

# Physical Science

## 简明物理史 物理之光



编 总  
顾 问  
著 者

朱 齐 周  
幼 光  
文 欣 召

程 赵  
军 忠  
贤

改变世界的物理学正在改变世界，物理世界的遨游者要  
对功利主义说不。

——表面物理、半导体物理学家；中国科学院院士 王迅

物理有趣，创意无限。

——凝聚态物理学家；中国科学院院士 陈难先

未知的物理世界面前，科学家都像是小学生充满好奇  
和无畏。

——超导物理学家；中国科学院院士；第三世界科学院  
院士 赵忠贤

识宇宙之宏，鉴粒子之微。

——加速器物理学家；中国科学院院士 谢家麟

上海科学技术文献出版社

# Physical Science

简明物理史

物理之光



编 总  
著 顾  
朱 齐 周  
幼 欣 光  
文 欣 召  
程 赵  
军 忠  
贤

图书在版编目 ( C I P ) 数据

简明物理史: 物理之光 / 齐欣等编著. —2 版. —上海:  
上海科学技术文献出版社, 2009.3  
(中国科技馆丛书)  
ISBN 978-7-5439-3879-3

I. 简… II. 齐… III. 物理学史 - 普及读物 IV. 04-09

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 019649 号

责任编辑: 张 树 李 莺

封面设计: 许 菲

简明物理史·物理之光

编 著: 齐 欣 程 军 朱幼文

出版发行: 上海科学技术文献出版社

地 址: 上海市长乐路 746 号

邮政编码: 200040

经 销: 全国新华书店

制 版: 南京展望文化发展有限公司

印 刷: 常熟市华顺印刷有限公司

开 本: 787 × 960 1/16

印 张: 10.75

字 数: 149 000

版 次: 2009 年 3 月第 2 版 2009 年 3 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5439-3879-3

定 价: 22.50 元

[http: //www. sstlp. com](http://www.sstlp.com)

# 序

2005年是联合国确定的国际物理年，我国也举办了“物理年在中国”活动，以纪念特殊相对论（又称狭义相对论）发表100周年和伟大的物理学家爱因斯坦逝世50周年。19世纪末、20世纪初，在古典物理学出现危机的关键时刻，爱因斯坦与其他物理学家们以一系列创新性的科学发现与理论成就，共同拉开了相对论和量子理论为基础的现代物理学革命的帷幕。

相对论和量子力学是20世纪最重要的科学发现，不仅为我们提供了从微观夸克到宏观宇宙的物质和运动的图像和规律，丰富了我们的物质观和宇宙观，而且为20世纪技术的发展提供了科学的基础，并推动着人类社会进入了一个全新的时代。

