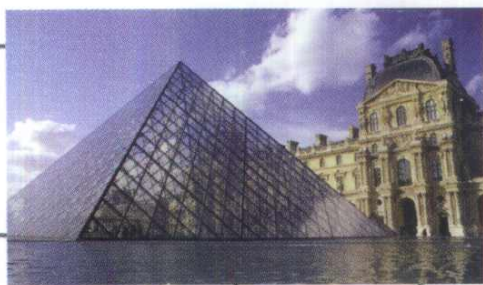


化学元素 编览

艾伯特·斯特沃特加 著
田晓伍 任金霞 译



Na

K

Huaxue Yuansu

V

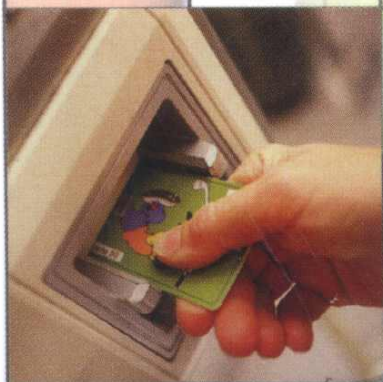
Rb

Bianlan

Cs

Ba

Ta



(修订本)

河南科学技术出版社

0611-49
581

化学元素 浏览

艾伯特·斯特沃特加 著
田晓伍 任金霞 译

Huaxue Yuansu Bianlan



Rb							
Cs							
Fr							

(修订本)



河南科学技术出版社

© Albert Stwertka 1998

This translation of A Guide to the Elements originally published in English in 1998 is published by arrangement with Oxford University Press.
《化学元素遍览》原为1998年出版的英文版,此翻译著作由牛津大学出版社安排出版。

著作权合同登记号:图字16—2000—0057

图书在版编目(CIP)数据

化学元素遍览/(美)斯特沃特加著;田晓伍,任金霞译.—郑州:河南科学技术出版社,2002.1

ISBN 7-5349-2623-8

I.化… II.①斯…②田…③任… III.化学元素—普及读物 IV.0611-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第066741号

责任编辑 冯 英 责任校对 王艳红

河南科学技术出版社出版发行

(郑州市经五路66号)

邮政编码:450002 电话:(0371)5737028

河南第二新华印刷厂印刷

全国新华书店经销

开本:890mm×1 240mm 1/32 印张:7.5 字数:240千字

2002年1月第1版 2002年1月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 7-5349-2623-8/G·779 定价:15.00元

目 录

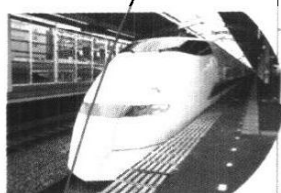
元素周期表	5
氢	14
氦	20
锂	23
铍	27
硼	29
碳	32
氮	39
氧	45
氟	48
氖	51
钠	52
镁	55
铝	57
硅	59
磷	62
硫	64
氯	67
氩	69
钾	71
钙	73
钪	77
钛	79
钒	81
铬	83
锰	85
铁	87
钴	90
镍	92
铜	94
锌	97
镓	99
锗	101
砷	102
硒	104
溴	106
氪	108
铷	110
锶	111
钇	113
锆	115
铌	117
钼	119
锝	120
钽	122
铈	123
钡	124
银	125
镉	128
铟	130
锡	131
铊	133
碲	134
碘	135
氙	138
铯	140
钡	142
镧	144
铈	146
镨	147
钆	149
铽	151
钇	153
铕	154
钆	155
铽	157
镱	158
铥	159
镱	160
铥	161
镱	162
镱	163
铥	164
镱	166
铥	168
镱	170
铥	171
铥	172
铥	173
铥	176
铥	179
铥	182
铥	184
铥	187
铥	189
铥	191
铥	192
铥	194
铥	195
铥	197
铥	198
铥	200
铥	201
铥	204
铥	205
铥	207
铥	208
铥	209
铥	210
铥	212
铥	213
铥	214
铥	215
铥	216
铥	217
铥	219
铥	220
铥	222
铥	223
铥	224
110号元素	225
111号元素	226
112号元素	227
专业名词解释	228
元素发现年表	232

