 …… 295
第十章 量子力学的建立与发展 …… 306
§ 10.1 历史概述 …… 306
§ 10.2 电子自旋概念的提出 …… 307

§ 10.3 矩阵力学的创立 …… 310
§ 10.4 波动力学的创立 …… 311
§ 10.5 波函数的物理诠释 …… 314
§ 10.6 测不准原理和互补原理的提出 …… 315
§ 10.7 关于量子力学完备性的争论 …… 317
第十一章 原子核物理学和粒子物理学的发展 …… 324
§ 11.1 历史概述 …… 324
§ 11.2 放射性的发现和研究 …… 324
§ 11.3 人工核反应的初次实现 …… 337
§ 11.4 探测仪器的改善促进了核物理学的发展 …… 339
§ 11.5 宇宙线和正电子的发现 …… 344
§ 11.6 中子的发现 …… 347
§ 11.7 加速器的发明与建造 …… 352
§ 11.8 人工放射性的发现 …… 355
§ 11.9 重核裂变的发现 …… 356
§ 11.10 链式反应 …… 364
§ 11.11 原子核模型理论 …… 366
§ 11.12 β衰变的研究和中微子的发现 …… 368
§ 11.13 介子理论和 μ子的发现 …… 372
§ 11.14 强子结构和夸克理论 …… 373
§ 11.15 奇异粒子的研究 …… 374
第十二章 激光发展简史 …… 376
§ 12.1 爱因斯坦提出受激辐射概念 …… 376
§ 12.2 负色散的研究 …… 377
§ 12.3 磁共振的研究 …… 379
§ 12.4 微波激射器的发明 …… 382
§ 12.5 激光的设想 …… 385
§ 12.6 梅曼与第一支激光器的诞生 …… 389
§ 12.7 四能级激光器 …… 390
§ 12.8 氦氖激光器的诞生 …… 391
§ 12.9 激光稳频的实现——兰姆凹陷的发现 …… 396
§ 12.10 激光技术的发展 …… 397
第十三章 固体物理学简史 …… 401
§ 13.1 历史概述 …… 401
§ 13.2 固体物理学的孕育时期 …… 402

§ 13.3 固体物理学的产生 …… 402
§ 13.4 理论基础的奠定 …… 407
§ 13.5 晶体管的发明 …… 413
§ 13.6 半导体物理和实验技术的蓬勃发展 …… 417
§ 13.7 超导电性的研究 …… 421
§ 13.8 高温超导的探索 …… 423
§ 13.9 非晶态物理的发展 …… 427
第十四章 实验和实验室在物理学发展中的地位和作用 …… 430
§ 14.1 实验在物理学发展中的作用 …… 430
§ 14.2 实验室在物理学发展中的地位 …… 435
§ 14.3 实验室的早期历史 …… 436
§ 14.4 十九世纪的物理实验室 …… 439
§ 14.5 物理实验室的典范——卡文迪什实验室 …… 441
§ 14.6 二十世纪世界著名实验室简介 …… 443
第十五章 单位、单位制和基本常数简史 …… 448
§ 15.1 基本单位的历史沿革 …… 448
§ 15.2 单位制的沿革 …… 455
§ 15.3 基本物理常数的测定与评定 …… 461
§ 15.4 物理学的新发现对基本常数的影响 …… 468
结束语 …… 470
附录 物理学大事年表 …… 477

前　言

物理学史研究人类对自然界各种物理现象的认识史。它研究的是物理学发生和发展的基本规律、物理学概念和思想的发展和变革。它研究物理学是怎样成为一门独立学科，怎样不断开拓新领域，它的各个分支怎样互相渗透，怎样分化，怎样综合，怎样分化出新的学科，又怎样综合产生新的飞跃。

物理学象一座知识的宝塔，基础雄厚，力学、热学、电学、光学以至于相对论、量子力学、核物理和粒子物理学，形成了一座宏伟的大厦。它又象一棵大树，根深叶茂，从基根到树干长出茂密的枝叉，又结出累累果实。可以说，物理学是一门不断发展的科学，它向着物质世界的深度和广度进军，探索物质世界及其运动的规律。

通过物理学史的学习，不但能增长见识，加深对物理学的理解，更重要的是可以从中得到教益，得到启示，开阔眼界，从前人的经验中吸取营养，用以指导我们的工作，使我们少走弯路。

本书是在我们讲物理学史课程时所写讲义的基础上扩充而成的。课程原名物理学史专题讲座，是为清华大学本科生开设的选修课。之所以叫专题讲座，是因为在理工科大学没有那么多时间，也没有必要按步就班地进行系统地讲授。那样既乏味又费时间。如果有兴趣，可以自己找书看。我们认为，如其平铺直叙地罗列一大堆史实，不如抓住若干典型，进行个例剖析，讲得深透些。什么是个例剖析？我们指的是就某一个事件、某一项发现或某一位科学家的成就进行充分的揭示，说明其前因后果、来龙去脉，不仅说有什么，还要说为什么。例如，可以问一问：为什么会出现

