

21世纪高等院校教材  
国家工科基地教材

# 基础化学

李保山 主编



科学出版社  
[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

21 世纪高等院校教材·国家工科基地教材

# 基 础 化 学

李保山 主编

科 学 出 版 社

北 京

## 内 容 简 介

本书是北京化工大学国家工科基础化学教学基地教学改革的结晶,全书共分14章。结合作者多年的教学实践经验,深入浅出地介绍了元素周期律、原子和分子结构理论、四大平衡(酸碱平衡、沉淀与溶解平衡、氧化还原平衡、配位平衡)原理,并在此基础上讨论了重要元素及其化合物的结构、组成、性质、变化规律及其含量测定的一般方法。本书结合目前高校工科化学教学的特点,以理论为基础,以应用为目的,以化学的思维方式培养学生科学的思维能力,为后续课程的学习打下必要的基础。

本书可作为工科院校化工类专业学生的教材,也可作为综合性大学及高等师范、农、林、医等院校有关专业学生的教材,还可作为化学、化工工程师的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

基础化学/李保山主编. —北京:科学出版社,2003

(21世纪高等院校教材·国家工科基地教材)

ISBN 7-03-011734-4

I. 基… II. 李… III. 化学-高等学校-教材 IV. O6

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第059530号

策划编辑:刘俊来 杨向萍/文案编辑:吴伶俐

责任校对:包志虹/责任印制:安春生/封面设计:王浩 陈敬

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2003年9月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2003年9月第一次印刷 印张:36 插页:1

印数:1—4 000 字数:707 000

定价:40.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))



## 前 言

化学是一门具有实用性和创造性的科学,是一门中心性的学科,是其他学科的基础。目前,科学技术的迅猛发展正日新月异地刷新着人类社会的面貌,它不仅带来了物质财富的丰富,而且深刻影响着人们的生产方式、生活方式、行为方式和思维方式,而这一切都离不开化学科学的贡献。反过来,其他学科的发展又大大推动了化学学科的发展。几十年来,化学学科的面貌已经发生了很大的变化,出现了许多新概念、新理论、新反应和新物质,在面向 21 世纪的化学教学工作中,如何更好地反映化学学科的新成就,使化学教学的内容适应化学学科的发展以培养新世纪的建设人才,是化学教学工作者必须研究的课题。我们研究了国内外著名大学的化学教学内容、特点,比较了中外化学教学的成就,在北京化工大学国家工科基础化学教学基地总体教学改革思路的框架内,以既要适合国情,又要与世界接轨为宗旨,总结了我們多年的教学改革经验,编写了这本《基础化学》教材。完成本教材教学内容大约需要 72 学时。

在教材编写过程中,我们结合多年的教学实践经验,从化学实验数据及数据处理方法开始,深入浅出地介绍了化学的基本定律,热力学及化学平衡,四大平衡(酸碱平衡、沉淀与溶解平衡、氧化还原平衡、配位平衡)原理,元素周期律、原子和分子结构理论,并在此基础上讨论了重要元素及其化合物的结构、组成、性质、变化规律及其含量测定的一般方法。其特点是:一开始就让学生树立严格、准确的量的概念,培养学生科学处理实验数据的态度;将原无机化学的基本原理与化学分析的基本内容有机地融合起来,保证了知识的完整性和系统性,提高了基础化学的起点;拓宽了知识范畴,充分反映了学科发展的新成就。

在教材编写时,我们注重理论联系实际,力争使学生在“理论—实践—再理论—再实践”的过程中学会分析、判断、归纳、总结问题,学会用化学的方式、方法去分析、思考和解决问题,培养学生的学习能力和独立解决问题的能力。使学生学会用辩证唯物主义观点分析学科中的问题,坚持“实践是检验真理的唯一标准”,树立“实践第一”的观念和“实事求是”的科学态度。

各章都安排了大量的习题,辅助学生掌握基本原理、基础知识、基本内容。另外,每章还都安排了一些知识面较宽、难度较大、综合性较强的内容,以便引导学生自学和因材施教。

参加本书编写的有北京化工大学李保山(第 1 章,第 6~13 章的部分内容)、王桂花(第 2 章、第 7 章的部分内容)、靳兰(第 3 章)、韩春英(第 4、5 章)、王利人(第 6 章