0611-49
581

化学元素 编览

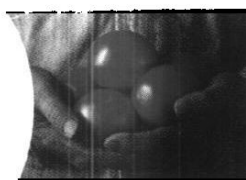
艾伯特·斯特沃特加 著
田晓伍 任金霞 译

Huaxue Yuansu Bianlan



Na				
Rb				
Cs				
Fr				

(修订本)



河南科学技术出版社

© Albert Stwertka 1998

This translation of *A Guide to the Elements* originally published in English in 1998 is published by arrangement with Oxford University Press.

《化学元素遍览》原为1998年出版的英文版,此翻译著作由牛津大学出版社安排出版。

著作权合同登记号:图字16—2000—0057

图书在版编目(CIP)数据

化学元素遍览/(美)斯特沃特加著;田晓伍,任金霞译.——郑州:河南科学技术出版社,2002.1

ISBN 7-5349-2623-8

I.化… II.①斯…②田…③任… III.化学元素—普及读物 IV.0611-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第066741号

责任编辑 冯 英 责任校对 王艳红

河南科学技术出版社出版发行

(郑州市经五路66号)

邮政编码:450002 电话:(0371)5737028

河南第二新华印刷厂印刷

全国新华书店经销

开本:890mm×1 240mm 1/32 印张:7.5 字数:240千字

2002年1月第1版 2002年1月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 7-5349-2623-8/G·779 定价:15.00元

目 录

元素周期表	5
氢	14
氦	20
锂	23
铍	27
硼	29
碳	32
氮	39
氧	45
氟	48
氖	51
钠	52
镁	55
铝	57
硅	59
磷	62
硫	64
氯	67
氩	69
钾	71
钙	73
钪	77
钛	79
钒	81
铬	83
锰	85
铁	87
钴	90
镍	92
铜	94
锌	97
镓	99
锗	101
砷	102
硒	104
溴	106
氪	108
铷	110
锶	111
钇	113
锆	115
铌	117
钼	119
锝	120
钨	122
铈	123
钡	124
银	125
镉	128
铟	130
锡	131
锑	133
碲	134
碘	135
氙	138
铯	140
钡	142
镧	144
铈	146
镨	147
钕	149
铈	151
钐	153
铕	154
钆	155
铽	157
镝	158
钬	159
铒	160
铥	161
镱	162
镱	163
铥	164
镱	166
铥	168
镱	170
铥	171
铥	172
铥	173
铥	176
铥	179
铥	182
铥	184
铥	187
铥	189
铥	191
铥	192
铥	194
铥	195
铥	197
铥	198
铥	200
铥	201
铥	204
铥	205
铥	207
铥	208
铥	209
铥	210
铥	212
铥	213
铥	214
铥	215
铥	216
铥	217
铥	219
铥	220
铥	222
铥	223
铥	224
110号元素	225
111号元素	226
112号元素	227
专业名词解释	228
元素发现年表	232

•• 该元素的所有同位素都有放射性。除了铀和钍之外,原子量是最稳定的同位素的相对原子质量。括号中的数字表示最稳定的同位素的质量数。

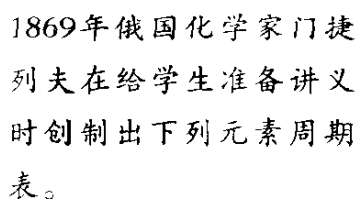
虽然世界千变万化,纷繁复杂,但其中的一切东西,例如空气、水、石头、生物组织,以及我们周围浩如烟海的其它物体和材料,事实上仅由数量有限的一些化学元素组成。目前我们知道的,在自然界天然存在的元素只有91种,包括从最轻的元素氢到最重的元素铀。实际上还存在有几种元素,但它们必须在实验室通过人工来制备。

