

高等教育“十三五”规划教材



# 普通化学

主编 申少华 蔡冬梅  
主审 陈希军

Putong Huaxue

第二版



中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press



高等教育“十三五”规划教材

# 普通化学

第二版

■ 主 编 申少华 蔡冬梅  
副主编 岳 明 白 珊 汪朝旭  
主 审 陈希军

China University of Mining and Technology Press

Putong Huaxue

中国矿业大学出版社

## 内 容 简 介

本书是高等教育“十三五”规划教材,为煤炭(矿业)系统高等学校非化学化工类工科专业编写。

本书取材精炼,重视化学基本理论和知识,注重化学理论与工程实践的有机结合,注重素质教育,关注材料、环境保护、能源等社会和生活热点,反映学科发展趋势和最新成果。全书共分为8章:第1章介绍化学反应中的能量转化;第2章介绍化学反应的基本原理;第3章介绍水化学;第4章介绍电化学;第5章介绍物质结构基础;第6章介绍化学与材料;第7章介绍化学与环境保护;第8章介绍化学与能源。

本书可作为高等学校非化学化工类工科各专业教材,也可供相关专业工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

普通化学/申少华,蔡冬梅主编. —2版. —徐州:中国矿业大学出版社,2019.7

ISBN 978 - 7 - 5646 - 4441 - 3

I. ①普… II. ①申… ②蔡… III. ①普通化学—高等学校—教材 IV. ①O6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 090521 号

书 名 普通化学  
主 编 申少华 蔡冬梅  
责任编辑 周 红  
出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司  
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)  
营销热线 (0516)83884103 83885105  
出版服务 (0516)83995789 83884920  
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com  
印 刷 江苏淮阴新华印务有限公司  
开 本 787×1092 1/16 印张 19 彩插 1 字数 474 千字  
版次印次 2019年7月第2版 2019年7月第1次印刷  
定 价 38.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

## 第二版前言

本教材是在高等教育“十二五”规划教材《普通化学》(第一版)的基础上修订而成的。自2012年第一版教材出版以来,一直被全国部分高等工程院校采用,持续满足高等工程院校非化学化工类工科专业对于学生的普通化学教学的需求。

近年来,随着我国工程教育人才与国际标准的接轨,工程教育认证的实施,科学素质培养的深化,普通化学的知识体系已成为高等工程院校非化学化工类工科专业培养方案的必备内容,也是目前我国大部分非化学化工类工科专业的教学质量国家标准中要求学生学习的知识内容。

在分析了国内外非化学化工类工科专业高等教育的现状、问题和发展趋势,以及现有普通化学类教材的基础上,对本教材第一版原有章节和内容进行适当调整和修订,以期更好地满足我国高等工程院校非化学化工类工科人才培养发展的要求。教材的编写以培养学生的素质、知识与能力为目标,力求从认识规律出发,在内容上体现创新精神,注重拓宽基础,强调能力培养。

《普通化学》(第二版)由申少华、蔡冬梅担任主编,岳明、白珊和汪朝旭担任副主编,此外还有申泽宇、张少伟、汪靖伦、李晓湘、汤建庭、成奋民等参加了本书的编写和修订。在本次修订编写工作中,听取并采纳了一些读者和教师的意见和建议,对此表示感谢。

希望本书能为读者学习普通化学知识提供更好的参考和帮助,但由于编者水平有限,书中难免有疏漏之处,热忱希望读者指正。

《普通化学》编写组

2019年4月

## 第一版前言

化学作为素质教育的重要基础课程,对于培养学生具备全面科学素质具有重要作用。当前人类最为关心的重大课题——资源的利用、能源的开发、环境的保护等都与化学密切相关。未来工程师不仅要关注某项工程的设计、施工和生产,还必须关注由此带来的能源与环境问题,关注材料的选择与使用以及材料在使用过程中与周围介质的相互作用及改变这些作用的手段。对于能源的利用和节能措施以及环境污染的治理来说,没有化学知识是不行的。各类材料的选择与使用需要了解物质的组成、结构和化学变化,材料的维护需要化学处理和防腐。

