

# 大学化学基础

李俊莉 主编

曲靖师范学院无机化学教研组



科学出版社

# 大学化学基础

李俊莉 主编

曲靖师范学院无机化学教研组

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书是按照大学化学课程的性质和教学目标编写的,根据课程教学改革的要求,突出了化学知识的科普性和应用性。本书内容包括:绪论、气体、化学热力学基础、化学动力学基础、化学平衡、酸碱平衡、沉淀溶解平衡、氧化还原反应、原子结构、分子结构、晶体结构、配位化合物、化学与环境、化学与能源、化学与材料。学生通过本书的学习,对化学学科的特点及其重要作用有一概括了解,从而达到开拓视野、提高科学素养、增加解决复杂问题思路的目的。

本书可作为高等学校化学类及相关专业本科生的大学化学教材,也可供自学者、工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

大学化学基础/李俊莉主编. —北京:科学出版社, 2016

ISBN 978-7-03-048358-4

I. ①大… II. ①李… III. ①化学-高等学校-教材 IV. ①O6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 114992 号

责任编辑:丁 里 / 责任校对:蒋 萍  
责任印制:张 伟 / 封面设计:迷底书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencecp.com>

北京教图印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2016 年 6 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2016 年 6 月第一次印刷 印张: 17 1/2 插页: 1

字数: 445 000

定价: 49.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

## 《大学化学基础》编写委员会

主 编 李俊莉

编 委 (按姓名汉语拼音排序)

陈 广 成飞翔 侯能邦 李俊莉

屠长征 杨玉亭 尹红菊

# 前 言

化学与数学、物理学一样，是经典的自然科学。随着人类的进步和社会的发展，化学已渗透到人类生活的每一个角落，人们已离不开也避不开化学。因此，化学知识是人们生活必不可少的基础知识。但是由于专业发展的需要，很多学校在理学中已经减弱甚至删除了化学课程的设置，此外学生由于种种压力，把更多的时间用于外语以及计算机等工具性课程的学习，而忽视了自然科学在文化素质中的重要作用；尤其是对于化学基础课程重视不够，导致很多人对化学学科产生了误解，而没有意识到化学课程基础作用的重要性。为了适应地方高校人才培养的需要，提高素质教育水平，编者参考国内外普通化学教材，借鉴其理念与做法，结合学生的知识体系水平编写了本书，希望能让更多的人了解化学；也期望通过教材的编写能够促进学校制定专业培养计划时，考虑将大学化学课程列为学生尤其是理工科学生的自然科学基础必修课。

在本书编写过程中参考了多本化学教材，希望能做到教材总体结构布局合理，知识体系简明完整，同时又能结合地方实际，突出特色。本书内容包括基本原理和实际应用两部分。基本原理包括化学热力学、化学动力学、溶液、四大平衡(酸碱平衡、沉淀溶解平衡、氧化还原和配位平衡)、物质结构等；实际应用主要介绍化学在材料、能源、环境等前沿领域中的应用，体现化学知识的重要性。本书的知识体系起点低，内容衔接跨度小，具体理论内容介绍详细；其次降低了基础理论的深度和难度，尽量避免过度抽象的描述以及深奥的推理，力求做到简明易懂，利于学生自学；书中也适当地增加一些当今世界密切关注、与化学紧密相关的学科内容，如能源、环境、材料与化学的关系等，这样既可以扩大学生的知识面，又使学生感受到化学这门学科对社会发展的责任与作用，从而激发学生的学习兴趣。

本书编写分工如下：李俊莉(绪论，第2~4章)，屠长征(第1章)，尹红菊(第5章)，陈广(第6、7章)，侯能邦(第8、9章)，杨玉亭(第10、11章)，成飞翔(第12~14章)。全书由李俊莉统稿。

本书的出版得到曲靖师范学院教务处、化学与环境科学学院以及有关领导的支持和鼓励，在此表示衷心的感谢。

编写本书时曾参考了许多院校的同类教材和公开出版的书刊中的有关内容，在此向有关作者表示深切的谢意。

本书是在教学改革中的一种尝试，由于教改经验不足，认识上还与时代的要求存在一定的差距，加之教材内容涉及多面，限于编者的学识和水平，书中难免有疏漏和不足之处，恳请有关专家、教师与读者批评指正。