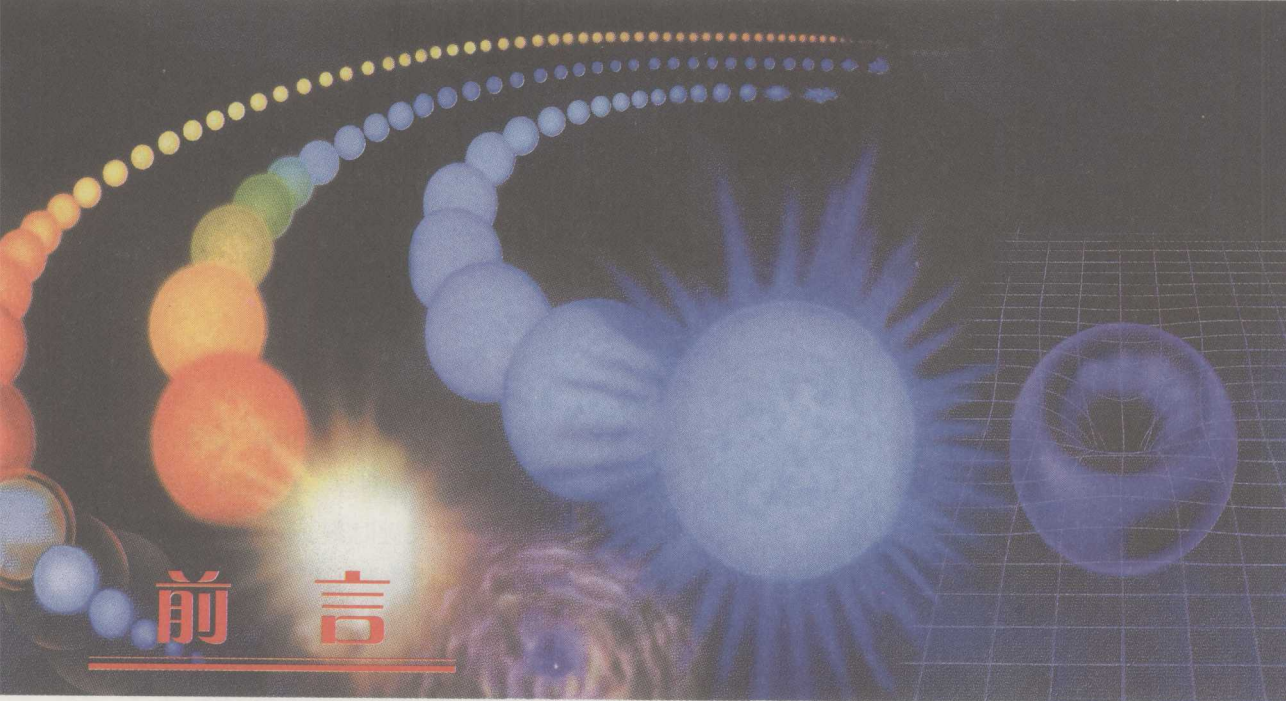
我们举办世界物理年活动，不仅仅是为了纪念相对论和爱因斯坦，也不仅仅是为了回顾100年来的物理学发展与成就，我们更应看到物理学在推动人类科技、经济、思想文化和社会的进步中所起到的突出作用。从400多年前的第一次科学革命以来，物理学充分显示了作为先进生产力的开拓者、先进文化的创造者和社会进步的推动者的巨大作用。物理学是研究物质结构、性质、基本运动规律及其相互作用的学科。物理学的性质决定了它是整个自然科学的重要基础，是许多高新技术的重要基石，先进思想、先进文化的重要源泉。

科技创新决定着一个民族的命运。从某种角度来看，物理学的发展历史就是无数科学家不断创新的历史。爱因斯坦和其他众多物理学家的成长与科研经历，为中国科学界、教育界和全社会提供了极其宝贵的启示。中国要成为科学强国，必须改革我们的教育方法，创造良好的研究环境，培养和造就一代有理想、有道德，充满社会责任感，掌握、创造和应用最新科技成就，敢想敢干，敢于超越，全身心献身于振兴中华事业的创新型人才。

