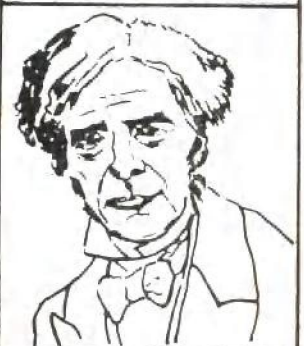
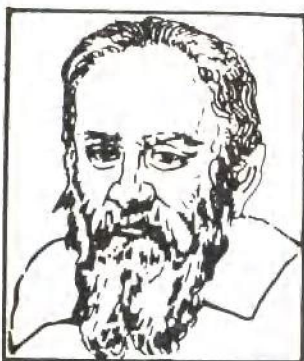


近代四大物理学家



缪克成 编

袁运开 校

华东师范

1

近代四大物理学家

缪克成 编 袁运开 校

华东师范大学出版社

近代四大物理学家

缪克成 编 袁运开 校

华东师范大学出版社出版

(上海中山北路 3663 号)

新华书店上海发行所发行 宜兴南漕印刷厂印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 8.5 字数: 220 千字

1986 年 11 月第一版

1986 年 11 月第一次印刷

印数: 1—3,500 本

统一书号: 13135·030 定价: 1.35 元

前 言

近年来,物理学史教学在我国日益受到重视。据不完全统计,全国已有几十所院校开设了“物理学史”选修课,开设“物理学史讲座”的学校则更多。学生要求学习物理学史的呼声很高,中学教师也迫切需要这方面的知识,本书就是为了适应这方面的需求而编写的。

众所周知,从十六世纪至十九世纪下半叶是物理学发展的近代时期,亦称经典物理学时期。实践早已表明,近代物理学的发展,固然离不开人民群众的努力,但其中不少成果都是与物理学家的辛勤劳动息息相关的,都是在经历了无数艰难曲折、突破重重障碍后才取得的。在这种艰难曲折的发展过程中,伽利略、牛顿、法拉第、麦克斯韦这四位物理学家的贡献显得格格外巨大。亲爱的读者,如果你不是想泛泛了解这四位物理学家的生平和业绩,而是想从他们的成长道路、科学思想中获得有益的启发和借鉴,那末,本书可能会对你有所帮助。

本书着重介绍伽利略、牛顿、法拉第、麦克斯韦的科学活动和科学思想;以他们的科学研究为主线,展示他们在科学上的成就:经典力学的开创,实验科学的确立,万有引力的发现,经典力学的完成,电磁感应的发现,场观念的提出,位移电流的引入,电磁场理论的完成,以及经典物理学其它方面的贡献。通过本书,读者不仅可以对这四位物理学家的成长道路、科学成就有个概括的了解,而且还可以学习他们进行科学创造的可贵思想、高尚品质和研究方法。这些思想、品质和方法都已成了人类精神文明中的共同财富。努力吸取这种精神财富,对于为我国社会主义现代化建设多作贡献的年轻求学者来说尤为重要。

本书还力求在下列两个方面进行尝试：一是物理学家传记要与物理科学的发展历史相统一，注意结合物理科学的发展历史来阐述物理学家的科学活动和科学思想；二是物理学史从某种意义上讲主要是物理学思想的发展史，本书着重阐明与这四位物理学家有关的物理思想、物理定律在历史上是怎样形成和发展的。这样，既要有历史性，又要有逻辑性；既要阐述发展线索，又要突出学术思想。显然，这种尝试不是一件容易的事情，更不敢说本书已经取得了成功。但我衷心希望这种尝试能得到读者，特别是对物理学史感兴趣的年轻求学者的欢迎。

本书承华东师范大学校长袁运开教授在百忙中校阅了全稿，在本书将要问世之际，我从心里感激他多年来鼓励和指导我从事物理学史的教学、研究和为学生提供精神财富的工作，今特在此表示谢忱。