编 者

2016年4月

# 目 录

## 前言

绪论	1
0.1 化学是研究物质的科学	1
0.1.1 化学的研究对象与内容	1
0.1.2 化学研究的目的	1
0.1.3 化学在社会发展中的地位与作用	2
0.2 化学发展简史	2
0.2.1 古代化学	2
0.2.2 近代化学	4
0.2.3 化学的现状	5
0.3 化学学科的分类	5
0.3.1 无机化学	5
0.3.2 有机化学	5
0.3.3 分析化学	6
0.3.4 物理化学	7
0.4 化学学习方法	7
第1章 气体	8
1.1 理想气体定律	8
1.1.1 理想气体状态方程式	8
1.1.2 理想气体状态方程式的应用	9
1.2 气体混合物	10
1.2.1 分压定律	10
1.2.2 分体积定律	11
1.2.3 实际气体	12
第2章 化学热力学基础	14
2.1 热力学的术语和基本概念	14
2.1.1 系统和环境	14
2.1.2 状态和状态函数	15
2.1.3 过程和途径	15
2.1.4 化学反应计量式和反应进度	15
2.1.5 热和功	16
2.1.6 热力学能	16
2.1.7 热力学第一定律	17

2.2 反应热和反应焓变	17
2.2.1 焓	17
2.2.2 热化学方程式	18
2.2.3 赫斯定律	19
2.2.4 应用标准摩尔生成焓计算标准摩尔反应焓	20
2.3 化学反应的方向	21
2.3.1 自发过程	21
2.3.2 影响化学反应方向的因素	21
2.3.3 热化学反应方向的判断	23
<b>第3章 化学动力学基础</b>	<b>28</b>
3.1 化学反应速率的概念	28
3.1.1 化学反应速率及其表示法	28
3.1.2 定容反应的反应速率	29
3.1.3 化学反应速率的实验测定	30
3.2 反应速率理论简介	30
3.2.1 碰撞理论简介	30
3.2.2 过渡状态理论简介	31
3.3 影响化学反应速率的因素	33
3.3.1 浓度(压力)对化学反应速率的影响	33
3.3.2 温度对化学反应速率的影响	36
3.3.3 催化剂对化学反应速率的影响	37
<b>第4章 化学平衡</b>	<b>40</b>
4.1 可逆反应和化学平衡	40
4.1.1 可逆反应	40
4.1.2 化学反应平衡	41
4.2 平衡常数	41
4.2.1 经验平衡常数	41
4.2.2 标准平衡常数	44
4.2.3 平衡常数的应用	46
4.3 化学平衡的移动	48
4.3.1 浓度对化学平衡的影响	48
4.3.2 压力对化学平衡的影响	48
4.3.3 温度对化学平衡的影响	49
4.3.4 勒夏特列原理	51
<b>第5章 酸碱平衡</b>	<b>53</b>
5.1 酸碱理论	53
5.1.1 酸碱的电离理论	53
5.1.2 酸碱的质子理论	53
5.1.3 酸碱的电子理论	54

5.2 水的解离平衡和溶液的酸碱性	55
5.2.1 水的解离平衡	55
5.2.2 溶液的酸碱性	56
5.3 电解质溶液	57
5.3.1 强电解质溶液	57
5.3.2 弱酸、弱碱的解离平衡	58
5.4 盐的水解	62
5.4.1 弱酸强碱盐的水解	62
5.4.2 弱碱强酸盐的水解	64
5.4.3 弱酸弱碱盐的水解	65
5.4.4 影响盐类水解的因素	66
5.5 缓冲溶液	67
5.5.1 同离子效应和盐效应	68
5.5.2 缓冲溶液的概念	69
<b>第 6 章 沉淀溶解平衡</b>	<b>73</b>
6.1 溶解度和溶度积	73
6.1.1 溶解度	73
6.1.2 溶度积	74
6.1.3 溶度积和溶解度的关系	75
6.2 溶度积规则	76
6.3 溶度积规则的应用	77
6.3.1 沉淀的生成	77
6.3.2 沉淀的溶解	77
6.3.3 分步沉淀	78
6.3.4 沉淀的转化	79
<b>第 7 章 氧化还原反应</b>	<b>80</b>
7.1 氧化还原反应的基本概念	80
7.1.1 氧化数	80
7.1.2 氧化还原的基本概念	81
7.1.3 氧化还原反应方程式的配平	82
7.2 电化学电池	85
7.2.1 原电池	85
7.2.2 原电池的组成和表示法	86
7.2.3 电极类型	87
7.3 电极电势	88
7.3.1 电极电势的产生	88
7.3.2 标准氢电极和甘汞电极	89
7.3.3 影响电极电势的因素——能斯特方程	92
7.4 电极电势的应用	94



