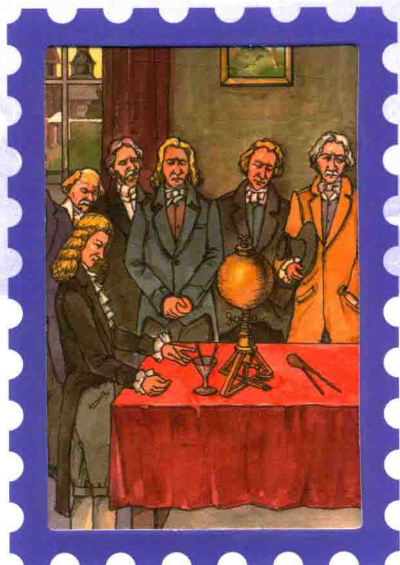




武汉科学普及研究会
听科学家讲我们身边的科技

化学发现之旅



宋 丹 编著

神奇的化学现象潜伏于我们生活中的每一个角落。从神迹到科学，人类对化学的探索驱使文明不断发展。在这一充满奇幻的过程中大师辈出，涌现了一批又一批的科学巨人。他们的一个个发现，带领着人类从必然王国一步步地走向自由王国。让我们探寻着他们的足迹，开始一场奇幻化学之旅吧。



科学出版社

听科学家讲我们身边的科技

化学发现之旅

宋 丹 编著

武汉市科学技术协会科普项目资金资助



科学出版社

北 京

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229,010-64034315,13501151303

内 容 简 介

本书通过对中学阶段化学教科书中出现的科学家的生平和他们研究的成果进行解析,帮助读者理解晦涩难懂的理科结论。书中讲述丰富科学成果背后的人文故事的同时,结合现实生活给出科学的学习和生活指导,可以让读者体会到,科学思维就在我们身边,用好科学的思维方法,就能解决我们生活中遇到的常见问题。

本书可作为初、高中学生的课外读本,亦可供对化学和科学史有兴趣的一般读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

化学发现之旅/宋丹编著. —北京:科学出版社,2017.6

(听科学家讲我们身边的科技)

ISBN 978-7-03-053781-2

I. ①化… II. ①宋… III. ①化学-普及读物 IV. ①O6-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 138769 号

责任编辑:张颖兵 白和平/责任校对:邵 娜 罗康敏

责任印制:彭 超/装帧设计:苏 波

插图绘制:达美设计 伯 马

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

武汉首壹印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

开本:B5(720×1000)

2017年6月第一版 印张:12 1/2

2017年6月第一次印刷 字数:150 000

定价:35.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

“听科学家讲我们身边的科技”丛书编委会

总 策 划：陈平平 李海波 孟 晖 杨 军

执行主编：李建峰

主 任：李 伟

副 主 任：何添福 张先锋

编 委（以姓氏笔画为序）：

王秀琴 叶 昀 李 伟 李建峰

李海波 杨 军 何添福 张 玲

张先锋 张伟涛 陈平平 陈华华

孟 晖 夏春胤

前言

我直到学习完化学课本许多年后才开始注意侯德榜、门捷列夫、舍勒等化学开拓者们的事迹。这些科学巨人对化学的热爱，让我顿感前生所学，简直太肤浅了，真的只是皮毛而已。他们在化学领域里那些开创性的工作过程，那些在科学研究里呈现的思维方法，特别是那些跨越障碍的执着精神，才更是可以让我们学习的活生生的典型教材。

在旁人看来，各种化学试剂可能都是些有毒、有危险的、冷冰冰的药品；但在这些化学家们的眼里，它们都弥足珍贵，有着非凡的本领。这些化学家被化学奇特的现象吸引着，不停地做实验，不停地记录着每一个实验的瞬间。在这些有趣的化学现象里，他们捕捉、分析、了解那些根本无法用肉眼看到的原子、离子和分子的特性，通过不停的研究与发现，谱写出了现行化学课本的全部篇章。每一个化学家的研究生涯都足以写出厚厚的一本书，这些故事让我对探究他们的事迹欲罢不能。