由于本人学识和经验的不足，书中不妥之处在所难免，希望读者批评指正。

编者

1985年12月于华东师大

目 录

第一章 四大物理学家概述.....	1
一、重大的科学成就.....	1
二、宝贵的思想品质.....	4
第二章 近代物理学的先驱——伽利略.....	7
一、崇尚科学.....	7
科学环境的熏陶(7) 大学阶段的学习(9) 摆的等时性的发现(10) “阿基米德是我的老师”(12) 科学研究需要集中精力(13) 谋求教书的生涯(14)	
二、经典力学的开创者.....	16
亚里士多德的运动学(16) 斯台文的挑战(18) 加速度概念的确立(19) 落体定律的提出(20) 惯性原理的发现(24) 抛射体运动的研究(26) 运动相对性原理(28)	
三、实验科学之父.....	30
先辈的实验研究(30) 实验科学的创立(31) 实验方法的成熟(32) 实验工作的特点(35)	
四、了解自然的巨人.....	36
揭开材料强度之谜(36) 验温器的发明(38) 磁石吸铁性研究(39) 望远镜的制作(40) 研究自然的哲学(42)	
五、天文学的贡献.....	44
哥白尼的日心说(44) 日心说的拥护者(45) 发现了新宇宙(46)	
六、为真理而斗争.....	49
布鲁诺为真理献身(49) 大学讲台述新说(50) 观察事实作宣传(52) 神学知识为武器(53) 写作巨著播真理(56) 监禁中的不倦研究(59)	
第三章 站在巨人的肩上——牛顿.....	62
一、与众不同.....	62

生逢变革的时代(62) 沉思默想和好奇心(64) 格兰瑟姆的高材生(65) 受业于“欧洲最优秀的学者”(67) 一生中最大收获期(68)

二、万有引力定律的发现者.....69

从“苹果落地”谈起(69) 开普勒行星三大定律(71) 第一阶段：从圆轨道计算引力问题(75) 第二阶段：受同时代人工作的影响(77) 第三阶段：重大突破和实践检验(79) 万有引力定律的推论(82)

三、经典力学体系的完成者.....86

继承伽利略的工作(86) 三大运动定律(89) 六个基本概念(91) 牛顿体系的推理法则(94) 科学巨著：《自然哲学的数学原理》(96) 马赫对牛顿力学的批判(99)

四、光学的贡献..... 104

颜色的研究(104) 反射望远镜(108) 牛顿环的发现(110) 光的衍射和偏振(113) 光的本性问题(115) 重要著作：《光学》(119)

五、微积分的发明..... 122

“流数术”(122) 三篇微积分论文(124) 牛顿和莱布尼兹(126)

六、勤奋出天才..... 128

勤奋的可贵记录(128) 勤奋与谦虚谨慎(130)

七、科学探索的终止..... 131

生活上的急剧变迁(131) 对神学的狂热追求(132)

第四章 自学成才的大师——法拉第..... 135

一、自学生涯..... 135

电学和磁学发展的背景(135) 勤奋的自学(148) 自学中的机遇(151) 不平坦的自学成才之路(154)

二、电磁感应现象的发现者..... 157

奥斯特的发现(157) 安培等人的工作(161) 法拉第“用磁生电”(164) 电磁感应现象的发现(167) 电磁感应定律的确立(169)

三、电解定律的创立.....	172
电化学的诞生(172) 早期的电解实验(173) 电解第一、第二定律(174)	
四、电磁学实验大师.....	177
由实验带来的惊人发现(177) 导体的电荷在其表面的实验(177) 说明电容率特征的实验(179) 证明电荷守恒的实验(179) 光的偏振面在强磁场中旋转的实验(180) 揭示抗磁性和顺磁性的实验(181) 科学名著:《电学的实验研究》(182)	
五、可贵的物理思想.....	183
各种自然力统一的概念(183) 电磁以太的模型(185) 场观念和图示法(187)	
六、谦虚的美德.....	189
在荣誉面前的冷静(189) 学术争论中的豁达大度(191) 对金钱、地位的鄙视(192)	
第五章 富有才智的人物——麦克斯韦.....	194
一、出类拔萃.....	194
广泛的兴趣(194) 精湛的构思(197) 在爱丁堡大学(198) “出色学生中最出色的一个”(200) 从研究员到大学教授(202) 极为重要的会见(204)	
二、经典物理学的贡献.....	205
土星光环的研究(205) 颜色视觉理论的形成(207) 分子运动论中引入统计方法(210) “麦克斯韦妖”(214)	
三、位移电流的引入.....	215
新概念引入的背景(215) 对电磁相互作用的新解释(217)	
四、电磁场理论的完成者.....	222
论法拉第的力线(222) 论物理的力线(224) 电磁场方程组的提出及其意义(227) 宣告电磁波的存在(231)	
五、光的电磁说和光辐射压力.....	232
光也是一种电磁波(232) 赫兹的实验证实(234) 光辐射压力(237)	

