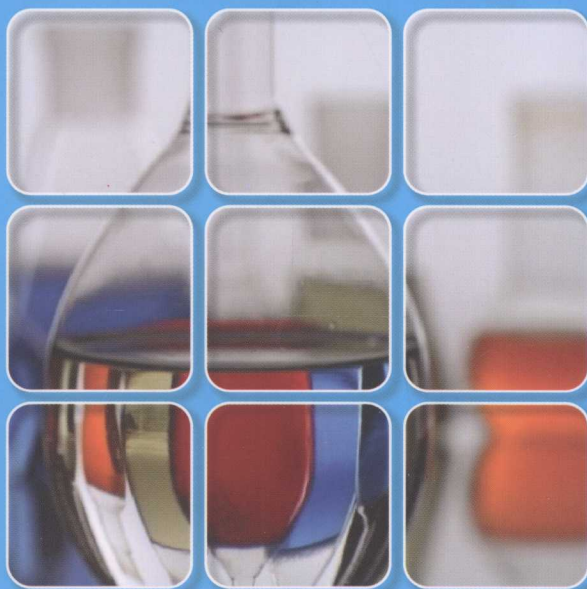




21世纪全国高等院校化学与化工类 **创新型** 应用人才培养规划教材

基础化学

主 编 乔春玉 闫 鹏



●分无机、有机化学和实验三部分
增加前沿技术的案例和阅读材料
套习题丰富全面强化学习效果



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

013066752

06
193

内容简介

本书主要讲述化学与化工类创新型应用人才培养规划教材
21 世纪全国高等院校化学与化工类创新型应用人才培养规划教材

基础化学

主 编 乔春玉 闫 鹏
副主编 段芳正 肖 雪 张重越
参 编 许 晶 王晓丹



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS



北航

C1674588

06
193

013088725

内 容 简 介

本书内容主要包括无机化学、有机化学、实验部分,以及习题和附录。其中,无机化学的主要内容
包括:溶液和胶体、化学反应速率与化学平衡、电解质溶液和离解平衡、滴定分析法和酸碱滴定、氧化
还原和电化学等。有机化学主要内容包括:开链烃、环烃、卤代烃、醇、酚、醚、醛、酮、羧酸及其衍
生物等。实验部分的主要内容包括:实验的基础知识和基本操作,以及相关无机化学和有机化学实验。

本书可作为普通高等学校材料、化学、化工、医学、环境等相关专业基础化学课程的教学用书,也
可作为科研、生产部门有关科技人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

基础化学/乔春玉, 闫鹏主编. —北京:北京大学出版社, 2013. 8
(21 世纪全国高等院校化学与化工类创新型应用人才培养规划教材)
ISBN 978-7-301-22934-7

I. ①基… II. ①乔… ②闫… III. ①化学—高等学校—教材 IV. ①O6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 174821 号

书 名: 基础化学

著作责任者: 乔春玉 闫 鹏 主编

策 划 编 辑: 童君鑫 宋亚玲

责 任 编 辑: 宋亚玲

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-22934-7/TQ·0012

出 版 发 行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> 新浪官方微博: @北京大学出版社

电 子 信 箱: pup_6@163.com

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

印 刷 者: 北京世知印务有限公司

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 27 印张 633 千字

2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 51.00 元

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

为了贯彻执行教育部全面提高教育质量，培养造就高素质人才以及加强教材建设的精神，我们编写了这本具有思想性、科学性、先进性、启发性和适用性的基础化学教材。化学是一门实用性很强的学科，是化学、化工、材料、制药、环保、石油、冶金和食品等专业的一门重要的专业基础课。本书主要包括三部分内容：无机化学、有机化学和实验部分。

全书内容跨度颇大，且深浅度适中，简明，适用。本书在重点阐述基础化学的基础知识和基本理论的基础上，删除了与中学化学的重叠部分，内容编排上从易到难，循序渐进，力求使其内容的广度和深度切合教学实际。

