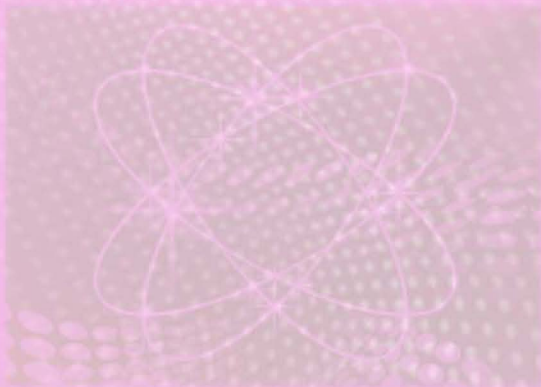


探索未知

趣说化学元素

北京未来新世纪教育科学发展中心 编



新疆青少年出版社
喀什维吾尔文出版社

探索未知

趣说化学元素

北京未来新世纪教育科学发展中心 编

新疆青少年出版社
喀什维吾尔文出版社

图书在版编目(CIP)数据

探索未知/王卫国主编. —乌鲁木齐:新疆青少年出版社;喀什:喀什维吾尔文出版社,2007.6

ISBN 978—7—5373—1464—0

I. 探... II. 王... III. 自然科学—青少年读物 IV. N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 097778 号

探索未知

趣说化学元素

北京未来新世纪教育科学发展中心 编

新疆青少年出版社 出版
喀什维吾尔文出版社

(乌鲁木齐市胜利路二巷 1 号 邮编:830049)

廊坊市华北石油华星印务有限公司 印刷

开本:787mm×1092mm 32 开

印张:300 字数:3000 千

2007 年 7 月修订版 2007 年 7 月第 1 次印刷

印数:1—3000

ISBN 978—7—5373—1464—0

如有印装质量问题请直接同承印厂调换

前 言

在半年之前,本编辑部曾推出过一套科普丛书,叫做《科学目击者》,读者反应良好。然而,区区一部丛书怎能将各种科学新知囊括其中?所未涉及者仍多。编辑部的同仁们也有余兴未尽之意,于是就有了这套《探索未知》丛书。

《科学目击者》和《探索未知》可以说是姊妹关系,也可以说是父子关系。说它们是姊妹,是因为它们在方向设定、内容选择上不分彼此,同是孕育于科学,同为中国基础科普而诞生。说它们是父子,则是从它们的出版过程考虑的。《科学目击者》的出版为我们编辑本套丛书提供了丰富的经验,让我们能够更好的把握读者们的需求与兴趣,得以将一套更为优秀的丛书呈献给读者。从这个层面上讲,《科学目击者》的出版成就了《探索未知》的诞生。

如果说《科学目击者》只是我们的第一个试验品,那么《探索未知》就是第一个正式成品了。它文字精彩,选

题科学,内容上囊括了数学、物理、化学、地理以及生物五个部分的科学知识,涵盖面广,深度适中。对于对科学新知有着浓厚兴趣的读者来说,在这里将找到最为满意的答复。

有了《科学目击者》的成功经验,让我们得以取其优、去其短,一直朝着尽善尽美的目标而努力。但如此繁杂的知识门类,让我们实感知识面的狭窄,实非少数几人所能完成。我们在编稿之时,尽可能地多汲取众多专家学者的意见。然而,百密尚有一疏,纰漏难免,如果给读者您的阅读带来不便,敬请批评指正。

编 者

目 录

揭示元素周期律.....	1
元素周期律的萌芽.....	1
元素周期律的发展.....	4
元素周期律的高峰.....	7
金属元素漫话	10
白铁皮的“外衣”——锌	10
地球上最多的金属——铝	13
电气工业的“主角”——铜	16
活泼的金属——钾	20
金属的“贵族”——金	22
闪光灯中的金属——镁	25
食盐里的金属——钠	27
最硬的金属——铬	30
最重要的金属——铁	32

最难熔的金属——钨	36
蓄电池的“主角”——铅	39
月亮般的金属——银	42
最轻的金属——锂	45
水一样的银子——汞	47
非金属元素漫话	50
“硫磺”——硫	50
生命的基础——氮	53
无机世界的“主角”——硅	56
消毒的毒气——氯	60
有机世界的“主角”——碳	63
紫色的元素——碘	66
最活泼的元素——氟	68
最轻的气体——氢	71



