



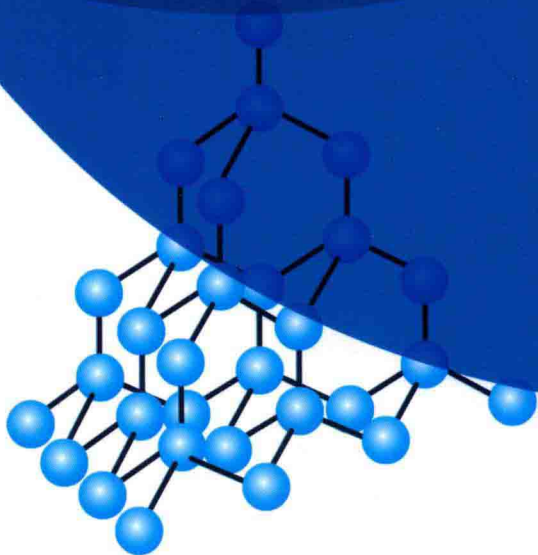
“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
普通高等教育精品教材

无机化学

(第四版) 上册

吉林大学 武汉大学 南开大学

宋天佑 程 鹏 徐家宁 张丽荣 编



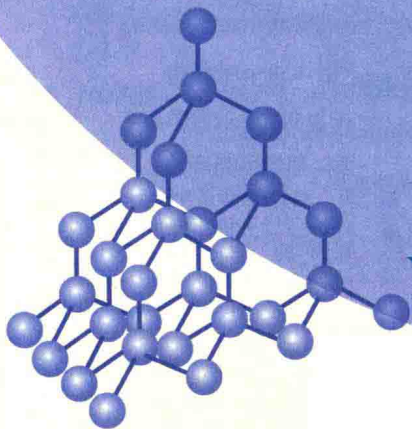
高等教育出版社

“二五”普通高等教育本科国家级规划教材
通 高 等 教 育 精 品 教 材

无机化学

(第四版) 上册

吉林大学 武汉大学 南开大学
宋天佑 程 鹏 徐家宁 张丽荣 编



高等教育出版社·北京

内容提要

本书为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。全书共 24 章,分上、下两册出版。上册 11 章,讲述普通化学原理;下册 13 章,讲述元素化学中最核心的内容。

与本书配套的“无机化学”在线开放课程(MOOC)已在中国大学 MOOC 平台上线,学习者可使用本书开展网上学习。同时,每章末配有“拓展学习资源”,学习者可通过扫描二维码获取相关知识点的深入学习内容。

本书刻意体现教材的可读性和可讲授性,并注意保证较完整的资料性。

本书可作为综合大学、高等师范院校及其他高等院校化学类、近化学类各专业的无机化学课程教材或普通化学课程教材,亦可供其他相关专业参考。

图书在版编目(CIP)数据

无机化学.上册/宋天佑等编.--4 版.--北京:
高等教育出版社,2019.6

ISBN 978-7-04-051719-4

I. ①无… II. ①宋… III. ①无机化学-高等学校-
教材 IV. ①O61

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 065717 号

Wuji Huaxue

策划编辑 李 颖

责任编辑 李 颖

封面设计 于文燕

版式设计 于 婕

插图绘制 于 博

责任校对 刁丽丽

责任印制 赵义民

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 固安县铭成印刷有限公司
开 本 787mm×960mm 1/16
印 张 30.5
字 数 550 千字
插 页 1
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>
版 次 2004 年 6 月第 1 版
2019 年 6 月第 4 版
印 次 2019 年 6 月第 1 次印刷
定 价 55.00 元