回想起高中阶段，我对这些化学知识的学习，完全被各种高考试题钳制着，根本没有想到要去了解所学的这些知识都是怎么来的。偶尔能零星看到课本上一些科学家的名字，也都是只言片语草草而过，印象最深也不过是几句“门捷列夫发现了元素周期表”“侯德榜发明了侯氏制碱”……仅此而已。怎么发现的，背景是什么样子的呢？并不

清楚。好在所使用的课本编写得很好,将这些化学知识描述得十分翔实,根本用不着我们去了解这些科学发现史,就能够完成那些高难度的习题。因此,那时我从来没想过进一步去了解。

参加工作后,面对一群稚嫩的孩子,我突然发现,当介绍门捷列夫时,仅仅讲一句“是门捷列夫发现了周期表”是多么突兀。他是怎么发现的呢?——不知道。于是,我去找了门捷列夫的相关故事来读。一不小心,却发现了一个宝藏:门捷列夫的一生跌宕起伏、悲喜交加,但即便是这样,他仍然能教学相长、刻苦钻研,历经种种艰辛,排列出元素周期表,并预言了三种未知元素;更有幸的是,他在有生之年,亲眼见证了这些元素的发现,证实了自己的推测。这种被全世界的人肯定时的兴奋程度可想而知。

再后来,当我了解到了更多科学家的生平事迹以后,发现他们身上的某些特质,放在今天的生活中依然适用。如果这些科学家也能生活在当下的话,肯定能够用相同的特质指引和帮助我们,让我们能认清生活中的某些现象,为我们提供某些解决问题的方法。比起他们发现的那些知识,发现知识时所应用的方法以及那些艰难的发现过程,更值得我们去学习和研究。

某一天研究这些科学家的事迹时,我突然想起了金庸的武侠小说里,曾经描述过的一种武功神得不得了,据说会此功夫的人,能将周围粘上身的人的功力尽数吸走,从而变得威力无比。就是它——“吸功大法”。不过,我们都不是习武之人,对“功力”这种虚无缥缈的词,只能幻想一下;但是每个科学家身上的特质和独特的思维方法,却实实在在是他们探索未知世界的“功力”。当今,知识已经多得数不胜数

了,常人已不可能单靠记忆完全掌握它们;但这些知识背后的思维方法却没有太多改变,如果能加以体会、学习和应用,肯定能像“吸功大法”那样让我们“威力”无比!最起码能够帮助我们去理解现行化学课本中的各个考点。

想想都让人兴奋! 怎么样,一起看看去吧,去看看当年的那些科学家们都做了些啥,怎么就能发现这些神奇的化学物质呢? 它对我们今天的生活又能带来哪些启示呢?

欢迎走进——《化学发现之旅》。

作 者

2016 年 11 月



目 录

- 第一章 无形学院的门徒 / 1
- 第二章 燃烧的秘密 / 15
- 第三章 解剖实验触发的强大电力 / 31
- 第四章 化学勇士 / 47
- 第五章 原子里的世界 / 59
- 第六章 一场半个世纪的争论 / 77
- 第七章 铁匠铺出来的订书童 / 91
- 第八章 不一样的焰火 / 105

