



WULIXUE MANTAN

物理学漫谈

——物理学爱好者与教授的对话

WULIXUE AIHAOZHE YU
JIAOSHOU DE DUIHUA

陈 时◎著



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社



WULIXUE MANTAN

物理学漫谈

——物理学爱好者与教授的对话

WULIXUE AIHAOZHE YU
JIAOSHOU DE DUIHUA

陈 时◎著



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

物理学漫谈——物理学爱好者与教授的对话/陈时著. —

北京: 北京师范大学出版社, 2012.10

ISBN 978-7-303-14202-6

I. ①物… II. ①陈… III. ①物理学—普及读物

IV. ①O4-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 029422 号

营销中心电话 010-58802181 58805532
北师大出版社高等教育分社网 <http://gaojiao.bnup.com.cn>
电子邮箱 beishida168@126.com

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com.cn

北京新街口外大街 19 号

邮政编码: 100875

印刷: 北京京师印务有限公司

经销: 全国新华书店

开本: 184 mm × 260 mm

印张: 21.5

字数: 470 千字

版次: 2012 年 10 月第 1 版

印次: 2012 年 10 月第 1 次印刷

定价: 60.00 元

策划编辑: 范林 责任编辑: 范林

美术编辑: 毛佳 装帧设计: 毛佳

责任校对: 李菡 责任印制: 孙文凯

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58800825

序

物理学是理论与实践高度结合的精确科学，物理学有一套全面、有效的科学方法，在科学素质教育中，物理学课程有着不可替代的重要作用。“科学对于人类事务的影响有两种方式，第一种方式是大家熟知的：科学直接地并在更大程度上间接地产生出完全改变人类生活的工具；第二种方式是教育的性质——它作用于心灵。”爱因斯坦的这句话道出了物理学教育更深层次的意义。

物理学课程当然要以传授知识为主，但如果单纯以知识的传授效果来设计和评价物理学课程却并不恰当。比如，学生在物理学课程中学习的不少知识在今后的专业工作中可能并没有直接的应用；而且知识还不可避免地、有时甚至是很快地被学生所遗忘。那么，物理学课程的重要价值又何在呢？结构生物学家米歇尔(H. Michel, 1988年诺贝尔化学奖获得者)讲过的一句话在一定程度上回答了这个问题：“对我影响最大的是我的物理老师，她教我如何思考问题，严谨、避免走弯路，使我的思想具有逻辑性。”所以，任何一个物理教师都应该认真思考，你教授的课程可以给学生哪些长远的、深刻的影响呢？如果我们想明白并解决了这些问题，物理学课程可能就会在培养杰出科技人才的过程中真正发挥出它应有的作用了。

在这里我向读者推荐陈时先生的《物理学漫谈》一书。陈时先生长期从事基础物理教学工作，具有丰富的教学经验，此书就是作者长期物理学教学经验的总结。此书浅显、易读、富有趣味性，特别关注物理学的思维方式和研究方法，关注物理学大家从事科学研究并取得重大发现的过程。在通俗地讲述物理知识的同时，更多地关注物理学家发现物理学规律的历史背景、思维方式，以及他们不屈不挠的敬业精神。此书适合于高中生、大学生、中学及大学基础物理教师和广大的物理学爱好者阅读。学习物理学课程的同学可以和课程配合阅读此书，在学习物理知识的同时，多关注些科学思维方式的学习，从中吸取有益的营养，或许还可以使物理学课程的学习多一点快乐。我更建议教授物理学课程的教师参考此书，在设计课程的时候除了关注知识的传授之外，更多地关注提高学生的思维 and 创新能力。