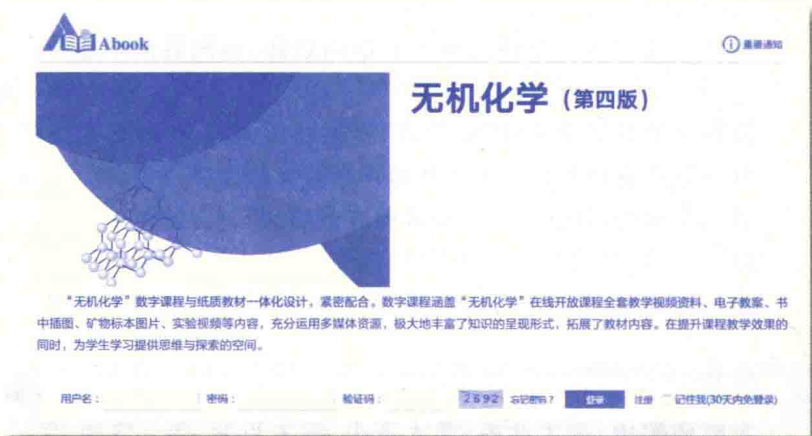
本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 51719-00

无机化学

(第四版)

宋天佑 主编

- 1 计算机访问<http://abook.hep.com.cn/12248426>, 或手机扫描二维码、下载并安装 Abook 应用。
- 2 注册并登录, 进入“我的课程”。
- 3 输入封底数字课程账号(20位密码, 刮开涂层可见), 或通过 Abook 应用扫描封底数字课程账号二维码, 完成课程绑定。
- 4 单击“进入课程”按钮, 开始本数字课程的学习。



课程绑定后一年为数字课程使用有效期。受硬件限制, 部分内容无法在手机端显示, 请按提示通过计算机访问学习。

如有使用问题, 请发邮件至 abook@hep.com.cn。



扫描二维码
下载 Abook 应用

<http://abook.hep.com.cn/12248426>

第四版前言

进入 21 世纪以来,随着信息技术的进步和计算机应用的普及,高校的课程建设水平和建设内容都发生了巨大变化,大多具有一定影响力的课程均或多或少地经历了从网络课程、精品课程到资源共享课的建设历程,近来又步入以“慕课(MOOC)”为代表的在线开放课程建设阶段。作为课程建设的重要内容,教材建设也随之取得了日新月异的进展。本书第一版和第二版配备了电子教案光盘,第三版则建设了配套的数字课程网站,通过网站可下载包括电子教案在内的多种数字化教学资源。

为适应新时代的变化,跟上时代前进的潮流,我们于 2018 年 8 月在昆明召开了本书第四版的编写启动会。与会编者认真听取并分析了高等教育出版社相关人员关于本书第三版使用情况的反馈,以及当前教材建设的趋势,决定本次修订工作在保持前三版教材可读性、可讲授性和较完整资料性特色的前提下,完成本书进一步向新形态教材的转化,同时根据学科进展,对部分内容进行更新。具体有以下几点:

(1) 在配套建设的数字课程网站中,加入“无机化学”在线开放课程(MOOC)(由吉林大学、南开大学、武汉大学、山东大学、西北大学、中国海洋大学、北京化工大学联合建设)的全套教学视频资料,以保证学习者在预习、学习和复习本门课程时有所依托。

(2) 各章末增加“拓展学习资源”模块,以二维码形式展现。通过扫描二维码,学习者可获得书中相关知识点的进一步学习内容,包括重点与难点解析、知识拓展、元素的发现与提取、化合物的制备、化学品的生产、物质的用途、物质(矿物)图片、实验视频、科学家简介和各章小结等。其目的是提升教材的使用效果,引导和帮助学习者更好地掌握无机化学课程知识。

(3) 依据 W. M. Haynes 编写的“CRC Handbook of Chemistry and Physics”(97th edition, 2016—2017)和 James G. Speight 编写的“Lange's Handbook of Chemistry”(16th edition, 2005)两本权威手册,重新核对本书的附录及全书的数据。

(4) 章后复习内容仍沿用上一版的形式,分为“总结与思考题”和“习题”两部分。学习者应在认真总结课堂学习内容的基础上完成习题和作业,以求更好

地掌握知识、提高能力。上册的习题在原有基础上进行了少量的补充和修改。下册元素化学各章的习题在编排上基本采用上一版的形式,分为①词语简释,②③完成并配平反应方程式,④物质的生产、合成与制备,⑤物质的分离、提纯与鉴别,⑥解释实验现象,⑦推理判断。将应用化学原理说明元素及其化合物的反应现象或结构特点的综合性较强的题目,以及一些不便于按上述分类方法归类的题目单列为⑧简答题。部分习题的简要答案可通过扫描相关章节习题后面的二维码获得。习题的详细解答过程可参考与本书同步出版的配套《无机化学习题解答》(第四版)。

