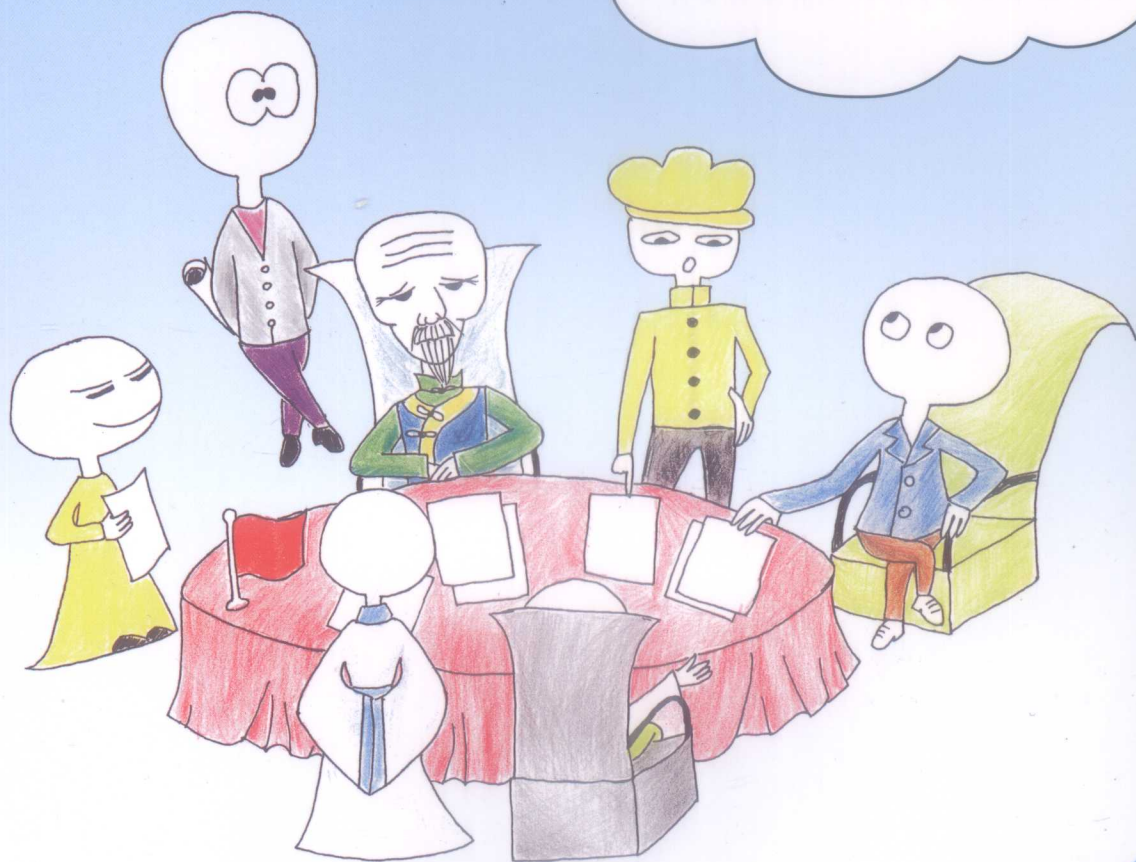


分子共和国

北京大学化学与分子工程学院 编



好奇性和解放的思维是创新的源泉。

—— 2008年度国家最高科技奖获得者 徐光宪

知识出版社

分子共和国

北京大学化学与分子工程学院 编

知识出版社

图书在版编目(CIP)数据

分子共和国/北京大学化学与分子工程学院编. — 北京:
知识出版社, 2009.3

ISBN 978-7-5015-5629-8

I. 分… II. 北… III. 分子—普及读物 IV. 0561-49

中国版本图书馆CIP数据核字 (2009) 第027675号

分子共和国

策划编辑: 徐世新

责任编辑: 徐世新 蔡婵琳

责任印制: 魏 婷

封面设计: 石 玉 北极光视界

图文制作: 鑫联必升文化发展有限公司

出版发行: 知识出版社

社 址: 北京阜成门北大街17号

邮政编码: 100037

电 话: 010-88390749

网 址: www.ecph.com.cn

经 销: 新华书店

印 刷: 北京佳信达欣艺术印刷有限公司

开 本: 720mm×1020mm 1/16

字 数: 200千字

印 张: 13

版 次: 2009年3月第1版

印 次: 2009年3月第1次印刷

ISBN 978-7-5015-5629-8

定 价: 36.00元

《分子共和国》编委会

学术顾问：徐光宪 高 松 刘虎威 王剑波 裴 坚
吴 凯 李 彦 裴伟伟 李星国 徐怡庄
卞 江 施章杰 余志祥

主 编：马玉国 于 峰

副主编：王 菲 韩 冬

执行主编：莫凡洋 王子涛

编 委：（按姓氏笔画为序）

任 臻 华 炜 危苏昊 朱 戎 朱 斌
李 悦 杨 杨 陈丰坤 孟令辰 高 昂
彭志为 霍建龙

献给北京大学化学学科
创立一百周年

序

化学真的很神奇，它不仅可以使物质千变万化，点石成金，变废为宝，变丑为美，还可以使学习化学的人成为科普作家！“我们对人类的贡献可大了”。不信？那就请读读《分子共和国》吧。

