

科学思想方法丛书

潜物理学思想方法

QIANWULIXUE SIXIANG FANGFA



● 于国安 主编

山东教育出版社

科学思想方法丛书

潜物理学思想方法

QIANWULIXUE SIXIANG FANGFA

● 于国安 主编

山东教育出版社

鲁新登字 2 号

科学思想方法丛书

潜物理学思想方法

于国安 主编

*

山东教育出版社

(济南经九路胜利大街)

山东省新华书店发行 山东新华印刷厂潍坊厂印刷

*

850 毫米×1168 毫米 32 开本 7.26 印张 4 插页 157 千字

1994 年 3 月第 1 版 1994 年 3 月第 1 次印刷

印数 1—1,000

ISBN 7—5328—1885— 3/G · 1610

~~定价 4.95 元~~
定价 4.88 元

《科学思想方法丛书》编委会

主 编 解恩泽 徐本顺 赵树智

编 委 (以姓氏笔划为序)

于书亭	于伟佳	王 悦	刘永振
刘大文	付 平	孙玉志	孙永大
丛大川	朱铁生	吕金福	李 普
胡 光	郑隆圻	赵玉林	赵树智
赵恒武	徐本顺	徐世典	徐炎章
高昌海	张永春	张富国	张 薇
张润庠	董驹翔	殷启正	解恩泽
滕福星			

要重視科學思想方法
的研究

為科學思想方法叢書題詞

錢三強

一九九〇年六月一日

闡明科學思想方法
幫助提高思維技巧
以利開展科學研究
書祝

《科學思想方法叢書》成功

徐利治 1990年5月

总 序

科学思想方法是科学的灵魂。它既是人们认识自然和改造自然的结晶,又是开发智力、启迪创造和发展科学的源泉和基础。它同科学知识一样,都是极其宝贵的社会精神财富。以往,人们十分重视科学知识本身的考证、记述和整理,这是有益的,今后还应继续加强这一工作。但是,相比之下,对科学思想方法的研究却没有引起人们应有的重视,也正因为如此,又在一定程度上影响了科学知识的形成和科学人才的培养。因此,大力开展科学思想方法的研究,并以丛书的形式系统反映其成果,无疑是一项具有深远意义的工作。

本丛书以辩证唯物主义和历史唯物主义为指导,力图从科学思想方法的不同形态、科学技术的不同领域、世界上的不同国家,以及古今中外著名科学家等侧面,采取历史与现实相结合的方式,广泛挖掘科学思想方法成果,深刻揭示科学思想方法产生和发展的规律,全面概括科学思想方法的特征和功能,为提高科技人才素质服务。

我们相信,这套丛书的出版,将对我国科学思想方法的研究、科技队伍的建设、民族科技意识的增强与科学教育事业的发展,起到积极的促进作用。

《科学思想方法丛书》编委会

一九九二年一月于长春

前 言

任何科学理论的形成和发展,都要经历一个由“潜”到“显”的孕育过程。在这个过程中,每一项重大科学成果的取得,都将伴随着科学思想方法的重大突破,物理学也不例外。《潜物理学思想方法》主要以物理学中重大的科学发现为线索,以世界著名物理学家的科学思想方法为侧面,揭示物理学中科学胚胎的发育及科学思想的产生和发展的规律。使广大读者,特别是青年学生能够在掌握物理知识的同时,学习和掌握科学思想方法,以利于思维能力的培养和提高。

本书共七章,第一至第六章对物理学中的力学、电磁学、光学、热学、狭义相对论等学科以及物理常数的孕育、产生和发展,及其所包含的思想方法作了分析;第七章论述了假说的形成、检验和发展,以及它在物理学由“潜”向“显”转化中的地位和作用。

