

● 高等学校教学用书

物理学史教程

● 主编:申先甲

● 编者:申先甲 张锡鑫

束炳如 陈毓芳

● 湖南教育出版社

WULIXUESHI JIAOCHENG



物理学史教程

主编：申先甲



高等学校教学用书
物理学史教程

申先甲 张锡鑫 编写
束炳如 陈毓芳

责任编辑：董树岩

湖南教育出版社出版发行（长沙市展览馆路3号）
湖南省新华书店经销 湖南省新华印刷一厂印刷

1987年1月第1版 1987年1月第1次印刷
字数：382,000 印张：16.75 印数：1—5,200

ISBN7—5355—0023—4 /G·24

统一书号：7284·827 定价：3.20元

内容简介

本书是为高等师范院校物理专业开设物理学史课程提供的一部试用教材。

本书除绪论外包括十四章，对古代物理学、经典物理学和现代物理学的历史发展作了系统的论述，揭示了物理学中一些重要的基本概念、定律、原理、理论的酝酿、形成和发展的历史脉络以及物理学历次大综合的实现过程；阐明了物理学基本观念和研究方法的历史演变；对重要物理学家的科学思想和创造方法的特点也作了适当的介绍和分析。依据确切的史料，对物理学的发展与社会历史条件、哲学思想、其它自然科学学科发展水平的关系以及物理学发展的基本规律，也作了一些初步的探讨和概括。

本书可供高等师范院校、教育学院和综合大学物理专业大学生、研究生选作教材；也可供大、中学校物理教师、物理学科科研人员、科技史工作者和科技管理人员作为参考读物。

前 言

根据原教育部(85)高教一司031号文件,1985年10月下旬在昆明召开了“全国高等师范院校物理学史教学讨论会”。来自全国各地四十余所院校的五十多位物理学史教学人员出席了会议。代表们认真讨论了物理学史课程在高等师范教育中的地位和作用,大家认为这门课程对实现高等师范院校物理专业的培养目标具有十分重要的作用。为了进一步推动这门课程的开设和提高教学质量,与会代表在充分交流教学经验的基础上,讨论制订了《高等师范院校物理专业物理学史教学参考大纲》,明确了本门课程的目的、教学内容和教学实施中的注意问题。由于目前还缺乏适合于教学需要的物理学史教材,所以代表们希望能够按照这个大纲尽快编写出版一部试用教材,这也是提高物理学史课程教学质量的一项基本建设。根据这次会议的精神,结合我们多年来从事物理学史教学的实践,我们编写了这部《物理学史教程》。

在编写中,我们力求忠实地反映参考大纲的要求,讲清物理学中重要的基本概念、定律和理论的历史发展脉络,揭示物理学基本观念的变革和物理学研究方法的演变,对物理学各次重大发现和突破的历史动因以及物理学发展的基本规律作出分析和概括。针对师范院校物理专业学生未来工作的需要,本教程把经典物理学和现代物理学的发展作为重点,作了较充分的论述;同时也提供了有关中国古代物理成就的较丰富的史料。在叙述上,我们力求作到史料准确,观点鲜明,文字精练,重点突出,努力实现科学性和思想性的统一。

本书编者分工如下:

申先甲 主编，负责全书的审订、修改和定稿；编写绪论、第四章、第五章、第八章、第九章、第十四章。

张锡鑫 编写第一章、第二章、第三章。

束炳如 编写第十章、第十一章、第十二章、第十三章。

陈毓芳 编写第六章(其中第2~4节由朱尔恭编写)、第七章；

编写物理学史教材，对我们来说是缺乏经验的。虽然我们在写作中作了很大的努力，但由于主观条件的限制和这件工作本身的难度，这部教材的编写仍然只是一个初步的尝试。我们深切希望得到读者的批评指正，帮助我们在这部教材修改得更好一些。

作者

1986.9.