周光召

2005年4月21日



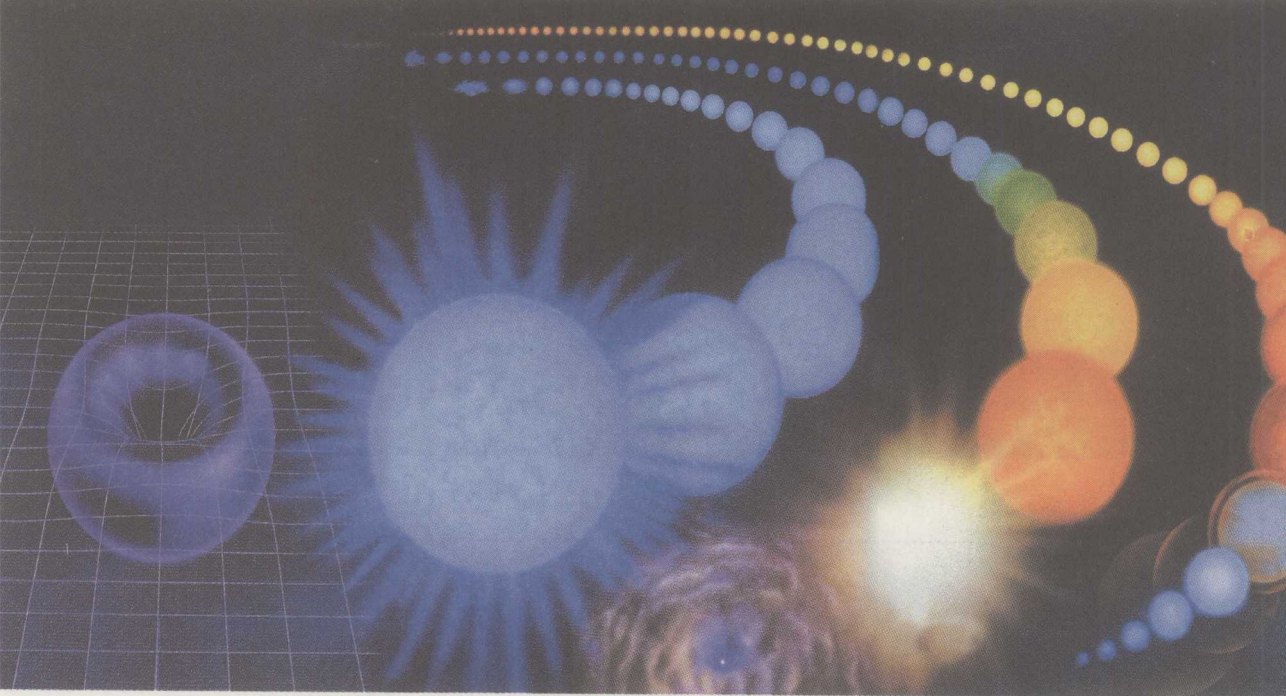


# 前言

100年前的1905年，爱因斯坦在瑞士伯尔尼撰写了5篇科学史上的著名论文。其中，《关于光的产生和转化的一个启发性观点》提出了光量子假说及光电效应理论，在量子理论的发展过程中占有极其重要的地位；《分子大小的新测定》推导出计算分子扩散速度的数学公式；《关于热的分子运动论所要求的静止液体中悬浮小粒子的运动》提供了原子确实存在的证明；《论动体的电动力学》提出了时空关系的新理论，宣告了相对论的诞生；《物体的惯性是否决定其内能》则根据狭义相对论提出了质量-能量转换的思想。

爱因斯坦的上述论文与当时其他科学家的新发现、新理论，共同拉开了近代物理学革命的帷幕。这场以量子论和相对论为基础的近代物理学革命，几乎渗透到了科学技术的所有领域，并将人类带入了一个新的时代。



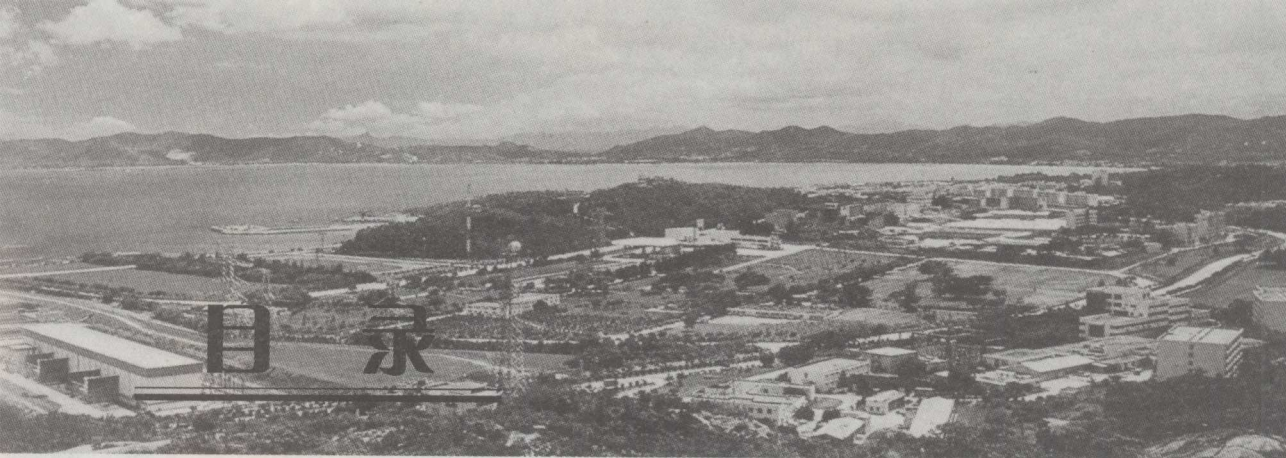


回顾历史，我们更加清晰地看到，每一次科学革命、技术革命和产业革命无不打下了物理学的深深烙印。物理学革命及其所引发的一系列科学变革，不仅催生出众多的技术变革，推动了产业和经济的发展，并且极大地深化了人类对物质世界的认识，促进了先进思想、先进文化的孕育与形成，从而深刻地改变了人类的物质生活、精神生活和社会生活。