本书编著者为于国安(主编)、张鲁殷(副主编)、王飞、曹伟、徐达林。

由于我们学识有限,书中难免存在疏漏和不妥之处,诚望广大读者批评指正。

最后,对山东教育出版社的编辑同志为本书所付出的细致劳动表示诚挚感谢。

著 者

1993年10月

目 录

第一章 经典力学的孕育产生	(1)
第一节 科学新时代的曙光	
——哥白尼日心说的诞生	(1)
第二节 “天空立法者”开普勒和他的三定律	(8)
第三节 伽利略对经典力学的奠基性工作	(13)
第四节 牛顿经典力学的创立	(20)
第二章 经典电磁理论的孕育产生	(34)
第一节 静电理论的建立	(34)
第二节 电磁学研究的突破性发展	
——电磁联系的发现和研究	(40)
第三节 “电磁感应”的发现和科学概念的重大突破	(46)
第四节 经典电磁理论大厦的建立	(54)
第三章 光的微粒说与波动说的论争	(69)
第一节 微粒说与波动说的对峙	(69)
第二节 微粒说与波动说的论争	(73)
第三节 微粒说与波动说的统一	(82)
第四章 热力学的建立	(93)
第一节 热机的发展和热现象的研究	(93)
第二节 热力学基本定律的创立	(101)
第三节 关于熵的产生及其发展	(112)
第五章 狭义相对论的创立	(119)
第一节 牛顿绝对时空观的困境	(119)

第二节	狭义相对论的先驱	
	——洛伦兹和彭加勒	(123)
第三节	狭义相对论的创立	(129)
第四节	爱因斯坦的哲学思想和科学方法	(140)
第六章	物理常数及其蕴含的科学思想方法	(150)
第一节	物理常数的含义、形成和演变	(150)
第二节	物理常数在物理学发展过程中的地位和作用	(167)
第三节	物理常数的哲学意义	(184)
第七章	物理学发展的重要形式——假说	(196)
第一节	假说及其一般特征	(196)
第二节	假说在物理学研究中的作用	(200)
第三节	物理假说的形成	(206)
第四节	假说的检验和发展	(214)
参考文献		

第一章 经典力学的孕育产生

力学是物理学中的基础学科。因为力学研究的是自然界中最常见、最简单的运动，所以物理学先从力学发展起来。力学是从运动形式入手去探索自然界的规律，它的形成必然受当时发达的手工业的推动及天文学发展的影响。由于16、17世纪以力学为中心的实验科学的兴起，经过开普勒（1571—1630）、伽利略（1564—1642）、牛顿（1643—1727）等一大批科学家在几百年之中的辛勤工作，终于完成了经典力学的理论体系。

第一节 科学新时代的曙光

——哥白尼日心说的诞生

一、古代的宇宙体系

在古代天文观察和天体测量中，人们对宇宙天体的结构形成了两种不同的见解：一种认为宇宙以地球为中心；另一种以毕达哥拉斯（约前582—前500）学派为代表则认为，宇宙以“火团”为中心，一切天体（包括地球）都围绕着中心火团作匀速圆周运动。

在哥白尼（1473—1543）日心说建立之前，天文学上占统治地位的是亚里士多德—托勒密的地球中心说。公元前300多年，古希腊的哲学家亚里士多德（前384—前322）提出了地球中心说。他认为太阳、月球和行星都在以地球为中心的不同半

径的同心透明球体上作匀速圆周运动。后来为了解释天文观察中行星的顺行、驻留和逆行现象及太阳周年运动，阿波罗尼乌（约前 247—前 205）和希伯克（约前 161—前 126）分别在地心说中添进了“本轮”、“均轮”及偏心圆概念。到公元 2 世纪，古埃及天文学家托勒密（约 90—168）集古代地心假说之大成，提出了系统的地心理论体系，简称地心说。托勒密认为，地球不动地居于宇宙的中心，但又稍微偏离中心，太阳、月球在偏心圆上直接绕地球运行，每个行星都沿着一个小圆作等速运动，这个小圆叫做“本轮”，本轮的中心又沿着一个大圆绕地球作等速运动，这个大圆叫做“均轮”。他还认为，水星、金星的本轮中心位于地球和太阳的连线上，而木星、土星到它们各自本轮中心的连线，总平行于地球和太阳的连线。在托勒密的地心体系中，恒星都位于被称为“恒星天”的固体壳层里，而恒星天以外的天层则是神的住所。

千百年来，日月东升西落，夜空斗转星移，人们已完全习以为常，古代的人们对于处在由上帝安排好的宇宙中心很感得意、自在，他们对生活在一个静止不动的地球上十分放心，这正是一般民众乐意相信托勒密地心体系的心理基础。另外，托勒密的地心体系，在只凭肉眼粗略观测的情况下，不仅较好地总结了历代的天文观测资料，而且在后来一个相当长的时间里，能够针对各个时代的实际需要，经过繁复的计算后，就能足够好地预言行星将走的路径，预先推算行星的位置。因此，地心说有一定的实用价值，这也是它能够沿用 15 个世纪的重要原因之一。