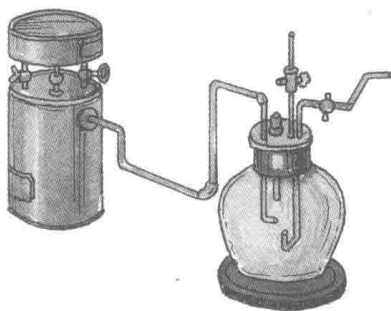
第九章 梦里的奇迹 / 121

第十章 用扑克牌缔造出周期王国的人 / 135

第十一章 极致的平衡 / 155

第十二章 从打破垄断到锐意创新 / 167

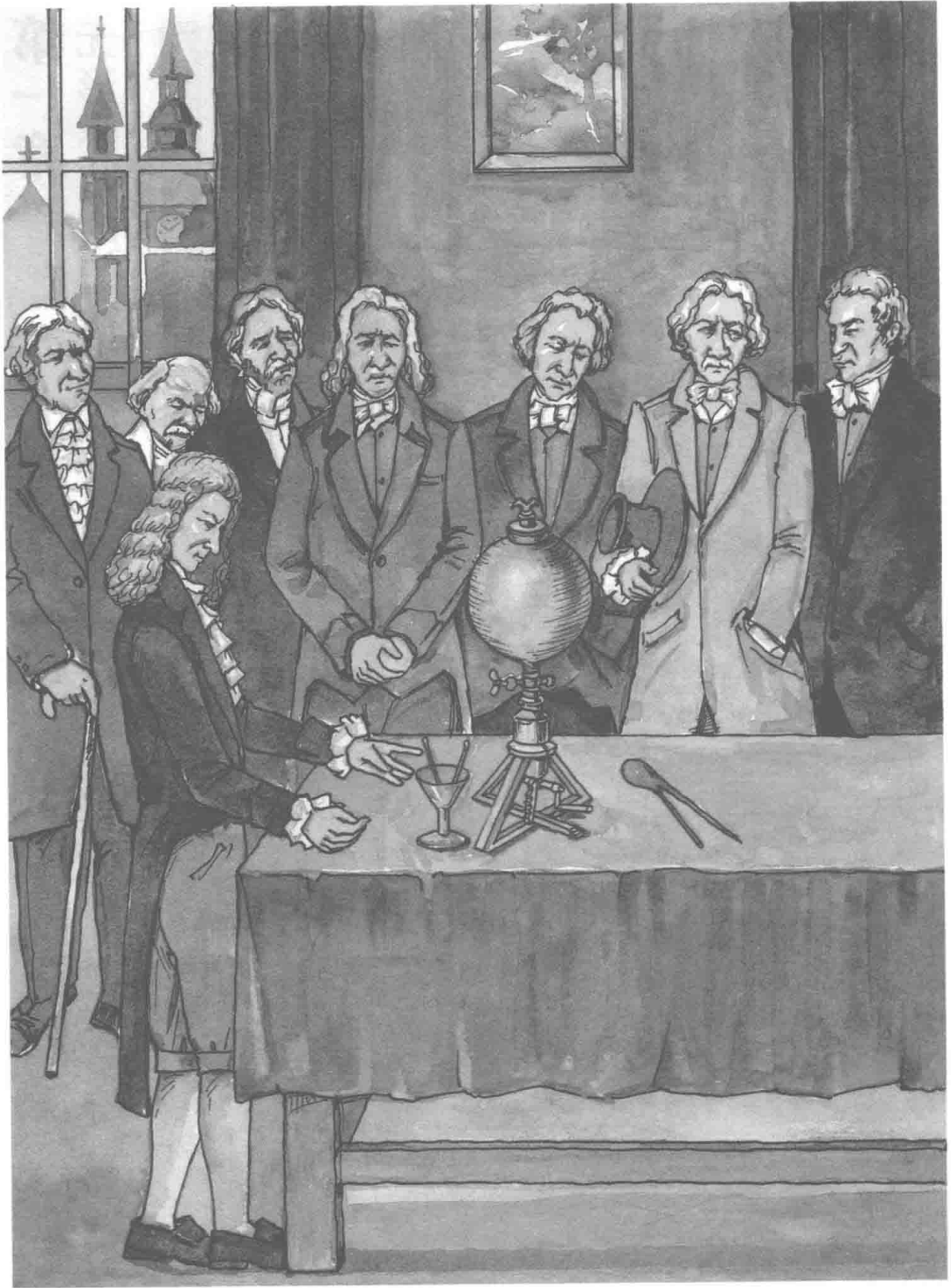
后记 / 187



第一章

无形学院的门徒





无形一词第7版《现代汉语词典》解释作：不具备某种事物的形式、名义而有类似作用的。无形学院最早产生于十七世纪的英国，1644年末在克伦威尔的内兄尉尔琴斯的倡导下，由一些数学家和医生每周在伦敦举行集会、讲座，讨论学术和一些自然科学问题。实质就是由当时的科学家们组成的一个学术圈子，每周集会一次，座谈一些自然科学问题。后来无形学院发展为泛指科学家之间的非正式的沟通关系。

