

科学图书馆

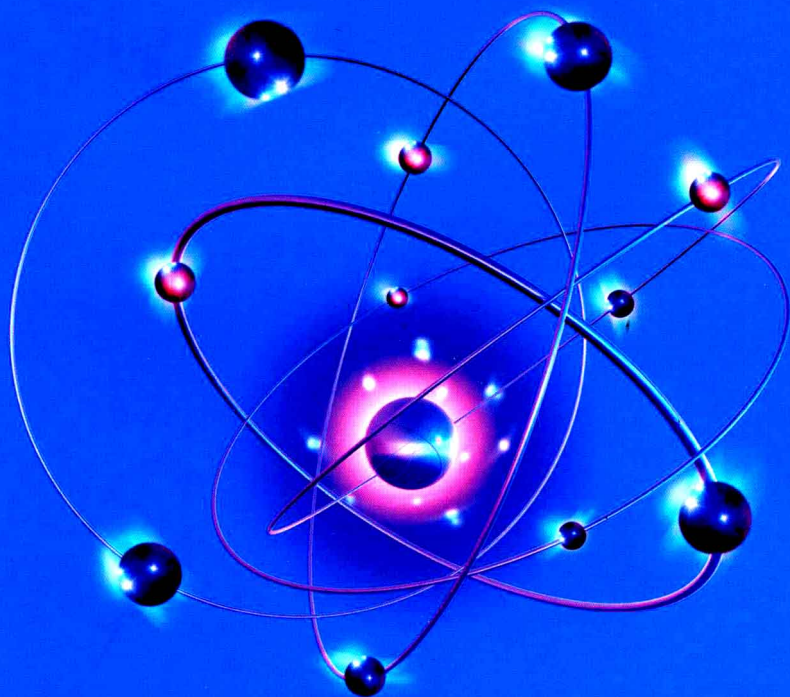
连锁反应

从希腊原子到夸克

发现原子

[英] 萨莉·摩根 著

丛书主译 迟文成 郎淑华 译



上海科学技术文献出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

从希腊原子到夸克：发现原子 / (英) 萨莉·摩根著；郎淑华译．—上海：上海科学技术文献出版社，2012.3

(科学图书馆·连锁反应)

ISBN 978-7-5439-5293-5

I . ① 从… II . ① 萨… ② 郎… III . ① 原子物理学—普及读物
IV . ① 0562-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 027612 号

Chain Reactions: From Greek Atoms to Quarks: Discovering Atoms

© Harcourt Education Ltd. 2007

Chain Reactions: From Greek Atoms to Quarks by Sally Morgan

Under licence from Capstone Global Library Limited

Copyright in the Chinese language translation (Simplified character rights only)©