目 录

绪 论	(1)
一、物理学史的研究对象和方法	(1)
二、物理学发展的基本动力和模式	(4)
三、物理学史的分期	(9)
四、研究和学习物理学史的意义	(11)
思考题	(13)
第一篇 古代物理学	(15)
第一章 中国古代关于物质本原和时间、空间、运动的观 念	(16)
第一节 中国古代朴素的元素论和原子论的思想	(16)
第二节 中国古代唯物主义的“元气”学说	(21)
第三节 中国古代关于时间、空间和运动的观念	(30)
思考题	(33)
第二章 中国古代具体的经验物理学知识	(34)
第一节 力 学	(34)
第二节 声 学	(51)
第三节 热 学	(60)
第四节 电学和磁学	(67)
第五节 光 学	(76)
思考题	(87)
第三章 西方古代物理学	(88)
第一节 希腊罗马时期关于物质本原和宇宙观念	(88)
第二节 希腊罗马时期具体的经验物理学知识	(98)
第三节 中世纪阿拉伯和西欧的物理学成就	(107)
思考题	(112)

第二篇 经典物理学	(115)
第四章 经典物理学产生的背景	(115)
第一节 文艺复兴和科学革命	(115)
第二节 天文学革命	(120)
第三节 新科学的特征	(129)
思考题	(134)
第五章 经典力学体系的建立	(135)
第一节 伽利略的力学贡献	(135)
第二节 万有引力定律的发现	(148)
第三节 牛顿和他的《原理》	(155)
第四节 牛顿后力学的发展	(161)
第五节 声学的发展	(168)
思考题	(173)
第六章 物理学各个基础学科的建立	(174)
第一节 光学的进展	(174)
第二节 关于热现象的研究	(185)
第三节 静电学和静磁学的研究	(197)
第四节 十八世纪物理学发展的一般特征	(212)
思考题	(216)
第七章 光学的新发展	(217)
第一节 光的波动说的复兴和发展	(217)
第二节 光速的测定	(224)
第三节 辐射和光谱的研究	(228)
思考题	(232)
第八章 热力学和统计力学的建立	(233)
第一节 能量转化与守恒定律的确立	(233)
第二节 热力学第二定律的建立	(246)
第三节 低温物理的发展	(254)
第四节 分子运动论的早期发展	(257)
第五节 分子运动论的建立	(264)

第六节	统计力学的建立	(275)
思考题	.....	(281)
第九章	电磁场理论的建立	(282)
第一节	伽伐尼电流的发现	(282)
第二节	电磁联系的发现	(288)
第三节	法拉第和电磁感应现象	(296)
第四节	麦克斯韦的电磁场理论	(309)
第五节	十九世纪物理学发展的一般特征	(324)
思考题	.....	(330)
第三篇	现代物理学.....	(331)
第十章	物理学的新发现和物理学革命.....	(331)
第一节	世纪之交物理学的三大发现	(331)
第二节	“以太漂移”的探索	(345)
第三节	黑体辐射规律的探索	(350)
第四节	经典物理学的“危机”	(354)
思考题	.....	(358)
第十一章	相对论理论的建立	(359)
第一节	绝对时空观的困难	(359)
第二节	狭义相对论的诞生	(364)
第三节	广义相对论的建立	(378)
第四节	爱因斯坦的科学贡献和研究特点	(388)
思考题	.....	(394)
第十二章	量子力学的建立	(395)
第一节	量子论的初期发展	(395)
第二节	原子物理学的发展	(405)
第三节	量子力学的建立	(414)
第四节	关于量子力学完备性的争论	(426)
思考题	.....	(430)
第十三章	原子核与基本粒子的研究.....	(431)
第一节	原子核结构的探索与核裂变的发现	(431)

第二节	基本粒子的研究	(448)
第三节	强子结构探索	(466)
思考题	.....	(471)
*第十四章	物理学发展的现状和展望.....	(473)
第一节	现代物理学研究的前沿和发展趋向	(473)
第二节	二十世纪物理学发展的一般特征	(499)
思考题	.....	(507)
人名索引	.....	(508)

