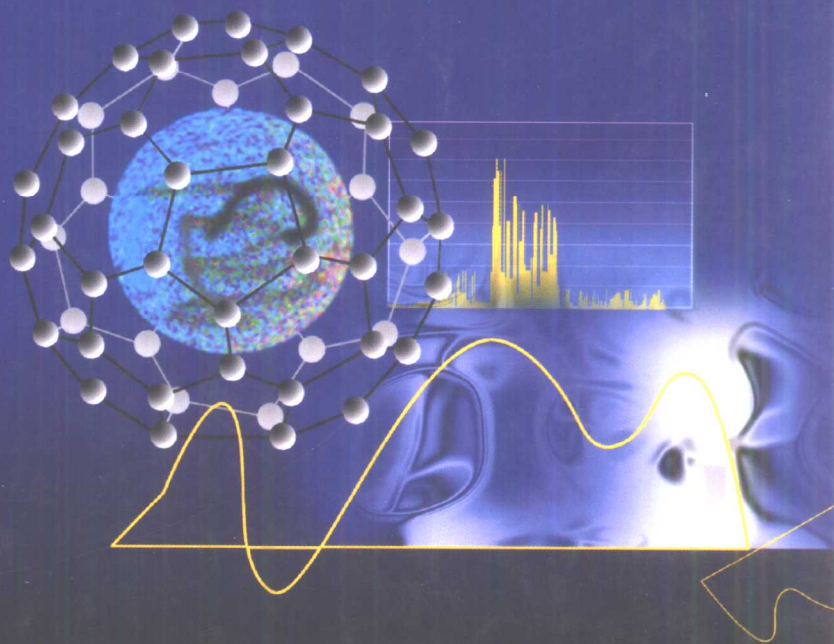


高等学校素质教育教材

化学与环保

Chemistry and Environmental Protection

主 编 王东冬
副主编 任丽萍 赵继红



中国农业大学出版社

00163

高等学校素质教育教材

化 学 与 环 保

Chemistry and Environmental Protection

主 编 王东冬

副主编 任丽萍 赵继红

中国农业大学出版社

F1086/23

图书在版编目(CIP)数据

化学与环保/王东冬主编 —北京:中国农业大学出版社,2000.9

ISBN 7-81066-248-1/X·2

I. 化… II. 王… III. 环境化学-高等学校-教材 IV. X13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 48547 号

责任编辑 任丽萍

封面设计 王 伟

出版 中国农业大学出版社

发行 新华书店

印刷 山东省莱芜市印刷厂

版次 2000 年 9 月第 1 版

印次 2000 年 9 月第 1 次印刷

开本 16 印张 19.5 千字 353

规格 787×980

印数 1~5050

定价 25.00 元

主 编 王东冬
副主编 任丽萍 赵继红
参 编 吕 琴 张春荣 耿绍旺

前 言

本书是为适应二十一世纪高等教育的发展,培养具有较高综合素质人才的需要,为过去不开设化学及相关课程的计算机、信息管理等理工科专业、法律、统计等文管类专业、建筑和工业设计及服装设计等艺术类专业学生学习基础自然科学和环境知识而编写的综合知识教材。

本书以基本化学知识及理论为主线,密切联系全球关注的环境、能源、信息、材料和生命科学等热点问题,特别是人类生存环境问题进行选材和阐述,目的是使学生将抽象的自然科学基础理论与实际生产生活 and 生存问题联系起来,提高非化学专业学生学习自然科学的兴趣,开拓视野,增强环境意识,加强社会责任感和使命感,培养新型综合型人才。

全书共九章,既保持化学知识本身的系统性,又兼顾与环境知识的联系,以现行中学必修化学和物理及生物知识为基础,由浅入深,循序渐进,逐步充实和提高学生的化学和环保知识。为方便教师教学,本书编著者目前正在编写本书的电子教案和习题详解。

参加本书编写的有北京化工大学耿绍旺(第四章)、北方工业大学赵继红(第一、二、三章)、王东冬(绪论、第六章、第八章)、中国农业大学张春荣(第九章和第五章第六节)、吕苏琴(第五章第一~五节)、任丽萍(第七章)。

