

科学历史的 沉思

交叉科学新

视野从书

NEW

VISION

OF

INTERDISCIPLINARY

SCIENCES

董光壁 著

河北教育出版社

科学历史的 沉思

交叉

科学

学

新

视

野

丛

书

NEW

VISION

OF

INTERDISCIPLINARY

SCIENCES



董光壁 著

河北教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

科学历史的沉思/董光壁著. - 石家庄:河北教育出版社,2001.7
(交叉科学新视野丛书/赵红州主编)

ISBN 7-5434-4298-1

I. 科… II. 董… III. ①自然科学史-研究②物理学史-研究
IV. ①N09②04-09

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 038974 号

书 名	交叉科学新视野丛书——科学历史的沉思
作 者	董光壁
责任编辑	杨玉岭 杨惠龙 孙新龙 李连保 张贻珍
特约责编	田卫平
装帧设计	张志伟 刘 昕
出版发行	河北教育出版社 (石家庄市友谊北大街 330 号)
印 刷	河北天润印刷有限责任公司 (石家庄市友谊北大街 345 号)
开 本	850 × 1168 毫米 1/32
印 张	9.5
字 数	219 千字
版 次	2001 年 10 月第 1 版 2001 年 10 月第 1 次印刷
印 数	1 - 2000
书 号	ISBN 7-5434-4298-1/0·45
定 价	12.40 元
版权所有	翻印必究

想自己所惑，说自己所想。

——董光壁



作者简介

董光璧，1935年生，河北丰润人。毕业于北京大学，先后在北京大学、中国科协和中国科学院从事研究工作。现为东方国际易学研究院副院长。发表论文百余篇，著书十余种，其中《世界物理学史》、《马赫思想研究》、《EPR关联之谜》、《中国近现代科学技术史论纲》、《易学科学史纲》和《当代新道家》等专著已有广泛影响。

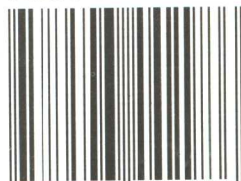
1999.12
12

科学历史的

沉思

THE HISTORY
By Dong Guangbi

ISBN 7-5434-4298-1



9 787543 442986 >

ISBN 7-5434-4298-1

0.45 定价 12.40 元

目 录

第一章 物理学思想的历史透视	1
第一节 物理学内涵和外延的变化	2
第二节 物理学研究模式的沿革	5
第三节 物理世界图像的变迁	9
附录	12
第二章 20 世纪初的物理学革命	29
第一节 古典物理学的矛盾和危机	32
第二节 相对论和量子论的诞生	36
第三节 物理学革命的意义和影响	40
第三章 物理学革命中量子力学的建立	45
第一节 热辐射研究和普朗克能量子假说	46
第二节 爱因斯坦的光量子论和光的波粒二象性	49
第三节 玻尔的原子结构理论	50
第四节 量子矩阵力学	53

第五节 量子波动力学	56
第六节 殊途同归	58
第七节 量子论的影响	60
第四章 马赫为什么拒绝相对论	63
第一节 对公开文献的分析	63
第二节 对私人信件的分析	70
第三节 对诸说之评论	76
第五章 论爱因斯坦致马赫的信	84
第一节 四封信	85
第二节 马赫方面的背景	88
第三节 爱因斯坦方面的背景	93
第四节 分析评论	98
第六章 爱因斯坦和马赫	105
第一节 爱因斯坦—马赫研究的兴起	107
第二节 爱因斯坦—马赫关系的演变	110
第三节 相对论的马赫思想影响	130
第四节 爱因斯坦哲学思想的特征	138
附录	141
第七章 爱因斯坦作为一个批评家对量子理论发展的贡 献	150
第一节 争论的性质	151
第二节 批评的实质	153
第三节 和几率诠释的关系	156

第四节	促进测不准关系的提出和确立	159
第五节	和互补描述的关系	161
第六节	EPR 悖论的推动力	164
第八章	定域隐变量量子理论的检验综述	166
第一节	量子力学的统计特征	167
第二节	量子力学不完备性的思想实验论证	168
第三节	定域隐变量量子理论	173
第四节	贝尔不等式	177
第五节	EPR 效应的实验检验	182
第六节	关于实验结果的评价	187
第九章	EPR 型实验结果说明了什么?	190
第一节	从 EPR 论证到 EPR 实验	191
第二节	EPR 实验结果的复合时空解释	198
附表		204
第十章	EPR 实验——实在论和实证论的争论	206
第一节	一个需要哲学家参与解决的问题	207
第二节	物理实在概念在争论中发展	210
第三节	关于物理实在的一种可能的理论	214
第十一章	论相对论和量子论的统一	219
第一节	相对论和量子论的相容和对立	220
第二节	物理时空变革的必要和可能	224
第三节	EPR 关联和非定域性	226
第四节	测量和物理实在	229