的部分内容)、王金玲(第 8 章的部分内容)、金鑫(第 9~11 章的部分内容),天津工业大学的于滔(第 12 章的部分内容)、周旭光(第 13 章和第 14 章)。全书由李保山策划、统稿、修改和定稿,并绘制部分插图。

本书在北京化工大学 2002 年级学生中进行了试用,广大师生提出了许多有益的建议和修改意见,并得到了北京化工大学化新教材建设基金的资助,在此一并表示感谢。

限于水平,书中难免有不妥之处,欢迎读者批评指正。

编 者

2003 年 4 月

# 目 录

## 前言

<b>1 绪论</b> .....	(1)
1.1 化学是一门实用的、创造性的中心科学 .....	(1)
1.2 化学变化的特征 .....	(3)
1.2.1 化学变化是质变 .....	(3)
1.2.2 化学变化服从质量守恒定律 .....	(3)
1.2.3 化学变化伴随着能量变化 .....	(4)
1.3 化学的学科分类 .....	(4)
1.4 现代化学的发展趋势、前沿领域及发展战略 .....	(6)
1.5 基础化学的学习方法 .....	(9)
<b>2 实验数据的误差与结果处理</b> .....	(10)
2.1 实验误差及其表示方法 .....	(10)
2.1.1 误差的产生 .....	(10)
2.1.2 误差的表示方法 .....	(12)
2.2 提高实验结果准确度的方法 .....	(14)
2.2.1 减免系统误差的方法 .....	(14)
2.2.2 随机误差的减免方法 .....	(16)
2.3 实验数据处理及结果评价 .....	(16)
2.3.1 数理统计的几个基本概念 .....	(16)
2.3.2 少量数据的统计处理 .....	(17)
2.3.3 置信度和置信区间 .....	(20)
2.3.4 显著性检验 .....	(21)
2.3.5 可疑值的取舍 .....	(25)
2.4 有效数字的修约及其运算规则 .....	(26)
2.4.1 有效数字及其位数 .....	(26)
2.4.2 有效数字的运算规则 .....	(27)
习题 .....	(29)
<b>3 气体和溶液</b> .....	(32)
3.1 气体 .....	(32)
3.1.1 理想气体状态方程 .....	(32)

3.1.2	气体的分压定律和分体积定律	(33)
3.1.3	实际气体	(34)
3.2	溶液	(35)
3.2.1	基本单元及溶液浓度	(36)
3.2.2	标准溶液及其配制	(37)
3.2.3	有关浓度的计算	(38)
3.2.4	非电解质溶液的依数性	(39)
3.2.5	电解质溶液	(43)
3.3	胶体溶液	(45)
3.3.1	胶体溶液的性质	(46)
3.3.2	溶胶粒子的结构——胶团	(46)
3.3.3	溶胶的稳定性与聚沉	(47)
3.3.4	凝胶	(48)
	习题	(48)
4	化学热力学基础	(52)
4.1	热力学术语和基本概念	(53)
4.1.1	系统和环境	(53)
4.1.2	状态和状态函数	(53)
4.1.3	过程和途径	(54)
4.1.4	热、功和可逆过程	(54)
4.1.5	热力学能	(56)
4.1.6	化学反应计量式及反应进度	(56)
4.1.7	广度性质和强度性质	(57)
4.2	热力学第一定律和热化学	(58)
4.2.1	热力学第一定律	(58)
4.2.2	焓变及热化学方程式	(59)
4.2.3	赫斯定律	(62)
4.3	热力学第二定律	(64)
4.3.1	化学反应的自发性	(64)
4.3.2	熵及热力学第三定律	(65)
4.3.3	热力学第二定律	(68)
4.4	吉布斯自由能	(69)
4.4.1	吉布斯自由能	(69)
4.4.2	标准摩尔生成自由能	(70)
4.4.3	标准摩尔生成自由能的应用	(71)

