

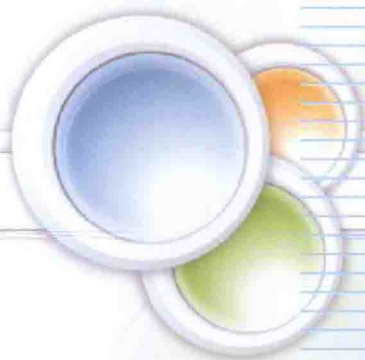


“十二五”江苏省高等学校重点教材

总主编 姚天扬 孙尔康

化学与社会

主 编 陈景文 唐亚文





“十二五”江苏省高等学校重点教材

编号: 2013-2-051

化学与社会

总主编 姚天扬 孙尔康

主 编 陈景文 唐亚文

副主编 卞国庆 李玉明 丁建飞

参 编 (按姓氏笔画为序)

王丹丹 吕景春 刘 琴 李 酃

邵 荣 吴升德 钱晓荣 凌 岗

章建东 董 锐 薛茹君

主 审 周益明



南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

化学与社会/陈景文,唐亚文主编. —南京:南京大学出版社, 2014. 12

高等院校化学化工教学改革规划教材

ISBN 978-7-305-14624-4

I. ①化… II. ①陈… ②唐… III. ①化学—关系—社会生活—高等学校—教材 IV. ①O6-05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 310296 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

出版人 金鑫荣

丛 书 名 高等院校化学化工教学改革规划教材

书 名 化学与社会

总 主 编 姚天扬 孙尔康

主 编 陈景文 唐亚文

责任编辑 贾 辉 吴 汀 编辑热线 025-83686531

照 排 江苏南大印刷厂

印 刷 丹阳市兴华印刷厂

开 本 787×960 1/16 印张 17.5 字数 382 千

版 次 2014 年 12 月第 1 版 2014 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-305-14624-4

定 价 35.00 元

网 址: <http://www.njupco.com>

官方微博: <http://weibo.com/njupco>

官方微信号: njupress

销售咨询热线: (025)83594756

* 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

编委会

总主编 姚天扬(南京大学)

孙尔康(南京大学)

副总主编 (按姓氏笔画排序)

王 杰(南京大学)

左晓兵(常熟理工学院)

石玉军(南通大学)

许兴友(淮阴工学院)

邵 荣(盐城工学院)

周诗彪(湖南文理学院)

郎建平(苏州大学)

钟 秦(南京理工大学)

赵宜江(淮阴师范学院)

赵 鑫(苏州科技学院)

姚 成(南京工业大学)

姚开安(南京大学金陵学院)

柳闽生(南京晓庄学院)

唐亚文(南京师范大学)

曹 健(盐城师范学院)

编 委 (按姓氏笔画排序)

马宏佳

王济奎

王龙胜

王南平

许 伟

朱平华

华万森

华 平

李 琳

李心爱

李巧云

李荣清

李玉明

沈玉堂

吴 勇

汪学英

陈国松

陈景文

陆 云

张莉莉

张 进

张贤珍

罗士治

周益明

赵朴素

赵登山

宣 婕

夏昊云

陶建清

缪震元

序

教材建设是高等学校教学改革的重要内容,也是衡量教学质量提高的关键指标。高校化学化工基础理论课教材在近几年教学改革中取得了丰硕成果,编写了不少有特色的教材或讲义,但就其内容而言基本上大同小异,在编写形式和介绍方法以及内容的取舍等方面不尽相同,充分体现了各校化学基础理论课的改革特色,但大多数限于本校自己使用,面不广、量不大。由于各校化学基础课教师相互交流、相互讨论、相互学习、相互取长补短的机会少,各校教材建设的特色得不到有效推广,不能实施优质资源共享;又由于近几年教学经验丰富的老师纷纷退休,年轻教师走上教学第一线,特别是江苏高校广大教师迫切希望联合编写有特色的化学化工理论课教材,同时希望在编写教材的过程中,实现教师之间相互教学探讨,既能实现优质资源共享,又能加快对年轻教师的培养。