管 靖

2012年5月23日于北京师范大学

内容简介

本书根据物理学历史发展的基本顺序，全面地讲述了有关物理学的内容，也涉及荣获诺贝尔物理学奖的大物理学家的故事，对物理学的发展也进行了一些展望。内容翔实、丰富。因此，本书既可作为物理学史料来阅读，也可作为物理学资料来查阅。特别是，本书用浅显的语言来讲述物理学深刻的内涵，具有很大的可读性和趣味性。本书特别强调物理学的思维方法和研究方法，对于激励青少年读者的进取心、提高读者的心智和思维能力极具帮助，适合于高中生、大学生、中学物理教师及大学普通物理学教师和广大的物理学爱好者阅读。

前言

诺贝尔物理学奖是全世界物理学界最高的奖项和最大的荣誉，但是至今我国尚未有人获得(外籍华裔除外)，笔者作为中国人感到极为遗憾。究其原因，当然有很多方面，笔者写这本书的目的，是想对物理学有兴趣的一般读者，较广泛和全面地介绍物理学的知识、发展的基本历史、有重大贡献的物理学家，以及物理学当今所感兴趣的问题及研究方向，使读者对物理学能有一个比较全面的了解。使读者能从物理学大家的研究过程中，学习到他们科学的思维方法，建立起正确的方法论和世界观，从而能从中吸取到对自己有益的营养，还能从阅读中获得快乐。笔者所写的内容中不少是对物理学大家(主要是诺贝尔物理学奖获得者，他们的学识渊博，思想深邃，极富远见和灵感)的著作的一种感悟，想以此使对物理学感兴趣的读者共享他们的精神财富，或者还能起到“传道、授业、解惑”的作用。因此，我认为本书对于学习物理学的学生、从事物理学教学的工作者和物理学爱好者，应该是一本可以加入书架的读物。

之所以把本书起名为《物理学漫谈》，就是为了使笔者可以比较随心所欲，也可以随时有感而发。但是，笔者又不能脱离物理学发展历史这一条主线索。笔者把物理学发展的主要内容串在了一起，形成了一本较为完整的物理学科普读物。与别的科普读物不同的是，这本书稍显一些学究气，大概是因为笔者希望对物理学内容本身的叙述尽量精确所致。因为希望自己的讲述能多一些趣味性和幽默感，所以全书采用对话的形式编写，力求将深奥的东西讲得浅显易懂，使读者轻松愉快；为了能增加读者的感性认识而配了部分精美插图。但是，为那些对物理学感兴趣的读者着想，笔者还是尽量不涉及数学，如果有那么一点点，也仅仅是为了讲述的方便或是为了加深读者的印象。但所有这些都可能是笔者的一厢情愿。

在讲述物理学知识的同时，更多地关注物理学家发现物理学规律的历史背景、思维方式，以及他们不屈不挠的敬业精神。笔者就不断地被这种精神所感动。文中还穿插了一些诺贝尔物理学奖获得者获奖背景和所取得的成就。能提高读者对学习物理学的兴趣，激励读者学习科学的热情，以期将来能够出现一个诺贝尔物理学奖获得者，那将是笔者终生的幸福。

笔者学和教了一辈子的物理学，对物理学有了一点肤浅的体会。总想把这点体会奉献给那些对物理学感兴趣的年轻朋友们，使他们少走些弯路，尽快学好物理学，进入物理学的世界，并能进行理性的思考，尽早取得科学成就。哈佛大学的一位教授说：“学习的本质，不在于记住哪些知识，而在于它触发了你的思考。”这也是笔者想写本书的目的。