习题 .....	(73)
<b>5 化学反应速率及化学平衡</b> .....	(77)
5.1 化学反应速率及其表示方法 .....	(77)
5.1.1 化学反应的转化速率 .....	(77)
5.1.2 恒容反应的反应速率 .....	(78)
5.2 反应速率理论简介 .....	(79)
5.2.1 碰撞理论 .....	(79)
5.2.2 过渡状态理论 .....	(80)
5.2.3 反应机理与元反应 .....	(81)
5.2.4 影响化学反应速率的因素 .....	(82)
5.3 化学反应平衡及平衡常数 .....	(86)
5.3.1 化学反应的可逆性及化学平衡 .....	(86)
5.3.2 平衡常数 .....	(88)
5.3.3 多重平衡原理 .....	(91)
5.3.4 平衡常数的计算及应用 .....	(92)
5.3.5 化学平衡的移动 .....	(95)
习题 .....	(100)
<b>6 酸碱平衡</b> .....	(104)
6.1 酸碱理论的发展简介 .....	(104)
6.2 酸碱质子理论 .....	(105)
6.2.1 水的解离平衡及溶液的 pH 标度 .....	(107)
6.2.2 酸碱的相对强弱 .....	(108)
6.3 酸碱溶液中有关离子平衡浓度的计算 .....	(110)
6.3.1 酸碱溶液 pH 计算 .....	(110)
6.3.2 溶液中酸碱各种存在形式的平衡浓度计算 .....	(118)
6.4 酸碱解离平衡的移动 .....	(120)
6.4.1 缓冲溶液 .....	(121)
6.4.2 酸碱指示剂 .....	(126)
6.5 酸碱中和反应 .....	(127)
6.5.1 酸碱中和反应的程度 .....	(128)
6.5.2 中和反应过程中溶液 pH 的计算 .....	(129)
6.6 酸碱滴定分析 .....	(131)
6.6.1 滴定分析法 .....	(131)
6.6.2 酸碱滴定法 .....	(132)
6.6.3 酸碱滴定的应用实例 .....	(137)



习题	(138)
<b>7 沉淀溶解平衡</b>	(143)
7.1 沉淀溶解平衡	(143)
7.1.1 沉淀溶解平衡	(143)
7.1.2 溶度积和溶解度的关系	(145)
7.2 沉淀的形成及溶度积规则	(146)
7.2.1 沉淀的类型和性质	(146)
7.2.2 沉淀的形成过程	(147)
7.2.3 溶度积规则	(148)
7.3 沉淀的溶解和转化	(149)
7.3.1 条件溶度积	(149)
7.3.2 影响沉淀溶解度的因素	(150)
7.3.3 沉淀的转化	(158)
7.3.4 分步沉淀	(159)
7.4 沉淀的纯度及影响沉淀纯度的因素	(162)
7.4.1 共沉淀现象	(162)
7.4.2 后沉淀现象	(164)
7.5 沉淀反应在分析测定中的应用	(165)
7.5.1 沉淀滴定分析法	(165)
7.5.2 重量分析法	(170)
习题	(175)
<b>8 氧化还原反应</b>	(180)
8.1 氧化还原反应方程式的配平	(180)
8.1.1 氧化值	(180)
8.1.2 氧化还原反应方程式的配平	(181)
8.2 电极电势	(184)
8.2.1 原电池	(184)
8.2.2 电极电势	(186)
8.2.3 影响电极电势的因素——能斯特方程式	(191)
8.2.4 条件电极电势	(196)
8.3 电极电势的应用	(198)
8.3.1 比较氧化剂或还原剂的相对强弱	(198)
8.3.2 计算原电池的标准电动势 $E^\ominus$ 和电动势 $E$	(199)
8.3.3 判断氧化还原反应进行的方向	(199)
8.3.4 判断氧化还原反应进行的次序	(201)

