

分析化学手册

第一分册

基础知识与安全知识

化学工业出版社

分析化学手册

第一分册

基础知识与安全知识

杭州大学化学系分析化学教研室编

化学工业出版社

内 容 简 介

《分析化学手册》共分五个分册，本分册包括分析化学常用表解、分析室一般常识及安全知识等内容，可供从事分析化学工作的工人、技术人员、科学研究人员及大专院校师生参考。

本分册由杭州大学化学系分析化学教研室集体编写，周志瑞、吕荣山、朱有瑜、王国顺、付克廷、何申凤等同志执笔，北京医学院药系王夔同志审订。

分析化学手册

第一分册

基础知识与安全知识

杭州大学化学系分析化学教研室编

*

化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ 印张22插页1 字数549千字印数1—53,150

1979年8月北京第1版1979年8月北京第1次印刷

书号15063·3036定价3.25元(精)

前 言

随着我国社会主义革命和社会主义建设的发展，广大分析工作者迫切希望编写一部反映近代分析技术，结合我国实际情况的分析化学工具书——《分析化学手册》。原石油工业出版社于一九七五年秋即着手组织我们几个有关单位从事这一工作。我们深感承担这一艰巨任务力不从心，但抱着为实现毛主席、周总理亲自规划在本世纪内实现祖国“四个现代化”宏伟目标的强烈愿望，便毅然接受了。当前，党中央号召我们向科学技术进军，为完成新时期的总任务把我国建成社会主义强国而努力奋斗。在这重要的历史关头，我们以能贡献自己的点滴力量而感到欣慰。同时，也感到我们肩负的担子很重，惟恐有失读者愿望。

由于知识面的局限性，为了尽可能地提高稿件质量，内容写得切合实际需要，除了广泛吸取外国文献之所长，我们还采用了走出去、请进来等多种形式，发挥集体力量，坚持群众路线，先后在几个大城市召开座谈会，听取广大分析工作者的意见，几度修改编写提纲，并深入各大区的一些省市收集资料；稿子写成后，又请北京大学、大连化学物理研究所、北京医学院、武汉大学等单位的专业水平较高的同志分别为我们审订全稿。尽管如此，还是未能完全令人满意。

本《手册》将分册陆续出版，已组编的有：

- | | | |
|------|------------|--------------------|
| 第一分册 | 基础知识与安全知识 | 杭州大学化学系分析化学教研室 |
| 第二分册 | 化学分析 | 杭州大学化学系分析化学教研室 |
| 第三分册 | 光学分析与电化学分析 | 杭州大学化学系分析化学教研室 |
| 第四分册 | 色谱分析 | 成都科技大学化学系近代分析专业教研组 |
| 第五分册 | 质谱与核磁共振 | 中国医学科学院药物研究所 |

在此《分析化学手册》与读者见面之际，我们衷心感谢全国各地为我们介绍情况、提供资料和提出宝贵意见的厂矿、科研单位和大专院校的同志们给予我们的支持和帮助，促使我们克服了编写中的许多困难。在本手册内容中，也还存在着许多缺点和不足之处，热忱期待同志们批评、指正，以求在再版时能有所改进，有所提高。

编 者

一九七九年元月

目 录

第一篇 基础知识

第一章 分析常用数据及表解

表 1-1 国际原子量表	1
表 1-2 放射元素的原子量	3
表 1-3 化学元素中外文(拉丁、英、俄、德、日)名称对照表	4
表 1-4 基本物理常数	6
表 1-5 结晶离子半径	6
一、离子半径	7
二、水溶液中离子的有效半径	8
表 1-6 原子量、分子量及其对数	9
表 1-7 分析工作中常用符号与缩写字	19
一、希腊字母	19
二、数字词头	19
三、基本单位的词头	19
四、国际单位制(SI)	19
五、常用计量单位符号	21
六、一些物理化学量的符号及说明	21
七、常用符号或缩写字	24
表 1-8 常用单位的换算	25
一、长度的换算	25
二、面积的换算	25
三、体积、容积的换算	25
四、质量的换算	25
五、重量、力单位的换算	25
六、粘度单位的换算	25
七、动态粘度的换算	26
八、热导率单位的换算	26
九、压力单位的换算	26
十、分子能量单位的换算	26
十一、能、功单位的换算	26
十二 功率单位的换算	26
十三、国际制单位(SI)的换算关系	27
表 1-9 重要无机化合物及某些有机化合物在水中的溶解度	28
表 1-10 重要无机化合物在有机溶剂中的溶解度	43