《普通化学》是高等工程院校非化学化工类工科专业学生的一门重要基础课,通过它的学习不仅可掌握高等教育必需的基础化学知识,还可了解科学研究的方法,提高科学素质,增强分析社会实际问题、进行全面思考和决策判断的能力。它的教学内容和要求,实际上决定了大部分工科毕业生所具备的化学科学素质。通过对国内外工科化学教学现状的系统分析研究,特别是对教学内容和课程体系的深入探讨和不断实践,结合教育部工科化学课程教学指导委员会对工科化学的基本要求,将化学理论与工程实践有机结合,以提高人才素质为目的,本书以化学平衡和物质结构理论为主线,并与叙述性部分相呼应,强调理论的意义和实际应用,并结合相关学科,对当前社会热点问题(材料、环境保护、能源等)展开讨论,加深对基本理论的理解和运用,并尽可能把最新、最准确的信息传达给学生。

本书是高等教育“十二五”规划教材。编写时,努力贯彻理论联系实际的原则,教材内容力求精简,由浅入深,通俗易懂,便于自学。内容安排上,前4章以化学反应基本原理及化学反应为主线介绍热化学、化学动力学、化学热力学、水化学和电化学,后4章则以物质结构理论及物质性质为主线,介绍化学与材料、化学与环境保护、化学与能源,以加深对基本理论的理解和运用。由于工科各类专业对化学知识要求不同,学生的学习程度亦有差异,因此使用本书时,务必

结合学生实际与专业要求,加以适当增减。

本书具体编写分工如下:绪论由申少华编写;第1章由陈希军编写;第2章由岳明编写;第3章由袁华编写;第4章由徐国荣编写;第5章由李桂芬编写;第6章(第1、4、5、6节)由申少华编写,第6章(第2、3节)由李爱玲编写;第7章由蔡冬梅编写;第8章由刘红缨编写;附录由肖秋国编写;习题参考答案由成奋民编写。

由于编者水平所限,加之时间仓促,缺点错误及不当之处在所难免,希望读者批评指正!

《普通化学》编写组

2011年11月

## 目 录

绪论	1
0.1 化学的基本概念	1
0.2 化学的发展	2
0.3 化学的分支	5
0.4 化学的作用	6
0.5 绿色化学	10
<b>第1章 化学反应中的能量转化</b>	<b>13</b>
1.1 基本概念	13
1.1.1 系统与环境	13
1.1.2 状态与状态函数	14
1.1.3 过程与途径	15
1.1.4 热和功	16
1.1.5 热力学能	16
1.1.6 化学计量数与反应进度	16
1.2 热力学第一定律与反应热	18
1.2.1 热力学第一定律	18
1.2.2 化学反应热与焓	19
1.2.3 热化学方程式	21
1.3 化学反应摩尔焓变的计算	22
1.3.1 热力学标准状态与物质的标准摩尔生成焓	22
1.3.2 反应的标准摩尔焓变及计算	23
1.3.3 化学反应热的测量	25
习题一	27
<b>第2章 化学反应的基本原理</b>	<b>32</b>
2.1 化学反应的方向和吉布斯函数	32
2.1.1 自发过程	32
2.1.2 混乱度与熵	33
2.1.3 吉布斯自由能( $G$ )与化学反应自发性的判据	35