8.3.5 判断氧化还原反应进行的程度 .....	(202)
8.3.6 计算弱电解质的解离常数及难溶电解质的溶度积常数 .....	(203)
8.4 元素标准电极电势图及其应用 .....	(204)
8.4.1 元素标准电极电势图 .....	(204)
8.4.2 元素标准电极电势图的应用 .....	(204)
8.5 氧化还原滴定法 .....	(207)
8.5.1 氧化还原反应用于滴定分析的必要条件 .....	(207)
8.5.2 氧化还原预处理 .....	(209)
8.5.3 氧化还原滴定曲线 .....	(210)
8.5.4 氧化还原滴定的指示剂 .....	(212)
8.5.5 常用的氧化还原滴定方法 .....	(214)
8.6 电势分析法 .....	(219)
8.6.1 直接电势法——测定溶液的 pH .....	(219)
8.6.2 电势滴定法 .....	(220)
习题 .....	(222)
<b>9 原子结构</b> .....	<b>(230)</b>
9.1 微观粒子运动的特征 .....	(230)
9.1.1 量子化特征——氢原子光谱 .....	(230)
9.1.2 玻尔理论 .....	(231)
9.1.3 微观粒子运动的波粒二象性 .....	(232)
9.1.4 测不准原理 .....	(232)
9.2 核外电子的运动状态 .....	(233)
9.2.1 薛定谔方程 .....	(233)
9.2.2 波函数与原子轨道 .....	(234)
9.2.3 概率密度和电子云 .....	(236)
9.2.4 原子轨道和电子云的空间图像 .....	(237)
9.2.5 电子自旋量子数 .....	(241)
9.3 多电子原子核外电子的排布 .....	(242)
9.3.1 多电子原子轨道的能级 .....	(242)
9.3.2 屏蔽效应和钻穿效应 .....	(244)
9.3.3 多电子原子的核外电子排布 .....	(247)
9.4 原子的电子层结构与元素周期性 .....	(251)
9.4.1 原子的电子层结构与周期 .....	(252)
9.4.2 原子的电子层结构与族 .....	(253)
9.4.3 原子的电子层结构与元素的分区 .....	(253)

9.5	元素基本性质的周期性 .....	(254)
9.5.1	原子半径 .....	(255)
9.5.2	电离能 .....	(257)
9.5.3	电子亲和能 .....	(258)
9.5.4	电负性( $\chi$ ) .....	(260)
9.5.5	元素的氧化值 .....	(261)
	习题 .....	(262)
<b>10</b>	<b>分子结构</b> .....	(267)
10.1	离子键 .....	(267)
10.1.1	离子键的形成 .....	(267)
10.1.2	离子键的主要特征 .....	(269)
10.1.3	决定离子化合物性质的因素 .....	(270)
10.2	共价键理论 .....	(273)
10.2.1	价键理论——电子配对理论(VB法) .....	(273)
10.2.2	杂化轨道理论 .....	(278)
10.2.3	价层电子对互斥理论 .....	(283)
10.2.4	分子轨道理论 .....	(287)
10.3	金属键理论 .....	(295)
10.3.1	自由电子气(或电子海)模型 .....	(295)
10.3.2	金属键的能带理论 .....	(296)
10.4	键参数 .....	(299)
10.4.1	键能 .....	(299)
10.4.2	键长 .....	(300)
10.4.3	键角 .....	(301)
10.4.4	键的极性 .....	(301)
10.5	分子间作用力 .....	(302)
10.5.1	分子的极性 .....	(302)
10.5.2	分子的变形性和极化 .....	(303)
10.5.3	分子间力 .....	(304)
10.5.4	氢键 .....	(306)
	习题 .....	(309)
<b>11</b>	<b>晶体结构</b> .....	(312)
11.1	晶体的基本特征和微观结构 .....	(312)
11.1.1	晶体的基本特征 .....	(312)
11.1.2	晶体的微观结构 .....	(313)

11.1.3 晶体的类型	(316)
11.2 离子晶体	(316)
11.2.1 简单离子晶体的晶体结构	(316)
11.2.2 离子半径比与配位数	(318)
11.2.3 离子的极化及其对离子晶体性质的影响	(319)
11.2.4 晶格能	(324)
11.3 原子晶体和分子晶体	(326)
11.3.1 原子晶体	(326)
11.3.2 分子晶体	(327)
11.4 金属晶体	(328)
11.5 混合型晶体	(329)
11.6 晶体缺陷与非晶体	(331)
11.6.1 晶体缺陷	(331)
11.6.2 晶格缺陷对物质性质的影响	(332)
11.6.3 非晶体	(334)
11.6.4 液晶	(335)
习题	(335)
<b>12 配位化合物及配位平衡</b>	<b>(339)</b>
12.1 配合物的组成与命名	(339)
12.1.1 配合物的一般组成	(339)
12.1.2 配合物的类型	(341)
12.1.3 配位化合物的命名	(343)
12.1.4 配合物的空间结构与几何异构	(344)
12.2 配合物的化学键理论	(347)
12.2.1 配合物的价键理论	(347)
12.2.2 价键理论的应用	(349)
12.3 晶体场理论	(350)
12.3.1 晶体场理论要点	(350)
12.3.2 中心离子 d 轨道能级的分裂	(350)
12.3.3 晶体场的分裂能	(352)
12.3.4 晶体场稳定化能	(353)
12.3.5 晶体场理论的应用	(355)
12.4 配位平衡及配合物的稳定常数	(357)
12.4.1 配位-解离平衡	(357)
12.4.2 配离子的稳定常数与不稳定常数	(357)