为此,由南京大学化学化工学院姚天扬、孙尔康两位教授牵头,以地方院校为主,自愿参加为原则,组织了南京大学、南京理工大学、苏州大学、南京师范大学、南京工业大学、南京邮电大学、南通大学、苏州科技学院、南京晓庄学院、淮阴师范学院、盐城工学院、盐城师范学院、常熟理工学院、淮海工学院、淮阴工学院、江苏第二师范学院、南京大学金陵学院、南理工泰州科技学院等18所江苏省高等院校,同时吸收了解放军第二军医大学、湖北工业大学、华东交通大学、湖南文理学院、衡阳师范学院、九江学院等6所省外院校,共计24所高等学校的化学专业、应用化学专业、化工专业基础理论课一线主讲教师,共同联合编写“高等院校化学化工教学改革规划教材”一套,该系列教材包括《无机化学(上、下册)》、《无机化学简明教程》、《有机化学(上、下册)》、《有机化学简明教程》、《分析化学》、《物理化学(上、下册)》、《物理化学简明教程》、《化工原理(上、下册)》、《化工原理简明教程》、《仪器分析》、《无机及分析化学》、《大学化学(上、下册)》、

《普通化学》、《高分子导论》、《化学与社会》、《化学教学论》、《生物化学简明教程》、《化工导论》等 18 部。

该系列教材适合于不同层次院校的化学基础理论课教学任务需求,同时适应不同教学体系改革的需求。

该系列教材体现如下几个特点:

1. 系统介绍各门基础理论课的知识点,突出重点,突出应用,删除陈旧内容,增加学科前沿内容。
2. 该系列教材将基础理论、学科前沿、学科应用有机融合,体现教材的时代性、先进性、应用性和前瞻性。
3. 教材中充分吸取各校改革特色,实现教材优质资源共享。
4. 每门教材都引入近几年相关的文献资料,特别是有关应用方面的文献资料,便于学有余力的学生自主学习。

该系列教材的编写得到了江苏省教育厅高教处、江苏省高等教育学会、相关高校化学化工系以及南京大学出版社的大力支持和帮助,在此表示感谢!

该系列教材已被评为“十二五”江苏省高等学校重点教材。

该系列教材是由高校联合编写的分层次、多元化的化学基础理论课教材,是我们工作的一项尝试。尽管经过多次讨论,在编写形式、编写大纲、内容的取舍等方面提出了统一的要求,但参编教师众多,水平不一,在教材中难免会出现一些疏漏或错误,敬请读者和专家提出批评和指正,以便我们今后修改和订正。

编委会

2014 年 5 月于南京

编写说明

化学是一门既古老又现代的科学,它的发展历史映射了人类文明进步的历史。千百年来,化学为人类创造了不计其数的物质财富,为科学技术的发展提供了各种原材料以及实验和检测手段,在与许多学科的不断交融中既发展了自己,又极大地促进了相关学科的发展,化学已渗透到社会生活的方方面面,在推动人类社会发展和进步的进程中发挥了极为重要的作用。但是,化学在给人们带来实实在在的幸福的同时,近年来却不断地遭受着诟病,人们抱怨水体变浊、空气变差,抱怨食品、药品不安全等等,并将这些社会问题大都归咎于化学及其工业。尽管化学并非产生这些社会问题的根源,但这些问题毕竟与化学物质有关,因此,普及化学知识,使广大公众能够全面、客观、理性地认识化学,同时引导公众运用化学的观点来观察和思考这些社会问题,运用化学的知识来分析和解决这些问题,是广大化学工作者不可推诿的责任。

本书以当今社会广泛关注的能源、资源、材料、食品、环境和药物等专题为经线,以化学基本概念为纬线,通过引用可靠的数据和实例,体现化学在影响人们日常生活及推动社会发展和进步中的实用性和创造性,以加深读者对科学技术是第一生产力的理解,同时,促使人们关注环境污染对人体健康的危害,重视资源和能源日趋枯竭对社会可持续性发展的影响,以提高读者的社会责任感。

