

高等学校教材

化学 与生活

陈虹锦 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



014011813

高等学校教材

化学与

生活

Huaxue yu Shenghuo

陈虹锦 主编

韩莉 马荔 刘萍 李梅 编



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING



北航

C1699191

818110310

内容提要

本书是由上海交通大学陈虹锦教授主编的通识教育课程大学化学的教材,以现代生活中经常接触到的能源、材料、生活以及环境等方面的各种问题为线索,立足于运用简明的化学原理对这些问题的本质、诱导原因以及发展或治理前景进行了初步的探讨,使学生了解化学学科领域一直以来研究问题的方法以及学科发展的思路。

本书分为能源篇、材料篇、生活篇与环境篇。就化学原理而言,能源篇主要介绍化学热力学基础、电化学、核能以及能量之间的转换;材料篇主要介绍化学键及结构理论和金属、非金属材料;生活篇主要介绍水与溶液中的各种平衡以及基础的有机化学内容;环境篇主要介绍酸碱平衡、沉淀平衡和配位平衡。对于一些相对有难度的理论,以阅读材料展现给读者;另在每章中穿插部分思考题“想一想”及科学家简介,每篇后附有习题。

本书可作为高等学校非化学化工相关专业学生的通识教育课程教材,也可供自学者参考。

图书在版编目(CIP)数据

化学与生活 / 陈虹锦主编. -- 北京:高等教育出版社,2013.10

ISBN 978 - 7 - 04 - 038292 - 1

I. ①化… II. ①陈… 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 199065 号

策划编辑 沈晚晴
插图绘制 宗小梅

责任编辑 沈晚晴
责任校对 窦丽娜

封面设计 李卫青
责任印制 朱学忠

版式设计 马敬茹

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 高教社(天津)印务有限公司
开 本 787mm × 960mm 1/16
印 张 29.25
字 数 530 千字
插 页 1
购书热线 010 - 58581118

咨询电话 400 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landraco.com>
<http://www.landraco.com.cn>
版 次 2013 年 10 月第 1 版
印 次 2013 年 10 月第 1 次印刷
定 价 41.20 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物 料 号 38292 - 00

前言

中国科学院院士、著名化学家徐光宪先生定义化学是一门在原子、分子水平上研究物质的组成、结构、性能、应用以及物质相互之间转化规律的科学。化学不同于基础的数学和物理学学科,它是介于这些基础学科和应用学科(如环境、生物学等学科)之间的一门科学,具有承上启下的作用。由此可见,化学在生活方方面面的存在和作用。

从启动写这本适用于通识教育核心课程的化学教材开始,笔者就一直感觉压力很大,不知从何处着手。综合多年积累的基础化学教学以及基础化学实验教学的体验和感悟,觉得要将几百年来已经定型的一些化学的基本概念以及这些基本概念的教学方法用完全新的体系和思路表达出来真是一件很难的事情,当然,这也是我们编写此教材的目的和随之而来的改革传统基础化学教学方法的意向。通识教育以及涵盖的通识教育课程的教学与教材建设,对于我们做惯了基础课程教学的教师来说是一件很新颖、也很困难的事情,当然,也是值得我们去迎接的一项挑战。

为了达到通识教育的目的,形成新的教学理念和教学方法,同时又期望以一种崭新的方式和面貌向“零起点”(指具备高中化学基础知识)的学生展现化学的“思想者”的形象、化学的广泛的涉猎“技能”以及化学在生命、生活,乃至社会中的“魅力”及伴生的“丑陋”。本教材从与人们生活密切相关的能源、材料、生命与生活及环境几个方面来阐述化学与它们的渊源、联系;然后尝试着用基本的化学原理来解释这些联系的原理及作用效果;同时,达到灌输一定的化学思想和化学学科方法论、包括可以应用化学作为武器来与人们千百年来利用化学造福人类过程中形成的“魔鬼”——各种污染——作斗争的目的。对于涉及的相对比较深奥的化学原理,以阅读材料的形式给读者作概括的介绍以便于读者更好地理解。