一直在北大化学系（如今是化学与分子工程学院）学习、工作的我，非常佩服这儿的老师和同学。读完了这本由北京大学化学与分子工程学院老师和同学们创作的科普读物《分子共和国》，我再一次为师生们的才情所折服。元素、分子、反应、方程式，在大多数人看来是枯燥无味的。然而，当它们以科普的形式跃然纸上时，连我这个与化学打了几十年交道的人对化学、对分子也感觉到了久违的新鲜和亲切——化学的确很好玩！

化学家完全可以自豪地说，从合成氨、尿素到高分子，从化妆品到医药，从服装到建筑材料，从太阳能利用到信息技术材料，从城市和工业废水处理到农田土壤的保护和修复用试剂……，一项项闪烁着无穷想象力的化学成果，让我们的世界丰富多彩、日新月异。但是，最近一段时期，当苏丹红、三聚氰胺成为大众耳熟能详的词汇时，我们似乎也听到了“化学留给人们的是否为无穷无尽的灾难？”的诘问。解答这些诘问的最好方式就是恢复化学本来的面目。然而，一直以来，化学和化学工作者低调的姿态，化学类科普文章的匮乏，使得化学仿佛远在天边的城堡，可望而不可及。

《分子共和国》的出版是一次勇敢的尝试。徐光宪先生（他可是获得了国家最高科学技术奖的大师哟）挥笔写下了本书的“开国大典”，而书中内容都来自他和师生们的创作。从“单质一族”的氢气、氧气，到“无机城市”的硫酸、硝酸、二氧化碳，再到“有机堡垒”、“铁匠铺”……师生们以丰富的想象力构建了一个生动而真实的“分子共和国”。他们所特有的学术敏锐，独特的观察视角，清新活泼的语言，加上良好的化学基础，构成了这

组科普文章引人入胜的要素。

《分子共和国》所包含的内容不仅仅是科普文章，同时也汇集了北京大学化学与分子工程学院教育成果的结晶。素质教育，全面发展，让学生们学以致用，把化学带回生活，在生活中思考化学，相辅相成，相互促进，这是学院一贯的思路。对于我来说，在这样一本书的背后，欣喜地看到了学生们的自我提高和全面成长。

这应该是一个开始而不是结束。正如分子是构成整个化学王国的基石，我们期盼《分子共和国》成为化学自我展现的一个新起点！

周其凤

北京大学 校长

2009年春于蓝旗营

目 录

开国大典.....	1
-----------	---

单质一族

微小与简单的魅力——氢气	4
没有我就没法活——氧气	6
保护人类的卫士——臭氧	8
别理我，烦着呢——氟气	11
化工岗位上的三八红旗手——氯气	13
棕色幽灵——溴	15
傲视群雄——碘	17
变化与选择——磷	20
科学界的足球梦想—— C_{60}	23
失窃的龙皇之冠——硫	28
最后的单身贵族——稀有气体	30

对称之美——三氟化硼	52
光棍的快乐——二氧化氮	54
问世间情为何物——硫酸	56
美女有毒——砒霜	63
阿摩尼亚传——氨	66
劳动面前人人平等——磷酸	68
飘然于世间的隐形杀手——氰化氢	70
腹中之气——硫化氢	73
我的自荐书——二氧化钛	76
缺电子的硼族成员——乙硼烷	78
疯狂的石头——碳酸钙	80
密室杀人案件——一氧化碳	83
正义还是邪恶？——硝酸	86
此间的分子	90

有机堡垒

酒分子国和醋分子国——乙醇和醋酸	100
江湖剑客——甲醛	102
我和我的家人们——异戊二烯和萜类	109
苏丹红专访	111
天生的贵族——季戊四醇	117
我在梦中被创造——苯	122
有机世界与无机世界的第一座桥梁——尿素	124
演绎生命的旋律——葡萄糖	126
要的就是刺激——咖啡因	129
健康守护神——维生素 C	131
红与绿——血红素和叶绿素	134
金鸡纳霜——奎宁	136
有机族的第一代长老——甲烷	142
手性拆分领域的元老——酒石酸	144