2.2 化学反应进行的限度——化学平衡	38
2.2.1 可逆反应与化学平衡	38
2.2.2 标准平衡常数	39
2.2.3 化学反应的程度	41
2.2.4 标准平衡常数 $K^\ominus$ 与吉布斯自由能变 $\Delta_r G_m^\ominus$ 的关系	41
2.2.5 化学平衡的移动	43
2.3 化学反应速率	47
2.3.1 化学反应速率的定义及其表达方法	48
2.3.2 化学反应速率基本原理	50
2.3.3 影响化学反应速率的因素	52
2.3.4 链反应	60
习题二	62
<b>第3章 水化学</b>	<b>67</b>
3.1 稀溶液的通性	67
3.1.1 溶液蒸气压下降——拉乌尔定律	68
3.1.2 溶液沸点上升	69
3.1.3 溶液凝固点下降	70
3.1.4 渗透压	71
3.2 水溶液中的单相离子平衡	72
3.2.1 水的离子积和水溶液的 pH 值	72
3.2.2 弱酸弱碱在水溶液中的解离平衡	73
3.2.3 缓冲溶液和 pH 的控制	78
3.3 难溶电解质的多相离子平衡	82
3.3.1 溶度积常数	82
3.3.2 溶度积和溶解度的关系	83
3.3.3 溶度积规则	84
3.3.4 溶度积规则的应用	84
3.4 配位离子的解离平衡	87
3.4.1 配离子的解离平衡	87
3.4.2 配离子解离平衡的移动	88
3.5 胶体	90
3.5.1 胶体的定义及分类	91
3.5.2 胶体的结构与稳定性	92
3.5.3 胶体的性质	93
3.5.4 胶体的聚沉与保护	96
习题三	98

<b>第 4 章 电化学</b> .....	102
4.1 氧化还原反应 .....	102
4.1.1 氧化还原反应的基本概念 .....	102
4.1.2 氧化还原反应方程式的配平 .....	103
4.2 原电池 .....	106
4.2.1 原电池的组成 .....	106
4.2.2 原电池的表达简式 .....	107
4.2.3 电极的种类 .....	108
4.3 电极电势及其应用 .....	108
4.3.1 电极和电极电势的形成 .....	108
4.3.2 标准氢电极和标准电极电势 .....	109
4.3.3 电极电势的能斯特方程 .....	110
4.3.4 可逆电池的电动势与氧化还原反应的吉布斯函数变 .....	111
4.3.5 电极电势的应用 .....	112
4.4 电解与电化学技术 .....	114
4.4.1 电解与电解定律 .....	114
4.4.2 分解电压 .....	115
4.4.3 电极的极化和超电势 .....	116
4.4.4 电解池中两极的电解产物 .....	117
4.4.5 电解的应用 .....	118
4.5 金属的腐蚀与防腐 .....	120
4.5.1 腐蚀的分类与腐蚀机理 .....	121
4.5.2 金属的耐腐蚀性能 .....	122
4.5.3 金属腐蚀的防护 .....	124
习题四.....	128
<b>第 5 章 物质结构基础</b> .....	133
5.1 原子结构 .....	133
5.1.1 氢原子光谱和玻尔氢原子结构模型 .....	133
5.1.2 原子结构的量子力学描述 .....	134
5.2 核外电子排布和元素周期系 .....	138
5.2.1 多电子原子轨道的能级 .....	138
5.2.2 核外电子分布原理 .....	138
5.2.3 原子中核外电子的排布 .....	139
5.2.4 元素周期表 .....	140
5.2.5 元素性质的周期性 .....	141
5.3 化学键与分子间力 .....	143