从事基础化学课程教学几十年,深深感触到将一本书由薄读到厚容易,再从厚读到薄难。同样,将一门课程讲深了、讲全了相对容易,而在要求不变的前提下要讲浅了、讲简单了、讲活了真难。但正是这么一种过程的锻炼,使教学在前进、教学的模式在探究中更迭、教学的理念在实践中提升,教学的效果在一步步得到提高。我们希望通过不断的努力与探索,使同学利用此教材经过相对短暂的课程学习,了解化学这门学科的大致轮廓、研究方法的思路、与实践、生活的联

系程度。在当今及今后知识高度综合、学科充分交叉的工作环境中一旦遇到(很可能会遇到的!)与化学有关的问题时,能够懂得所遇到的问题在化学学科分支中的位置;能够知道从哪些方面着手查阅资料;能够知道该请教哪方面的专家;最终,能够知道如何着手研究。

通识教育虽然在欧美国家已经开展了一段时间,但是在我国还是教育界的一个崭新的领域,正在摸索和探究阶段。无论是课程建设、教学方法以及教材建设都是一种改革和创新,其中充满着“艺术”。如何提高这类“艺术”课程的质量,需要各方面的共同努力,这是一条充满荆棘但又目标灿烂的艺术之路,需要我们共同携手奋进!

本书能源篇由刘萍和陈虹锦主笔,材料篇由马荔和李梅主笔,生活篇由韩莉主笔,环境篇由陈虹锦主笔。由于水平有限,在编写的过程中会有不足甚至错误,希望得到谅解,并不吝批评指教。