绪 论

一、物理学史的研究对象和方法

物理学是人类社会实践的产物，它是随着人类社会实践的发展而产生、形成和发展的。物理学史作为人类对自然界各种物理现象的认识史，应该揭示物理学作为一个整体的发展进程，特别是揭示物理学思想的发展和沿革的历史，研究物理学发生和发展的基本规律。物理学史就是研究物理学辩证发展过程的规律的一门学科。

物理学的发展，经历了从萌芽时期、经典物理学时期到现代物理学时期的发展阶段。它的研究内容、研究方法和基本观念都不断地发生着深刻的变化。在古代，物理学只是“自然哲学”的重要组成部分，直到十六世纪以后，它才与哲学分离开来。自从物理学成为一门独立的学科之后，它的研究领域就在不断地开拓着，逐渐建立起了力学、光学、热学、电学、相对论、量子力学、粒子物理学等物理学基础部门；每一个基础部门，又不断地形成许多新的分支。本世纪以来，物理学的基本理论和方法又不断地向其他研究领域渗透，并把一些部门从物理学中分化出去，形成一系列独立的新学科。

随着物理学研究内容的变化，物理学的研究方法也在变化着，不断得到丰富和提高。在古代，人们主要是靠不充分的观察和简单的推理，直觉地、笼统地去把握物理现象的一般特性。随着近代自然科学的兴起，观察方法就从以自然观察为主发展为以仪器

观测为主。科学实验和数学方法相结合，使精确的、定量的物理学研究有了很快的发展。整理事实材料的需要，也促进了分析、归纳和演绎等逻辑方法的发展。这一时期科学方法的发展，使物理学作为一门实验科学的特点显著地呈现出来。十八世纪末到十九世纪末，实验方法、数学方法、假说方法和理论概括方法都有了显著的提高和发展，统计方法也被引进了物理学。二十世纪以来，科学实验在精密、快速和自动化方面达到了新的水平；物理学理论的公理化和数学化的特点更加突出；科学想象、理想实验、创造性思维等方法，对于现代物理学的发展起到了重要的作用。

物理学基本观念的变更，最本质地反映出物理学思想的根本变革。任何一个科学理论总是力图以数量上尽可能少的一些基本概念和逻辑上互相独立的几个基本假设为基础而建立起它的理论体系。这些基本概念和基本假设就是构成一个理论体系的基本观念。机械论的物质观念、时空观念和因果观念，是牛顿力学体系赖以建立的基本观念；媒递作用的场的观念，是建立电磁场理论的基础；爱因斯坦的相对论理论，则提出了依赖于物质和运动的空间和时间，相互联系的质量和能量，任何参照系对于物理定律的描述都是有效的等基本观念；量子理论的发展，提出了微观现象不连续性的量子化概念，波粒二象性概念，采用具有几率意义的波函数作为运动状态的描述，等等。事实表明，物理学发展的历史，也是物理学基本概念的演化史，每一个重要的新的理论的产生，总要伴随着出现一个新的科学概念的体系。

物理学史作为一门历史科学，首先就要描述物理学发展的历史，再现出物理学中各个最重要的基本概念、基本定律和基本理论的酝酿、产生和发展的过程。决不能把物理学史限制在对过去史实的单纯追述和罗列，重要的是要研究在从一个时期向另一个

时期的过渡中，引起物理学观念、物理学研究方法和物理学研究领域发生变化的原因，研究物理学发展的基本规律。

由此可以看出，物理学史是物理学和社会科学综合交叉的产物。它既具有自然科学的性质，又具有社会科学的性质。探求和概括物理学发展的基本规律，不仅与探索客观世界的物理学相联系，而且也与探索人类社会的生产、经济、思想文化等发展规律的社会科学相联系。

为了揭示物理学发展的基本规律，必须研究大量的历史资料。搜集和积累物理学发展的历史资料，是进行物理学史研究的基础性工作。这些资料包括物理学家的原始论文、专著、手稿、演讲、书信、谈话、实验记录、物理学家的自传和传记，物理学发展的各个重要时期的社会生产、经济、思想文化的背景资料，以及有关科学技术史的综述性研究论著。要善于沿着历史本身的线索前进，透彻了解物理学发展中各个重要的事件以及它们之间的联系，透彻了解各个物理学家的工作之间的联系，透彻了解各个时期人类掌握科学知识的状况、物理学家们的知识状况和物理学见解，透彻了解社会的物质条件和思想意识形态对物理学发展的影响。必须看到发展的不同阶段之间的复杂的联系，既要认识到物理学进化运动的继承性和不间断性，又不应当把认识的发展看成一种简单的继承和积累，而应当看作是一种批判的继承，它还包含着一连串摧毁旧观念的科学革命。