最后，要诚心诚意地说，由于才疏学浅，错误和不当之处在所难免，望各位专家和广大读者不吝赐教，笔者将不胜感激！

作者

2012年1月17日

书中人物

郝奇：一位物理学爱好者，书中简称学生
成石：一名物理学教授，书中简称教授

目 录

引 言	(1)
第 1 章 伽利略——科学的物理学的开创者	(3)
1. 伽利略之前物理学所取得的成就	(3)
2. 科学的物理学的开始	(7)
3. 伽利略对物理学的贡献	(9)
第 2 章 牛顿——经典力学的奠基人	(12)
1. 牛顿解决了力学中最核心的问题	(12)
2. 对牛顿运动三定律的进一步理解	(13)
3. 物理学中的单位制	(15)
4. 牛顿建立了万有引力定律	(17)
5. 牛顿以后经典力学的发展	(23)
第 3 章 对物质构成基元的初期探索, 为我们展现出了一个奇妙的世界	(28)
1. 元素和原子	(28)
2. 布朗运动	(30)
3. 原子分子动力论	(32)
4. 统计规律性	(34)
5. 能量均分定理	(38)
6. 液体	(39)
7. 固体	(42)
第 4 章 热——我们最熟悉而又最陌生的一个话题	(46)
1. 摩擦生热摧毁了热质说	(46)
2. 物体的内能	(47)
3. 热力学第一定律	(48)
4. 第二类永动机不可能实现	(49)
5. 热力学第二定律	(50)
6. 熵增加原理	(52)
7. 热力学第二定律的微观解释	(54)
8. 热力学第二定律和环保	(57)
9. 浅谈耗散结构	(60)
10. 热力学第三定律	(62)
第 5 章 麦克斯韦——集电磁学实验之大成创建了完美的电磁场理论	(63)
1. 电与磁的早期研究成果	(63)
2. 库仑定律标志着电磁学定量研究的开始	(65)

3. 奥斯特和安培的贡献	(66)
4. 法拉第时代	(68)
5. 电气时代的到来	(72)
6. 麦克斯韦的电磁理论	(77)
7. 对电磁波的预言和实验验证	(79)
8. 麦克斯韦预言光是一种电磁波	(81)
9. 麦克斯韦的思想对我们的意义	(81)
第6章 光的本性——物理学家们持久争论的话题	(85)
1. 光学的早期研究成果	(85)
2. 光速的测定及其意义	(88)
3. 关于光的本性的争论	(89)
4. 学术争论在科学发展中的价值	(92)
5. 关于“以太”	(94)
第7章 19世纪末物理学中所出现的重大危机和三大新发现	(95)
1. 对19世纪以前物理学的总结	(95)
2. 山雨欲来风满楼	(96)
3. 第一朵乌云	(97)
4. 第二朵乌云	(100)
5. 电子的发现	(103)
6. X射线的发现	(105)
7. 放射性的发现	(106)
8. 诺贝尔物理学奖可能会奖给什么样的物理学家	(108)
第8章 玻尔——初期量子论的创始人	(110)
1. 光电效应	(110)
2. 光子	(111)
3. 卢瑟福的 α 散射实验	(114)
4. 玻尔的氢原子理论	(115)
5. 描述电子运动状态的量子数	(118)
6. 泡利不相容原理	(122)
7. 原子的壳层结构	(123)
8. 氦氖激光器	(126)
第9章 爱因斯坦的狭义相对论——引起了时空观的革命	(130)
1. 关于爱因斯坦	(130)
2. 狭义相对论的基础	(132)
3. 同时的相对性	(134)
4. 运动时钟的变慢	(135)
5. 运动尺子的缩短	(137)
6. 四维时空	(138)

