

教授级特级教师领衔 专家学者倾情打造

新课程 高/中/教/师/手/册

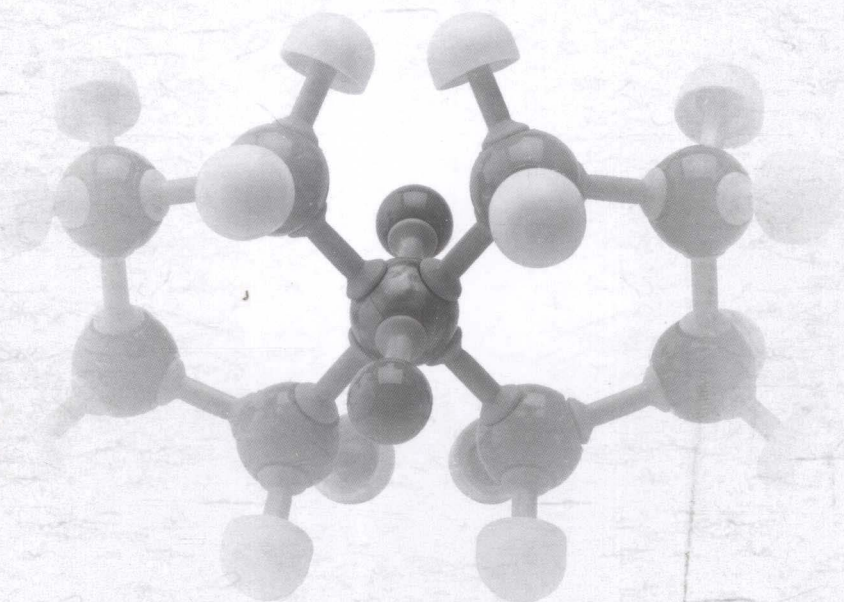
XINKECHENG / GAOZHONGJIAOSHISHOUCE

化学

HUA XUE

- 立足于新课程改革以来各学科的研究与实践
- 致力于教师专业发展与终身学习
- 以人为本，服务教学

主编 邹正（特级教师 教授级高级教师）



南京大学出版社

新课程高中教师手册

XINKECHENGGAOZHONGJIAOSHISHOUCE

化学

HUA XUE



主编：邹 正

编写人员：

陆 真	邹 正	张天若	李惠娟
陈 懿	陈 益	王 峰	刘前树
徐守兵	朱 征	杨丽娟	高 峰



南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

新课程高中教师手册. 化学 / 邹正主编. — 南京 :
南京大学出版社, 2012. 4

ISBN 978 - 7 - 305 - 09058 - 5

I. ①新… II. ①邹… III. ①中学化学课—高中—教
学参考资料 IV. ①G633

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 235936 号

出版发行 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路 22 号 邮 编 210093
网 址 <http://www.NjupCo.com>
出 版 人 左 健
书 名 新课程高中教师手册·化学
主 编 邹 正
责任编辑 倪 琦 编辑热线 025 - 83592401
照 排 南京南琳图文制作有限公司
印 刷 南京新洲印刷有限公司
开 本 718×1000 1/16 印张 37.5 字数 780 千
版 次 2012 年 4 月第 1 版 2012 年 4 月第 1 次印刷
ISBN 978 - 7 - 305 - 09058 - 5
定 价 78.00 元
发行热线 025 - 83594756 83686452
电子邮箱 Press@NjupCo.com
Sales@NjupCo.com(市场部)

* 版权所有, 侵权必究

* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购
图书销售部门联系调换

序

30年前,我在南京第十中学听了宋嘉祺老师的一节语文课,至今仍记忆犹新。那时宋老师已满头白发,但是身材依然高大挺拔。他站在讲台前说:“同学们,我没到过黄山,但是读了徐霞客这篇《黄山游记》,如临其境,感受良多,概括起来说六个字——”接着他转过身去,在黑板上写下了“奇山、奇文、奇人”六个苍劲有力的大字。然后又转过身来说:“何以为奇?同学们跟我一起读。”之后他一边诵读一边讲解,同学们和听课的教师都全神贯注。当下课铃响起的时候,大家都不约而同地叫起来:“啊!怎么下课了?”同学们全都那样地投入,难道不算自主学习吗?我一直以为“教学有法,教无定法,贵在得法”的说法是正确的,真正高效的教学必须依靠学养深厚的教师啊!