马克思主义哲学具体分析的方法，同样是物理学史的基本研究方法。对历史资料进行研究和分析的整个过程，都应该自觉地在马克思主义基本理论的指导下进行，选择出最有代表性的事件和现象，根据整个认识运动和历史运动的各个方面的相互联系，进行综合的、整体的考察，把一切重要事件置于规律性的因果联系之

中。目前国际上科学史研究的一个特别值得注意的动向是理论性的加强，科学史的研究从史料的积累和整理转向探讨科技发展的规律性问题，这就更加需要正确的哲学观点的指导。

应该注意和善于使用一切现代科学（包括现代社会科学）的研究方法和现代技术手段。除了对古代金属器械进行技术分析，复制古代的技术发明，重复和验证古代的重要实验之外，还要充分利用建立在现代科学基础上的系统方法、信息方法、统计方法和电子计算机技术。只有这样，才能跟上科学技术发展的步伐，推动物理学史研究的进展。

物理学史作为一门综合学科，不仅包含着物理学、数学和化学等自然科学的基本知识，而且含有丰富的哲学和社会科学的基本知识，它的研究成果的取得需要借助于许多学科的知识 and 成就。所以，进行物理学史的学习和研究，还应该掌握科学方法论、自然辩证法、科学学、科学史、思想史、文化史等方面的基础知识。

二、物理学发展的基本动力和模式

人类的生产实践和科学实验是物理学发生和发展的主要源泉。在古代，由于农牧业生产活动对于确定季节、了解气候变化的需要，产生了古代天文学；由于建筑、航海和战争的需要，发展起了古代力学。十五、十六世纪以后，随着欧洲资本主义生产关系的形成和工业的巨大发展，产生了许多力学和物理学上的新的事实，如纺织机械、钟表制造、磨坊、透镜制造、抽气和排水装置、热机等，提供了大量可供观察和研究的材料，近代力学和物理学就是在这一生产发展的基础上建立起来的。一般地说，直到十九世纪中叶以前，物理学理论是落后于生产和技术的，它的发展是在生产需要的推动下进行的。从十九世纪中叶以来，这种

关系有了改变，科学无论是就其发展的速度来说，还是就其开发自然界的全新领域来说，都超前于技术和生产。此时生产技术的发展已经越出了人们所熟悉的范围，它必须由纯科学的研究为其开拓道路。科学在今天之所以能够超前于技术和生产的发展，正是以现代生产技术的发展为其条件的；没有现代生产技术所提供的强有力的实验手段，科学认识向高速和微观世界的深入推进是根本不可能的。

物理学是一门实验科学。从物理学的发展过程来看，虽然物理学的不少规律和理论是直接来自生产实践中总结出来的，但更多的物理学经验材料的积累和物理学发现却是来自大量的科学实验，并且愈来愈依靠于实验方法。伽利略一系列杰出的实验研究，为物理学迅速发展成为一门真正独立的科学开辟了道路。牛顿的动力学理论就是在自由落体、摆和碰撞的实验研究的基础上产生的。电流的磁效应和电磁感应现象的实验发现，为麦克斯韦电磁场理论的建立提供了前提。特别是从十九世纪末以来，由于实验方法和实验设备的不断改进，物理学在高速和微观领域取得了一系列重大发现，如“以太漂移”实验的否定结果，黑体辐射实验规律与理论结果的偏离，光电效应以及X射线、天然放射性和电子的发现等，使经典物理学面临不可克服的危机，导致了现代物理学革命，这是新事实冲破旧理论而导致新学说的生动例证。科学理论上的重大突破，归根结底都是来自科学实验上的重大发现以及新事实和旧理论不断产生矛盾、不断斗争的结果；物理学主要是在理论和实验事实的矛盾运动中向前发展的。