需要全本请访问 www.ertongbook.com

那样的事件？为什么会发生新的突破？为什么会造就伟大的人物？分析其成功的要素，总结其经验教训，提炼出可供大家共享的精神财富。所以我们选了十几个专题，每讲一个专题，分析一个例子，于是就叫专题讲座。讲座开了几届之后，又感到选修课不宜过专，不能让学生花费过多的精力阅读原始文献，但是有必要保留专题讲座的精华，即从个例剖析应该得到的各种有益的启示，这些启示并不是生硬灌输给学生，而是通过真实的历史、实际的资料、生动的情景把学生引向历史的场面，让他们自己去体会，自己去获取应该得到的启示。于是这门选修课就改名为《物理学史的启示》。总之，我们的宗旨是使学生或读者在对物理学史进行个例剖析的基础上，得到启示，受到鼓舞。

怎样进行个例剖析呢？

简单说来，就是在充分占有资料的前提下，沿着如下的线索进行研究：

图 0-1　个例剖析示意图

我们用这张图来表示研究的方法。一条线代表时间，一条线代表人物的活动，一条线代表事件的发展经过。我们在全面地考察了人和事的发展经过之后，由远而近，把注意力聚焦在当事人作出发现的关键时刻，分析 6 个 W：

(1) Why？为什么会发生？一个物理事件之所以发生，必定有

其历史背景和动因。

(2) What? 事件的性质，有何特点? 有何意义? 在历史上起了什么作用?

(3) When? 有什么时代特点? 为什么在这个时候出现? 有没有历史的必然性?

(4) Where? 为什么在这个地方? 是什么社会因素决定的?

(5) Who? 分析人物的特点，他的成功要素。为什么会作出这个成果?

(6) How? 他们是怎样作出成果的，所经的曲折和奋斗历程以及从中可以得到的启示。

我们将力求全面回答这些问题，从而尽可能深入地了解事件的历史背景和当事人取得成功的经验。每个课题都将围绕这 6 个问题 (6 个 W) 展开。当然，具体提出几个问题应视课题而异。例如，对于热辐射的研究我们可以提出如下几个问题:

(1) 为什么量子假说会在热辐射这一领域首先提出?

(2) 为什么人们对热辐射那样感兴趣?

(3) 为什么量子假说是在德国而不是在别的国家首先提出?

(4) 为什么是普朗克而不是别人?

这几个问题正是同学们常常提出的问题，如果能够找到正确答案，当然就会有所收获，从中得到有益的启示。

下面谈谈值得注意的几个关系:

1. 基础科学和应用科学的关系

物理学是基础科学，也是正在发展中的科学。它是许多科学与技术的基础和发源地，也是革新改造某些科学技术的基本依据。所以，我们学习物理学、应用物理学、研究物理学，因为它是长远起作用的科学。从物理学史可以得到有力的启示，例如: 电器和电机工业起源于电磁学，它们的革新改造依然离不开电磁理论和量子理论，超导的应用就是一例。

2．物理学中理论与实验的关系

物理学是以实验为本的科学。物理理论来源于实验，但又高于实验。正确处理理论与实验的关系，是物理学家成功的重要因素。什么叫实验？实验是人类有目的地在变革自然的过程中认识自然的一种手段，是人类发挥高度智慧的一种特殊的实践活动。要变革、要观测、还要用到各种仪器，但更不可缺少的是理论的指导和分析。通过物理学史的学习，可以充分认识实验在物理学发展中的作用，端正对实验的认识，对以后大家的发展非常重要。前人的经验会给我们有益的启示。

3．科学与技术的关系

物理学的发展与技术有密切关系。如果没有真空技术、低温技术和电子技术，就不会有现代物理学。许多物理学家从事技术工作值不值得？算不算改行？可以说是改行，但值得。不仅值得，而且必要，因为有这个需要。技术的改造与发展，需要物理学家的合作。我们不要鄙视技术工作，也不要低估物理学的作用。许多工程技术人员重视物理学的学习，甚至参与物理学的研究，因为他们懂得物理学的重要地位，要真正在先进技术中找到突破口，往往要依靠物理学的新成就。激光技术、晶体管技术、超导技术、同位素技术、红外技术、生物工程技术，哪一门不是这样呢？

4．物理学与数学的关系

数学是物理学家的思维工具，只有通过数学才能最终以精确形式表达自然规律。只有通过数学才能抓住错综复杂的变化过程找到最基本、最普遍的规律。例如：没有对数，开普勒难以建立天文学的重要规律——开普勒三定律；没有微积分，牛顿得不出万有引力定律；没有统计学，无法发展分子运动论；没有黎曼张量，爱因斯坦的广义相对论不能完善。总之，物理学的发展离不开数学，而数学的发展也和物理学密切相关。然而有一点要特别提出的是：物理学不等于数学，物理学的发展也不仅靠数学，数