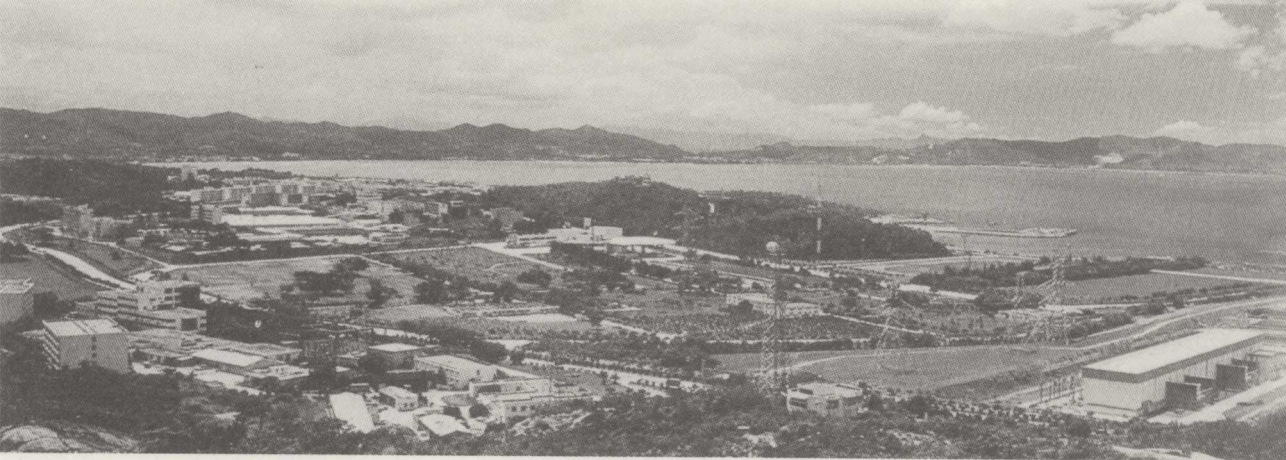
从伽利略、牛顿、麦克斯韦到爱因斯坦、玻尔、居里夫人等物理学革命的缔造者，无疑是科学史乃至人类历史上的划时代伟人。今天回顾他们的科学成就和物理学的发展历程，我们绝非仅仅是为了感念和追思，更重要的是从中汲取可贵的启示与经验，以对我们把握科学和民族的未来发展有所裨益。







|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 前 言 .....                       | 1  |
| 一 冲破黑暗的第一次科学革命 .....            | 1  |
| 1. 推动地球的巨人——哥白尼 .....           | 3  |
| 2. 献身科学的勇士——布鲁诺 .....           | 6  |
| 3. 天才的观测家——第谷 .....             | 7  |
| 4. 天空立法者——开普勒 .....             | 8  |
| 5. 近代物理学之父——伽利略 .....           | 10 |
| 6. 近代物理学之集大成——牛顿 .....          | 14 |
| 7. 实践是检验科学理论的标准 .....           | 19 |
| 8. 科学活动的组织化 .....               | 20 |
| 9. 物理学革命带动其他学科发展 .....          | 24 |
| 10. 点燃理性之光 .....                | 28 |
| 二 助燃产业革命的火与电 .....              | 31 |
| 1. 蒸汽机的呼唤 .....                 | 31 |
| 2. 为蒸汽机工作原理作出科学定义 .....         | 36 |
| 3. 为天地间各种能量制定法则 .....           | 39 |
| 4. 打开奇妙的电、磁世界 .....             | 42 |
| 5. 电、磁是一家 .....                 | 49 |
| 6. 磁生电 .....                    | 51 |
| 7. 电磁理论之集大成 .....               | 54 |
| 8. 开启电气时代 .....                 | 57 |
| 9. 从“生产→技术→科学”到“科学→技术→生产” ..... | 65 |