7.4.1	判断氧化剂和还原剂的强弱	94
7.4.2	判断氧化还原反应自发进行的方向	95
7.4.3	判断氧化还原的顺序	96
7.4.4	求氧化还原反应的平衡常数	97
7.4.5	元素电势图	99
7.4.6	电势-pH图	101
7.5	电化学基础	103
7.5.1	化学电源	103
7.5.2	电解	106
<b>第8章</b>	<b>原子结构</b>	<b>112</b>
8.1	玻尔氢原子理论	112
8.1.1	原子结构理论的发展简史	112
8.1.2	氢原子光谱	113
8.1.3	玻尔氢原子结构理论	114
8.2	氢原子结构的量子力学模型	116
8.2.1	微观粒子的特性及其运动规律	116
8.2.2	薛定谔方程	117
8.3	多电子原子结构和元素周期律	124
8.3.1	多电子原子轨道能级	124
8.3.2	多电子原子核外电子排布	127
8.3.3	元素周期律概述	132
<b>第9章</b>	<b>分子结构</b>	<b>142</b>
9.1	化学键的键参数和分子的性质	142
9.1.1	键参数	142
9.1.2	分子的性质	145
9.2	离子键理论	146
9.2.1	离子键的形成与本质	146
9.2.2	离子键的特点	147
9.2.3	离子键的离子性	147
9.2.4	晶格能	148
9.2.5	离子的特征	149
9.3	价键理论	151
9.3.1	共价键的本质	152
9.3.2	价键理论的基本要点	153
9.3.3	共价键的特点	153
9.3.4	共价键的类型	154
9.4	杂化轨道理论	155
9.4.1	杂化轨道理论的基本要点	156
9.4.2	杂化类型	156

9.5 价层电子对互斥理论	159
9.5.1 价层电子对互斥理论的基本要点	159
9.5.2 价层电子对互斥理论的应用	160
9.6 分子轨道理论	163
9.6.1 分子轨道理论的基本要点	163
9.6.2 分子轨道的类型	164
9.6.3 分子轨道的能级	166
9.6.4 分子轨道理论的应用	166
9.7 金属键	169
9.8 分子间作用力和氢键	169
9.8.1 分子间力	169
9.8.2 氢键	171
<b>第 10 章 晶体结构</b>	<b>174</b>
10.1 晶体的特征与基本结构类型	174
10.1.1 晶体	174
10.1.2 晶体的内部结构	174
10.2 晶体类型	176
10.2.1 离子晶体	176
10.2.2 原子晶体	182
10.2.3 分子晶体	182
10.2.4 金属晶体	182
10.2.5 混合型晶体	184
10.3 晶体缺陷	185
10.3.1 点缺陷	186
10.3.2 线缺陷	187
10.3.3 面缺陷	187
<b>第 11 章 配位化合物</b>	<b>189</b>
11.1 配合物的基本概念	189
11.1.1 配合物的定义	189
11.1.2 配合物的组成	190
11.1.3 配合物的命名	193
11.1.4 配合物的类型	193
11.1.5 配合物的异构现象	194
11.2 配合物的结构理论	196
11.2.1 配合物的价键理论	196
11.2.2 晶体场理论	199
11.3 配合物的稳定性	203
11.3.1 配离子的稳定常数	203
11.3.2 稳定常数的应用	204

