

中国科普原创经典

走近化学 | ZOUJIN HUAXUE |

化学是这样的一门科学：茫茫宇宙中浩瀚的物质世界，在化学家看来，不过是千百万种化合物的存在与组合，而且是由为数不多的几十种常见元素所组成的。

化学是这样的一门科学：它与其他学科和新技术的发展提供了必要的物质条件，但在社会对新技术成就的一片赞扬声中，它却甘于默默无闻。

可爱的对称

KE'AI DE DUICHEN

HUAXUEJIA YANZHONG DE DUICHENXING

吴国庆○著

——化学家眼中的对称性



CTP 湖南教育出版社

中国科普原创经典

走近化学 | ZOUJIN HUAXUE |

化学是这样的一门科学：茫茫宇宙中浩瀚的物质世界，在化学家看来，不过是千百万种化合物的存在与组合，而且是由为数不多的几十种常见元素所组成的。

化学是这样的一门科学：它与其他学科和新技术的发展提供了必要的物质条件，但在社会对新技术成就的一片赞扬声中，它却甘于默默无闻。

吴国庆○著

可爱的对称

KE'AI DE DUICHEN

HUAXUEJIA YANZHONG DE DUICHENXING

——化学家眼中的对称性

CS 湖南教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

可爱的对称: 化学家眼中的对称性/吴国庆著.

—2 版. —长沙: 湖南教育出版社, 2012. 4

(走近化学/宋心琦主编)

ISBN 978 - 7 - 5355 - 3494 - 1

I. ①可… II. ①吴… III. ①结构化学-对称-普及读物

IV. ①0641 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 072925 号

从 书 名	走近化学
书 名	可爱的对称——化学家眼中的对称性
作 者	吴国庆
责任编辑	李小娜 阮 林
责任校对	鲍艳玲
出版发行	湖南教育出版社出版发行 (长沙市韶山北路 443 号)
网 址	http://www.hneph.com http://www.shoulai.cn
电子邮箱	228411705@qq.com
客 服	电话 0731 - 85486742 QQ 228411705
经 销	湖南省新华书店
印 刷	湖南天闻新华印务邵阳有限公司
开 本	710 × 1000 16 开
印 张	8
字 数	80 640
版 次	2000 年 8 月第 1 版 2012 年 1 月第 2 版第 1 次印刷
书 号	ISBN 978 - 7 - 5355 - 3494 - 1
定 价	16.00 元

20 世纪 90 年代，在新的全球性科学技术发展高潮和随之而来的激烈竞争初现端倪之时，湖南教育出版社的《科学家谈物理》、《科学家谈生物》、《走近化学》、《化学·社会·生活》等丛书陆续出版，在当时为数不多的原创学科科普中，其内容的新颖、作者阵容的强大、语言文字的生动堪称首屈一指。这套学科科普凝聚了当时物理学、生物学、化学领域的大家们的远见卓识和汗水心血。以“大科学家写科普”的严肃认真的态度和细腻别致的情怀，为当时的青少年——21 世纪的主人们在接受基础教育的同时，扩展科技视野，了解学科现状和发展趋势提供了一条最权威、最前沿、最贴近的通道。大家们字里行间所流露出来的对科学世界的向往与痴迷、对科学事业的热爱和虔诚，也深深地感动和影响了一代青少年。

二十余年之后，我们选择以“中国原创科普经典”的名义再次整理出版这套科普则有着非凡的意义。其一是原创的弥足珍贵。这么多大科学家的学识、思想、精神汇聚于此实属不易。时至今日，这其中的许多人已经离开我们，但他们的所著所言却是具有恒久长远的生命力的。这些原创于今时今日的我们，其珍贵是不言而喻的。其二是经典的不可复制。科学技术的发展日新月异，这套科普所展现的有些内容也许不是如今最前沿的知识，但它所记录的是这个发展过程中不可或缺的一步或几步，它已经成为经典。因此除了将某些符号和计量单位与现在的规定接轨外，我们没有做大的改动，选择尽量保留它的原貌。其三是精神的代代传承。这些著名的科学家们不仅深入浅出地讲解了科普知识，更自然由衷地表达着对科学的热爱与敬畏，这些精神的甘露润物细无声。我们真心期待21世纪的青少年朋友们也能悉心来感受和传承，向伟大的科学和伟大的科学家们致敬！