附录	231
第十二章 变维空间概念及其意义	238
第一节 易图的变维空间结构	243
第二节 马赫的变维空间概念	249
第三节 相空间的维数可变性	255
第四节 物理场的函数空间	259
第五节 分形的变维性	265
第六节 空间关系观和变维概念的意义	271
跋	279

第一章

物理学思想的历史透视

现代意义的物理学的主要任务是，依据观察和实验所获得的事实，运用数学和符号系统，合乎逻辑地构造物理世界图像。这种思想的产生和形成以及物理世界图像的变迁，构成了物理学思想的主流。在这个意义上考察物理学的发展，我们可以把它概括为五种历史形态：思辨物理学、数学物理学、实验物理学、理论物理学和计算物理学。伴随着这个历史过程出现过四种物理世界图像：力学世界图像、能学世界图像、电磁学世界图像和基本相互作用统一世界图像。作为科学的典型学科物理学也明显地表现出它同社会的相互作用。一方面物理学发展的每次转变都有其社会历史背景，另一方面物理学的技术成果和理论思维对社会的经济、文化和政治的发展有巨大的推进作用。

第一节 物理学的内涵和外延的变化

“物理学”作为一门学术的名称是从古希腊哲学家亚里士多德（Aristotle，公元前 384 ~ 前 322 年）的希腊文著作 $\Phi\upsilon\sigma\iota\kappa\eta\ \acute{\alpha}\kappa\rho\acute{o}\sigma\alpha\sigma\iota\varsigma$ 延续下来的。这个希腊词意为探讨自然的秩序和原理的“自然学”。后来的拉丁文 *physica* 为它的音译，而法文 *physique* 和英文 *physics* 等又都源于拉丁文。日本学者川本幸民在他的科学著作《气海观澜广义》（1851 年）中提及“费西加，穷物理之学”，第一次把希腊文及其衍生的各种西文译成日本汉字“物理学”。1879 年日本学者饭盛挺造出版了以日本汉字“物理学”为题名的著作。1900 年上海江南制造局出版了饭盛挺造的这部著作的藤田丰八和王季烈的汉译本《物理学》，汉语“物理学”这个学术名词自此延续至今。

汉语“物理”一词最早出现在《庄子·秋水》：“是所以语大义之方，论万物之理。”在《荀子·解蔽》中也出现过类似的用语：“凡以知，人之性也；可以知，物之理也。”在《淮南子·览冥训》中则更为明显：“耳目之察，不足以分物理；心意之论，不足以定是非。”这里的“物”都是一切自然物，正如《易传·序卦》中所说，“盈天地之间者唯万物”；而“理”是规律的意思，如后汉郑玄在《礼记·乐记》的注释中所说，“理犹性也”，就是说自然的理就是它的本性。所以“物理”的含义就是自然规律。宋代邵雍（1011~1077）提出“物理之学”的概念。汉语“物理”和希腊语中 $\Phi\upsilon\sigma\iota\kappa\eta$ 是很相近的，它们的基本含义都是“自然学”，即关于自然规律的学问。

亚里士多德写下的许多讲稿和素材，生前没有正式出版，只是在他死后近三百年，公元前 40 年左右，才由他的学院的

第11代继承人安德罗尼库斯(Andronicus)分类整理,编辑成书。亚里士多德38岁开始写作的《物理学》就是在这时第一次正式出版的。到公元2世纪左右,在原子论学派和柏拉图(Platon,公元前427~前348年)学派日渐兴盛的时候,吕克昂学院的院长,阿费洛底西亚的亚里山大(Alexander)力图保存纯逍遥学派的理论,开始考证注释真伪混杂的亚里士多德的著作。公元6世纪初,亚里士多德的著作被认为违背教义而禁止研究,于是被迫东传,亚里山大城的菲利普努斯(Johon Philoponus, ? ~568年)等人注释了亚里士多德的《物理学》,在波斯、叙利亚、北非流传。公元10世纪,阿拉伯学者阿威森纳(Avicenna, 即 Ibn Sīnā, 980 ~ 1037)和阿沃罗伊(Averröes, 即 Ibn Rushd, 1126 ~ 1198)关于亚里士多德著作的注释对后世有很大影响。公元12世纪亚里士多德的哲学又被认为可以用来解释教义,于是又反传回欧洲。亚里士多德的著作成了大学的教科书。亚里士多德的物理学思想,在14世纪以后,虽然受到一些学者的批判,但是在近代科学出现以前,它一直在欧洲占主导地位。