本书以现行高中必修的化学和物理知识为基础,由浅入深,循序渐进,使读者的化学基础知识有所充实和提高。各章列出了主要参考书目,可供学生进一步拓展相关知识。

本书由陈景文承担了各章的修改、插图绘制及统稿工作。全书共 11 章,其中第 1 章绪论由陈景文、邵荣(盐城工学院)执笔;第 2 章化学与能源由丁建飞(盐城工学院)、唐亚文(南京师范大学)执笔;第 3 章化学与资源利用由薛茹君(安徽理工大学)执笔;第 4 章化学与新材料由李酩(中国民航大学)执笔;第 5 章化学与军事由卞国庆、章建东(苏州大学)执笔;第 6 章化学与环境由钱晓荣、董锐(盐城工学院)执笔;第 7 章化学与药物由王丹丹(盐城工学院)、吴升德(盐城市产品质量监督检验所)执笔;第 8 章化学肥料和化学农药由凌岗(盐城工学院)执笔;第 9 章化学与食品安全由刘琴(南京财经大学)执笔;第 10 章化学与消防由李玉明(衡阳师范学院)执笔;第 11 章化学与染料由吕景春(盐城工学院)执笔。在近一年多的编

写工作中,盐城工学院曹淑红副教授给予了大力支持,为各章提出了许多宝贵的修改意见,南京师范大学周益明教授审阅了全书,在此一并表示衷心感谢。

由于化学知识体系十分庞大,本书各章的内容又涉及到化学学科的不同分支,在科学知识大爆炸的今天,编者的水平显得十分有限,书中一定还存在不少缺点甚至错误,欢迎担任这门课的教师和选修这门课的学生批评指正,使本书不断完善。

编者

2014年11月

目 录

第 1 章 绪论	1
§ 1.1 古代和近代化学的产生与发展	1
§ 1.2 现代化学的兴起与发展	7
§ 1.3 化学是一门实用的、创造性的科学	13
思考题	15
第 2 章 化学与能源	16
§ 2.1 能源概述	16
§ 2.2 化石能源的高效利用	22
§ 2.3 新型能源的开发利用	25
§ 2.4 化学电源	33
§ 2.5 能量储存技术	39
§ 2.6 能源使用对环境的影响	41
思考题	41
第 3 章 化学与资源利用	42
§ 3.1 资源概述	42
§ 3.2 化学在矿产资源开发中的应用	44
§ 3.3 化学在海洋资源开发中的应用	63
§ 3.4 化学在再生资源开发中的应用	65
§ 3.5 粉煤灰的开发利用	67
思考题	71
第 4 章 化学与新材料	72
§ 4.1 快速发展中的材料科学	72
§ 4.2 高分子材料	74
§ 4.3 无机功能材料	80

思考题	91
第5章 化学与军事	92
§ 5.1 古代兵器与化学	92
§ 5.2 现代军事与化学	96
§ 5.3 化学毒剂的巨大威胁	105
思考题	109
第6章 化学与环境	110
§ 6.1 环境与环境问题	110
§ 6.2 有害化学品的环境污染	119
§ 6.3 大气污染	122
§ 6.4 水体污染	125
§ 6.5 固体废弃物对环境的影响	128
§ 6.6 环境保护与社会可持续发展	130
思考题	132
第7章 化学与药物	133
§ 7.1 中草药	133
§ 7.2 化学药物	137
§ 7.3 药物滥用与药物依赖	149
思考题	153
第8章 化学肥料和化学农药	154
§ 8.1 化学肥料	154
§ 8.2 化学农药	166
思考题	182
第9章 化学与食品安全	183
§ 9.1 食品安全及其危害因素	183
§ 9.2 食品原料中的安全危害物质及其控制	185
§ 9.3 食品添加剂与食品安全	191
§ 9.4 农药和兽药残留与食品安全	197
§ 9.5 有毒元素污染与食品安全	204

§ 9.6 食品加工与食品安全	210
§ 9.7 食品储藏与食品安全	213
思考题	219
第 10 章 化学与消防	220
§ 10.1 物质的燃烧	220
§ 10.2 常用化学灭火剂及灭火器	234
思考题	240
第 11 章 化学与染料	241
§ 11.1 染料的发展	241
§ 11.2 染料的颜色	244
§ 11.3 化学染料的分类和命名	250
§ 11.4 禁用的化学染料	260
§ 11.5 环保染料	262
思考题	269

第1章 绪论

化学伴随着人类的生产与生活而产生,并随着人类社会的进步而发展,经历了古代实用化学时期(公元3世纪~18世纪)、近代化学时期(18世纪~19世纪末)和现代化学时期(20世纪以来)三个发展阶段。作为一门重要的基础科学,同时又是一门实用的、富有创造性的科学,在人类科学技术进步和社会发展的方方面面发挥着极为重要的作用。

§ 1.1 古代和近代化学的产生与发展

1.1.1 什么是化学?