表 1-11 某些气体在水中的溶解度	45
表 1-12 水、有机溶剂以及某些有机溶剂-水混合液的介电常数	46
一、水与有机溶剂的混合液在20℃时的介电常数	46
二、不同温度下水的介电常数	46
三、有机溶剂的介电常数	46
表 1-13 常用酸、碱、盐溶液的浓度和密度	47
一、硝酸溶液的浓度和密度	47
二、硫酸溶液的浓度和密度	47
三、盐酸溶液的浓度和密度	48
四、磷酸溶液的浓度和密度	49
五、高氯酸溶液的浓度和密度	50
六、乙酸溶液的浓度和密度	51
七、氢氧化钾溶液的浓度和密度	51
八、氢氧化钠溶液的浓度和密度	52
九、氨水的浓度和密度	52
十、碳酸钠溶液的浓度和密度	53
十一、某些商品高纯试剂的浓度和密度	53
表 1-14 波美浓度与比重对照表	53
一、液体比重小于1时波美浓度与比重对照表	54
二、液体比重大于1时波美浓度与比重对照表	54
表 1-15 难溶化合物的溶度积	54
表 1-16 水的离子积常数	59
表 1-17 酸和碱的离解常数	59
一、无机酸、碱在水溶液中的离解常数(25℃)	60
二、有机酸、碱在水溶液中的离解常数(25℃)	61
表 1-18 金属络合物形成常数	65
一、金属离子与无机配位体络合物的累积形成常数	66
二、金属离子与有机配位体络合物的累积形成常数	70
表 1-19 各种离子的活度系数	83
一、各种离子在不同离子强度溶液中的活度系数	83
二、各种离子在强度值大的溶液中的活度系数	84
三、酸、碱、盐的平均活度系数	84
四、酸、碱、盐高浓度溶液的平均活度系数	85
表 1-20 各种氧化还原体系的标准电位	86
一、标准电位表(25℃)	86
二、元素及其化合物在25℃时的标准电位或克式量电位	88
表 1-21 配位体的 $\log \alpha_{L(H)}$ 值	93
表 1-22 各种金属和配位体的 $\log \alpha_{M(L)}$ 值	94
第二章 分析基础知识	104
第一节 分析用纯水的制备	104

第二节 器皿的洗涤	107
第三节 玻璃滤器	108
第四节 滤纸规格及滤纸浆、石棉浆的制备	112
第五节 玛瑙研钵和坩埚	114
第六节 常用干燥剂	117
第七节 致冷剂	118
第八节 常用加热溶物质	120
第九节 常用粘合剂	121
第十节 温度计的校正	124
第十一节 无机试剂和有机试剂的提纯及制备方法	129
(一)无机试剂的提纯与制备	129
(二)有机试剂的提纯与制备	138
第十二节 贵重试剂及某些有机溶剂的回收与净化	152
(一)贵重试剂(汞、银、铂、铀)的回收与净化	152
(二)有机溶剂的回收	156
第十三节 化合物重要物理化学常数的测定方法	158
(一)熔点的测定	158
(二)沸程的测定	159
(三)沸点的测定	163
(四)比重的测定(比重瓶法)	164
(五)比重的测定(韦氏天平法)	165
(六)凝固点的测定	165
(七)色度的测定	166
(八)粘度的测定	166
(九)旋光度的测定	170
(十)折光率的测定	171
(十一)软化点的测定(环球法)	171
(十二)闪点与燃点的测定	172
(十三)玻璃化温度的测定	176
(十四)辛烷值的测定(马达法)	179
第十四节 数据处理及分析误差的计算	190
(一)分析化学中误差的表示方法	190
(二)有效数字运算规则	193
(三)分析化学中少量实验数据的统计处理方法	195

第二篇 安全知识

第三章 分析室一般安全操作守则	203
第一节 一般安全操作	203
第二节 使用煤气设备的安全守则	205
第三节 使用电气设备的安全守则	205

第四节 防火与灭火	206
第五节 现场取样安全注意事项	207
第四章 安全分析	208
第一节 动火分析	209
第二节 有毒气体分析	212
(一)有毒气体和有害物质的测定方法	212
(二)几种常见有害气体的快速检气管	222
(三)用气相色谱法测定气样中的有毒物质	222
第五章 强氧化剂、爆炸性物质的处理与防爆	224
第一节 一般概念	224
第二节 遇强氧化剂可能引起燃烧或爆炸的危险物质及其他危险物质	227
(一)能引起燃烧的物质	227
(二)能形成爆炸混合物的物质	227
(三)其他危险性混合物或物质	228
第三节 醚中过氧化物的爆炸与控制	228
(一)乙醚的爆炸	228
(二)乙醚及其他醚中过氧化物的检查和测定	230
(三)乙醚及其他醚中的过氧化物的阻化与抑制	230
(四)乙醚及其他醚中过氧化物的除去	230
第四节 三氯化氮爆炸的预防及三氯化氮的测定	231
(一)氯液排污中三氯化氮的测定	232
(二)原料氯中三氯化氮的测定	232
(三)液氯中三氯化氮的测定	233
(四)盐水(或自来水)含铵量的测定	233
第五节 高氯酸和高氯酸盐的处理	234
(一)高氯酸的性质	234
(二)对于分析实验室蒸发高氯酸用的通风橱和管道的要求	235
(三)高氯酸的安全处理简则	236
(四)高氯酸盐对热和震动的敏感度及其预防	236
第六节 实验室内发生爆炸的原因、爆炸情况与防爆措施	237
(一)爆炸原因和爆炸情况	237
(二)防爆措施	238
第六章 气瓶(钢瓶)及高压气体的使用	240
第一节 气瓶的结构与减压器	240
第二节 高压气瓶使用规程	242
第三节 高压气体钢瓶的颜色及标志	243
第四节 气瓶的搬运、存放和充装	243
第五节 几种压缩可燃气和助燃气的特殊性质和安全处理	244
第七章 防毒和防放射性措施	246
第一节 防毒措施	246

