

# 物理学史讲义

— 中国古代部分

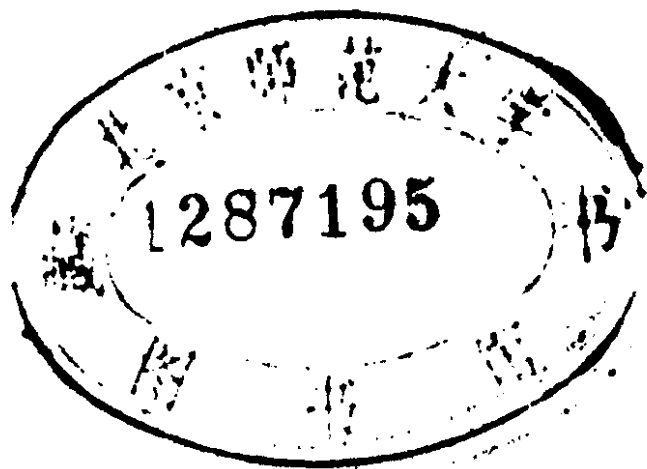


34116415

# 物理学史讲义

——中国古代部份

蔡宾牟 袁运开 主编



高等教育出版社

1985

# Lectures on History of Physics

(The Chinese Ancient Part)

Chief Editors: Cai Bin Mou

Yuan Yun Kai

Higher Education Press

Beijing 1985

People's Republic of China

## 物理学史讲义

——中国古代部份

蔡宾牟 袁运开 主编

\*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

复旦大学印刷厂印装

\*

开本850×1168 1/32 印张8.5 插页8 字数203,000

1985年5月第1版 1985年5月第1次印刷

印数 00,001—10,200

书号13010·01053 定价 2.75 元

## 内 容 提 要

本书是在华东师范大学物理系《物理学史》选修课讲义(中国古代部份)基础上修改而成的。

本书比较系统地汇总了我国近年来在中国古代物理学发展史方面的研究成果,突出了古代物理思想(如“元气说”)的发展及我国古代在计量、力学、声学、热学、电磁学、光学等方面的主要成就。本书对所引资料作了尽可能的校核,力求翔实准确,是我国在同类题材方面第一次出版的教学参考书。可供高等学校物理系、历史系、哲学系及其他有关系科的大学生、研究生及教师作为教学用书,也可供教育工作者、物理、哲学、历史学工作者、科研人员、科技管理干部、中学教师、自学青年及其他社会读者查阅参考。

本书由蔡宾牟、袁运开主编,参加编写和讨论的还有张瑞琨、朱敏文、钱振华、缪克成。袁运开统稿、定稿;缪克成汇集插图及核查引文。

责任编辑:邹延肃。

This book is developed on the basis of teaching an elective course "A History of Physics" (the Chinese Ancient Part) in Physics Department at East China Normal University, Shanghai. The mimeographed form of this book was used for several years at the University.

The authors have systematically collected the recent achievements on the study of the history of ancient physics in China, focusing on the development of ancient thinking in physics (such as the "Theory of Vitality"), as well as the major achievements in weights and measure, mechanics, acoustics, heat, electricity, magnetism and optics during the ancient period in China. The historical materials gathered have been checked repeatedly and carefully, thus being as accurate as possible. It is a first reference book of its kind published in China.

Lectures will be welcomed by both university and college students, post-graduates and teachers of physics, history and philosophy as well as other disciplines concerned. It can also be served as a reference book for the educators, physicists, philosophers, historians, scientific researchers and administrators, high school teachers, self-teaching youth and other readers.

**Cai Bin Mou** and Yuan Yun Kai are chief editors with Zhang Rui Kun, Zhu Min Wen, Qian Zhen Hua and Miao Ke Cheng, participating the discussions and the editing work. Yuan Yun Kai finalized the manuscript. Miao Ke Cheng collected the pictures and charts and also checked the quoted passages.

The managing editor is Zou Yan Su.