(5) 1869年是化学发展史乃至科学发展史上堪称里程碑的年份,这一年门捷列夫公布了世界上第一张元素周期表。在时间过去150年的今天,适逢元素周期表中第七周期的元素全部被人们发现、确认,在这看似偶然的事件中实则蕴含着历史的必然。我们在2019年出版本书第四版,也算是对于这一重要历史事件的纪念。随着元素周期表的完善,本教材关于元素周期表的讨论尤其是对于周期中与族中元素数目的叙述也做了相应的修正。

本书第一版2004年出版,入选普通高等教育“十五”国家级规划教材,第二版为普通高等教育“十一五”国家级规划教材,并被评为普通高等教育精品教材,第三版连同配套《无机化学习题解答》入选“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。为此对一直以来垂爱本书的广大师生与读者表示感谢。

参与本书第四版数字化资源建设的教师有:吉林大学宋天佑(第1、2、3和4章),南开大学程鹏(第5、6和7章),吉林大学张丽荣(第8、9、10、11、13和18章),武汉大学程功臻(第12章),吉林大学徐家宁(第14、15、16、17、21、22、23和24章),吉林大学王莉(第19和20章)。徐家宁负责选编物质与矿物图片,王莉负责选编科学家简介等内容,吉林大学范勇和王莉负责摄制实验视频。

本次修订工作得到武汉大学、南开大学和吉林大学的大力支持。高等教育出版社鲍浩波副编审和李颖编辑对本书的修订工作给予了自始至终的关注。西北大学唐宗薰教授、大连理工大学孟长功教授、胡涛教授、天津大学王建辉教授对本书的建设给予了重要的指导。在此一并表示谢意。

由于编者水平所限,本书难免存在纰漏之处,恳请广大读者和同行指出,以期再次印刷和再版时得以改正。

宋天佑

2019年1月2日

于海南

第三版前言

本书第一版 2004 年出版,至今已历十年。第一版入选普通高等教育“十五”国家级规划教材,第二版入选普通高等教育“十一五”国家级规划教材、普通高等教育精品教材,并于 2014 年连同配套教辅《无机化学习题解答》(第二版)一起入选“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。为此对十年来垂爱本书的广大师生表示感谢。

为优质高效地完成修订任务,2013 年 9 月 7 日在北京高等教育出版社召开了《无机化学》(第三版)编写研讨会。与会编者听取并分析了本书第二版的使用情况及反馈意见,确定了本次修订工作的主要思路。根据会议精神,全书篇幅与第二版基本持平,质量争取比第二版更好。在保持前两版可读性、可讲授性和较完整资料性特色的前提下,对教材作出修正。

全书共 24 章,分上、下两册出版。上册有 11 章,讲述普通化学原理,包括化学热力学、化学平衡和化学动力学初步;原子结构、分子结构、晶体结构和配位化合物结构基础;酸碱解离平衡、沉淀溶解平衡、氧化还原反应和配位解离平衡等内容。下册有 13 章,讲述元素化学中最核心的内容,包括 I A ~ VII A 族和零族, I B 族, II B 族, IV B ~ VII B 族和 VIII 族, III B 族和镧系、锕系单质及化合物的存在、制备与合成、性质和用途等基础知识。

绪论内容进行较大幅度修改。为保持与《无机化学习题解答》章节目录一致,绪论不再列章号。为将物质结构知识叙述得更有条理性,原第 7 章化学键理论概述在本版中分成两章编写,即第 6 章分子结构和共价键理论、第 7 章晶体结构。