光明的黑暗之子——乙醚	146
一首小诗——环己烷的自述	149
炸药之王——奥克托今	152
指示剂代表——酚酞	154
最无辜的隐士——三聚氰胺	156

铁匠铺

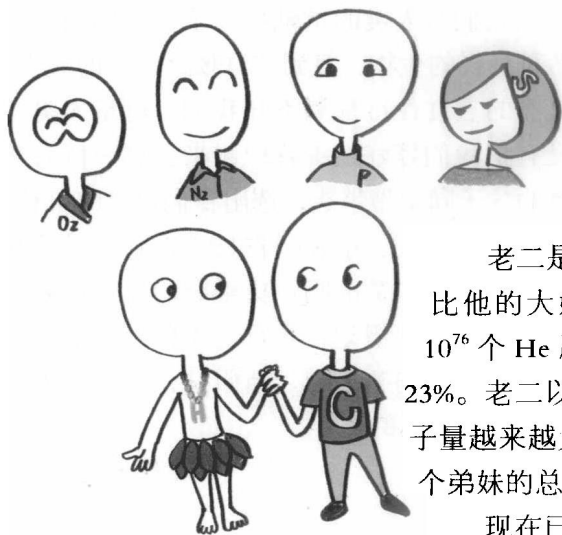
金属有机化合物形象代言人选举	160
二茂铁的竞选演说	162
格式试剂家族大选—— $\text{C}_2\text{H}_5\text{MgBr}$	164
有机铝家族的荣耀—— $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$	166
四乙基铅	168

地下城

序幕：来自地狱的分子们	172
神经性毒剂	
神经传导中的强盗——甲氟磷酸异丙酯（沙林）	174
糜烂性毒剂	
杀人于无形之间的隐形杀手——二氯二乙硫醚（芥子气）	178
窒息性毒剂	
我很毒，别惹我——碳酰氯（光气）	182
全身中毒性毒剂	
阴冷的“细胞内窒息”——氯化氰和他的氰类家族	185
失能性毒剂	
血腥背后的帮凶——二苯基羟乙酸-3-奎宁环酯（毕兹）	189
尾声	193

开国大典

我是一个分子小精灵，我们分子群体是一个你无法想象的超级巨大共和国。这个共和国包含的民族就有 8400 万个。她的人口，数也数不清。我们都是元素祖宗的子子孙孙。元素祖宗共有一百多个民族。每个民族的个体叫做原子。元素的老大就是 H（氢）元素，她的个体叫做 H 原子。H 原子质量最小，但宇宙间 H 民族的人口最多，共有大约 10^{78} 个，即 100 万亿亿亿亿亿亿亿个。这个数目太大了，因此人类把 6.023×10^{23} 个原子或分子叫做“摩尔”。那样，可见宇宙中的 H 元素大约有 1.5×10^{54} 摩尔的原子。人类又把 1 摩尔原子质量的克数叫做原子量。H 元素的原子量是 1.008，所以 1 摩尔 H 的质量是 1 克，可见宇宙中 H 的总质量是 1.5×10^{54} 克，占可见宇宙总质量 2×10^{54} 克的 75%。



氢作为元素的老大是名副其实的，因为太阳等 10 万亿亿颗恒星都是靠她的聚变核反应而发光的。聚变的结果就产生了老二 He（氦）元素。

老二是 He 元素，他的原子量是 4.003，比他的大姐 H 重 4 倍。He 民族共有 7×10^{76} 个 He 原子，其总质量占可见宇宙的 23%。老二以后还有 113 个弟妹，他们的原子量越来越大，但数目越来越少，所以 113 个弟妹的总质量只占可见宇宙的 2%。

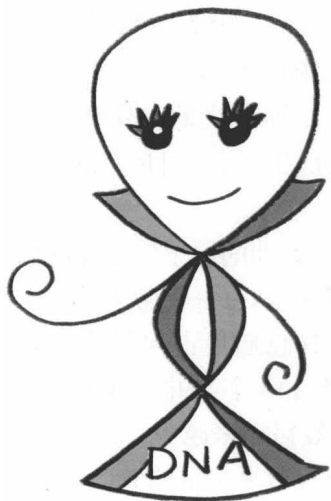
现在已经诞生的最后一位元素小弟弟

是老 118，他在自然界并不存在，是被聪明的人类在 1999 年用加速器制造出来的，给他取的名字叫 118Uuo 。他的原子量高达 293，但数目非常少，只有几个，寿命非常短，不到一秒钟的百万分之一。在他前面还有三位姐姐 113、115 和 117。她们很怕羞，至今躲在深闺人未识。