(一)毒物与中毒的一般概念	246
(二)毒物侵入人体的途径和吸收的情况	246
(三)预防原则	247
(四)防毒口罩与防毒面具	248
(五)汞中毒的预防	250
第二节 防放射性措施	252
(一)有关放射性物质及其防护方面的某些名词解释、特有的单位系统和换算	252
(二)射线对人体的影响及其防护	255
(三)对放射性污染的处理	257
(四)对开放型放射性实验室的主要防护要求	260
第八章 不幸事故的急救与处理	264
第一节 烧伤时的急救	264
(一)一般处置	264
(二)化学烧伤时的急救	264
(三)眼睛的灼伤	265
第二节 创伤时的急救	265
第三节 中毒时的急救	265
第四节 常备急救用品	275
附录一 化学试剂的安全储存和处理	277
附录二 化学危险品安全知识一览表	280
该表列举无机化合物216种,有机化合物518种及致癌物质90种左右,并包括下列项目:化学名称和分子式,阈值,超过阈值吸入时主要影响,浓的短期暴露对健康的相对危害,化学危险品的标记符号,在空气中的燃烧极限,闪点,沸点、密度或比重。	
附录三 关于工业“三废”的排放及车间空气中有害气体、蒸气及粉尘的最高容许浓度	333
(一)工业“三废”的排放	333
(二)车间空气中有害气体、蒸气及粉尘的最高容许浓度	335
附录四 安全知识参考资料	337
第一分册 索引及表序、表题索引	338
元素周期表	

第一篇 基础知识

第一章 分析常用数据及表解

表1-1中所列原子量用Ar(E)值表示^①适用于地球物质中的元素和某些人造元素。原子量末位数印常体字的准确至 ± 1 ，印小号字的准确至 ± 3 。使用时应注意附注。相对原子质量标准： $^{12}\text{C}=12$ 。

表 1-1 国际原子量表 (1971年) ^②

原子序	名 称	符 号	原 子 量	附 注	原子序	名 称	符 号	原 子 量	附 注
1	氢	H	1.0079	b,d	31	镓	Ga	69.72	
2	氦	He	4.00260	b,c	32	锗	Ge	72.5 ₉	
3	锂	Li	6.94 ₁	c,d,e,g	33	砷	As	74.9216	a
4	铍	Be	9.01218	a	34	硒	Se	78.9 ₆	
5	硼	B	10.81	c,d,e	35	溴	Br	79.904	
6	碳	C	12.011	b,d	36	氪	Kr	83.80	
7	氮	N	14.0067	b,c	37	铷	Rb	85.467 ₈	c
8	氧	O	15.999 ₄	b,c,d	38	锶	Sr	87.62	g
9	氟	F	18.998403	a	39	钇	Y	88.9059	a
10	氖	Ne	20.17 ₉	c	40	锆	Zr	91.22	
11	钠	Na	22.98977	a	41	铌	Nb	92.9064	a
12	镁	Mg	24.305	c,g	42	钼	Mo	95.94	
13	铝	Al	26.98154	a	43	锝	Tc	—	
14	硅	Si	28.085 ₅	d	44	钌	Ru	101.0 ₇	
15	磷	P	30.97376	a	45	铑	Rh	102.9055	a
16	硫	S	32.06	d	46	钯	Pd	106.4	
17	氯	Cl	35.453	c	47	银	Ag	107.868	c
18	氩	Ar	39.94 ₈	b,c,d,g	48	镉	Cd	112.41	
19	钾	K	39.098 ₃		49	铟	In	114.82	
20	钙	Ca	40.08	g	50	锡	Sn	118.6 ₉	
21	钪	Sc	44.9550	a	51	锑	Sb	121.7 ₅	
22	钛	Ti	47.9 ₀		52	碲	Te	127.6 ₀	
23	钒	V	50.941 ₄	b,c	53	碘	I	126.9045	a
24	铬	Cr	51.996	c	54	氙	Xe	131.30	
25	锰	Mn	54.9380	a	55	铯	Cs	132.9054	a
26	铁	Fe	55.84 ₇		56	钡	Ba	137.33	
27	钴	Co	58.9332	a	57	镧	La	138.905 ₅	b
28	镍	Ni	58.7 ₀		58	铈	Ce	140.12	
29	铜	Cu	63.54 ₆	c,d	59	镨	Pr	140.9077	a
30	锌	Zn	65.38		60	钕	Nd	144.2 ₄	