化学元素的基本组成单元是原子,原子中包含三种粒子:质子、中子和电子。质子和中子存在于原子核中,它们的主要区别之一是:质子带一个单位正电荷,而中子不带电。电子比起质子和中子来要小得多,每个电子带一个单位负电荷。电子在距原子核一定距离的空间沿被称为轨道的复杂轨迹高速运动。正常情况下,围绕某一特定原子的原子核运动的电子数与原子核中的质子数相等。这样,质子所带的总的正电荷与原子核周围电子所带负电荷相等,正负电荷平衡。整个微粒不带电荷,呈现电中性,即为中性原子。

每一种化学元素的性质都由其所含质子、中子和电子数决定。质子、中子和电子数也决定着某一纯化学元素与其它元素相互作用时的行为。虽然不同元素表现不同,性质不同,但不同元素的原子可以相互结合成分子。正是原子间的相互结合形成大量的化学物质,这些物质可以是天然存在的,也可以是用现代技术人工制造出来的。

当科学家们开始试图描述化学元素及由不同元素的原子相互结合形成的化合物的物理性质和化学性质时,他们发现自己身陷堆积如山的表面看来毫无关联的现象里面,很多早期的科学家认识到应该把这些现象加以组织、整理,从中找出某种顺序或规律。在解决这个问题的过程中

THE PERIODIC TABLE



现代元素周期表的形成主要基于门捷列夫(Dmitry Ivanovich Mendeleev, 1834—1907)和梅耶(Julius Lothar Meyer, 1830—1895)二人的工作, 门捷列夫是俄国化学家, 梅耶是德国物理学家。1869年, 他们在几个月的时间里各自独立地建立起相似的元素周期表。不过, 由于门捷列夫首先出版了有关元素周期表的著作, 人们在提到元素周期表时都归功于他了。

虽然如此排列还留有空缺,但门捷列夫成功了,这主要得益于他把性质相似的元素排在了同一

门捷列夫元素周期表与我们目前使用的元素周期表非常相似。其主要区别之一是：前者缺少氦、氖、氩、氪、氙、氡这列元素。由于该组元素很稀少，且呈化学惰性，当时尚未发现一个。元素的相对原子质量是所有原子质量的平均值，基本上取决于所有原子所含质子数和中子数。电子很轻，对相对原子质量贡献不大。显然，把元素按相对原子质量大小进行排序并不都奏效（并不都符合元素性质变化规律）。到了20世纪，

化学原理										
元素周期表										
周 期	族									
0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
1	Hydrogen H 1.008									
2	Lithium Li 7.006	Beryllium Be 9.012	Boron B 10.81	Carbon C 12.011	Nitrogen N 14.007	Oxygen O 16.000	Fluorine F 18.998	Neon Ne 20.183		
3	Sodium Na 22.990	Magnesium Mg 24.305	Aluminum Al 26.982	Silicon Si 28.086	Phosphorus P 30.974	Sulfur S 32.06	Chlorine Cl 35.453	Argon Ar 39.948		
4	Potassium K 39.098	Calcium Ca 40.078	Scandium Sc 44.956	Titanium Ti 47.88	Vanadium V 50.942	Chromium Cr 51.996	Manganese Mn 54.938	Iron Fe 55.847	Cobalt Co 58.933	
5	Rubidium Rb 85.468	Strontium Sr 87.62	Yttrium Y 88.906	Zirconium Zr 91.224	Niobium Nb 92.906	Molybdenum Mo 95.94	Technetium Tc 98.906	Ruthenium Ru 101.07	Rhodium Rh 102.905	
6	Cesium Cs 132.905	Barium Ba 137.33	Lanthanum La 138.905	Hafnium Hf 178.49	Tantalum Ta 180.948	Tungsten W 183.84	Rhenium Re 186.207	Palladium Pd 106.42	Silver Ag 107.868	
7	Francium Fr 223	Radium Ra 226	Actinium Ac 227	Rutherfordium Rf 261	Dubnium Db 262	Seaborgium Sg 266	Bohrium Bh 264	Hassium Hs 277	Mt 268	
8	Xenon Xe 131.29	Ce 140.12	Pr 140.908	Nd 144.24	Pm 145	Sm 150.36	Eu 151.964	Gd 157.25	Tb 158.925	
9										
10				Yb 173.054		Ta 180.948	W 183.84			
11										
12										