二、哥白尼日心说的孕育诞生

随着航海事业的兴起，天文学得到了迅速的发展。年长月久，人们观测的准确度随科学的发展而不断提高，于是地心说这个主观臆测的体系就暴露了它的缺陷。为了迎合新发现的天文现象，使地心说与观测资料尽可能符合，托勒密学说的后继者不得不增加新的本轮和均轮，结果使本轮和均轮的总数达 80 多个。这样，天体位置的推算工作变得愈来愈复杂，所得结果又不符合实际，这就在客观上要求用新的理论代替托勒密体系。正是在这样的历史条件下，波兰天文学家哥白尼从理论和实践相结合的新高度提出系统的日心学说，迎来了科学新时代的黎明。

1. 哥白尼创立日心说的动力

哥白尼出生在波兰的托伦城，10 岁丧父，由舅父抚养成人。哥白尼 18 岁进入波兰克拉克大学学习天文学，他对数学和天文学有浓厚的兴趣，学习刻苦，成绩优异。1496 年哥白尼又到文艺复兴的发源地意大利求学和工作，当时古希腊的毕达哥拉斯的哲学在意大利又重新复活。这个学派提出，数是实在世界的基础，数和形是决定一切自然物的形式，圆是几何图形中最完美的形式；他们还认为，宇宙是非常和谐的，各行星与地球的距离一定符合音乐的和谐，从而奏出了“天体音乐”。毕达哥拉斯学派曾作过这样的假设：如果地球是绕着空间一个固定点转动，就可以更简单地解释天体的视运动。关系愈简单，从数学的角度来看就愈好，就愈接近于自然。当时，毕达哥拉斯这种思想在意大利影响较大，哥白尼的导师意大利天文学家诺瓦拉就批评过托勒密体系太繁琐，不符合数学的和谐。受导师的影

响，哥白尼接受毕达哥拉斯的哲学观点，认为宇宙结构应该是简明合谐的。他以这种观点去评价托勒密的学说，认为地心说不符合这个原则。哥白尼指出：根据他们的理论无法推断宇宙的形状及其各部分永恒的对称性，他们就象这样一种艺术家，要画一张象，从不同的模特儿临摹了手、脚、头和其他部分，然后不成比例地凑合在一起，尽管各部分都画得极好，结果各部分不协调，画出来的不是一个人，而是一个怪物。于是，这位天文学家对地心说产生了怀疑，并着手探索有关宇宙体系的其它见解。为此，他攻读了大量古希腊的哲学原著，从中受到了有关地动日心体系的原始思想的启发。哥白尼写到：“我对传统数学在研究各个天体运动中的可疑之处思索了很长时间之后，对于哲学家们不能对造物主为我们造成的美好而有秩序的宇宙机构提出正确的理论而感到气愤，……因此，我不辞辛苦重读了我所能得到的哲学著作，看看在各天球运动方面有没有其他一些不同的假说。结果，在西塞罗的著作中发现了海西塔斯逼真地描写过地球的运动，后来又在普鲁塔尔赫的著作中看到还有别人也赞成与之类似的见解……。这就启发了我也开始考虑地球的运动。虽然这种看法似乎很荒唐，但前人既可以随意想象圆周运动来解释星空现象，那么，我更可以尝试一下，是否假定地球有某种运动能比假定天体旋转有更好的解释。于是从地球运动的假定出发，经过长期的、反复的观测，我终于发现：如果其他行星的运动同地球运动联系起来考虑，并按每一行星的轨道比例来作计算，那么，不仅会得出各种观测现象，而且一切星体轨道和天体大小与顺序以及天穹本身，就全部有机地联系在一起了，以至不能变动任何一部分而不在众星和宇宙中引起混乱。”

可见，寻求毕达哥拉斯关于和谐的宇宙图景是哥白尼研究太阳系结构创立日心说的动力。

2. 哥白尼创立日心说的基础和思想方法

哥白尼是一位主张研究自然，重视观测、尊重事实的天文学家。早在意大利求学期间，他就与自己的导师诺瓦拉一起观察天体，共同参加有关天文学的讨论。有时独自进行观测和思考，并将观测数据和计算结果与托勒密在《天文集》中记载的进行比较，当他发现自己的观测数据与计算结果与旧理论不一致的时候，他一方面向老师请教，一方面坚定地认为：理论是月亮的光辉，事实是太阳的光辉，只有阳光照射到月亮上之后，才会有月光。老天文学家十分赞赏哥白尼的见解，向他指出：“只有同事实一致，理论才能站得住，托勒密认为地球是宇宙的中心，静止不动，日月星辰绕着地球转。1000多年来人们已发现了一些与理论不符的事实，为了维护托勒密的理论，人们并不重视这些事实，反而去增加本轮的数目……，你应该沿着实践的路子走下去，天文学的真理蕴藏在浩瀚的星空中，而不是在现有的典籍里，勇敢和毅力会使你成功。”