2010 Shanghai Scientific & Technological Literature Publishing House

All Rights Reserved

版权所有，翻印必究

图字：09-2009-435

责任编辑：刘红焰

美术编辑：徐 利

从希腊原子到夸克·发现原子

[英] 萨莉·摩根 著 丛书主译 迟文成 郎淑华 译

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

印 刷：常熟市华顺印刷有限公司

开 本：740×970 1/16

印 张：3.75

版 次：2012 年 3 月第 1 版 2012 年 3 月第 1 次印刷

书 号：ISBN 978-7-5439-5293-5

定 价：18.00 元

<http://www.sstlp.com>

科学图书馆

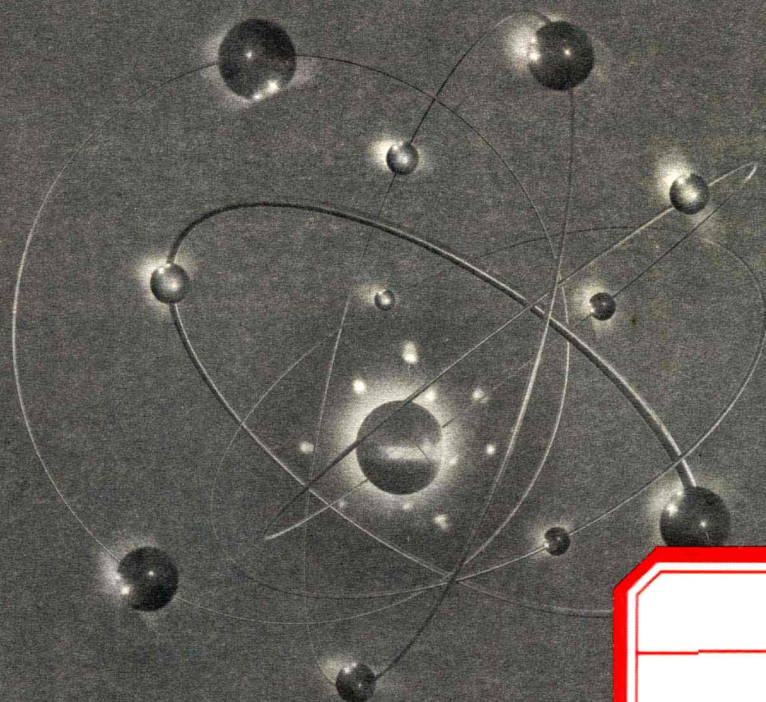
连锁反应

从希腊原子到夸克

发现原子

[英] 萨莉·摩根 著

丛书主译 迟文成 郎淑华 译



上海科学技术文献出版社

王译的话

太阳光芒四射，大海潮起潮落，机器飞速运转，霓虹五颜六色……在这些再寻常不过的现象中，都蕴藏着许多科学奥秘。人类伴随着对科学奥秘的不断破解，从远古一路走来。钻木取火，完成了从古猿向类人猿的进化；利用石器和制造石器，打开了从类人猿向人类过渡的大门；青铜器和铁器冶炼术的出现，完成了人类从奴隶制到封建制社会的跨越；蒸汽机的发明，使人类完成了工业革命的飞跃；火药的出现，推动了人类社会极大的进步；电的发明，使人类进入了电器时代；计算机的创世，把人类带入了信息社会；卫星和飞船的开发成功，又把人类梦想带入了太空。

上海科学技术文献出版社从世界著名的英国海尼曼图书馆引进了这套“连锁反应”系列丛书以满足青少年对科学知识的渴求。丛书共包括6册：《从托勒密的球状天体到暗能量——发现宇宙》、《从蒸汽机到核聚变——发现能量》、《从火药到激光化学——发现化学反应》、《从风车到氢燃料电池——发现替代能源》、《从牛顿的彩虹到冷冻光——发现光》、《从希腊原子到夸克——发现原子》。本系列丛书俨然一部科学发展简史，记录着人类文明的印迹。更重要的是，丛书中还介绍了大量不同时期的科学家们鲜为人知的故事，他们为了探索科学实验结果，不惜冒着致残甚至丢掉生命的危险，因此说，人类从愚昧野蛮走向光辉灿烂的文明世界的漫漫征程中始终贯穿着这些科学家们求真求实的科学精神。

受上海科学技术文献出版社的委托，我组织并承担了这次翻译工作。在翻译过程中，每位译者和我一样有着共同的感受，我们不仅在做着翻译工作，同时也是一个再学习的过程，学习科学知识，学习科学家们为人类进步忘我牺牲的博大胸怀。科学世界广袤精深、乐趣无穷，我们希望通过这套系列丛书能够培养更多青少年学习自然科学知识的兴趣，激发他们探索未知世界的热情，将来更好地为祖国建设服务。

受译者专业知识所限，书中难免有纰漏之处，希望读者给予更多的理解和支持。

迟文成

2009年5月于沈阳

目 录

4	发现原子
6	物质的本质
10	发现化学物质
16	原子和元素
22	分子和元素周期表
28	深入原子
34	了解电子
38	原子结构——总结
40	发现反物质
42	使核束缚在一起
44	原子力
48	粒子群
52	研究前沿
56	大事年表
58	科学家小传

发现原子

想象一下以近乎光的速度飞速穿过银河系去造访新的星球，或者在宇宙的其他地方发现生命。你很可能会认为这只是科幻小说中的情景。但是再过50年或60年后，科学家很可能就掌握了如何使用原子中的能量，并用原子能为宇宙飞船提供动力。

原子是构成日常物体的所有物质的基本单位。桌子、椅子、空气——甚至你——都是由原子构成的，自然界中天然存在的原子有90种，还有25种是科学家在实验室中人工制造出来的。