7. 相对论质量	(141)
8. 质能关系式	(143)
第 10 章 爱因斯坦的广义相对论——关于引力的权威理论	(146)
1. 问题的提出	(146)
2. 等效原理	(147)
3. 时空的弯曲	(148)
4. 物质在引力场中的运动	(151)
5. 广义相对论	(154)
6. 爱因斯坦的宇宙观	(155)
7. 爱因斯坦在认识论和方法论上的贡献	(157)
第 11 章 原子核——关于原子中心深处的探究	(161)
1. 放射线的性质和半衰期	(161)
2. 射线探测器	(162)
3. 原子核的组成	(164)
4. 人工放射性同位素	(167)
5. 粒子加速器	(169)
6. 核能的和平利用	(172)
7. 关于核力	(177)
8. 原子核的结构模型	(179)
第 12 章 量子力学——给出了微观世界最神奇而又最深奥的秘密	(186)
1. 微观粒子的波粒二象性	(186)
2. 薛定谔的量子力学	(188)
3. 波函数的统计解释	(190)
4. 隧道效应	(194)
5. 海森堡的量子力学	(195)
6. 不确定关系式	(198)
7. 量子论和决定论的大论战	(200)
8. 最后的裁决	(206)
9. 量子力学的成就	(210)
第 13 章 基本粒子——人类对构成宇宙物质基元的深入探索(上)	(218)
1. 中微子的发现	(218)
2. 对反粒子的预言	(222)
3. 对 π 介子的预言和发现	(226)
4. 宇宙射线	(229)
5. 新增加的量子数	(231)
6. 李政道、杨振宁和吴健雄	(236)
7. 轻子家族	(238)
8. 清理胜利果实	(242)

第 14 章 基本粒子——人类对构成宇宙物质基元探索的完成(下)	(245)
1. 共振态粒子	(245)
2. 对强子夸克结构的探索	(247)
3. J/Ψ 粒子	(251)
4. 寻找到了第三代夸克	(253)
5. 被禁闭的夸克	(255)
6. 夸克的颜色	(258)
第 15 章 相互作用力——既古老而又最新颖的话题	(260)
1. 电磁相互作用力	(260)
2. 弱相互作用力	(263)
3. 强相互作用力	(267)
4. 万有引力	(270)
5. 不寻常的标准模型	(273)
第 16 章 对称性——在更新的高度上来认识和研究物理学的规律	(278)
1. 物理学家相信自然规律的简单性	(278)
2. 爱因斯坦为对称性走出了关键的一步	(279)
3. 对称性和守恒定律	(280)
4. 对称性的胜利	(283)
5. 规范场论革命	(285)
第 17 章 超大统一理论——人类对自然规律认识的终极追求	(290)
1. 大统一思想的来源	(290)
2. 弱电统一理论	(291)
3. 大统一理论	(295)
4. 自发对称性破缺	(299)
5. 万物之理	(302)
第 18 章 广袤而神秘的宇宙——霍金和他的现代宇宙学	(308)
1. 支持大爆炸宇宙学说的证据	(308)
2. 奇点和黑洞	(312)
3. 霍金辐射	(317)
4. 宇宙的开始和将来的命运	(319)
5. 量子引力论	(322)
6. 时间的箭头	(325)
第 19 章 最后——笔者还想补充的几句话	(329)
1. 物理学中的常数	(329)
2. 物理理论的特征	(330)
3. 物理学家应有的素质	(331)

引 言

学生：教授先生，您好！我是一名高中生，我很喜欢学物理。因为学习物理使我增加了很多新知识，大大开阔了我的眼界。特别是我还读了一些相关的科普读物，像相对论、量子论、黑洞等，使我感到既新奇又神秘。可是这些东西又是如此之深奥，我只能囫圇吞枣地把它们读完，然后感觉就像坠入云里雾里之中。这反而更激起了我更大的好奇心。我很想弄明白这些都是怎么回事，更希望能全面而系统地了解整个物理学的相关知识。因此，特意来向您请教。

教授：以后你就叫我老师好了。你能够对科学有如此浓厚的兴趣，我真是由衷地感到高兴。现在科学技术正在一日千里地迅猛发展，青少年朋友要跟上时代的步伐，除了要学好课堂知识以外，的确还应该读一些科普读物，扩大自己的知识面和眼界，为将来成为科技型人才打好基础。我作为一名物理老师，有责任为你们做好科普工作，及时向你们介绍物理学的系统知识及其在今天所取得的成果，使你们能理解到它们的精神，激起你们对科学的兴趣，引导你们建立起正确的学习方法和思维方法，使你们将来能成为科学技术精英和国家栋梁。

