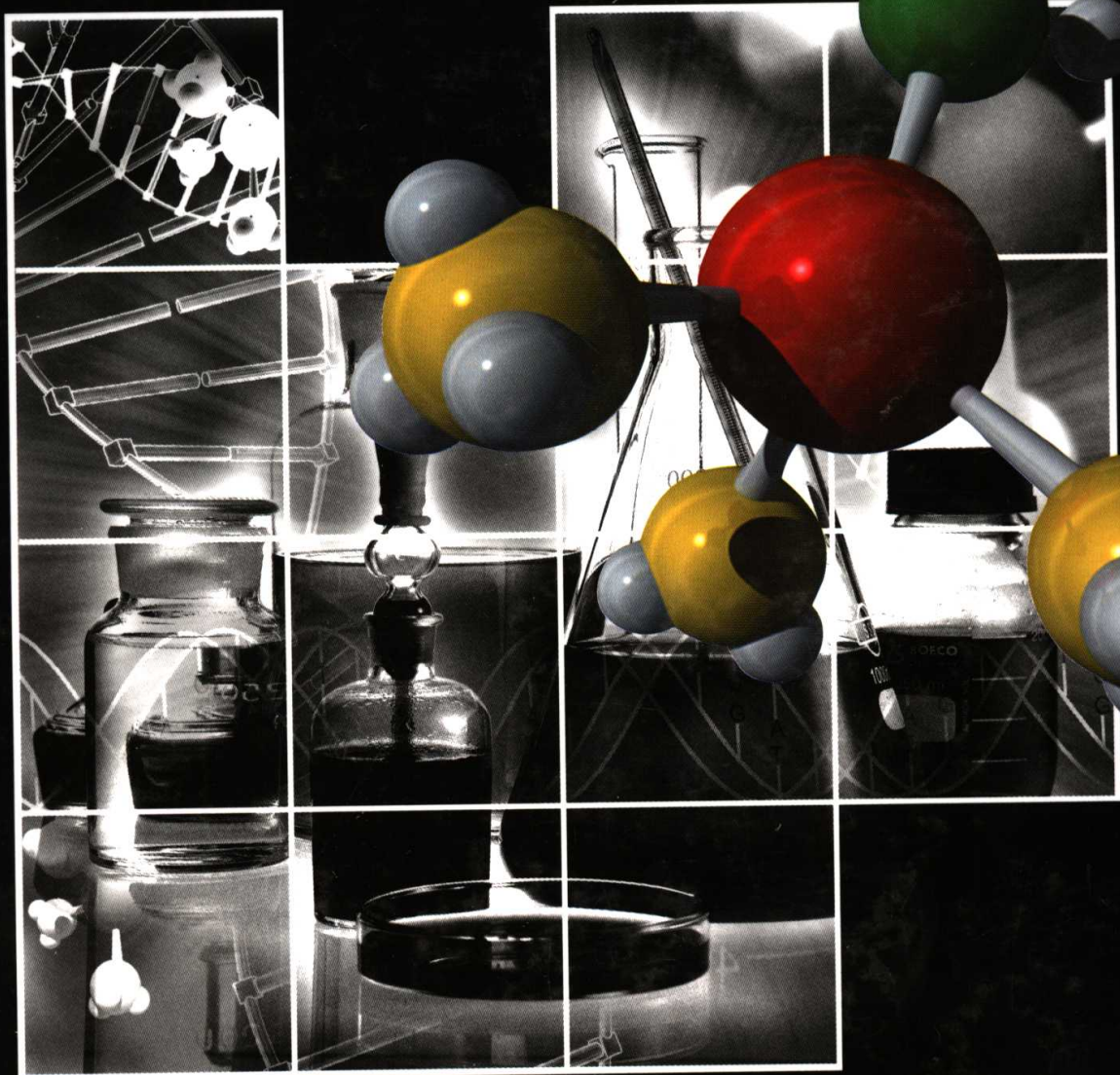


实用化学手册

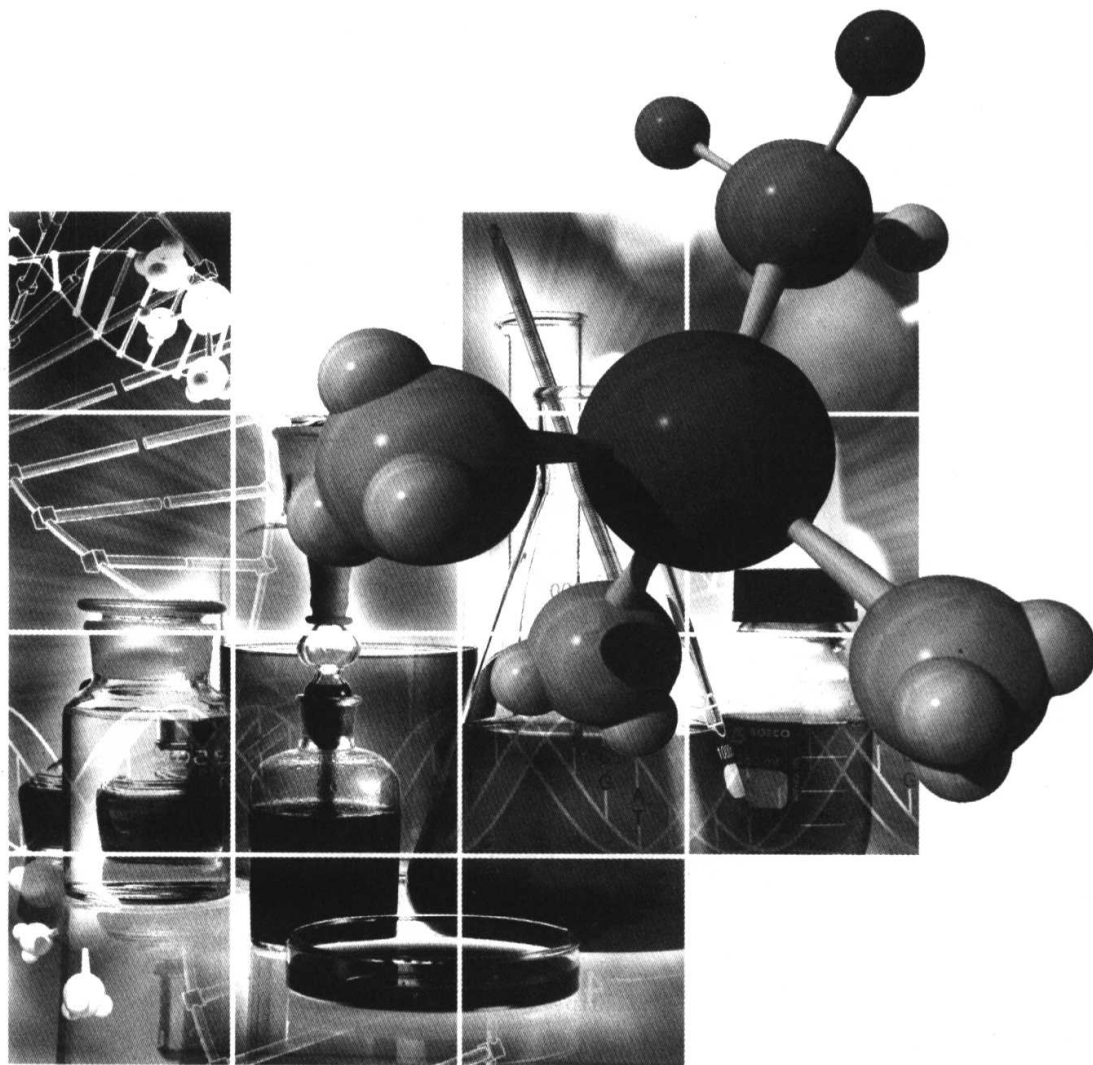
李华昌 符斌 主编



化学工业出版社
化学与应用化学出版中心

实用化学手册

李华昌 符 斌 主编



化学工业出版社
化学与应用化学出版中心

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

实用化学手册/李华昌, 符斌主编. —北京:
化学工业出版社, 2006. 4
ISBN 7-5025-8585-0

I. 实… II. ①李…②符… III. 化学-手册
IV. 06-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 038724 号

实用化学手册

李华昌 符 斌 主编
责任编辑: 梁 虹 成荣霞
文字编辑: 孙凤英
责任校对: 顾淑云
封面设计: 九九设计工作室

*

化学工业出版社 出版发行
化学与应用化学出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530
(010)64918013
购书传真: (010)64982630
<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
北京云浩印刷有限责任公司印刷
三河市前程装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 34 $\frac{3}{4}$ 彩插 1 字数 1003 千字
2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8585-0