编者将依据 W. M. Haynes 编写的“CRC Handbook of Chemistry and Physics”(93rd edition, 2012—2013)和 James G. Speight 编写的“LANGE's Handbook of Chemistry”(16th edition, 2005)两本权威的手册,在修订中重新编写本书的附录,并核对全书的数据。

本书课后复习内容仍沿用第二版的形式,分成总结与思考题、习题两个部分。学生应在认真总结课堂学习内容的基础上去完成习题,以求更好地掌握知识、提高能力。上册的习题在原有基础上进行了补充和修改。下册元素化学各章的习题在编排上做了较大调整,按其内容分成名词术语的解释,完成化学反应

方程式,物质的生产、合成与制备,物质的分离、提纯与鉴别,解释实验现象,推理判断等。简答题单列一类,包括应用化学原理说明元素及其化合物反应规律或结构特点的综合性较强的题目。

与本书配套的《无机化学习题解答》(第三版)也将同步出版,配套的教学课件等与本书相关的数字课程资源发布在高等教育出版社易课程网站,供读者使用。

《无机化学》(第三版)的修订分工如下:张丽荣(绪论和第1章),宋天佑(第2、3、4、8、9、10、14、17、18和22章),程鹏(第5、6和7章),徐家宁(第11、15、16、21和24章),程功臻(第12、13和19章),王莉(第20、23章和附录)。全书由主编宋天佑负责统稿,徐家宁参与了下册部分章节的统稿工作。

由于年龄或工作变动等原因,原第二版编者王杏乔教授和史苏华教授不再参加第三版的编写工作。在此对她们为本书做出的贡献表示衷心感谢!

本次修订工作得到武汉大学、南开大学和吉林大学的大力支持。高等教育出版社的编辑鲍浩波、李颖和殷英对本书的修订给予了自始至终的关注。在此一并表示谢意。

由于编者水平所限,第三版中错误之处仍然难免,恳请广大读者和同行指出,以期再次印刷和再版时得以改正。

宋天佑
2014年11月5日
于长春

第二版前言

本书第一版于2004年出版,至2008年上、下册都已多次重印,受到广大师生的欢迎。许多高校的化学专业、应用化学专业及近化学类专业使用本书作为教材或主要教学参考书,更多高校的图书馆收藏本书。

由于科学技术的发展和我国高等学校教学改革的深入开展,本书编者于2007年8月23日至24日齐聚吉林大学,对教材修订进行深入交流与研讨。与会编者总结了几年来的教学经验,认真讨论了读者的反馈意见,并将此作为此次修订的主要依据。综合大家的意见,确定在保持第一版可讲授性和较完整的资料性特色的前提下,对教材内容作出适当修正。

对“化学热力学基础”一章中功的数学符号加以修正,对“氧化还原反应”一章中与功的数学符号相关联的内容也随之进行修改,以保持教材的知识体系与国内现行主流物理化学教材相一致。在“化学键理论概述”一章中,增加反极化作用内容,并在此基础上讨论了含氧酸及其盐的热稳定性,与元素各章中的相关内容相呼应。对金属晶体密堆积结构的讨论作了适当的深入。本次修订的重点在于元素部分:适当压缩“氧族元素”和“无机化学新兴领域简介”两章的篇幅,删除“无机物性质规律讨论”一章,充实过渡金属元素各章的内容。

本书将课后复习分成两个部分:总结与思考题、习题。其目的是引导学生认真总结课堂上学习的内容,并在此基础上去完成作业,以便更好地掌握知识,提高解决问题的能力。同时在原有基础上补充和修改了各章的部分习题。

依据“CRC Handbook of Chemistry and Physics”(86th edition, 2005—2006)和“LANGE's Handbook of Chemistry”(16th edition, 2005)两本权威手册重新编写了本书的附录,并以此为标准核对了全书的数据。补充和调整元素各章的“单质及其重要化合物的物理性质”表中的内容,并将其集中于下册的附录中,以便使用时查找。

参加第二版编写工作的人员有王杏乔(第1、2、18和23章),宋天佑(第3、4、5、8、9、10、14、22章和附录),程鹏(第6和7章),徐家宁(第11、15、21和24章),程功臻(第12、13和19章),史苏华(第16、17和20章)。全书由主编宋天佑负责统稿,徐家宁参与了下册部分章节的统稿工作。