元素祖宗中最伟大的民族是老大 H 和老六 C（碳），他们的子子孙孙都性格开朗活泼，善于交际，和 N、O、P、S、Cl 等弟妹们结合起来，共同组成一个超级分子大族群，叫做“碳氢化合物及其衍生物”，又被人类简称为“有机化合物”。这个大族群的户口已被 CAS（《美国化学文摘》）登记在案的有 7400 多万种，其中被人类称为“识别的生物分子序列（biosequences）”的，有 5700 余万种。

我是生物分子中的一个小精灵，名字叫做 DNA（脱氧核糖核酸）。我的双螺旋雕塑像就树立在北京中关村大街上。你们早已认识我了。我和同胞兄弟 RNA（核糖核酸）、后辈子侄蛋白质的本领可大了，我们操纵着人类和各种动植物、微生物的创生、遗传、变异和生老病死。还有 1700 余万种有机分子则是人类用人工方法培育出来的合成分子。两者合计 7400 多万种。

人类把有机化合物以外的物质笼统地叫做无机化合物。被 CAS 登录在案的无机化合物约有 1000 万种，其中有的是自然界原有的，有的是由人类人工合成的。所以我们分子王国共有 8400 多万个民族，每天平均新增 4000~5000 种，人口就难以计算了。

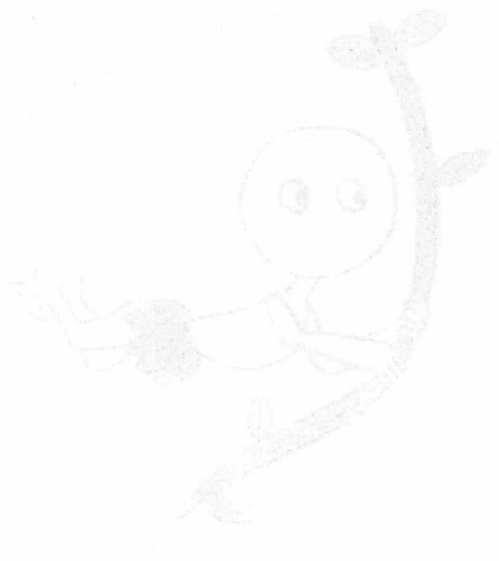


我们对人类的贡献可大了，我们创造了各种各样的生物，直到“万物之灵”的人类。人类的衣食住行都离不开我们，可是人类还没有把我们好好组织管理起来。哪一位有创意的分子同学带个头，选出我们自己的班长、校同学会会长、市长、省长、直到分子共和国的总统？你赞成吗？更重要的，我们要制订中长期发展规划，实行优生优育，培养出更多、更好的新兄弟、新姐妹，来满足人类和谐世界发展的需要。

（徐光宪）

化学世界

●● 单质一族



微小与简单的魅力

——氢气



我本来是分子共和国中最独特的分子，但没想到大家竟然把我给忽略了，现在只好自己出来表现一下。

作为最简单的分子，我只由两个氢原子组成，除了自己的两个氢核和两个电子之外似乎就没什么好炫耀的了。外在性质方面也着实简单，除了轻、可以燃烧之外也没什么好说的，也许正是由于我的平凡，使得其他人都忽视了我的存在，但也许正是由于我的简单、幼稚，像一个小孩子一样，也特别容易被大人们管教。同样也许由于我的单纯，使得只有真正懂得欣赏我的人才能深刻地理解我的内在美。对于这些人来说，我是存在于他们思想中的精灵，一切灵感、化学直觉都可由我而来；一切美妙的想法，也必须通过我的评价才能得到肯定。让我们一起回到过去，去回顾那些激动人心的时刻。



1925 年对于物理学来说是光辉的一年，而 1927 年，对于化学来说则是革命性的一年。W. 海特勒和 F. 伦敦首先利用量子力学通过电子配对成键的思想对我的结构进行了解释，解决了化

学的最大难题——化学键的本质，

这是现代化学发展道路上的一个里程碑。而后 1928 年 L. 鲍林将我的内在性质推广到普遍的化学

键，建立了古老的 VB（价键）理论。而马利肯又从另一角度来分析我的本质，建立了 MO（分子轨道）理论，使得化学有了自己的理论基础。这些杰出的成果，使

得人们对我们这些分子的结构有了更深刻、更本质的认识，而一切都是从我开始的。

当人们陷入计算机得出的大量数据而无所适从时，是我在化学家的经验和数据间建立了联系。通过我，化学家们提出了许多有用而直观的概念，比如共价键和离子键、电负性、电子云密度分析、定域与离域、电子交换等等。这些在现代化学中都是十分重要的基本概念，没有这些可能化学还是在延续 19 世纪时的老样子。