学生：在学校里物理老师对我们说，物理学对启发人的心智十分重要，它能培养人正确的思维方法、对事物的逻辑分析能力，以及科学的研究方法，还能培养人科学地去认识和理解世界。因此，不论将来学习什么学科、从事什么工作，学好物理学都是十分重要的。对于老师所说的这些，我还不太理解。我们到学校是学习知识的，老师却要跟我们强调什么思维能力、研究方法等，那么究竟是知识重要还是思维能力重要呢，我怎样才能学好物理呢？

教授：两者都重要，但是思维能力更重要！知识是前辈们已经发现或者发明的东西的集成，是人类智慧的结晶，所以我们要学习知识；与此同时，我们还要问这些知识是怎么来的，它们在该学科中有什么地位和作用，思考它们是否一定正确，还存在哪些尚未解决的问题，以及分析它们与其他学科的关系等，这些都属于分析思维能力。也就是说，我们在学习时不能只知其然，还要知其所以然。简单地说，就是要在学时多问几个为什么。只有这样，我们才能在原有知识的基础上有所发现，有所创造，有所突破，才能为科学事业作出贡献，才能成为真正的人才。这就是继承和发展的关系。记住，正确的思维方法是对你今后从事任何一项工作能否取得优异成绩的一个决定性因素，而这一能力的获得是在学习知识的过程中，有意识地去培养的。

至于如何才能学好物理学，我不能给你一个适用于任何人的学习模式。我想要说的是，首先是要培养自己对学习物理学的兴趣，因为兴趣是学好任何一门学科的原动力，对此你好像不成问题。然后就是要有足够的耐心，因为物理学的很多概念、定律、原理的确很难理解。还要有很好的数学基础。如果能做到遇到困难时绝不畏缩，坚韧

不拔，持之以恒，必能获得成功。具体来说，要想学好物理学，就一定要搞清楚物理学到底研究什么，它是如何研究的，它研究的成果是如何转化成生产力的，又是如何推动社会生产力和人类对世界认识的发展的。只有这样，你才抓住了学习物理学的要点，也只有这样，你才能真正理解和学好物理学，还能从中获得极大的快乐！

学生：那么，现在就请老师开始给我系统地讲解物理学吧！

第 1 章 伽利略——科学的物理学的开创者

1. 伽利略之前物理学所取得的成就

教授：我想，我们就从物理学是从何时开始的说起吧。就一般意义来说，物理学是从观察开始的。人类一出现，就开始观察自然界，观察事物的运动变化。比如说，世界上任何一个地方的任何一个民族，都观察过日月星辰的运动，也描述了它们的运动。但只是观察现象并且还能描述它是远远不够的。还有两件更重要的事情要做：(1)所观察到的现象存在什么规律？(2)为什么会具有这样的规律？

学生：老师，请问什么是规律呢？

教授：规律是指事物变化所遵循的一种严格的秩序，或者说，在什么条件下，一定会发生什么事情。例如，在一定倾角的光滑斜面上轻放一个物体，我们就能知道经过多少时间，物体一定会运动到哪里，这是物体运动学的规律，我们已经研究出了它的规律。因此，如果我们掌握了某种事物的规律，便能对它进行预测。古时候，我们的祖先通过观察记录了日月星辰的运动，也总结出了一些规律。例如，发现太阳总是不停地东升西落，一昼夜的时间总是一样长，于是就把一昼夜分为 12 个时辰，方便他们作息；还发现月亮的圆缺时间和一年四季的时间有一定的关系，因此，他们把一年分为 12 个月，并且制定出 24 个节气，便于农民按时耕作。这就是说，我们的祖先总结出了天体运动的规律，并根据这个规律编制出了历法。当然，后来的历法又几经重大修改，才形成了更加符合天体实际运动情况的历法，这就是我们现在所使用的公元历法。如果所找到的规律能圆满解释当前的事物并能准确地预测后来的事物，这一规律就能被人们所接受。研究事物变化的规律并追究这些规律产生的原因是人类与生俱来的天性，这就是好奇心。好奇心使人们总在试图对观察到的东西进行解释。在很古老的时候，人类就不断地向自己提出很多问题，并希望找出答案。例如，为什么会打雷、闪电、下雨？大地是什么样子的？满天的繁星是什么，它们怎么会镶嵌在天上而不掉下来呢？太阳为什么会不断地发出光和热？物质是由什么组成的？有天堂和地狱吗？等等。因为当时对这些问题找不出答案，所以就归结为鬼神或创世主，迷信和宗教得到了发展的土壤。但是，随着文明的进步，人们对所有这些问题都逐渐找到了科学的答案，使科学得到了发展。