原子的故事

原子的故事始于公元前400年。那时，希腊的哲学家们在讨论物质是由什么构成的。一位叫做德谟克利特（Democritus，公元前450—公元前370年）的哲

学家提出一个想法，即如果某一种物体被切割成可能的最小的块，它将仍然是同样的物体，具有同样的性质。德谟克利特还是最早使用“原子”一词的人。

这幅图像显示的是处在叫做石墨物质上的金原子。金原子呈现出黄、红和棕3种颜色，石墨原子是绿色的。像这样的原子图片是用一种叫做扫描隧道显微镜的特殊机器拍摄的。





目前
对原子进行的研
究大部分是在特制的
设施中进行的，如图中
位于瑞士的欧洲核能研
究组织（CERN）的
设备。

德谟克利特的想法被称为原子理论。另一位哲学家——亚里士多德（Aristotle，公元前384—公元前322年）提出了自己的理论，他的理论人们相信了近2 000年。最终，科学家证明了亚里士多德的理论是错的，而德谟克利特的理论是对的。

在本书中你会发现，科学家是如何揭开原子的秘密的。这可不是个轻而易举的过程。在一些国家中，人们仍然坚定地认为亚里士多德是正确的，就连“原子论者可能是正确的”这一提法都违犯法律。此外，因为原子太微小，肉眼看不到，所以人们一直试图了解它们甚至连看都看不到的原子结构。当今最强大的显微镜也只能显示原子的形状。

在过去100年左右的时间里，科学家对原子的结构、在原子中发现的不同粒子以及这些粒子间的相互作用情况等都有了很多的了解。在这些研究过程中，有一些令人吃惊的发现。即使到今天，原子的故事也没有结束。因为随着我们对原子知道得越多，我们对原子的了解还会改变。

物质的本质

发现原子的故事几乎是2500年前在古希腊就开始了。希腊哲学家们研究他们周围的世界，并花费大量时间与其他哲学家讨论他们的想法。希腊哲学家恩培多克勒（Empedocles，公元前492—公元前432年）提出，所有物质都是由4种元素——火、气、水和土——构成的。物体由这些元素中每一种元素的不同量组成。例如，岩石主要由土组成，而生物有机体主要由水和火构成。恩培多克勒的理论很受欢迎，但却没有人能发现这4种元素的证据。

德漠克利特认为，原子是不可分的，处于不断运动中，是永恒的。

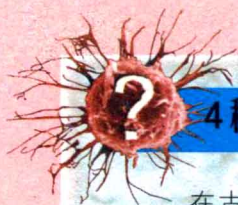


哲学家德漠克利特发展了自己的物质理论。他提出了一个重要问题：“如果你将一个物体，例如石头，切割成两块，然后再切割成两块，如此不断地切割下去，结果将会怎样呢？”德漠克利特认为，你会将物体切割到非常小，最后切到再也无法切分。他把物质的这些极微小的颗粒称为“原子”，意思是“不可分割的”。他认为原子不会被毁灭。原子有各种不同类型，每种类型针对一种特定的物质。

德漠克利特和亚里士多德

亚里士多德是当时最有影响力的哲学家之一，他认为德漠克利特的原子理论是完全错误的。他认为，如果物质是由微小颗粒组成的，那么在这些小颗粒之间，一定存在着空间。这些空间是空的，也就是说有一个真空空间。他认为实际上不可能存在真空，所以他认为德漠克利特是不正确的。

亚里士多德修正了恩培多克勒关于4种元素的想法，创造了自己的物质理论。他的理论是，这4种元素能够相互转变。其他许多哲学家因为遵循亚里士多德的理论指导，因而忽视了德谟克利特的研究。2 000多年后，许多科学家才再次重视起德谟克利特的研究工作。



4种元素是什么？

在古希腊，人们认为，物质由4种元素——气、土、火和水——组成。所有物质都是这4种元素的混合物。例如，一块木头燃烧时，就表明4种元素的存在——火焰、烟气、冒泡的水和燃烧剩下的土灰。



恩培多克勒和亚里士多德认为，世界万物都是由气、土、火和水四大元素组成的。



炼金术士

亚里士多德认为，四大元素的每一种元素，都能通过一种叫做迁变的过程而转变为另一种元素。他的这一想法受到被称为炼金术士的人们的仔细研究。这些炼金术士进行了大量的实验，试图将普通金属，如铅，转变成贵重金属金和银。

公元3世纪时，炼金术在中东广为实践。到公元12世纪，炼金术士遍布整个欧洲，尤其是西班牙。在英格兰，最早的炼金术士叫罗吉尔·培根（Roger Bacon，1214—1294）。培根是一位伟大的学者，他在化学以及天文学和物理学领域都有许多重大发现。他进行过许多实验，但却从来没有发现点金石（见第9页）。到公元14世纪时，炼金术名声大降，因为许多炼金术士只是骗取他人钱财的骗子。