## 前 言

物理学史讲义共分三册，第一册为中国古代部份；第二册为经典物理学部份；第三册为现代物理学部份。主要对象为大、中学物理教师和大专院校物理系、历史系、哲学系等学生，也可供其他有高中以上文化程度的科技人员、史学工作者、哲学工作者、管理干部和大专学生阅读参考。本册《物理学史讲义——中国古代部份》包括绪论及结语共计九章，以学科分章，兼顾历史顺序、主要人物和代表著作。书中附有实物照片及示意图一百多帧，供阅读时参考。

物理学史方面的教材和参考书比较少，中国古代物理学部份就更少，各方面特别是教学的需要又很迫切。我们自知学术水平有限，在集体努力下，作为尝试，编写成本书以饷读者。

本书的编写有一个过程：已故蔡宾牟教授在“文革”前曾多次为华东师范大学物理系学生开设物理学史选修课，并且编写了讲义。本书就是在他的物理学史(中国古代部份)讲义基础上，通过广泛收集资料，认真进行分析探讨之后，按照新的体系分工执笔写成的。所有各章在一九七九年暑假完稿后曾油印成册，分送有关专家征求意见。一九八一年三月开始，我们对全书多次进行了认真的讨论、修改和试教，所引史料也尽可能作了校正。参加本书编写工作的有蔡宾牟、袁运开、张瑞琨、朱敏文、钱振华和缪克成同志。

参加1981年12月本书审稿会的有：束世杰、周衍勋、王锦光、

丁祯彦、洪震寰、林文照、申先甲、倪汉斌、郑永令、邹延肃等同志。他们都对本书提出了不少宝贵的修改意见。王锦光、周衍勋、林文照、丁祯彦同志还提供了有关史料。王锦光、洪震寰、林文照、戴念祖同志在我们吸收审稿人意见改稿后，又再次对全书作了审阅。我们均在此一并表示感谢。编写中参考过的有关主要书刊均一并列名于书末，在各章节中不再逐个加注。

由于我们学识和经验的不足，书中必然存在一些缺点和错误，希望读者批评指正。书中实物照片多帧系由上海博物馆提供，其中有些插图由华东师大周秀泉同志拍摄；华东师大图书馆、古籍研究所等单位同志均给予支持，在此一并致谢。

编 者

1983年11月

# 目 录

## 前言

<b>第一章 绪论</b> .....	( 1 )
第一节 学习、研究物理学史的任务、目的、意义和方法 .....	( 1 )
第二节 中国古代物理学的产生和发展 .....	( 4 )
<b>第二章 中国古代对自然界物质本源的认识</b> .....	( 14 )
第一节 古代对宇宙万物本源的认识 .....	( 14 )
第二节 墨家和惠施的原子说 .....	( 21 )
第三节 《管子·内业》和荀况的元气说 .....	( 24 )
第四节 以王充、柳宗元为代表的“元气自然论” .....	( 27 )
第五节 张载、王廷相、吕坤、王夫之、戴震等建立和发展的 “元气本体论” .....	( 32 )
第六节 从现代物理学和哲学角度看元气说 .....	( 40 )
<b>第三章 中国古代物理计量的起源和发展</b> .....	( 44 )
第一节 远古到汉时期对时间的量度 .....	( 44 )
第二节 度量衡起源的评说 .....	( 50 )
第三节 度量衡发展和子午线的测量 .....	( 53 )
第四节 唐宋以来的长度计量和计时仪器 .....	( 59 )
<b>第四章 中国古代力学的历史发展</b> .....	( 68 )
第一节 古代对时间、空间、运动的认识 .....	( 68 )
第二节 墨家对力学的贡献 .....	( 74 )
第三节 《考工记》中的力学知识 .....	( 81 )
第四节 王充《论衡》中的力学知识 .....	( 86 )
第五节 古代有关流体的一些力学知识 .....	( 91 )