高素养、功力深的教师从何而来?这是我从教一生从未停息的追问。在原江苏教育委员会工作期间,我分管全省的普教及师范教育。一次在向省长汇报工作时,当我讲到当时中小学教师“数量不足,结构不均,素质偏低,待遇不高”时,省长打断了我的讲话,他说:“你讲的几点,除了教师待遇需要政府来解决,其他几点都是你们教育主管部门的事。”当时我就觉得省长说得很有道理,教师培养的计划是我们做的,专业设计是我们安排的,师范院校也是我们办的。“数量、结构、素质”都是教育部门自身应该而且可以解决的问题啊!然而这个问题却长时间得不到解决,我常为之感叹。不管如何,当今的中国教育已经得到很大发展,办学条件大大改善,教师待遇也有了较大提升。建设数量足够、结构合理、素质较高的教师队伍的任务已到了非落实不可的时候了。

当然,提高教师素养还有另外一个方面,就是如何搞好在职教师的培训问题。我们非常高兴地看到国家在在职教师的培养方面加大了投入,努力通过进修院校提高在职教师的学历,组织骨干教师出国培训,开阔他们的眼界。但是,我以为最直接、最有效的还是结合教师教学实际开展的校本培训,尤其是要激发教师自我发展的内在动力。校长带领教师为了自己的职业生命和个人尊严去认真读书、教书,仍然是教师研修的最直接、最基本的途径和方法。

提起读书,就想起小时候母亲给我做了一个小书包,对我说:“孩子,上学

去念书。”现在老了回过头想想,学校不就是个读书的地方吗?让学生学会读书,才能真正地学会学习。为此,教师首先应是个读书人,阅读就是教师的生活方式。

优秀教师的成长一般都经历读万卷书、行万里路、交天下友的过程。钱穆、叶圣陶都是小学教师、民办教师出身,后来成了大家。很重要的一点就是靠自身刻苦钻研,博览群书,博采众长;靠大胆实践,勇闯新路,富有个性。

说到阅读生活,我建议大家读一本叫《越读者》的书。台湾作者郝明义先生把阅读比做饮食,他把阅读像吃饭一样分为四类:一类谓之“主食”类阅读,是为了满足人的饱腹感的“生存需要”的阅读;二类谓之“美食”类阅读,是为了满足人对高营养食物追求的“思想需求”的阅读;三类谓之“果蔬”类阅读,是满足人消化吸收需要的“工具类”阅读;四类谓之“甜品”类阅读,是属于零食类的“休闲需要”的阅读。南京大学出版社组织编写的这套《新课程高中教师手册》,大概应属于满足教师“工具类”需求的阅读资料,如果大家能认真阅读下去,能帮助补充“主食”的不足。

仔细阅读本套丛书,我深感编写工作之不易。从中国课程百年变迁史话走来,汇集了全国新课程改革的前沿成果,资料翔实,结构严谨,工具性强,使用方便。应该说,该套丛书是众多老师的心血之作、经验之谈。我为书中的一些内容安排感到惊喜,纵向有衔接,横向有联系,内容条目化,结构有平衡。用工具书的形式帮助教师减轻负担,推进教学改革,提高教学水平,这实在是功在千秋的大好事。

本着对教育科研工作负责的精神,我向参与丛书编写的老师们表示感谢,也希望全省乃至全国的教师都来阅读和关注这套丛书;若能提些建议、意见,使丛书更加完备、完善,则更是我所期待的幸事。

当然,教师的研修不只是读书。古人云“读万卷书,行万里路”,除了读书,还得行路,去实践,以开阔视野,增强体验。当下,由于社会的进步,特别是网络的发达,人们的距离越来越远,交友已成为一种便捷的学习方式。所以,我以为在学校里倡导“读万卷书,行万里路,交天下友”,将有助于我们整合教育资源,拓展教育空间,改进教学方法,从而将新课程改革实施到位。南京大学出版社的这套教师手册,也就可能为高中教师实施新课程提供些帮助。

周德芳

出版说明

国家第八次基础教育课程改革已历时十多年。这次课程改革,是新时期全面推进素质教育,提升中华民族素质,增强综合国力的一项重要战略工程,其功在当代,利在千秋。

教师是课程改革的主力军与推动者。十多年来,以人为本的新课程理念已深深扎根于教师的教学与心灵之中。

南京大学出版社在江苏省教育系统领导的大力支持下,结合高中教育教学与大学教学工作衔接的课题研究,聘请一批江苏省特级教师、教授级高级教师领衔,聚集数十位有着丰富课程改革与教学经验的老中青学者教师,经过近两年的艰苦努力,几易其稿,编写了这套反映新课程改革最新成果的丛书。