5.3.1	离子键 .....	143
5.3.2	共价键理论 .....	144
5.3.3	杂化轨道理论 .....	146
5.3.4	分子轨道理论 .....	150
5.3.5	分子的极性与极化 .....	151
5.3.6	分子间作用力和氢键 .....	153
5.4	晶体的结构和类型 .....	155
5.4.1	晶体结构 .....	155
5.4.2	离子晶体 .....	156
5.4.3	原子晶体 .....	158
5.4.4	分子晶体 .....	158
5.4.5	金属晶体和金属键 .....	159
5.4.6	混合型晶体 .....	161
5.4.7	晶体的缺陷 .....	161
5.4.8	液晶 .....	162
	习题五 .....	164
<b>第6章 化学与材料</b> .....		168
6.1	材料概述 .....	168
6.1.1	材料发展历程 .....	168
6.1.2	材料的分类 .....	170
6.1.3	化学与材料发展的关系 .....	171
6.2	金属元素化学与金属材料 .....	173
6.2.1	金属单质的物理性质 .....	173
6.2.2	金属单质的化学性质 .....	176
6.2.3	金属的钝化 .....	178
6.2.4	金属和合金材料概述 .....	179
6.2.5	常见金属和合金材料 .....	180
6.2.6	新型金属材料 .....	183
6.3	非金属元素化学与无机非金属材料 .....	184
6.3.1	非金属单质的物理性质 .....	184
6.3.2	非金属单质的化学性质 .....	186
6.3.3	无机化合物的物理性质 .....	187
6.3.4	无机化合物的化学性质 .....	188
6.3.5	导电性与固体能带理论 .....	193
6.3.6	无机非金属材料 .....	195
6.4	高分子化合物与高分子材料 .....	197

6.4.1	高分子化合物概述 .....	198
6.4.2	高分子化合物的结构和性能 .....	201
6.4.3	高分子化合物的合成、改性与再利用 .....	206
6.4.4	合成高分子材料 .....	209
6.4.5	功能高分子材料 .....	215
习题六 .....		218
<b>第7章 化学与环境保护</b> .....		223
7.1	大气污染及其控制 .....	223
7.1.1	几种主要大气污染物及其影响 .....	224
7.1.2	全球大气环境问题 .....	228
7.1.3	大气污染的防治 .....	232
7.1.4	室内空气污染及防治 .....	234
7.2	水污染及其控制 .....	236
7.2.1	水体污染物种类、来源及危害 .....	236
7.2.2	水体污染的控制和治理 .....	241
7.3	固体废弃物污染及其资源化 .....	245
7.3.1	固体废弃物污染的分类及危害 .....	246
7.3.2	固体废弃物、垃圾的处理利用 .....	246
习题七 .....		250
<b>第8章 化学与能源</b> .....		253
8.1	化学电源 .....	253
8.1.1	一次电池 .....	254
8.1.2	二次电池 .....	255
8.1.3	连续电池 .....	257
8.1.4	其他新型电池 .....	258
8.2	化石燃料 .....	259
8.2.1	煤炭 .....	259
8.2.2	石油 .....	262
8.2.3	天然气 .....	263
8.3	太阳能 .....	264
8.3.1	太阳能的特点 .....	264
8.3.2	太阳能的利用 .....	265
8.4	氢能 .....	266
8.4.1	氢的特点 .....	266
8.4.2	氢的制备 .....	267

8.4.3 氢能储存和运输 .....	268
8.4.4 氢能的利用 .....	269
8.5 生物质能 .....	270
8.5.1 生物质能的分类 .....	270
8.5.2 生物质能的特点 .....	271
8.5.3 生物质能转化利用技术 .....	271
习题八 .....	275
主要参考文献 .....	277
附录 .....	279
附录 1 我国法定计量单位 .....	279
附录 2 一些基本物理常数 .....	281
附录 3 标准热力学函数 ( $p^{\ominus} = 100 \text{ kPa}$ , $T = 298.15 \text{ K}$ ) .....	281
附录 4 一些弱电解质的解离常数 ( $T = 298.15 \text{ K}$ ) .....	285
附录 5 一些共轭酸碱的解离常数 ( $p^{\ominus} = 100 \text{ kPa}$ , $T = 298.15 \text{ K}$ ) .....	286
附录 6 一些配离子的稳定常数 $K_f$ 和不稳定常数 $K_i$ .....	286
附录 7 一些物质的溶度积常数 $K_{sp}$ ( $T = 298.15 \text{ K}$ ) .....	287
附录 8 标准电极电势 .....	289
附录 9 元素周期表 .....	291