本次修订工作得到武汉大学、南开大学和吉林大学的大力支持。西北大学

唐宗薰教授审阅了本书,并提出了许多重要的修改意见。高等教育出版社鲍浩波、董淑静对本书的再版给予了自始至终的关心与支持。吉林大学张丽荣、王莉、田振芬、黄亮亮和王丽萍为本书附录的编写及习题的核对做了大量工作。使用本书第一版的教师和学生,对本书的修订工作提出了许多宝贵意见和建议。在此一并表示谢意。

本书第一版入选普通高等教育“十五”国家级规划教材,第二版入选普通高等教育“十一五”国家级规划教材,对于广大同仁的支持诚表谢意。

本书出版得到国家基础科学人才培养基金教材建设项目(编号 J0630423)资助,特此鸣谢。

由于编者水平所限,本书的错误之处在所难免,在此恳请广大读者和同行指出,以期重印和再版时得以改正。

宋天佑

2009年4月28日

于吉林大学

第一版前言

无机化学是化学类本科生的第一门化学基础课。无机化学课的一个重要特点是,它既要完成无机化学学科自身丰富的教学内容,又承担着为后续课程做好必要准备的特殊任务。在大学新生手中有一套优秀的“无机化学”教材,是他们学好大学化学课程的重要保证。另一方面,学生从中学到大学在学习方法和思维方式方面的过渡,也将在学习无机化学阶段得以完成。因此一套有利于素质教育,有利于培养学生创新能力的“无机化学”教材尤为重要,它将为学生未来的奋斗与拼搏提供可靠的化学基础。

本书参编教师都来自无机化学教学第一线,多年来一直承担无机化学教学任务。每位编者都有一套各具特色的讲稿或讲义,这些材料已经多年锤炼,其知识内容逐渐丰富,编排日趋合理,且注意到理论联系实际,基础知识与现代化学的进展相结合。将这些素材进行加工与改造,仔细雕琢,取长补短,定将能编成一套好的教材。

2001年,我们接受高等教育出版社的委托,开始本书的编写工作。同年10月在南开大学明珠园召开了第一次编写工作会议,明确了《无机化学》的编写目标。为全面培养学生的科学素质和创新能力,本书在汲取20世纪80年代以来国内出版的同类教材的优点的同时,还力求具有以下特色。

1. 处理好无机化学前与中学教学后与大学其他课程在知识内容上的衔接。近些年来,中学化学教学内容进行了较大调整,大学无机化学教材要适应这一变化。处理好无机化学与后续的分析化学、结构化学、物理化学课程的衔接与分工,既要为其打好基础又要避免与其有过多的、不必要的重复。让学生在学习过程中体会到化学知识的连续性和阶段性,以利于他们更好地走进化学世界。

2. 提高教材的可读性和可讲授性。教材内容由浅入深,循序渐进,让大学一年级的学生能够读懂,适于学生自学。对于深层次的化学理论,在大一学生已有的知识基础上深入浅出地讲述,让选用本教材的教师体会到教材的可讲授性,使之适用于课堂教学。

3. 增加元素及其化合物的内容,提升教材的资料价值。以近期的科学研究成果为依据,参考权威的书籍与手册,力求介绍全新的无机化合物的制备与生产

方法,强调无机物在环境科学、生命科学及材料科学方面的应用。启发学生了解化学科学在自然科学中的地位和化学在提高和改善人类生活质量和水平方面的作用。

4. 重视化学实验在化学教学中的地位。通过对于重要化学史实和重要化学实验的讲述,使学生理解理论源于实践并接受实践检验的认识论的基本思想。使学生在真正理解化学是一门实验科学的基础上,从思想上和行动上牢固树立重视化学实验的观念。

5. 按照高等学校理科化学教学指导委员会 1998 年的《化学专业化学教学基本内容》精神,以一章的篇幅适当介绍无机化学新兴领域,如生物无机化学、有机金属化学、原子簇化学和固体化学等。让学生对无机化学前沿有一个整体的了解和认识。