本套丛书有以下篇章:

课程史话 叙述高中各学科近百年来动态、走向;引导教师在继承发展创新中重新审视教学的内在价值;帮助教师在新课程教学中,以生活为基础、以学科知识为支撑,主张构建课程模块,坚持正确的价值导向,把关注知识逻辑与生活逻辑结合起来,把关注学生生活与学生发展结合起来,强调学生探究新知识的经历与思考,获得新知识的感悟与体验,为教师综合素质的提高、教学素材的整合与发展,提供更大的发展空间。

课程体系 介绍新课程核心理念、性质、目标、设计以及模块教学。阐述新课程评价体系,探讨对知识与技能、过程与方法、情感态度价值观三维目标的评价标准。教材延伸部分主要针对教师在教学中的疑难问题展开研讨,淡化定义,优化案例,强化辨析。设计“三维”目标条目,强调教师应在教科书引领下创造性地开展教学活动,坚持“贴近学生、贴近生活、贴近实际”的原则,加强教学策略研究,注重教学方式方法的选择和运用,加强对学生学习的指导,促进学习方式的转变,加强教学实践环节,丰富教学内容,活跃教学形式。

课程教学 历数新课程课堂模式,介绍众多教学新法,还有章节专述学法指导;精品课例部分,选择经典课例,坚持实践性与开放性的统一,理论联系实际,倡导开放互动的教学方式和合作探究的教学方式,引领学生在认识社会、适应社会、融入社会的实践活动中,感受社会生活领域中应用知识的价值和理性思考的意义。

专业发展 侧重论述教师职业素养的养成与专业技能的运用;引导教师领悟教学研究的真义,在教学研究中促进教学,提升素养和幸福感;引导教师把握教学研究方式,学会教学反思,撰写教学叙事、教学案例、小课题研究、教研论文,开通

教育博客等;参与同伴互助备课,教研组共同体,参加名师工作室,参与教研培训、校本培训市、区教研活动、骨干教师培训、远程培训;关注教师进修和学历的提升。

课程特色 根据各学科特点,强调理论联系实际;注重实践,注重体验,讲究手段,激发教师、学生的参与热情,采用多元评价;重在引导教师建立一系列现代教学观念和教学行为方式,实现“六个转化”,即从重教师的教到重学生的学,从重知识传授到重能力培养,从重认知到重情感,从重结果到重过程,从重教法到重学法,从重继承到重创造;倡导教育教学过程重在塑造灵魂、教书育人。

附录 选择一些各学科经典例题,供读者参考。还配有人物索引、名词解释、相关领域等小栏目,涉及文字学、文学、天文学、数学、物理学、化学、生物学、历史学、地理学、建筑学、环境学、逻辑学、推理学、哲学、心理学、伦理学、管理学、宇宙学、人类学、环境学、社会学等知识。可谓是一部小百科全书。

本套丛书有以下特点:

一是唤醒主体意识。推进新课程的主旨是唤醒教师、学生的主体意识,主要是责任意识、使命意识。教改的问题,关键在教师。高中阶段教育是学生个性形成、自主发展的关键时期,发挥教师的主导作用,对国民素质的提高和创新人才的培养具有特殊意义。丛书作者着力引领教师具有强烈的责任心和爱国心,做学科功底厚实、学贯中西的优秀教师。

二是汲取百年精华。丛书力图从中国近百年教育中吸取营养,以推动高中教育为教育强国、人力资源强国做出贡献,具有较强的工具性、资料性。主张教师应竭尽全力培养学生自主学习和适应社会的能力,培养学生树立正确的世界观、人生观和价值观。各学科课堂应尽量让知识变智慧,道理变哲理,苦味变趣味。

三是强调实用生成。丛书编写人员对全国各版本教材进行了深入分析、综合,有些学科还借鉴了国外的有益成分。有多学科综合开发利用的倾向,部分内容具有精确性、前瞻性、新颖性。书中对教学的课外活动,课堂的探究活动,课外的竞赛活动,教师个体的自学,群体的合作和探究,均有涉猎。内容编排上查找便捷,方便教师进行研究和教学生成。