Introduction

# 绪 论

## 0.1 化学的基本概念

“化学(Chemistry)”一词,若单从字面解释就是“变化的科学”。只要仔细观察一下周围的世界,你就会发现万物都处在变化之中。例如岩石风化、铁器生锈、大气污染等都是大家熟悉的物质变化;农作物的开花结果,人的生老病死更是复杂的生命变化。变化是世界无所不在的现象。按物质变化的特点,大致可分为两类:其中一类变化只改变物质的状态,而不产生新物质,这类变化称为物理变化;另一类变化则表现为一些物质转变成性质不同的另一些物质,这类变化称为化学变化。在化学变化过程中,物质的组成和结合方式都发生了改变,生成了新的物质,表现出与原物质完全不同的物理性质和化学性质。化学就是研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的科学。分子的破裂和原子的重新组合则是化学变化的基础。

化学与数学、物理一样皆为自然科学之基础科学,对人类认识和利用物质具有重要的作用。世界是由物质组成的,化学则是人类用以认识和改造物质世界的主要方法和手段之一。化学是一门历史悠久而富有活力的学科,从开始用火的原始社会,到使用各种人造物质的现代社会,人类都在享用化学成果。人类的进步、社会的发展、生活水平的不断提高和改善,化学均起了举足轻重的作用,它的成就亦是社会文明的重要标志。正是由于它与工农业生产、国防现代化、人民生活 and 人类社会等都有着非常密切的关系,化学是一门中心性、实用性和创造性的科学。同时,化学也是一门以实验为基础的自然科学。

化学是重要的基础科学之一,在与数学、物理学、计算与信息科学、地理学、天文学、工程科学、生命科学、材料科学等学科的相互渗透中,得到了迅速的发展,也推动了其他学科和技术的发展。例如,核酸化学的研究成果使今天的生物学从细胞水平提高到分子水平,建立了分子生物学;对各种星体的化学成分的分析,得出了元素分布的规律,发现星际空间有简单化合物的存在,为天体演化和现代宇宙学提供了实验数据。

## 0.2 化学的发展

化学是一门古老而又年轻的科学。

古时候,原始人类为了生存,在与自然界种种灾难的抗争中,发现和利用了火。原始人类从用火之时开始,由野蛮进入文明,同时也就开始了用化学方法认识和改造天然物质。燃烧就是一种化学现象。掌握了火以后,人类开始食用熟食,继而人类又陆续发现了一些物质的变化。这样,人类在逐步了解和利用这些物质的变化的过程中,制取了对人类具有使用价值的产品。人类逐步学会了制陶、冶炼,以后又懂得了酿造、染色等。这些由天然物质加工改造而成的制品,成为古代文明的标志。在这些生产实践的基础上,萌发了古代化学知识。

古人曾根据物质的某些性质对物质进行分类,并企图追溯其本质及其变化规律。公元前4世纪或更早,中国提出了阴阳五行学说,认为万物是由金、木、水、火、土五种基本物质组成的,而五行则是由阴阳二气相互作用而成的。此说是中国炼丹术的理论基础之一。与此同时,希腊也提出了与五行学说类似的火、风、土、水四元素说和古代原子论。这些朴素的元素思想,即为物质结构及其变化理论的萌芽。后来在中国出现了炼丹术,到了公元前2世纪的秦汉时代,炼丹术已颇为盛行,大致在公元7世纪传到阿拉伯国家,与古希腊哲学相融合而形成阿拉伯炼丹术,阿拉伯炼丹术于中世纪传入欧洲,形成欧洲炼金术,后逐步演变发展为近代的化学。

炼丹术的指导思想是深信物质能转化,试图在炼丹炉中人工合成金银或炼成长生不老之药。他们有目的地将各类物质搭配烧炼,进行实验。为此,涉及了研究物质变化用的各类器皿,如升华器、蒸馏器、研钵等,也创造了各种实验方法,如研磨、混合、溶解、洁净、灼烧、熔融、升华、密封等。与此同时,进一步分类研究了各种物质的性质,特别是相互反应的性能。这些都为近代化学的产生奠定了基础。许多器具和方法经过改进后,仍然在今天的化学实验中沿用。炼丹家在实验过程中发明了火药,发现了若干元素,制成了某些合金,还制取和提纯了许多化合物,这些成果至今仍利用。