本书在编写过程中参考了许多前辈和同行的成果和著作,在此表示衷心感谢。

由于时间仓促,作者水平有限,疏漏之处在所难免,恳请各位老师和广大同学予以指正,以便在本书再版时加以订正。

编 者

2000 年 8 月

元素周期表

周期	I A	II A	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII	IX	X	I B	II B	III A	IV A	V A	VI A	VII A	0
1	H 氢 1 1.00794(7)																	He 氦 2 4.002602(2)
2	Li 锂 3 6.941(2)	Be 铍 4 9.012182(3)											B 硼 5 10.811(7)	C 碳 6 12.0107(8)	N 氮 7 14.00642(7)	O 氧 8 15.9994(3)	F 氟 9 18.9984032(5)	Ne 氖 10 20.1797(6)
3	Na 钠 11 22.989769(2)	Mg 镁 12 24.3050(6)											Al 铝 13 26.981538(2)	Si 硅 14 28.0855(3)	P 磷 15 30.973761(2)	S 硫 16 32.066(6)	Cl 氯 17 35.4527(9)	Ar 氩 18 39.948(1)
4	K 钾 19 39.0983(1)	Ca 钙 20 40.078(4)	Sc 钪 21 44.955910(8)	Ti 钛 22 47.867(1)	V 钒 23 50.9415(1)	Cr 铬 24 51.9961(6)	Mn 锰 25 54.938049(9)	Fe 铁 26 55.845(2)	Co 钴 27 58.933200(9)	Ni 镍 28 58.6934(2)	Cu 铜 29 63.546(3)	Zn 锌 30 65.39(2)	Ga 镓 31 69.723(1)	Ge 锗 32 72.61(2)	As 砷 33 74.92160(2)	Se 硒 34 78.96(3)	Br 溴 35 79.904(1)	Kr 氪 36 83.80(1)
5	Rb 铷 37 85.4678(3)	Sr 锶 38 87.62(1)	Y 钇 39 88.90585(2)	Zr 锆 40 91.224(2)	Nb 铌 41 92.90638(2)	Mo 钼 42 95.94(1)	Tc 锝 43 101.07(2)	Ru 钌 44 101.07(2)	Rh 铑 45 102.90550(2)	Pd 钯 46 106.42(1)	Ag 银 47 107.8682(2)	Cd 镉 48 112.411(8)	In 铟 49 114.818(3)	Sn 锡 50 118.710(7)	Sb 锑 51 121.760(1)	Te 碲 52 127.60(3)	I 碘 53 126.90447(3)	Xe 氙 54 131.29(2)
6	Cs 铯 55 132.90545(2)	Ba 钡 56 137.327(7)	La-Lu 镧系 57-71	Hf 铪 72 178.49(2)	Ta 钽 73 180.9479(1)	W 钨 74 183.84(1)	Re 铼 75 186.207(1)	Os 锇 76 190.23(3)	Ir 铱 77 192.223(3)	Pt 铂 78 195.078(2)	Au 金 79 196.96655(2)	Hg 汞 80 200.59(2)	Tl 铊 81 204.3833(2)	Pb 铅 82 207.2(1)	Bi 铋 83 208.98038(2)	Po 钋 84 209	At 砹 85 210	Rn 氡 86 222
7	Fr 钫 87 223	Ra 镭 88 226	Ac-Lr 锕系 89-103	Rf 钨 104 (6d ² 7s ²)	Db 钨 105 (6d ³ 7s ²)	Sg 钨 106 (6d ⁴ 7s ²)	Bh 钨 107 (6d ⁵ 7s ²)	Hs 钨 108 (6d ⁶ 7s ²)	Mt 钨 109 (6d ⁷ 7s ²)	Uun 钨 110 (6d ⁸ 7s ²)	Uuu 钨 111 (6d ⁹ 7s ²)	Uub 钨 112 (6d ¹⁰ 7s ²)						

元素名称
注*的是人造元素

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

元素名称
注*的是人造元素

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

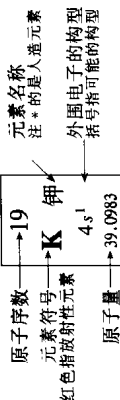
原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾
红色指放射性元素
原子量→39.0983