本书受到了南开大学车云霞教授认真细致的审阅,并提出了宝贵的意见,谨在此向车教授致以真挚的感谢和崇高的敬意。

编者

2013.6

族 周期	元素周期表																18		电子层	18族 电子数				
																	0							
1	1 H 氢 1.008 1s ¹	2														2 He 氦 4.002602(2) 1s ²	K	2						
2	3 Li 锂 6.94 2s ¹	4 Be 铍 9.012182(3) 2s ²															5 B 硼 10.81 2s ² 2p ¹	6 C 碳 12.011 2s ² 2p ²	7 N 氮 14.007 2s ² 2p ³	8 O 氧 15.999 2s ² 2p ⁴	9 F 氟 18.9984032(5) 2s ² 2p ⁵	10 Ne 氖 20.1797(6) 2s ² 2p ⁶	L K	8 2
3	11 Na 钠 22.98976928(2) 3s ¹	12 Mg 镁 24.3050(6) 3s ²	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 铝 26.9815386(8) 3s ² 3p ¹	14 Si 硅 28.085 3s ² 3p ²	15 P 磷 30.973762(2) 3s ² 3p ³	16 S 硫 32.06 3s ² 3p ⁴	17 Cl 氯 35.45 3s ² 3p ⁵	18 Ar 氩 39.948(1) 3s ² 3p ⁶	M L K	8 8 2				
4	19 K 钾 39.0983(1) 4s ¹	20 Ca 钙 40.078(4) 4s ²	21 Sc 钪 44.955912(6) 3d ¹ 4s ²	22 Ti 钛 47.867(1) 3d ² 4s ²	23 V 钒 50.9415(1) 3d ³ 4s ²	24 Cr 铬 51.9961(6) 3d ⁵ 4s ¹	25 Mn 锰 54.938045(5) 3d ⁵ 4s ²	26 Fe 铁 55.845(2) 3d ⁶ 4s ²	27 Co 钴 58.933195(5) 3d ⁷ 4s ²	28 Ni 镍 58.6934(4) 3d ⁸ 4s ²	29 Cu 铜 63.546(3) 3d ¹⁰ 4s ¹	30 Zn 锌 65.38(2) 3d ¹⁰ 4s ²	31 Ga 镓 69.723(1) 4s ² 4p ¹	32 Ge 锗 72.63(1) 4s ² 4p ²	33 As 砷 74.92160(2) 4s ² 4p ³	34 Se 硒 78.96(3) 4s ² 4p ⁴	35 Br 溴 79.904(1) 4s ² 4p ⁵	36 Kr 氪 83.798(2) 4s ² 4p ⁶	N M L K	8 18 8 2				
5	37 Rb 铷 85.4678(3) 5s ¹	38 Sr 锶 87.62(1) 5s ²	39 Y 钇 88.90585(2) 4d ¹ 5s ²	40 Zr 锆 91.224(2) 4d ² 5s ²	41 Nb 铌 92.90638(2) 4d ⁴ 5s ¹	42 Mo 钼 95.96(2) 4d ⁵ 5s ¹	43 Tc 锝 (98) 4d ⁵ 5s ²	44 Ru 钌 101.07(2) 4d ⁷ 5s ¹	45 Rh 铑 102.90550(2) 4d ⁸ 5s ¹	46 Pd 钯 106.42(1) 4d ¹⁰	47 Ag 银 107.8682(2) 4d ¹⁰ 5s ¹	48 Cd 镉 112.411(8) 4d ¹⁰ 5s ²	49 In 铟 114.818(3) 5s ² 5p ¹	50 Sn 锡 118.710(7) 5s ² 5p ²	51 Sb 锑 121.760(1) 5s ² 5p ³	52 Te 碲 127.60(3) 5s ² 5p ⁴	53 I 碘 126.90447(3) 5s ² 5p ⁵	54 Xe 氙 131.293(6) 5s ² 5p ⁶	O N M L K	8 18 18 8 2				
6	55 Cs 铯 132.9054519(2) 6s ¹	56 Ba 钡 137.327(7) 6s ²	57-71 La-Lu 镧系	72 Hf 铪 178.49(2) 5d ² 6s ²	73 Ta 钽 180.94788(2) 5d ³ 6s ²	74 W 钨 183.84(1) 5d ⁴ 6s ²	75 Re 铼 186.207(1) 5d ⁵ 6s ²	76 Os 锇 190.23(3) 5d ⁶ 6s ²	77 Ir 铱 192.217(3) 5d ⁷ 6s ²	78 Pt 铂 195.084(9) 5d ⁹ 6s ¹	79 Au 金 196.966569(4) 5d ¹⁰ 6s ¹	80 Hg 汞 200.59(2) 5d ¹⁰ 6s ²	81 Tl 铊 204.38 6s ² 6p ¹	82 Pb 铅 207.2(1) 6s ² 6p ²	83 Bi 铋 208.98040(1) 6s ² 6p ³	84 Po 钋 (209) 6s ² 6p ⁴	85 At 砹 (210) 6s ² 6p ⁵	86 Rn 氡 (222) 6s ² 6p ⁶	P O N M L K	8 18 32 18 8 2				
7	87 Fr 钫 (223) 7s ¹	88 Ra 镭 (226) 7s ²	89-103 Ac-Lr 锕系	104 Rf 钨 (265) (6d ² 7s ²)	105 Db 铪 (268) (6d ³ 7s ²)	106 Sg 钽 (271)	107 Bh 钨 (270)	108 Hs 锇 (277)	109 Mt 铱 (276)	110 Ds 铂 (281)	111 Rg 金 (280)	112 Uub 汞 (285)	113 Uut 铊 (284)	114 Fl 铅 (289)	115 Uup 铋 (288)	116 Lv 钋 (293)		118 Uuo 氡 (294)	Q P O N M L K	8 18 32 32 18 8 2				

原子序数

元素符号

元素名称

(注*的是人造元素)

19

K

钾

39.0983(1)

39

40

41

稳定同位素的质量数

(底线指丰度最大的同位素)

放射性同位素的质量数

4s¹

外围电子的构型

(括号指可能的构型)

相对原子质量

(括号内数据为放射性元素最长寿命同位素的质量数)

金属

稀有气体

非金属

过渡元素

注:

1. 相对原子质量参考自2009年国际相对原子质量表, 以¹²C=12为基准, 元素的相对原子质量末位数的准确度加注在其后括弧内。

2. 商品Li的相对原子质量范围为6.939-6.996。

3. 稳定元素列有天然丰度的同位素; 天然放射性元素和人造元素同位素的选列与国际相对原子质量标的有关文献一致。

镧系	57 La 镧 138.90547(7) 5d ¹ 6s ²	58 Ce 铈 140.116(1) 4f ¹ 5d ¹ 6s ²	59 Pr 镨 140.90765(2) 4f ³ 6s ²	60 Nd 钕 144.242(3) 4f ⁴ 6s ²	61 Pm 钷 (145) 4f ⁵ 6s ²	62 Sm 钐 150.36(2) 4f ⁶ 6s ²	63 Eu 铕 151.964(1) 4f ⁷ 6s ²	64 Gd 钆 157.25(3) 4f ⁷ 5d ¹ 6s ²	65 Tb 铽 158.92535(2) 4f ⁹ 6s ²	66 Dy 镝 162.500(1) 4f ¹⁰ 6s ²	67 Ho 钬 164.93032(2) 4f ¹¹ 6s ²	68 Er 铒 167.259(3) 4f ¹² 6s ²	69 Tm 铥 168.93421(2) 4f ¹³ 6s ²	70 Yb 镱 173.054(5) 4f ¹⁴ 6s ²	71 Lu 镥 174.9668(1) 4f ¹⁴ 5d ¹ 6s ²
锕系	89 Ac 锕 (227) 6d ¹ 7s ²	90 Th 钍 232.03806(2) 6d ² 7s ²	91 Pa 镤 231.03588(2) 5f ² 6d ¹ 7s ²	92 U 铀 238.02891(3) 5f ³ 6d ¹ 7s ²	93 Np 镎 (237) 5f ⁴ 6d ¹ 7s ²	94 Pu 钚 (244) 5f ⁶ 7s ²	95 Am 镅 (243) 5f ⁷ 7s ²	96 Cm 锔 (247) 5f ⁷ 6d ¹ 7s ²	97 Bk 锫 (247) 5f ⁹ 7s ²	98 Cf 锿 (251) 5f ¹⁰ 7s ²	99 Es 镱 (252) 5f ¹¹ 7s ²	100 Fm 镆 (257) 5f ¹² 7s ²	101 Md 钔 (258) 5f ¹³ 7s ²	102 No 锘 (259) 5f ¹⁴ 7s ²	103 Lr 铹 (262) 5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ²

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010) 58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010) 82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120



北航

C1699191

80	.....	.....	.....
70	.....	.....	.....
17	.....	.....	.....
17	.....	.....	.....
73	.....	.....	.....
73	.....	.....	.....
绪论	化学的昨天、今天和明天	.....	1
77	.....	.....	.....
87	.....	.....	.....
	第一篇 能 源 篇		
	第一章 现代文明社会的动力	.....	33
88	1.1 我们身边的能源	.....	33
88	阅读 1-1 能量的本质	.....	33
88	1.2 能量在系统与环境之间的转换	.....	35
88	阅读 1-2 热力学第一定律	.....	36
88	1.3 燃料中的能量藏在哪里	.....	37
101	阅读 1-3 化学反应的反应热	.....	40
101	1.4 藏在化学键中的能量	.....	41
83	1.5 化学反应的反应热的计算	.....	43
82	阅读 1-4 盖斯定律	.....	45
88	1.6 什么样的化学反应可以自发进行	.....	47
88	阅读 1-5 热力学第二定律和第三定律	.....	49
103	1.7 化学反应自发进行的判据	.....	51
	阅读 1-6 非标准态下的吉布斯自由能变的求解	.....	56
17	1.8 化学反应的决定因素之一——反应能垒	.....	57
17	阅读 1-7 活化能和化学反应速率	.....	59
	第二章 可以转化成电能的化学能	.....	61
81	2.1 电池的来历	.....	61
101	2.2 能做电功的化学反应——氧化还原反应	.....	62
101	2.3 怎样设计一个电池	.....	63
101	2.4 原电池	.....	65
133	2.4.1 原电池的基本组成	.....	65
83	阅读 2-1 原电池的表示方式——电池符号	.....	66
101	2.4.2 原电池的电动势	.....	67
130	2.4.3 标准态及标准态下的电池电动势	.....	68