本书在理论知识介绍的同时，还增添了一些与之相关的反映当代高新科技的案例和阅读材料，内容新颖，富有趣味性和启发性。

参加本书编写工作的有乔春玉(黑龙江工程学院，第1、11、12、16章)、闫鹏(黑龙江工程学院，绪论，第4、14、18章)、段芳正(黑龙江工程学院，第8、13、15章)、肖雪(黑龙江工程学院，第2、3、9章)、张重越(黑龙江中医药大学，实验部分，引言)、许晶(黑龙江工程学院，第5、6、7章)、王晓丹(黑龙江工程学院，第10、17章)。全书由乔春玉、闫鹏负责统稿。

本书在编写过程中参考了大量书刊资料，并从网上下载了相关资料，谨向各位作者致谢！由于编写时间仓促，加之编者水平有限，书中难免存在疏漏和不当之处，恳请读者给予批评指正。

编 者

2013.3

目 录

绪论	1
第一篇 无机及分析化学	7
第1章 溶液和胶体	9
1.1 溶液	10
1.1.1 溶液的一般概念	11
1.1.2 溶液浓度的若干表示方法	13
1.1.3 几种溶液浓度之间的关系	16
1.2 水的性质和稀溶液的依数性	17
1.2.1 水的性质	17
1.2.2 稀溶液的依数性	18
1.3 胶体	23
1.3.1 分散系	23
1.3.2 胶体的性质	24
1.3.3 胶体的结构	25
1.3.4 胶体的稳定性与聚沉	26
小结	27
习题	27
第2章 化学反应速率与化学平衡	29
2.1 化学反应速率	30
2.1.1 化学反应速率表示法	30
2.1.2 活化能与碰撞理论	32
2.1.3 影响化学反应速率的因素	33
2.2 化学平衡	39
2.2.1 可逆反应与化学平衡	40
2.2.2 平衡常数的含义	41
2.3 化学平衡的移动	44
2.3.1 影响化学平衡移动的因素	45

2.3.2 勒·夏特里原理及其实践意义	47
小结	48
习题	49
第3章 电解质溶液和离解平衡	51
3.1 电解质的离解平衡	53
3.1.1 强电解质	53
3.1.2 弱电解质	53
3.1.3 多元弱酸(碱)的离解平衡	56
3.1.4 同离子效应和盐效应	57
3.2 缓冲溶液	58
3.2.1 缓冲溶液及其组成	58
3.2.2 缓冲作用的原理	58
3.2.3 缓冲溶液的 pH 计算	59
3.2.4 缓冲溶液在生物学科中的作用	60
3.3 盐类水解	60
3.3.1 盐类水解的实质和类型	60
3.3.2 水解平衡、水解常数和水解度	61
3.4 酸碱质子理论	63
3.5 沉淀和离子平衡	64
3.5.1 溶度积的概念和规则	64
3.5.2 溶解度和溶度积规则的换算	65
3.5.3 沉淀的生成	65
小结	66
习题	67
第4章 滴定分析法和酸碱滴定	69
4.1 滴定分析法概述	71
4.1.1 基本术语	71



4.1.2 滴定分析法对化学反应的要求	71
4.1.3 滴定分析法的分类	72
4.1.4 滴定方式	72
4.1.5 滴定曲线和滴定突跃	73
4.2 误差的基本知识	73
4.2.1 误差的分类	73
4.2.2 误差的表示方法	74
4.2.3 提高分析结果准确度的方法	76
4.3 有效数字及其运算规则	76
4.3.1 有效数字的表示方法	76
4.3.2 有效数字的修约规则	77
4.3.3 有效数字的运算规则	77
4.4 酸碱标准溶液的配制和浓度的标定	78
4.4.1 直接法配制标准溶液	78
4.4.2 间接法(标定法)配制标准溶液	79
4.5 酸碱指示剂	80
4.5.1 指示剂的变色原理	80
4.5.2 指示剂的变色范围	81
4.6 水溶液中的酸碱滴定	82
4.6.1 强酸(碱)滴定强碱(酸)	83
4.6.2 强酸(碱)滴定弱碱(酸)	84
小结	86
习题	87

第5章 氧化还原和电化学

5.1 氧化还原反应	90
5.1.1 氧化数	91
5.1.2 常用的氧化剂和还原剂	91
5.1.3 氧化还原方程的配平	93
5.2 电极电势	94
5.2.1 原电池	94
5.2.2 电极电势概述	96
5.2.3 Nernst(能斯特)方程	97
5.2.4 电极电势的应用	99

