

A History of
Atom and Molecule



原子和分子 的故事

凌永乐 编著



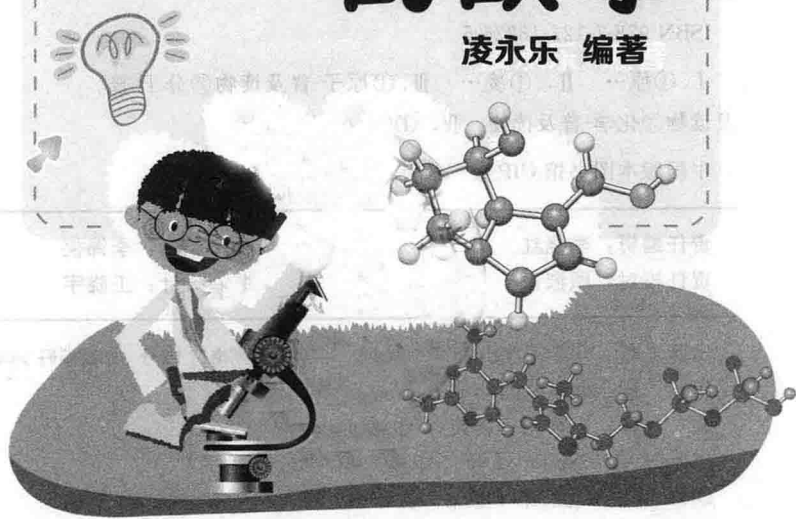
化学工业出版社

A History of
Atom and Molecule



原子和分子 的故事

凌永乐 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书讲述化学中原子和分子说的形成和发展,包括原子量的测定、分子式的建立,原子如何结合成分子,分子怎样由构造到构型和构象,原子核的结构、蜕变和裂变等。全书共分 30 篇,每篇有人有物有时间有情节有论说,富有故事性和知识性,很多内容是大、中学校化学课堂上讲不到的。

本书可作为中学生、大学生的课外参考书,也可以作为化学教师的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

原子和分子的故事/凌永乐编著. —北京:化学工业出版社, 2013.10

ISBN 978-7-122-18226-5

I. ①原… II. ①凌… III. ①原子-普及读物②分子-普及读物③化学-普及读物 IV. ①O56-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 196701 号

责任编辑:李晓红

文字编辑:李锦侠

责任校对:顾淑云

装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市宇新装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张 8 字数 167 千字

2014 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

科学技术发展史是科学技术工作者不断揭露矛盾、认识矛盾和解决矛盾的历史。科学技术中到处存在着矛盾。有没有慧眼认识矛盾，有没有意志揭露矛盾，有没有毅力解决矛盾，再加上有没有机遇，是科学技术工作者在科学技术发展中成功与失败的因素，成功是来之不易的。

本书叙述的原子和分子在化学发展的历史过程中显现出这种情况。一般物质都是受热膨胀，密度减小；受冷收缩，密度增大。为什么水的密度在 4°C 时最大？为什么冰会浮在水面上？这就是一个矛盾，可是一般人视而不见，学而不问。美国两位化学研究工作者拉特迈尔和鲁德布什认识到这个矛盾，研究了这个问题，就发现了分子内外原子间相互连接中有一种氢键存在。

德国矿物学家米切利希在研究酒石酸和葡萄酸的钠铵盐中，发现两种盐的分子组成相同，并且有等角的相同晶形，只是一个具有旋光性的，另一个无旋光性，这是一个矛盾，米切利希没有进一步研究。巴斯德却抓住这个矛盾，得到好的机遇。把一种无旋光性的分子拆分成左旋和右旋两种不同旋光性的物质。

德国物理学家博特和他的学生贝克以及法国物理学家约里奥·居里夫妇先后用 α 粒子轰击铍，得到一种能量很大和穿透力奇强的射线粒子，他们都是著名的进行放射性研究的人物，却被穿透力强就是 γ 粒子的错误认识蒙蔽，认为这个

