



WHAT IS CHEMISTRY

化学是什么

(第2版)

周公度 著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS



WHAT IS CHEMISTRY

化学是什么

(第2版)

周公度 著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

化学是什么/周公度著. —2版. —北京:北京大学出版社, 2019. 9
(未名·自然科学是什么)

ISBN 978-7-301-30529-4

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 096014 号

- 书 名** 化学是什么(第2版)
HUAXUE SHI SHENME (DI-ER BAN)
- 著作责任者** 周公度 著
- 策划编辑** 杨书澜
- 责任编辑** 魏冬峰 郑月娥
- 标准书号** ISBN 978-7-301-30529-4
- 出版发行** 北京大学出版社
- 地 址** 北京市海淀区成府路 205 号 100871
- 网 址** <http://www.pup.cn> 新浪微博: @北京大学出版社
- 电子信箱** weidf02@sina.com
- 电 话** 邮购部 010-62752015 发行部 010-62750672
编辑部 010-62750673
- 印 刷 者** 北京中科印刷有限公司
- 经 销 者** 新华书店
- 890 毫米×1240 毫米 A5 10.75 印张 195 千字
2011 年 4 月第 1 版
2019 年 9 月第 2 版 2019 年 9 月第 1 次印刷
- 定 价** 56.00 元

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

图书如有印装质量问题, 请与出版部联系, 电话: 010-62756370

序

林建华

我们大家都已经习惯了现代技术提供的舒适生活，也很难想象在现代科学和技术出现之前，人们是怎么生活的。实际上，人类享有现代生活方式的时间并不长。上个世纪的大多数时期，通信和交通工具并没有现在那样先进和普及，人们等待很长时间，才能得到家人的信息。那时也没有现在充足的食物和衣物，很多地区的人们都在为生存而痛苦挣扎。我们应当感谢现代技术提供的富庶和便捷的生活，也不能忘记这一切背后的科学，正是人们对自然界不懈的科学探索 and 知识积累，才奠定了现代技术的基础。

人们对自然界的探索源于与生俱来的好奇。自然界是由什么构成的？为什么会有日月星辰？各种生物为什么都会生老病死？这些古老的问题一直激励着人们的想象力和好奇心，也引发了人们对大自然的科学探索。从对自然界零星的认知，到分门别类的系统科学研究，从少数人茶余饭后的个人爱好，到千百

万科学大军的专业探索,经过了数百年的努力,我们已经构建了像数学、物理学、化学、生物学、地球科学与天文学等众多学科领域,人们对自然界的认知已有了系统的知识体系,形成了各自的科学思维方法和理论体系。正是基于科学的发现和认知,我们才有可能创造出各种各样的新技术,来改变世界、改善人们的生活品质。

现代科学和技术已经深深地嵌入到人们日常的生活和工作中。当我们用微信与朋友聊天的时候,手机和通信系统正在依照数理的逻辑,发生着众多的物理和化学过程。虽然我们不一定直接看到正在发生的科学过程,但它所带来的便捷和新奇,足以让我们对科学和技术的巨大威力感到震撼。通常我们能够直接感知的是由众多技术汇集而成的产品或工程,如雄心勃勃的登月、舒适快捷的高铁、气势宏伟的珠港澳大桥,当然还有舒适温暖的合成衣物、清洁安静的电动汽车和眼花缭乱的电子产品。这些琳琅满目的基于科学和技术的产品和服务,支撑了现代人的生活,也使人们对未来充满了期待和遐想。

在带来丰富多彩的物质资源的同时,科学和技术也在深刻影响着人们的思维方式。每个现代人都应当掌握一定的科学知识和科学思维方法,否则将很难适应未来的挑战。我们每天都会遇到很多统计数据,有关于国家和地方社会、经济发展状况的,有介绍人们健康保障的,还有很多产品广告、高回报金融产