小结	101
习题	101

第6章 物质的结构

6.1 原子结构	105
6.1.1 核外电子运动的基本特征	105
6.1.2 核外电子的运动状态	106
6.1.3 原子的轨道能级	111
6.1.4 核外电子的排布	113
6.2 周期律	114
6.2.1 元素周期表	114
6.2.2 元素性质	115
6.3 价键理论	117
6.3.1 价键理论概述	118
6.3.2 化学键	118
6.3.4 杂化轨道理论	121
6.3.5 金属键	124
6.3.6 分子的极性	125
6.4 分子间作用力和氢键	127
6.4.1 范德华力	127
6.4.2 氢键	128
小结	129
习题	130

第7章 配位化合物

7.1 配合物概述	134
7.1.1 配合物的组成	134
7.1.2 配合物的分类和命名	137
7.2 配位化合物的形成	139
小结	140
习题	141

第8章 若干元素和化合物

8.1 s 区元素	144
8.1.1 氢元素的性质、化合物及其主要用途	144
8.1.2 碱金属和碱土金属	145
8.2 p 区元素	148
8.2.1 p 区元素的通性	148

8.2.2 卤素	148	9.3.1 乙炔的结构	202
8.2.3 氧族元素	152	9.3.2 命名和异构	202
8.2.4 氮族元素	156	9.3.3 物理性质	203
8.2.5 碳族元素	161	9.3.4 化学性质	203
8.2.6 硼族元素	162	9.4 二烯烃	205
8.2.7 p 区元素重要离子的 鉴定	163	9.4.1 1,3-丁二烯的结构	205
8.3 d 区和 ds 区元素	165	9.4.2 1,4-加成作用	206
8.3.1 d 区和 ds 区元素的 特征	165	9.4.3 异戊二烯和橡胶	207
8.3.2 铬族元素	166	小结	209
8.3.3 锰	167	习题	210
8.3.4 铁系元素	168	第 10 章 环烃	212
8.3.5 ds 区元素	169	10.1 脂环烃	213
8.3.6 d 区和 ds 区元素在 生物体内的作用	170	10.1.1 脂环烃的分类和命名	213
8.3.7 d 区和 ds 区离子的 鉴定	170	10.1.2 环烷烃的结构	214
小结	171	10.1.3 环己烷的构象	215
习题	172	10.1.4 脂环烃的物理性质	216
第二篇 有机化学	177	10.1.5 脂环烃的化学性质	216
引言	179	10.2 芳烃	218
第 9 章 开链烃	184	10.2.1 单环芳烃的命名和构造 异构	218
9.1 烷烃	185	10.2.2 苯的结构	219
9.1.1 同系列和同分异构	186	10.2.3 单环芳烃的物理性质	220
9.1.2 烷烃的命名	187	10.2.4 单环芳烃的化学性质	220
9.1.3 烷烃的结构	188	10.2.5 苯环上取代反应的定位 规律	222
9.1.4 烷烃的构象	190	10.2.6 多环芳烃和稠环芳烃	223
9.1.5 物理性质	191	小结	225
9.1.6 化学性质	192	习题	225
9.1.7 自然界的烷烃	194	第 11 章 卤代烃	227
9.2 烯烃	195	11.1 卤代烃的命名	228
9.2.1 烯烃的结构	195	11.1.1 普通命名法	228
9.2.2 命名和异构	196	11.1.2 系统命名法	229
9.2.3 物理性质	198	11.2 卤代烃的物理性质	229
9.2.4 化学性质	198	11.3 卤代烃的化学性质	230
9.3 炔烃	201	11.3.1 取代反应	230
		11.3.2 消除反应	231
		11.3.3 与金属镁的反应	232
		11.3.4 与硝酸银反应	234