第 12 章 化学与环境	209
12.1 大气污染及防治	209
12.1.1 大气污染及概况	209
12.1.2 大气污染物	211
12.1.3 综合性大气污染现象	212
12.1.4 大气污染的防治与治理技术	216
12.2 水污染及防治	217
12.2.1 水体污染物	217
12.2.2 水污染的防治	220
12.3 土壤污染及防治	221
12.3.1 土壤的主要污染物	222
12.3.2 土壤污染的防治	223
第 13 章 化学与能源	225
13.1 能源概述	225
13.1.1 能源的分类	225
13.1.2 能源利用概况	225
13.2 常规能源——煤、石油和天然气	226
13.2.1 煤	226
13.2.2 石油和天然气	229
13.3 新能源	230
13.3.1 太阳能	230
13.3.2 氢能	230
13.3.3 地热能	231
13.3.4 风能	232
13.3.5 可燃冰——天然气水合物	232
13.3.6 生物质能	233
第 14 章 化学与材料	234
14.1 材料概述	234
14.1.1 材料的发展过程	234
14.1.2 材料的分类	235
14.2 金属材料	235
14.2.1 钢铁	235
14.2.2 合金	236
14.3 无机非金属材料	240
14.3.1 传统无机非金属材料	240
14.3.2 新型无机非金属材料	242
14.4 有机高分子材料	245
14.4.1 高分子化合物概述	245
14.4.2 普通高分子材料	247

---

14.4.3 新型高分子材料 .....	249
14.5 复合材料 .....	250
14.5.1 复合材料概述 .....	250
14.5.2 几类先进的复合材料 .....	251
参考文献 .....	253
附录 .....	254
附录 1 一些常用的物理化学常数 .....	254
附录 2 常用法定计量单位(部分) .....	254
附录 3 常用标准热力学数据(298.15K) .....	255
附录 4 常见弱电解质的标准解离常数(298.15K) .....	259
附录 5 常见难溶电解质的溶度积(298.15K) .....	260
附录 6 常见氧化还原电对的标准电极电势 .....	261

# 绪 论

## 0.1 化学是研究物质的科学

### 0.1.1 化学的研究对象与内容

世界是由物质构成的，物质是客观存在的东西，也是化学研究的对象。化学是一门试图了解物质的性质和物质发生反应的科学，它从自身特有的特点来研究和认识物质。

物质存在的空间形式有 2 种：一种是实体性物质(气、液、固态物体乃至社会组织)，另一种是能量性场物质(电场、磁场、引力场等)。实体性物质占有排他性空间，而能量性场物质可以共享空间但同样具有方向性等空间属性，化学研究的物质是实物。实体性物质可以分为若干层次，目前大家公认的为三个层次：宇观、宏观和微观。宇观是指人们用不同波段的天文望远镜及航天飞机上的现代宇宙探测仪器能观察到的宇宙尺度。宏观是指人眼能够直接观察到的尺度，大致从 0.1mm 到 1km。微观是指原子和小分子的尺度范围，我国科学家钱学森建议增加渺观和胀观两个物质层次。化学研究的主要对象是单质、化合物与原子、分子和离子等这个层次的实物。

物质是运动的，整个世界就是永恒运动着的物质世界。自然界和社会的一切形象都是运动着的物质的存在形式。物质的运动形式有多种，化学研究的是物质的化学运动即化学变化，在化学变化中，分子组成或原子、离子等结合方式发生了质变，产生了新物质，这种质变是由分子中原子或离子的外层电子运动状态改变而引起的，但各元素原子核均不改变，因此不会产生新的元素。

物质的性质是由它的组成和结构决定的，研究化学变化必须研究物质的组成和结构。因为在化学变化过程中往往伴随着能量的吸收或释放，所以研究化学变化还必须了解变化与能量的关系。

由此可见，化学是一门在原子、分子或离子的层次上研究物质的组成、结构、性能、相互变化以及变化过程中能量关系的科学。

### 0.1.2 化学研究的目的是

人类社会赖以生存和发展的基础是物质资料的生产，自然界的物质有的可以直接被人们利用，如石油、煤等可以直接作为燃料；而有些物质则必须经过加工处理，才能成为有用的物质，如铁矿石只有经过加工才能成为用途极广的钢铁；有些能直接利用的物质经过加工，也可以变成有其他用途的物质。这些加工处理的方法，有很多都属于化学的方法。因此，化学研究的目的在于通过对实验的观察来认识物质的化学变化规律，并将这些规律应用于实际的化工生产中，以便人们从廉价而丰富的天然资源中提取有用的物质和制备人工产品，从而满足社会生产和人们生活的需要。