学生：老师，照您这么说，好奇心是科学发展的动力了。

教授：它是科学发展的第一推动力，还有一个动力就是人类的想象力。我们不妨回顾一下，在伽利略之前的大思想家们，在与物理学有关的问题方面所获得的研究成果，是后来发展真正意义上的物理学的奠基石。古希腊人毕达哥拉斯在公元前 525 年

首先提出了大地是球形的看法，直到公元前 350 年的亚里士多德，才以无可辩驳的观察事实证明了地球是圆的。到公元前 240 年，埃及人埃拉托色尼利用不同纬度处同样长度的木棍在太阳照射下，得到的不同影子的长度，测算出了地球的周长和直径，与现在所测得的数据相差无几。在这里，我们已经初步看到了物理学研究中的一些基本要素：观察和数据测量。

关于天体运动的研究对后来物理学的发展起到了重要的作用。太阳和月亮的运动并不只是每天从东方升起，从西边落下那样简单。细致地观察，我们就会发现，太阳每天行走的路径都在不断地变化，（在北半球）冬季的路径偏南，然后逐渐升高，到夏季 6 月 23 日达到最高，然后又返回，周而复始。月亮的运动看起来则更为复杂，除了路径高低的变化外，还有月亏、月圆和升起时间的周期性变化。我们的祖先还观察到，绝大多数星球的相对位置是不变的，它们都只是绕北极星做逆时针圆周运动，被称为恒星；但有几颗明亮的星星却会在群星之间穿梭而行，被称为行星，它们在周期运动中还会出现逆行现象。前面提到，正是根据观察到的这些规律性，制定出了历法，也用于指导农耕和航海等。

公元前 4 世纪，古希腊大哲学家柏拉图及其追随者们，试图找到一种理论或者建立一个模型，来阐明天体运动的这些规律性，而不去借助于神灵或其他超自然力量的参与，这是我们能走向科学的重要一步。他们提出了“地心说”的假设：地球不动，月亮、太阳和行星都在围绕着地球做匀速圆周运动，恒星则静止地分布在很远的天穹上。

学生：老师，“地心说”不是错误的吗？您为什么还要给我讲这个错误的理论呢？

教授：我们学习任何知识都应该站在当时的历史背景下，站在当时人们所掌握的知识的角度下，来了解他们是如何思考 and 解决这些问题的。只有这样才能提高我们的思维能力。而不是一味地盲目接受前人所获得的结果或结论，这正是当前学生在学习时的严重不足之处。柏拉图关于星体运动问题的陈述，对于我们理解物理理论的性质，在三个方面有所启迪：（1）一种理论应该建立在简单的概念上。他认为周期性运动中，以匀速圆周运动最简单、最完美，星体应该做这样的运动。实际上，后来的大物理学家们在建立或发展他们的理论时，无一不继承和发扬了这一思想。在下面的讲述中你要特别注意这一点。（2）观察和测量对于物理理论是十分必要的。虽然当时由于受到测量方法和观测工具等的限制，没有获得多少有价值的的数据，这也是他们的解释不能成功的主要原因。但是他们的这一理念却一直伴随着物理学的发展。（3）对于一种物理现象的解释，需要建立一个物理模型或一个数学结构。这也是现在物理学中采用的方法。例如，分子运动论就是关于分子运动的模型；物理学的定律则最常用物理学方程表达出来，而方程就是一种数学结构。