原子序数→19
元素符号→K 钾

注:

- 原子量源自 1997 年国际原子量表, 以 $^{12}\text{C} = 12$ 为基准。原子量未位数的准确度加注在其后括号内。
- 商品 Li 的原子量范围为 6.94—6.99。



57	La 57 138.905(2)	58	Ce 58 140.116(1)	59	Pr 59 140.90765(2)	60	Nd 60 144.24(3)	61	Pm 61 144.9128(2)	62	Sm 62 150.36(3)	63	Eu 63 151.964(1)	64	Gd 64 157.25(3)	65	Tb 65 158.92547(2)	66	Dy 66 162.50(3)	67	Ho 67 164.93032(2)	68	Er 68 167.25(3)	69	Tm 69 168.93421(2)	70	Yb 70 173.04(3)	71	Lu 71 174.967(1)
89	Ac 89 227.03372(1)	90	Th 90 232.03772(1)	91	Pa 91 231.036888(2)	92	U 92 238.02891(3)	93	Np 93 237.048173(3)	94	Pu 94 244.06422(3)	95	Am 95 243.061371(3)	96	Cm 96 247.07631(3)	97	Bk 97 247.071251(3)	98	Cf 98 251.0833(2)	99	Es 99 252.083(2)	100	Fm 100 257.10(3)	101	Md 101 (5f ⁷ 7s ²)	102	No 102 (5f ¹⁴ 7s ²)	103	Lr 103 (5f ¹⁴ 7s ²)

元素周期表

周期	I A	II A
1	H 氢 1s ¹ 1.00794(7)	He 氦 1s ² 4.002602(2)
2	Li 锂 2s ¹ 6.941(2)	Be 铍 2s ² 9.012182(3)
3	Na 钠 3s ¹ 22.989769(2)	Mg 镁 3s ² 24.3040(6)
4	K 钾 4s ¹ 39.0983(1)	Ca 钙 4s ² 40.078(4)
5	Rb 铷 5s ¹ 85.4678(3)	Sr 锶 5s ² 87.62(1)
6	Cs 铯 6s ¹ 132.90545(2)	Ba 钡 6s ² 137.327(7)
7	Fr 钫 7s ¹	Ra 镭 7s ²

注:

- 元素名称
注: * 的是人造元素
- 原子序数 → 19
元素符号 → K 钾
红色指放射性元素
原子量 → 39.0983
1. 原子量取自 1997 年国际原子量表, 以 $^{12}\text{C} = 12$ 为基准。原子量未位数的准确度加注在其后括号内。
2. 商品 Li 的原子量范围为 6.94—6.99。