阅读 2-2 标准氢电极与标准电极电势	68
2.4.4 标准电动势与氧化还原反应的标准平衡常数的关系	70
2.5 生活中常见的电池	71
2.5.1 干电池和液体电池	71
阅读 2-3 非标准态下原电池电动势的计算——能斯特方程	72
2.5.2 可充电电池	75
2.5.3 燃料电池	76
2.6 实用的电化学工艺	77
2.6.1 电解	78
2.6.2 电镀	80
2.7 不希望发生的电化学反应	82
2.7.1 腐蚀	82
2.7.2 防腐	83
第三章 取之不尽、用之不竭的新能源	86
3.1 太阳能利用的现状和展望	86
3.2 核能	91
3.2.1 核裂变发电	91
阅读 3-1 化学反应的机理与速率	93
阅读 3-2 化学反应速率方程	95
3.2.2 核聚变能发电	96
3.3 其他能源	98
能源篇习题	103
第二篇 材 料 篇	
第四章 千姿百态的金属及其合金材料	117
4.1 金属的通性	117
4.1.1 金属的钝化	118
4.1.2 合金及其性质	118
阅读 4-1 合金的性质	119
4.2 航天材料铝和钛	120
4.2.1 铝及铝合金	120
阅读 4-2 金属键理论和金属性质的关系	122
4.2.2 航天领域的“新宠”——钛及钛合金	123
4.3 探究铝原子和钛原子的原子结构	126
4.3.1 原子的组成	126

4.3.2 核外电子的运动方式	127
4.3.3 微观粒子的波粒二象性	129
4.3.4 核外电子的运动方式及波函数	130
阅读 4-3 描述核外电子运动的四个量子数	131
4.3.5 核外电子的排布	133
4.4 金属元素的通论	136
4.4.1 核外电子排布和周期律	137
阅读 4-4 原子参数的周期性变化规律	138
4.4.2 金属的存在和分类	143
4.5 对元素周期表的再思考	152
4.6 自然界中金属的存在形式及主要原因	153
4.6.1 钠和氯怎样结合在一起	154
阅读 4-5 金属离子与非金属离子的“黏合剂”——离子键	155
4.6.2 离子晶体的特点	156
阅读 4-6 简单离子晶体中离子的排布方式与离子半径的关系	157
第五章 古老而又充满生机的无机非金属材料	159
5.1 利用太阳能的材料——硅	159
5.1.1 共价键是如何形成的	161
阅读 5-1 共价键的成键要素	163
5.1.2 硅为什么是半导体	165
阅读 5-2 金属键的能带理论	166
5.2 古老又年轻的碳材料	167
阅读 5-3 杂化轨道的组成与分子空间结构的关系	172
5.3 非金属的性质	175
5.3.1 非金属的化学性质	175
5.3.2 性质特殊的氢	176
5.4 无机非金属材料简介	178
5.4.1 用途广泛的陶瓷材料	178
5.4.2 吸光材料	181
阅读 5-4 研究晶体结构的基本方法——X 射线衍射(XRD)原理简介	183
5.5 材料的尺度和特殊性质——纳米材料	184
第六章 生活在聚合物的世界里	188
6.1 棉和丝给人们的启示	188
阅读 6-1 纤维素的结构	189
阅读 6-2 分子间作用力	191

6.2 你认识这些聚合物吗	194
阅读 6-3 聚合反应的机理	197
6.3 聚合物从哪里来	199
6.4 聚合物的性质与功能	203
6.4.1 聚合物的分子链	203
6.4.2 橡胶的弹性从哪里来	205
6.4.3 塑料的性质	207
6.5 在聚合物的世界里创造低碳生活	210
材料篇习题	213