|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 10. 科学与技术携手改变世界 .....    | 69  |
| 11. 催生先进思想的科技火花 .....    | 71  |
| <br>                     |     |
| 三 开启新纪元的近代物理学革命 .....    | 75  |
| 1. 乌云阴影下的经典物理学 .....     | 75  |
| 2. 揭开物理学革命的序幕 .....      | 77  |
| 3. “紫外灾难”引发的“量子闪电” ..... | 82  |
| 4. 冲破“以太乌云” .....        | 91  |
| 5. 识宇宙之宏 .....           | 106 |
| 6. 探粒子之微 .....           | 112 |
| 7. 发掘物质内部的巨大能量 .....     | 116 |
| 8. 新仪器的发明推进科学进步 .....    | 118 |
| 9. 引发化学和生命科学的革命 .....    | 122 |
| <br>                     |     |
| 四 新技术革命的发动机 .....        | 129 |
| 1. 原子能时代 .....           | 130 |
| 2. 航空航天时代 .....          | 135 |
| 3. 电子技术与信息时代 .....       | 140 |
| 4. 军事变革 .....            | 149 |
| 5. 激光技术 .....            | 153 |
| 6. 超导技术 .....            | 155 |
| 7. 物理学的魅力 .....          | 157 |
| 8. 回顾与启示 .....           | 158 |





## — 冲破黑暗的第一次科学革命

WU LI ZHI GUANG WU LI ZHI GUANG WU LI ZHI GUANG

16世纪中叶之前，人类对自然的认识受宗教、神学和迷信的影响很大。人们普遍认为自然和天体的运动是神秘的，是由一只看不见的上帝（或其他神灵）之手控制的，而科学家的工作不过是论证和揭示上帝如何创造、支配世界和宇宙的。

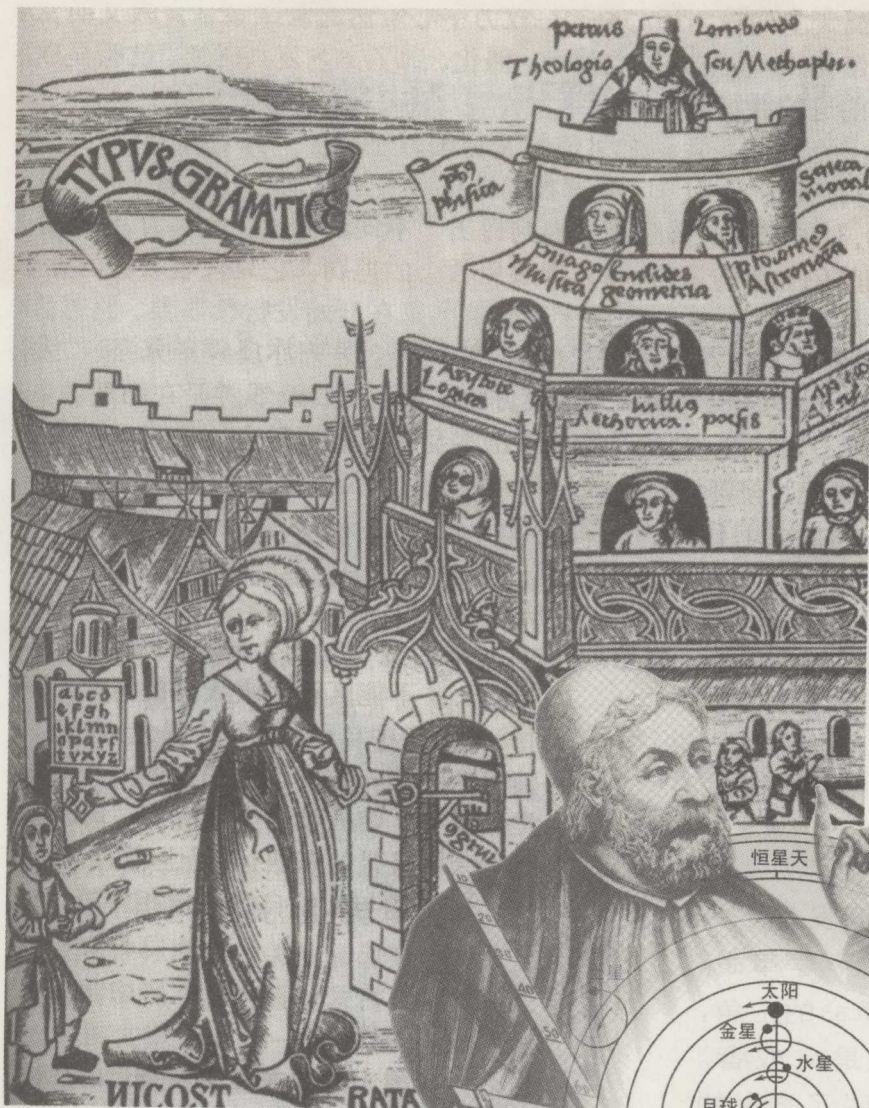
同时，由古希腊学者亚里士多德提出、托勒密加以发展的地心说体系深入人心。人们认为地球是宇宙的中心，太阳和其他一切天体都围绕着地球转动。由于地心说符合上帝创世和造人的教义，因此成为基督教的理论根据，其他一切均被视为异端邪说。