11.4 重要的卤代烃	234	14.1.1 命名	283
11.4.1 三氯甲烷(CHCl_3)	234	14.1.2 物理性质	284
11.4.2 四氯化碳(CCl_4)	235	14.1.3 化学性质	285
11.4.3 溴甲烷(CH_3Br)	235	14.1.4 重要代表物	290
11.4.4 四氟乙烯($\text{CF}_2=\text{CF}_2$)	235	14.2 羧酸衍生物	292
11.4.5 氟氯代烃	236	14.2.1 命名	292
小结	237	14.2.2 物理性质	293
习题	237	14.2.3 化学性质	294
第12章 醇、酚、醚	239	14.2.4 自然界中的羧酸衍生物	296
12.1 醇	241	14.3 碳酸的衍生物	297
12.1.1 醇的命名	241	14.3.1 碳酰胺	297
12.1.2 醇的物理性质	242	14.3.2 碳酰氯	298
12.1.3 醇的化学性质	245	小结	299
12.1.4 重要代表物	249	习题	300
12.2 酚	251	第15章 取代酸及旋光异构	303
12.2.1 酚的命名	252	15.1 取代酸	304
12.2.2 酚的物理性质	253	15.1.1 羟基酸	305
12.2.3 酚的化学性质	253	15.1.2 羧基酸	307
12.2.4 重要代表物	257	15.2 旋光异构	309
12.3 醚	259	15.2.1 手性	309
12.3.1 醚的命名	259	15.2.2 偏振光	310
12.3.2 醚的物理性质	260	15.2.3 含有一个手性碳原子的分子	310
12.3.3 醚的化学性质	261	15.2.4 含有两个不同手性碳原子的分子	312
12.3.4 重要代表物	264	15.2.5 含有两个相同手性碳原子的分子	312
小结	266	小结	313
习题	267	习题	313
第13章 醛和酮	269	第16章 胺类有机化合物	315
13.1 醛和酮的命名	271	16.1 胺的命名	317
13.1.1 普通命名法	271	16.1.1 习惯命名法	317
13.1.2 系统命名法	271	16.1.2 系统命名法	318
13.2 物理性质	271	16.2 胺的物理性质	318
13.3 醛和酮的化学性质	272	16.3 胺的化学性质	321
13.3.1 羰基的亲核加成反应	272	16.3.1 碱性	321
13.3.2 其他重要的反应	275	16.3.2 烷基化反应	322
小结	278		
习题	278		
第14章 羧酸及其衍生物	281		
14.1 羧酸	283		

16.3.3 酰基化反应	323	18.2.1 呋喃、噻吩、吡咯的 结构	349
16.3.4 胺与亚硝酸反应	323	18.2.2 呋喃、噻吩、吡咯的 性质	349
16.3.5 氧化反应	324	18.2.3 吡啶的结构	352
16.4 重要代表物	324	18.2.4 吡啶的性质	352
16.4.1 一甲胺	325	18.3 某些母体杂环及衍生物举例 ...	354
16.4.2 二甲胺	325	18.3.1 叶绿素、血红素及 维生素 B ₁₂	354
16.4.3 三甲胺	326	18.3.2 维生素 B ₁	356
16.4.4 苯胺	326	18.4 生物碱	357
16.4.5 胆碱	326	18.4.1 烟碱	358
16.4.6 新洁尔灭	327	18.4.2 咖啡碱	358
小结	328	18.4.3 小檗碱	359
习题	328	18.4.4 可卡因	359
第 17 章 碳水化合物	330	小结	360
17.1 单糖	332	习题	361
17.1.1 单糖的结构	332	第三篇 实验部分	363
17.1.2 单糖的物理性质	334	实验室需知	365
17.1.3 单糖的化学性质	335	实验一 电子天平的使用和溶液的 配制	388
17.2 双糖	338	实验二 酸碱滴定	390
17.2.1 还原性二糖	338	实验三 醋酸电离度和电离常数的 测定	392
17.2.2 非还原性二糖	339	实验四 粗食盐的提纯	394
17.3 多糖	340	实验五 溴乙烷的制备	396
17.3.1 淀粉	340	实验六 乙酸乙酯的制备	398
17.3.2 纤维素	341	实验七 己二酸的制备	400
17.3.3 糖原	342	实验八 环己烯的制备	401
小结	343	附录	403
习题	343	参考文献	420
第 18 章 杂环化合物	345		
18.1 分类和命名	347		
18.2 几种重要环系的结构与 性质	349		