学是一种形式逻辑，光靠逻辑推理，物理学是不能前进的，物理学史的学习会给我们充分的例证。

5．物理学和其他自然科学的关系

物理学和天文学、化学、地质学、生物学等自然科学，也有密切关系。牛顿力学的直接基础是天文学中的开普勒三定律；原子论起源于化学；近代化学靠的是量子理论。物理学史和科技史告诉人们，物理学和其他自然科学相结合，往往产生出很有生命力的边缘科学，例如：生物物理、激光化学、天体物理、地球物理等等。

6．物理学与哲学的关系

几百年前，物理学叫自然哲学，被人们看成是哲学的一部分。牛顿的一部经典著作就取名为《自然哲学的数学原理》，这是牛顿三定律和万有引力定律的发源地。物理学史的学习会告诉我们，许多物理学的新发现与哲学思潮有联系。能量守恒与转化定律的发现受康德哲学的影响，反过来又成了辩证唯物主义的重要依据之一。物理学的进展往往给哲学提供新鲜例证，而哲学也常对自然科学指出前进的方向。

还有一点要说明，物理学史是研究物理学的发展规律，不是物理学本身，不能代替物理学的学习。物理发展史除了涉及物理本身的内容，还涉及人和社会各方面的问题，所以物理学史和其他科技史一样，既是自然科学的组成部分，也是社会科学的组成部分。

第一章　力学基本定律的形成

§ 1.1　历 史 概 述

力学是物理学中发展最早的一个分支，它和人类的生活与生产联系最为密切。早在遥远的古代，人们就在生产劳动中应用了杠杆、螺旋、滑轮、斜面等简单机械，从而促进了静力学的发展。古希腊时代，就已形成比重和重心的概念，出现杠杆原理；阿基米德 (Archimedes，约公元前 287—212) 的浮力原理提出于公元前二百多年。我国古代的春秋战国时期，以《墨经》为代表作的墨家，总结了大量力学知识，例如：时间与空间的联系、运动的相对性、力的概念、杠杆平衡、斜面的应用以及滚动和惯性等现象的分析，涉及力学的许多部门。虽然这些知识尚属力学科学的萌芽，但在力学发展史中应有一定的地位。

16 世纪以后，由于航海、战争和工业生产的需要，力学的研究得到了真正的发展。钟表工业促进了匀速运动的理论；水磨机械促进了摩擦和齿轮传动的研究；火炮的运用推动了抛射体的研究。天体运行的规律提供了机械运动最纯粹、最精确的数据资料，使得人们有可能排除摩擦和空气阻力的干扰，得到规律性的认识。天文学的发展为力学找到了一个最理想的“实验室”——天体。但是，天文学的发展又和航海事业分不开，只有等到 16、17 世纪，这时资本主义生产方式开始兴起，海外贸易和对外扩张刺激了航海的发展，这才提出对天文作系统观测的迫切要求。第谷·布拉赫 (Tycho Brahe，1546—1601) 顺应了这一要求，以毕生精力采集了大量观测数据，为开普勒 (Johannes Kepler，1571—1630) 的

研究作了准备。开普勒于 1609 年和 1619 年先后提出了行星运动的三条规律，即开普勒三定律。

与此同时，以伽利略 (Galileo Galilei，1564—1642) 为代表的物理学家对力学开展了广泛研究，得到了落体定律。伽利略的两部著作：《关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话》(1632 年) 和《关于力学和运动两种新科学的谈话》(简称《两门新科学》) (1638 年)，为力学的发展奠定了思想基础。随后，牛顿 (Isaac Newton，1642—1727) 把天体的运动规律和地面上的实验研究成果加以综合，进一步得到了力学的基本规律，建立了牛顿运动三定律和万有引力定律。牛顿建立的力学体系经过 D. 伯努利 (Daniel Bernoulli, 1700—1782)、拉格朗日 (J. L. Lagrange, 1736—1813)、达朗贝尔 (Jean le Rond d'Alembert, 1717—1783) 等人的推广和完善，形成了系统的理论，取得了广泛的应用并发展出了流体力学、弹性力学和分析力学等分支。到了 18 世纪，经典力学已经相当成熟，成了自然科学中的主导和领先学科。

机械运动是最直观、最简单、也最便于观察和最早得到研究的一种运动形式。但是，任何自然界的现象都是错综复杂的，不可避免地会有干扰因素，不可能以完全纯粹的形态自然地展现在人们面前，力学现象也不例外。因此，人们要从生产和生活中遇到的各种力学现象抽象出客观规律，必定要有相当复杂的提炼、简化、复现、抽象等实验和理论研究的过程。和物理学的其它部门相比，力学的研究经历了更为漫长的过程。从希腊时代算起，这个过程几达两千年之久。其所以会如此漫长，一方面是由于人类缺乏经验，弯路在所难免，只有在研究中自觉或不自觉地摸索到了正确的研究方法，才有可能得出正确的科学结论。再就是生产水平低下，没有适当的仪器设备，无从进行系统的实验研究，难以认识和排除各种干扰。例如：摩擦和空气阻力对力学实验来说恐怕是无处不在的干扰因素。如果不加分析，凭直觉进行观察，往

需要全本请访问 www.ertongbook.com