

〔英〕C.Chambers A.K.Holliday 著

陈 灏 辛无名等译 朱耀斌 校

北京大学出版社

无机化学

无机化学

[英] C. Chambers 著
A. K. Holliday

陈 颢 辛无名 等译

朱耀斌 校

北京大学出版社

C. Chambers A. K. Holliday

INORGANIC CHEMISTRY

Butterworth & Co Ltd, London, 1982

无 机 化 学

[英] C. Chambers A. K. Holliday 著

陈 灏 辛无名 等译

朱耀斌 校

责任编辑：黄慰曾（特邀）

北京大学出版社出版

（北京大学校内）

北 京 大 学 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

850×1168毫米 32开本 15.25印张 300千字

1987年9月第一版 1987年9月第一次印刷

印数：7,000册

统一书号：13209.173

定价：~~3.05元~~

3.05元

内 容 简 介

本书译自英国 C. Chambers 和 A. K. Holliday 合编的 *Inorganic Chemistry* (1982年初版)。

全书共分十五章——周期表、结构和键、能力学、酸和碱及氧化和还原、氢、第 I 族和第 II 族元素、第 III 族元素、第 IV 族元素、第 V 族元素、第 VI 族元素、第 VII 族元素、惰性气体、过渡元素、第 IB 和第 IIB 族的过渡元素、镧系和锕系元素。前四章基础理论的讲述深入浅出，重点明确，为后续章节提供了必要的基础；后面各族或系列元素的讲述取材新颖，内容丰富，各有特色。各章后面还附有从英国各类考试委员会及利物浦大学一年级试卷中精选的习题。

本书是一本有参考价值的基础读物，可供大专院校、广播电视大学、职工大学等化学和化工系学生、教师参考，也可供从事化学、化学工程工作的技术人员参考。

族		III IV V VI VII 0																																	
周期	I	II																																	
1	1s	H													2	He																			
2	2s	3	Li	4	Be											9	F	10	Ne																
3	3s	11	Na	12	Mg											16	S	17	Cl	18	Ar														
4	4s	19	K	20	Ca	21	Sc	3d	39	Y	4d	57	La	5d	89	Ac	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr							
5	5s	37	Rb	38	Sr	39	Zr	40	Nb	41	Mo	42	Tc	43	Ru	44	Rh	45	Pd	46	Ag	47	Cd	48	In	49	Sn	50	Sb	51	Te	52	I	53	Xe
6	6s	55	Cs	56	Ba	57	Hf	58	Ta	59	W	60	Re	61	Os	62	Ir	63	Pt	64	Au	65	Hg	66	Tl	67	Pb	68	Bi	69	Po	70	At	71	Rn
7	7s	87	Fr	88	Ra	89	Ku	104													104														
		4f	58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu					
		5f	90	Th	91	Pa	92	U	93	Np	94	Pu	95	Am	96	Cm	97	Bk	98	Cf	99	Es	100	Fm	101	Md	102	No	103	Lr					

译 序

本书译自英国C. Chambers和A. K. Holliday 合编的 *Inorganic Chemistry* (1982年初版)。原书系Butterworths中级化学丛书三卷本中的第二卷。该丛书还包括有机化学、物理化学两卷, 其中有机化学一卷的中译本已由中央广播电视大学出版社作为教学参考书正式出版。

本书内容广博, 取材新颖, 重点和难点写得深入浅出, 循序渐进, 符合认识规律, 容易引起读者兴趣, 利于自学。

本书习题内容丰富, 取材于英国各类考试委员会或利物浦大学一年级试卷; 大多数章节后面都有总结性的内容概要, 便于复习。

在翻译过程中, 译者力求文字通顺, 符合原意; 人名、地名除常见者外, 首次出现时均附以原文, 以便读者查阅; 科技术语及化合物命名以科学出版社出版的《英汉化学化工词汇》第三版为主要依据。