需要说明的是，时隔多年，有些作者如今已经离世，有些作者现在已经联系不上，但我们一直在努力寻找中。如果有作者或作者的家人、朋友获悉我们再版这套书的情况，请跟我们联系，我们一并付酬致谢。

内 容 简 介

本书以大家熟识的宏观物体为起点，联系微观分子，由简及繁、通俗易懂地向读者展示了客观世界最普遍的性质之一——对称性。恒定与发展是我们周围发生着的气象万千的客观世界的基本矛盾。对称性则跟平衡一样，是客观世界恒定性的基本表现形式之一。在美国的远景教育规划——2061 计划中，对称性被列为未来的中学生应掌握的科学通用概念。尽管本书讨论的对称性是很有限的——限于有限物体的外观对称性，但读者仍可从中获得一些考察客观世界的基本方法。另外，边练边学，也是本书力图向读者推荐的一种有效的学习方法。

20 世纪即将过去，日益临近的 21 世纪的脚步声已经清晰可辨。世界各国为迎接新世纪而制定的种种规划即将逐一付诸实施，新的全球性科学技术发展高潮和随之而来的激烈竞争已初见端倪，“山雨欲来风满楼”是世纪之交的科技发展与竞争态势的最佳写照。为了帮助青少年朋友在未来的竞争中迎接挑战，把握机会，继《科学家谈物理》、《科学家谈生物》等丛书之后，湖南教育出版社又推出了一套《走近化学》丛书。这套丛书，对于帮助今天的青少年——21 世纪的主人们在接受基础教育的同时，扩展科技视野，了解化学的现状和发展趋势，明确化学家的任务和责任，是大有裨益的。因此，湖南教育出版社的这一远见卓识，理所当然地得到中国化学界的广泛响应和支

持。中国化学会的积极参与和丛书编委会的组成，则保证了这套科普读物出版计划的顺利实施。

化学是这样的一门科学：茫茫宇宙中浩瀚的物质世界，在化学家看来，不过是千百万种化合物的存在与组合，而且是由为数不多的几十种常见元素所组成。它们之间的差别，仅在于元素的种类、原子的数目和原子构建成分子（或构建成晶体等）时方式的不同而已。

化学是这样的一门科学：化学反应，其机制几乎是各有千秋，而且对反应条件又极其敏感，以致对于一些化学现象，人们有时不免众说纷纭，莫衷一是。但是化学反应所遵循的最基本的物理定律，却屈指可数，简单明了。

化学是这样的一门科学：它为其他学科和新技术的发展提供了必要的物质条件，但在社会对新技术成就的一片赞扬声中，它却甘于默默无闻。

化学是这样的一门科学：它和其他学科的相互交叉与渗透日益深化，新的化学分支学科层出不穷，但是化学的理论基础却离不开化学元素论、元素周期律、化学键理论和物质结构理论。

化学是这样的一门科学：除非你已经学会透过宏观现象辨析原子、分子行为的思维方法，并熟悉化学所用的语言和语法规则，否则尽管在实际生活中化学和人的关系是

如此的密不可分，可是在很多人的心目中，化学却显得那么的陌生和遥远，以致有些人在充分享受化学对现代物质文明所做的种种贡献的同时，会不公平地把现代文明社会中的失衡与灾难的责任，归之于化学！

统计资料表明，世界专利发明中有 20% 与化学有关；发达国家从事研究与开发的科技人员中，化学与化工专家占一半左右；化工企业产品的更新换代依靠化学的进步，而化工产品的产值和出口比例在国民经济中一直保持着领先的地位。这些数据足以证明，化学在社会发展和提高人民生活质量中具有重要作用。

因此，这套《走近化学》丛书的任务是，通过向广大青少年读者介绍生动有趣的化学现象、引人入胜的化学成就和辽阔无垠的化学前景，消除广大读者对化学的陌生感和因此产生的畏惧心理。作者们在字里行间有意或无意流露出来的对科学世界的痴迷和对科学事业的虔诚，都会引起读者的共鸣。你会和作者一样，产生出一种在知识海洋中遨游时清风拂面、心旷神怡、与大自然融为一体的快感，使自己的聪明才智得到进一步的培育，使自己的志趣得到进一步的提炼和升华。这套丛书取名为《走近化学》，正是呼唤我们向化学走近！