2002 年 12 月在武汉大学珞珈山庄召开了第二次编写工作会议。在互审部分书稿的基础上,参编人员对于编写中的一些细节问题进一步达成共识。

作为一种尝试,本书目录的编写采取分段方式,即由全书的目录检索出各章目录所在的页数,再通过各章目录了解该章的详细内容。这种分段做法有望避免因查阅长达 10 余页的目录而给读者带来的烦恼。争取做到合理编排,突出重点,控制教材于合适的篇幅,改变近年来《无机化学》教材越来越厚的趋势。

本书习题的选择以全面掌握课堂学习内容为原则,体现教学的重点和难点。理论部分各章以 5 道左右的习题引导学生复习课堂讲授的内容,其余习题则可用于检验对重点及难点的理解和掌握程度。元素部分各章的习题将包括元素及化合物的主要反应、重要化学性质、制备与合成、分离与鉴定,以及与基础理论密切关联的实验现象的分析与解释等内容。

本书由宋天佑主编。参加编写的人员有:王杏乔(第 1、2、18 和 24 章),宋天佑(第 3、4、5、8、9、10、13 和 14 章),程鹏(第 6 和 7 章),徐家宁(第 11、12、15 和 25 章),史苏华(第 16 章和附录),阎雁(第 17 章),李冬梅和刘振荣(第 19 章),程功臻(第 20、21 和 22 章),王文珍(第 23 章)。最后由宋天佑进行了统一整理、补充、修改和定稿工作。在本书下册的统稿过程中,徐家宁协助主编做了许多重要的工作。王莉、叶俊伟、何欣、李悦明、范勇、钱伟、张志明、任红、石晶、王宇和王禹等为本教材所需数据的收集和附录的编写做了大量耐心细致的工作。

承蒙北京大学姚光庆教授担任本书主审,认真阅读全书并提出许多重要的改正意见。高等教育出版社耿承延和岳延陆编审从本书的策划、编写到出版自始至终给予高度重视和关心。在此全体参编人员对他们致以诚挚的谢意。教材编写期间,知悉本书荣幸入选“十五”国家级教材规划,参编人员颇受鼓舞,同时

也对同行们予以本书的信任和支持表示感谢。

由于编者水平所限,本书的错误之处在所难免,在此恳请广大读者和同行不吝赐教,以期再版时得以改正。

宋天佑

2004年2月11日

于吉林大学理化楼

总 目 录

绪 论	2
第 1 章 化学基础知识	15
第 2 章 化学热力学基础	49
第 3 章 化学反应速率	88
第 4 章 化学平衡	118
第 5 章 原子结构和元素周期律	141
第 6 章 分子结构和共价键理论	189
第 7 章 晶体结构	225
第 8 章 酸碱解离平衡	263
第 9 章 沉淀溶解平衡	298
第 10 章 氧化还原反应	315
第 11 章 配位化学基础	363
附 录	406
索 引	463
元素周期表	

目 录

0.1	化学是研究物质变化的创造性自然科学	2
0.2	化学发展简史	2
0.2.1	化学发展的三个历史阶段	2
0.2.2	现代化学发展的新趋势	5
0.3	化学与人类社会发展的关系	6
0.4	无机化学的继往开来	7
0.4.1	无机化学的发展历程	7
0.4.2	现代无机化学的发展方向	8

绪 论

世界是由物质组成的,整个物质世界处于永不停歇的运动之中,在此运动中时时刻刻孕育和发生着难以计数的化学反应。因此,化学无时无刻不存在于人们的生命和生活之中,它也是人们认识物质世界、改造物质世界所必需的方法和手段之一。

从远古社会启明之火的使用,到近代社会科技的突飞猛进,化学在其中发挥着不可忽视的作用,它是人类社会文明的标志学科。现代许多与化学相关学科的建立,如生物化学、环境化学、材料化学、地球化学、海洋化学和大气化学等,更奠定了化学在自然科学中的中心地位。