III A	IV A	V A	VI A	VII A	0 中子数
5 B 硼 2s ² 2p ¹ 10.811(7)	6 C 碳 2s ² 2p ² 12.01078(8)	7 N 氮 2s ² 2p ³ 14.00643(4)	8 O 氧 2s ² 2p ⁴ 15.9994(3)	9 F 氟 2s ² 2p ⁵ 18.9984032(3)	2 He 氦 1s ² 4.002602(2)
13 Al 铝 3s ² 3p ¹ 26.981538(2)	14 Si 硅 3s ² 3p ² 28.0855(3)	15 P 磷 3s ² 3p ³ 30.973761(2)	16 S 硫 3s ² 3p ⁴ 32.066(6)	17 Cl 氯 3s ² 3p ⁵ 35.4527(9)	18 Ar 氩 3s ² 3p ⁶ 39.948(1)
31 Ga 镓 4s ² 4p ¹ 69.723(1)	32 Ge 锗 4s ² 4p ² 72.61(2)	33 As 砷 4s ² 4p ³ 74.92160(2)	34 Se 硒 4s ² 4p ⁴ 78.96(3)	35 Br 溴 4s ² 4p ⁵ 79.904(1)	36 Kr 氪 4s ² 4p ⁶ 83.80(1)
49 In 铟 5s ² 5p ¹ 114.818(3)	50 Sn 锡 5s ² 5p ² 118.710(7)	51 Sb 锑 5s ² 5p ³ 121.760(1)	52 Te 碲 5s ² 5p ⁴ 127.60(3)	53 I 碘 5s ² 5p ⁵ 126.90447(3)	54 Xe 氙 5s ² 5p ⁶ 131.29(2)
81 Tl 铊 6s ² 6p ¹ 204.3833(2)	82 Pb 铅 6s ² 6p ² 207.2(1)	83 Bi 铋 6s ² 6p ³ 208.98038(2)	84 Po 钋 6s ² 6p ⁴	85 At 砹 6s ² 6p ⁵	86 Rn 氡 6s ² 6p ⁶
112 *Uub	111 *Uuu	110 *Uun	109 *Mt	108 *Hs	107 *Bh
106 *Sg	105 *Db	104 *Rf	103 *Nh	102 *Fl	101 *Ds
100 *Ds	99 *Es	98 *Cf	97 *Bk	96 *Cm	95 *Am
94 *Pu	93 *Np	92 *U	91 *Pa	90 *Th	89 *Ac
88 *Ra	87 *Fr	86 *Rn	85 *At	84 *Po	83 *Bi
82 *Pb	81 *Tl	80 *Hg	79 *Au	78 *Pt	77 *Ir
76 *Os	75 *Re	74 *W	73 *Ta	72 *Hf	71 *La-Lu
70 *Yb	69 *Tm	68 *Er	67 *Ho	66 *Dy	65 *Tb
64 *Gd	63 *Eu	62 *Sm	61 *Pm	60 *Nd	59 *Pr
58 *Ce	57 *La	56 *Ba	55 *Cs	54 *Xe	53 *I
52 *Te	51 *Sb	50 *Sn	49 *In	48 *Cd	47 *Ag
46 *Pd	45 *Rh	44 *Ru	43 *Tc	42 *Mo	41 *Nb
40 *Zr	39 *Y	38 *Sr	37 *Rb	36 *Kr	35 *Br
34 *Se	33 *As	32 *Ge	31 *Ga	30 *Zn	29 *Cu
28 *Ni	27 *Co	26 *Fe	25 *Mn	24 *Cr	23 *V
22 *Ti	21 *Sc	20 *Ca	19 *K	18 *Ar	17 *Cl
16 *S	15 *P	14 *Si	13 *Al	12 *Mg	11 *Na
10 *Ne	9 *F	8 *O	7 *N	6 *C	5 *B
2 *He	1 *H				

71 *Lu	70 *Yb	69 *Tm	68 *Er	67 *Ho	66 *Dy	65 *Tb	64 *Gd	63 *Eu	62 *Sm	61 *Pm	60 *Nd	59 *Pr	58 *Ce	57 *La
4f ¹⁴ 5d ¹ 6s ² (174.967(1))	4f ¹⁴ 6s ² (173.04(3))	4f ¹⁴ 6s ² (168.9342(2))	4f ¹⁴ 6s ² (167.25(3))	4f ¹⁴ 6s ² (164.9303(2))	4f ¹⁴ 6s ² (162.50(3))	4f ¹⁴ 6s ² (158.92534(2))	4f ¹⁴ 6s ² (157.25(3))	4f ¹⁴ 6s ² (151.964(1))	4f ¹⁴ 6s ² (150.36(3))	4f ¹⁴ 6s ² (147.91(3))	4f ¹⁴ 6s ² (144.24(3))	4f ¹⁴ 6s ² (140.90765(2))	4f ¹⁴ 6s ² (140.116(1))	5d ¹ 6s ² (138.9054(2))
5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² (287.10(3))	5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² (286.10(3))	5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² (285.10(3))	5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² (284.10(3))	5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² (283.10(3))	5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² (282.10(3))	5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² (281.10(3))	5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² (280.10(3))	5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² (279.10(3))	5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² (278.10(3))	5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² (277.10(3))	5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² (276.10(3))	5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² (275.10(3))	5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² (274.10(3))	5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² (273.10(3))