16世纪中叶至17世纪后期，在欧洲发生了人类历史上第一次科学革命。物理学是这场革命的主角，既是发动者又是完成者。从此，科学摆脱了神学的阴影，走向理性，诞生了近代科学。

13世纪法国印刷的《圣经》中描绘上帝创世的插图。上帝正在使用圆规以几何的方式设计宇宙，形象地表明了当时科学在基督教中的地位——科学是上帝创造和支配世界的工具







16 世纪初的版画《哲学之塔》。塔顶上是神学，下面有几何学、天文学、逻辑学、音乐和诗歌等。它表达了当时人们对于哲学、神学与科学之间关系的认识——科学是哲学的一部分，并且受神学的支配。

### 托勒密地心说宇宙体系模型示意图

古希腊天文学家托勒密(约85—165)和他设想的以地球为中心的宇宙体系

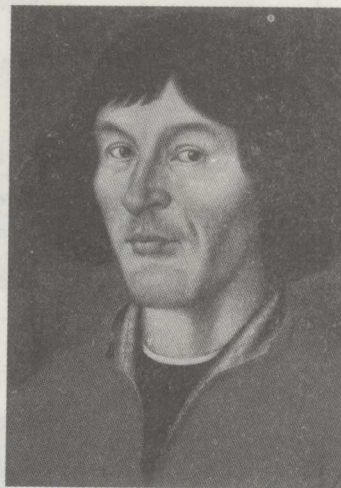




## 1. 推动地球的巨人——哥白尼

第一次科学革命的发起者不仅是智慧的学者，而且是勇敢的战士。科学的先驱们必须面对宗教和社会的巨大压力，甚至可能付出生命的代价。

16世纪初，波兰天文学家哥白尼经过长期的观测、研究，发现地心说有根本性的错误，于是提出了“日心说”，向人们描述了以太阳为中心的宇宙模型：太阳位于宇宙的中心，当时已知的5颗行星和地球围绕太阳旋转；地球也是行星，是球形的，它在绕着自己的轴转，并绕着太阳公转，依距离太阳的由近及远行星的排列次序是：水星、金星、地球、火星、木星、土星；月亮是地球的卫星，它绕着地球旋转；恒星则在远离太阳的一个天球面上静止不动。哥白尼大体上描绘了太阳系结构的真实图景。



波兰天文学家哥白尼  
(1473—1543)

波兰北部的利兹堡，哥白尼在此城内由他叔叔主持的教堂中住了9年

### 名人名言

人的天职是勇于探索真理。

——哥白尼





哥白尼用以观察天文现象的仪器

作为一个天主教徒，哥白尼深知这一理论太富于革命性。因担心天主教会的迫害，他迟迟不敢公之于世，直到1543年他逝世前夕才发表了13年前就已完成的《天体运行论》。据说，他只用颤抖的手摸了摸书的封面，就与世长辞了。

《天体运行论》是天文学史上的伟大著作，被恩格斯誉为“自然科学的独立宣言”。哥白尼的天文学思想及其新的宇宙体系，第一次揭示了地球和其他行星围绕太阳运转的客观规律，不仅打破了主宰世界近2 000年之久的地心说体系，而且彻底动摇了宗教教义的基础，使“创世说”中有关上帝创造世界的描述成为一派胡言。

### 名人名言

自然科学借以宣布其独立并且好像是重演路德焚烧教谕的革命行动，便是哥白尼那本不朽著作的出版（指《天体运行论》），他用这本书（虽然是胆怯地而且可说是只在临终时）来向自然事物方面的教会权威挑战，从此自然科学便开始从神学中解放出来。

——恩格斯《自然辩证法》





## 2. 献身科学的勇士——布鲁诺



意大利天文学家布鲁诺  
(1548—1600)

哥白尼日心说与当时的宗教思想、与占统治地位的亚里士多德物理学相对立，与人们的常识心理相抵触，一开始就遭到了各方面的强烈反对。直到牛顿发现万有引力定律之后，才逐渐为人们所公认。这100多年，日心说经历了一段曲折的历程。