对于在古希腊刚开始发展的科学理论，我们不能有太多的苛求，我们在敬佩他们大胆尝试的精神的同时，还要吸取对我们有价值的观念和教训。好的理论不可能是一蹴而就的，随着观测数据的精确化和增多，理论会不断地改进和完善，有时甚至会被更好的理论所完全取代。到公元 150 年，埃及亚历山大的托勒密使“地心说”的理论达到顶点。他以匀速圆周运动为基础，建立起一个很了不起的天体运动的几何模型。这

个几何模型不但能解释行星的逆行现象及其亮度的变化，还能相当准确地预言太阳、月亮和各行星的位置。在该模型的基础上制定出了相当精确的历法，因而该理论体系被人们所接受并使用了1400多年，才被哥白尼的“日心说”所完全取代。

学生：我有一点还不太明白，既然“地心说”是错误的，为什么托勒密的理论还能准确地预言天体的运动呢？

教授：如果从运动学的角度来看，也不能就说托勒密是错误的。因为这实际上是一个对运动描述的参照系的选择问题。依我们现在来看，地球和各行星确实在绕太阳转，而月亮也确实在绕地球转，这种以选择太阳为参照系来描述太阳系中天体的运动，肯定要简单明了得多。但如果以地球为参照系来描述，将会变得非常复杂，这正是托勒密所给出的结果。但这种描述应该说是允许的。就好像有一个在笔直的马路上匀速前进的行人（地球参照系），对一个坐在游乐园的“摩天轮”上的人来说，坐在他旁边的人都是不动的，而那位路上的行人，却走着复杂而奇怪的路线。因此，他描述该行人的运动会显得非常复杂。若我们以太阳为参照系，由于地球的自转和公转，那位行人行走的路线会更加复杂。不过话又说回来，虽然不同的参照系对运动的描述都是允许的（这称为运动描述的相对性），但若问及天体为何能这样运动，则只能是在哥白尼“日心说”的基础上，根据牛顿的万有引力定律和牛顿第二定律，才能给出完全充分正确的解释。也就是说，从动力学的角度来看，无疑“地心说”是错误的，而“日心说”是正确的。

学生：哥白尼为什么会想到去建立一个新的天体运动模型呢？

教授：这个问题问得好。哥白尼不仅是杰出的天文学家和数学家，而且知识渊博、极具才华。他对托勒密的“地心说”经过了长达近40年的研究，认为他的行星运动体系太复杂，不符合理论应当简明的原则。他说，只要假设地球是月亮的中心，太阳才是宇宙的中心，天空中所看见的运动都是来自地球的自转和地球对太阳的公转，那么，关于天体运动的问题便迎刃而解了。他不仅更加精确地解决了托勒密所解决的一切问题，还第一个推导出了行星和太阳间的相对距离。哥白尼宣称，他的体系最大的优点是对各行星运动描述的简明性，用它来预测行星运动不仅方便，更有一种令人愉快的和谐美。要知道，美学的愉快是科学实践中最有意义的经验之一。越简明的物理规律，才能越接近理解自然界的真谛。简明性与和谐美是科学理论中的一个基本特性，现在科学界常用这一特性作为判断某个物理理论是否正确的一种依据。哥白尼的学说就具有这样的特性。