六、属于全世界的功绩.....	238
爱因斯坦和普朗克的评价(238) 可贵的首创精神(239) 严密的 数学方法(241) 创建卡文迪许实验室(242)	
第六章 科学年谱简编.....	245
一、伽利略.....	245
二、牛顿.....	248
三、法拉第.....	251
四、麦克斯韦.....	254

第一章 四大物理学家概述

一、重大的科学成就

伽利略、牛顿、法拉第、麦克斯韦是近代四个伟大的物理学家。

近代物理学作为一门实验科学，作为一门研究物质运动的最普遍形式、基本规律与物质基本结构的科学，它的诞生和发展，是人类智慧长期积累的结果，有无数物理学家为它作出了贡献。其中开创者，在科学史上一般公认为意大利的科学家伽利略 (Galileo Galilei, 1564—1642)。

伽利略毕生崇尚科学，通过实验对运动进行科学分类，总结出落体定律和惯性原理，成为经典力学的开创者。他用自制的望远镜，第一个打开了宇宙的天窗，对天文学作出巨大贡献。他不仅是了解自然的巨人，也是实验科学之父。他对实验的精心安排，巧妙设计，非同一般；他边搞实验，边自制仪器，努力摆脱当时实验条件简陋的束缚，更是令人惊叹，以致在物理学的其它分支——热学、磁学、光学等方面也取得卓著成果，为近代物理学研究奠定了基础。

生逢欧洲发生社会变革时代的英国科学家牛顿 (Isaac Newton, 1642—1727) 继续把近代物理学推向前进。他在伽利略工作和开普勒 (Johannes Kepler, 1571—1630) 研究的基础上，经过他的与众不同的勤奋学习、专心致志的长时间思考，明确提出质量、动量、惯性和力的基本概念，发现了万有引力定律和三大运动定律，由此建立起一个完整的力学理论体系，把地球上一切宏观物体的机械运动和天体中行星、卫星、彗星的运动都概括在一个严密的统一的理论之中。牛顿还用极大的热情对光学进行了研究，奠定

了近代光学的基础。他还由于研究出微积分，而为高等数学的发展奠定了基础。

这些非凡的科学成就，完成了近代物理学也可以说是人类认识自然的历史中的第一次理论大综合，牛顿也就成了在物理科学发展史上有数的伟大人物之一。在伽利略之后，还没有人能像牛顿那样决定着近代物理学的思想、研究和实验方向。牛顿不仅作为某些关键性方法的发明者来说是杰出的，而且在善于运用那时的观察、实验材料上也是独特的，同时他还对于物理学和数学的详细证明有惊人的创造才能。总之，牛顿赋予近代物理学以一种革命的姿态，他的影响一直持续了近两个世纪。

由于伽利略、开普勒、牛顿等一大批科学家的辛勤努力，千百万群众的具体实践，物理学的发展在十七世纪达到一个高峰。经过十八世纪的发展和准备，到十九世纪，热力学和统计物理学、波动光学、经典电磁理论等物理学的各个分支学科纷纷建立起来。这些分支学科都是对一定范围内的物理现象作出理论概括，每个分支学科中的定律和概念都在一定条件下受到实验的检验。另一方面，人们继续寻找这些学科之间、定律和概念之间的内在联系。能量守恒和转化定律的发现，就是在更广泛的范围内揭示出热、机械、电、化学等多种运动形式的统一性，达到物理学的第二次大综合。