化学的飞跃与化学学科的形成始于16世纪。

16世纪开始,欧洲工业生产蓬勃兴起,推动了医药化学和冶金化学的创立和发展,使炼金术转向生活和实际应用,继而更加注意对物质、化学变化本身的研究。在元素的科学概念建立后,通过对燃烧现象的精密实验研究,建立了科学的氧化理论和质量守恒定律,随后又建立了定比定律、倍比定律和化合量定律,为化学科学的进一步发展奠定了基础。

1775年前后,法国化学家拉瓦锡(A. L. Lavoisier)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,使化学沿着正确的轨道发展。19世纪初,英国化学家道尔顿(J. Dalton)提出近代原子学说,特别强调了各种元素的原子质量为其最基本特征,其中“量”的概念的引入,是与古代原子论的一个主要区别。近代原子论使当时的化学知识和理论得到了合理的解释,成为说明化学现象的统一理论。接着意大利科学家阿伏伽德罗(A. Avogadro)提出了分子概念。自从用原子-分子来研究化学,化学才真正被确立为一门科学。这一时期,建立了不少化学基本定律。俄国化学家门捷列夫(Д. И. Менделеев)发现了元素周期律,德国化学家李比希(J. V. Liebig)和维勒(F. Wöhler)发展了有机结构理论,这些

都使化学成为一门系统的科学,也为现代化学的发展奠定了基础。

通过对矿物的分析,发现了许多新元素,加上对原子-分子学说的实验验证,经典性的化学分析方法也有了自己的体系。草酸和尿素的合成,原子价概念的产生,苯的六环结构和碳价键四面体等学说的创立,酒石酸拆分成旋光异构体,以及分子的不对称性等的发现,导致有机化学结构理论的建立,使人们对分子本质的认识更加深入,并奠定了有机化学的基础。

19世纪下半叶,热力学等物理学理论引入化学后,不仅澄清了化学平衡和反应速率的概念,而且可以定量地判断化学反应中物质转化的方向和条件,相继建立了溶液理论、电离理论、电化学和化学动力学的理论基础。物理化学的诞生,把化学从理论上提高到一个新的水平。

20世纪的化学是一门建立在实验基础上的科学,实验与理论一直是化学研究中相互依赖、彼此促进的两个方面。进入20世纪以后,由于受到自然科学其他学科发展的影响,加之当代科学的理论、技术和方法的广泛应用,化学在认识物质的组成、结构、合成和测试等方面都有了长足的进展,而且在理论方面取得了许多重要成果,在无机化学、分析化学、有机化学和物理化学四大分支学科的基础上产生了新的化学分支学科。

近代物理的理论和技术、数学方法及计算机技术在化学中的应用,对现代化学的发展起了很大的推动作用。19世纪末,电子、X射线和放射性的发现为化学在20世纪的重大进展创造了条件。

在结构化学方面,基于电子的发现而确立的现代有核原子模型,不仅丰富和深化了对元素周期表的认识,而且发展了分子理论。应用量子力学研究分子结构,产生了量子化学。从氢分子结构的研究开始,逐步揭示了化学键的本质,先后创立了价键理论、分子轨道理论和配位场理论。化学反应理论也随之深入到微观世界。应用X射线作为研究物质结构的新分析手段,可以洞察物质的晶体化学结构。测定化学立体结构的衍射方法有X射线衍射、电子衍射和中子衍射等。其中以X射线衍射的应用所积累的精密分子立体结构信息最多。研究物质结构的谱学方法也由可见光谱、紫外光谱、红外光谱扩展到核磁共振谱、电子自旋共振谱、光电子能谱、射线共振光谱、穆斯堡尔谱等,与计算机联用后,积累了大量物质结构与性能相关的资料,正由经验向理论发展。电子显微镜放大倍数不断提高,人们可以直接观察分子的结构。