第六节	古代的简单机械及有关的力学知识	(96)
<b>第五章</b>	<b>中国古代声学的历史发展</b>	(107)
第一节	远古时期的音乐和乐器	(107)
第二节	春秋战国时期的声学知识	(113)
第三节	律学和三分损益法	(117)
第四节	汉到五代时期的声学知识	(122)
第五节	沈括的声学知识	(130)
第六节	朱载堉的十二平均律	(134)
第七节	宋明时期声学的其它贡献	(138)
<b>第六章</b>	<b>中国古代的热学知识</b>	(145)
第一节	古代对火的利用	(145)
第二节	春秋战国时期的热学知识	(147)
第三节	汉到五代时期热学知识的发展	(153)
第四节	宋明时期热能的利用	(160)
<b>第七章</b>	<b>中国古代电学和磁学的历史发展</b>	(166)
第一节	古代关于电的知识	(166)
第二节	远古到汉时期对磁的认识	(172)
第三节	司南、指南鱼的发明与地磁倾角的发现	(175)
第四节	《梦溪笔谈》中的磁学知识	(180)
第五节	指南针的近代形式——罗盘及其在航海中的应用	(186)
第六节	宋以来对磁现象认识的进一步发展	(189)
<b>第八章</b>	<b>中国古代光学的历史发展</b>	(192)
第一节	古代的光源和视觉的认识	(192)
第二节	墨家对光学的贡献	(195)
第三节	战国至隋唐时期的镜史	(202)
第四节	唐以来有关天然色散的记载	(209)
第五节	《梦溪笔谈》中的光学知识	(211)

第六节 赵友钦的光学实验·····	(214)
<b>第九章 结语</b> ·····	(219)
第一节 中国古代物理学发展的几个特点·····	(219)
第二节 明末清初之际的西学东渐·····	(224)
第三节 进一步开展物理学史的教学与研究·····	(232)
<b>人物简介及索引</b> ·····	(234)
<b>主要参考文献</b> ·····	(251)

# CONTENTS

## Preface

### Chapter I Introduction ( 1 )

1. The Task, Goal, Significance and General Approach in Studying the History of Physics ( 1 )
2. The Origin of Physics and its Development in Ancient China ( 4 )

### Chapter II Interpretation to the Origin of the Material World of Nature in Ancient China ( 14 )

1. Early Interpretation to the Origin of Universe ( 14 )
2. The Atomic Theory by the Mou Zi School and Hui Shi ( 21 )
3. A Chapter Called "Nei Yi" from Guan Zi and the Theory of Vitality by Xun Kung ( 24 )
4. The Theory of Naturalism of Vitality Represented by Wang Chong and Liu Zong Yuan ( 27 )
5. "The Ontology of Vitality" founded and developed by Zhang Zai, Wang Ting Xiang, Lu Kun, Wang Fu Zhi and Dai Zhen ( 32 )
6. Viewing the Theory of Vitality from Modern Physics and Philosophy ( 40 )

### Chapter III The Origin of Chinese Ancient Weights and Measure in Physics and its Development ( 44 )

1. Time Measurement from Remote Antiquity Period to Han Dynasty ( 44 )

2. Comments on the Origin of Metrology ( 50 )
3. The Development of Weights and Measure and the Measuring of the Meridian ( 53 )
4. Length Measurement and Time-Measuring Apparatuses Since Tang and Song Dynasties ( 59 )

## **Chapter IV The Historical Development of Mechanics**

### **in Ancient China ( 68 )**

1. Early Knowledge of Time, Space and Motion ( 68 )
2. The Contribution to the Mechanics by The Mou Zi School ( 74 )
3. Knowledge of Mechanics in "Kai Gong Ji"  
("The Artificers Record") ( 81 )
4. Mechanic Knowledge in "Lun Heng"  
("Discourses Weighed in the Balance")  
by Wang Chong ( 86 )
5. Early Knowledge of Fluid Mechanics ( 91 )
6. The Use of Simple Machine and the Application of Knowledge of Mechanics ( 96 )