参加本书翻译工作的有: 郭建棟(序言及第三、四、十四章)、刘宝廷(第一、十五章)、辛无名(第二、八章)、温泽润(第五、六、七、十二章)、雷玉清(第九、十一章)、陈灏(第十、十三章)。全书由朱耀斌同志校订, 责任编辑黄慰曾同志作了文字润色和终校。原书中的少量笔误和个别插图的错误, 译者已尽可能在译文中作了校正。

限于我们的水平, 译文难免误漏, 敬希读者批评指正。

译者 1985年11月

序 言

本书是布特沃施中级化学新丛书三卷本中的第二卷，旨在作为作者原著《现代无机化学》一书的后续书，实际上是它的一个新版本。这本新书，象它的前版书一样，在高等化学课程的第一年学习中，也应该是有价值的。我们试图在前四章中——周期表，结构与键，能力学，酸和碱与氧化和还原——为以后的主族、第一过渡系列和镧系与锕系等章节提供必要的基础。尽管在后面所有的章节中都作了同样的全面论述，但对每一个别的族或系列的论述都是有特色的，适当地强调了其特性和趋势。大多数章节的末尾都有内容概要和由 A 级、S 级或利物浦大学一年级试卷中精选的问题。

教科书有的简短易读，有的用于参考目的因而较为详细，篇幅较长。无机教科书的主要困难是在这两者之间如何取得平衡。我们在这两个极端之间做到合理的有所兼顾，因此关于历史背景和工业过程都只进行了极为简要的论述。我们也毫不犹豫地简化了复杂的反应或其它现象。例如，把两性现象作为在简单含水阳离子和简单含氢氧根阴离子之间依赖于溶液 pH 的结果来论述，而忽略了更为复杂的离子形式的存在，但却使现象在此水平上得到充分的理解。

我们感谢联合大学生入学考试委员会 (JMB)，牛津地方考试委员会 (O)，伦敦大学 (L) 和剑桥地方考试辛迪加 (C) 允许我们复制近年来高级考试 (A)，特别考试或奖学金考试 (S) 和纽菲尔德考试 (N) 试卷上的问题 (或部分问题)。我们也感谢利物浦大学允许我们使用各种一年级试卷中的问题。在适当的地方，我们已将问题中的数据换成 SI 单位制，术语也作了较小的改变，感谢各考试委员会和利物浦大学允许我们作这样的改变。

C. Chambers

A. K. Holliday

目 录

第一章 周期表	(1)
1.1 周期概念的发展	(1)
1.2 物理和化学性质的周期性	(2)
1.3 原子光谱和原子结构	(9)
1.4 波动力学	(11)
1.5 近代周期表	(13)
1.6 周期表的特性	(18)
1.7 周期表的应用	(19)
概 要	(20)
习 题	(21)
第二章 结构和键	(24)
2.1 问题的起源	(24)
2.2 化合价的电子理论	(27)
2.3 电子转移成键——电价	(27)
2.4 通过共享电子成键——共价键	(36)
2.5 共价键的强度：键能	(49)
2.6 共价键键长	(50)
2.7 电负性	(51)
2.8 氢键	(54)
2.9 共价键的现代理论	(56)
2.10 金属中的键	(61)
2.11 过渡金属络合物中的键	(62)
2.12 无机化合物的颜色	(63)
概 要	(64)
习 题	(65)

第三章 能力学	(67)
3.1 化学稳定性	(67)
3.2 自由能和平衡	(69)
3.3 自由能和熵	(71)
3.4 影响反应焓的因素	(76)
习 题	(87)
第四章 酸和碱；氧化和还原	(91)
4.1 质子酸和质子碱	(91)
4.2 酸和碱的其它基本概念	(96)
4.3 氧化-还原过程	(98)
4.4 氧化剂和还原剂的确定	(117)
概 要	(117)
习 题	(118)
第五章 氢	(122)
5.1 与电正性金属的反应	(123)
5.2 与过渡金属的反应	(123)
5.3 与非金属及弱电正性金属的反应	(124)
5.4 复合氢化物	(126)
5.5 原子氢	(127)
5.6 氘	(127)
5.7 氢的检验	(128)
5.8 关于大规模生产氢的问题	(128)
概 要	(129)
习 题	(129)
第六章 第 I 族和第 II 族 锂、钠、钾、铷、铯、铍、 镁、钙、锶、钡	(131)
6.1 元素	(131)