就在这个历史背景下，把近代物理学进一步推向前进的是英国工人出身的科学家法拉第(Michael Faraday, 1791—1867)，他在丹麦物理学家奥斯特(Hans Christian Oersted, 1777—1851)所发现的电流磁效应的启发下，反复思考：既然电可以转化为磁，那么磁是否也可以转化为电呢？法拉第抓住这个问题以坚韧不拔的意志，通过无数次的实验，终于发现了电磁感应定律。为了解释电磁感应现象，法拉第提出了“场”的观念，这本身又是第一流的创造性成就。法拉第还以他卓有成效的实验研究，创立电解定律，证明电荷守恒，并发现强磁场使光的偏振面发生旋转等。所以，法拉

第实验工作的伟大和场的观念的大胆，都是难以估量的，由此引起近代物理学基础的一场革命也在所难免。

对于场的观念，当时几乎所有物理学家都认为是离经叛道，但是富有才华和首创精神的英国理论物理学家麦克斯韦（James Clerk Maxwell, 1831—1879）却接受了法拉第的思想。他借助于高明的数学工具，在电磁学的研究领域里，苦苦思索了八年时间，提出著名的位移电流的假说。又经过两年，他把库仑定律、高斯定律、安培定律、法拉第定律系统地总结起来，用一组偏微分方程，即闻名于世的麦克斯韦方程组加以概括，全面揭示了电磁运动的规律。麦克斯韦还发展了光的电磁说，预言电磁波的存在，把电、磁、光、热辐射这些运动形式都统一在电磁场理论之下，完成了物理学的第三次大综合。近代物理学界把很多成就都归功于麦克斯韦的独特贡献：土星光环的理论研究；支配分子在气体中速度的“分布率”；彩色视觉的试验；创建卡文迪许实验室等等。而电磁场理论则被评价为自牛顿时代以来近代物理学的一次最深刻的变革。它为电力的广泛应用和无线电的迅速发展铺平了道路。从此人类历史上出现了以电用于动力、照明、通讯为基础的现代文明生活。

同其他学科的发展一样，近代物理学的发展也犹如一场接力赛，一代继承一代、一代高于一代地向前发展。其中每一项原理的形成，每一条定律的确立，每一个概念的提出，都是与无数物理学家的辛勤劳动息息相关的，都是经历了无数艰难曲折、突破重重障碍而取得的。但就在这样曲折复杂的发展过程中，伽利略、牛顿、法拉第、麦克斯韦这四大物理学家的作用却是显得格外巨大。他们每个人都有崭新而丰富的物理思想，在近代物理学发展的关键时刻，为人类做出了重大贡献；他们每个人又都掌握卓有成效的科学研究方法，并以物理学上的杰出成就，奉献给人类的进步事业。由于这些理由，他们中的每一个人理应受到我们最深挚的敬仰。

二、宝贵的思想品质

对于有志于勇攀科学高峰的年轻求学者、研究者来说,就是要站到巨人们的肩上,有所创造发明,成为我国的新一代巨人。这就不但要对前辈物理学家的成长发展、科学成就有一个概括的、深入的了解,而且还要对他们进行科学创造的高尚思想和可贵品质认真进行学习和发扬光大。