定 价: 58.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

编写人员 (按姓氏汉语拼音排序)

陈殿耿 邓飞跃 邓海虹 董海龙

冯先进 符斌 李华昌 李培

刘春 刘士军 罗少华 阮桂色

汤淑芳 袁玉霞 章连香 钟世安

审校 唐燕祥

前 言

化学是重要的基础学科之一。其应用极为广泛，从科学研究、工农业生产到日常生活无不与化学密切相关。《实用化学手册》是为了满足广大化学工作者及各界人士查阅和了解化学方面的信息、数据和知识的需要而编写的。

本书具有三大特点：①在内容上力求实用、简明；②在资料收集上，以准确为前提，力求新；③结合当今化学学科发展特点，尽可能满足不同读者的需求。如为满足理论化学和普通化学工作者的需求，收集了自由基、键能等热力学数据；为满足应用化学工作者的需求，收集了人体相关化学等数据；为满足分析化学工作者的需求，收集了光谱、质谱、色谱等数据；为方便广大读者阅读英文资料，特编写化学常用缩写词一章。

本书共分14章，内容涵盖基础知识，元素，无机物质，有机化合物，高分子化合物，热力学与动力学，电化学，气体、液体和固体，平衡常数，水溶液和重要的有机溶剂的性质，分析化学，实验室技术，人体相关化学，化学常用缩写词等。

本手册可供从事化学、化工、冶金、材料、地质、环保、医药、食品等工作的生产、科研和教学工作者查阅和参考，也可供其他科技工作者和大专院校理工科学生参考。

为完成本书的编写，北京矿冶研究总院测试研究所技术人员和中南大学化学化工学院部分老师付出了辛勤劳动，同时，本书的编写还得到了化学工业出版社、中国印钞造币总公司成都印钞公司、桂林工学院等单位 and 个人的热情帮助与支持，在此对他们以及那些关心、帮助本书编写的专家们给予深深的感谢。