高价氧化物质

B, H₂O, RO, R₂O, RO₂, RO₃, R₂O₃, RO₄

高价气体氧化物

BR, RH, RH₂, RH₃

随着对原子结构的进一步了解,才发现元素排列的正确方法,现代元素周期表即告形成。

原子核

原子由质子、中子和电子组成,这个发现是对原子认识过程中的一个里程碑。虽然“原子”这个名称源于希腊文“不可分的”,但事实上可将其分成更小的部分。

1897年4月,约瑟夫·约翰·汤普森(Joseph John Thompson)宣布发现了电子。他是英国剑桥大学卡文迪许实验室主任。他在报告中说:电子带一个单位负电荷,质量为最轻的原子(质子)质量的 $1/2000$ 。这一重大发现令汤普森的同事们大吃一惊。很多人认为他在愚弄他们。然而这绝非开玩笑,汤普森说:“电子的产生涉及原子的裂变,原子的一部分质量脱离原来的原子,这部分可以是一个或多个电子”。

1911年,剑桥大学物理学教授恩斯特·卢瑟福(Ernest Rutherford)发现,原子有原子核,占据原子核的一种重要粒子是带正电荷的质子。这一发现使人们对原子的认识又向前迈进了一步。卢瑟福是汤普森的学生,著名的新西兰物理学家。

在对原子的研究过程中,卢瑟福利用了当时新发现的放射性现象。像铀、镭等放射性元素是不稳定的,其原子核可在瞬间发生分裂,分裂产物之一是较重的带正电荷的 α 粒子。当时卢瑟福并不知道 α 粒子即是含两个质子、两个中子的氦原子核,为与放射性原子分裂产生的其他粒子相区别,他用希腊字母表的第一个字母 α 命名该粒子。

由于原子太小,难于直接观察,卢瑟福设想

把 α 粒子作为子弹来轰击原子，观察 α 粒子如何弹射。这就像用子弹轰击一个密闭的盒子，通过观察子弹如何弹射判断盒子里装有什么东西。他首先以金原子做靶子，把金做成很薄的金箔，比纸还要薄。卢瑟福发现，虽然大多数 α 粒子都穿过了金箔，但有很多 α 粒子方向发生了很大偏转。有些如同撞上石墙一样反弹回来。卢瑟福感到很吃惊，他喻之为“用38厘米(15英寸)的炮弹射击一层薄纸，炮弹却被弹回又击中了射手”。由于多数 α 粒子径直穿过金箔，卢瑟福认为，原子核内部大部分空间是空的，含有一个体积小、重量大、带正电的核，能排斥和弹射 α 粒子。卢瑟福称这个大质量核为原子核。

在此之后，人们认识到，氢原子这个最轻原子的原子核在原子结构中起着举足轻重的作用，1920年，卢瑟福建议称这个粒子为质子，该名字沿用至今。

1932年，英国物理学家詹姆斯·查德威克(James Chadwick)爵士发现了存在于原子核中的另一种粒子——中子，其质量与质子相等，但不带电荷。查德威克与卢瑟福同在剑桥大学卡文迪许实验室工作。

上述基本发现与著名的英国年轻物理学家亨利·穆斯勒(Henry Moseley)的研究成果成功地解释了门捷列夫元素周期表。第一次世界大战前，穆斯勒即在研究不同元素发出的X射线。X射线穿透力极强，由高速电子轰击金属靶产生。用不同金属做靶子所得X射线特征不同。每种元素有其特征X射线谱，就像元素的指纹一样。穆斯勒把X射线特征与元素的原子所含质子数联系起来，他发现：各种元素的原子核所含质子数不同，