原子和分子的故事

A History of Atom and Molecule

射线粒子就是 γ 粒子，没有能抓住矛盾，白白丢掉了发现中子的机遇。

德国著名放射性科学家哈恩也曾被偏见遮盖住眼睛，看不清矛盾所在，差一点丢失发现核裂变的成果。在他之前，意大利科学家费米曾用中子轰击当时已知元素中原子序数最大的 92 号元素铀的原子核，认为得到了超铀元素，因为他曾做过实验，绝大部分元素的原子核在经中子轰击后都进行 β 衰变，即放射出一个电子。这放射出来的电子是由核中一个中子转变成一个质子放射出来的。原子核中增加一个质子，就表明这个元素增加一个原子序数而转变成另一种元素。哈恩就在这个框框内继续进行着利用中子轰击铀原子核的实验。结果是没有得到新元素而认为是新元素，只是其他科学家实验结果促使他认识到自己的错误后，再经过众多科学家的研究后才发现了核裂变。

说维尔纳·哈恩提出配位学说而成功地解释了络合物的分子结构，是因为他是被包围在他的前人错误的解释中缺乏足够实验根据的情况下冒冒失失地跳出来的。络合物的分子结构本来是用科塞尔和路易斯的离子键和共价键无法解释的一个矛盾，而后来人们却仍旧试图从离子键和共价键中寻找途径解决问题，这是完全没有认清矛盾的所在，而维尔纳却能够弃旧创新，一举成功，终于得到实验证实，是认清了矛盾的所在。

测定原子量的新方法是利用质谱仪。质谱仪的创造者是

原子和分子的故事
A History of Atom and Molecule

发现电子的英国科学家 J. J. 汤姆森的一名实验助手阿斯顿。他之所以能获得成功，是由于他解决矛盾的毅力和信心。他是在经历了第一次世界大战中断了科学实验后重新研究创造出的，他是在敢于提出与 J. J. 汤姆森不同意见的情况下独自创建成的。

评论一位科学技术工作者的成败因素也不是一件易事，那需要翔实的科学技术史实和运用正确的逻辑思维，更重要的是要把得到的经验和教训运用到自己的学习和研究中。我在这里只是肤浅地说一说。我想起一位科技教授曾说过一句话：学习科学技术可以获得知识和技能，而学习科学技术史可以增强智慧。大概就是指的这个情况。

我借此三言两语作为全书的前言。我还借此说明在全书中使用了阴码注解，书末编制了人名索引和名词索引，在遇到新的概念或术语时可以按此找到一些解释，借此把全书叙述联系起来。

编者
2013 年 8 月

CONTENTS

目录

原子和分子的故事
A History of Atom and Molecule

- 1 古代自然哲学中关于物质组成的论说..... 1
- 2 道尔顿将原子引进化学——促进近代化学
发展..... 6
- 3 阿伏伽德罗推理引用分子——遭埋没半个
世纪 13
- 4 康尼查罗论证原子和分子——促使原子说和
分子说得到公认 20
- 5 洛希米特和佩林等人测定原子和分子的大小和
多少——显示原子和分子存在的真实性 27
- 6 斯塔斯和理查兹精确测定原子量——消除
早期的混乱 36
- 7 拉瓦锡等人创造元素分析——化学分子式
得到确立 47
- 8 普劳斯首先确定物质组成固定——建立分子定
组成定律 57

原子和分子的故事
A History of Atom and Molecule

- 9 洛朗和热拉尔等人研究分子组成——提出
多种论说 65
- 10 迪马在研究分子组成中发现取代反应——引出
原子价概念 73
- 11 凯库勒提出原子联结理论——梦中联苯环
原来是扑朔迷离 80
- 12 贝齐里乌斯命名同分异构体——启动分子结构
研究 89
- 13 巴斯德幸运拆分旋光异构体——分子立体化
开端 95
- 14 布特列洛夫提出分子结构——阐明分子构造 103
- 15 范特霍夫排除异议把分子推向空间——创立
分子构型 111
- 16 哈塞尔和巴顿发展分子结构研究——建立
分子构象 120
- 17 汤姆森发现电子——撬开原子 128