在本手册编写过程中，参考了许多有关的文献资料，但限于篇幅，不能在书中一一注明，只在本书之末，列出主要参考文献。

由于水平所限，书中不妥之处在所难免，敬请读者和同行指正。

《实用化学手册》编写组
2006年1月

元素周期表

IUPAC 2003

族	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18															
周期	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIIB	VIIIB	VIIIB	IB	IIB		IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA															
1	1 H 氢 1s ¹ 1.00794(7)	2 He 氦 1s ² 4.002602(2)	3 Li 锂 2s ¹ 6.941(2)	4 Be 铍 2s ² 9.012182(3)	5 B 硼 2s ² 2p ¹ 10.811(7)	6 C 碳 2s ² 2p ² 12.0107(8)	7 N 氮 2s ² 2p ³ 14.0067(2)	8 O 氧 2s ² 2p ⁴ 15.9994(3)	9 F 氟 2s ² 2p ⁵ 18.9984032(5)	10 Ne 氖 2s ² 2p ⁶ 20.1797(6)	11 Na 钠 3s ¹ 22.989770(2)	12 Mg 镁 3s ² 24.3050(6)	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 32.065(3)	17 Cl 氯 3s ² 3p ⁵ 35.453(2)	18 Ar 氩 3s ² 3p ⁶ 39.948(1)															
2	19 K 钾 4s ¹ 39.0983(1)	20 Ca 钙 4s ² 40.078(4)	21 Sc 钪 3d ¹ 4s ² 44.955910(8)	22 Ti 钛 3d ² 4s ² 47.867(1)	23 V 钒 3d ³ 4s ² 50.9415	24 Cr 铬 3d ⁵ 4s ¹ 51.9961(6)	25 Mn 锰 3d ⁵ 4s ² 54.938049(9)	26 Fe 铁 3d ⁶ 4s ² 55.845(2)	27 Co 钴 3d ⁷ 4s ¹ 58.933200(9)	28 Ni 镍 3d ⁸ 4s ² 58.6934(2)	29 Cu 铜 3d ¹⁰ 4s ¹ 63.546(3)	30 Zn 锌 3d ¹⁰ 4s ² 65.409(4)	31 Ga 镓 4s ² 4p ¹ 69.723(1)	32 Ge 锗 4s ² 4p ² 72.64(1)	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 83.798(2)															
3	37 Rb 铷 5s ¹ 85.4678(3)	38 Sr 锶 5s ² 87.62(1)	39 Y 钇 4d ¹ 5s ² 88.90585(2)	40 Zr 锆 4d ² 5s ² 91.224(2)	41 Nb 铌 4d ⁴ 5s ¹ 92.90638(2)	42 Mo 钼 4d ⁵ 5s ¹ 95.94(2)	43 Tc 锝 4d ⁵ 5s ² 97.907	44 Ru 钌 4d ⁷ 5s ¹ 101.07(2)	45 Rh 铑 4d ⁸ 5s ¹ 102.90550(2)	46 Pd 钯 4d ¹⁰ 107.8682(2)	47 Ag 银 4d ¹⁰ 5s ¹ 107.8682(2)	48 Cd 镉 4d ¹⁰ 5s ² 112.411(8)	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 ⁶ 131.293(6)															
4	87 Fr 钫 7s ¹ 223.02*	88 Ra 镭 7s ² 226.03*	89~103 La-Lu 镧系 132.90545(2)	104 Rf 𨭆 6d ⁴ 7s ² 261.11*	105 Db 𨭅 6d ³ 7s ² 262.11*	106 Sg 𨭆 6d ² 7s ² 263.12*	107 Bh 𨭇 6d ¹ 7s ² 264.12*	108 Hs 𨭈 6d ⁰ 7s ² 265.13*	109 Mt 𨭉 6d ⁰ 7s ² 266.13	110 Ds 𨭊 6d ⁰ 7s ² 269	111 Uuu [†]	112 Uub [†]	113 Uuu [†]	114 Uuq [†]	115 Uuq [†]	116 Uuh [†]	117 Uuq [†]	118 Uuo [†]															
5	132.90545(2)	137.327(7)	89~103 La-Lu 镧系	104 Rf 𨭆	105 Db 𨭅	106 Sg 𨭆	107 Bh 𨭇	108 Hs 𨭈	109 Mt 𨭉	110 Ds 𨭊	111 Uuu [†]	112 Uub [†]	113 Uuu [†]	114 Uuq [†]	115 Uuq [†]	116 Uuh [†]	117 Uuq [†]	118 Uuo [†]															
6	138.9055(2)	140.116(1)	140.90765(2)	144.24(3)	144.91	150.36(3)	151.964(1)	157.25(3)	158.92534(2)	162.500(1)	164.93032(2)	167.259(3)	169.936(2)	173.04(3)	174.967(1)	183.84(1)	186.207(1)	192.217(3)	196.96655(2)	200.59(2)	204.3833(2)	207.2(1)	208.98038(2)	212.01	216	220.02	223.02*	226.03*	227.03*	231.03588(2)	232.0381(1)	238.02891(3)	238.02891(3)
7	138.9055(2)	140.116(1)	140.90765(2)	144.24(3)	144.91	150.36(3)	151.964(1)	157.25(3)	158.92534(2)	162.500(1)	164.93032(2)	167.259(3)	169.936(2)	173.04(3)	174.967(1)	183.84(1)	186.207(1)	192.217(3)	196.96655(2)	200.59(2)	204.3833(2)	207.2(1)	208.98038(2)	212.01	216	220.02	223.02*	226.03*	227.03*	231.03588(2)	232.0381(1)	238.02891(3)	238.02891(3)

s区元素
p区元素
d区元素
ds区元素
f区元素
稀有气体

氧化态 (单质的氧化态为0, 未列入; 常见的为红色)
 元素符号 (红色的为放射性元素)
 元素名称 (注: 的为人造元素)
 原子序数
 价层电子构型
 以 ¹²C=12 为基准的相对原子质量 (注: 的是半衰期最长同位素的相对原子质量)