绪论



本章教学要点

知识要点	掌握程度	相关知识
化学及其分支	了解化学的分类和发展	化学学科的定义和分支
无机化学	掌握无机化学基本概念，了解无机化学的发展历史	无机化学的发展史
有机化学	掌握有机化学基本概念	有机化学的发展史
分析化学	掌握分析化学基本概念，了解分析化学的发展历史	分析化学的发展史
化学的发展与展望	了解现代化学的研究成果和发展方向	化学的发展方向和取得的成果



生活中的化学

1. “水垢”的来源和除法

用久的水壶，锅炉壁上有一层灰黄色的沉淀物，它是从何而来的呢？我们知道，水中溶有许多无机盐类，如碳酸氢钙、碳酸氢镁和少量硫酸钙、氯化钙之类的钙、镁盐

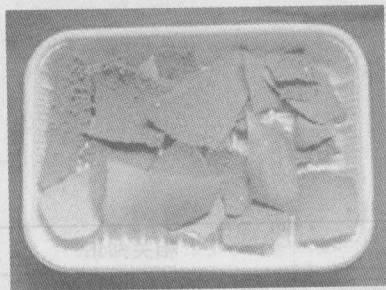


图 0.1 水垢

类。加热时，碳酸氢盐易分解生成二氧化碳和碳酸盐，二氧化碳逸散到空气中，而碳酸钙难溶于水，碳酸镁微溶于水，于是便沉淀下来，用久的水壶、锅炉内于是有了“水垢”，如图 0.1 所示。“水垢”导热性很差，用含“水垢”的水壶、锅炉烧水会造成能源的浪费。对工厂锅炉来说，“水垢”积厚时，会自动剥落一部分下来，各部分受热不均匀还会引起爆炸。欲除去“水垢”，可用很稀的盐酸和醋酸清洗，然后立即倒掉酸液，并用清水洗净。

2. 甘油的润肤作用

大家知道，珍珠霜中含有甘油，甘油的作用是吸收空气中的水分，使皮肤保持湿润，那么，纯甘油能否直接涂到皮肤上来润肤呢？不行，因为纯甘油若直接涂在皮肤上，它除了能吸取空气中的水分外，还会将皮肤组织中的水分也吸出来，结果会使皮肤更加干燥甚至灼伤。因此买甘油时，一定要先问清楚是纯甘油还是含水甘油，若是纯甘油尚需加入 20% 的水才能用于润肤。

3. 放久的红糖会发酸，放久的白糖会变黄

红糖放久后，逐渐吸收空气中的水分，使糖中的乳酸菌大量繁殖，随着乳酸菌的增多，红糖中的主要成分蔗糖逐渐转化成葡萄糖和乳糖，进而产生乳酸，日子久了，乳酸越来越多，红糖就产生酸味。

白糖在生产过程中为增加其洁白程度，有经过硫漂白工序，即在糖汁中通入二氧化硫使糖汁中色素还原脱色。用这种方法脱色不够稳定，放久的白糖，若长期同空气接触，被还原脱色的色素又会被空气中的氧氧化而重现颜色，因此白糖久置会变黄。

4. 铅笔的标号

铅笔的笔芯是用石墨和黏土按一定比例混合制成的。“H”即英文“hard”（硬）的词头，代表黏土，用以表示铅笔芯的硬度。“H”前面的数字越大（如 6H），铅笔芯就越硬，也即笔芯中与石墨混合的黏土比例越大，写出的字越不明显，常用来复写。“B”是英文“black”（黑）的词头，代表石墨，用以表示铅笔芯质软的情况和写字的明显程度。以“6B”为最软，字迹最黑，常用于绘画，普通铅笔标号则一般为“HB”。考试时用来涂答题卡的铅笔标号一般为“2B”（现在用于绘画的铅笔已有 9B）。

化学

化学是研究物质的组成、结构、性质以及变化规律的学科。化学对我们认识和利用物质具有重要的作用。宇宙是由物质组成的，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，它是一门历史悠久而又富有活力的学科，它的成就是社会文明的重要标志。