## **Chapter V The Historical Development of Acoustics**

### **in Ancient China ( 107 )**

1. Music and Musical Instruments in Remote Antiquity Period ( 107 )
2. Acoustic Knowledge in Spring and Autumn Period and Warring States Period ( 113 )
3. Science of the Pitch-Pipes and Approach of Dividing Profit and Loss in Three ( 117 )
4. Development of Acoustic Knowledge from Han Dynasty to Five Dynasties ( 122 )

5.	Acoustic Knowledge of Shan Kuo	( 130 )
6.	Acoustic Scale of Twelve Temperament by Zhu Zai Yu	( 134 )
7.	Other Contributions in Acoustics at Song-Ming Period	( 138 )
<b>Chapter VI Knowledge of Heat in Ancient China</b>		( 145 )
1.	Early Application of Heat	( 145 )
2.	Knowledge of Heat at Spring and Autumn Period and Warring States Period	( 147 )
3.	Development of Knowledge in Heat from Han to Five Dynasties	( 153 )
4.	The Utilization of Thermal Energy during Song Ming Dynasties	( 160 )
<b>Chapter VII Historical Development of Electricity and Magnetism in Ancient China</b>		( 166 )
1.	Early Knowledge about Electricity	( 166 )
2.	Understanding of Magnetism from Remote Antiquity Period to Han Dynasty	( 172 )
3.	The Invention of South-controlling Apparatus and South- Pointing Fish and the Discovery of Magnetic Dip	( 175 )
4.	Knowledge of Magnetism in Meng Xi Bi Tan ("Dream Pool Essays")	( 180 )
5.	Modern Shape of Magnetic Compass—Compass and its Application in Navigation	( 186 )
6.	Further Development in Understanding Magnetic Phe- nomenon Since Song Dynasty	( 189 )
<b>Chapter VIII Historical Development of Optics in Ancient China</b>		( 192 )
1.	Light Source and Vision	( 192 )

2.	Contributions to Optics by the Mou Zi School	( 195 )
3.	Mirrors from Warring States Period to Sui and Tang Dynasties	( 202 )
4.	Record Regarding Phenomenon of Dispersion Since Tang Dynasty	( 209 )
5.	Knowledge of Optics in Meng Xi Bi Tan ("Dream Pool Essays")	( 211 )
6.	Optical Experiments by Zhao You Gin	( 214 )
	<b>Chapter IX Summary</b>	( 219 )
1.	Some characteristics in Development of Physics in Ancient China	( 219 )
2.	Introduction of Western Sciences Into the East During Late Ming and Early Qing Period	( 224 )
3.	Further study History of Physics and improve the tea- ching	( 232 )
	<b>Appendix A:</b>	
	<b>Index of Names and their Brief Introduction</b>	( 234 )
	<b>Appendix B:</b>	
	<b>Bibliography and References</b>	( 251 )

# 第一章 绪 论

## 第一节 学习、研究物理学史的任务、目的、意义与方法

### 学习、研究物理学史的任务

作为研究物理运动的最普遍形式、基本规律与物质基本结构的物理学，它的起源是与人类的生产活动紧密相联的。而古代物理知识的起源则可追溯到人类文明之初。在早期人类的遗迹中，我们可以看到人类为了生存，在获取生活和生产资料的过程中，在与大自然进行的各种斗争中，不断地认识自然、改造自然，从而也就孕育和形成了关于物质运动的最初知识。而后物理知识的发展一直和生产的发展、社会政治经济文化的变革包括哲学思想的演变紧密联系在一起，相互之间有着不可分割的辩证关系。因此，揭示和探求物理学产生和发展的历史规律，正是学习和研究物理学史的根本任务。这里既包含物理学发展的内部规律，物理学发展中的认识论、方法论问题，也包含物理学发展与生产、社会的政治经济文化，以及天文、数学、哲学等其他学科的关系。