① Ar代表相对原子质量。括号中的E系所指元素的符号。如Ar (H)=1.0079

② 其中一部分根据1973年和1975年IUPAC两次国际会议通过的数字修订。

续表

原子序	名称	符 号	原 子 量	附 注	原子序	名称	符 号	原 子 量	附 注
61	钷	Pm	—		84	钋	Po	—	
62	钐	Sm	150.4		85	砹	At	—	
63	铕	Eu	151.96		86	氡	Rn	—	
64	钆	Gd	157.25		87	钫	Fr	—	
65	铽	Tb	158.9254	a	88	镭	Ra	226.0254	f, g
66	镝	Dy	162.50		89	锕	Ac	—	
67	钬	Ho	164.9304	a	90	钍	Th	232.0381	f
68	铒	Er	167.26		91	镤	Pa	231.0359	f
69	铥	Tm	168.9342	a	92	铀	U	238.029	b, c, e
70	镱	Yb	173.04		93	镎	Np	237.0482	f
71	镱	Lu	174.97		94	钷	Pu	—	
72	铪	Hf	178.49		95	镅	Am	—	
73	铌	Ta	180.9479	b	96	锔	Cm	—	
74	钨	W	183.85		97	锇	Bk	—	
75	铼	Re	186.207		98	锎	Cf	—	
76	锇	Os	190.2		99	锿	Es	—	
77	铱	Ir	192.22		100	镱	Fm	—	
78	铂	Pt	195.09		101	镭	Md	—	
79	金	Au	196.9665	a	102	锘	No	—	
80	汞	Hg	200.59		103	铈	Lr	—	
81	铊	Tl	204.37		104		Rf(Ku)	—	
82	铅	Pb	207.2	d, g	105		Ha	—	
83	铋	Bi	208.9804	a					

附注：a. 此元素只有一种稳定的核素^①。

b. 此元素有一种占主要成分的同位素(丰度约为99~100%)，在丰度测定中的误差对Ar(E)值的可靠性影响很小。

c. 此元素的Ar(E)值是从校正的质谱测量求得的(即同已知同位素组成的人工混合物相比而测定的)。

d. 已知此元素在地球物质中的同位素丰度有些变化，影响了原子量的精确度，表列的Ar(E)值仅能适用于“正常”材料^②。

e. 由于某些无意的或不公开的原因使同位素组成发生了改变，某些商品中此元素的原子量在数值上可能与表列数值有差异。

f. 此元素的Ar值是最常见的长寿核素的原子质量。

g. 在某些地区所得的样品，本元素的同位素组成可能异常，相应的原子量同表列的数值可能有某些差异。

① 核素指具有一定数目质子和一定数目中子的一种原子。

“正常”材料指一种物料，它所含的指定元素的原子量。

② 不会因某些特殊原因而与公认的原子量数值有重大偏差者。

表 1-2 放射元素的原子量

原子序	元素		符 号	同 位 素	原 子 质 量	半 衰 期	衰 变 方 式
	中 文 名	英 文 名					
43	锝	Technetium	Tc	99		2.12×10^5 年	β^-
61	钷	Promethium	Pm	147		2.52 年	β^-
84	钋	Polonium	Po	210	209.9829	138.4 天	α, γ
85	砹	Astatine	At	210		8.3 时	α, γ, κ -电子俘获
86	氡	Radon	Rn	222	222.0175	3.823 日	α
87	钫	Francium	Fr	223	223.0198	22 分	β^-, α, γ
88	镭	Radium	Ra	226	226.0254	1620 年	α, γ
89	锕	Actinium	Ac	227	227.0278	22 年	α, β^-
90	钍	Thorium	Th	232	232.0382	1.41×10^{10} 年	α, γ , 自发裂变
91	镤	Protactinium	Pa	231	231.0359	3.4×10^4 年	α, γ
92	铀	Uranium	U	238	238.0508	4.51×10^9 年	α, γ , 自发裂变
93	镎	Neptunium	Np	237	237.0480	2.14×10^6 年	α, γ
94	钚	Plutonium	Pu	242	242.0587	3.80×10^5 年	α , 自发裂变
95	镅	Americium	Am	243	243.0614	7.95×10^3 年	α, γ
96	锔	Curium	Cm	247		10^7 年	α, γ
97	锇	Berkelium	Bk	247	247.0702	1.4×10^3 年	α
98	锿	Californium	Cf	249	249.0748	360 年	α, γ , 自发裂变
99	镱	Einsteinium	Es	254	254.0881	1 年	α , 自发裂变
100	镻	Fermium	Fm	253		3 日	α
101	铈	Mendelevium	Md	256		1.5 时	κ -电子俘获, 自发裂变
102	镥	Nobelium	No	254		55 秒	α
103	铪	Lawrencium	Lr	257		0.6 秒	α
104	铕	Rutherfordium	Rf				
105	镆	Hahnium	Ha				