### 0.1.3 化学在社会发展中的地位与作用

化学是使人类继续生存的关键科学，是自然科学的中心科学，是一门满足社会需要的中心科学，因为它与人类的生活和社会的发展息息相关。

化学对人类的生存和社会的发展具有重大的意义，化学与人类的生活息息相关，人们的衣食住行都离不开化学，我们生活在化学的世界里。化学与社会的发展息息相关，社会的发展依赖于农业、工业、国防、科学技术现代化的发展，而农业、工业、国防、科学技术现代化的发展又离不开化学的发展。例如，化肥、农药、植物生长素、除草剂等，这些化学产品可以使产量大大提高，并且改变了耕作方式，更重要的是它解决了我们十多亿的人口大国的吃饭问题。社会的发展同时依赖于工业和国防现代化的发展，而工业和国防现代化的发展又依赖于化学的发展。例如，在国防现代化中，制作导弹、卫星、原子弹、氢弹需要各种性能优异的金属材料、非金属材料和高分子材料，这些材料在自然界不存在，必须通过化学合成才能获得；导弹、卫星、原子弹、氢弹所需的高能燃料、高能电池、高敏胶片和耐辐射材料等也都必须通过化学合成获得。

现在的能源主要来自煤、石油和天然气。它们既是当前的主要能源，又是主要的化工原料。煤的气化和液化、石油的炼制与石油化工产品的生产都离不开化学。能源的消耗量急剧增加，人类不得不加快开发新的能源，其中核能、太阳能、氢能是三种重要能源，这三种能源的开发利用需要化学。

材料是一切科学技术的物质基础。化学对于促进科学技术进步的一个重要作用，就是向科学技术的各个领域提供各种优质材料。从“传统材料”钢铁、铝、其他合金、塑料、合成纤维、合成橡胶，到各种各样具有特殊的光、电、磁、声、热、气或力学功能的“特殊材料”都离不开化学。这些材料被用于电子信息、生物医学、新型能源、生态环境和航空航天等领域。

现代工业生产给人类创造了巨大的物质财富。与此同时，工业废气、废水、废渣的排放以及使用工业制品后的废弃物却造成了日益严重的环境污染，这些污染既直接危害了人类，扩散后又破坏了生态平衡，长期地影响人类的生存。要解决化学工业造成的环境污染问题，还要靠化学自身的进步。这就要求人们一方面应注意降低各种工业过程的废物排放指标，排放的废料应做净化处理；另一方面应重视开发无污染或少污染的产品。

正如《化学的今天和明天》的作者，美国著名化学家布雷斯洛(Breslow)所说的那样：“化学是最古老的学科之一，经过化学家的辛勤劳动，它必将成为最新的中心学科之一”。

## 0.2 化学发展简史

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、烧制陶器、冶炼青铜器和铁器等都是化学技术的应用。正是这些应用，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。

### 0.2.1 古代化学

#### 1. 实用化学时期(公元前后)

科学的发生及发展进程归根到底是由生产所决定的。化学起源于几个古代科学文化发达



的国家。古代化学的特点是实用化学，如制作陶瓷器、冶炼金属、制造火药、造纸、染色和酿酒等。这一时期的化学工艺以中国、印度、埃及等国家最为突出。应当指出，汉代的造纸术、唐代的火药以及汉唐以来的制瓷技术，堪称中国古代化学工艺的三大发明，它标志着我国古代劳动人民对化学的产生作出了重要贡献。

在这一时期，人们已开始对物质的构成和相互关系提出了种种观点。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)，以阴阳八卦来解释物质的组成，他认为：“易有太极，易生两仪，两仪生四象，四象生八卦”。

约公元前 1400 年，西方的自然哲学提出了物质结构的思想。希腊的泰立斯认为水是万物之母；黑拉克里特斯认为，万物是由火生成的；亚里士多德在《发生和消灭》一书中论证物质构造时，以四种“原性”作为自然界最原始的性质，它们分别是热、冷、干、湿，把它们成对地组合起来，便形成了四种“元素”：水、火、气、土，然后构成了各种物质。

## 2. 炼丹术与炼金术(公元前后~公元 1500 年)

当封建社会发展到一定的阶段，生产力有了较大提高时，统治阶级对物质享受的要求也越来越高，皇帝和贵族自然而然地产生了两种奢望：第一，希望掌握更多的财富，供他们享乐；第二，当他们有了巨大的财富以后，总希望永远享用下去，于是便有了长生不老的愿望。例如，秦始皇统一中国以后，便迫不及待地寻求长生不老药，不但让徐福等出海寻找，还召集了一大帮方士(炼丹家)日日夜夜为他炼制丹砂——“长生不老药”。