0.1 化学是研究物质变化的创造性自然科学

自然界中,每一时刻都在不停地进行着各种各样的化学反应。

化学是在原子、分子及其凝聚态的层次上研究物质的组成、结构、性质及物质变化规律和变化过程中能量问题的一门科学。它以自然界中的物质为研究对象,通过物质间的反应变化,了解并掌握大自然的规律。同时,它也以合成创造自然界中没有的新物质为目标,丰富化学反应新途径,推动人类社会文明的发展。

20世纪以来,伴随着现代科学技术的快速发展,化学学科也发生了革命性的变化。新元素和化合物的发现与创造更是日新月异。截至2014年,已经发现了118种元素,已知化合物的种类已超过9 000万种。随着计算机及更多高尖端的合成、分析、测试等仪器的不断出现,化学合成研究有了更充足的发展空间,并为化学反应理论的发展提供了基础及相应的依据,使得化学工作更加精细、准确。

0.2 化学发展简史

0.2.1 化学发展的三个历史阶段

火的使用是人类进入文明社会的伟大开端,同时也是人类在化学发展的道

路上迈出的第一步。伴随着人类社会的前进,化学的发展过程可以分为三个时期:

古代化学 早期的化学知识来源于人类的生产和生活实践。在掌握了如何使用火之后,人们首先进行的化学实践是烧制陶器。在这个过程中,人们通过高温使泥土本身的性质发生变化,从而得到具有一定用途的器具,之后学会了烧瓷和上釉等。青铜时代的到来是人类社会发展的重要一步,也是化学发展史的又一里程碑。我国的青铜时代起于夏商,终于春秋战国,其他世界文明古国在公元前 3000 年左右也都掌握了炼铜的技术。青铜是以铜、锡为主要成分的合金。在冶炼过程中,古人要从矿石中得到各种金属,同时要掌握好各种金属元素的比例关系以得到性能良好的青铜器皿。青铜器的冶炼不仅让古人认识了像金、银、铜这样能够以单质形态存在于自然界中的金属,也认识了从矿物中提炼的金属,如锡、铅等。进入封建社会后,人类在漫长的生产和生活实践中积累起来的古代化学进入了炼丹术和炼金术时期。中国古代的炼丹术虽然具有神秘的宗教色彩,但一代代炼丹师们的炼丹实践完成了很多化学转变,积累了许多化学知识,人们也对自然界中物质变化的规律性进行了一定的探讨。与此同时,西方的炼金术士也在从事类似的事情,寻找着能够点石成金的方法——炼金术,这是西方的古代化学。15 世纪末期,在文艺复兴的作用下,炼金术最终被西方的医药化学和冶金化学所取代,这为现代化学的发展奠定了基础。

伴随着人类生产实践活动的不断深入,古人在思想上对自然界的变化也形成了一些认识观。我国古代就提出关于“气”的认识,以及后来的阴阳五行之学。在西方国家也相继出现了几个流派的物质论。公元前 5 世纪,希腊思想家留基伯(Leucippus)和他的学生德谟克利特(Democritus)提出了古代的原子论:原子和虚空是万物的本源,万物之所以不同,就是由于组成各物质的原子在数目、形状和排列上不同。正是受到这一学说的影响,19 世纪近代的科学原子论才得以诞生。与此同时,以柏拉图(Plato)和亚里士多德(Aristotle)为代表的雅典学派提出了四元素学说:万物是火、水、气和土按合理分配组合构成的,改变物质中这四种元素的比例,一种物质就变成另一种物质。这种理论的观点为炼金术士所推崇,很长一段时间内,在欧洲此理论一直被认为是正确的。

近代化学 伴随着欧洲工业革命的不断胜利,从 17 世纪下半叶到 19 世纪中期,近两百年的时间内,化学逐渐形成并发展成为一门以实验为依据的独立学科。

1661 年,英国化学家波义耳(R. Boyle)在其论文《怀疑的 chemist》中首先提出了应当将化学作为一门独立的科学来看待的观点,同时对化学元素给出了一