第三篇 生活篇

第七章 生存依赖饮食	223
7.1 食品中的能量	223
7.1.1 糖类	223
阅读 7-1 淀粉的化学结构	224
7.1.2 糖类的甜味	225
7.2 美味的菜肴和水果的作用	228
7.2.1 从蛋白质到氨基酸	228
阅读 7-2 酶的催化机理简介	228
阅读 7-3 蛋白质的结构	231
7.2.2 脂类	233
阅读 7-4 从油脂到肥皂	236
7.2.3 无机盐	236
阅读 7-5 血红蛋白的作用机理	237
7.2.4 维生素	240
阅读 7-6 视觉的起点	244
7.3 食品添加剂	247
7.3.1 食品用色素	247
7.3.2 甜味剂	249
阅读 7-7 产生甜味的沙氏理论	249
7.3.3 怎样使我们的食品保存得更久些	250
7.3.4 咖啡伴侣	251
阅读 7-8 烯烃的结构和亲电加成机理	252
7.4 化学与农业	254
7.4.1 农药	254

7.4.2 植物生长调节剂	258
7.4.3 农药和植物生长调节剂的危害	260
第八章 健康需要药物支持	262
8.1 药物的作用方式	262
8.1.1 特异性药物	262
8.1.2 非特异性药物	264
8.2 药物的发展	265
8.2.1 天然药物	265
8.2.2 微生物发酵药物	267
8.2.3 合成药物	269
阅读 8-1 酯化反应	271
8.2.4 转基因药物	272
8.3 直接作用于基因的新型药物举例	273
8.3.1 限制逆转录药物	273
阅读 8-2 核酸的结构及生理作用	275
8.3.2 反义药物	280
8.3.3 癌症治疗和基因导向药物	280
阅读 8-3 一级反应及其药物的代谢	282
8.4 药物滥用的危害	284
阅读 8-4 分子的异构问题	285
8.4.1 滥用抗生素	288
8.4.2 毒品	288
阅读 8-5 化学与精神生活	292
8.4.3 兴奋剂	294
阅读 8-6 固醇类分子介绍	295
第九章 锦上添花的日用品	299
9.1 给你一个干净的世界	299
9.1.1 衣物洗涤剂	299
阅读 9-1 表面活性剂的结构和性质	301
9.1.2 厨房洗涤剂	303
9.1.3 洗发用品	303
9.2 满足感官的护肤品和化妆品	304
9.2.1 护肤品	304
9.2.2 毛发用化妆品	305
9.3 满足视觉的色彩	307
阅读 9-2 有机化合物的颜色与结构	309

9.4 满足嗅觉的香味	312
阅读 9-3 有机化合物的官能团及重要性	318
9.5 美化居室而不是作茧自缚	320
阅读 9-4 芳香类化合物的亲电取代	321
第十章 神奇的水与生命、生活	324
10.1 生命离不开水	324
10.1.1 水的特殊结构	324
10.1.2 水为生命提供了温和舒适的生存环境	325
10.1.3 水为生命温暖过冬提供了条件	325
阅读 10-1 不同温度下水的密度	326
10.1.4 水良好的溶剂	327
阅读 10-2 酸碱缓冲溶液以及缓冲原理	328
10.2 水与生活	330
10.2.1 植物叶子的自净化作用	330
阅读 10-3 表面张力和润湿现象	331
阅读 10-4 表面活性剂的润湿和增溶作用	331
10.2.2 生活中常见的毛细现象	332
阅读 10-5 毛细现象	332
10.2.3 天气预报里的化学问题	333
10.2.4 水的饱和蒸气压	334
10.2.5 在青藏高原上煮鸡蛋	335
阅读 10-6 水的相图	336
10.2.6 稀溶液的依数性——沸点升高,凝固点降低	337
阅读 10-7 稀溶液的蒸气压	338
10.2.7 稀溶液的依数性——渗透压	338
生活篇习题	342
第四篇 环 境 篇	
第十一章 我们天天沐浴的大气	353
11.1 光化学烟雾	353
11.2 臭氧空洞	356
11.2.1 大气层的构造	356
阅读 11-1 等离子	357
11.2.2 臭氧空洞的形成机制	358
11.2.3 物质的“量”的重要性	360