12.4.3	累积稳定常数及配合物各物种的分布 .....	(358)
12.5	螯合物 .....	(359)
12.5.1	螯合效应 .....	(359)
12.5.2	EDTA 及其与金属离子形成的螯合物特点 .....	(360)
12.6	EDTA 配位反应的副反应系数及条件稳定常数 .....	(363)
12.6.1	配位反应的副反应及副反应系数 .....	(363)
12.6.2	条件稳定常数 .....	(366)
12.7	配位滴定分析法 .....	(368)
12.7.1	滴定曲线 .....	(368)
12.7.2	影响配位滴定突跃的因素 .....	(369)
12.7.3	单离子及混合离子的滴定条件 .....	(370)
12.7.4	配位滴定的指示剂 .....	(374)
12.7.5	配位滴定的应用示例 .....	(377)
12.8	配位化合物的一些应用 .....	(377)
12.8.1	光度分析法中的显色剂 .....	(378)
12.8.2	贵金属的湿法冶金 .....	(382)
12.8.3	无机离子的分离和提纯 .....	(382)
12.8.4	配位催化作用 .....	(382)
12.8.5	电镀与电镀液的处理 .....	(383)
12.8.6	生物化学中的配位化合物 .....	(383)
	习题 .....	(384)
13	主族元素 .....	(391)
13.1	s 区元素 .....	(392)
13.1.1	氢 .....	(392)
13.1.2	碱金属和碱土金属的概述 .....	(396)
13.1.3	碱金属及碱土金属单质的化学性质 .....	(397)
13.1.4	碱金属和碱土金属的制备方法 .....	(399)
13.1.5	碱金属、碱土金属的氧化物和氢氧化物 .....	(400)
13.1.6	碱金属、碱土金属的盐类 .....	(404)
13.1.7	锂铍的特殊性及对角线关系 .....	(405)
13.2	p 区元素 .....	(406)
13.2.1	卤族元素 .....	(406)
13.2.2	氧族元素 .....	(418)
13.2.3	氮族元素 .....	(431)
13.2.4	碳族元素 .....	(448)

13.2.5 硼族元素	(461)
13.2.6 稀有气体元素	(470)
习题	(472)
<b>14 过渡元素</b>	<b>(479)</b>
14.1 d 区元素	(479)
14.1.1 d 区元素的通性	(479)
14.1.2 钛(Ti)	(482)
14.1.3 钒(V)	(485)
14.1.4 铬、钼、钨	(487)
14.1.5 锰	(492)
14.1.6 铁、钴、镍	(495)
14.1.7 铂系元素	(501)
14.2 ds 区元素	(503)
14.2.1 ds 区元素单质的性质	(504)
14.2.2 ds 区元素的重要化合物	(505)
14.2.3 ds 区元素与 s 区元素的对比	(516)
14.3 f 区元素	(517)
14.3.1 镧系元素	(517)
14.3.2 锕系元素	(524)
习题	(526)
<b>主要参考文献</b>	<b>(529)</b>
<b>附录</b>	<b>(530)</b>
附录 1 一些基本常数	(530)
附录 2 常用国际单位制	(531)
附录 3 希腊字母及读音	(532)
附录 4 水溶液中离子的活度系数(25℃)	(533)
附录 5 酸碱解离常数	(535)
附录 6 一些物质的热力学函数(298.15K 和 100kPa)	(539)
附录 7 一些电对的标准电极电势(25℃)	(545)
附录 8 条件电极电势 $E^{\ominus}$ (25℃)	(549)
附录 9 某些配合物(离子)的标准稳定常数	(551)
附录 10 一些金属离子配合物的稳定常数 $\lg\beta_i$ (25℃)	(553)
附录 11 某些微溶化合物的溶度积常数	(558)
附录 12 某些物质的商品名或俗名	(560)