化学的分支

化学的研究范围极其广泛，按其研究对象和研究目的不同，主要分为分析化学、无机化学、有机化学、物理化学、结构化学和高分子化学等分支学科。从学科的角度看，化学学科为一级学科，它的分支为二级学科。基础化学是根据非化学专业的特点和需要，扼要地介绍无机化学、有机化学、分析化学中的基本理论和基础知识。

1. 无机化学

无机化学是研究除碳氢化合物及其衍生物以外的所有元素及其化合物的学科。其内容包括研究物质的组成、性质、结构和反应，它是化学中最古老的分支学科。至今为止，科学家已发现的元素达 110 种，化合物种数达 1000 多万。无机化学在最近几年里所取得的突出进展主要表现在无机材料化学、生物无机化学方面。此外，无机化学的分支还有配位化学、无机固体化学、有机金属化学等，它们在超导材料、能源、信息、医药等领域有着重要的作用和应用前景。

2. 有机化学

有机化学又称为碳化合物的化学，是研究有机化合物的结构、性质、制备的学科，是化学中极重要的一个分支。有机化合物也称为有机物，其大量存在于自然界中。组成生命体的物质除了水和一些无机盐外绝大部分是有机物。所以有机化学就是确定有机化合物的结构、性质，以便人工合成制备。

例如，20 世纪初至 30 年代，先后确定了单糖、氨基酸、核苷酸、牛胆酸、胆固醇和某些萜类的结构，肽和蛋白质的组成；30~40 年代，确定了一些维生素、甾族激素、多聚糖的结构，完成了一些甾族激素和维生素的结构和合成的研究；40~50 年代，发现了青霉素等一些抗生素，完成了结构测定和合成；50 年代完成了某些甾族化合物和吗啡等生物碱的全合成，催产素等生物活性小肽的合成，确定了胰岛素的化学结构，发现了蛋白质的螺旋结构和 DNA 的双螺旋结构；60 年代完成了胰岛素的全合成和低聚核苷酸的合成；70 年代至 80 年代初，进行了前列腺素、维生素 B₁₂、昆虫信息素激素的全合成，确定了核酸和美登木素的结构并完成了它们的全合成等。有机合成方面主要研究从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，合成了一千多种磺胺类化合物。

由于科学和技术的发展，有机化学与各个学科互相渗透，形成了许多分支边缘学科。比如生物有机化学、物理有机化学、量子有机化学、海洋有机化学等。



3. 分析化学

分析化学是关于研究物质的组成、含量、结构和形态等化学信息的分析方法及理论的一门科学，是化学的一个重要分支。分析化学的主要任务是鉴定物质的化学组成(元素、离子、官能团或化合物)、测定物质的有关组分的含量、确定物质的结构(化学结构、晶体结构、空间分布)和存在形态(价态、配位态、结晶态)及其与物质性质之间的关系等。

确定物质的化学组成称为定性分析；测量试样中各组分的相对含量称为定量分析；表征物质的化学结构、形态、能态称为结构分析。

分析化学的研究对象从单质到复杂的混合物和大分子化合物，从无机物到有机物，从低分子量到高分子量。样品可以是气态、液态和固态，称样质量可由 100g 以上至毫克以下。1931 年 E. 威森伯格提出的残渣测定，只取 $10\mu\text{g}$ 样品，属于超微量分析，所用仪器从试管直到高级仪器(附自动化设备并用电子计算机程序控制、记录和储存)。分析化学以化学基本理论和实验技术为基础，并吸收物理、生物、统计、电子计算机、自动化等方面的知识以充实自身的内容，从而解决科学、技术所提出的各种分析问题。

分析化学不仅广泛应用于化学领域，还在食品、生物、医药、农业、地质、矿物、考古、天文等诸多学科中得到应用。例如，农业生产中，土壤的普查、化肥及农产品的检验；工业生产中，从原料投产到生产过程中每步细节，到产品监测，每个过程都需要分析化学把关。