阅读 11-2 定量分析	361
11.3 酸雨	362
11.3.1 我国的酸雨状况	362
11.3.2 酸雨的形成机制	364
11.3.3 物质的酸碱性	364
阅读 11-3 酸碱溶液 pH 的计算	366
11.4 温室效应	368
阅读 11-4 光的激发、跃迁波长与能量	369
11.5 汽车尾气及其治理	370
阅读 11-5 催化剂及催化原理	371
阅读 11-6 均相催化与多相催化	374
第十二章 水与我们的生存及环境	377
12.1 天然水的组成和水质特征	377
12.1.1 天然水的组成	377
12.1.2 水质与水质指标	378
阅读 12-1 水溶液及分散体系	378
12.2 水体富营养化	380
12.3 我国淡水资源以及饮用水的状况	381
12.4 水体的金属离子污染	382
12.4.1 镉污染	382
12.4.2 汞污染	383
12.4.3 铅污染	383
12.4.4 铬污染	384
12.5 金属与水体中其他物质的作用	385
阅读 12-2 配位化合物	386
12.6 水体的有机物污染	390
12.7 还地球清澈的水环境	392
12.7.1 污水的治理	392
阅读 12-3 沉淀和沉淀平衡及移动	395
12.7.2 水的净化方法	400
阅读 12-4 软硬酸碱理论	404
第十三章 大地与人类的渊源	406
13.1 土壤的特点	407
阅读 胶体的性质、电荷和结构	407
13.1.1 土壤中的胶体物质对环境的影响	409

13.1.2 土壤环境中的化学平衡体系	410
13.2 土壤的重金属污染	413
13.2.1 土壤重金属污染的基本特征	413
13.2.2 重金属镉、铅中毒事件	414
13.3 土壤农药污染事件	416
13.4 土壤污染及治理	417
13.4.1 土壤重金属污染的防治	417
13.4.2 土壤化学农药污染的防治	420
环境篇习题	425
附录	431
附录1 常用重要的物理常数	431
附录2 常用的单位换算关系	431
附录3 常见物质的 $\Delta_f H_m^\ominus$ 、 $\Delta_f G_m^\ominus$ 和 $S_m^\ominus$ (298.15 K)	432
附录4 弱酸和弱碱在水中的解离常数	437
附录5 常见难溶电解质的溶度积 K_{sp} (291.15 K)	439
附录6 标准电极电势(298.15 K)	440
附录7 常见配离子的稳定常数 K_f	443
附录8 常见阳离子系统分析	443
附录9 诺贝尔化学奖统计	445
参考文献	450

绪论 化学的昨天、今天和明天

一、什么是化学

我国著名化学家,2008 年国家最高科学技术奖获得者徐光宪院士将化学定义拓展如下:化学是一门在原子、分子水平上研究物质的组成、结构、性能、应用以及物质相互之间转化规律的科学,是自然科学的基础学科之一。化学的研究包罗万象,从星际空间中的元素分布、生命的进化,到地下深处矿物的生成和利用,无一不是。同时,化学物质及化学反应包含在生命和生活的各个方面。

1. 化学研究的层次

21 世纪的化学是研究泛分子的科学^①,泛分子是泛指 21 世纪化学的研究对象,它可以分为以下 10 个层次。

① 原子层次——例如近来受到重视的碱金属原子的玻色-爱因斯坦(Bose-Einstein)凝聚态(物质的一种奇特状态,处于这种状态的大量原子的行为像单个原子一样)。