# 1 绪 论

## 1.1 化学是一门实用的、创造性的中心科学

化学是最古老的科学之一,在改善人类物质和文化生活方面,它是最有成效的科学之一。人类已跨入 21 世纪,科学技术的迅猛发展已经创造出无数奇迹和巨大的物质、精神财富,正在使人类文明进步的脚步不断加快。化学作为一门研究物质组成、结构及化学变化规律的基础自然科学,在人类文明与进步和现代化科技发展进步中发挥了巨大的作用。

化学是一门实用的和创造性的科学。在其形成、发展的整个过程中,每一步都是以实用为目的,在这一过程中,无不具有一定的创造性。

化学科学起源于几个古代科学文化发达的国家。在这些国家里,早在公元前就发展了金属冶炼、陶瓷、染色等实用技术。在中国古代,很早就有了炼金术。公元 8 世纪末,中国炼金术通过与海外通商而传到波斯,再传入欧洲,成为近代化学的前驱。

炼丹和炼金术是古代化学的特色,主要用各种手段来分解复杂的天然物质,以获得简单、实用的物质,如各种金属和非金属等。在这些活动中,中国炼丹家创立了蒸馏、升华、热分解、置换等实验技术和仪器装置,为古代化学技术的发展做出了巨大贡献。中国古代的一些实用化学技术,由于同生产实践和人民的需要紧密联系,获得了辉煌的成就。汉代的造纸术、隋唐的火药、汉唐以来的陶瓷等,都是中国人民在世界科学史上的巨大贡献。中国不仅很早就会冶炼铜、金、银、铅、锡、铁等重要金属,而且也是认识汞、镍、锌、镉等金属最早的国家。炼丹术传入欧洲之后,最初也是被神秘荒诞的学说所统治,到了 16 世纪初才发生了根本的改变。首先向有实用意义的医药化学方面发展,在中国,炼丹术也逐渐被本草学所取代。李时珍的《本草纲目》、宋应星的《天工开物》等都记录了当时手工业和化学生产过程,使化学在实践过程中获得了发展的推动力。

到了 17 世纪中叶以后,中欧、西欧各国的生产开始扩大,冶金工业有了很大的发展,积累了物质变化的新知识。从燃烧过程的“燃素学说”的建立到质量守恒定律的发现,再到“燃素学说”的推翻,开始形成了以“燃烧的氧化学说”为基础的近代化学体系。

19 世纪是近代化学基本理论奠基的时期。随着化学研究工作的发展,1803 年提出了原子学说,为物质结构价键理论的研究奠定了基础;1840 年发展了原子-分

子学说,1869年建立了元素周期律和周期系。周期律的建立不仅使无机化学形成了一个完整的体系,而且与原子-分子学说相结合,形成了化学的理论体系。在研究物质的结构和性质的同时,常常离不开周期律。同时利用周期系,借助于化学分析又发现了许多新的元素。在这一过程中,经典的分析方法得到了很大的发展,逐渐形成了分析化学。与此同时,苯的六元环结构及碳的四面体结构的建立,使有机化学得以发展。19世纪下半叶,将物理学中的热力学理论引入化学后,从宏观角度解决了许多有关化学平衡的问题,这也导致和推动了物理化学的诞生。社会的需要,生产技术的发展也推动了化学工业的发展。大规模的制酸、制碱、合成氨工业、燃料工业及一些有机合成工业接踵而至。为解决生产过程中出现的一些问题,也促进了无机化学和有机化学的发展。相对原子质量的测定和物质成分分析促进了分析化学的发展,逐渐建立了容量分析法、重量分析法及一些系统分析、分离方法。在物理化学领域里,化学热力学、化学动力学、电化学、胶体化学、溶液理论及催化剂的研究等都有了很大的进步。化学真正被确立为一门独立的学科,并出现了许多分支。

到了19世纪末,X射线、放射性和电子三项重大发现动摇了物理学的传统观念,也猛烈冲击了道尔顿的原子不可再分的原子论观念。这三项重大发现打开了原子与原子核内部结构的大门,孕育着科学上的新概念和新理论,相继产生了量子论、相对论和量子力学新理论,建立了原子结构和分子结构新学说,创立了量子化学。化学也由此进入了现代化学的发展时期。