### 学习、研究物理学史的目的、意义

我们学习、研究物理学史的最终目的，是为社会主义现代化建设和两个文明的建设服务。具体讲来可以有这样几个方面：

首先，物理学由于所研究的物质运动及其

规律的普遍性，不仅是其他各门自然科学的基础，也是各种技术科学的基础，它的应用范围涉及国民经济的众多领域。认真研究物理学发展的历史，尤其是近代物理学的发展史，吸取历史上有益的经验教训，探索适合我国实际情况的物理学发展方式与具体途径，这对迅速而有效地推动物理科学的教学与科研工作的开展，为制订科技事业乃至国民经济发展的规划与政策提供借鉴等等都是有益的。不仅领导干部、管理干部应当具有这方面的素养，而且对于今后从事具体科技工作的大学生来说，从学习阶段起就注意积累这方面的知识，形成正确的观点，也是事关重要的。

其次，学习、研究物理学史有利于加强辩证唯物主义的阵地。大家知道，马克思主义哲学之所以能以辩证唯物主义彻底否定形而上学、唯心主义，这和马克思、恩格斯悉心总结当时和已往的自然科学成就，从而丰富其哲学思想体系是分不开的。今天通过自然科学史，特别是本世纪以来一直处于自然科学发展前哨的物理学的发展史的研究，通过对恩格斯逝世以后近百年来物理学上重大成就的总结，必将有利于马克思主义哲学的进一步发展。在认识哲学与物理学之间深刻的内在联系的基础上，认真学习和研究物理学史，显然有助于我们加深对马克思主义哲学基本原理的科学理解，有助于我们自觉地用马克思主义世界观与方法论来指导物理学的学习和研究。有助于以近代科学技术的重大成就来丰富和发展马克思主义哲学。

第三，物理学发展史从某种意义上讲主要是物理思想的发展史。学习、研究物理学中一些重大理论和概念产生和发展的过程与规律，对于从事物理学工作的人来说，可以从学术思想上吸取历史经验，开阔视野，活跃思路。特别值得指出的是，自然科学的理论思维是一种历史的产物，要继往开来，没有学术思想史的知识是困难的。爱因斯坦正是在分析批判牛顿绝对时空观的基础



上提出了相对论<sup>①</sup>。再则物理学作为一门实验科学，它的一些重大贡献，往往总是在方法论上有所突破，从而在认识论上有新的建树。诸如场的观念的产生、能量子的出现等，都是显著的例子。通过物理学史的讲授，把前人所从事的科学实验的具体内容，包括许多杰出实验的设计、研究方案、实验方法以及实验结果的分析、归纳，乃至在一定实验基础上提出的假设、进行的推理等等，尽可能地将其曲折过程原原本本地介绍出来，定会使读者得到启迪。弗兰西斯·培根说：“读史使人明智”<sup>②</sup>这是很有道理的。

第四，学习、研究物理学史有助于加深对物理学知识的掌握。不少物理学工作者对此是深有体会的。学习物理学的同志学一点物理学史，弄清一些物理概念、理论和方法形成演变的来龙去脉，可以提高他们对物理学有关内容本身理解的深、广度，进而激励钻研这些问题的兴趣。特别是对于今后将从事物理教学工作的同志来说，学习物理学史对于搞好教学工作具有更多的实际意义。这是因为在物理教学中结合讲一些必要的历史知识既可以引起学生学习的兴趣（这在中学更是如此），更重要的是可以使学生懂得物理学家如何探索自然，遇到问题是怎样考虑和解决的，以便逐步培养探索自然和认识、改造物理世界的能力。

第五，学习、研究物理学史还有利于结合专业进行思想政治教育。事实告诉我们，通过中外杰出物理学家学术思想演变过程及其生平事迹的研究和介绍，学习他们做人、治学的态度和言行，不仅在业务上有借鉴作用，而且丰富了我们今天进行科学道德教育乃至爱国主义、国际主义教育的内容。回顾我们的祖先在物理

---

① 我国在评定一些物理学科的硕士学位论文时，规定首先要对本研究领域前人的工作进行学术评述，也是着眼于上述考虑。

② 引自弗兰西斯·培根著，何新译：《培根论人生——培根论说随笔选》，第13页，上海人民出版社，1983。