四是建构教学样式。科学渗透地教,生动活泼地学,灵活机动地考,将科学的内容和活泼的形式结合,把课堂变成“美妙的课堂”、“思想的课堂”、“生命的课堂”,使科学精神与人文精神交相辉映,自然学科素养和人文素养相得益彰。读者可以通过不同学科的编写内容,领略不同名师的教学模式和风格,在共性和个性的统一中,取长补短。

在本书编写过程中,我们学习、参考了许多专家学者的研究成果,也总结、借鉴了大量一线教师的工作经验,在此表示衷心感谢!由于时间仓促并受篇幅限制,恕不一一注出。

本书中不妥之处,敬请广大读者批评指正。

南京大学出版社

目 录

第一篇 课程史话

第一章 追问物质的本原——元素、元素观与元素周期律	2
第一节 元素观念的起源与发展	2
第二节 元素发现史	4
第三节 元素周期律的发现	9
第二章 走出黑暗的丛林——有机结构理论与有机合成	14
第一节 有机结构理论的发展	14
第二节 有机合成简史	18
第三章 追求微观世界之奥秘与完美——从原子、分子到晶体结构	25
第一节 原子、分子和晶体学说的起源与发展	25
第二节 原子、分子学说的核心概念	28
第三节 晶体结构的核心概念	35
第四章 探索化学科学体系的内在规律——化学反应与过程的相关原理	39
第一节 化学反应原理的起源与发展	39
第二节 热力学	44
第三节 电化学	50
第四节 化学反应动力学	55
第五节 溶液	61

第二篇 课程体系

第一章 化学学科思想	67
第二章 化学课程建构	73
第三章 化学理论性知识	87
第四章 化学事实性知识	137
第一节 概述	137
第二节 无机元素化合物知识	139
第三节 有机化合物知识	176
第五章 化学技能性知识	187
第一节 化学实验	187

第二节 化学用语	201
第三节 化学计算	215
第六章 化学策略性知识	220
第一节 观察法	220
第二节 实验法	222
第三节 模型法	225
第四节 类比法	229
第五节 比较法和分类法	231
第六节 归纳法和演绎法	234
第七节 假说法	236
第七章 化学情意类知识	239
第一节 化学史	239
第二节 化学与环境	243
第三节 化学的美	246

第三篇 课程教学

第一章 化学教学模式	253
第一节 教学模式概述	253
第二节 化学教学模式与实施策略	256
第二章 化学学习策略与策略学习	276
第一节 化学学习活动	276
第二节 化学学习方式	279
第三节 化学学习策略及其实施	283
第三章 典型课案	292
第一节 化学概念与理论	292
第二节 元素及化合物知识	319
第三节 有机化学	362

第四篇 专业发展

第一章 高中化学教育教学的理论与实践	389
第一节 化学教学情境的功能及其创设的原则和策略	389
第二节 元认知理论与化学教学	394
第三节 化学教学中“先行组织者”的运用策略	399
第四节 实施化学新课程的过程中学生多元智能的开发	405
第五节 化学学习“宏—微—符”三重表征的构建	408

第六节 从认知负荷理论看教学设计	412
第二章 高中化学教育教学的技能与实践	418
第一节 高中化学单元教学设计的关键、核心和重点	418
第二节 “任务驱动”教学法在化学教学中的应用	422
第三节 以生为本:探寻和转化“相异构想”	426
第四节 新课程背景下如何进行课堂观察	432
第五节 新课程背景下高中化学试题命制原则初探	438
第六节 考试和试题命制的理论基础	443
第七节 高考化学题编制的一般要求与规则	449
第三章 高中化学教育教学的研究与实践	456
第一节 教师成为研究者:教师专业成长的必由之路	456
第二节 教学反思的含义、内容和策略	460
第三节 新课程背景下高中化学实验教学研究	466
第四节 中学化学教育科学研究的内容、方法和策略	472

第五篇 课程特色

第一章 必修部分	481
第一节 萃取实验的绿色化改进	481
第二节 钠与水反应的实验创新设计	482
第三节 过氧化钠与水反应的实验探究及创新设计	485
第四节 巧制固体氢氧化亚铁	487
第五节 水玻璃阻燃实验的改进	488
第六节 二氧化硫学生分组探究实验的改进	489
第七节 关于蔗糖脱水演示实验的改进	491
第八节 对 NO 气体收集装置的探究	494
第九节 苯的溴代反应实验装置的改进	496
第十节 铝热反应实验的改进	498
第二章 选修部分	502
第一节 金属吸氧腐蚀实验创新	502
第二节 传感技术应用于压强对化学平衡影响的研究	503
第三节 溴乙烷的消去反应实验创新	504
第四节 乙醇与苯酚中羟基氢活动性比较实验的改进	506
第三章 课外创新实验部分	509
第一节 含碘食盐的家庭定性检验	509
第二节 维生素 C 的时钟实验	510
第三节 针筒在实验中的妙用	513