尽管近代这四大物理学家,所处时代、家庭出身、生活经历迥然不同,但他们个人的思想品质仍有许多共同之处。献身科学,探索真理,造福人类是他们研究物理学的共同指导思想,也是他们在研究征途中战胜一切困难的重要力量。伽利略说过:“追求科学需要特殊的勇敢。”法拉第也指出:“真理的探求应是唯一的目标”。他们都为了攀登科学真理这个高峰进行了不屈不挠的努力。例如,伽利略尽管出生在农奴制最早崩溃、资本主义最早发达的国家里,但当时的意大利仍然笼罩着教会神学的阴影和受到经院哲学的禁锢。尽管当时物理学正在逐步兴起,但在物理科学领域内为争取自己生存的权利,仍然需要付出巨大的代价和艰巨的劳动。伽利略就是在这样的环境里生活和成长起来的。他作为一个物理学家,作为一个具有坚强信念和超常勇气的人物,对教会神学、经院哲学深恶痛绝。他竭力反对任何仅仅根据“权威”而产生的教条,只承认实验和周密的思考才是真理的标准。他挺身而出,甘冒鞭打、判刑、处决的危险,为发展物理科学、捍卫科学真理而斗争。

物理学家探索真理、造福人类的献身精神来源于他们的科学的人生观。不少著名的正直的物理学家,从他们的研究、探索的实践中,深刻懂得一个人对于社会的价值,首先取决于他的思想和行动对增进人类利益贡献的大小。他们厌恶金钱、名誉,也鄙视地位和权势。在这方面,法拉第尤其值得称颂。他早在年轻时期,为了科学研究拒绝了法院以每年两万五千金元的优厚待遇让他搞技术

鉴定的请求，却宁愿每年只拿五百金元的微薄报酬继续当实验员。到了中年，他的社会地位大为提高，但为了使自己的全部精力都投入科学研究，他拒绝了所有的午宴和晚宴的请柬，甚至决定在一周内有一天不接待任何客人。到了晚年，他先后谢绝封他为爵士的建议和请他出任皇家学会会长的推荐，感情十分真挚地说：“我决心一辈子当一个平凡的迈克尔·法拉第”。

物理学的探索是一项相当复杂的脑力劳动，只有专心致志，长期勤奋，才会有所成效。站在巨人肩上的牛顿为什么会有这样杰出的科学成就呢？有人认为这完全是牛顿天资聪明、才能出众。可是牛顿自己并不同意这种看法，他说：“我只是对一件事情很长时间、很热心地去考虑罢了！”这句话表明，牛顿是“勤奋”两字的最好实践者。他深明勤奋的意义和价值，他更为后人留下了勤奋的记录和业迹。据牛顿的助手回忆：“他（指牛顿）很少在二、三点钟以前睡觉，有时到五、六点，……特别是春天或落叶的时候，他常常六个星期，一直在实验室里。不分昼夜，灯火是不熄的，他通夜不眠地守过第一夜，我继续守第二夜，直到他完成他的化学实验。”牛顿如此，其他有成就的近代物理学家也是如此。

物理学的研究又是探索性、创造性很强的工作。要推动物理学的前进，这四大物理学家都十分重视继承和发展前人的科学成就，了解前辈物理学家所追求的是什么？努力把握当时物理学发展的前沿。比法拉第小四十岁的麦克斯韦就善于依据前辈的指引，吸取前辈的智慧。他深信法拉第的电磁学说中包含着真理，以致下了这样的决心：“在没有首先读透法拉第的《电学实验研究》之前，不读电学方面的数学著作。”这对于一名专攻理论的大学毕业生来说，实在是异乎寻常的做法。然而为了要抓住前辈物理学家法拉第的思想和方法，这又是唯一正确的做法。在这基础上，他不迷信权威和固守传统的观念，大胆提出位移电流的假说，在电磁学研究领域中进行新的探索，导致了电磁场方程组的问世。

此外，这四大物理学家在物理学的探索中，都十分注意研究的

艺术：善于观察，重于实验，勤于思考，又富于大胆创新。伽利略的实验方法，牛顿的归纳方法，法拉第的图示方法，麦克斯韦的数学方法等等，都成为人们探索自然界奥秘的锐利武器。他们又都历经了物理学上成功的喜悦与失败的锤炼。这是因为近代物理学上的一些重大发现、发明决非一蹴而就，而是往往要经过十年、几十年甚至几百年的艰苦努力。例如，伽利略完成他的第一部巨著《关于托勒玫和哥白尼两个世界体系的对话》用去整整六年时间；牛顿最后确立万有引力定律几乎花费二十年时间；法拉第发现电磁感应定律用了十年时间；而麦克斯韦建立电磁场理论也历经十年时间。十年、二十年，这意味着几乎要把一生中最宝贵的时间用于争取物理学研究的成功和历经无数次的失败之中。这也意味着每一个物理学的求学者、研究者，只有以顽强的意志，长期坚持不懈的努力，千方百计地去寻找答案，去同他们思索的物理问题进行苦斗，最后才有可能登上近代物理科学的巍巍高峰。