★ 镧系	57 La 镧 5d ¹ 6s ² 138.9055(2)	58 Ce 铈 4f ¹ 5d ¹ 6s ² 140.116(1)	59 Pr 镨 4f ³ 6s ² 140.90765(2)	60 Nd 钕 4f ⁴ 6s ² 144.24(3)	61 Pm 钷 4f ⁵ 6s ² 144.91	62 Sm 钐 4f ⁶ 6s ² 150.36(3)	63 Eu 铕 4f ⁷ 6s ² 151.964(1)	64 Gd 钆 4f ⁷ 5d ¹ 6s ² 157.25(3)	65 Tb 铽 4f ⁹ 6s ² 158.92534(2)	66 Dy 镝 4f ¹⁰ 6s ² 162.500(1)	67 Ho 铥 4f ¹¹ 6s ² 164.93032(2)	68 Er 铒 4f ¹² 6s ² 167.259(3)	69 Tm 铥 4f ¹³ 6s ² 168.93421(2)	70 Yb 镱 4f ¹⁴ 6s ² 173.04(3)	71 Lu 镥 4f ¹⁴ 5d ¹ 6s ² 174.967(1)	★ 锕系	89 Ac 锕 6d ¹ 7s ² 227.03*	90 Th 钍 6d ² 7s ² 232.0381(1)	91 Pa 镤 5f ² 6d ¹ 7s ² 231.03588(2)	92 U 铀 5f ³ 6d ¹ 7s ² 238.02891(3)	93 Np 镎 5f ⁴ 6d ¹ 7s ² 237.05*	94 Pu 钚 5f ⁶ 7s ² 244.06*	95 Am 镅 5f ⁷ 7s ² 243.06*	96 Cm 锔 5f ⁷ 6d ¹ 7s ² 247.07*	97 Bk 锫 5f ⁹ 7s ² 247.07*	98 Cf 锿 5f ¹⁰ 7s ² 251.08*	99 Es 镱 5f ¹¹ 7s ² 252.08*	100 Fm 镆 5f ¹² 7s ² 257.10*	101 Md 钔 5f ¹³ 7s ² 258.10	102 No 镎 5f ¹⁴ 7s ² 259.10	103 Lr 铹 5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² 260.11
------	---	--	--	---	--	---	--	---	--	---	---	---	---	--	---	------	---	---	--	---	---	---	---	---	---	--	--	---	--	--	--

目 录

1 基础知识	1
1.1 周期律与周期表	1
1.2 基本物理和化学常数	1
1.3 计量单位	2
1.3.1 国际单位制的基本单位	2
1.3.2 国际单位制的辅助单位	2
1.3.3 化学中常用量和法定计量单位	3
1.3.4 SI 词头	4
1.4 物理量的换算	5
1.4.1 压力换算	5
1.4.2 能量换算	5
1.4.3 温度换算	5
2 元素	7
2.1 相对原子质量	7
2.2 元素的分类	9
2.3 原子结构	10
2.3.1 原子的电子构型	10
2.3.2 元素的化合价	12
2.4 元素的性质	13
2.4.1 元素的半径	13
2.4.2 元素的电负性	16
2.4.3 原子的电子亲和势	16
2.4.4 元素的电离势	17
2.5 同位素	20
2.5.1 天然同位素	20
2.5.2 放射性同位素	23
2.6 同素异形体	25
3 无机物质	27
3.1 无机化合物的命名	27
3.1.1 无机化合物的命名须知	27
3.1.2 二元化合物	28
3.1.3 三元、四元等化合物	30
3.1.4 简单含氧酸和简单含氧酸盐	30
3.1.5 同多酸与同多酸盐、杂多酸与杂多酸盐	34

3.1.6	加成化合物	34
3.1.7	硼化合物	35
3.1.8	配位化合物	35
3.2	无机化合物的物理常数	35
3.3	矿物	57
3.4	常见无机化工产品的商品名称、化学名称、别名及俗名	62
4	有机化合物	69
4.1	有机化合物的命名	69
4.1.1	立体化学	69
4.1.2	某些环的标记法	70
4.1.3	有机根、基	71
4.1.4	有机化合物的系统命名原则	72
4.1.5	某些有机酸盐类的名称	75
4.2	有机化合物的性质	76
5	高分子化合物	167
5.1	高分子化合物的命名、分类和用途	167
5.1.1	高分子化合物的命名和分类	167
5.1.2	高分子化合物的用途	176
5.2	高分子化合物的物理性质	183
5.2.1	密度和熔点	183
5.2.2	溶度参数	187
5.2.3	溶解性	192
5.2.4	折射率	197
5.2.5	形态和外观	198
5.2.6	某些高分子化合物的机械性质	200
5.3	高分子化合物的化学性质	201
5.4	高分子材料中重要的辅料及性质	207
5.4.1	增塑剂	207
5.4.2	填料和增强材料	215
5.4.3	橡胶添加剂	216
5.4.4	油剂中的表面活性剂	218
5.4.5	胶黏剂用溶剂或稀释剂	220
5.4.6	涂料	220
6	热力学与动力学	222
6.1	CODATA 关键热力学数据	222
6.2	化学物质的标准热力学数据	225
6.2.1	不含碳化合物的标准热力学数据	226
6.2.2	含碳化合物的标准热力学数据	247
6.3	自由基的生成热	263
6.3.1	含金属的无机自由基的生成热	263
6.3.2	含非金属的自由基的生成热	264
6.3.3	C-中心自由基的生成热	265
6.3.4	O-中心自由基的生成热	270