第四节 数码拍摄在高中化学辅助教学中的应用	515
-----------------------------	-----

第六篇 附 录

第一章 诺贝尔奖与化学元素的发现	520
第一节 稀有气体元素的发现	520
第二节 氟的发现和单质氟的制取	521
第三节 放射性元素钋和镭的发现	523
第四节 重氢同位素的发现	525
第二章 诺贝尔奖与物质的结构	527
第一节 诺贝尔奖与原子的结构	527
第二节 诺贝尔奖与有机分子的立体结构	528
第三章 诺贝尔奖与催化作用	532
第一节 催化剂与催化作用	532
第二节 合成氨工业	533
第三节 导电塑料——聚乙炔	536
第四节 烯烃复分解反应	539
第四章 引领现代化学发展的前沿——近五年诺贝尔化学奖介绍	542
第一节 三十年磨一剑 真核生物转录的分子基础——2006 年度诺贝尔化学奖述评	542
第二节 抒写化学“表面”文章 揭示反应过程实质——2007 年度诺贝尔化学奖述评	544
第三节 生物光的真谛 绿色荧光蛋白——2008 年度诺贝尔化学奖述评	547
第四节 探索核糖体的奥秘 核糖体结构解析——2009 年度诺贝尔化学奖述评	549
第五节 构建复杂有机分子的工具 钯催化的交叉偶联反应——2010 年度诺贝尔化学奖述评	552
第五章 历届诺贝尔化学奖获奖者及主要贡献	557
第六章 无机化学反应	573
第一节 碱金属元素	573
第二节 碱土金属元素	574
第三节 硼族元素	574
第四节 碳族元素	575
第五节 氮族元素	576
第六节 氧族元素	577
第七节 卤族元素	578

第八节 过渡元素	579
第七章 有机化学反应	583
第一节 烷烃	583
第二节 烯烃	583
第三节 炔烃	584
第四节 二烯烃	584
第五节 环烷烃	584
第六节 芳香烃	585
第七节 卤代烃	585
第八节 醚	586
第九节 酚	586
第十节 醛和酮	586
第十一节 羧酸及其衍生物	587

/ 第一篇 / 课程史话

自从有了人类,化学便与人类结下了不解之缘。钻木取火,用火烧煮食物,人类从此告别了茹毛饮血的蛮荒时代。燃烧或许是人类最早发现的化学现象,热能也可能是人类对化学的最初应用。烧制陶器,冶炼青铜器和铁器,这些材料和工具的使用,极大地促进了当时社会生产力的发展,成为人类进步的标志。今天,化学作为一门基础学科,在科学技术和社会生活的方方面面正起着越来越大的作用。从古至今,伴随着人类社会的进步,化学历史、化学课程的发展经历了哪些时期呢?

(1) 远古的工艺化学时期。这时人类的制陶、冶金、酿酒、染色等工艺,主要是在实践经验的直接启发下经过长时间摸索而来的,并没有形成化学知识。这是化学的萌芽时期。

(2) 炼丹术和医药化学时期。从公元前 1500 年到公元 1650 年,炼丹术士和炼金术士们,在皇宫、教堂、家里、深山老林的烟熏火燎中,为求得长生不老的仙丹,为求得荣华富贵的黄金,开始了最早的化学实验。记载、总结炼丹术的书籍,在中国、阿拉伯、埃及、希腊都有不少。这一时期积累了许多物质间的化学变化,为化学的进一步发展准备了丰富的素材。这是化学史上令人惊叹的、雄浑的一幕。后来,炼丹术、炼金术几经盛衰,使人们更多地看到了它荒唐的一面,化学方法转而在医药和冶金方面得到了发挥。欧洲在文艺复兴时期,出版了一些有关化学的书籍,第一次有了“化学”这个名词。英语的 chemistry 起源于 alchemy,即炼金术。chemist 至今还保留着两个相关的含义:化学家和药剂师。这些可以说是化学脱胎于炼金术和制药业的文化遗迹了。