6.2	第Ⅰ和第Ⅱ族元素的化合物	(138)
6.3	碳酸盐和酸式碳酸盐	(144)
6.4	锂和铍的反常性质	(146)
6.5	第Ⅰ族和第Ⅱ族元素阳离子的检验方法	(148)
	概 要	(149)
	习 题	(149)
第七章	第Ⅲ族 硼、铝、镓、铟、铊	(152)
7.1	+3氧化态	(152)
7.2	+1氧化态	(154)
7.3	配位数	(155)
7.4	元素的性质	(156)
7.5	硼和铝的化合物	(160)
	概 要	(174)
	习 题	(175)
第八章	第Ⅳ族 碳、硅、锗、锡、铅	(177)
8.1	通性概要	(177)
8.2	元素的存在和提取	(180)
8.3	元素的典型反应	(185)
8.4	第Ⅳ族元素的化合物	(189)
8.5	第Ⅳ族元素的氧化物	(194)
8.6	第Ⅳ族元素的氯化物和其它重要的卤化物	(213)
8.7	其它重要的化合物	(218)
8.8	第Ⅳ族元素的检验	(222)
	概 要	(222)
	习 题	(224)
第九章	第Ⅴ族 氮、磷、砷、锑、铋	(227)
9.1	通性概要	(227)
9.2	元素的存在和提取	(228)

9.3 元素的性质	(230)
9.4 元素的化学反应活性	(231)
9.5 第Ⅴ族元素的氢化物	(234)
9.6 第Ⅴ族元素的氧化物	(246)
9.7 含氧酸和含氧酸盐	(258)
9.8 第Ⅴ族元素的卤化物	(268)
9.9 第Ⅴ族元素的检验	(273)
概 要	(274)
习 题	(274)

第十章 第Ⅵ族 氧、硫、硒、碲、钨 (277)

10.1 元素的性质	(277)
10.2 元素的存在和提取	(278)
10.3 同素异形体	(282)
10.4 化学反应活性	(286)
10.5 元素的应用	(288)
10.6 第Ⅵ族元素的氢化物	(288)
10.7 二元化合物	(304)
10.8 硫的氧化物和含氧酸及其盐	(308)
10.9 硒和碲的氧化物和含氧酸	(323)
10.10 卤化物	(324)
10.11 硫的检验	(327)
概 要	(327)
习 题	(327)

第十一章 第Ⅶ族卤素 氟、氯、溴、碘 (330)

11.1 物理性质	(330)
11.2 存在和提取	(335)
11.3 卤素特有的反应	(340)
11.4 氢化物(卤化氢)	(346)
11.5 氧化物	(353)

11.6	含氧酸及其盐	(356)
11.7	卤化物	(362)
11.8	卤间化合物和多卤化物	(365)
11.9	卤素及其化合物的应用	(366)
11.10	卤化物的检验	(368)
	概 要	(370)
	习 题	(370)
第十二章 惰性气体 氦、氖、氩、氪、氙、氡.....		(375)
12.1	物理性质	(375)
12.2	存在和分离	(375)
12.3	化学性质	(376)
12.4	用途	(379)
	习 题	(380)
第十三章 过渡元素 从钪到锌.....		(381)
13.1	元素的物理性质	(381)
13.2	化学性质	(384)
13.3	配位络合物	(385)
13.4	过渡金属的其它化学性质	(391)
13.5	钪	(392)
13.6	钛	(392)
13.7	钒	(396)
13.8	铬	(399)
13.9	锰	(407)
13.10	铁.....	(414)
13.11	钴.....	(424)
13.12	镍.....	(429)
13.13	铜.....	(432)
13.14	锌.....	(441)
	习 题	(445)

第十四章 第ⅠB和ⅡB族过渡元素 银、金、镉、汞 …… (450)

14.1 (铜)、银、金 …… (450)