原子和分子的故事

A History of Atom and Molecule



- 18** 科塞尔和路易斯各自利用电子得失和共用解释
原子结合成分子——成为现代价键理论前奏 134
- 19** 维尔纳“冒失”论配位——最终实验证实 140
- 20** 范德瓦尔斯提出分子间存在引力——分子间聚集
得到解释 148
- 21** 拉特迈尔和罗德布什共同提出原子间结合的
氢键——解释了水和其他一些物质的异常
性质 155
- 22** 阿斯顿创建质谱仪——测定原子量有新法 161
- 23** 卢瑟福首先实现原子蜕变——发现质子 169
- 24** 查德威克发现中子——完成原子核构造 178
- 25** 哈恩等人发现原子核裂变——原子能得到
应用 186
- 26** 劳厄和布拉格父子创立 X 射线衍射法——开辟
晶体结构测定研究 193
- 27** 施陶丁格创立高分子化学——促进高分子材料
生产 201



原子和分子的故事
A History of Atom and Molecule

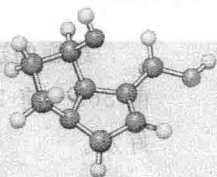
28 沃森、克里克和维尔金斯共建 DNA 双螺旋
结构——分子生物学诞生 207

29 摩尔根师生创立基因理论——分子遗传学
出现 214

30 今天的原子和分子 220

人名索引 232

名词索引 238



1

古代自然哲学中关于物质组成的论说

关于自然界中千千万万物质由各种相同或不相同的微粒组成的论说，早在远古时代就已经萌芽。这正是古代人们在他们的生活和生产实践中观察到的。水在篝火中受热成汽。遇冷结成冰；花香从远处缓缓飘来，烟雾袅袅散失在空气中；木材烧尽成为炭；黏土制成不漏水的陶器；绿色的孔雀石变成黄色的铜；谷类变成醇香的酒……使古代的先贤们提出关于物质组成和变化的论说。

我国具有悠久文明的历史，战国时代又是百家争鸣的时期，就出现了多位先贤论说物质的组成。有一位哲学家——惠施（约公元前 370—前 310）提出：“历物之意曰，至大无外，谓之大一；至小无内，谓之小一。”这里的“历物”是把物质排比一下的意思；“至大无外”是指大到没有边际；“至小无内”是指小到没有里边；“大一”相当于近代所谓的宇宙；“小一”就相当于今天的原子或分子^①了。

① 见：曹元宇等著，中国化学史话，南京：江苏科学技术出版社，1979。

惠施的这些话记载在《庄子》中。《庄子》是庄子（约公元前 369—前 286）和他的后人共同的著作。惠施也是庄子的好友。

就在《庄子》这本著作中，还记载着惠施同时代的另一哲学家公孙龙（约公元前 320—前 250）论物质组成的话：“一尺之棰，日取其半，万世不竭。”这是说，一尺长的棍子，今天切取它的一半，明天又切取它的一半的一半，如此每天切取下去，到一万世也切不完，表明物质是可以无限分割的。^①这正与惠施的论说相反。

还有一位比惠施稍早的先贤，哲学家墨翟（公元前 479—前 381）在他和他的学生们合编的《墨经》中讲道：“非半弗斲则不动，说在端。”这里的“斲”就是“斫”，全句的意思是说，不能分成两半的物体是不能斫开的，也就不能对它有所动作，它便是端。我国化学史学家袁翰青（1905—1994）认为《墨经》里的“端”字是现代原子学说的雏形，因此我们相信，墨派的学者已有了极其原始的物质小单位的概念。^②