经典的元素学说由于放射性的发现而产生深刻的变革。从放射性衰变理论的创立、同位素的发现到人工核反应和核裂变的实现,氦的发现,中子和正电子及其他基本粒子的发现,不仅使人类的认识深入到亚原子层次,而且创立了相应的实验方法和理论;不仅实现了古代炼丹家转变元素的思想,而且改变了人的宇宙观。

作为20世纪的时代标志,人类开始掌握和使用核能。放射化学和核化学等分支学科相继产生,并迅速发展;同位素地质学、同位素宇宙化学等交叉学科接踵诞生。元素周期表扩充了,已有112种元素,并且正在探索超重元素以验证元素“稳定岛假说”。与现代宇宙学相依存的元素起源学说和与演化学说密切相关的核素年龄测定等工作,都在不断补充和更新元素的观念。

在化学反应理论方面,由于对分子结构和化学键的认识的提高,经典的、统计的反应理论已得到进一步深化。在过渡态理论建立后,反应理论逐渐向微观发展,用分子轨道理论研究微观的反应机理,并逐渐建立了分子轨道对称守恒定律和前线轨道理

论。分子束、激光和等离子技术的应用,使得对不稳定化学物种的检测和研究成为现实,从而化学动力学已有可能从经典的、统计的宏观动力学深入到单个分子或原子水平的微观反应动力学。

计算机技术的发展,使得分子、电子结构,化学反应的量子化学计算、化学统计、化学模式识别,以及大规模技术的处理和综合等方面,都有了较大的进展,有的已经逐步进入化学教育之中。关于催化作用的研究,已提出了各种模型和理论,从无机催化进入有机催化和生物催化,开始从分子微观结构和尺寸的角度以及生物物理有机化学的角度,来研究酶类的作用和酶类的结构与其功能的关系。

分析测试技术是化学研究的基本方法和手段。一方面,经典的成分和组成分析技术仍在不断改进,分析灵敏度从常量发展到微量、超微量、痕量;另一方面,发展了许多新的分析技术,可深入进行结构分析,构象测定,同位素测定,各种活泼中间体如自由基、离子基、卡宾(碳烯)、氮宾、卡拜等的直接测定,以及对短寿命亚稳态分子的检测等。分离技术也在不断革新,离子交换技术、膜技术、色谱技术等正在迅速发展。

合成各种物质,是化学研究的目的之一。在无机合成方面,首先合成的是氨。氨的合成不仅开创了无机合成工业,而且带动了催化化学,发展了化学热力学和反应动力学。后来相继合成了红宝石、人造水晶、硼氢化合物、金刚石、半导体、超导材料、二茂铁等。在电子技术、核工业技术、航天技术等现代工业技术的推动下,各种超纯物质、新型化合物和特殊需要的材料的生产技术都得到了较大发展。稀有气体化合物的成功合成向化学家提出了新的挑战,需要对零族元素的化学性质重新加以研究。无机化学在与有机化学、生物化学、物理化学等分支学科的相互渗透中产生了有机金属化学、生物无机化学、无机固体化学等新兴分支学科。

酚醛树脂的合成,开辟了高分子科学领域。20世纪30年代聚酰胺纤维的合成,使高分子的概念得到广泛的确认。后来,高分子的合成、结构和性能研究、应用三方面相互配合和促进,使高分子化学得以迅速发展。各种高分子材料的合成和应用,为现代工农业、交通运输、医疗卫生、军事技术,以及人们衣食住行各方面,提供了多种性能优异而成本较低的重要材料,成为现代物质文明的重要标志。高分子工业发展为化学工业的重要支柱。