除生产实践和科学实验之外，物理学在不同历史阶段的发展还必然受到各个时代人类的科学发展水平、哲学思想、文化传统和教育发展状况等多种因素的影响。自然界是一个统一的整体，

以自然界的各个不同领域为研究对象的不同学科之间，必然存在着相互联系。物理学总是同它的相邻学科，如天文学、化学等密切相关而发展的，数学早已成为物理学理论的表述和研究的重要工具。微积分、微分方程和概率论的产生，促进了分析力学、流体力学、电磁场理论和统计物理学的发展；非欧几何和张量理论，为广义相对论提供了描述的手段；矩阵方法和希尔伯特空间的应用，使量子力学理论得到迅速的发展。数学在物理学中的应用，不仅在于它是有效的计算手段，更主要的还在于它所独具的抽象能力，它为物理学家提供了进行抽象思维的语言和工具。当然，物理学的发展向数学提出的问题，也经常成为推动数学发展的重要源泉。

物理学和哲学之间存在着非常特殊的关系。由于物理学是自然科学的基础学科，物理学规律是自然界最基本和最普遍的规律，所以，物理学的研究成果总会直接推动哲学的发展；同时，哲学则给物理学家提供思维的工具和准则，物理学上的重大突破往往来自思想突破和哲学的启示。忽视哲学的指导作用，只能使物理学的发展受到阻碍。

事实表明，科学的发展既与生产实践、经济发展有关，又与科学实验的发展以及人们探索自然奥秘的思想活动有关。只有当这两方面的动因协同活动时，科学才能取得正常的进步。

物理学的发展是一个继承与突破交互作用的辩证过程，既包含有进化式的量的积累，又包含有飞跃式的质的变革。物理学发展的历史表明，物理学的发展与物理学知识量的积累有关，每一个重大突破都是以积累和继承为前提的，同时又包含着对旧观念和旧理论的批判与扬弃。物理学发展中经常发生的以比较正确的理论代替错误的理论，以比较全面的理论代替片面的理论，以更

为深入的理论代替比较初级的理论，都不是对旧理论的简单的否定，而是一种积极的扬弃过程。它既要吸收和保留旧理论中合理的、正确的成份，又要突破旧概念的限制，把理论体系建立在新的观念基础上。积累的量变不会单调地走向无穷发散；变革的质变也不会割断认识发展的链条。这两种过程的辩证统一，使科学形成一种波浪式的发展进程。

近几十年来，国际上一些科学史家和科学哲学家对科学革命及其运动规律的研究，提出了一些引人注目的理论。奥地利裔英国科学哲学家卡尔·波普(Karl Popper, 1902—)把科学的进化与生物的进化作类比，提出了科学猜测不断证伪和不断革命的理论，他把科学发展的过程归结为一个“四段图式”：

“问题1→猜测性理论→消除错误→问题2”

波普认为，科学并非始于观察，而是始于提出问题。他说：“正是问题激发我们去学习，去发展知识，去实验，去观察。”科学只能以问题开始，以进一步的问题转折。科学认识发展的第二个阶段，波普认为并不是对观察事实进行归纳得出命题，而是科学家为了解决问题和寻求答案，试探性地提出某些猜想和假说；他断言，任何科学理论实质上都是猜想，都是根据有限的事实材料大胆地跳跃到某种结论上，猜测性地对问题进行解答，然后再去接受经验的检验。图式中的第三个阶段具有突出的意义。猜想和假设是否有价值，要经过经验的检验；但波普认为，检验不可能最终“证实”一个假说，但却可以“证伪”或否定一个假说。被证伪了的就被淘汰，代之以更新的假说；那些暂时没有被证伪的，就是暂时有效的理论，但它终究还是会被未来的检验所证伪的。这样，科学认识就通过不断地“试探——除错”，排除被证伪的理论，发现新的问题，提出新的理论，在“不断革命”中使认识愈来愈接近于