关于
罗吉尔·培
根，有许多夸大不
实的传说。其中有
一种传说，说他是一
个魔力强大的
术士。

科学评论

早期的炼金术士使用各种化学物质，并给这些化学物质起了外国名字。

拉丁名字

cinnabar

spiritus fumans

saccharum saturni

sal ammoniac

oil of vitriol

aqua regia

aqua fortis

普通名字

氯化汞或硫化汞

氯化锡

乙酸铅

氯化铵

硫酸

盐酸

硝酸

许多人认为，炼金术士是一些邪恶的人，他们神秘地躲在实验室里，用大烧瓶烧煮液体。他们把烧煮液体的结果用密码符号记下来。这样，其他任何人都不能偷取他们的成果。

点金石

炼金术士做实验的一个目的就是——一定要找到所谓的点金石。点金石是一种传说中的物质。他们认为，该物质可以使任何金属变成黄金。虽然炼金术士从未成功过，但他们确实作出一些有益的发现。例如，他们发现了诸如硝酸和硫酸等化学物质，还知道了如何从岩石中提取金属（称为提炼过程）、如何制造金属、如何制造染料和墨水、如何硝皮革以及如何制造玻璃。

这幅
炼金术士的
实验室油画展示出
烧煮不同液体所用的
各种不同类型的
烧瓶。



发现化学物质

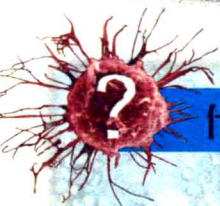
罗伯特·波义耳是他那个时代的一位重要科学家，他把所有的实验结果都认真地记录下来。这里是他的——本书中的——首页。

并不是所有的科学家都不理睬炼金术这个想法。在17世纪，罗伯特·波义耳（Robert Boyle，1672—1691）是当时最伟大的科学家之一。他认为，炼金术能够帮助他理解物质是如何结合在一起的。波义耳是一位非常虔诚的信教者。他认为，如果他能找到点金石，他就能与亡灵对话。

波义耳是一位卓越的科学家，他促进了人们对化学元素的了解。波义耳认为，世界上的元素并不只有4种，他认为，德漠克利特的原子理论更接近事实，并决心通过进行一系列的化学实验来证明这一理论。

基本粒子

1661年，波义耳出版了《怀疑派的化学家》（*Sceptical Chymist*）一书。在书中，他抨击了亚里士多德的四大元素理论。他同时提出了“基本粒子和微粒子”学说，认为物质是由“微粒子”组成的，而微粒子本身则是由他称之为“基本粒子”的粒子经各种不同组合而构成的。



什么是石蕊测试？

酸和碱的石蕊测试是由罗伯特·波义耳发明出来的，这种试验现在仍然在使用。他注意到，酸将某种植物指示剂由蓝色变为红色，而碱将指示剂由红色变成蓝色。他发现，有一些物质对指示剂的颜色不起作用。他将这些物质称为中性物质。

他把这种基本粒子比作微小的槌球。槌球以一定的速度沿着一定的方向滚动，因为击中它的另一个球也在以一定的速度沿着一定的方向运动。基本粒子因为受到其他基本粒子撞击，所以会以同样的方向运动。

波义耳认为，基本粒子的数量和组成结构，产生了不同的物质。他提出，纯物质由同种基本粒子组成。这些纯物质就是元素。世上有许多种不同的元素，每种元素都包含一种具有自己特征的，不同于其他元素的基本粒子。这些元素能结合在一起，构成新的物质。

波义耳实验

波义耳是最早进行严格操控实验的科学家之一。就像炼金术士一样，波义耳利用符号和代码来记录实验结果。对实验的程序和使用的设备，以及对所有观察到的细节，他都进行详尽的记述。他喜欢做各种实验，用以证明各种各样化学物质的存在。他能用氨来测试铜的存在，用硝酸银来测试水中的盐。

这些
瓶子中装着化
学指示剂。酸使
蓝色石蕊试纸变红，
而碱则使红色石蕊
试纸变蓝。



气体实验

罗伯特·波义耳知道，有些元素以气体形式存在，而其他元素则以液体或固体形式存在。他认为，气体中的基本粒子能够非常自由地移动，且相距很远。液体中的基本粒子相距较近，但仍然能够相当自由地移动。而固体中的粒子聚集得非常紧密，因而不能移动。