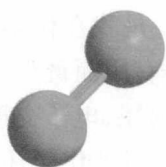
当人们使用着 Gaussian、Gamess、ADF 等大型科学计算程序方便地处理复杂分子体系的时候，我逐渐受到了冷落。但我要说的是我所展现的，你们并没有真正看到，因为现在一切的结果都只是在近似的情况下获得的。尽管我简单，但是还没有人敢宣称真正了解我，他们所做到的只是完全地理解了我组成的一部分——单一氢原子的薛定谔方程精确解析解，甚至连 He 原子也难以得到轻松解决。即便是伟大的 P.A.M. 狄拉克也仅仅是获得了单一氢原子的相对论方程，要想把它推广到我身上恐怕还没有这个可能。我，这个由两个 H 组成的分子，完全可以自豪地宣称我就是化学、物理学、甚至数学（偏微分方程领域）中的 Holy Grail（圣杯），从这点上说我比其他任何分子都高贵。

理论上，谁能真正地找到能描述我的精确解，谁就能轻易地得到多电子体系的精确描述，谁就可以说打开了一扇通往终极科学的大门。当你进入这个大门后，自然界的一切都变得可以解释，而这在现在看来只是一件跟地球毁灭、人类灭亡一样遥远的事情。也许上帝并不希望自己所创造的一切都被人类轻易地洞察，人们只能通过不断地创造，才能发现可能通往找到 Holy Grail 的道路。

人们对 He 的精确解析解的研究，对 DFT（密度泛函理论）最终交换相关泛函的寻找，对量子蒙特卡罗方法的发展，使得我的性质正逐渐被更加精确地解释，而我也愿意帮助乐于创造的人们去进行深入研究，通过表现出一些渐近的性质，人们可以逐渐把握我优雅的行事方式，揭示出分子世界的另一种美——一种抽象、空灵的美。这就是我想要告诉大家的：最平凡的往往是最高贵、最神圣的。

（李振东）





没有我就没法活 ——氧气

嘿嘿，我才不像他们那么乖，告诉你我是谁呢！猜一下嘛！

提示 1: 大家都爱我，离不开我。（警告你们喔：谁要是不爱我，我就不跟他玩了，憋死他。）

提示 2: 有东西很怕我。（可妈妈说，做人就是要虎虎生威的）

提示 3: 他们老把我画成两个胖胖的贴在一起的小球，颇有唐代遗风的阵势。

呵呵，猜到了吧？我就是大名鼎鼎的氧气。

我天天在你们校园里横冲直撞，你们干的什么我都知道。我喜欢用自己的生命换取分享别人电子的权利，于是，我把铁氧化了，我把铜氧化了，还有许许多多其他的東西。

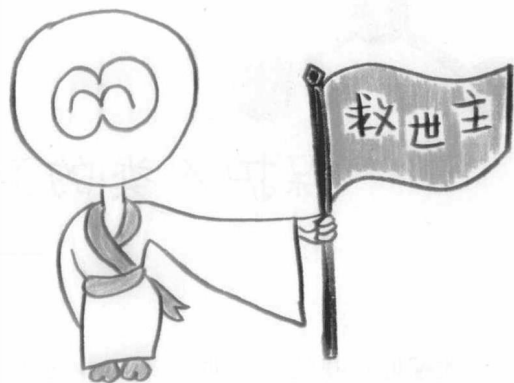
你是否看见铁栅栏上绽出了“桃花”？那是我幸福的笑脸，有人为此拍了一部电视剧，叫《幸福像花儿一样》。居然，有一个愣小子，摇着栏杆，不害臊地唱“我

在这儿等着你回来，等着你回来，看那桃花开”。他不知道，我的花，早已开得很灿烂了。

我真的很有用，我都替你佩服我自己。对许多生物而言，没有我，就



没有他们存在的可能。没有我，怎么会有“江南三月，草长莺飞”。甬说莺了，可能连“枯藤老树昏鸦”都没有了。没有我，怎么会有火？没有火，怎么会有哲学？没有希腊的哲学，怎么会有文明？重要吧？而我真正的魅力还不止于此呢！



别看我平常总是氧化别人，好多人都不喜欢我，可是，我是耀眼夺目的。不知道了吧？红宝石就是我和铝哥哥的宝宝，我们珍贵吧？

今天就跟你们侃到这儿吧，该走啦！还有人需要我呢。

(吴琳曦)