无形学院的新人

玻意耳在多个领域的成就数不胜数，但他一生没有读过大学。当有人好奇地问他毕业自哪所大学时，他总是爽朗地一笑，说：我毕业于“无形学院”。一起来看看他的档案吧：

全名：罗伯特·玻意耳

生日：1627年1月25日

出生地：英国，爱尔兰的利兹莫城

毕业院校：伊顿公学

个人简历：

1635年，被父亲送到伦敦郊区的伊顿公学。

1638年，随哥哥一起在家庭教师的陪同下到当时欧洲教育中心之一的日内瓦求学。

1641年，玻意耳兄弟再次在家庭教师的陪同下游历欧洲，并阅读了伽利略的名著《关于两大世界体系的对话》，使他对伽利略推崇备至。

1644年，父亲在一次战役中死去，家庭情况突变，他迁居伦敦。

1646年，在伦敦参加了无形学院的活动。后搬回老家读书、学习、进行科学实验，一住就是八年。

1654年，迁往牛津，寄宿在牛津大学附近一位药剂师家里。

1660~1666年，写了十本书，在《皇家学会学报》上发表了二十篇论文，这其中就有那本著名的《怀疑派化学家》。

1668年,从牛津迁回伦敦,并在皇家学会赢得很高的声誉,是科学界公认的领袖。

1671年,因过劳中风,经过很长时间才治愈。

1680年,因病弃任皇家学会会长一职。

1691年12月30日,逝世,享年六十四岁。

玻意耳在科学研究上的兴趣是多方面的,曾研究过气体物理学、气象学、热学、光学、电磁学、无机化学、分析化学、工艺、物质结构理论,以及哲学、神学。其中成就突出的主要是化学。

1627年玻意耳出生在爱尔兰的一个贵族家庭里。他的父亲对书本知识不感兴趣,母亲性格温顺,但在他四岁的时候就去世了。童年的玻意耳,表现出了惊人的诚实。有一次,姐姐批评他偷吃李子树上的果子,说看着他吃了六颗。大家都以为玻意耳会狡辩,而他却说自己不是吃了六颗,而是二十颗。

玻意耳的诚实,使全家人都十分惊喜,父亲也特别喜爱玻意耳,还专门给他请来了最好的家庭教师,后又送八岁的他和他哥哥一起到以管理严厉著称的伊顿公学学习。在伊顿,玻意耳成天沉浸在各种各样的书本中,连老师都为他担心,怕年龄太小的他读书过于劳累。

在这所寄宿学校里快乐地学习了三年,玻意耳顺利毕业了。他和哥哥在家庭教师的陪同下,到欧洲各地旅行学习。他们到过法国、瑞典、意大利,在那里他学习法语、实用数学和艺术等,还参观了一些著名学者工作学习的地方,开阔了知识视野。

他从迷恋亚里斯多德,然后了解罗杰·培根、伽利略、哥白尼,而逐渐明白认识自然界的办法。正如培根说过的,要得到正确的知识必须从事实出发,通过实验收集大量材料,然后才能从中找到普遍规律。

1646年,十九岁的玻意耳在伦敦加入了尉尔琴斯倡导创建的学术俱乐部。由于从吉尔伯特、培根时代开始,研究自然科学的人物都是上流社会的知名人士,一些贵族和富家纨绔子弟也赶时髦、凑热闹,

使被玻意耳称作“无形学院”的这个俱乐部的最初成员很复杂。经过一段时间的淘汰,无形学院的成员开始稳定,大多数会员都是医生、牧师等业余科学家。

玻意耳加入无形学院时风华正茂,接受新事物的能力极强,这个“无形学院”成了他最喜欢去的地方。一开始,无形学院的成员们讨论并重复皇家御医吉尔伯特的磁学研究,后来又学习英国医生哈维关于血液循环的早期研究。在这些学习和研究中,玻意耳以往提出的许多疑虑都被培根解释得清清楚楚,于是他为培根的实验主义所倾倒。