表 1-3 化学元素中外文名称对照表

原子 序数	符号	中文 名称	拉丁文名	英文名	俄文名	德文名	日文名
1	H	氢	Hydrogenium	Hydrogen	Водород	Wasserstoff	水素
2	He	氦	Helium	Helium	Гелий	Helium	ヘリウム
3	Li	锂	Lithium	Lithium	Литий	Lithium	リチウム
4	Be	铍	Beryllium	Beryllium	Бериллий	Beryllium	ベリウム
5	B	硼	Borium	Boron	Бор	Bor	ホウ素
6	C	碳	Carbonium	Carbon	Углерод	Kohlenstoff	炭素
7	N	氮	Nitrogenium	Nitrogen	Азот	Stickstoff	窒素
8	O	氧	Oxygenium	Oxygen	Кислород	Sauerstoff	酸素
9	F	氟	Fluorum	Fluorine	Фтор	Fluor	フッ素
10	Ne	氖	Neonum	Neon	Неон	Neon	ネオン
11	Na	钠	Natrium	Sodium	Натрий	Natrium	ナトリウム
12	Mg	镁	Magaesium	Magnesium	Магний	Magnesium	マグネシウム
13	Al	铝	Aluminium	Aluminum	Алюминий	Aluminium	アルミニウム
14	Si	硅	Silicium	Silicon	Кремний	Silicium	ケイ素
15	P	磷	Phosphorum	Phosphorus	Фосфор	Phosphor	リン
16	S	硫	Sulphur	Sulfur	Сера	Schwefel	イオウ
17	Cl	氯	Chlorum	Chlorine	Хлор	Chlor	塩素
18	A	氩	Argonium	Argon	Аргон	Argon	アルゴン
19	K	钾	Kalium	Potassium	Калий	Kalium	カリウム
20	Ca	钙	Calcium	Calcium	Кальций	Calcium	カルシウム
21	Sc	钪	Scandium	Scandium	Скандий	Scandium	スカンジウム
22	Ti	钛	Titanium	Titanium	Титан	Titan	チタン
23	V	钒	Vanadium	Vanadium	Ванадий	Vanadium	バナジウム
24	Cr	铬	Chromium	Chromium	Хром	Chrom	クロム
25	Mn	锰	Manganum	Manganese	Марганец	Mangan	マンガン
26	Fe	铁	Ferrum	Iron	Железо	Eisen	鐵
27	Co	钴	Cobaltum	Cobalt	Кобальт	Kobalt	コバルト
28	Ni	镍	Niccolum	Nickel	Никель	Nickel	ニッケル
29	Cu	铜	Cuprum	Copper	Медь	Kupfer	銅
30	Zn	锌	Zincum	Zinc	Цинк	Zink	亜鉛
31	Ga	镓	Gallium	Gallium	Галлий	Gallium	ガリウム
32	Ge	锗	Germanium	Germanium	Германий	Germanium	ゲルマニウム
33	As	砷	Arsenium	Arsenic	Мышьяк	Arsen	ヒ素
34	Se	硒	Selenium	Selenium	Селен	Selen	セレン
35	Br	溴	Bromium	Bromine	Бром	Brom	臭素
36	Kr	氪	Kryptonum	Krypton	Криптон	Krypton	クリプトン
37	Rb	铷	Rubidium	Rubidium	Рубидий	Rubidium	ルビジウム
38	Sr	锶	Strontium	Strontium	Стронций	Strontium	ストロンチウム
39	Y	钇	Yttrium	Yttrium	Иттрий	Yttrium	イットリウム
40	Zr	锆	Zirconium	Zirconium	Цирконий	Zirkonium	ジルコニウム
41	Nb	铌	Niobium	Niobium	Ниобий	Niob	ニオブ
42	Mo	钼	Molybdanium	Molybdenum	Молибден	Molybdän	モリブデン
43	Tc	锝	Technetium	Technetium	Технеций	Technetium	テクネチウム
44	Ru	钌	Ruthenium	Ruthenium	Рутений	Ruthenium	ルテニウム
45	Rh	铑	Rhodium	Rhodium	Родий	Rhodium	ロジウム
46	Pd	钯	Palladium	Palladium	Палладий	Palladium	パラジウム
47	Ag	银	Argentum	Silver	Серебро	Silber	銀