揭示元素周期律

元素周期律的萌芽

也许人类天生就有将凌乱的知识材料整理、组织、系统化的渴求。元素周期律的发现史充分展现了人们追求真理时不倦的探索精神和坚韧不拔的毅力。

十九世纪初,戴维用电解法和热还原法制得了钾、钠、镁、钙、锶、钡、硼和硅,并证明了那种黄绿色的气体是元素氯而不是所谓的“氧化盐酸”。戴维使元素的种类增加了九种。在这前后,法拉第的好友、曾与戴维竞选英国皇家学会主席的武拉斯顿制得了铯和钡;贝采里乌斯发现了铈、硒和钍;库特瓦用浓硫酸处理海藻灰母液,制得了单质碘;本生的老师斯特罗迈耶用烟炱还原氧化镉制得金属镉;首先合成并研究尿素的维勒用金属钾还原无水氯化铝,制得了纯净的金属铝;溴是用氯气氧化制得的。十九世纪上半叶,由于化学分析方法的丰富,人们还发现了钽、钶、铈、锂、钒、镧、铈、钆、铽、铈。及至本生和



探索未知

基尔霍夫创造光谱分析法,在 1860 年到 1863 年的四年间人们发现铯、铷、铊、铟四种元素,掀起了元素发现的又一个高潮。到此,人们已经发现了 63 种元素。

在对物质、元素的广泛研究中,关于各种元素的性质的资料,积累日愈丰富,但是这些资料却是繁杂纷乱的,人们很难从中获得清晰的认识。整理这些资料,概括这些感性知识,从中摸索总结出规律,成为当时化学家面前一个急待解决的课题。

道尔顿提出科学原子论之后,许多化学家都把测定各种元素的原子量当作一项重要工作,并逐渐明确了原子价(化合价)的概念。这样就使元素原子量与性质(包括化合价)之间存在的联系逐渐展露出来。早在 1829 年,德国化学家德贝莱纳就提出了“三元素组”观点。他把当时已知的 54 种元素中的 15 种,分成 5 组,指出每组的三种元素性质相似,而且中间元素的原子量等于较轻和较重的两个元素原子量之和的一半。例如钙、锶、钡,性质相似,锶的原子量大约是钙和钡的原子量之和的一半。氯、溴、碘以及锂、钠、钾等元素也有类似的关系。然而这样的关系即使是当时的 54 种元素也不能普遍适用,所以没有引起化学家们的重视。

1862 年,法国矿物学家尚古多提出一个“螺旋图”的分类方法。他将已知的 62 种元素按原子量的大小顺序标记在绕着圆柱体上升的螺旋线上,这样某些性质相近的元素恰好出现在同一母线上。因此他第一个指出了元素性质的周期性变化。但是他没有区分主族和副族,一些性质迥异的元素,如硫和钛、钾和锰都跑到同一条母线



上了。

两年内尚古多先后把有关的三篇论文、图表、模型送交巴黎科学院，都遭到了拒绝。直到元素周期律已被普遍接受的 1889 年，他的报告才得到出版。

1865 年，英国工业化学家纽兰兹提出了“八音律”。他把当时已知的元素按原子量递增顺序排列成表，发现元素的性质有周期性的重复，第八个元素与第一个元素性质相近，就好像音乐中八音度的第八个音符有相似的重复一样。纽兰兹这个表的前两个纵列相应于现代周期表的第二、三周期，但从第三纵列以后就不能令人满意了，有六个位置同时安置了两种元素，还有些顺序考虑到元素的性质而大胆地颠倒了，但并不恰当。纽兰兹没有充分估计到原子量值会有错误，更没有考虑到那些未被发现的元素应该预先留出空位。他只是机械地将元素按原子量大小的顺序连续地排列起来。结果锰和氮、磷、砷排成了性质相似的一排；钴和镍在氯、溴之间，也属于了卤素。这样做把事物内在的本质规律掩盖起来了。

当时纽兰兹的同行、英国化学家们普遍把八音律斥之为幼稚的滑稽戏，佛斯特教授甚至挖苦说：“为什么不按元素的字母顺序排列呢？那样，也许会得到更加意想不到的美妙效果。”纽兰兹因而对理论问题的研究感到失望，转而研究制糖工艺。

从“三元素组”到“八音律”（期间包括多位化学家的探索）都从不同的角度，逐步深入地探讨了各元素间的某些联系，使人们一步步逼近了科学的真理。然而探索者的脚步却是歪歪斜斜、迂回曲折的，甚至成为冷眼旁观者



的笑料。

在这些探索者中,迈耶尔第一个区分了主族和副族元素。

元素周期律的发展

尤利乌斯·洛塔尔·迈耶尔 1830 年 8 月 19 日出生于德国一位医生的家庭,从小就受医疗知识和医疗手段的熏陶。1854 年他获得维尔兹堡大学医学博士学位。毕业后的迈耶尔发现自己对科学研究的兴趣比当医生要强烈得多。在他的导师、生理学教授卢德维希的鼓励下,迈耶尔转向研究生理化学,后来又在海德尔堡大学化学教授本生的指导下进行研究。本生对气体的研究启发迈耶尔于 1856 年完成了研究论文《血液中的气体》。文中指出,氧气在肺部被血液吸收的量与压力无关,这不是简单的溶解,而是因为氧与血液之间存在着较为松弛的化学结合力。同时,一氧化碳与血液之间存在着较强的化学结合力,所以一氧化碳能够排挤掉已经与血液结合的氧。