质子数被称为元素的原子序数,用字母 Z 表示,为一整数。

原子通常呈电中性,其所含质子数和电子数相同。对原子序数为6的碳原子来说,其原子核中含有6个质子,核外有6个电子。

同位素

穆斯勒的实验揭示出:元素的区别取决于其原子序数即原子核中质子数,而不是其相对原子质量,相对原子质量只是原子核中质子和中子总数的度量。如此来看,在元素周期表里,给元素排序的正确依据应是原子序数,并非门捷列夫当初所认为的相对原子质量。

虽然某一元素的所有原子含有相同数目的质子,但它们不一定具有相同数目的中子。这可以解释为什么氢元素有三种不同的氢原子。通常氢原子核中只有一个质子,没有中子。氢元素中较重的原子氘原子核中有一个质子,还有一个中子。氢元素中最重的原子氚原子核中有一个质子,还有两个中子。氕、氘、氚称为氢元素的同位素。氚原子虽因多一个中子而比普通氢原子重一倍,但它们的化学性质几无差异。这表明,原子核中的质子数才是决定元素性质的因素。

与氢相同,大多数元素都有同位素。有些只有两种同位素,有些则有8种或9种同位素或者更多。一个值得注意的现象是:任何元素的同位素的相对百分数(或丰度),在整个地球上是一致的。

同位素的存在也解释了相对原子质量并非元素在周期表中排序的可靠因素。对任何元素来说,相对原子质量确实反映了其同位素平均质量。基于此,可以解释这种现象:氦元素的原子序

数是18,但其同位素平均相对原子质量却大于原子序数为19的钾元素。元素周期表中的相对原子质量多带有小数,如钙的相对原子质量为40.08,钙原子不可能含有0.08个中子,这个数(相对原子质量)是把同时存在的钙的同位素的相对原子质量平均后得来的,其中有些同位素的原子核中含有不下20个中子。

现代元素周期表

现代元素周期律表述为:元素的化学和物理性质随原子序数变化而呈周期性的变化。

现代元素周期表与门捷列夫元素周期表排列极为相似,元素按行(周期)进行排列,每周期元素按原子序数由小到大顺序排列。元素周期表中自上而下7行分别标记为1~7周期,在周期表主表下面有两个长周期,各含14种元素。其中一个周期以镧($Z=57$)开始称为镧系元素,另一个周期则由铪($Z=89$)打头称为铪系元素。这两个周期元素原来属于周期表,只是由于这两个周期太长才另列出来。

元素周期表的列也称为族。对它们如何标序尚存不同意见:常用的标记法用罗马数字标序,所有族分成A、B两族;而国际纯粹及应用化学学会(一个旨在制定化学标准的国际科学家联合会)则简单地用阿拉伯数字把所有的族从左到右依次标记为1~18族。关于元素周期表中的排序问题,科技界尚未达成一致意见,大多数美国化学家乐于采用传统的标序法(罗马数字标序法)。本书中我们也采用传统标序法,但在第6页的元素周期表上,我们同时用两种标序法进行标序,以便大家能很快地在两者之间进行变换。

每一族的所有元素化学性质相似,因此有时视它们为同一家族。A族或长族元素被称为典型元素,B族元素则被称为过渡元素。

元素周期表里多数族元素都有通用名称,如除氢外的ⅠA族元素为碱金属元素,ⅡA族为碱土金属元素,ⅦA族元素则为卤族元素。

是什么原因导致元素行为呈周期性变化?为什么同一族元素化学行为相似?原因在于原子间通过电场力相互吸引。元素的原子序数,也就是原子核中带正电荷的质子数,决定了某元素原子中含有的带负电的电子数,该电子数决定着元素的行为和元素之间的相互反应。元素的化学行为决定于电子绕核运动的轨迹。正是20世纪初由丹麦物理学家尼尔斯·玻尔(Niels Bohr)、德国物理学家沃纳·海森伯格(Werner Heisenberg)和奥地利物理学家欧文·薛定谔(Erwin Schrödinger)创立的新的量子物理学提出的电子轨道或能级复杂排列的理论,成功地解释了元素的键合性能。