在西方，古文明国家是希腊和罗马，是他们的先贤们提出了物质组成的原子论。他们是希腊人留基伯（Leucippos，约公元前 500—前 440）和德谟克里特（Democritos，约公元前 460—前 370），前者是一个身世不明的人物，一般认为他首先提出原子论，并制定“绝对虚空”、“在虚空中运动着的原子”以及“必然性”三个新概念。后来由德谟克里特所继承和发展“没有任何事物的发生是无缘无故的，万物的产生都有其

① 见：《化学发展简史》编写组编著，化学发展简史，科学出版社，1980。

② 见：袁翰青著，中国化学史论文集，北京：生活·读书·新知三联书店出版，1956。

根源，都是必然的。”^① 后者被无产阶级革命导师恩格斯（Friedrich Engels, 1820—1895）称为“经验的自然科学家和希腊人中第一个百科全书的学者”，他认为万物是由原子组成的，客观世界只有原子和虚空。原子就是存在，相对于原子的存在说，虚空是一种非存在。但是这种非存在并不是不存在的，虚空也是存在着的，因为有虚空存在，原子才能在虚空中运动。这是最早关于“空间”的理论。原子与虚空一样，都是存在的。

万物都是由最小的、不可再分的物质粒子——原子组成的。原子结合就成为各种各样的物体。在原子与原子之间并没有性质上的差异，只有形式、大小、排列、状态上的不同。原子是永恒的，它不生不灭；原子的数目无穷。原子永远在虚空中运动着，它们结合起来就形成物体；原子分离就是物体的消失。一切由必然性决定。^②

到公元前3世纪，古希腊哲学家伊壁鸠鲁（Epicurus，公元前341—前270）进一步论证并发展了德谟克里特的原子论，认为原子不仅在大小形状上有差异，而且在质量上也有差异，不仅有直线运动，而且还有偶然的自发的偏斜的运动，从而克服了德谟克里特排除偶然性的缺点。恩格斯说：“伊壁鸠鲁已经认为各种原子不但在大小和形态上各不相同，而且在质量上也各不相同。他已经按照自己的方式知道原子量和原子体积了。”^③

① 辞海，上海辞书出版社，1990年版。

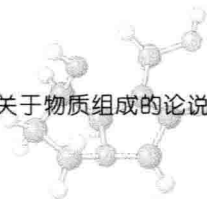
② 见：汪子嵩，张世英，任华等编著。欧洲哲学史简编。北京：人民出版社，1972。

③ 见：恩格斯。自然辩证法。北京：人民出版社，1955。

到公元前1世纪，古罗马卓越的唯物论哲学家卢克莱修（Lucretius，约公元前99—前55）继承了德谟克里特和伊壁鸠鲁的原子哲学，写下哲学诗篇《物性论》（De Rerum Natura），是现在留下来的唯一的系统阐述古代原子论的著作，而德谟克里特和伊壁鸠鲁都只留下一些残篇。同时由于他是一位无神论者，他的长诗在古代和中世纪长时期遭到禁封，几乎被毁掉，只有一个稿本被保存下来，于1473年出版，1486年再版。

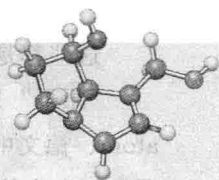
卢克莱修的唯物论认为世界绝不是由神创造的，由无不能产生有，如果事物可以由无产生，那么，不要种子就可以产生生物了，而这显然是不可能的。他认为存在只是原子和空虚。他认为事物的特性和现象都是物质的性质，质量是石头的性质，热是火的性质，没有离开物质而独立存在的性质。他认为原子有三种运动：由原子碰撞产生的运动，由原子质量而产生的向下的直线运动，由原子下降时产生偏斜的运动。他认为这种原子内部自动发生偏斜的运动是形成世界万物的原因。所以运动是物质自己的运动，和神没有关系。