1859 年迈耶尔担任布雷斯劳大学讲师期间,首先接受了严格的史学研究的训练,他重点研究了十九世纪上半叶的化学发展史,写成了《贝托雷和贝采里乌斯的化学理论》。这项研究使他对当时各种化学思想的交锋有了比较和鉴别。



1860 年迈耶尔出席了卡尔斯鲁厄国际化学会议。在这第一次国际化学界的盛会上,30 岁的迈耶尔听到了意大利化学家康尼查罗关于利用阿佛加德罗定律和原子热容定律测定原子量、分子量的论文,后来他又认真研究了康尼查罗散发的这篇论文,感到疑云顿消,接受了阿佛加德罗的分子论,并且认为这次会议将成为化学理论发展的一个转折点。这些认识促使他系统总结当时的化学理论,于四年后的 1864 年写成了著名的《近代化学理论》,宣扬了科学原子——分子论。这本书前后再版了五次,并被译成英文、法文和俄文。许多人正是通过这本名著,认识了分子论。

《近代化学理论》(第一版)的另一大贡献是发表了迈耶尔的第一张元素周期表。表中列出了 28 种元素,它们按原子量递增的顺序排列,周期性地分成 6 个族,这 6 族元素相应的化合价是 4、3、2、1、1 和 2。化合价明显地呈现出周期性的变化,同族元素也明显地呈现出相似性。迈耶尔还计算了同族元素的原子量之间的差值,发现第二横排元素的原子量与第三横排相应元素原子量的差值几乎都是 16,其他横排之间也有类似的规律。他对此很感兴趣。他还指出硅与锡之间有未发现的元素存在,它的原子量可能是 73.1。

四年后,在《近代化学理论》第二版中,迈耶尔发表了他的第二张元素周期表,新增加了 24 种元素和 9 个纵行,共计 15 个纵行,明显地把主族和副族元素分开了,这样就使过渡元素的特性区别于主族而独立地表现出来了,同时也避免了由于副族元素的加入而使同一主族元



探索未知

素的性质迥异。

1870 年迈耶尔又发表了他的第三张元素周期表(见表 1),重新把硼和铟列在表中,并把铟的原子量修订为 113.4。预留了一些空位给有待发现的元素,但是表中没有氢元素。同时发表的还有著名的《原子体积周期性图解》,表中描绘了固体元素的原子体积随着原子量递增而发生的周期性变化。一些易熔的元素(如 Li、Na、K、Rb、Cs)都位于曲线的峰顶;而难熔的元素(如 C、Al、Co、Pd、Ce)则位于曲线的谷底。迈耶尔吸取前人的研究成果,主要从化合价和物理性质方面入手独立地发现了元素周期律。

1895 年 4 月 11 日,正在担任蒂宾根大学校长的迈耶尔去世。讣文高度评价他的名著《近代化学理论》:“在开始出版这本书时,并不感到她特别出色,但是随着岁月的增长,这本书对于化学家们产生愈来愈大的影响。这本书从小册子终于发展成为堂堂巨著。在物理化学这门学科建立以前,这本书一直被认为是化学基础理论的代表作。”

表 1 第三张元素周期表

Periodic table according to Lothar Meyer, 1870								
I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
	B=11.0	Al=27.3		—	In=113.4	Tl=202.7		
			—		—		—	
	C=11.97	Si=28		—	Sn=117.8		Pb=206.4	
			Ti=48		Zr=89.7		—	



Periodic table according to Lothar Meyer, 1870									
	N=14, 01	P=30, 9		As=74, 9		Sb=122, 1		Bi=207, 5	
			V=51, 2		Nb=93, 7		Ta=182, 2		
	O=15, 96	31, 98		Se=78		Te=128		——	
			Cr=52, 4		Mo=95, 6		W=183, 5		
——	F=19, 1	Cl=35, 38		Br=79, 75		I=126, 5		——	
			Mn=54, 8		Ru=103, 5		Os=198, 6		
			Fe=55, 9		Rh=104, 1		Ir=196, 7		
			Co=Ni =58, 6		Pd=106, 2		Pt=196, 7		
Li=7, 01	Na=22, 99	K=39, 04		Rb=85, 2		Cs=132, 7		——	
			Cu=63, 3		Ag=107, 66		Au=196, 2		
Be=9, 3	Mg=23, 9	Ca=39, 9		Sr=87, 0		Ba=136, 8		——	
			Zn=64, 9		Cd=111, 6		Hg=199, 8		