品宣传等。我们应当知道,真正可信赖的数据必须遵循科学的调查和分析方法。比如,任何科学研究方法都有随机和系统误差,缺少了误差分析,数据的可信度将大打折扣。

科学和技术是双刃剑,在给人们带来福音的同时,也会产生很多新的问题和挑战。资源与能源的过度消耗、环境与生态的持续恶化、对健康和医疗保障的过度需求等,这些都是人类将要面对的重大挑战。举一个简单的例子。人工合成的包装袋、农用地膜、一次性餐具、塑料瓶等塑料制品仍然在广泛使用,这些用品的确为人们的生产生活带来了很大便利。但我们可曾想过,这些由聚苯乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯等高分子化合物制成的用品要经过上百年,甚至更长时间才能降解。如果我们长期使用并随意丢弃,人类的地球家园将被这些白色污染物所覆盖。这些问题的解决,不仅需要科学家的努力,还要使全社会都行动起来,更多地了解科学和技术,共同为子孙后代留下一个美好的家园。

过去几十年,中国的社会、经济、科学和技术都取得了长足进步,科学也从阳春白雪进入了寻常百姓家。面向未来,科学和技术在人们的生产生活中将发挥着越来越重要的作用。这要求我们的科学家不仅要探索学科前沿,解决人类面临的重大挑战和问题,还要积极传播科学知识,让社会公众更加了解科学,了解科学的分支和思维方式,了解科学的成就和局限,使科学和技

术更好地造福人类。北京大学出版社推出的这套“未名·自然科学是什么”丛书,是一批卓有建树的科学家为普及科学所做的努力。这套书按照自然科学主要领域,深入浅出地介绍了相关学科的基本概念、发展历程及其与我们生活的关系。我希望大家都能喜欢这套书,也相信这套丛书将对普及自然科学知识、提高全民科学素养起到重要的推动作用。

前 言

《化学是什么》作为“未名·自然科学是什么”丛书中的一本,于2011年出版以来,经历7年,多次印刷,得到读者的广泛关注和厚爱。北京大学出版社将这套丛书按精装书出版,我借此机会进行修改增补作为第2版。本书继承第1版的宗旨,将它作为一本科普作品,不要求像教科书那样追求它的学术理论深度和知识的系统完整来阐述,而是以科学为大众的理念,在浩若大海的化学科学知识宝库中,撷取几朵浪花,让它在有限的篇幅中走进大众生活,使读者从化学知识中得益,能更科学、更明白、更健康地生活,能正确地看待周边关系到化学的一些问题,认识化学在社会发展中的重要作用,了解化学在促进人类健康、提高生活质量上的贡献,从而提高对化学知识的兴趣。和书名的直观要求不同,本书对一些问题除了提供参考答案外,更多的是通过现实生活中遇到的背景材料,启迪读者对问题的思考,像一把金钥匙开启化学知识宝库。

化学与人类的发展有着非常深厚的渊源。化学和人类的生活产生密切的联系,人们的衣、食、住、行处处都离不开化学。

利用化学的知识和技术,生产化肥和农药,促进农作物的丰收,在20世纪人口倍增的情况下,粮食供应充足,化学立了大功。

利用化工冶金炼制钢铁;合理配料,烧制水泥、玻璃和砖瓦,兴建广厦亿万间;以各种美观实用的装饰和现代材料修整出隔热、隔音、防潮和防腐的舒适住房,化学提供了物质基础。

开采石油,炼制品质优良的油品;制作轻质材料用于飞机、车船,让人们快速地在海陆空中通行,其中的动力、设备、仪表,甚至每个螺钉和焊接技术都包含着化学科学的贡献。

新世纪,信息工业是社会经济发展最快速的部门,它改变了人们的生活面貌。手机随身带,随时和远隔千万里的亲朋好友通话。在舒适的家里,通过彩色电视收看国内外的风光和发生的大事等。从电器设备内部的芯片、显示屏到外壳,每个部件所用的材料都是化学和有关科技结合的结晶。

人们穿的衣服,从纺织纤维的制造和处理,到各种色彩鲜艳花布的印染,许多环节化学起了关键作用。

化学和医学结合,研制和使用药物医治疾病,提高了人类的健康水平,延长了人类的寿命。

化学在理论上和技术上正以前所未有的速度向新领域扩展。不同学科间的交叉、渗透不断深入。人们在如何建设可持续发展的和谐社会时,日益关注思考化学的科学原理和知识,探

索先进的技术和方法,解决环境、材料、能源、信息和生命科学等热点问题。

然而在社会的发展进程中,人们享受着化学科学发展成果的同时,对化学也有着种种责难、疏远和反对。

上天赐给人类的煤、石油和天然气开采出来,通过燃烧的化学反应,自然资源日益减少,经过若干年资源枯竭,我们的子孙后代,日子怎么过?瓦斯爆炸、油库燃烧、煤气中毒,都是化学品在作祟,怎样远离易燃易爆物品和化学品?