意大利天文学家布鲁诺是日心说的宣传者和捍卫者。而且，他还以天才的直觉发展了哥白尼的宇宙学说，提出了宇宙无限的思想。布鲁诺认为，宇宙是统一的、物质的、无限的，太阳系之外还有无限多个世界。布鲁诺超前于时代太多了，他的无限宇宙图景差不多300年后才得到科学界的公认。

布鲁诺的激进思想使天主教会恼羞成怒。1600年，布鲁诺被宗教法庭处以火刑，烧死在罗马的鲜花广场上，成为近代科学史上第一个殉难者。

### 名人名言

黑暗即将过去，黎明即将到来，真理终将战胜邪恶！火，不能征服我，未来的世界会了解我，会知道我的价值。

——布鲁诺临刑前的最后一句话



意大利罗马的鲜花广场，1600年布鲁诺的殉难处





### 3. 天才的观测家——第谷

哥白尼日心说一开始不仅受到天主教会的敌视，而且也遭到许多天文学家的反对。丹麦天文观测家第谷本人就反对哥白尼体系，然而他的天文观测工作却为哥白尼日心说的巩固和发展起了重要的作用。

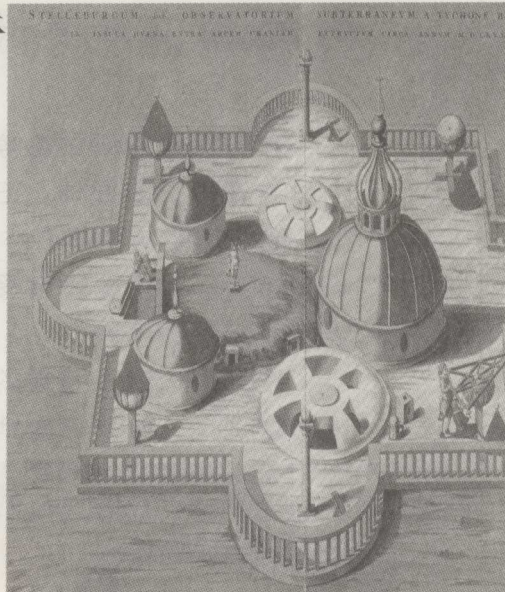
1572年，第谷观测到天空出现了一颗前所未见的明亮的“新星”（现已测知是银河系的一颗超新星）。这实际上给了亚里士多德的天空完美不变的观点以有力的驳斥。丹麦国王腓特烈二世十分赏识第谷的才能，专门拨巨款为他修建了一个天文台——乌伦堡天文台，这是近代第一个真正意义上的天文台。

在皇家天文台工作期间，第谷利用当时最先进的观测技术，广泛、系统、细致、精确地观测并记录天象，达到了那个时代的最高水平。1577年，第谷观测到了彗星，而且证明它也比月亮遥远。这就更沉重地打击了亚里士多德的天界完美观。

#### 名人名言

我的看法是不必引用权威，而是靠清晰的判断和正确的结论。

——第谷



1580年丹麦国王腓特烈二世在维文岛为第谷修建的天文台——乌伦堡天文台，意思是“天文之城”