(3) 燃素化学时期。从 1650 年到 1775 年,随着冶金工业和实验室经验的积累,人们总结感性知识,认为可燃物能够燃烧是因为它含有燃素,燃烧的过程是可燃物中燃素放出的过程,可燃物放出燃素后成为灰烬。

(4) 定量化学时期,即近代化学时期。1775 年前后,拉瓦锡用定量化学实验阐述了燃烧的氧化学说,开创了定量化学时期。这一时期建立了不少化学基本定律,提出了原子学说,发

现了元素周期律,发展了有机结构理论。所有这一切都为现代化学的发展奠定了坚实的基础。

(5) 科学相互渗透时期,即现代化学时期。20 世纪初,量子理论的发展使化学和物理学有了共同的语言,解决了许多化学上悬而未决的问题;另一方面,化学又向生物学和地质学等学科渗透,使蛋白质、酶的结构问题得到逐步的解决。

近 200 多年来,以原子理论为主线的近代化学得到了快速的发展,是风云变幻、英雄辈出的时期。这一时期的化学家经历艰难险阻,在近代化学史峰回路转的曲折历程中不知疲倦地跋涉,他们拨开重重迷雾,建立新理论、发现新元素、提出新方法,薪火相传、孜孜以求,使得化学学科体系不断完善,与其他学科融合渗透,应用越加广泛。正如美国化学会前会长 R. 布里斯罗(Ronald Breslow)所言,化学已成为“一门中心的、实用的和创造性的科学”。

第一章

/ 追问物质的本原

——元素、元素观与元素周期律

第一节 / 元素观念的起源与发展

早期的元素观念体现了人们对自然世界中物质组成的好奇和思考,古代中国、印度、希腊等都曾经产生过朴素的元素观。这些元素观虽然包含了很多在今天看来极其荒谬的神秘臆想,但科学的元素观念却正是在这些朴素观念的基础上产生的。

一、古希腊的元素观

约 2 500 年以前的古希腊学者泰勒斯(Thales,约前 600 年)认为万物共有的元素是水,其论证的过程已经无法考证,也许是由于水冷凝后能形成冰和雪,“消失”后能形成蒸汽,从而沟通着气、液、固三态,以及在人类的营养物质和植物的种子中都含有水,还有许多物质在水中又会因溶解而“消失”等等。

在泰勒斯之后,阿那克西米尼(Anaximenes,约前 550 年)主张把空气作为万物的本原,色诺芬尼(Xenophanes,约前 540 年)则提出以土为本原,赫拉克利特(Herakleitos,约前 500 年)认为火是万物的本原,这些主张都缺乏明确的理论根据。

其后,恩培多克勒(Empedokles,约前 490—前 430)摆脱了一元素说的影响,提出了新的四元素说,极大地改变了元素观的面貌。“四元素”是指水、空气、土和火。他认为,万物由四元素产生,四元素不生不灭,并以各种不同的比例混合而形成万物。在四元素之间,由于受到“爱力”和“憎力”的作用而产生离与合,引起万物的变化。

亚里士多德(Aristoteles,前 384—前 322)继承和发展了恩培多克勒的四元素说。他认为有四种基本性质是万物各种性质的基础,它们依照不同的比例相互混合构成了具有不同性质的万物,这四种性质就是冷、热、干、湿。水是冷而湿的,土是干而冷的,火是热而干的,气是湿而热的。四种元素可以相互转化,例如以火作用于水,火中的热

胜过了水中的冷,从而把水加热,并使热遇到了水中的湿而生成湿热的空气。他进而认为,如果企图说明这四种元素可以如此这般地相互转化,就应当还有一种能够贯穿四种元素的“第五元素”——以太,正是它赋予了四种基本性质之间的相互转化,并造就了万物。亚里士多德的元素学说一直延续到18世纪末都没有被彻底推翻。

二、炼金术的元素观

炼金术士信奉亚里士多德的学说,认为万物都由水、气、土、火所构成。铜或铅是如此,黄金也是如此,所以由铜或铅应当能够制出黄金。而铜和铅之所以不像黄金那样的高贵和耐久,是因为在性质上有欠缺的地方,因而就需要设法用各种物质来加以补充。