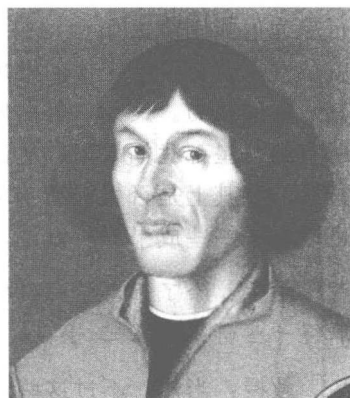


图 1-1 哥白尼

哥白尼在临终前的1543年发表了一本长达六卷的著作《天体运行论》，表达了他的全部观点。他的学说给人类带来了观念上的革命，是科学史上的一件大事，这使他名垂后世。该书为人们开辟了一个全新的宇宙图景：太阳是不动的，地球在运动，不仅每天自己旋转1周（自转），而且与其他行星一起围绕太阳做圆周运动（公转）；月亮作

为地球的卫星则是在绕地球转动。

学生：正如您在前面所说的那样，哥白尼使我们把参照系从地球移到了遥远的太阳上，从那里来看，太阳位于太阳系的中心。您说过，运动的描述具有相对性，我的理解是，在描述运动时，各参照系应是等效的，虽然有的参照系描述的结果会更简明些。这么说来，哥白尼的功绩是不是不那么伟大了呢？

教授：当然不是的！哥白尼解决了谁是宇宙中心的问题，极大地冲击和改变了人们对世界的认识。以太阳为中心的学说，不仅是在向当时的常识挑战，更是在向宗教的统治进行挑战。当时的信仰认为宇宙以及人类和各种生物都是上帝创造的，因此地球必须是宇宙的中心。哥白尼的太阳中心学说显然与当时的神学教义相抵触，凡支持他的学说的人都会受到严厉的惩罚，布鲁诺被烧死，伽利略被软禁就是例证。所以，历经了 100 多年，哥白尼的太阳中心学说才得以最终确立。

学生：哦，原来要改变人们旧有的认识，接受一个以全新的假设为基础的革命性理论的认识是如此艰难啊！

教授：人类是相当因循守旧的，要想改变人们的固有观念，的确是十分艰难的。因此，要产生一次观念上的革命，一定会经历相当艰难曲折的历程，在物理学发展过程中，这样的例子屡见不鲜。正因为如此，那些具有创新性和革命性思想的人，才显得特别了不起，他们必须具有过人的才智和胆识。一旦一个新的革命性理论建立起来，必然会改变人类的世界观，更会引起新的研究。例如，哥白尼的太阳中心说就为解决行星为何能围绕太阳运动打开了大门；开普勒按照日心说来研究行星运动的规律时，就孕育了万有引力定律的发现，并使牛顿的动力学得以在天体运动的研究中充分展示其强大的威力。又如，哥白尼的太阳中心说，使人们从宇宙的自我中心观中解放出来，所有的恒星都犹如太阳，从而引发出了新的想象：在宇宙中是否存在有类似于地球的行星？在其上是否生活着有智慧的生物？现在的科学家正在积极进行这方面的探寻，也取得了一些成果。所以说，哥白尼无愧为一个伟大的科学家。

学生：除了天文学的研究成果之外，古时候的人们也应该在物理学的其他领域中取得一些研究成果吧。

教授：当然。不过这些还都属于对大自然观察的总结和哲学思考的范畴。他们采用观察和猜测的方法来处理问题，而不是用实验来证明理论，更没有建立起较为完整的理论体系，所以还不能算是真正意义上的物理学。

例如，古希腊哲学家德漠克利特所提出的古代原子论，试图说明世界上千变万化的物质的结构问题，但是他不可能指出原子的种类，更谈不上原子的结构了。又如，叙拉古人阿基米德研究了杠杆原理，还发现了浮力定律。还要特别提到亚里士多德的关于力和运动间的关系的观察和解释，因为由它引起了伽利略的具有深远意义的工作。亚里士多德观察到：松手后任何物体都将会很快达到某个速度，然后以这个速度匀速下落，而且物体越重，这个速度就越大，还注意到 4 匹马拉的车比 2 匹马拉的车跑得快。于是使他得出了一个重要的结论：力是维持物体运动的原因，并且力越大物体的