② 分子片层次——分子片是指组成分子的碎片。例如:一价分子片 CH_3 、 OH 、 $\text{Mn}(\text{CO})_5$ 、 $\text{Co}(\text{CO})_4$;二价分子片 CH_2 、 NH 、 $\text{Fe}(\text{CO})_4$ 、 $\text{Ru}(\text{PR}_3)_4$;三价分子片 CH 、 $\text{Co}(\text{CO})_3$ 、 NiCp 等。

③ 结构单元层次——例如芳香化合物的母核,高聚物的单体,蛋白质的氨基酸,DNA 的脱氧核苷酸 A、C、G、T 等结构单元,蛋白质的 α 螺旋、 β 折叠结构等。

④ 分子层次——例如分子周期律,单分子光谱,单分子监测和控制,分子的激发态、吸附态等。

⑤ 超分子层次——超分子是两个分子通过非共价键的分子间作用力结合起来的物质粒子。例如环糊精(γ -CD)是一个分子,形似花盆,它的尺度略大于 C_{60} 的直径,可以把 C_{60} 包进去,生成 1:1 和 2:1 的超分子。艾滋病毒 HIV 是一个生物大分子,其活性部位形似环糊精,大小与 C_{60} 十分接近,它们可以形成超分子。因此, C_{60} 可以抑制艾滋病毒 HIV。

^① 徐光宪. 21 世纪的化学是研究泛分子的科学[J]. 中国科学基金,2002,16(2):70-76.

⑥ 高分子层次。

⑦ 生物分子(biomolecules)和活分子层次。

⑧ 纳米分子和纳米聚集体层次——例如碳纳米管、纳米金属、微乳、胶束、反胶束、气溶胶、纳米微孔结构、纳米厚度的膜、固体表面的有序膜、单分子分散膜等。

⑨ 原子和分子的宏观聚集体层次——例如固体、液体、气体、等离子体、溶液、熔融体、胶体、表面、界面等。

⑩ 复杂分子体系及其组装体的层次:复合和杂化分子材料;分子器件,例如在金丝尖端装上经过巯基化修饰的单层碳纳米管(SWCNT),可以作为扫描隧道显微镜(STM)的针尖,又如分子导线、分子开关、分子探针、分子芯片、分子晶体管等。

2. 化学的地位和作用

化学是人们认识世界、改造世界的最重要的科学工具之一。人们的各种科学研究、生产活动乃至日常生活,都时时刻刻地要和化学打交道。化学为人类的生活及其他学科的发展提供了必需的物质基础。与其他学科相比,化学与工业、农业、国防等学科的联系更直接;与人类的生活关系更密切;开发资源、研制新材料、治疗疾病、保护环境、加强国防、提高人类生活水平等都离不开化学科学。

如果认真观察周围的世界,可以发现,色泽鲜艳的衣料需要经过化学处理和印染,丰富多彩的合成纤维制品琳琅满目。化肥、农药、植物生长激素和除草剂等化学新产品的不断开发促进了农产品的丰收,满足了人类对食品的需求。现代建筑所用的水泥、油漆、玻璃和塑料等材料也是化工产品,而制冷(制冷剂)和供暖(燃烧燃料)无一不是化学反应的结果。用以代步的各种现代交通工具,不仅需要汽油、柴油作动力,还需要各种汽油添加剂、防冻剂,以及机械部分的润滑剂,再加上金属部件和油漆,都无一不是石油化工产品。人们需要的药品、洗涤剂 and 化妆品等日常生活用品也大都是化学制剂。总之,人类的衣、食、住、行无不与化学有关,可以说我们生活在化学世界里。

而在未来,化学家也将努力解决人类的食品问题。未来的食品将不仅仅要满足人类生存的需要,还要在提高人类生存质量、健康水平和身体素质方面发挥作用。除确定可实现动植物的营养价值外,用化学方法研究有预防性药理作用的成分,包括无营养价值但有活性的成分,显然是重要的。利用化学和生物的方法增加动植物食品的防病有效成分,提供安全并且有预防疾病作用的食物和食品添加剂,改进食品储存、加工方法,以减少不安全因素,保留有益成分等,都是化学工作者要研究的重要内容。