第二章

近代物理学的先驱 ——伽利略



一、崇尚科学

科学环境的熏陶

文艺复兴时期是一次人类从来没有经历过的伟大的进步的变革时期，也是多才多艺的巨人辈出的时期。处在这样的历史条件下，随着文艺复兴和近代科学兴起这个独特环境的形成，一大批学识渊博的人物应运而生。他们和千百万人民群众反封建反宗教的伟大实践一起，把被中世纪扼杀的科学事业再度推向前进。

意大利是当时文艺复兴运动的中心。这是因为就西欧各国同阿拉伯和东方国家之间的经济、文化的交流而论，意大利占有十分有利的地理位置。这个国家的大城市，如佛罗伦萨、热那亚和威尼斯都是通向东方道路上的贸易中心。除商业贸易外，这些城市的手工业和银行业也很快发展起来，这样在封建社会内部最早萌发了资本主义的生产关系。这里新兴的资产阶级在反对封建主义思想的禁锢中，创立了自己的思想体系——“人文主义”，以复兴古代文化和提倡“自由思想”为宗旨，他们既需要表现个性的文艺，也需要研究日常所见的自然现象的科学。于是，在反封建反宗教的巨

流中，一方面是意大利新兴的资产阶级，另一方面是意大利广大的农民和手工业者，他们最早撕去了由封建宗教迷信和经院哲学毫无根据的幻想所织成的一层纱幕，因而开始认识了自己，也逐步认识了客观世界，有力地促进了艺术的繁荣和科学思潮的活跃。近代自然科学也就在这一场革命运动中诞生和形成起来。而伽利略就在这样的国土里，于1564年2月15日诞生了。

伽利略是一位多才多艺的数学家和音乐师的儿子。这样的家庭环境也使他从小受到科学的熏陶。诸如，爱好机械和数学，喜欢外文，音乐、绘画也不错；灵活的大脑和精巧的手指总是使他忙个不停。当然，伽利略的父亲擅长数学，但数学在那时还未受到应有的重视；通晓音乐，可是无法用音乐来维持生计。于是，在伽利略十三岁时，父亲为生活所迫，率全家从比萨迁居佛罗伦萨，开设了一家经营羊毛生意的店铺。与此同时，他设法让伽利略在瓦朗布罗萨学校开始了中学生活。

从此，年轻的伽利略便埋首古书堆中，以往不安份的手脚开始平静下来，哲学和宗教的神秘关系引起他很大的兴趣。可是，伽利略并不喜欢这所由教会控制的中学，却喜爱佛罗伦萨。因为佛罗伦萨是一座风景优美的城市，阿诺河横贯城市，河流两岸有漂亮的建筑物，还有美丽的桥梁横跨河上。更为重要的是，一些高尚的政治思想和人类变化最多的发展形式在佛罗伦萨的历史上结合在一起了，从这个角度看，它又称得上是世界上第一个近代城市。佛罗伦萨作为意大利文艺复兴的发祥地，所以能产生这样多的诗人、艺术家、思想家、科学家，乃是因为在这里能享受较充分的学术自由，而且这里的人民又善于勤奋探讨、研究各类问题。这种既是尖锐批判，又是富于创造的佛罗伦萨精神促进了科学文化的繁荣，也对伽利略的成长发展产生了很大的影响。

由于伽利略的家境不够富裕，学校的教师又想把他培养成圣职人员，再加上他当时正在患眼疾，父亲便把只读了两年中学的伽利略接回家中。父亲十分了解伽利略强烈的求知精神难以与寺院