在长期的炼金实践的基础上,一些人认为在亚里士多德所主张的四元素之外,还有汞、硫和盐三种“要素”控制着物质的性质。汞是使物质具有可溶性和挥发性的要素,硫是使物质具有可燃性的要素,盐是使物质具有不挥发性和不可燃性的要素。只要按合适的比例加入或取出某些要素,就可以使一种物质变成另一种物质。

炼金术的影响一直延续到近代化学建立之后。例如英国化学家罗伯特·波义耳(Robert Boyle, 1625—1691)始终认为金不是元素,可用某种方法从其他的金属制得;同时期的艾萨克·牛顿(Isaac Newton, 1643—1727)也这样认为,并在炼金术上投入了大量时间,留下了50多万字的炼金术手稿。

尽管炼金家从来没有成功地炼出黄金,而且其中充满了骗术和幻术,但延续2500多年的炼金活动积累了大量的经验材料和实验方法,为近代化学的诞生奠定了基础。

三、近代化学的元素观

波义耳是近代化学的奠基者之一,他给元素下了一个清晰的定义,并且通过实验证明亚里士多德的四元素和炼金家的三要素根本不能称为元素。

波义耳将元素定义如下:

“是指某种原始的、简单的、一点也没有掺杂的物体。元素不能用任何其他物质造成,也不能彼此相互造成。元素是直接合成所谓完全混合物(即化合物)的成分,也是完全混合物最终分解成的要素。”

然而,波义耳的元素观仍然没有完全摆脱传统元素观的影响。例如他认为各种元素是由某种原初微粒构成的,各种元素的性质差别是由于微粒团的大小、形状和运动不同,因此不同元素之间的转化完全是可能的,这正是他深信炼金术的原因。因此,也有观点认为波义耳并不能被认为是近代元素学说的确立者。波义耳仍然认为能被称为元素的物质,应该普遍存在于所有的物质中。波义耳自己也说:“究竟是否存在任何一种物质……是我现在要怀疑的事情。”实际上,波义耳认为元素的概念是没有必要的,“我不明白我们为什么一定要相信存在任何原始的和简单的物质,大自然中必须由这些先存的元素来构成所有其他物质”。波义耳之所以不接受物质由元素组成的观点,是因为他认为物质由微粒组成的观点更能解释化学事实。

法国化学家安东尼·罗朗·拉瓦锡(Antoine Laurent Lavoisier, 1743—1794)将元素定义为“分析所能达到的终点”,“因为我们至今还没发现把它们分开的方法,我们才

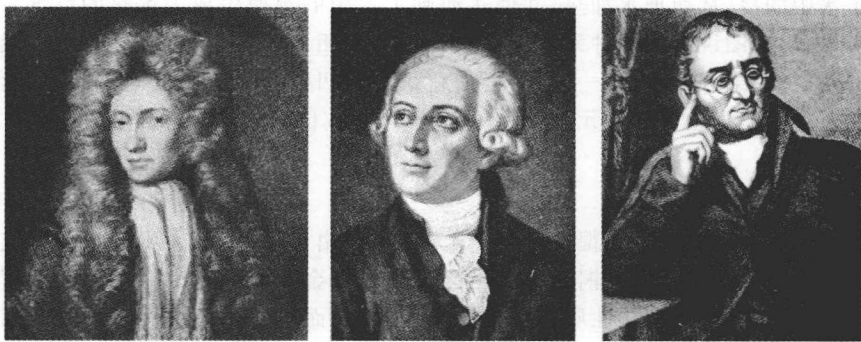


图 1-1 近代化学的三位奠基者——波义耳、拉瓦锡、道尔顿

把它们看成简单的物质,我们永远不应该假定它们是复合的,除非实验与观察证明它们的确是“这样”,这就是拉瓦锡的经验主义元素观。这一元素观与传统的元素观有三个重要区别:① 不能事先规定元素的数目有多少,传统的一元素说、四元素说等只是“无根据地作出断言”,“很可能其中没有一种符合自然界的实际”;② 没有假定元素存在于所有物质中,也没有假定所有物质都可以被分解成相同种类的元素;③ 当前所认为的元素仍然可能被分解成更简单的物质,只是我们还没有发现分离它们的方法。这一定义并未给出一个有关物质本原的终极结论,而是给出了一个具有开放性和尝试性的元素的操作定义,明确了经验证据作为判定某一物质是否是元素(单质)的标准,为后来的研究开辟了道路。