续表

原子 序数	符号	中文 名称	拉丁文名	英文名	俄文名	德文名	日文名
48	Cd	镉	Cadmium	Cadmium	Кадмий	Cadmium	カドミウム
49	In	铟	Indium	Indium	Индий	Indium	インジウム
50	Sn	锡	Stannum	Tin	Олово	Zinn	スズ
51	Sb	锑	Stibium	Antimony	Сурьма	Antimon	アンチモン
52	Te	碲	Tellurium	Tellurium	Теллур	Tellur	テルル
53	I	碘	Iodine	Iodine	Иод	Jod	ヨウ素
54	Xe	氙	Xenonum	Xenon	Ксенон	Xenon	キセノン
55	Cs	铯	Caesium	Caesium	Цезий	Cäsium	セシウム
56	Ba	钡	Baryum	Barium	Барий	Barium	バリウム
57	La	镧	Lanthanum	Lanthanum	Лантан	Lanthan	ランタン
58	Ce	铈	Cerium	Cerium	Церий	Cerium	セリウム
59	Pr	镨	Praseodymium	Praseodymium	Празеодимий	Praseodym	プラセオジウム
60	Nd	钕	Neodymium	Neodymium	Неодим	Neodym	ネオジウム
61	Pm	钷	Promethium	Promethium	Прометий	Promethium	プロメチウム
62	Sm	钐	Samarium	Samarium	Самарий	Samarium	サマリウム
63	Eu	铕	Europium	Europium	Европий	Europium	ユーロピウム
64	Gd	钆	Gadolinium	Gadolinium	Гадолиний	Gadolinium	ガドリニウム
65	Tb	铽	Terbium	Terbium	Тербий	Terbium	テルビウム
66	Dy	镝	Dysprosium	Dysprosium	Диспрозий	Dysprosium	ジスプロシウム
67	Ho	铈	Holmium	Holmium	Гольмий	Holmium	ホルシウム
68	Er	铒	Erbium	Erbium	Эрбий	Erbium	エルビウム
69	Tm	铥	Thulium	Thulium	Тулий	Thulium	ツリウム
70	Yb	镱	Ytterbium	Ytterbium	Иттербий	Ytterbium	イッテルビウム
71	Lu	镥	Lutetium	Lutetium	Лютеций	Lutetium	ルテシウム
72	Hf	铪	Hafnium	Hafnium	Гафний	Hafnium	ハフニウム
73	Ta	钽	Tantalum	Tantalum	тантал	Tantal	タンタル
74	W	钨	Wolfram	Tungsten	Вольфрам	Wolfram	タングステン
75	Re	铼	Rhenium	Rhenium	Рений	Rhenium	レニウム
76	Os	锇	Osmium	Osmium	Осмий	Osmium	オスシウム
77	Ir	铱	Iridium	Iridium	Иридий	Iridium	イリジウム
78	Pt	铂	Platinum	Platinum	Платина	Platin	白金
79	Au	金	Aurum	Gold	Золот	Gold	金
80	Hg	汞	Hydrargyrum	Mercury	Ртуть	Quecksilber	水銀
81	Tl	铊	Thallium	Thallium	Таллий	Thallium	タリウム
82	Pb	铅	Plumbum	Lead	Свинец	Blei	鉛
83	Bi	铋	Bismuthum	Bismuth	Висмут	Wismut	ビスマス
84	Po	钋	Polonium	Polonium	Полоний	Polonium	ポロニウム
85	At	砹	Astatium	Astatine	Астатин	Astatin	アスタチン
86	Rn	氡	Radon	Radon	Радон	Radon	ラドン
87	Fr	钫	Francium	Francium	Франций	Francium	フランシウム
88	Ra	镭	Radium	Radium	Радий	Radium	ラジウム
89	Ac	锕	Actinium	Actinium	Активный	Aktinium	アクチニウム
90	Th	钍	Thorium	Thorium	Торий	Thorium	トリウム
91	Pa	镤	Protactinium	Protactinium	Протактиний	Protaktinium	プロトアクチニウム
92	U	铀	Uranium	Uranium	Уран	Uran	ウラン
93	Np	镎	Neptunium	Neptunium	Нептуний	Neptunium	ネプツニウム
94	Pu	钷	Plutonium	Plutonium	Плутоний	Plutonium	プルトニウム

续表

原子序数	符号	中文名称	拉丁文名	英文名	俄文名	德文名	日文名
95	Am	镅	Americium	Americium	Америций	Americium	アメリカシウム
96	Cm	锔	Curium	Curium	Кюрий	Curium	キュリウム
97	Bk	锫	Berkelium	Berkelium	Беркелий	Berkelium	バークリウム
98	Cf	锿	Californium	Californium	カリフォルニウム	Californium	カリホルニウム
99	Es	镱	Einsteinium	Einsteinium	Эйнштейний	Einsteinium	アインシュタインウム
100	Fm	镱	Fermium	Fermium	Фермий	Fermium	フェルミウム
101	Md	镆	Mendelevium	Mendelevium	メンделеевий	Mendelevium	メンデレビウム
102	No	锘	Nobelium	Nobelium	Нобелий	Nobelium	ノーベリウム
103	Lr	铹	Lawrencium	Lawrencium	Лауренций	Lawrencium	ローレンシウム
104	Rf (Ku)		Rutherfordium		Курчатовий		
105	Ha		Hahnium				

表 1-4 基本物理常数

(各常数的数值分别乘以SI单位或C. G. S. 单位项下的10的次幂)