2010年夏天,北半球天气反常炎热,俄罗斯森林大火损失惨重,巴基斯坦水灾以及我国长江和松花江洪涝灾害,造成巨大的经济损失和人员伤亡。可是南半球天气却冷得出奇。反常天气的出现,有人说主要是太阳黑子频繁活动造成,也有人说是大气中过量的二氧化碳所致。太阳是天上的东西,人们无力去制止,便将更多目光关注到化石能源的氧化燃烧反应,责难中国这个用煤大国产生大量的二氧化碳。

一些化学品的发明和使用,导致环境的污染和人们健康的危害。有些不法分子把苏丹红添加到鸡鸭饲料中做红心蛋,在牛奶中添加三聚氰胺提高奶制品的含氮量。这些信息一曝光,化学品的名声大受损害。远离化学品和化学,亲近“绿色的”和“天然的”成了时尚。

2015年8月12日,位于天津港滨海新区的仓库发生化学物

品大爆炸,造成大量人员伤亡和巨大的物资损失。这起事故的发生多么令人痛心。究其原因这是由于从事相关工作的各级领导干部、技术人员以及具体操作的工人,没有学好化学,缺乏有关化学的基础知识,不理解制定的法规是根据化学科学安全生产必须要遵循的道理,而没有严格地贯彻落实,玩忽职守。普及化学知识多么重要!

对化学科学知识的缺乏,居然导致在电视广告中出现呼喊“我们恨化学”! 2015年10月,我写了一百多字的公开告状信,“状告”CCTV-8登载“我们恨化学”的广告,在互联网上发表。几天之内公开告状信得到国内外数以百万计的网友们的点赞,国内数十家省市级报刊发表专题评论文章,呼吁重视化学科学,反对将化学妖魔化。中国科协于年终举办“科普中国——点赞:2015年中国十大科普传播事件”,将“我们恨化学”转变为我们要重视化学、热爱化学。化学科学的发展日益得到人们的关注和支持。

化学是什么?从事化学工作的人需要深入地、正确地理解,还应当带动不从事化学工作的人们对化学有正确的了解,用化学科学观点来看周围世界,增强对化学的认识,促进全面地看待自然规律,提高科学知识的素养。利用化学科学知识,变害为利,变废为宝,促进工农业的发展,建设美丽舒适的环境,提高人们的健康生活水平,这正是化学科学的内容、化学教育的职责,

也是作者写作本书的初衷。

作者写作时所选的内容尽可能地取材于新世纪社会 and 科技发展中所涉及的化学问题,提供给大专院校化学和化工专业的师生、中学化学老师、高中生和广大科普爱好者作化学的科普读物和“化学”课的参考教材。