编委会衷心感谢中科院院士、原中国科学院院长、著

名化学家卢嘉锡教授及中科院院士、著名化学家张青莲教授慨允为丛书题词。衷心感谢中科院院士、原中国科学院副院长、著名材料科学家严东生教授代表中国化学会为丛书作序。对湖南教育出版社的领导及担任责任编辑和编委的李小娜、阮林，以及中国化学会的领导及办公室工作人员为丛书所作的指导和支持，在此一并表示谢忱。

亲爱的青少年朋友们，如果这套丛书能够有助于你摆脱常年在题海和应试的桎梏下产生的几丝无奈，为迎接明天而主动地学习，从而使你的生活与学习走向一片更加灿烂与广袤的天地，我们将会感到无比的欣慰。我们坚信，科学可以使人变得更加聪明而坚强，“欲与天公试比高”将是 21 世纪中华青少年的风采！

《走近化学》编委会

(宋心琦执笔)

1999 年 8 月

二

20 世纪已经随着寒冬过去，21 世纪和明媚的春天一起悄然地来到了人间。温暖的春风，不仅吹绿了沉睡的大地和柳树的枝头，也捧出了《走近化学》丛书的第三辑。它将成为湖南教育出版社和《走近化学》丛书编委会以及第三辑的作者，在新世纪之初的第一个春天奉献给青少年朋友们的礼物。

《走近化学》丛书从 1995 年开始编写和出版，到 2001 年完成第三辑，前后经历了 6 个年头，但是却跨越了两个世纪，而且是人类有史以来最重要的两个世纪。这也许有时间上的巧合，但它从一个侧面反映了时代的步伐是如此的匆匆。科学技术和社会进展的脚步正在飞快地前进，在丛书出版之初大多数科学家仍然感到陌生的一些领域，已经成为 21 世纪科学技术发展的先锋。人们日常词汇中新近增加的和媒体上出现频率急剧增长的一些名词概念，诸如纳米技术、DNA 测序、克隆等等，四五年前还只为部分科学家所专有，如今已经通过各种媒体的传播进入了平常百姓家，人们对科学技术的关注和热情达到了前所未有的高度。在这种形势下，《走近化学》丛书编委会的专家教授们都有一种欲罢不能的感觉。但是我们想到，科学技术是

一项永远伴随着人类的发展而发展的事业，与之相关的科学普及工作也将是一项永恒的工作。我们热切地希望有更多的出版社能够 and 湖南教育出版社联手，把为青少年朋友们出一些质量更高、内容更加符合读者需要的科普精品，及时地反映科学技术发展的新成就和新动向，当做新世纪赋予的时代的责任。希望通过我们的科普工作，使我国有更多的青少年能够更早地立志并真正成为现代科学技术的主人。

《走近化学》丛书在编写和出版的几年里，一直得到化学界很多专家学者与朋友们的帮助，他们提出了许多宝贵的批评和意见，也得到了广大青少年读者的热情支持和鼓励。湖南教育出版社的李小娜和阮林二位编辑，为丛书的出版做了许多工作，她们不仅为丛书的选题殚精竭虑地提出过许多重要的建议，而且所做的默默无闻的编辑工作对于丛书的质量起到了关键的作用。所有关心过丛书和为丛书的顺利出版做过努力的朋友们，请接受丛书编委会和我个人由衷的谢意和新世纪的敬礼。

宋心琦于清华园

2001 年 3 月 1 日

序 言



嚴东生

由中国化学会和湖南教育出版社共同组织、约请著名化学家撰写的《走近化学》丛书，是我国近年来为满足青少年读者了解化学和学习化学的需要而出版的一套科普丛书。其内容覆盖面之广，作者阵容之强，是多年来罕见的。丛书的选题不仅紧密结合科学技术发展的实际，更着重于作者和读者之间思想和体会的交流。加以文字流畅，内容新颖并富有趣味，我相信它必将成为广大青少年的良师益友。对于有志于从事科学技术工作的青少年，则更有启迪和激励的作用。

21 世纪即将来临，目前尚处于发展中国家之列的中国，在未来几十年里世界高新科技的发展与竞争中，将面临极其严峻的挑战。化学不仅会和其他学科一样，保持着自 20 世纪 50 年代以来的迅猛发展势头，而且和生命、信息、材料与环境等科技领域的相互渗透也会日益