炼金家想要点石成金(用人工方法制造金银)。他们认为，可以通过某种手段把铜、铅、锡、铁等贱金属转变为金、银等贵金属。希腊的炼金家就把铜、铅、锡、铁熔化成一种合金，然后把它放入多硫化钙溶液中浸泡，于是在合金表面便形成了一层硫化锡，它的颜色酷似黄金(现在，金黄色的硫化锡称为金粉，可用作古建筑等的金色涂料)。这样，炼金家主观地认为“黄金”已经炼成了。实际上，这种仅从表面颜色而不从本质来判断物质变化的方法是自欺欺人，他们从未达到“点石成金”的目的。

虽然炼丹家和炼金家的原始出发点是为统治阶级包括他们自己牟取利益，但是在这过程中他们夜以继日地做这些最原始的化学实验，必定需要大批实验器具，于是，他们发明了蒸馏器、熔化炉、加热锅、烧杯及过滤装置等。他们还根据当时的需要，制造出很多化学药剂、有用的合金或治病的药，其中很多都是今天常用的酸、碱和盐。为了把实验的方法和经过记录下来，他们还创造了许多技术名词，写下了许多著作。正是这些理论、化学实验方法、化学仪器以及炼丹、炼金著作，开创了化学这门科学的先河。

## 3. 医药化学时期(公元 1500~1700 年)

16 世纪初期，欧洲生产力发展很快，封建社会向资本主义社会发展，商业的兴盛和生活本身提出新的要求，迫使化学要发展新的方向，欧洲人放弃了炼金术、炼丹术，开始了制药。巴拉塞尔斯写道：“化学的目的并不是制作金子和银子，而是制造药剂”。当时用化学法制得了许多无机药剂，成功地医治了许多疾病。

我国明代医药化学家、医生李时珍著有一药物巨著《本草纲目》，书中广泛涉及医学、药理学、生物学、矿物学、化学、环境与生物、遗传与变异等诸多科学领域。在化学史上，它较早地记载了纯金属、金属、金属氯化物、硫化物等一系列的化学反应，同时又记载了蒸

馏、结晶、升华、沉淀、干燥等现代化学中应用的一些操作方法。李时珍还指出，月球和地球一样，都是具有山河的天体，“窃谓月乃阴魂，其中婆婆者，山河之影尔”。《本草纲目》不仅是我国的一部药理学巨著，也是我国古代乃至世界的百科全书。

#### 4. 燃素学说时期(公元 1700~1774 年)

1700 年，斯塔尔(Stahl)提出了燃素学说。他认为能燃烧的物质里都含有一种燃素，物质燃烧就失去燃素，在矿石中加入燃素，就可以得到金属。这一学说，在某种程度上统一说明了当时积累的几乎全部实验材料。他的功绩是彻底清除了亚里士多德的原性学说，但本身存在着致命的缺点：所有被氧化的物质总比被氧化前重，这与预期的结果相反。1774 年在燃素学说失败以后，拉瓦锡提出了氧化理论。实验证实：燃烧不是放出燃素，相反，是燃烧物质和空气中的氧所起的化合反应，由此萌发了近代化学。

### 0.2.2 近代化学

近代化学时期的到来首先应归功于天平的使用，发展中心在欧洲。它使化学的研究进入了定量的阶段，出现了一系列的基本定律和原子分子学说。在这段时期有 4 位科学家最具代表性。

(1)英国科学家波义尔(Boyle, 1627—1691)确立了化学元素的新概念，把化学确定为科学。他把观察、实验的科学方法结论运用到化学中，他认为：我所指的元素乃是具有确定性质的、实在的、可觉察到的实物，是不能用一般的化学方法再分解为简单的物体的实物。恩格斯给予波义尔很高的评价：“波义尔把化学确定为科学”。

(2)法国化学家拉瓦锡(Lavoisier, 1743—1794)提出燃烧是氧化过程的理论。他运用系统的实验定量分析方法，提出燃烧是氧化过程的重大化学理论。该理论彻底否定了统治百年之久的物质燃烧过程中总有某种“燃素”逸出的错误观点。拉瓦锡做了大量的燃烧实验，从而证明了化学过程中的物质不灭定律。