14.2 银 …… (450)

14.3 金 …… (456)

14.4 锌、镉、汞 …… (459)

14.5 镉 …… (459)

14.6 汞 …… (461)

习 题 …… (465)

第十五章 铜系和铜系元素 铜到镉，铜到铟 …… (467)

15.1 超铜系元素 …… (471)

习 题 …… (471)

第一章 周期表

1.1 周期概念的发展

1.1.1 金属和非金属

现在我们已知元素有一百种以上。在一个世纪前就已知道了其中的六十多种，自然人们便试图通过某种方法来阐述所有这些元素的性质。一个显而易见的方法就是把它们分为金属和非金属，但这显然是很不够的。

例如，在金属中，钠和钾彼此相似并形成相似的化合物。铜和铁也是具有相似化学性质的金属，但它们明显不同于钠和钾。后两者是软金属，主要形成无色化合物；而铜和铁则是硬金属，主要形成有色的化合物。

非金属中的氮和氯是气体，而与氮化学性质相似的磷则是固体，与氯化学性质相似的碘也是固体。显然，如果我们要建立一种有意义的分类方法，就必须研究这些元素及其化合物的物理性质和化学性质。

1.1.2 相对原子量

在1850年以前，已经确定了许多元素的原子重量值（现称相对原子量），这些知识使得纽兰兹（Newlands）能够在1864年提出一个八音律的假设。即当元素按相对原子量递增的顺序排列时，每一相继的第八个元素都是第一个元素的某种重复。几年以后，劳尔·梅耶（Lothar Meyer）和门捷列夫（Mendelëef）分别独立地提出了元素性质是其相对原子量周期函数的意见。劳尔·梅耶的意见是以元素物理性质为基础的。他作出了“原子体积”——固态元素的相对原子量体积(cm^3)与相对原子量的关系图。

所得图形见图1.1。

门捷列夫按元素相对原子量大小的次序，但也根据它们的化学性质特别是它们在氧化物和氢化物中所显示的原子价，列出了一个元素表。他发现元素可分成称作族的竖行和称作周期或系列的横列。本书衬页所示的近代周期表中的行与列就是用这些词来说明的。

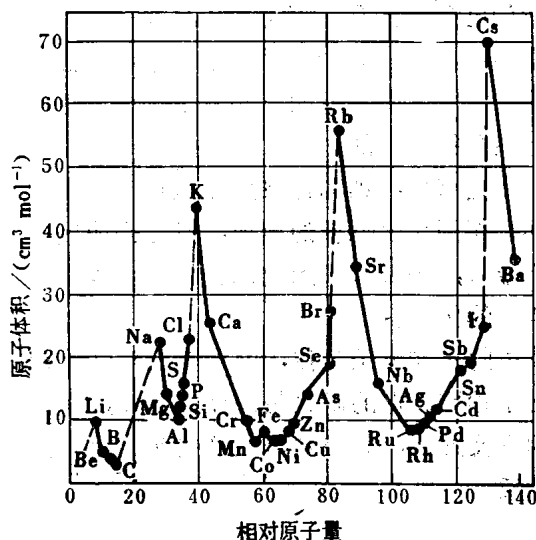


图1.1 原子体积曲线 (劳尔·梅耶)

1.2 物理和化学性质的周期性

虽然规律性很明显，但对所有元素来说，“原子体积”并没有独自的意义——它无疑并不度量原子的大小，这是一个依赖于元素聚集状态的量。然而，有一些表现出周期性的更为基本的物理性质。其中之一就是第一电离能，这是在气态下从元素的自由原子移走一个电子所需的能量，即发生如下过程：



这里 M 是元素的原子。图 1.2 绘出了第一电离能相对于原子序数的曲线 (电离能单位是 kJ mol^{-1})。1913 年英国物理学家莫斯莱 (Moseley) 检查了 X 光直接照射金属靶时产生的光谱, 发现所观察到的谱线频率 ν 服从关系式

$$\nu = a(Z - b)^2$$

这里 a 和 b 都是常数; Z 是一个取决于金属在周期表中位置的数, 不同金属其值不同。由一种元素到下一种元素时, 增加一个单位, 例如镁为 12, 铝为 13。 Z 称为原子序数, 事实证明它相当于原子的核电荷 (原子核基本上由质子和中子构成)。这一电荷与原子核外电子数大小相等而电性相反。这就是周期所赖以建立的基本量。