日出日落、江河奔腾、冰雪消融、草木燃烧、铁器生锈、食物腐败等等,世界万物无时无刻不在发生着变化。按照物质变化的特点,变化大致可以分为两种类型,一类变化只改变了物质的聚集状态,而不产生新的物质,例如,水降温结冰或升温汽化,固态卫生球(萘)升华变成蒸气,这类变化称为物理变化。另一类则是一种物质转化为性质不同的另一种物质,例如镁条燃烧,单质镁(Mg)变成了氧化镁(MgO);铁器生锈,单质铁(Fe)变成了氧化铁(Fe_2O_3),这类变化称为化学变化。在化学变化过程中,物质的组成和原子的结合方式均发生了改变,生成了化学性质完全不同的新物质。具体地讲,化学就是在原子、分子层次上研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的一门科学。

1.1.2 古代化学的产生

其实,人类发展伊始便与化学结下了不解之缘。在人类生活的地球上,存在着千千万万种物质和各种各样的自然现象,人类一开始就想知道这些物质从哪里来?它们是什么?这些现象如何发生?为什么发生?等等。当原始人开始使用“火”的时候,化学就已经走进了人类的生活。“火”能够发出热量,通过加热能使许多物质发生化学变化,利用这种作用,“火”很快成为人类发明劳动工具和创造财富的武器,人类开始了制陶、冶金和酿造,以及炼丹(金)、制造火药和玻璃等,化学知识和化学技术在人类逐步走向文明的历史进程中得到了广泛应用,极大地促进了社会生产力的发展,丰富了人类生活。

在这里,特别值得一提的是曾对化学的产生和发展产生过重大影响的炼丹(金)术。炼

丹(金)术兴起于约公元前 2 世纪,跨时约 2 000 多年,遍布于古代中国及世界其他许多国家和地区。当时的帝王和显贵们期望用铜、铅、铁等贱金属或金属矿物为原料,通过简单的处理得到金、银等贵金属,以获取更多的财富,同时想获得能使人长生不死的药物。我国古代炼丹术发源于古代神话传说中的长生不老观念,如后羿从西王母处得到了不死之药,嫦娥偷吃后便飞奔到月宫,成为月中仙子。自周秦开始,历代帝王大都深信长生不老之说,几乎个个喜欢炼丹术,留下了许多珍贵的史料。西汉淮南王刘安就是著名的炼丹家,著有《淮南子》,书中提到汞、丹砂、雄黄等药物。东汉著名炼丹家葛洪所撰的《抱朴子·内篇》,对炼丹术进行了较详尽的总结,记录了许多“长生不老药”及其制炼方法。唐代是我国炼丹术发展的全盛时期,于公元 9~10 世纪传入阿拉伯,大约 12 世纪又从阿拉伯传入了欧洲。最早的炼金术可追溯到古埃及和古巴比伦时期,其目的与中国的炼丹术大致相同。西方古代先哲亚里士多德(Aristotle,公元前 684~公元前 622)一生研究的领域极广,著作颇丰,他的元素论就是炼金术的基础理论之一。公元 8 世纪,阿拉伯炼金术的鼻祖扎比尔(Geher, ?~780)曾著过一本名为《东方的水银》的炼丹书,书中记载用绿矾($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)、硝石(主要成分 KNO_3)与明矾($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$)蒸馏制备硝酸(HNO_3),这对于后来在欧洲因研究溶液而发展的化学产生了极大的影响。伟大的物理学家和数学家牛顿(I. Newton, 1643~1727)在幼年时期就对亚里士多德的元素论感兴趣。他曾逐字逐句誊写和翻译过许多炼金术著作,还编辑过一份详细的炼金术词汇表。在进入剑桥学习的时候,他的第一位导师莫尔(H. More, 1614~1687)就是一名炼金术士,著有《灵魂不朽》一书。牛顿还曾进行过大量的炼金术实验,其中包括参照古罗马圣教徒瓦伦丁所著《铈之凯旋车》中的方法,成功制备出了一种被称为“星铈”的美丽晶体。