印度也是亚洲古文明国家，印度东部城市加尔各答（Calcutta）大学教授累埃（P. C. Ray）编著的《印度古代和中古时期化学史》（A History of Chemistry in Ancient and Medieval India）中谈到古印度的“原子”概念，他说在纪元前5世纪间，古印度哲学家蹇拏陀（Kanada）提出和希腊德谟克里特相似的学说，从纪元前2世纪起在佛教和耆那教的著作中得到发展，把原子的梵文名拼成拉丁字，先名为anu，微小的意思，后来又名为paramanu，是极微小的意思。



这些都是古代哲学家们的学说。

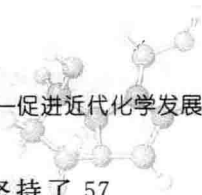
“原子”这一词在拉丁文中是 atomus，成为今天英文中的 atom、德文中的 atom、法文的 atome 以及俄文中的 атом 的来源，“a”在拉丁文中有“不”的意思，“-tomus”表示“分割”，二者结合有“不可分割”的含义。



道尔顿将原子引进化学 ——促进近代化学发展

18 世纪 60 年代，工业革命，即用机器代替手工生产，首先发生在当时欧洲资本主义最发达的国家——英国，从纺织、印染等工业开始，逐渐发展到采矿、冶金、机器制造和化工生产，到 19 世纪 30 年代末基本完成。在这个过程中，资本家们需要精确计算生产原材料和产品的量，以取得更多利润。在这种历史背景下，英国教师道尔顿（John Dalton, 1766—1844）将古代组成物质的最小粒子原子说引进化学中，使化学元素与原子结合起来，赋予各种不同元素的原子具有不同的质量。

道尔顿出生在英国英格兰北部地区一个乡村里。童年在这个乡村接受教育，12 岁就充当起这个学校的教师，15 岁到家乡附近的城市肯达尔（Kendal）一所相当于初级中学的学校任助理教员，27 岁到英国纺织业中心曼彻斯特（Manchester）新学院（New College）担任数学和自然哲学教师。他一生勤奋求知，进行科学实验，边教书，边自学，边研究，边写作。从 21



岁起就开始作气象观测，直到他临终前一天，整整坚持了 57 年，共观测 20 万次以上，还测定不同地区、不同高度大气组成和各种气体受热膨胀程度，以及在水中的溶解性等，写下若干篇论说，特别是关于原子说。为了进行科学研究，他放弃了学校的教师职务，利用曼彻斯特一个协会的讲堂招收学生，私人授课。

1803 年 10 月 21 日道尔顿就在这个曼彻斯特文学和哲学协会上宣读了一篇论文——《论水对气体的吸收》，第一次讲到关于物质组成的粒子论说。他认为这种吸收与压力以及组成气体粒子的轻重、大小以及简单和复杂有关，并列出一些气体和其他物质最小粒子的相对质量。

他的这篇报告得到英国普及化学家托马斯·汤姆森 (Thomas Thomson, 1773—1852) 的赞赏。他在 1804 年专程拜访了道尔顿，详细地了解了道尔顿的组成物质最小粒子的论说，在 1807 年出版《化学体系》一书，广为宣传道尔顿的论点。后来道尔顿又发表论说，补充了一些新论点，收集在他自己的著作《化学哲学新体系》(A New System of Chemical Philosophy) 一书中。

道尔顿在这本书的第一部分第一卷第二章《论物质的组成》(On the Constitution of Bodies) 中写道：“物体分为三类或三种状态，曾引起哲学学家们的注意。它们被称为弹性流体、液体和固体。水这一物体是我们非常熟悉的例子，它在一定条件下能形成三种状态。汽，我们认为纯属弹性流体；水，纯属液体；冰，完全是固体。这些观点自然得出看来是普遍接受的结论：一切可感觉到的物体，不论是液体或固体，都是由大量非常小的粒子（或称物质的原子），由吸引力结合在一起的……”