目 录

绪论	(1)
1 大气环境	(4)
1.1 大气组成与结构	(4)
1.1.1 大气成分	(4)
1.1.2 大气结构	(4)
1.1.3 大气污染与气象的关系	(6)
1.2 大气污染及控制	(7)
1.2.1 大气污染源	(7)
1.2.2 主要大气污染物	(7)
1.2.3 大气环境问题及控制措施	(11)
思考题与习题	(15)
2 反应热与能源问题	(16)
2.1 反应热与能量守恒	(16)
2.1.1 重要的热力学基本概念	(16)
2.1.2 热力学第一定律	(17)
2.1.3 焓与焓变	(19)
2.2 能源与环境	(21)
2.2.1 能源的环境问题	(21)
2.2.2 能源环境问题的解决措施	(24)
思考题与习题	(29)
3 化学反应原理与清洁生产	(31)
3.1 化学反应方向的判断	(31)
3.1.1 影响反应方向的因素	(31)
3.1.2 吉布斯自由能变与反应方向的判断	(32)
3.1.3 吉布斯自由能变的计算及应用	(33)
3.2 化学平衡及反应限度	(35)
3.2.1 化学平衡及平衡常数	(35)
3.2.2 化学平衡的移动	(37)
3.3 化学反应速率	(40)

3.3.1 反应速率的定义	(40)
3.3.2 影响反应速率的因素	(41)
3.4 应用化学反应原理,促进清洁生产	(46)
3.4.1 利用化学原理实现清洁生产的可能性	(46)
3.4.2 实现清洁生产的努力方向	(48)
思考题与习题	(49)
4 物质结构基础	(52)
4.1 原子结构基础	(52)
4.1.1 电子的运动特征	(52)
4.1.2 核外电子运动状态的描述	(54)
4.2 元素周期律	(57)
4.2.1 原子轨道的能级	(58)
4.2.2 基态原子核外电子排布	(60)
4.2.3 元素周期律	(65)
4.3 分子结构基础	(74)
4.3.1 离子键	(75)
4.3.2 共价键	(75)
4.3.3 杂化轨道与分子的空间构型	(79)
4.4 配位化合物的价键理论简介	(85)
4.4.1 配位化合物的组成	(85)
4.4.2 配位化合物的命名	(86)
4.4.3 配位化合物的价键理论简介	(88)
4.5 分子间作用力和晶体结构基础	(90)
4.5.1 分子间作用力	(90)
4.5.2 晶体结构基础	(97)
思考题与习题	(103)
5 溶液平衡与水环境	(106)
5.1 溶液浓度及稀溶液的通性	(106)
5.1.1 溶液浓度与溶解度	(106)
5.1.2 稀溶液通性	(109)
5.2 酸碱平衡	(112)
5.2.1 质子理论及酸碱的概念	(112)
5.2.2 水溶液中酸碱离子平衡及 pH 值的计算	(115)
5.2.3 缓冲溶液与酸度控制	(119)

5.3 沉淀溶解平衡	(122)
5.3.1 溶度积与溶解度	(122)
5.3.2 溶度积规则	(123)
5.3.3 影响沉淀溶解平衡的因素	(124)
5.3.4 分步沉淀	(126)
5.3.5 沉淀的转化	(128)
5.4 配位平衡	(129)
5.4.1 配离子的稳定常数	(129)
5.4.2 配位平衡与酸碱平衡	(131)
5.4.3 配位平衡与沉淀平衡	(131)
5.4.4 配离子的相互转化	(132)
5.5 胶体与絮凝沉淀	(132)
5.5.1 分散体系与胶体溶液	(132)
5.5.2 胶体溶液的制备和性质	(133)
5.5.3 胶团的结构	(135)
5.5.4 溶胶的稳定性和聚沉	(135)
5.6 水的性质及其环境状况	(137)
5.6.1 水资源状况	(137)
5.6.2 水的作用与成分	(137)
5.6.3 水污染	(139)
思考题与习题	(144)
6 氧化还原化学与环境治理	(146)
6.1 氧化还原反应与原电池	(146)
6.1.1 氧化还原反应	(146)
6.1.2 原电池及化学电源	(149)
6.2 电极电势	(154)
6.2.1 标准电极电势	(154)
6.2.2 浓度对电极电势的影响——能斯特方程	(158)
6.2.3 电极电势的应用	(160)
6.3 污染物的氧化还原处理	(164)
6.3.1 化学氧化处理法	(164)
6.3.2 化学还原处理法	(171)
6.3.3 光化学氧化法	(174)
6.3.4 燃烧法	(175)