常数名称	符号	数值	国际制(SI)单位	公制(C.G.S.)单位
光速(在真空中)	C	2.997925 ± 0.000001	$\times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	$\times 10^{10} \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$
电子电荷	e	1.602192 ± 0.000007	$\times 10^{-19} \text{ C}$	$\times 10^{-20} \text{ cm}^{1/2} \cdot \text{g}^{1/2}$
		4.803250 ± 0.00002		$\times 10^{-10} \text{ cm}^{1/2} \cdot \text{g}^{1/2} \cdot \text{s}^{-1}$
电子荷质比	e/m _e	1.758803 ± 0.000005	$\times 10^{11} \text{ C} \cdot \text{kg}^{-1}$	$\times 10^7 \text{ cm}^{1/2} \cdot \text{g}^{1/2}$
质子质量	m _p	1.67261 ± 0.00001	$\times 10^{-27} \text{ kg}$	$\times 10^{-24} \text{ g}$
电子质量	m _e	9.10956 ± 0.00005	$\times 10^{-31} \text{ kg}$	$\times 10^{-28} \text{ g}$
中子质量	m _n	1.67482 ± 0.00008	$\times 10^{-27} \text{ kg}$	$\times 10^{-24} \text{ g}$
阿佛加德罗数	N _A	6.02217 ± 0.00004	$\times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	$\times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
气体常数	R	8.3143 ± 0.0003	$\times 10^3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$	$\times 10^7 \text{ erg} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
玻茨曼常数	K	1.38062 ± 0.00006	$\times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$	$\times 10^{-16} \text{ erg} \cdot \text{K}^{-1}$
法拉第常数	F	9.64867 ± 0.00005	$\times 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$	$\times 10^3 \text{ cm}^{1/2} \cdot \text{g}^{1/2} \cdot \text{mol}^{-1}$
普朗克常数	h	6.62620 ± 0.00005	$\times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$	$\times 10^{-27} \text{ erg} \cdot \text{s}$
里得堡常数	R _∞	$1.09737312 \pm 0.00000011$	$\times 10^7 \text{ m}^{-1}$	$\times 10^5 \text{ cm}^{-1}$
引力常数	G	6.6732 ± 0.003	$\times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$	$\times 10^{-8} \text{ dyn} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-2}$
理想气体的标准体积	V	2.24136	$\times 10 \text{ m}^3 \cdot \text{kmol}^{-1}$	$\times 10^4 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$
原子质量单位	amu	1.66053 ± 0.00001	$\times 10^{-27} \text{ kg}$	$\times 10^{-24} \text{ g}$

表 1-5 结晶离子半径

结晶离子半径指晶体中正负离子的接触半径。即把离子晶体中正负离子看成相互接触的圆球，正负离子中心间的距离就等于正负离子半径的和， $d=r_1+r_2$ ， d 可通过晶体X射线分析实验加以测量，然后计算正负离子的半径。下表所列数据是按晶格的配位数为6的离子半径，对其他配位数可按下表加以校正：

配位数	4	6	8	9	12
离子半径校正因数	0.94	1.00	1.03	1.05	1.12

一、离子半径(按元素符号顺序排列)

元 素	离 子 电 荷	离 子 半 径 Å	元 素	离 子 电 荷	离 子 半 径 Å	元 素	离 子 电 荷	离 子 半 径 Å
Ac	+ 3	1.11		+ 2	0.84	La	+ 3	1.06
Ag	+ 1	1.26		+ 3	0.64	Li	+ 1	0.68
	+ 2	0.97		+ 4	0.56	Lr	+ 2	1.12
Al	+ 3	0.50		+ 6	0.52		+ 3	0.94
Am	+ 3	0.99		- 2	3.00		+ 4	0.83
	+ 4	0.89	Cm	+ 2	1.19	Lu	+ 3	0.85
	+ 5	0.86		+ 3	0.99	Mg	+ 2	0.65
	+ 6	0.80		+ 4	0.88	Md	+ 2	1.14
As	- 3	2.22	Cs	+ 1	1.69		+ 3	0.96
	+ 3	0.58	Cu	+ 1	0.96		+ 4	0.84
	+ 5	0.47		+ 2	0.72	Mn	+ 2	0.80
Au	+ 1	1.37	Dy	+ 3	0.91		+ 3	0.62
	+ 2	1.05	Er	+ 3	0.88		+ 4	0.54
	+ 3	0.91	Es	+ 2	1.16		+ 7	0.46
At	- 1	2.27		+ 3	0.98	Mo	+ 4	0.66
	+ 5	0.57		+ 4	0.85		+ 6	0.62
	+ 7	0.51	Eu	+ 2	1.12	MoO ₄ ²⁻	- 2	3.45
B	+ 3	0.20		+ 3	0.95	N	- 3	1.71
BF ₄ ⁻	- 1	2.28	F	- 1	1.36		+ 1	0.25
Ba	+ 2	1.35		+ 7	0.07		+ 3	0.13
Be	+ 2	0.31	Fe	+ 2	0.76		+ 5	0.11
Bi	- 3	2.13		+ 3	0.64	NH ₄ ⁺	+ 1	1.59
	+ 3	0.96	Fm	+ 2	1.15			
	+ 5	0.74		+ 3	0.97	NO ₃ ⁻	- 1	1.89
Bk	+ 2	1.18		+ 4	0.84	Na	+ 1	0.95
	+ 3	0.98	Fr	+ 1	1.76	Nb	+ 4	0.74
	+ 4	0.87	Ga	+ 3	0.62		+ 5	0.70
Br	- 1	1.96	Gd	+ 3	0.94	Nd	+ 3	1.00
	+ 5	0.47	Ge	- 4	2.72	Ni	+ 2	0.72
	+ 7	0.39		+ 2	0.70		+ 3	0.62
C	- 4	2.60		+ 4	0.53	No	+ 2	1.13
	+ 4	0.15	H	- 1	2.08		+ 3	0.95
CN ⁻	- 1	1.92		+ 1	10 ⁻⁵		+ 4	0.83
Ca	+ 2	0.99	Hf	+ 4	0.78	Np	+ 3	1.01
C	+ 2	0.97	Hg	+ 1	1.27		+ 4	0.92
Ce	+ 3	1.03		+ 2	1.10		+ 5	0.88
	+ 4	0.92	Ho	+ 3	0.89		+ 6	0.82
Cf	+ 2	1.17	I	- 1	2.16	O	- 2	1.40
	+ 3	0.98		+ 5	0.62		- 1	1.76
	+ 4	0.86		+ 7	0.50		+ 1	0.22
Cl	- 1	1.81	In	+ 1	1.32		+ 6	0.09
	+ 5	0.34		+ 3	0.81	OH ⁻	- 1	1.53; 1.33
	+ 7	0.26	Ir	+ 2	0.89	Os	+ 2	0.89
ClO ₄ ⁻	- 1	2.36		+ 3	0.75		+ 3	0.81
Co	+ 2	0.74		+ 4	0.64		+ 4	0.65
	+ 3	0.63		+ 6	0.56		+ 6	0.6
Cr	+ 1	0.81	K	+ 1	1.33		+ 8	0.53