显然总的趋势是金属具有低的第一电离能而非金属的电离能则相

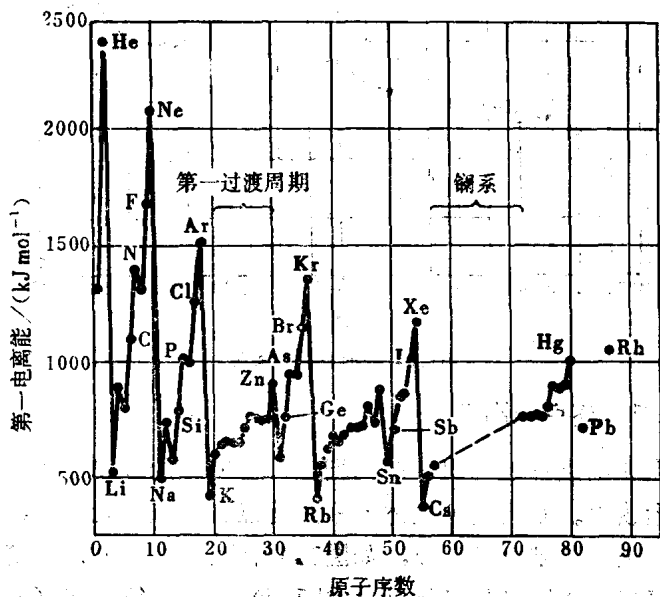


图1.2 元素的第一电离能

当高。还应当注意，在同一周期中，尽管并不十分规律，从左至右第一电离能**递增**，而在同一族中，从上至下电离能**递减**，例如从锂到铯。每族中从上至下电离能的下降是与由非金属特性向金属特性的过渡有关的，这种现象在第Ⅳ族元素碳、硅、锗和锡中表现得很明显。因此在一族元素的物理化学性质电离能和依赖于金属性（电正性）大小的那些化学性质之间存在着一种联系。

如果我们考察任何一个原子的**逐级**（一，二，三…）电离能，便可以进一步证实电子量子能级的周期性。图1.3表示钾原子依次失去1,2,3…19个电子时电离能的对数曲线（因能量变化很大，故使用对数标度）。人们清楚地看到能位18（氩）、10（氖）和2（氦）这些惰性气体构型的稳定性。有关电离能的问题将在第二和第三章进一步讨论。

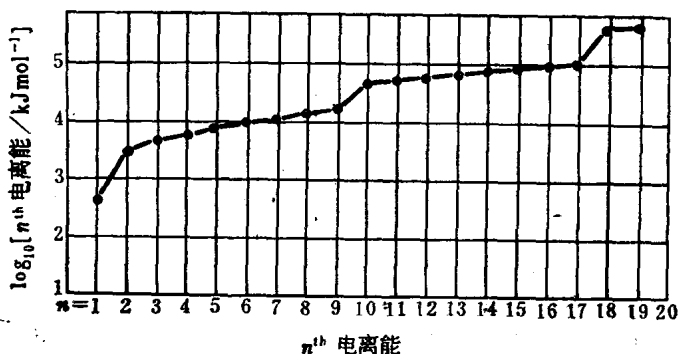


图1.3 钾的各级电离能

1.2.1 熔点和沸点

熔点和沸点都表现出一些周期性，但明显的规律性主要表现在各元素族中。0族惰性气体元素的熔点和沸点都比较低，但在该族中从上至下则逐渐升高，如图1.4所示。与之类似，在第Ⅶ族卤素中可以看到同样的趋势（见图1.5）。相反第Ⅰ族（和第Ⅱ族）的金属都具有比较高的熔点和沸点，并在族中从上至下逐渐