6.4 电解与废水的电化学治理	(176)
6.4.1 电解原理	(176)
6.4.2 电解的应用	(180)
6.4.3 废水的电化学处理方法	(183)
思考题与习题	(187)
7 有机化学基础	(189)
7.1 有机化合物的特性和命名	(189)
7.1.1 有机化合物的结构特性	(189)
7.1.2 有机化合物的性质特征和分类	(191)
7.1.3 有机化合物的命名	(194)
7.2 普通有机化合物(I)——烃和卤代烃	(199)
7.2.1 烃	(199)
7.2.2 卤代烃	(206)
7.3 普通有机化合物(II)——烃的含氧衍生物	(207)
7.3.1 醇	(207)
7.3.2 酚	(209)
7.3.3 醚	(210)
7.3.4 醛和酮	(211)
7.3.5 羧酸及其衍生物	(213)
7.4 普通有机化合物(III)——含氮和含磷有机化合物	(215)
7.4.1 含氮有机化合物	(215)
7.4.2 含磷有机化合物	(217)
7.5 有机化学反应的类型	(219)
7.5.1 自由基反应	(220)
7.5.2 离子型反应	(221)
7.6 有机化合物与环境污染	(223)
7.6.1 多环芳烃	(224)
7.6.2 多氯联苯	(225)
7.6.3 有机农药	(226)
7.6.4 合成多聚体	(226)
思考题与习题	(227)
8 环境中的生命化学问题	(230)
8.1 生命化学物质	(230)
8.1.1 生命无机元素	(230)

8.1.2 生命有机化合物	(233)
8.2 环境因素对生命物质的影响	(245)
8.2.1 环境污染物的侵入途径及作用过程	(246)
8.2.2 污染物在体内的生物化学作用	(247)
8.2.3 环境污染对遗传基因的影响	(249)
8.3 环境生物技术	(254)
8.3.1 生物降解反应	(254)
8.3.2 污染物的生物治理	(257)
8.3.3 生物技术的环境效益	(260)
思考题与习题	(262)
9 材料、信息与化学	(263)
9.1 化学与材料科学	(263)
9.1.1 传统材料与化学	(263)
9.1.2 新兴材料及发展	(268)
9.2 化学与信息技术	(269)
9.2.1 信息的加工处理技术	(270)
9.2.2 信息传输技术	(271)
9.2.3 信息的转换	(272)
思考题与习题	(274)
附 录	(275)
I-1 SI 的基本单位	(275)
I-2 常用的 SI 导出单位	(275)
I-3 用于构成十进倍数和分数单位的词头	(276)
II-1 环境空气质量标准	(277)
II-2 生活饮用水水质标准	(278)
II-3 地面水环境质量标准	(279)
III 一些单质和化合物的 $\Delta_f H_m^\ominus(298K)$, $\Delta_f G_m^\ominus(298K)$, $S_m^\ominus(298K)$	(281)
IV 一些弱电解质的解离常数(298K)	(289)
V 溶度积常数($K_{sp}^\ominus$)	(290)
VI 常见配离子的稳定常数 $K_f^\ominus$	(292)
VII 部分电极的标准电极电势($\varphi^\ominus$)	(293)
参考文献	(300)

绪 论

人类已经跨入二十一世纪。科学技术的迅猛发展,创造出无数奇迹和巨大的物质财富及精神财富,使人类文明的脚步不断加快。

化学作为一门研究物质的组成、结构、性质以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科技发展中发挥了重要作用。

现代生活中,化学已经渗透到各个角落。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,传统棉、麻、丝、毛等产品经化学处理更具优良性能;各种化工颜料用于印染,使现代服装更加绚丽多彩。饮食中由于各种食品添加剂、甜味剂、防腐剂、色素、香料、调味剂等的使用,使食品的色、香、味俱佳。同时由于在食品中强化了维生素和微量元素,使现代人的食品营养更丰富,人们的身体素质普遍提高,更有益于健康长寿。化学诊断与药物的开发和生产,使过去被认为是不治之症的人间灾难被人类所征服,也为人类最终战胜一切疾病提供了可靠的保证。含有各种必需元素的复合化肥、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,因而极大地提高了粮食和其他农作物的产量。现代建筑离不开水泥、钢筋、以及玻璃、涂料和一些合成高分子材料,这些建筑材料无一不是化学产品。人们出行利用的交通工具汽车、火车、飞机、轮船等,从制造所用的每一件材料到驱动所需的燃料也都来自化工生产。