20世纪是有机合成的黄金时代。化学的分离手段和结构分析技术已经有了很大发展,许多天然有机化合物的结构问题纷纷获得圆满解决,还发现了许多新的重要的有机反应和专一性有机试剂,在此基础上,精细有机合成,特别是在不对称合成方面取得了很大进展。一方面,合成了各种具有特种结构和特种性能的有机化合物;另一方面,合成了从不稳定的自由基到具有生物活性的蛋白质、核酸等生命基础物质。有机化学家还合成了具有复杂结构的天然有机化合物和有特效的药物。

20世纪以来,化学发展的趋势可以归纳为:由宏观向微观、由定性向定量、由稳定态向亚稳态发展,由经验逐渐上升到理论,再用于指导设计和开创新的研究。一方面,为生产和技术部门提供尽可能多的新物质、新材料;另一方面,在与其他自然科学相互渗透的进程中不断产生新学科,并向探索生命科学和宇宙起源的方向发展。

## 0.3 化学的分支

化学在其发展过程中,依照所研究的分子类别和研究手段、目的、任务的不同,派生出不同层次的许多分支学科。按其研究对象或研究目的的不同,可将化学分为无机化学、有机化学、高分子化学、分析化学和物理化学等五大分支学科。

### 0.3.1 无机化学

无机化学(Inorganic Chemistry)是研究无机物质的组成、结构、性质和无机化学反应与过程的化学。无机物种类繁多,除有机化合物以外,包括在元素周期表中所有元素的单质及其化合物,因此,无机化学又进一步分为元素化学、无机合成化学、无机高分子化学、无机固体化学、配位化学、同位素化学、生物无机化学、金属有机化学、金属酶化学等。随着原子能工业、半导体工业和航天工业等的发展,无机化学在实践和理论方面都有许多新的突破。从现代科学发展史看,一种新化合物的制得及其特性的发现往往导致一个新的科技领域的产生或一个崭新工业的兴起。例如,在无机固体化学中 InP 的合成开始了 III~V 族化合物半导体的应用;LiNO<sub>3</sub> 晶体的制得促进了现代非线性光学的发展等。

### 0.3.2 有机化学

有机化学(Organic Chemistry)是研究碳氢化合物及其衍生物的化学,也有人称之为“碳的化学”。有机化学又分为普通有机化学、有机合成化学、金属和非金属有机化学、物理有机化学、生物有机化学、有机分析化学等。有机合成方面主要研究较简单的化合物或元素经化学反应合成有机化合物。19 世纪 30 年代合成了尿素;40 年代合成了乙酸。随后陆续合成了葡萄糖酸、柠檬酸、琥珀酸、苹果酸等一系列有机酸;19 世纪后半叶合成了多种染料;20 世纪 40 年代合成了 DDT 和有机磷杀虫剂、有机硫杀菌剂、除草剂等农药;20 世纪初,合成了 606 药剂,30~40 年代,合成了 1 000 多种磺胺类化合物。目前,世界上每年合成的新化合物中的 70%以上是有机化合物,直接或间接地为人类提供大量的必需品。

### 0.3.3 高分子化学

高分子化学(Polymer Chemistry)是研究高分子化合物的结构、性能与反应、合成方法、加工成型及应用的化学。主要包括天然高分子化学、高分子合成化学、高分子物理化学、高聚物合成工艺学、高分子物理。在 20 世纪,高分子材料是人类物质文明的标志之一。塑料、纤维、橡胶这三大合成材料以及形形色色的功能高分子材料,对提高人类生活质量、促进国民经济发展和科技进步做出了巨大贡献。

### 0.3.4 分析化学

分析化学(Analytical Chemistry)是测量和表征物质的组成和结构的学科。主要包括化学分析、仪器分析和现代分析测试技术。随着生命科学、信息科学和计算机技术的发展,使分析化学进入一个崭新的阶段。它不只限于测定物质的结构和含量,而要对物质的状态、结构、微区、薄层和表面的组成与结构以及化学行为和生物活性等做出瞬时追踪,无损和在