6.3.5	N-中心自由基的生成热	271
6.3.6	S-中心自由基的生成热	272
6.3.7	Si-、Ge-、Sn-、Pb-中心自由基的生成热	272
6.4	化学键和键能	273
6.5	选择性有机化合物的燃烧焓	281
6.6	酸的稀释焓	293
6.7	电解质的溶解焓	295
6.8	盐使水溶液的蒸气压降低	296
6.9	大气化学的动力学数据	298
6.10	燃烧的动力学数据	307
7	电化学	308
7.1	校准电导池的标准溶液	308
7.2	电解质水溶液的摩尔电导率	308
7.3	在无限稀释溶液中的离子电导率和扩散系数	309
7.4	酸、碱、盐的活度系数	310
7.5	标准电极电位	312
7.6	阳离子迁移数	318
8	气体、液体和固体	319
8.1	空气	319
8.2	气体在水中的溶解度	320
8.3	水	320
8.3.1	水的密度	320
8.3.2	水的蒸气压	321
8.3.3	冰的蒸气压	323
8.3.4	水的沸点	324
8.4	介电常数	324
8.4.1	气体的介电常数	324
8.4.2	饱和水蒸气的介电常数	325
8.4.3	液体的介电常数	325
8.4.4	固体的介电常数	330
8.5	黏度	332
8.5.1	气体的黏度	332
8.5.2	液体的黏度	333
8.6	热导率	339
8.6.1	气体的热导率	339
8.6.2	液体的热导率	340
8.6.3	玻璃的热导率	342
8.6.4	不同温度下金属和半导体的热导率	345
8.7	汞的蒸气压	347
9	平衡常数	349
9.1	酸碱的离解常数	349
9.1.1	常用酸在水中的离解常数	349
9.1.2	无机酸在水中的离解常数	349

9.1.3	氨水的离解常数	350
9.1.4	普通水和重水的离解常数	350
9.1.5	有机酸在水中的离解常数	351
9.1.6	无机碱在水中的离解常数	355
9.1.7	有机碱在水中的离解常数	356
9.2	难溶化合物溶度积常数	362
9.3	金属离子在水溶液中开始沉淀和沉淀完全的 pH 值	369
9.4	累积稳定常数	370
10	水溶液和重要的有机溶剂的性质	382
10.1	水溶液的密度和浓度	382
10.1.1	无机物的水溶液	382
10.1.2	有机溶剂的水溶液	390
10.2	水溶液的沸点	392
10.2.1	无机酸的水溶液	392
10.2.2	盐和碱的水溶液	393
10.2.3	有机物的水溶液	394
10.3	共沸溶液的组成和沸点	396
10.4	水溶液的蒸气压	402
11	分析化学	405
11.1	缓冲溶液	405
11.2	基准物质	407
11.3	指示剂	407
11.4	标准储备液的配制	412
11.5	掩蔽剂和解蔽剂	414
11.6	常用溶剂及熔剂的性质	418
11.7	极谱半波电位	420
11.8	原子发射光谱线	424
11.9	原子吸收谱线	434
11.10	原子荧光谱线	436
11.11	ICP-MS 测定质量数	438
11.12	气相色谱载气	441
11.13	液相色谱法的溶剂	442
12	实验室技术	444
12.1	物体高温的估测	444
12.2	冷却剂	444
12.3	干燥剂及气体吸收剂	446
12.4	胶黏剂	449
12.5	密封剂	449
12.6	维持恒定温度的溶液	450
12.7	安全知识	451
12.7.1	常用化学药品的分类保管与储存	451
12.7.2	对人体有毒害的化学药品及中毒急救措施	454
12.8	实验室用水及制备	464

12.8.1	水	465
12.8.2	纯水的质量和标准	465
12.8.3	纯水制备技术的选择及应用	466
12.8.4	水质纯度检验方法	468
12.9	常用试剂的提纯	469
12.9.1	化学试剂的等级划分	469
12.9.2	常用试剂的提纯	469
12.10	玻璃量器	472
12.10.1	玻璃量器的允许误差	472
12.10.2	玻璃量器的校正方法	473
12.10.3	常见玻璃量器的容量检定	474
12.10.4	玻璃仪器的洗涤及保管	475
12.11	滤纸、滤膜及试纸	479
12.11.1	滤纸	479
12.11.2	滤膜	480
12.11.3	试纸	481
12.12	砝码	482
12.12.1	砝码的等级与规格	482
12.12.2	砝码的使用与保养	483
12.13	离子交换树脂	483
12.13.1	离子交换树脂的类型	483
12.13.2	树脂代号	485
13	人体相关化学	488
13.1	人体生物材料的组成	488
13.1.1	人体中化学元素的质量分数	488
13.1.2	人体某些成分的正常参考值	488
13.1.3	人体血液的元素成分	489
13.1.4	生化检验微量元素正常值	490
13.2	人所需要的营养素和微量元素	491
13.3	食物成分	493
13.3.1	植物性食物	493
13.3.2	动物性食物	495
13.3.3	主要维生素的来源、功用和缺乏症	496
13.3.4	食品中微量元素的质量分数	497
13.3.5	食品胆固醇的质量分数	498
14	化学常用缩写词	499
	参考文献	543

1 基础知识

1.1 周期律与周期表

元素周期律准确的说法是元素的性质随着元素原子序数（即原子核外电子数或核电荷数）的递增而周期性地变化，这是元素的原子结构随着元素原子序数的增加而呈周期性变化的结果。