尽管古代炼丹(金)的目的并未达到,但炼丹(金)实践对化学、冶金和药学等科学的发展影响深远。在炼丹(金)过程中,炼丹(金)家们有目的地将各类物质搭配烧炼,发现了铅、汞、硫、砷等许多化学物质间的转化,了解了许多无机物的性质及分离与提纯的方法,分类研究了许多物质的性质,特别是相互反应的性能,制造出了很多化学药剂、有用的合金及治病的药物,其中很多就是今天我们常用的酸、碱和盐,甚至总结出了一些化学反应规律,大大丰富了化学知识。例如,我国炼丹家葛洪曾总结炼丹实践后提出:“丹砂烧之成水银,积变又还成丹砂。”这是一种化学变化规律的总结,即“物质之间可以用人工的方法互相转变”。火药的发明就源于我国西汉时期的炼丹,因以硫磺、硝石和木炭为原料,在用火炼制的过程中频频发生着火和爆炸现象,经不断总结后获得了火药的配制方法,我国也因此成为世界上最早发明火药的国家。与此同时,炼丹(金)家们还发明了诸如蒸馏器、熔化炉、升华器、研钵、烧杯及过滤器等许多化学实验器具和装置,也创造了各种实验方法,如研磨、混合、溶解、灼烧、熔融、升华等,所使用的许多器具和方法经改进后,仍然在今天的化学实验中沿用。“chemistry”(化学)一词即起源于“alchemy”,即炼金术。“chemist”也至今仍保留着“化学师”和“药剂师”的含义。那些每日饱受烟熏火燎的虔诚的炼丹(金)家们就是最早的“化学

家”,成为开创化学工艺的先驱,他们的辛勤劳动为近代化学的产生奠定了基础。

我国是世界古代化学的发源地之一,除了冶金、制陶、造纸和酿造等对古代化学发展的贡献外,古人们的许多其他生产和生活实践同样为化学的产生、形成和发展做出了卓越贡献。据马王堆汉墓医书《五十二病方》记载,用水银能治疗脓肿和皮肤病。可见,中国是水银疗法的最早发明者,比西方早 8 个世纪。《后汉记·华佗传》中记载,在公元 200 年时,我国外科鼻祖华佗(约 145~208)就能用全身麻醉来施行外科手术,这是世界上最早在临床上使用麻醉药物的人。西晋著名政治家和哲学家张华(232~300 年)于公元 290 年所著的《博物志》一书中就记载了“自燃”现象,这是世界上最早记录“自燃”现象的文字史料。该书还记载有“烧白石作白灰有气体发生”,这里的白石即石灰石,白灰即石灰,所产生的气体就是二氧化碳。17 世纪后,比利时人才对碳酸气(即二氧化碳)进行了专门研究。我国南朝著名科学家陶弘景(454~536)在实践中发现,硝石(硝酸钾)“以火烧之,紫青烟起”,从而找到了鉴别外表极为相似的硝石与朴硝(硫酸钠)的简便方法。该方法其实就是我们今天所知的“焰色反应”,陶弘景发现“焰色反应”并应用于物质的鉴别,比欧洲最早发现者德国化学家马格拉夫(A. S. Marggraf, 1709~1782)早 1 200 多年。明代杰出科学家李时珍(1518~1593)的巨著《本草纲目》,也是一部化学百科全书,该书 52 卷,记载了 1 892 种药物,其中无机化学药物占 6 卷,收录了砒石、石黄、砒霜等含砷元素的物质,以及赤铜、自然铜、铜矿石、铜青等含铜元素的物质等达 276 种。