深入。了解化学和应用化学的水平将对社会生产力的发展和人民生活质量的提高起着关键的作用，化学基础知识也将成为充实新世纪公民基本素质的重要内容之一。因此，《走近化学》丛书的问世所起到的积极作用，一定会得到社会各界的支持和肯定，也一定会受到广大青少年读者的欢迎。

《走近化学》丛书涉及现代化学的多个侧面，介绍了人们在这些领域内的最新成就，反映了作者对该领域未来发展的精辟见解。它有利于广大青少年读者开阔视野，激起他们对科学技术的兴趣，提高他们对科学技术推动社会发展的重要作用的认知。对于有志于从事科学技术工作的青少年读者则更能起到启蒙的作用。当然，科学技术事业的发展，要依靠千百万科学技术人员的辛勤劳动与杰出科学家的殚精竭虑和艰苦实践，不可能一蹴而就。我们应当由丛书中所展示的前辈科学家所经历过的失败与成功的史实中吸取经验，以增强我们积极参与国际科学技术领域竞争的信心和力量。

光阴荏苒，岁月蹉跎，在新的世纪里，振兴中华、造福人类的历史责任已无可推卸地落在今天青少年一代的肩上。年轻的朋友们，先进的科学技术像明日的朝阳一样，将由你们用双手高高托起！

1997 年 9 月

前 言



I hear: I forget; I read: I remember; I do: I understand。这是出生在英国的著名美国化学教育家亨利·阿姆斯特朗（Henry Armstrong, 1848—1937）的名言，广为流传。这是真理，是许许多多人的经验总结。这句话对于我国青少年，尤其珍贵，因为我国基础教育普遍存在一个致命弱点，喜欢坐而论道——说得多，做得少。其实，许多科学知识，要想真正懂得，非亲自动手不可。不做，难似上青天；做，豁然开朗，奥妙尽在其中。做与不做，有天壤之别。许多科学发现和技术发明，坐而论道是出不来的。不久前谢世的中国核弹先驱，三次与诺贝尔奖擦肩而过的著名物理学家王淦昌先生说过：……首先要敢于大胆设想，只有这样，才能创出新路，但光有新思路还不够，最重要的是“干”，要自己动手做实验，验证自己的想法。说的就是不要坐而论道，要做。

我一直想为提高我国青少年的创新能力和实践能力做些实事。可我不是中小学教师，每天又有太多的事情要做，牵肠挂肚好些年，梦

想难以成真。如今这本小册子倒可了却我一个心愿。事情是这样的：前年接到宋心琦先生一个电话，要我参加湖南教育出版社《走近化学》这套丛书的写作，还为我预报了个书名：“对称性”——宋先生着实消息灵通，知道我给大一学生讲过“对称性”，引起了学子们的极大兴趣——好吧，我就写对称性，这正好是一个非动手做才能掌握的有趣知识。我愿试试，能否在帮助中学生学点对称性这个现代科学重要基础知识的过程中，让青少年亲身体验亨利·阿姆斯特让老先生的箴言。

书店里有没有现成的为青少年写的关于对称性的科普读物？到书店转转。一个书名跃入我眼帘——《可怕的对称性》。对称性“可怕”？好吓人啊！不！对称性可爱！我要反其道而行之。于是，我下定决心，要为那些想通过亲身实践掌握似乎很难懂的科学知识的青少年写一本课外读物，要让他们边读边做边享受，把读变成乐趣，把做变成游戏，使他们在边读边做中渐渐地去发现，渐渐地去享受科学之美。

让我们在可爱的对称世界里漫游吧！

目录

走近化学 · 可爱的对称

前言 / 001

1 左右对称——最原始的对称 / 001

- 1.1 人 · 虫 · 鸟 · 兽 / 001
- 1.2 比目鱼 / 008
- 1.3 螺壳 / 011
- 1.4 周期系 / 014
- 1.5 淀粉 · 蛋白质 · DNA · RNA / 017
- 1.6 右心人 / 026
- 1.7 麦比乌斯环 · 克莱因瓶 / 026
- 1.8 自行车 / 028

2 旋转轴引起的对称问题 / 032

- 2.1 螺旋桨 · 剪刀 / 032
- 2.2 左撇子的发现 / 038
- 2.3 巴斯德和酒石酸的故事 / 040

3 旋转轴与镜面的结合 / 046

- 3.1 从青铜器到水分子 / 046