在这幅素描中，罗伯特·波义耳与法国物理学家丹尼斯·帕平（Denis Papin）正在实验室谈话。帕平正用手指着波义耳的抽气泵。

1662年，波义耳和他的助手罗伯特·虎克（Robert Hooke）做了一系列气体实验。他们使用一个丁字形玻璃管，管的一端被密封，气体被液体水银柱封存在管子密封的一端。他们小心翼翼地增加或减少管内的压力，测量出里面气体的体积。同时，他们要确保空气的数量和温度保持恒定。当他们将压力增大到高于大气压的压力时，气体的体积就减小。当他们降低压力时，气体体积就增大。

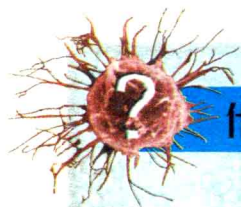
波义耳定律

波义耳的研究表明，压力是由粒子运动造成的一种力。当粒子相互碰撞，并碰撞到容器壁时，就产生一种力。当气体体积增大时，粒子相距较远，与容器壁碰撞的粒子就少，也就是说气体的压力就较小。而当气体体积增大时，粒子就相互推挤，与容器壁的碰撞次数就多，因此压力就上升。



通过这些实验，波义耳提出了著名的气体定律，人们称之为波义耳定律。这个定律表明，在温度保持恒定不变的情况下，气体的体积与压力成反比。例如压力增加一倍，体积就缩小一半。

罐子
中的空气都
被真空泵抽
出来。



什么是真空泵？

波义耳对科学作出了许多重要贡献，真空泵的发明便是其中之一。真空泵是一个简单的装置，能够抽出容器中的空气，产生人造真空。利用真空泵，波义耳能够向人们表明，压力的减少会降低液体的沸点。在正常大气压下，水在 100°C (212°F) 沸腾。如果将一部分空气抽出，将空气压力降低到正常压力的 $1/10$ ，水到 46°C (115°F) 就会沸腾。