1.1.3 近代化学理论的创立和发展

世界是由物质构成的,这是古代人类在长期的生产与生活实践中建立起来的基本概念,那么,物质又是由什么组成的呢?古代哲学家最早提出了这一命题,并做出了不同回答。最早尝试解答这个问题的是我国商朝末年的西伯昌(约公元前 1140 年),他认为:“易有太极,易生两仪,两仪生四象,四象生八卦。”他以阴阳八卦来解释物质的组成。我国古代汉族人民源于对星辰的自然崇拜,曾创造了“五行说”,即“水、木、金、火、土”五种元素是构成宇宙万物及各种自然现象变化的基础(图 1-1)。亚里士多德在《发生和消灭》一书中则把世间万物的本源归结为四种基本原始性质,即“冷、热、干、湿”,这些物性若成对结合便形成了四种元素,即“土、水、气、火”,这四种元素再按照不同的比例结合就构成了各种各样的物质。古希腊另一伟大科学家和哲学家泰勒斯(Thales, 公元前 624 年~公元前 546 年)则认为水生万物,万物统一于水。古印度的哲学家认为,世界万物是由“地、水、风(气)、以太”所构成。古埃及则把空气、水和土看成是世界的主要组成元素。以上无论哪一种观点,都反映了古人们对世界万物

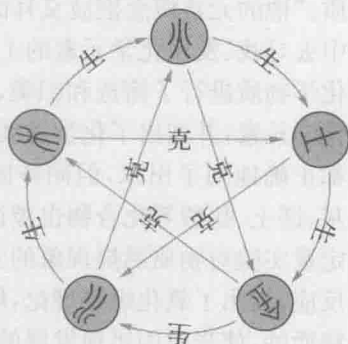


图 1-1 五行说

的组成“本原”的探索,虽然都只是主观臆测,未触及物质结构的本质,但这些物质观对近代化学的产生和发展却产生了深远的影响。

17 世纪中叶,英国实验化学家和实验物理学家波义耳(R. Boyle, 1627~1691)继承了古代元素思想,将天平用于化学实验,依靠化学实验研究了组成物质的元素。他认为,元素并不是水、火、土等复杂物质或现象,更不是亚里士多德所说的冷、热、干、湿等性质,或古希腊哲学家柏拉图(Plato, 约公元前 427~公元前 347)所强调的理念等非物质的精神。波义耳于 1661 年出版了《怀疑派化学家》,在本书中第一次对组成物质的“本原”——“元素”进行了定义。他提出:“只有那些不能用化学方法再分解的简单物质才是元素。元素是构成物质的基本,它可以与其他元素相结合,形成化合物,但是,如果把元素从化合物中分离出来后,它便不能再被分解为任何比它更简单的东西了。”波义耳提出的“元素”概念尽管仅仅是建立在怀疑前提下的定义,但为化学的发展指明了方向,拉开了近代化学发展的序幕。波义耳还提出:“化学,为了完成其光荣而又庄严的使命,必须抛弃古代传统的思辨方法,而像物理学那样,立足于严密的实验基础之上。”他的观点完全摒弃了炼金术中的神秘学思想,将自然哲学思想独立出来成为一门新的学科——近代化学,波义耳也因此被誉为“近代化学之父”。他还主张,不应单纯把化学看作是一种制造金属、药物等从事工艺的经验性技艺,而应看成一门科学。因此,波义耳被马克思和恩格斯誉称为“把化学确立为科学”的人。

但是,由于当时化学实验水平的限制,波义耳的元素概念只是一种缺乏具体内容的抽象概念,还有待充实。法国化学家拉瓦锡(A. L. Lavoisier, 1743~1794)坚信化学元素的客观存在,在他的名著《化学概论》中提出:“元素就是用任何方法都不能再加以分解的一切物质。”他的元素概念把波义耳的抽象元素概念加以具体化,有力地推动了化学家到具体物质中去寻找、发现化学元素的工作。18 世纪中叶,在实验分析的基础上,拉瓦锡对当时已知的化学物质进行了筛选和归类,确定了 Au、Ag、Cu、Fe、Sn、O、H、S、P、C 等 33 种简单物质为化学元素,并列出了化学发展史上的第一个元素系统分类表。他把当时已发现的所有单质都正确地列了出来,但同样因受到实验技术和理论认识的局限,分类表中的许多物质如石灰、镁土、盐酸等化合物也被误当成了元素。18 世纪后期,氧气被发现之后,拉瓦锡还通过定量实验对物质燃烧现象的实质进行了研究,证实燃烧是物质与空气中的氧气发生的化合反应,提出了氧化燃烧理论,取代了长达 100 年之久的燃素说,揭开了蒙在燃烧现象上的神秘面纱,使当时因迅速发展的冶金和化学工业需要解释火及燃烧本质的谜底终于有了科学答案,同时还揭示了现今众所周知的质量守恒定律。因此,拉瓦锡被公认为“化学之父”和化学科学奠基人。