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,在化学科学的参与下硕果累累。

我们看到由于化学的介入,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,没有化学家的工作将寸步难行。

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,如煤的气化液化,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,高效贮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。今天,当我们在信息高速公路上任意奔驰时,可曾想过几十年前,化学家们正在为他们的研究绞尽脑汁。

无数事实使我们认识到,化学学科的进展,使人类认识自然世界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;同时消耗的自然资源也成倍增长,人类生产生活产生的废弃物越积越多,严重污染了自然环境,破坏了生态平衡。

氟氯烃制冷剂的开发应用,使冰箱和空调走进寻常百姓之家,解决了食品储存问题,提高了生活舒适程度,谁知却带来将成为人类的灾难的臭氧层的破坏;合成纤维、塑料的大量生产,为人类解决穿衣以及天然材料不足的问题立下了赫赫功绩,使人类进入了高分子时代,但随之而来的却是无尽的烦恼——白色污染铺天盖地。人工合成的农药和化肥消灭了危害农作物的害虫、有效地提高了农作物产量,使广大农民欣喜若狂,但是也造成了许多生灵的灭顶之灾——生物多样性锐减,土地板结和盐碱化,甚至象 DDT 这样的农药,虽然已停产了二十年之久,但由于投产之后的大量使用,至今在人体内,以及南极的企鹅体内还能检测出来。燃料的燃烧和汽车尾气污染大气,工厂制排放的废液、废渣侵害水体和土壤,化工生产所带来的环境问题随处可见。

恩格斯早就说过,“我们不要过分陶醉于我们对自然界的胜利。对于每一次这样的胜利,在第一步确实都取得了我们预期的结果,但是在第二步和第三步却有了完全不同的出乎意料的影响,常常把第一个结果又取消了”。今天,当我们尽情享受科学技术带给我们的美好生活,得意于对大自然的征服,沉浸在人类所创造的物质文明和精神文明成果的诸多好处与欢乐之中,我们已经使自然资源濒临耗竭,生态环境遭到严重破坏。人们已经把自己逼上绝路——人类面临生存危机!全球气候变暖、酸雨、臭氧层空洞已成为全球性环境问题。

现实使人类不得不反思自己的行为,同时也充分认识到保护环境,实行可持续发展的策略,才能使人类得到生存、繁衍、进步和发展。化学能够带来环境问题,也能变害为利,在解决这些问题,进行环境保护时发挥其必不可少的重大作用。历史和现实要求我们把化学与环境保护科学地结合起来。在化学科研与化工生产中,从开始选题立项就把环境保护放在重要位置,使环境保护从源头抓起,在当前的环保工作中充分利用已有的化学知识,一步一步地进行有效的治理,进而取得预期的环境效果。为此,我们编写了《化学与环保》一书。

本书力图通过介绍基本的大学化学知识,基本的环境保护常识,使读者了解化

学与环境保护的关系,化学与社会文明进步的关系,并从中学习一些用自然科学认识社会,解决问题的思想和方法,从而提高科学文化素质,为人类的文明和进步事业做出更大的贡献。

1 大气环境

空气是人类赖以生存的环境因素。空气质量的好坏不仅影响人类生存质量,也影响着人类的各项经济活动。随着工业化的不断发展,人类在大规模消耗着各种自然资源的同时,还向大气中排放大量的有毒有害物质。长此以往,不仅危害了人类的身体健康和经济生产,而且还破坏了生态环境,使人类的生存环境日益恶化。人类必须认识到这些危害的严重性,了解如何防止和治理污染,积极参与对环境的保护,才能使大气环境状况保持良好状态,使人类生活的家园更加美好。