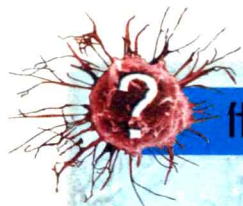
大小、形状和空间



皮埃尔·伽桑狄是最早反对亚里士多德观点的欧洲科学家之一。他写的一本书对当时的许多英国科学家产生了很大的影响，包括艾萨克·牛顿、罗伯特·波义耳和罗伯特·虎克。

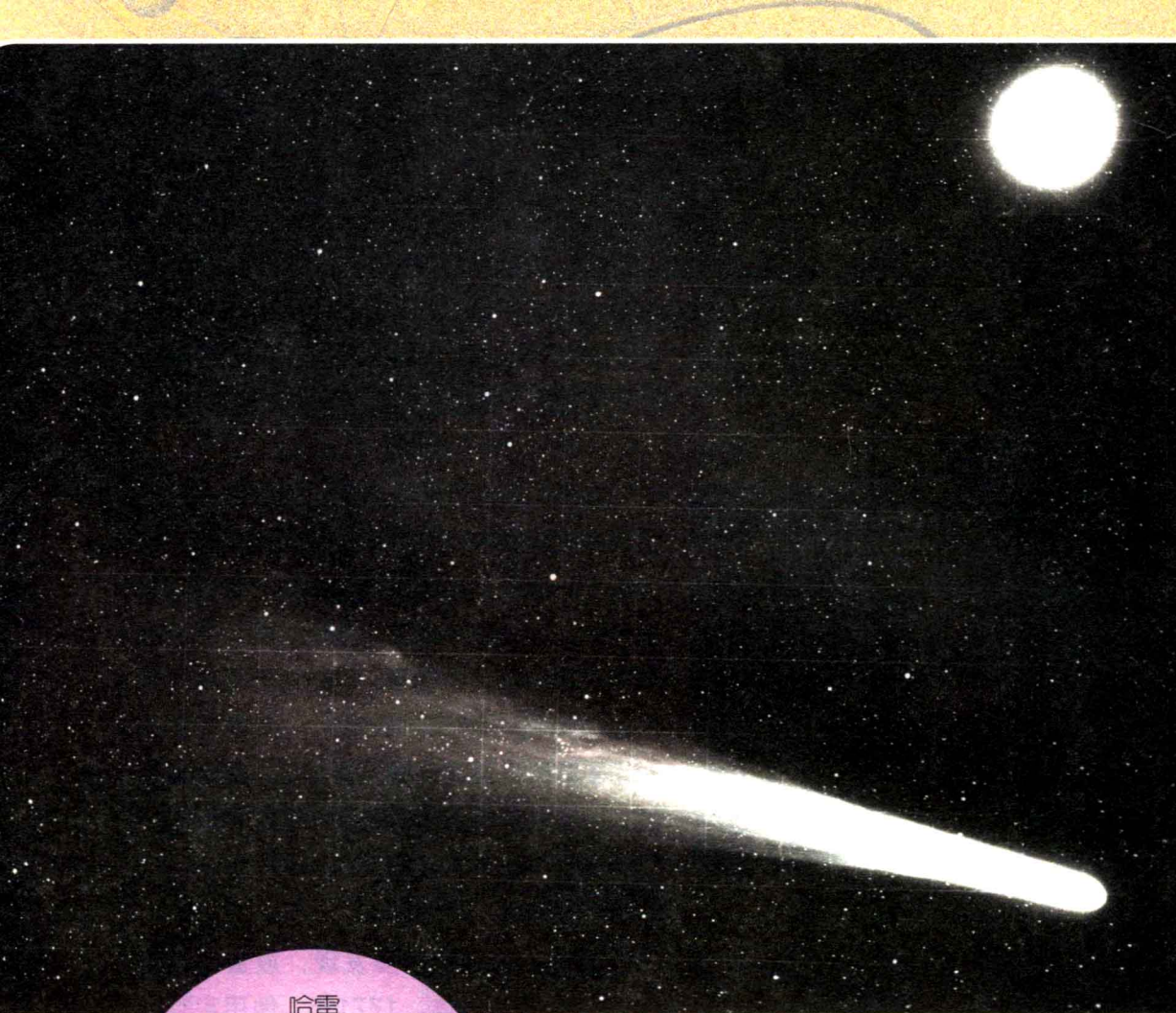
拒绝接受亚里士多德四大元素理论的另一位科学家是法国人皮埃尔·伽桑狄 (Pierre Gassend, 1592—1655)。伽桑狄是一位虔诚的信徒。1616年，他成为一名教士。他阅读了德谟克利特的有关理论。他确信，德谟克利特的理论是正确的，而亚里士多德的理论是错误的。然而，在当时，持有这种观点是非常危险的。1624年，巴黎议会发布一条法律，任何反对亚里士多德观点的人都要处以死刑。幸运的是，伽桑狄有一些有权势的朋友，所以他没有受到影响。

在他去世后的第三年，即1658年，他的著作《伊壁鸠鲁哲学体系》(*Syntagma Philosophiae Epicuri*) 得以出版。在这部书中，伽桑狄提出了关于物质本质的理论。他在书中阐明，原子既不能被创造，也不能被毁灭。原子是固体，具有质量，也不能再被分割。然而，他对德谟克利特的理论进行了重大修正。德谟克利特的理论认为，原子是永恒的，因而不能被破坏。而伽桑狄认为，原子是上帝创造的。



什么是真空？

真空一词的意思是“空的”，指没有任何物质存在的空间。大部分空间没有物质，这是自然真空的一个例子。然而在17世纪，认为原子之间具有空间或真空的观点却引起激烈的争论。许多人认为，不可能有自然真空。因为原子的持续运动，阻止了真空的形成。原子论者认为，真空是完全自然产生的。发明真空泵的原因之一，就是要证明人工创造真空是可能的这一观点。



哈雷
彗星以天文
学家爱德蒙·哈雷
(Edmund Halley) 的姓
氏命名。1689年10月，他发
表了一篇论金属原子大小的科
学论文。他计算出黄金原子
的直径不到0.000 19毫米
(0.000 007 4英寸)。

原子间的真空

伽桑狄试图说明，原子的形状如何能影响不同物质的行为。例如，他提出，水中的原子是光滑的，所以水能够自由流动。铁中的原子有小钩，将原子都钩在一起，形成坚硬结实的金属。重量轻的物质里面的原子结构松散，原子之间有空隙（真空）。他还提出，原子能够聚集在一起，形成分

子或微粒。