目前,化学已经渗透到现代生活的各个方面。人们的衣、食、住、行已经越来越离不开化学。衣着上,大量的化学合成纤维替代了绝大多数天然纤维,传统的棉、麻、丝、毛等产品经化学处理更具有优良性能;各种化工颜料用于印染,使现代服装更加绚丽多彩。饮食中各种添加剂、甜味剂、防腐剂、色素、香料、调味剂等的使用,使食品的色、香、味更加诱人。同时,由于在食品中强化了维生素和多种微量元素,食品营养更丰富。化学诊断和药物的开发、生产,使过去被认为是不治之症的病痛得以征服,为人类战胜一切疾病提供了可靠保证。含有各种元素的复合肥、高效低毒的杀虫剂、除草剂、抑菌剂等已成为现代农业不可缺少的化学产品。现代建筑离不开水泥、钢筋、玻璃、涂料和一些合成高分子材料,人们出行利用的交通工具如汽车、火车、飞机、轮船等,更离不开化学材料和燃料。

所以,化学就是由实用开始的,并在实用中得到发展,在发展中充满发明、创造。因此,化学是一门具有实用性和创造性的科学。

1993年,国际纯粹化学与应用化学联合会在北京召开了第34届学术大会,其中心议题就是“化学——21世纪的中心科学”。当今科技发展的突出特点是各学科之间的高水平相互渗透。化学科学所研究的是物质在原子和分子层次的组成与变化,因而成为各学科的中心科学。化学与其他学科交叉形成的边缘学科层出不



穷。国际关心的重大问题如能源开发、材料研制、环境保护及生命科学等,在化学科学的推动下获得了丰硕的成果。

由于化学的介入,生物科学的研究发展到了分子水平,建立了生物化学和分子生物学,使人类对生命活动本质的认识前进了一大步。在这一领域,小到血红蛋白功能与结构的关系,大到基因的改造,转基因动植物的产生,人类基因组计划的完成,没有化学将寸步难行。

为解决能源危机,化学家在提高现有燃料热效率和开发新能源上进行了积极探索,如煤的汽化液化,石油的分馏与催化裂化和重整,新型燃料的化学合成,核燃料的分离纯化,以及核电站的各种功能材料,能实现太阳能利用的光电转换材料,高效储氢的合金材料等能源开发和利用所需材料的研制方面,取得了卓越的成绩。

信息时代的高速发展,为科技进步和社会发展提供了广阔的空间,但它同样得益于化学的发展。高纯硅及其他半导体材料的研制为计算机的发展打下了基础,高透明度光导纤维的生产是实现远距离信息传导的前提。

化学对农学、电子学、生物学、药学、环境科学、计算机科学、工程学、地质学、物理学、冶金学及其他众多学科领域都有重大贡献。无数事实表明,化学学科的进展,使人类认识自然和改造自然的能力大大加强,也带来了相关学科和工业的飞速发展,人类利用自然资源的水平极大地提高,生产的产品种类和数量大幅度增加。因此,可以说化学在人类由古代穴居人的野蛮生活进化到现在这样一个世界的变化中起到了“中心”的作用。毋庸置疑,21世纪化学依然是“中心科学”。

## 1.2 化学变化的特征

化学是在分子、原子(或离子)层次上研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的科学。化学变化的特征如下。

### 1.2.1 化学变化是质变

化学变化是新物质生成的变化,在变化过程中伴随着旧化学键的断裂和新化学键的形成,是化学键的重新改组。例如: $\text{H}_2$  和  $\text{O}_2$  生成水的反应,过程中伴随  $\text{H}-\text{H}$  键和  $\text{O}=\text{O}$  键的断裂而形成  $\text{H}-\text{O}$  键,生成新的物质  $\text{H}_2\text{O}$ ,这就是化学变化。水、氢气、氧气是3种性质完全不同的物质,因此化学变化是质变。

### 1.2.2 化学变化服从质量守恒定律

化学变化是原子核外电子的运动状态发生的变化,在此过程中原子核不发生任何变动,变化过程中只有旧物质的消失和新物质的生成,没有元素的消失和生成。化学反应过程中各元素的原子数和核外电子的总数没有变化,所以化学变化