基于物质具有与波类似的性质这样一个概念,量子物理学告诉我们原子中的电子被束缚于特定轨道上,这些轨道与太阳系中行星围绕太阳运行的轨道相似,常常被称为电子壳层。离原子核最近的内层最稳定,这些壳层中的电子被原子核中的质子牢牢吸住。如果一个电子吸收一定能量,它就跃迁至相邻的外层轨道;如果位于外层的电子释放一定能量,它就返回相邻的内层轨道。处于外电子壳层的电子受原子核束缚不大,这些电子可能被其它原子吸引过去,或者它们吸收充足能量后彻底脱离该原子。失去电子的原子带正电荷,它将会吸引其它原子的电子。

每个电子壳层中能容纳多少电子有严格的

规则制约。例如:2个电子将填充最接近原子核的第一电子壳层,而8个电子就要填充至第二电子壳层,18个电子则要填充至第三电子壳层。由于每个主层会有不同的亚层,一个原子的准确的电子构型就变得十分复杂。然而原子外层电子的分布尤其是距原子核最远电子层中的电子的分布是非常重要的,因为当原子间发生相互作用时,这些电子完全暴露给其它原子。

外层电子构型相同的原子化学性质相似。化学家称外电子层为价层,外电子层上的电子为价电子。“valence”(价)这个词来源于拉丁词“valenc”,意为“力量”。价电子决定着原子的化学力量(强度)——其反应性,或者与其它原子键合的方式及强度。元素周期表里同一族的元素外层电子数相同,因此说其价电子构型相同,从而同族元素的物理性质、化学性质相似。

电子层全充满的元素非常稳定,几乎不与任

电子在原子壳层中的排布

	学名	允许的亚层	亚层最大 电子容量	电子层最大 电子容量
第一层 (最接近原子核的电子层)	<i>K</i>	1s	2	2
第二层 (次外层)	<i>L</i>	2s 2p	2 6	8
第三层 (再外层)	<i>M</i>	3s 3p 3d	2 6 10	18
第四层 (再外层)	<i>N</i>	4s 4p 4d 4f	2 6 10 14	32

何物质发生反应。例如被称为惰性气体的第ⅧA族元素,其电子层全充满,是既存的最具化学惰性的元素。电子层全充满的元素所处状态最稳定,因此电子层未全充满的原子趋向于与其它原子反应最终使其电子层达全充满状态。换句话说,原子反应的目的在于达到惰性气体电子构型。在元素周期表中沿周期方向自左向右,元素的金属性逐渐减弱,非金属性逐渐增强。金属元素的原子最外边的价电子层中电子很少,在反应中趋向于失去这些电子,从而达到一种电子层较少的状态,此时其所有电子层处于全充满状态,较为稳定。而非金属元素原子的价电子层几乎全部充满,趋向于接受电子使其达到全充满的稳定形态。

那么,元素周期表即是元素的原子中电子排列方式的图示。当你自上而下观察某一族元素时,你会发现电子层数在逐渐增加。根据元素所处的族和周期(列和行)可以预测元素的化学性质,所以元素周期表成为科学家们必不可少的参考工具。每当你翻开一本化学教科书时,便会有一页色彩鲜艳的元素周期表跃入眼帘。化学家们经常利用元素周期表,这也充分说明元素周期表在理解化学元素及其化合物所呈现出的看起来杂乱无章的现象方面起着非常重要的作用。

下面章节里将要讲到的每个元素所处的族号直接列于化学符号下面。同族元素化学性质相似,这对你来说是显而易见的,对门捷列夫和其它利用元素周期表获取信息和进行研究的化学家也是如此。