感谢康宁教授为修改本版的内容提供许多宝贵资料和宝贵意见。

感谢方守狮教授的推荐和《自然杂志》沈美芳等编辑,将本书第1版的主要内容,连续发表在该期刊2011年第33卷第5期到2012年第34卷第2期中,推荐给广大读者。

感谢北京大学出版社杨书澜、魏冬峰、郑月娥等编辑的策划和细致的编辑加工。

目 录

前言 / 001

■ 第 1 章 ■ 化学名称的由来和含义 / 001

1.1 化学名称的由来 / 003

1.2 “化学”的含义 / 005

■ 第 2 章 ■ 化学是研究原子和分子的科学 / 009

2.1 化学的研究对象 / 011

2.2 原子和元素 / 013

2.2.1 原子、元素和同位素 / 013

2.2.2 原子量 / 016

2.3 元素周期表 / 017

2.3.1 元素周期表的建立和发展 / 017

2.3.2 周期表中周期的划分 / 019

2.3.3 元素的分族和分区 / 021

2.4 分子和化合物 / 022

2.4.1 分子和化合物的含义 / 022

2.4.2 高分子 / 023

2.4.3 超分子 / 025

2.5 太阳和地球中的原子和分子 / 026

■ 第3章 ■ 化学是社会发展的推动者 / 029

3.1 用火的化学活动产生了人 / 031

3.2 早期的化学活动和社会的发展 / 032

3.2.1 烧制陶瓷 / 032

3.2.2 冶炼金属 / 036

3.2.3 炼丹 / 038

3.2.4 发明黑火药 / 039

3.2.5 化学变化的朴素观点 / 040

3.3 近代化学和社会的发展 / 044

3.3.1 拉瓦锡的燃烧理论及其他成就 / 044

3.3.2 道尔顿原子学说和新元素的发现 / 046

3.3.3 阿伏加德罗分子论和微观世界 / 048

3.3.4 尿素和有机物的人工合成 / 050

3.4 20世纪的化学推动社会迅猛发展 / 054

3.4.1 合成氨和化学肥料的发展 / 055

- 3.4.2 高分子材料的发展 / 058
 - 3.4.3 核化学和放射化学的发展 / 061
 - 3.4.4 深入认识物质的微观世界 / 062
 - 3.4.5 对生命物质的认识 / 065
-

■ 第4章 ■ 什么的化学和化学的什么 / 071

- 4.1 什么的化学 / 073
 - 4.1.1 无机化学 / 073
 - 4.1.2 有机化学 / 077
 - 4.1.3 分析化学 / 080
 - 4.1.4 物理化学 / 082
 - 4.1.5 生物化学 / 086
 - 4.1.6 水的化学 / 087
 - 4.2 化学的什么 / 096
 - 4.2.1 化学物质及常用名称 / 096
 - 4.2.2 化学键 / 099
 - 4.2.3 化学武器 / 107
 - 4.2.4 化学治疗 / 110
 - 4.2.5 化学家和化学工程师 / 113
-

■ 第5章 ■ 化学是能源的开拓者 / 119

- 5.1 能源和化学 / 121
 - 5.2 石油 / 126
 - 5.2.1 石油工业发展概况 / 126
 - 5.2.2 石油100年都用不完 / 127
 - 5.2.3 留着石油作化工原料 / 129
 - 5.3 煤 / 130
 - 5.4 天然气 / 133
 - 5.5 太阳能 / 135
 - 5.6 氢能及其他可再生能源 / 138
 - 5.6.1 氢能 / 138
 - 5.6.2 生物质能和沼气 / 141
 - 5.6.3 醇能 / 143
 - 5.7 核能 / 144
-

■ 第6章 ■ 化学是材料的研制者 / 147

- 6.1 金属材料 / 150
 - 6.1.1 钢铁 / 150
 - 6.1.2 铝材 / 154
 - 6.1.3 钛合金 / 155
- 6.2 合成高分子材料 / 157

- 6.2.1 概况 / 157
 - 6.2.2 化学纤维 / 159
 - 6.2.3 高分子薄膜材料 / 161
 - 6.2.4 医用高分子材料 / 162
 - 6.3 玻璃和陶瓷 / 164
 - 6.3.1 玻璃 / 164
 - 6.3.2 陶瓷 / 168
 - 6.4 电子信息材料 / 171
 - 6.4.1 单晶硅 / 172
 - 6.4.2 液晶 / 174
 - 6.5 碳纳米材料的化学 / 176
 - 6.5.1 单质碳简介 / 176
 - 6.5.2 纳米金刚石材料 / 181
 - 6.5.3 石墨烯材料 / 182
-

■ 第7章 ■ 化学是环境的保护者 / 187

- 7.1 环境和化学 / 189
 - 7.1.1 环境化学 / 189
 - 7.1.2 社会发展和环境问题 / 191
 - 7.1.3 绿色化学 / 194
- 7.2 水的污染和治理 / 197