(3)英国化学家道尔顿(Dalton, 1766—1844)提出原子论。道尔顿出生在英国西部的一个农民家庭，没有受过正式教育。从 14 岁开始当小学教师助手，后来终身当教师，且是色盲。1808 年，他在前人的质量守恒定律、定组成定律和自己的倍比定律的基础上提出了原子学说：“一切物质都是由分子组成的，分子是保持原有物质一切化学性质的最小微粒；各种分子又是由更小的粒子——原子组成的。”他的原子学说的主要论点在今天已是家喻户晓的常识。已故著名化学家、两次诺贝尔奖获得者鲍林说过：“在所有的化学领域中，最为主要的是原子学说。”恩格斯指出：“化学中的新时代是从原子论开始的”(所以近代化学的始祖不是拉瓦锡，而是道尔顿)。1811 年，阿伏伽德罗(Avogadro, 1776—1856)提出分子假说以后，进一步充实了原子-分子学说，为物质结构理论的研究奠定了基础。

(4)俄国化学家门捷列夫(Mendeleev, 1834—1907)创立元素周期律。1869 年，门捷列夫把当时已知的 63 种元素按相对原子质量和化学性质之间的递变规律排列起来，组成了一个元素周期系，并找出了它的规律——元素周期律。这一工作不仅使无机化学形成了比较完整的体系，而且与原子-分子学说相结合，形成了化学理论体系，奠定了现代无机化学的基础。今天我们在研究物质的结构和性质时，通常离不开元素周期律。

在这一时期，化学从经验上升到理论，化学至此才真正被确立为一门独立的科学，并且



出现了无机化学、有机化学、分析化学和物理化学等分支学科。

### 0.2.3 化学的现状

19 世纪 90 年代至 21 世纪以来为现代化学时期。在现代化学时期，化学开始从宏观领域进入微观领域，把宏观和微观的研究结合起来，可以更深刻地揭示物质结构和化学现象的本质。微观化学从量子化学、结构化学和核化学三个方向发展并向许多方面渗透，特别是表现在化学动力学、生命化学和元素的人工合成等方面。在实验技术上，由于物理学的发展和生产水平的提高，各种先进新型仪器设备相继出现，从而促进化学实验水平的全面提高。化学研究向从描述到推理、从宏观到微观、从定性到定量、从静态到动态、从单一到综合的方向发展。

现代化学的发展速度快，化学成果和水平的变化日新月异。从 20 世纪开始，化学在迅速发展的原子物理学和后来的量子力学的推动下，致力于从电子层次解释和预测分子的结构和性质，由此产生的量子化学以及关联领域得到迅速发展。人们以为物质世界的一切结构和性质都能在量子力学基础上解释和预测。现代化学突破了原有化学的研究范围，同其他基础学科相互交叉、结合为许多分支学科或边缘学科。现代化学正是站在化学发展的交叉性、边缘性的前沿来预测化学的发展，分析其基本特点。

## 0.3 化学学科的分类

化学学科是最古老和涉及范围最广的学科之一，积累了大量人类的知识，具有广阔的发展前景。尽管各化学学科之间的界限不是很分明，而且各学科之间彼此交叉，由于研究方法目标和目的不同，有必要将化学进行分类。按传统分类，可将化学分为四大分支：无机化学、有机化学、分析化学和物理化学，下面做简要介绍。

### 0.3.1 无机化学

无机化学是研究无机物质的组成、性质、结构和反应的科学，它是化学中最古老的分支学科。无机物质包括所有化学元素及其化合物，大部分的碳化合物除外(除二氧化碳、一氧化碳、碳酸、二硫化碳、碳酸盐等简单的碳化合物仍属无机物质外，其余均属于有机物质)，即无机化学是除碳氢化合物及其衍生物外，对所有元素及其化合物的性质和它们的反应进行实验研究和理论解释的学科，是化学学科中发展最早的一个分支学科。

20 世纪 50 年代以来，随着原子能工业、电子工业、宇航、激光等新兴工业的兴起，对具有特殊电、磁、光、声、热或力学性能的新型无机材料的需求也日益增加，从而建立了大规模的无机新材料工业体系；另外，随着结构理论(化学键理论、配合物)的发展、现代物理方法的引入和无机化学与其他学科的互相渗透，产生了一系列新的边缘学科，无机化学又得到了新的发展。

### 0.3.2 有机化学

有机化学是研究有机化合物的来源、制备、结构、性质、应用以及有关理论的科学，又