元素周期系：根据元素周期律，将现在已知的元素组成有周期性的体系，称为元素周期系。

元素周期表：按原子序数增加的次序将元素排列成表，称为元素周期表。

周期表常有两种格式：短期周期表（门捷列夫周期表）和长式周期表（维尔纳长周期表）。

1.2 基本物理和化学常数

见表 1-1。

表 1-1 基本物理和化学常数

量的名称	量的符号	量的数值
电磁波在真空中的传播速度	c	$2.99792458(12) \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
普朗克常数	h	$6.626176(36) \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
万有引力常数	G	$6.672(4) \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$
重力加速度	g	$9.80665 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
基本电荷	e	$1.602189(5) \times 10^{-19} \text{ C}$
阿伏伽德罗常数	N_A 或 L	$6.022045(31) \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
电子静止质量	m_e	$9.10953(5) \times 10^{-31} \text{ kg}$
质子静止质量	m_p	$1.672649(9) \times 10^{-27} \text{ kg}$
中子静止质量	m_n	$1.674954(9) \times 10^{-27} \text{ kg}$
法拉第常数	$F = N_A e$	$9.648456(27) \times 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$
摩尔气体常数	R	$8.31441(26) \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
玻耳兹曼常数	k	$1.380662(44) \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$
理想气体在标准状态下的摩尔体积	V_m	$0.0224138(7) \text{ m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$
标准大气压	—	101325 Pa
真空磁导率	μ_0	$4\pi \times 10^{-7} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$
真空中介电常数	ϵ_0	$8.85418782(7) \times 10^{-12} \text{ F} \cdot \text{m}^{-1}$
精细结构常数($\mu_0 c e^2 / 2h$)	α	$7.297351(6) \times 10^{-3}$
电子电荷与质量之比	e/m_e	$1.758805(5) \times 10^{11} \text{ C} \cdot \text{kg}^{-1}$
磁通量子($h/2e$)	Φ_0	$2.067851(5) \times 10^{-15} \text{ Wb}$

续表

量的名称	量的符号	量的数值
约瑟夫森频率与电压之比	$2e/h$	$4.835939(13) \times 10^{14} \text{ Hz} \cdot \text{V}^{-1}$
环流量子	h/m_e	$7.27389(1) \times 10^{-4} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot \text{kg}^{-1}$
里德伯常数	R_∞	$1.09737318(8) \times 10^7 \text{ m}^{-1}$
玻尔半径	a_0	$0.52917706(44) \times 10^{-10} \text{ m}$
经典电子半径	r_e	$2.817938(7) \times 10^{-15} \text{ m}$
汤姆截面	σ_e	$6.652448(33) \times 10^{-28} \text{ m}^2$
电子 g 因子	$g_e/2$	1.001159657(4)
μ 介子 g 因子	$g_\mu/2$	1.00116616(31)
玻尔磁子	μ_B	$9.274078(36) \times 10^{-24} \text{ J} \cdot \text{T}^{-1}$
电子磁矩	μ_e	$9.284832(36) \times 10^{-24} \text{ J} \cdot \text{T}^{-1}$
水中质子的回转磁比	γ_p	$2.675130(8) \times 10^8 \text{ s}^{-1} \cdot \text{T}^{-1}$
抗磁修正后的水的回转磁比	γ'_p	$3.675199(8) \times 10^8 \text{ s}^{-1} \cdot \text{T}^{-1}$
质子磁矩	μ_p	$1.410617(5) \times 10^{-26} \text{ J} \cdot \text{T}^{-1}$
以玻尔磁子为单位	μ_p/μ_B	$1.521032209(16) \times 10^{-3}$
以核磁子为单位	μ_p/μ_N	2.7928456(11)
电子磁矩与质子磁矩之比	μ_e/μ_p	$6.58210688(7) \times 10^2$
μ 介子磁矩与质子磁矩之比	μ_μ/μ_p	3.183340(7)
核磁子	μ_N	$5.050824(20) \times 10^{-27} \text{ J} \cdot \text{T}^{-1}$
μ 介子磁矩	μ_μ	$4.490474(18) \times 10^{-26} \text{ J} \cdot \text{T}^{-1}$
μ 介子静止质量	m_μ	$1.883566(11) \times 10^{-28} \text{ kg}$
电子康普顿波长	λ_C	$2.426309(4) \times 10^{-12} \text{ m}$
质子康普顿波长	$\lambda_{C,p}$	$1.321410(2) \times 10^{-15} \text{ m}$
中子康普顿波长	$\lambda_{C,n}$	$1.319591(2) \times 10^{-15} \text{ m}$
斯特藩-玻耳兹曼常数	σ	$5.6703(7) \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$
第一辐射常数	c_1	$3.74183(2) \times 10^{-16} \text{ W} \cdot \text{m}^2$
第二辐射常数	c_2	$1.438786(45) \times 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{K}$

1.3 计量单位

1.3.1 国际单位制的基本单位

见表 1-2。

表 1-2 国际单位制的基本单位

量的名称	单位名称	单位符号	量的名称	单位名称	单位符号
长度	米	m	热力学温度	开[尔文]	K
质量	千克	kg	物质的量	摩[尔]	mol
时间	秒	s	发光强度	坎[德拉]	cd
电流	安[培]	A			