在老师的启发下，为了进一步探索宇宙结构体系，哥白尼回波兰后在自己居住的教堂角楼上建立一座小小的天文台，用自制简单的天文仪器，孜孜不倦地对天体进行精确的观测。他三十年如一日，送走了无数个满天星斗的夜晚，他根据自己的观测结果，重新测算了许多重要的天文数据，其精确程度相当惊人，使他的日心地动说建立在可靠的实践基础上。

如何对待科学事实，如何处理旧理论和新事实的矛盾，这是两条认识路线的分歧在科学研究中的反映，也是科学研究能否取得成果的前提。唯心论的先验论把理论看成是“天才”头

脑里主观自生的，或上帝启示的产物，所以它要求科学事实必须服从、迁就权威的言论或宗教的教义。在哥白尼之前，不少人已经发现了一些与宗教所支持的托勒密地心说不符的事实，但为了维护托勒密的理论，他们不重视新事实，或用增加圆轮的办法调和新事实与原有理论的矛盾。唯物论的反映论则认为理论是客观事物及其规律在人的意识里的反映。因此，反映论主张：理论必须建立在事实的基础上，必须由事实来检验，来取舍。科学研究必须绝对尊重事实。哥白尼在探索宇宙结构时，就是采取了这样的态度。当他发现新观测到的事实与托勒密理论不符合时，就坚决站在新事实这一边，毅然抛弃与事实不符的错误理论，去寻找和创立新理论。这样，在大量观测事实的基础上和正确方法论的指导下，人类对宇宙体系的认识又由最初的地动说发展到哥白尼的日心地动说。

哥白尼的宇宙新体系是：天体从远到近的顺序如下，最远的是恒星天体，包罗一切，本身是不动的，它是其他天体的位置和运动必须的参考背景……，在行星中土星的位置最远，30年转1周；其次是木星，12年转1周；然后是火星，2年转1周，第四是1年转1周的地球和同它在一起的月亮；金星居第五，9个月转1周；第六是水星，88天转1周；中央就是太阳……太阳被称为宇宙之灯，宇宙之心……。太阳好象是坐在王位上，统率着围绕它转的行星家族。地球还有一个侍从——月亮……。这种顺序显示出宇宙具有令人赞叹的对称性和轨道的运动与大小的和谐。

3. 哥白尼突破旧体系的思想武器

在文艺复兴运动的思想熏陶下，哥白尼养成了独立思考和批判精神。他勇于探索，敢于同传统的错误思想决裂，善于提

出新见解。在哥白尼时代，托勒密学说有教会支持，在几乎所有的人都相信地心说的情况下，哥白尼却能根据事实提出针锋相对的理论。他在自己所著的《天体运行论》的“原序”中写道：“我认为应该摆脱那些违背真理的错误意见。”“对数学一窍不通的无聊的空谈家会摘引圣经的章句加以曲解来对我的著作进行非难和攻击，对这种意见，我决不予以理睬，我鄙视他们。”正是由于这种独立思考和批判精神，才使哥白尼能与传统观念决裂，创建新的理论和学说。哥白尼这种追求真理的精神，对后人是一个很大的鼓舞。

三、哥白尼的科学思想

哥白尼开创的天文学革命，不仅开辟了近代科学发展的道路，而且他许多重要的科学思想，也直接启发和影响了后来的科学创造，是一份可贵的科学财富。

1. 关于运动的相对性

托勒密的地心说，是基于人们的一种常识，人们相信地球静止不动，无非是被太阳东升西落的表面现象所迷惑，被大地在自己的脚下不动这种常识所禁锢。哥白尼用运动的相对性，来说明这是人们的错觉。他认为：无论观测对象运动，还是观测者运动，或者两者同时运动但不一致，都会使观测对象的视位置发生变化。要知道，人们是在地球上看到天穹的旋转，如果假定地球是在运动，也会显得地球外的物体作方向相反的运动。这是在伽利略以前提出过的关于相对运动最明确的科学论述，同时也是哥白尼观察研究天文现象和构筑日心地动体系的一个出发点。它既是科学思想的重大发展，又是科学方法论研究的一个转折点。它向人们表明，眼见的不一定为实，必须对人类的