1.1 大气组成与结构

1.1.1 大气成分

大气是多种气体的混合物,其组成可分为恒定组分、可变组分和不定组分三种。

恒定组分主要有氮(78.09%),氧(20.95%),氩(0.93%),这三种气体占整个大气总量的 99.9% 以上,还有少量的惰性气体,其组成比例恒定。**可变组分**包括少量二氧化碳(0.02~0.04%),水蒸气及臭氧等,其组成随着季节、气象的变化及人类的生产、生活活动而发生变化。**不定组分**则是指由于自然灾害或人类生产、生活活动中产生的二氧化硫、氮氧化物、硫化氢、粉尘等有毒有害气体进入大气后所构成的组分。大气中不定组分的浓度超过了一定的界限,并停留足够长的时间时,就形成了**大气污染**,会对人类和其它生物造成危害。自然灾害是偶然或阵发的,而人类的各种活动却是长期的和不间断的,所以不定组分的主要来源是人类的生产、生活活动。

1.1.2 大气结构

随着地球旋转的具有圈层结构的大气层叫做大气圈。高度为 10 000 km,总质量是 6 000 万亿吨。大气圈中空气的密度分布是不均匀的,其中 99% 的质量在海平面上 30 km 以下,即靠近海平面的高度,空气很稠密,随着高度的增加,空气越来越稀薄。海平面上 3.5 km 以内才有足够的氧维持生物的生命。

大气圈是有层次的,所以又称大气层,其显著特征是温度、组成随着垂直高度的变化而变化。

1. 大气温度垂直分布

按照垂直高度上的温度变化来分,大气圈可以分为:对流层、平流层、中间层、热层和逸散层(如图 1-1 所示)。

对流层位于大气圈的最底层,其下界与地面相接,向上可以延伸到海平面上 11.2 km 处。对流层大气密度最大,占大气总重量的 95%,其中含有:氮气(N_2),氧气(O_2),氩气(Ar)及二氧化碳(CO_2)和水蒸气。此层的温度随高度上升而下降。风、云、雨、雪等天气现象均发生在这一层里。该层存在强烈的对流活动,大气污染也发生在这一层。在贴近地表 1~2 km 范围内,是污染的高发区。

平流层是从对流层向上延伸至 50 km。该层主要由氧气、氮气、臭氧(O_3)等气体构成。温度随高度上升增加,在该层中 25 km 附近聚集大量的臭氧,形成臭氧层。从这一层向上,几乎不存在水蒸气和尘埃,缺少对流(垂直方向无对流而水平方向因地球在移动有对流),因此极少出现云、雨、风暴等气候现象,经常是晴空万里,然而污染物一旦上升到此层后可长期停留,并随水平对流而遍布全球。

中间层位于平流层向上可延伸到 80~85 km。此层温度随高度而下降,存在垂直对流,又称高空对流层。

热层位于中间层向上延伸到 300~500 km。此层温度随着高度的增加而增高,温度可达 1 000 度;此层空气稀薄,难以传声;在太阳紫外线和宇宙射线的作用下,空气分子发生电离成为离子,使大气处于高度电离状态,又称电离层。电离层能将电磁波反射回地球,全球性无线电通信就是借助无线电波在地面和电离层之间的多次反射而实现的。

外层也称逸散层,包括 500~1 000 km 高空。层内空气处于高度电离状态。空

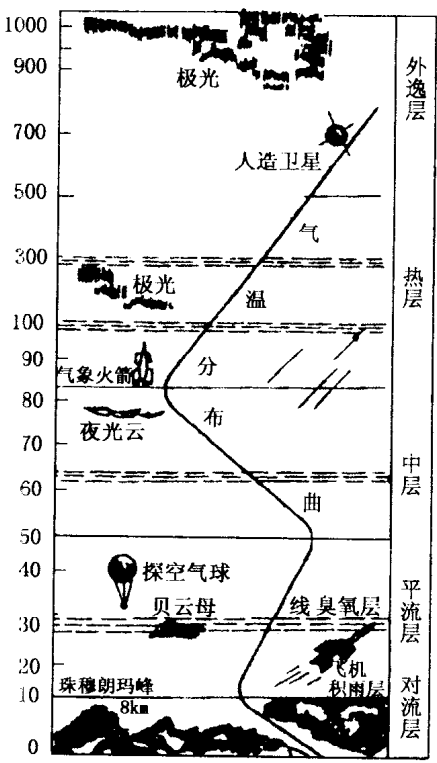


图 1-1 大气层结构图