1.3.2 国际单位制的辅助单位

见表 1-3。

表 1-3 国际单位制的辅助单位

量的名称	单位名称	单位符号
[平面]角	弧度	rad
立体角	球面度	sr

1.3.3 化学中常用量和法定计量单位

见表 1-4。

表 1-4 化学中常用量和法定计量单位

量的名称	量的符号	量的定义	单位名称	单位符号
相对原子质量	A_r	元素的平均原子质量与核素 ^{12}C 原子质量之比	无量纲	1
原子质量	m_u		原子质量单位	u $1\text{u}=1.660566(9)\times 10^{-27}\text{kg}$
相对分子质量	M_r	物质的分子和特定单元的平均质量与核素 ^{12}C 原子质量之比	无量纲	1
分子或其他基本单元数	N	分子或其他基本单元在系统中的数目	无量纲	1
物质的量	$n(\nu)$		摩[尔]	mol
摩尔质量	M	质量除以物质的量, $M=m/n$	千克每摩[尔]	$\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$
摩尔体积	V_m	体积除以物质的量, $V_m=V/n$	立方米每摩[尔] 升每摩[尔]	$\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}$ $\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}$
密度	ρ	质量除以体积, $\rho=m/V$	千克每立方米	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
质量密度				
体积质量				
相对密度	d	$d=\rho_1/\rho_2$		1
B 的质量浓度	ρ_B	B 的质量除以混合物的体积, $\rho_B=m_B/V$	千克每升	$\text{kg}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$
B 的浓度	c_B	B 的物质的量除以混合物的体积, $c_B=n_B/V$	摩[尔]每立方米	$\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}$ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$
B 的物质的量浓度				
溶质 B 的质量摩尔浓度	b_B, m_B	溶液中溶质 B 的物质的量除以溶剂的质量, $b_B=n_B/m_A$	摩[尔]每千克	$\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$ $\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ $\text{mmol}\cdot\text{g}^{-1}$
B 的质量分数	w_B	B 的质量与混合物的质量之比, $w_B=m_B/m$	无量纲	1 % $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$
B 的体积分数	φ_B	$\varphi_B=x_B V_{m,B}^*/(\sum x_A V_{m,A}^*)$ 式中, $V_{m,A}^*$ 是纯物质 A 在相同温度和压力时的摩尔体积, 而 \sum 代表在全部物质范围求和	无量纲	1 % $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{nL}\cdot\text{L}^{-1}$
B 的摩尔分数	$x_B(y_B)$	B 的物质的量与混合物的物质的量之比, $x_B=n_B/n$	无量纲	1
溶质 B 的摩尔比	r_B	溶质 B 的物质的量与溶剂的物质的量之比 $r_B=n_B/n_A$	无量纲	1
质子数	Z	原子核中的质子数目	无量纲	1
原子序数				
中子数	N	原子核中的中子数目	无量纲	1
核子数	A	原子核中的核子数目	无量纲	1
质量数				
离子的电荷数	z	离子电荷与元电荷之比	无量纲	1
电荷量	Q	电流对时间的积分	库[仑]	C

续表

量的名称	量的符号	量的定义	单位名称	单位符号
离子强度	I	溶液的离子强度定义为 $I = 1/2 \sum Z_i^2 m_i$, 式中, \sum 代表在质量摩尔浓度 m_i 的全部离子范围求和	摩[尔]每千克	$\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$
解离度	α	解离的分子数与分子总数之比	无量纲	1
电解质电导率	κ, σ	电流密度除以电场强度 $\kappa = j/E$	西[门子]每米	$\text{S} \cdot \text{m}$
摩尔电导率	Λ_m	电导率除以物质的量浓度 $\Lambda_m = \kappa/c$	西[门子]二次方米每摩[尔]	$\text{S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$
质量热容	c	热容除以质量	焦[耳]每千克	$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
比热容			每开[尔文]	
热容	C	当一系统由于加给一微小的热量 δQ 而温度升高 dT 时, $\delta Q/dT$ 这个量即是热容	焦[耳]每开[尔文]	$\text{J} \cdot \text{K}^{-1}$
热导率	$\lambda(\kappa)$	面积热流量除以温度梯度	瓦[特]每米每开[尔文]	$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
[放射性]活度	A	在给定时刻, 处于特定能态的一定量放射性核素在 dt 时间内发生自发核跃迁数的期望值除以 dt	贝可[勒尔]	Bq
质量活度	a	样品的放射性活度除以该样品的总质量	贝可[勒尔]每千克	$\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$
比活度				
介电常数	ϵ	$\epsilon = D/E$ E 为电场强度	[法]拉每米	$\text{F} \cdot \text{m}^{-1}$
热量	Q		焦[尔]	J
电导	G	$G = 1/R$	西[门子]	S
波数	σ	$\sigma = 1/\lambda$	每米	m^{-1}
波长	λ	在周期波传播方向上, 同一瞬间两相邻同相位点之间的距离	米	m
(化学反应)亲和势	A	$A = -\sum \nu_B \mu_B$	焦[耳]每摩[尔]	$\text{J} \cdot \text{mol}^{-1}$
比热容比	γ	$\gamma = c_p/c_v$	无量纲	
熵	S		焦[耳]每开[尔文]	$\text{J} \cdot \text{K}^{-1}$
焓	H	$H = U + pV$	焦[耳]	J
吉布斯自由能	G	$G = U + pV - TS$	焦[耳]	J

1.3.4 SI 词头

见表 1-5。

表 1-5 国际单位制中用于构成十进倍数和分数单位的词头 (SI 词头)

所表示的因数	词头符号	词头中文名称	词头英文名称	注
10^{24}	Y	尧[它]	yotta	
10^{21}	Z	泽[它]	zetta	
10^{18}	E	艾[可萨]	exa	
10^{15}	P	拍[它]	peta	
10^{12}	T	太[拉]	tera	
10^9	G	吉[咖]	giga	
10^6	M	兆	mega	
10^3	k	千	kilo	
10^2	h	百	hecto	
10	da	十	deca(deka)	
10^{-1}	d	分	deci	
10^{-2}	c	厘	centi	

续表

所表示的因数	词头符号	词头中文名称	词头英文名称	注
10^{-3}	m	毫	milli	
10^{-6}	μ	微	micro	ppm (part per million)
10^{-9}	n	纳[诺]	nano	ppb (part per billion)
10^{-12}	p	皮[可]	pico	ppt (part per trillion)
10^{-15}	f	飞[母托]	femto	
10^{-18}	a	阿[托]	atto	
10^{-21}	z	仄[普托]	zepto	
10^{-24}	y	么[科托]	yocto	