第谷在维文岛上的天文台里工作（1587）。巨大的象限仪用来测量天体的高度，那两个第谷称为“绝对精确”的钟用来定时

## 4. 天空立法者——开普勒

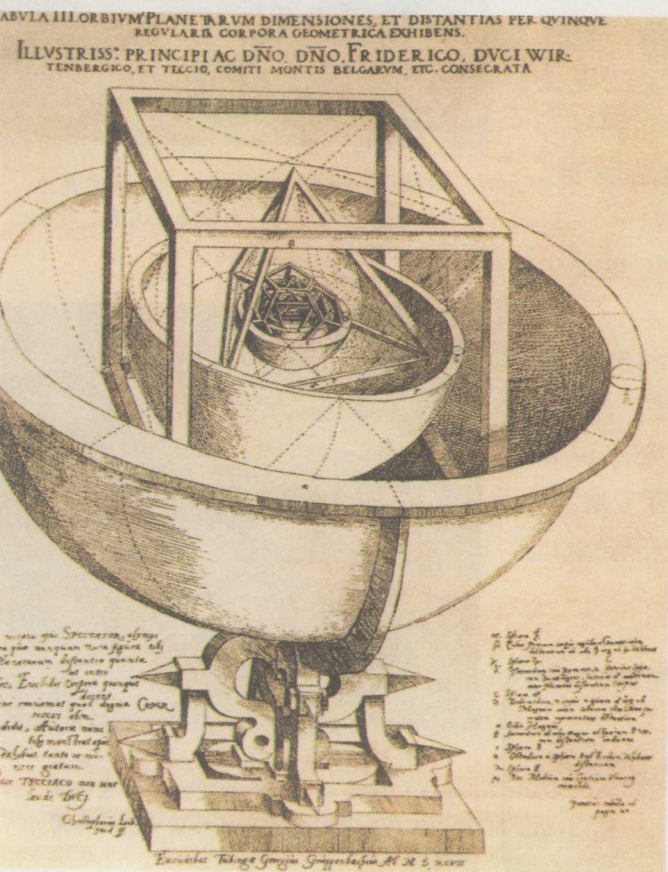
开普勒是德国的数学天才，喜欢解答各种数字难题。他发现用柏拉图的五种正多面体，正好可以表示出六大行星的轨道半径来。1596年，他在《宇宙的奥秘》一书中发表了这一构想，并受到了第谷的赏识。1600年，开普勒接受第谷的邀请，前往匈牙利布拉格协助第谷整理和分析观测资料。

在第谷大量、细致的天文观测资料的基础上，开普勒经过多次乏味的尝试，一次又一次地抛弃了不符合第谷精确观测的结论，后来终

于意识到火星沿椭圆形轨道运行，而太阳处于其焦点之一的位置。在此基础上，开普勒又研究了其他几个行星的运动，证明它们的轨道都是椭圆，因此得到了行星运行的第一定律，即开普勒第一定律。这一发现彻底打破了两千年来行星轨道正圆形的观念。

之后，开普勒又发现，虽然火星运行的速度是不均匀

《宇宙的奥秘》一书中，开普勒根据柏拉图的五种正多面体所建立的行星轨道模型：若土星的轨道在一个正六面体的外切球上，则木星的轨道在其内切球上；在木星轨道内内接一个正四面体，其内切球是火星的轨道；在火星的轨道内内接一个正十二面体，其内切球是地球的轨道；在地球轨道内内接一个正二十面体，其内切球是水星的轨道；在金星轨道内内接一个正八面体，其内切球是水星的轨道



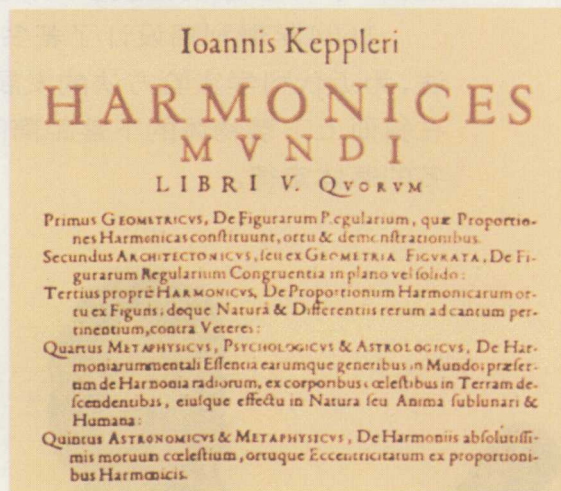


的,但是从任何一点开始,在单位时间内向径扫过的面积却是不变的,即得出了行星运行的第二定律。在1609年出版的《新天文学》一书中,开普勒发表了关于行星运行的第一定律和第二定律。1619年,开普勒出版《宇宙和谐论》一书,将他已经发现的火星运动两大定律推广到了太阳系的所有行星,而且同时公布了发现的第三条定律。

开普勒的三定律,将所有行星的运动与太阳紧密地联系在一起。从此,太阳系的概念被牢牢确立。更为重要的是,他把哥白尼学说向前推进了一大步,提供了支持日心说的强有力论据。开普勒还大胆设想宇宙有其自身的运动规律而不是由神操纵。



德国天文学家开普勒 (1571—1630)



开普勒 1619 年发表的《宇宙和谐论》一书

### 科学小辞典：行星运行定律

开普勒第一定律：行星围绕太阳作椭圆运动，太阳位于椭圆的一个焦点上。

开普勒第二定律：由太阳到行星的向径，在相等时间内划过相等的面积。

开普勒第三定律：行星公转周期的平方与它同太阳距离的立方成正比。