化学的重要性

化学是一门应用性极强的学科。它保证人类的生存并不断提高人类的生活质量。例如，利用化学生产化肥和农药，以增加粮食产量；利用化学合成药物，以抑制细菌和病毒，保障人体健康；利用化学开发新能源、新材料，以改善人类的生存条件；利用化学综合应用自然资源和保护环境以使人类生活得更加美好。

化学是一门实用的学科，它与数学、物理等学科共同成为自然科学迅猛发展的基础。化学的核心知识已经应用于自然科学的各个区域，化学是改造自然的强大力量的重要支柱。目前，化学家们运用化学的观点来观察和思考社会问题，用化学的知识来分析和解决社会问题，如能源问题、粮食问题、环境问题、健康问题、资源与可持续发展问题等。

化学与其他学科的交叉与渗透，产生了很多边缘学科，如生物化学、地球化学、宇宙化学、海洋化学、大气化学等，使得生物、电子、航天、激光、地质、海洋等科学技术迅猛发展。

当今，化学日益渗透到生活的各个方面，特别是与人类社会密切相关的问题。总之，化学与人类的衣、食、住、行以及能源、信息、材料、国防、环境保护、医药卫生、资源利用等方面都有密切的联系，是一门社会迫切需要的实用学科。

化学的发展

化学是一门实用学科，它与数学、物理学等学科共同成为当代自然科学迅猛发展的基础。化学的核心知识已经应用于自然科学的方方面面，与其他学科相辅相成，构成了创造自然、改造自然的强大力量。21 世纪，化学将朝着更广阔的方向发展。

1. 合成化学

未来化学发展的基础是合成化学的发展, 21 世纪合成化学将进一步向高效率和高选择性发展。新方法、新反应以及新试剂仍将会是未来合成化学研究的热点。手性合成与技术将越来越受到人们的重视。各类催化合成研究将会有更大进展。化学家也将更多地利用细胞来进行物质的合成, 并且相信随着生物工程研究的进展, 通过生物系统合成我们所需要的化合物的目的能够很快实现, 这些将使合成化学呈现出崭新的局面。仿生合成也是一个一直颇受人们关注的热点, 该方面的研究进展将产生高效的模拟酶催化剂, 它们将对合成化学产生重要影响。

2. 基于能量转换的化学反应

太阳能的光电转换虽早已用于卫星, 但大规模、大功率的光电转换材料的化学研究则开始不久。太阳能光解水产生氢燃料的研究, 已经受到更大的重视, 其中催化剂和高效储氢材料是目前研究最多的课题。值得特别提出的是, 关于植物光合反应研究已经取得了一定的突破, 燃料电池的研究也已在一些单位展开并取得进展。随着石油资源的近于枯竭, 近年来对燃烧过程的研究又重新被提到日程上来。细致了解燃烧的机制, 不仅是推动化学发展的需要, 也是充分利用自然资源的关键, 我国现阶段注重研究催化新理论和新技术, 包括手性催化和酶催化等。

3. 绿色化学

绿色化学又称“环境无害化学”、“环境友好化学”、“清洁化学”, 绿色化学是近十年才产生和发展起来的。作为“新化学婴儿”, 它涉及有机合成、催化、生物化学、分析化学等学科, 内容广泛。绿色化学的最大特点是在始端就采用预防污染的科学手段, 因而过程和终端均为零排放或零污染。世界上很多国家已把“化学的绿色化”作为新世纪化学进展的主要方向之一, 主要包括两个方面: 一是原子经济性, 即充分利用反应物中的各个原子, 因而既能充分利用资源, 又能防止污染。原子经济性的概念是 1991 年美国著名有机化学家 Trost(为此他曾获得了 1998 年度的总统绿色化学挑战奖的学术奖)提出的, 用原子利用率衡量反应的原子经济性, 即高效的有机合成应最大限度地利用原料分子的每一个原子, 使之结合到目标分子中, 达到零排放。绿色有机合成应该是原子经济性的, 原子利用率越高, 反应产生的废弃物越少, 对环境造成的污染也越少。其次, 主要体现在减少“三废”排放、可重复使用、可回收利用上, 可以有效实现“省资源、少污染、减成本”的要求; 实现再生, 即变废为宝, 节省资源、能源, 减少污染的有效途径; 在化学过程中拒用一些无法替代, 又无法回收、再生和重复使用的, 有毒副作用及污染作用明显的原料, 这是杜绝污染的最根本方法。