亚里士多德把学问分为理论的(或思辨的)、实践的和制造的,而理论学术又分为形而上学、数学和物理学。他把形而上学叫第一哲学,把物理学叫第二哲学,即自然哲学。第一哲学研究不变的存在,第二哲学研究变化的存在。在亚里士多德逝世三百年后,由他的继传人编辑成书的《物理学》主要讨论产生和消灭(即运动)、空间和时间以及事物变化的原因等物理世界的根本原理。今天被视为物理科学的光学、和声学、力学、天文学都被分类在数学里。几何光学被视为研究光线的几何学,力学被视为研究运动的几何学,和声学视为研究音程的数学比例,天文学被视为研究天体位置的几何学。一直到近

代,研究的方法虽已摆脱了思辨方式,但物理学的内涵和外延没有多大变化。例如笛卡尔(R.Descartes, 1596~1650)把全部哲学看作一棵大树,形而上学是树根,物理学是树干,其他科学都是树枝。1666年成立的法国皇家科学院分为数学部和物理学部,几乎像古代一样把力学和天文学归为数学部,物理学部则包括化学、植物学和解剖学等。

大约到18世纪中叶,由于科学的专门化,化学和自然史从物理学中分化出来,成为独立的学问。化学主要是由拉瓦锡(A.L.Lavoisier, 1743~1794)等人的工作而获得独立地位的,而自然史则是由于林奈(C.Von Linne, 1707~1778)和布丰(G.Buffon, 1707~1788)等人的努力而受到特殊的注意,成为独立学科固定下来。1771年法国皇家科学院创办新期刊《化学年鉴》(Annales de Chimie)和《物理学、自然史和技术观察报告》(Observation sur La physique, sur l' Histoire Naturelle, et sur les Arts),已明显表现出自然哲学的分化。在化学和自然史从自然哲学中分化出来以后,留下来的物理学意味着什么呢?在18世纪后半叶的法国曾就这个问题进行过讨论,结果是把物理学分为一般物理学和特殊物理学。一般物理学指牛顿力学或由《自然哲学的数学原理》导出的数学科学的整个传统,而特殊物理学同牛顿的《光学》的非数学部分有关,用现在的话来说就是实验物理学,它包括声、光、电、磁等现象的一个广泛的领域。1793年蒙日(G. Monge, 1746~1818)和他的科学院成员出版了《物理学词典》(Dictionnaire de physique)其中不包括任何化学和自然史方面的条目,从而宣告了物理学的新概念。此后物理学就在这样的理解下发展起来。

第二节 物理学研究模式的沿革

17 世纪以前的物理学属于物理学前史。各文化先进的民族的哲学研究都不同程度地包含着对自然现象的思辨研究,并且在直观观察的基础上构造物理世界图像。中国、希腊和印度是较早发展哲学理性的民族,大约在公元前 6 世纪到公元前 4 世纪就产生了不同程度的自然哲学。这些民族几乎都或先或后并且程度不同地发展出三种宇宙的物理原理:生成论、构成论和象数论。就中国和希腊相比较,中国偏重生生成论,希腊偏重构成论。近代科学虽说是古代各先进民族文化汇合的结果,但是更多、更直接的则是承继了希腊文化传统。正如恩格斯(F. Engels, 1820~1895)所说的那样,“在希腊哲学的多种多样形式中,差不多可以找到以后各种观点的胚胎和萌芽”。作为物理学的史前传统可以概括为三种主要思想,我们简单地称它们为数学主义、逻辑主义和实验主义。数学主义的代表人物是毕达哥拉斯(Pythagoras, 公元前 582~前 497)和柏拉图。他们企图以数学揭示隐藏在现象内的模式,把合适于现象的数学关系看作是对现象的解释。欧多克斯(Eudoxus, 公元前 409~前 356)和托勒密(Ptolemy, 100~170)遵循这种思想构造了宇宙的地心几何体系。逻辑主义的代表是亚里士多德。他强调描述自然秩序的学问不是数学而是逻辑学。他承认物理学中数学关系的重要性,但是他试图区分经验科学和纯数学,主张经验科学的研究应当从要解释的现象中归纳出一般原理,然后从包括这些原理的前提中演绎出关于现象的陈述。为此他创造了逻辑推理的三段论式作为他的物理学的基础。欧几里得(Euclid, 公元前 333~约前 275)和阿基米德