1.4 物理量的换算

1.4.1 压力换算

见表 1-6。

表 1-6 压力换算

项 目	$N \cdot m^{-2}$	mmHg	$kgf \cdot cm^{-2}$	atm
$N \cdot m^{-2}$	1	7.50062×10^{-3}	1.01972×10^{-5}	9.86923×10^{-6}
mmHg	133.322	1	1.35951×10^{-3}	1.31579×10^{-3}
$kgf \cdot cm^{-2}$	9.80665×10^4	735.559	1	0.967841
atm	1.01325×10^5	760	1.03323	1

1.4.2 能量换算

见表 1-7。

表 1-7 能量换算

项 目	J	erg	eV	cal	cm^{-1}
J	1	1×10^7	6.241461×10^{18}	0.239006	5.03404×10^{22}
erg	1×10^{-7}	1	6.241461×10^{11}	2.39006×10^{-8}	5.03404×10^{15}
eV	1.602189×10^{-19}	1.602189×10^{-12}	1	3.829326×10^{-20}	8.065479×10^3
cal	4.184	4.184×10^7	2.611425×10^{19}	1	2.10624×10^{23}
cm^{-1}	1.98648×10^{-23}	1.98648×10^{-16}	1.239852×10^{-4}	4.74778×10^{-24}	1

1.4.3 温度换算

目前使用的温标主要有摄氏温度 (Celsius temperature, 符号 t , 单位 $^{\circ}C$)、热力学温度 (thermodynamic temperature, 符号 T , 单位 K)、华氏温度 (Fahrenheit temperature, 符号 t_F , 单位 $^{\circ}F$)、兰氏温度 (Rankine temperature, 符号 T_R , 单位 $^{\circ}R$) 和雷氏温度 (Réaumur temperature, 符号 $t_{Ré}$, 单位 $^{\circ}Ré$), 它们的相互换算关系如下:

$$a(^{\circ}C) = \frac{4}{5}a'(^{\circ}Ré) = \left(\frac{9}{5}a'' + 32\right)(^{\circ}F) \quad (1-1)$$

$$b(^{\circ}Ré) = \frac{5}{4}b'(^{\circ}C) = \left(\frac{9}{4}b'' + 32\right)(^{\circ}F) \quad (1-2)$$

$$c(^{\circ}F) = \frac{5}{9}(c' - 32)(^{\circ}C) = \frac{4}{9}(c'' - 32)(^{\circ}Ré) \quad (1-3)$$

$$d(^{\circ}C) = (d' + 273.15)(K) \quad (1-4)$$

$$e(K) = (e' - 273.15)(^{\circ}\text{C}) = [1.80(e'' - 273.15) + 32](^{\circ}\text{F}) = \frac{9}{5}e'''(^{\circ}\text{Ré}) \quad (1-5)$$

摄氏温度与华氏温度最典型的换算式是：

$$5(x - 50)(^{\circ}\text{F}) = 9(y - 10)(^{\circ}\text{C}) \quad (1-6)$$

式中， x 代表华氏温度的值； y 代表摄氏温度的值。

摄氏温度和华氏温度对照见表 1-8。

表 1-8 摄氏、华氏温度对照表

摄氏温度 /°C	华氏温度 /°F	摄氏温度 /°C	华氏温度 /°F	摄氏温度 /°C	华氏温度 /°F	摄氏温度 /°C	华氏温度 /°F	摄氏温度 /°C	华氏温度 /°F
-10	14.00	20	68.00	50	122.00	80	176.00	110	230.00
-9	15.80	21	69.80	51	123.80	81	177.80	111	231.80
-8	17.60	22	71.60	52	125.60	82	179.60	112	233.60
-7	19.40	23	73.40	53	127.40	83	181.40	113	235.40
-6	21.20	24	75.20	54	129.20	84	183.20	114	237.20
-5	23.00	25	77.00	55	131.00	85	185.00	115	239.00
-4	24.80	26	78.80	56	132.80	86	186.80	116	240.80
-3	26.60	27	80.60	57	134.60	87	188.60	117	242.60
-2	28.40	28	82.40	58	136.40	88	190.40	118	244.40
-1	30.20	29	84.20	59	138.20	89	192.20	119	246.20
0	32.00	30	86.00	60	140.00	90	194.00	120	248.00
1	33.80	31	87.80	61	141.80	91	195.80	121	249.80
2	35.60	32	89.60	62	143.60	92	197.60	122	251.60
3	37.40	33	91.40	63	145.40	93	199.40	123	253.40
4	39.20	34	93.20	64	147.20	94	201.20	124	255.20
5	41.00	35	95.00	65	149.00	95	203.00	125	257.00
6	42.80	36	96.80	66	150.80	96	204.80	126	258.80
7	44.60	37	98.60	67	152.60	97	206.60	127	260.60
8	46.40	38	100.40	68	154.40	98	208.40	128	262.40
9	48.20	39	102.20	69	156.20	99	210.20	129	264.20
10	50.00	40	104.00	70	158.00	100	212.00	130	266.00
11	51.80	41	105.80	71	159.80	101	213.80	131	267.80
12	53.60	42	107.60	72	161.60	102	215.60	132	269.60
13	55.40	43	109.40	73	163.40	103	217.40	133	271.40
14	57.20	44	111.20	74	165.20	104	219.20	134	273.20
15	59.00	45	113.00	75	167.00	105	221.00	135	275.00
16	60.80	46	114.80	76	168.80	106	222.80	136	276.80
17	62.60	47	116.60	77	170.60	107	224.60	137	278.60
18	64.40	48	118.40	78	172.40	108	226.40	138	280.40
19	66.20	49	120.20	79	174.20	109	228.20	139	282.20