培根相信,唯有自然的研究,才是导致人类生活进步的最大力量。他特别强调指出,造成各个国家和民族进步不同的因素,不是风土和人种的区别,而是技术发展的差别。培根十分推崇中国发明的印刷术、火药、指南针和造纸。

玻意耳十分钦佩培根的思想,认为只有有组织地推进科学研究、科学发明和科学发现,才能增进人类生活的幸福。他很快成了无形学院的积极分子,也成了培根主义的坚定追随者,沉醉于无形学院探讨自然科学的生活。

在无形学院里,玻意耳受到了良好的教育。这是一所没有围墙的大学,他在此掌握了十分系统的科学知识。这里并不颁发文凭,也没有人监督,完全凭着大家对自然科学的热爱来维系和发展。在这里,只有真正发现自然科学奥秘的人,才能赢得大家的尊敬。晚年的玻意耳总是回忆在伦敦无形学院的日子,表现出对那些日子无限的眷恋。

由于局势不稳,无形学院的成员都希望能够成立一个受法律保护的团体。1660年,成员们决定组织一个能得到国王特许状的团体。1662年,英国国王颁布特许状,正式设立“皇家学会”,全称为“伦敦促进自然知识皇家学会”。其实它并非皇家建立,而是由会员自主设立和经办的自治团体,经费也来自会员缴纳的会费。1665年,在学会首任秘书奥尔登伯格的辛勤操持下,皇家学会会刊《哲学学报》创刊。

痴心实验

伽利略的《关于两大世界体系的对话》在1632年时的全称是《伽利略·伽里莱的对话：那是四日间的对话，讨论的是关于托勒密和哥白尼的两大世界体系，无论哪一方都提出了他们的哲学和自然学的依据》。这是伽利略为传播哥白尼学说而写的一部普及性著作，在当时产生了重大的影响。书中对话的有三个人：一个叫辛普里丘，是受过教育但有点傻气的人，他是地心说的信奉者；另一个叫萨尔维阿蒂，主张哥白尼日心说；第三个叫沙格列陀，是提问的人。书中三人就托勒密的地心说和哥白尼的日心说的真伪展开了一场辩论。

不得不说，这本书在人类文化史上占有很重要的地位。首先，哥白尼的《天体运行论》就是一部震撼心灵的著作，它向统治西方思想千余年的地心说发出了挑战，动摇了“正统宗教”学说的天文学基础。然后，伽利略的这本书又以确凿的证据进一步论证了哥白尼学说，更直接地动摇了教会所庇护的托勒密学说。接着，哈维的《心血运动论》以对人类躯体和心灵的双重关怀，满怀真挚的宗教情感，阐述了血液循环理论，推翻了同样统治西方思想千余年，被“正统宗教”所庇护的盖伦学说。随后，就像引起了连锁反应一样，在各个科学领域都出现了颠覆式的发展，如笛卡儿的《几何》，不仅创立了为后来诞生的微积分提供工具的解析几何，而且折射出影响万世的思想方法论；牛顿的《自然哲学与数学原理》标志着世纪科学革命的顶点；拉瓦锡在《化学基础论》中详尽论述了氧化理论，推翻了统治化学百余年之久的燃素说；道尔顿的《化学哲学新体系》奠定了物质结构理论的基础，开创了科学中的新时代；继而有了傅立叶的《热的解析理论》、达尔文《物种起源》、爱因斯坦的《狭义与广义相对论浅说》、薛定谔的《关于波动学的四次演讲》……

玻意耳十四岁起便深受伽利略这本著作的影响，他决心像伽利略那样，不迷信权威，勇于开创科学实验的道路。家里的兄弟姐妹中玻

意耳是最小的一个,也许是自幼丧母缺乏照料的缘故,他体弱多病。一次由于医生开错了药,玻意耳差点丧命,幸亏他的胃反应剧烈,将药都吐了出来。经过这次遭遇,他怕医生甚于怕疾病,有了病也不愿去找医生。在伦敦时,玻意耳受到一位科学教育家的鼓励,开始学习医学和农业。当时的医生都是自己配制药剂,所以研究医学就必然研制药物和做实验,这使玻意耳对化学实验情有独钟。