(Archimēdēs, 公元前 287~前 212) 在他们各自的科学中把演绎系统化。罗吉尔·培根 (R. Bacon, 1219~1292) 提倡实验主义。他不仅继承了柏拉图的数学思想和亚里士多德的逻辑思想, 而且继承了阿拉伯人的实验精神, 并且把这些方法结合起来。他第一次把实验提到原则的高度, 认为实验方法可以获得其他方法所不能获得的知识。这三种思想都是以后物理学发展的先导。

近代科学兴起的外在因素有文艺复兴和宗教改革, 而其内在因素则是数学传统、逻辑传统和实验传统的发扬。但是表现最为突出的是柏拉图的数学主义。一直到 18 世纪末, 物理学的主要成就是天文学和力学, 它们是作为数学的分支被研究的。从事这些研究的科学家是以数学家的身份出现的。作出物理学重大成绩的科学家们的思想是很明确的, 伽利略 (Galileo Galilei, 1564~1642) 说大自然之书是用数学语言写的, 笛卡尔 (R. Descartes, 1596~1650) 说科学的本质是数学, 牛顿 (I. Newton, 1642~1727) 把他的划时代的物理学著作题名为“自然哲学的数学原理”。而且这一时期的物理学的主要成果不是靠实验, 而是在有限的观察事实的基础上充分依靠数学获得的。这一时期的物理学的主要特征是将自然哲学的思辨原理转变为数学原理, 借助数学构造物理世界的图像。当然, 在这一时期有弗兰西斯·培根 (F. Bacon, 1561~1626) 提倡实验方法论, 也有像伽利略、牛顿、玻义耳 (Robert Boyle, 1627~1691)、帕斯卡 (B. Pascal, 1623~1662) 那样的获丰硕成果的物理学实验家, 但毕竟是少数, 而且实验物理学的成果远不能和数学物理学的成果相比。因此, 无论从科学家的科学观看, 还是从获得科学成就的主要方法看, 这一时期的物理学就其特征来说, 都可以称为数学物理学。

但是,在18世纪末,培根精神得到发扬,开始了物理学的第二次革命。有两个社会因素促成这种情况的出现。第一个是法国的启蒙运动和大革命,第二个是英国的工业革命。在启蒙运动中世界第一部真正的百科全书主编狄德罗(D.Diderot, 1713~1784)重新提倡实验科学方法,他在《关于自然解释的思索》(1754)中提出一个实验物理学的纲领。在拉瓦锡的多次建议下1785年法国科学院建立了实验物理学研究室,而且他和拉普拉斯合作制作冰量热器,这在实验物理学史上有重要地位。革命后的法国在教育和科学研究方面极其重视实验和数学的结合,并且制度化。1806年拉普拉斯和贝托莱(C. Berthollet, 1748~1882)建立了一个实验物理学家的研究组织,投资15万法郎购置实验设备。他们还提出一个改造物理学的计划:使用新仪器和技术把物理学定量化,减少实验误差,提高精度,把数值代数化。从此在法国走上实验物理学数学化的进程。1800~1815年是拉普拉斯的追随者们的牛顿范式,其后是由傅立叶(J.B.J. Fourier, 1768~1831)开辟的非牛顿范式。正是这后一个方向在热学、光学和电学领域获得极大的成功。法国的物理学研究影响了欧洲各国。英国工业革命的成功刺激了德国,为了赶上英国依靠科学成为必要。受法国的影响,德国开始建立实验室,先是化学方面的,后来是物理学方面的,各大学和产业部门设立研究机构,使实验制度化。“实验”是产业装置的预想。在英国的工业革命(1830~1870)中产业和科学没有多少结合,而其后的物理科学(包括化学)则成了产业的预想。科学就这样进入了生产力,并成为第二次科学革命的特征。

第一次物理学革命导致经典力学的形成和完成,而第二次科学革命在物理学方面导致经典电动力学、热力学和统计物理