拉瓦锡列出了一张符合他自己的元素定义的元素表,其中一共列出了 33 种元素。拉瓦锡将它们分成四类:第一类是“存在于动、植、矿物三界的可视为元素的简单物质”,包括光、热质、氧、氮、氢 5 种元素;第二类是“可氧化和可成酸的简单非金属物质”,包括磷、硫、碳、盐酸基、萤石酸基、月石酸基 6 种元素;第三类是“可氧化和可成酸的简单金属物质”,包括铈、银、砷、铋、钴、铜、锡、铁、锰、汞、钼、镍、金、铂、铅、钨、锌 17 种元素;第四类是“可酸化的简单土类物质”,包括石灰、苦土、重晶石、黏土、水晶 5 种元素。从今天的眼光来看,这张表格中的错误当然很多。拉瓦锡自己也承认这只是一张凭经验列出的表格,还有待新发现的事实加以修正。但它的基础却是可靠的化学原理,因此仍然被公认为化学史上第一张真正的元素表。

英国化学家约翰·道尔顿(John Dalton, 1766—1844)把元素和原子两个概念真正联系在了一起,使化学元素有了空前明确、清晰的概念。他认为:每一种化学元素对应一种原子;同种原子质量相同,不同原子质量不同;原子不可再分;一种原子不会转变为另一种原子;化学反应只是原子的交换和重新组合。这与古希腊的原子说和波义耳的微粒学说已有本质的不同。道尔顿用原子学说否认了不同种元素之间通过化学反应相互转化的可能,从而把源自古希腊的两种物质观——本原论(元素论)和微粒论(原子说)真正统一了起来。

第二节 / 元素发现史

发现新元素的方法和标准随时代而变。例如 18 世纪到 19 世纪初期,人们主要通

过可直接观察的理化性质来确定新元素的发现;而在 19 世纪,电解法、光谱分析法被广泛用于发现新元素;在 20 世纪,人造元素则是通过核反应合成的。新元素发现者的确定常常伴随着争论,例如发现氧元素的究竟是约瑟夫·普里斯特列(Joseph Priestley, 1733—1804),卡尔·威廉·舍勒(Carl Wilhelm Scheele, 1742—1786),还是拉瓦锡;新元素的发现者应是首先发现其存在的人还是首先制得其单质的人,又或者是首先发表其研究结果的人。实际上,许多元素的发现并非是单个科学家的灵机一动,而是几代科学家共同努力的结果。例如,一些单质早已被制得,但发现者并未确定其是一种新元素,而一些一度被认为是单质的物质,后来又被证实并非单质。

人们在古代已经开始使用金、银、铜、汞、碳等,但并不认为它们是由一种元素组成的单质。在近代化学确立了科学的元素概念之后,19 世纪新发现的元素的数量是非常惊人的。这不仅与实验技术的进步有关,也与化学理论的进步有关,当然,也与化学的社会建制化有关,化学家统一化的化学语言等保证了化学知识的有效传播和积累。

表 1-1 元素的发现年代

[illegible]

从表 1-1 可以看出三个元素发现的高潮期。一是 18 世纪末到 19 世纪中叶,随着科学的元素概念的建立和实验技术的进步,新的元素不断被发现和确认。例如,随着“燃素说”的破产,氢、氧等都被确认为新的元素。在伏打发明电池以后,英国化学家汉弗瑞·戴维(Humphry Davy, 1778—1829)利用电解这个强有力的方法,在很短的时间里,分离出了钠、钾、钡、锶、钙、镁等元素。后来,化学家们又借助于钠、钾的强还原性,从矿石中获得了硼、硒、硅、锆、钽、钛等元素,这些成就仅在 1830 年一年内就取得了,除此之外,在这一年还发现了锂、镉、铝和钒。1839—1843 年,化学家们分离出了镧、铈和铈,1844 年发现了钽,以后的 16 年里没有新元素发现。二是 19 世纪后半叶,随着元素周期律的发现和光谱分析法等方法的运用,许多更“隐蔽”的元素被发现了。1860 年,德国的罗伯特·威廉·本生(Robert Wilhelm Bunsen, 1811—1899)和格斯塔夫·罗伯特·基尔霍夫(Gustav Robert Kirchhoff, 1824—1887)发明了光谱分析法。这种新的分析方法使得在地壳中含量极低,难以用一般的矿物分析法获得的元素的发现成为可能,这就是 19 世纪后半叶如此多的元素被发现的主要原因。1860—1863