续表

元 素	离 子 电 荷	离 子 半 径 Å	元 素	离 子 电 荷	离 子 半 径 Å	元 素	离 子 电 荷	离 子 半 径 Å
P	-3	2.12		+3	0.75	Sr	+2	1.13
	+3	0.42		+4	0.67	Ta	+5	0.7
	+5	0.34	Ru	+3	0.77	Tb	+3	0.92
PO ₄ ³⁻		3.00		+4	0.63		+4	0.84
Pa	+3	1.05		+8	0.54	Tc	-2	0.95
	+4	0.96	S	-2	1.84		+4	0.72
	+5	0.90		-1	2.19		+7	0.58
Pb	+2	1.20		+4	0.37	Te	-2	2.21
	+4	0.84		+6	0.29		+4	0.81
Pd	+2	0.86	SH ⁻		2.00		+6	0.56
	+4	0.64				Th	+3	1.08
Pm	+3	0.98	SO ₄ ²⁻		2.95		+4	0.99
Pr	+3	1.01				Tl	+1	1.44
	+4	0.90	HSO ₄ ⁻		2.06		+3	0.95
Po	-2	2.30	Sb	-3	2.45	Tm	+3	0.94
	+4	0.65		+3	0.90		+4	0.87
	+6	0.56		+5	0.62	U	+3	1.03
Pt	+2	0.85	Sc	+3	0.81		+4	0.93
	+4	0.70	Se	-2	1.98		+5	0.87
Pu	+3	1.00		+4	0.69		+6	0.83
	+4	0.90		+6	0.42	V	+2	0.88
	+5	0.87	Si	-4	2.71		+3	0.74
	+6	0.81		+4	0.41		+4	0.60
Ra	+2	1.40	SiO ₄ ⁴⁻	-4	2.90		+5	0.59
Rb	+1	1.48	Sm	+2	1.11	Y	+3	0.93
Re	+4	0.72		+3	0.96	Yb	+2	1.13
	+6	0.61	Sn	-4	2.94		+3	0.86
	+7	0.60		+2	1.02	Zn	+2	0.74
Rh	+2	0.86		+4	0.71	Zr	+4	0.79

二、水溶液中离子的有效半径

表中列出在25℃有关水溶液中离子半径的近似有效数值。

离 子 半 径 Å	无 机 离 子
2.5	Rb ⁺ , Cs ⁺ , NH ₄ ⁺ , Tl ⁺ , Ag ⁺
3	K ⁺ , Cl ⁻ , Br ⁻ , I ⁻ , CN ⁻ , NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻
3.5	OH ⁻ , F ⁻ , NCS ⁻ , NCO ⁻ , HS ⁻ , ClO ₃ ⁻ , ClO ₄ ⁻ , BrO ₃ ⁻ , IO ₄ ⁻ , MnO ₄ ⁻
4	Na ⁺ , CdCl ⁺ , Hg ₂ ²⁺ , ClO ₂ ⁻ , IO ₃ ⁻ , HCO ₃ ⁻ , H ₂ PO ₄ ⁻ , HSO ₄ ⁻ , H ₂ AsO ₄ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , S ₂ O ₃ ²⁻ , S ₂ O ₈ ²⁻ , SeO ₄ ²⁻ , CrO ₄ ²⁻ , HPO ₄ ²⁻ , S ₂ O ₆ ²⁻ , PO ₄ ³⁻ , [Fe(CN) ₆] ³⁻ , [Cr(NH ₃) ₆] ³⁺ , [Co(NH ₃) ₆] ³⁺ , [Co(NH ₃) ₅ H ₂ O] ³⁺
4.5	Pb ²⁺ , CO ₃ ²⁻ , SO ₃ ²⁻ , MoO ₄ ²⁻ , Co(NH ₃) ₅ Cl ²⁺ , Fe(CN) ₅ NO ₂ ²⁻
5	Sr ²⁺ , Ba ²⁺ , Ra ²⁺ , Cd ²⁺ , Hg ²⁺ , S ²⁻ , S ₂ O ₄ ²⁻ , WO ₄ ²⁻ , Fe(CN) ₆ ⁴⁻