4. 纳米化学与单分子化学

从化学或物理学的角度来看, 纳米级(10^{-9}m)的微粒, 其性能由于表面原子或分子所占的比例超乎寻常地大而变得不同寻常。研究其特殊的光学、电学、催化性质以及特别的量子效应已受到重视。纳米化学的研究进展将大大促进纳米材料的研究与应用。

另一方面, 借助 STM/AFM 和光镊等技术进行单分子化学的研究, 将能观察在单分子层次上的许多不同于宏观的新现象和特异效应, 对这些新现象和新效应的揭示可能会带



来一些科学问题的突破。

5. 复杂体系的组成、结构与功能间关系研究

21 世纪的化学不仅要面对简单体系,还要面对包括生命体系在内的复杂系统。因此,除了研究分子的成键和断键,即研究离子键和共价键那样的强作用力之外,化学还必须考虑复杂体系中的弱相互作用力,如氢键、范德华力等。虽然它们的作用力较弱,但由此却组装成分子聚集体和分子互补体系。这种超分子体系常常具有全新的性能,或者可使通常无法进行的反应得以进行。基于分子识别观点进行设计、合成及组建新的和有各种功能的分子、超分子及纳米材料,将是未来一段时间中化学的重要研究内容。而深入研究控制分子的各种作用力,研究它们的本质并深刻了解分子识别,是一个颇具重大意义也是一个充满挑战的课题。研究分子、分子聚集体的结构以及纳米微粒与各种物理化学性质的关系,特别是分子电子学的研究,在 21 世纪初将会有较大的进展。

6. 物质的表征、鉴定与测试方法

研究反应、设计合成、探讨生命过程、工业过程控制、商品检验等,都离不开对物质的表征、测试、组成与含量测定等。能否发展和建立适合于原子、分子、分子聚集体等不同层次的表征鉴定与测定方法,特别是痕量物质的测定方法,将成为制约化学发展的一大关键。

可以说,上述研究方向的转变,成为 20 世纪末至 21 世纪初我国化学发展的一个显著特点,并将由此引发这一学科自身在各个层次上的变革,同时带动和促进其他学科与技术的共同繁荣和发展。

7. 学科的渗透与交叉

化学向其他学科的渗透趋势在 21 世纪将会更加明显。更多的化学工作者会投身到研究生命、研究材料的队伍中去,并在化学与生物学、化学与材料的交叉领域大有作为。化学必将为解决基因组工程、蛋白质组工程中的问题,以及理解大脑的功能和记忆的本质等重大科学问题做出巨大的贡献。

化学的发展已经并也将会进一步带动和促进其他相关学科的发展,同时其他学科的发展和技术的进步也会反过来推动化学本身的不断前进。化学家已经能够研究单分子中的电子过程与能量转移过程,探讨分子间的作用力和电子的运动。化学家不但能够描述慢过程,亦能跟踪超快过程,而这些研究将有助化学家在更深层次上揭示物质的性质及物质变化的规律。化学家还不断地汲取数学、物理学和其他学科中发展的新理论和新方法,非线性理论和混沌理论等将对多元复杂体系的研究产生影响。例如,随着计算机技术的发展,化学学科与数学方法、计算机技术的结合,形成了化学计量学,以此实现了用计算机模拟化学过程。运用量子力学方法处理分子结构与性能的关系,按照预定性能要求设计新型分子,应用数学方法和计算机确定新型分子的合成路线,使“分子设计”突破了传统的合成方法,化学家开始摆脱纯经验的摸索,为材料科学开辟了新的方向。绿色化学、组合化学、能源化学、天体与地球化学、化学芯片的开发与应用等,都是化学与其他学科交叉、融合的结果,这些交叉领域的研究也将是 21 世纪化学领域研究的亮点。

展望未来,化学的发展是无限广阔的。人类面临的一系列难题,如粮食的缺乏、环境污染、能源不足等问题都需要用化学的知识来解决。化学是至关重要的,它将对人类社会做出巨大的贡献。

第一篇

无机及分析化学