元素周期律的高峰

与迈耶尔相似,以先行者提供的借鉴为基础,门捷列夫通过自己顽强的努力,于 1869 年 2 月编成了他的第一张元素周期表。1869 年 3 月 18 日,俄国化学会举行学术报告会,门捷列夫因病未能出席,他委托他的同事、彼得堡大学化学教授门许特金代他宣读他的论文《元素性质和原子量的关系》。在论文中,他指出:



探索未知

(1)按照原子量大小排列起来的元素,在性质上呈现明显的周期性变化。

(2)化学性质相似的元素,或者是原子量相近(如 Pt, Ir, Os),或者是依次递增相同的数量(如 K, Rb, Cs)。

(3)各族元素的原子价(化合价)一致。

(4)分布在自然界的元素都具有数值不大的原子量值,具有这样的原子量值的一切元素都表现出特有的性质,因此可以称它们是典型的元素。

(5)原子量的大小决定元素的特征。

(6)应该预料到许多未知元素将被发现,例如排在铝和硅后面的、性质类似铝和硅的、原子量位于 65~75 之间的两种元素。

(7)当我们知道了某些元素的同类元素的原子量后,有时可借此修正该元素的原子量。

(8)一些类似的元素能根据其原子量的大小被发现出来。

正如门捷列夫所指出的,周期律的全部规律性都表述在这些原理中。其中最主要的是元素的物理和化学性质随着原子量的递增而做着周期性的变化。

他的卓见没有立即被接受。他的老师、俄国化学家齐宁甚至训诫他是不务正业。在这种压力下,门捷列夫没有像纽兰兹那样伤心地放弃对新理论的研究,他不顾名家的指责和嘲笑,继续为周期律的揭示而奋斗。经过两年的努力,1871 年他发表了关于周期律的新论文。文中他果断地修正了前一个元素周期表。例如在前一表中,性质类似的各族是横排,周期是竖排;而在新表中,族



是竖排,周期是横排,这样各族元素化学性质的周期性变化就更为清晰。同时他像迈耶尔那样,将那些当时性质尚不够明确的元素集中在表格的右边,形成了各族元素的副族。在前表中为尚未发现的元素留下的4个空格,在新表中则变成了6个。

门捷列夫深信他所发现的周期律是正确的。他以周期律为依据,大胆指出某些元素的原子量是不准确的,应重新测定。例如当时公认金的原子量为169.2,按此,在周期表中,金应排在钶、铌、铂(当时认为它们的原子量分别是198.6,196.7,196.7)的前面。而门捷列夫根据金的性质认为金在周期表中应排在这些元素的后面,所以它们的原子量应重新测定。重新测定的结果是:钶为190.9,铌为193.1,铂为195.2,金为197.2。实验证明了门捷列夫的意见是对的。又例如,当时铀公认的原子量是116,是三价元素。门捷列夫则根据铀的氧化物与铬、钼、钨的氧化物性质相似,认为它们应属于一族,因此铀应为六价,原子量约为240。经测定,铀的原子量为238.07,再次证明门捷列夫的判断正确。基于同样的道理,门捷列夫还修正了铟、镧、铈、铷、钍、钽的原子量。

门捷列夫对于各种元素的单质和化合物的化学性质十分了解,并清楚多种原子量的测定方法,这些知识使他对周期律怀有坚定的信念。而他在周期表中留下空位,并详细预言尚未发现元素的种种性质,则是他在揭示元素周期律的道路上迈出的最出色、最具胆略的一步。



金属元素漫话

白铁皮的“外衣”——锌

我国是世界上最早发现并使用锌的国家。据王琿在 1922 年对我国古钱的化学成分进行化学分析时,证明其中含有锌。接着,章鸿钊于 1923 年对我国古代用锌问题进行专门研究,连续发表了《中国用锌的起源》及《再论中国用锌之起源》。他根据对我国古代文献的考证及对汉钱的分析,认为我国在汉初(公元前一世纪)已知道用锌。

我国用锌是从炼制黄铜开始的。黄铜即铜锌合金。我国在汉朝时,便有过这样的法律——不准使用“伪黄金”。据考证,这“伪黄金”就是黄铜。在我国南北朝(公元四世纪)时的一些著作中,有“鎗石”一词。据考证,我国古代称黄铜为“鎗石”。在唐朝的一些文献中,则记载着用“炉甘石”(碳酸锌)炼制黄铜。《唐书·食货志》中说:“玄宗时(712~755 年)天下炉九十九,每炉岁铸三千三百缗(即丝),黄铜二万一千二百斤”。明宋应星著的