在研究医学的过程中,玻意耳翻阅了医药化学家的许多著作。他很崇拜比自己大近五十岁的比利时医药化学家海尔蒙特。海尔蒙特不论白天黑夜,完全投入化学实验,自称为“火术的哲学家”。以他为榜样,二十七岁的玻意耳在伦敦不远的地方,为自己建起了一个实验室,整日浑身沾满了煤灰和烟,痴迷地沉浸在实验之中,开始了自己科学实验的人生。

一年以后,他与青年罗伯特·胡克,一起研究和改进了当时其他人新发明的空气泵,用来将容器中的空气抽出来形成真空。他们利用空气泵做了很多真空实验。有一段时间玻意耳迷上了研究意大利物理学家托里拆利的真空实验。1643年6月20日托里拆利首先进行了这个著名实验,测出一个标准大气压的大小约为760毫米汞柱或10.3米水柱。

一般做这个实验的时候,会将一根大约一米长、一端封闭的玻璃管里装满水银,然后用拇指堵住管口,把管子倒立在水银槽里。松开拇指以后,管子里的水银开始下降,最后停留在高出槽里水银面约760毫米的地方。但是,水银柱为什么能停在这个高度不落下来呢?

这个问题,当时争论得很激烈。托里拆利认为,这是因为大气压对槽中水银面作用的结果。玻意耳同意托里拆利的看法,而且还亲自设计实验来加以证实。他把托里拆利实验中的水银槽放到密闭的容器中,然后把容器中的空气不断抽出来。这时管中的水银柱也不断下降。等到再把空气一点一点送进去时,管中的水银柱又会逐渐升高。

这些现象都说明水银柱掉不掉下来,的确与外面的气压有关。

可比利时物理教授李纳斯却对玻意耳的说法提出了异议。他认为托里拆利实验中的水银柱之所以不掉下去,并不是因为有大气压力,而是因为管子上面的真空部分有一种拉力,好像看不见的绳索,把水银柱拉上来了。到底水银是被拉上去的,还是被外界气压给压上来的呢?李纳斯为什么会跟他们想得不一样呢?

原来,他也设计过一个实验,在一根两端开口的玻璃管里灌满水银,用两个拇指分别按住上下两端,然后把下端放入水银槽里,移开按住下端的拇指,水银柱就开始往下降,一直降到离水银槽液面约 760 毫米的地方才停住。此时按在上端的手指,感到一个很大的拉力。他认为手指感到的拉力是真空部分产生的,既然真空对手指有拉力,那么它对水银也一样会有拉力。

对李纳斯的这种看法,玻意耳觉得最好的回应是实验,而不是在科学杂志上发表长篇大论的文章。于是他把直管换成了一根 J 形管继续做实验。管子短的一端封闭,长的一端开口。往 J 形管里灌水银,因为管子短的一端里封闭有空气,水银升不到顶端。一开始短端和长端的水银处在同一水平面上,玻意耳认定水银柱两端的压强相等。

因为 J 形玻璃管粗细均匀,所以玻意耳用管中空气的长度来表示其体积,在短端记下 48 小格。然后继续往长端灌水银,封闭在短端的空气体积越来越小。玻意耳惊喜地发现,当长端的水银柱液面比短端的水银柱液面高出 760 毫米,也就是压力比原来加大一倍的时候,短端中的空气恰好从 48 小格缩小到 24 小格,即空气体积缩小了一半。

玻意耳还觉得不够,继续往长端灌水银,发现两端水银液面差为 1520 毫米,即压力增加到大气压的三倍时,短端中的空气体积缩小到 16 格,即为原来的 $1/3$ 。他把他的实验结果归纳为,在温度不变的条件下,一定质量气体所受的压力,跟它的体积成反比。这就是著名的玻意耳定律。