我们可以看出,波义耳和拉瓦锡均把元素与单质这两个化学基本概念等同了起来,直到 19 世纪初期,英国化学家、物理学家道尔顿(J. Dalton, 1766~1844)创立原子学说,将元素和原子的概念联系了起来。1841 年,瑞典物理化学家阿伦尼乌斯(S. A. Arrhenius, 1859~1927)创立了同素异形体的概念后,使元素和单质才开始有所区别。19 世纪中叶,俄罗斯化

学家门捷列夫(D. I. Mendeleev, 1834~1907)在英国分析化学家和工业化学家纽兰兹(J. A. R. Newlands, 1837~1898)的研究基础上,把当时已知的看似互不相干的63种元素依照原子相对质量(简称原子量)的变化联系起来,并深入研究了各元素的物理和化学性能随原子量递变的关系,于1869年发现了元素性质按原子量从小到大的顺序周而复始地递变的周期关系——化学元素周期律,并将其表达成元素周期表的形式。元素周期律是自然界最重要的基本规律之一,该规律的发现结束了长达200多年关于元素概念与分类的混乱观念,至此,元素和单质两个概念被真正区分开来。同时,元素周期律的发现在理论上对发现新元素具有极为重要的指导意义,对化学的发展,尤其对无机化学的系统化,发挥了决定性的作用。到了20世纪40年代,人们已经发现了自然界存在的92种化学元素。

物质是由元素构成的,那么,元素又是由什么构成的呢?19世纪初,随着化学知识的积累和化学实验从定性到定量的发展,关于化合物的组成已初步得出了一些规律。道尔顿继承了古希腊朴素原子论和牛顿微粒说,在实验的基础上,于1803年创立的原子论解答了这个问题。道尔顿原子论的主要内容可归纳为三点:①一切元素都是由不可能再分割和不能毁灭的微粒所构成,它是一切化学变化中的最小单位,这种微粒称为“原子”;②同一种元素的原子的性质和质量相同,不同元素的原子的性质和质量不同,原子质量是元素的基本特征之一;③一定数目的两种不同元素化合以后,便形成了化合物。不同元素化合时,原子以简单整数比结合(即道尔顿倍比定律)。

道尔顿的原子论合理地解释了当时已知的一些化学定律,揭示出了一切化学现象的本质都是原子运动,明确了化学的研究对象。道尔顿也是开展相对原子质量测定工作的拓荒者,得到了第一张相对原子质量表,他的这些成就为化学真正发展成为一门学科发挥了开创性的作用。在哲学思想上,原子论揭示了化学反应现象与本质的关系,继天体演化学说之后,又一次冲击了当时僵化的自然观,为科学方法论的发展、辩证自然观的形成及整个哲学认识论的发展发挥了重要作用。但由于受当时科技水平的限制,同时受机械论、形而上学自然观的影响,道尔顿的原子不可分割的论点明显需要进行修正。此外,他未能区分原子和分子,因此,道尔顿原子论与有些实验事实之间存在着一些矛盾。

1808年,法国化学家和物理学家盖-吕萨克(J. L. Gay-Lussac, 1778~1850)通过气体反应实验提出了气体化合体积定律:在同温同压下,气体反应中各气体体积互成简单的整数比。利用道尔顿原子论加以解释,很自然地得出了“半个原子”的结论,例如由一体积 Cl_2 和一体积 H_2 生成了两体积 HCl ,每个 HCl 分子都只能是半个氯原子和半个氢原子所组成,这与原子不可分割的观点完全对立。随后,意大利化学家阿伏伽德罗(A. Avogadro, 1776~1856)对盖-吕萨克的气体化合体积定律加以发展,于1811年提出了分子学说,完善和发展了道尔顿原子论。阿伏伽德罗认为,许多物质如 H_2 、 O_2 、 Cl_2 、 N_2 等往往不是以原子而是以分子的形式存在,并指出:“同体积的气体,在相同的温度和压力下,含有相同数目的分子。”这样,原子学说和气体化合体积定律就统一起来了。

阿伏伽德罗的分子学说在长达半个世纪的时期里一直不被重视,直到 1860 年,意大利化学家坎尼扎罗(S. Cannizzaro, 1826~1910)在德国召开的第一次国际化学会议上,用充分的证据阐明了什么是原子、分子、原子量和分子量,使原子-分子论得以确立。原子-分子论指明了不同元素代表不同的原子,原子按照一定方式或结构组合成分子,分子进一步组成物质,分子的结构直接决定其物质的性能。从此以后,化学由宏观进入了微观层次,使化学研究建立在原子和分子水平的基础上。

1.1.4 中国近代化学的发展

古代中国在炼丹、酿造和造纸等实践中早已产生了化学科学的萌芽,而且发展的水平远超出当时世界其他国家,但因缺少科学的实验发现和符合逻辑推理的理论求索,一直未能形成完整的化学理论体系。同样起源于炼金实践的欧洲化学,在近代工业革命浪潮的推动下,以波义耳、拉瓦锡、道尔顿、阿伏伽德罗等为代表的科学家们逐步将其发展成为一门科学。欧洲的经验化学从 16 世纪开始逐步传入我国,如徐光启的著作中就有制造“强水”(硝酸或硫酸)的方法。19 世纪 30 年代,近代化学知识随着南方沿海

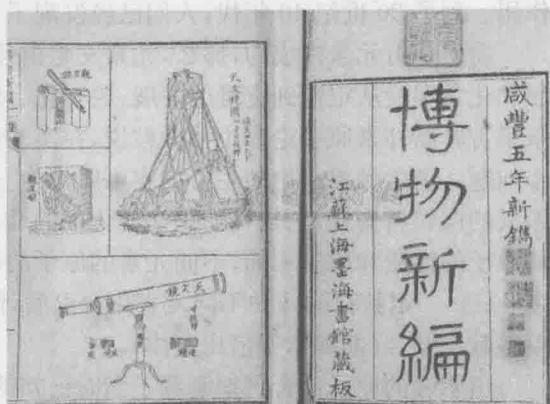


图 1-2 近代化学著作

地区中外贸易的发展开始传入我国。1835 年,晚清进士丁守存(1812~1883)所著《造化究原》和《新火器说》两书,都涉及到了一些近代化学知识。鸦片战争以后,欧美列强的坚船利炮打破了清政府的闭关锁国政策,抱有改良主义幻想的一批中国知识分子在“师夷长技以制夷”的思想指导下,将近代化学从欧美引入中国。据史料记载,19 世纪 50 年代,英国传教士、医生合信(B. Hobson, 1816~1873)编译出版了《博物新编》,共分三集,内容包括天文、气象、物理、化学、动物等各种西方近代科学知识,是迄今所知的最早向我国介绍西方近代化学知识的著作。此书第一集中介绍说“天下之物,元质(即元素)五十有六,万类皆由之而生”。书中还介绍了氢气、氧气、氮气、一氧化碳和各种强酸的制备方法。该书推动了近代科学知识在中国的传播,成为中国近代科技史上最具影响的著作之一。

第二次鸦片战争后,面对西方列强的不断侵略,清政府在上海设立了江南制造局,于 1867 年在该局内又设立了“翻译馆”。英国传教士傅兰雅(J. Fryer, 1839~1928)在该馆工作了 28 年,他以传教士传教布道的热忱和献身精神,向中国人介绍、宣传科技知识,期间翻译或与他人合译了包括化学、军事、航海、采矿、冶金、机械、天文、地理、动植物、农业、医学等 100 多部西学著作。其中,由江南制造局出版的绝大部分化学书籍是由傅兰雅口译,我国学