



HAONIAN
BAIKE CONGSHU

科学的发现 (4)

——元素周期表的故事



科学的发现(4)

——元素周期表的故事

曹居东 张学芳

插图：胡焕然 傅万成

封面：韩琳

中国少年儿童出版社

内 容 提 要

门捷列夫发现的元素周期律是自然科学中一条基本定律，它对科学的发展有重大影响。

元素周期律的发现和发展过程中，有许多神奇、有趣并且富于启发性的故事。本书在描述这些故事的同时，通俗地介绍了有关周期律和周期表的初步的知识。

本书由曹居东、张学芳合作，主要由曹居东执笔写成。

科学的发现（4）

——元素周期表的故事

曹居东 张学芳

*

中国少年儿童出版社出版

中国青年出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

787×1092 1/32 2.5印张 32千字

1981年12月北京第1版 1981年12月北京第1次印刷

印数1—41,000册 定价0.21元



目 次

一、科学的神话.....	1
一封令人惊奇的信.....	1
门捷列夫的法宝.....	6
门捷列夫怎样使用他的法宝.....	15
二、周期表的诞生.....	19
三元素组和八音律.....	19
门捷列夫的扑克牌.....	23
一条无形的线.....	27
预留空位.....	30
请回原位.....	33
让元素对号入座.....	35
三、考验.....	38
难得的承认.....	38
奇怪的启事.....	42
不速之客.....	44

再一次的考验.....	46
还有不解之谜.....	48
四、进入电子时代	50
在原子内部.....	50
原子序数原来就是质子数.....	53
原子也有多胞胎.....	57
电子排布的秘密.....	60
五、巨大的贡献.....	65
化学密码.....	65
巨大的贡献.....	66
人造的元素.....	71
“稳定岛”的假说.....	74



一、科学的神话

一封令人惊奇的信

1875年9月,在法国巴黎科学院的例行报告会上,宣读了青年化学家布阿博德朗的科学论文。论文报告说,就在八月份,当布阿博德朗用光谱分析的方法对比利牛斯山里的闪锌矿进行分析的时候,发现了一个新的化学元素。为了纪念自己的祖国,布阿博德朗给这个新元素取名为“镓”(Gallium),因为法国古时候被叫做“家利亚”(Gallia)。



又有新的元素被找到了!
喜讯使在场的化学家们精神振

奋，因为好久以来，他们之中谁也没有发现新元素了。而发现和研究新元素，是那时化学家们的一项极为重要的工作。

后来，又经过一段时间的研究，布阿博德朗把他所测得的镓的一些重要性质发表在《巴黎科学院院报》上。据他报告：新元素是金属，原子量是 69.9，熔点不高，比重是 4.7（就是同体积的水重的 4.7 倍）……

过了不久，布阿博德朗收到了从遥远的俄国寄来的一封信，这封信的内容使他大吃一惊。

当时，邮递信件并不象现在这样方便。没有飞机，火车路线也是一小段一小段的，没有连成四通八达的线路。再说，那时候火车的速度比马车也快不了多少。布阿博德朗报告发现新元素的消息传到俄国，再从俄国寄信到法国，需要很长的时间。从信封上的邮戳看，写信的人在写这封信以前不可能有很长的时间来研究他的报告。可是，信里除了热烈祝贺他的新发现外，还明确地指出，对于新发现的元素镓，布阿博德朗弄错了



一个数据——镓的比重应是 5.9—6.0 ,而不是 4.7 。同时,信里还详尽地说明了镓应该具有的各种性质,包括布阿博德朗在报告中没有讲到的一些性质。例如,信中提到镓还能生成一些什么化合物,这些化合物的分子式应该是什么样的,等等。

更令人惊奇的事是,这位寄信来的俄国学者还说,关于这些,他并不是在布阿博德朗发现了镓之后,而是早在 1871 年和 1872 年,也就是三四年前就已经反复说过了。

布阿博德朗看了信以后,感到很奇怪。他敢断定,这位远在俄国的科学家手中并没有镓,甚至连镓是什么样子也没见过,为什么居然能够这样肯定地向他——镓的发现者指出,镓的比重不是他所测定的 4.7 ,而是 5.9—6.0 。

布阿博德朗本想立刻写一封回信反驳这位俄国学

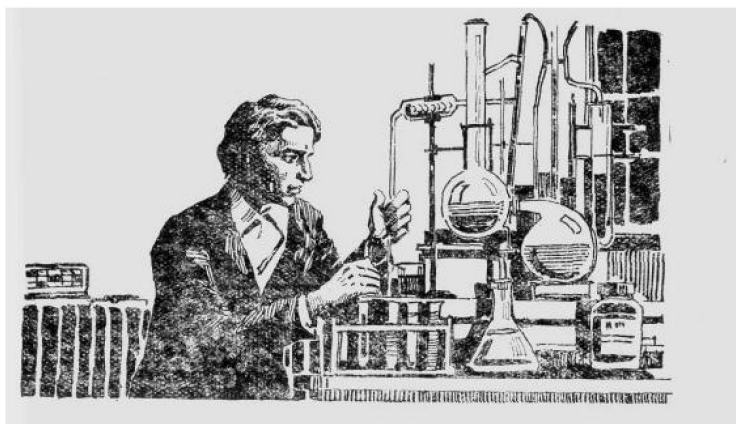


者，可是转念一想，觉得还是认真仔细地再作一些实验为好。他知道，只有拿出更可靠的科学实验结果来，说话才具有力量。

他决定用更加纯净的镓来做实验。为了得到更加纯净的镓，他又重新提纯。他非常仔细地操作着，那怕是一点点杂质，也要想办法去掉。

他用这次得到的纯净的镓重新测定比重，没想到，奇妙的事情发生了！得到的结果，不多不少，正在那位俄国化学家指出的范围之内——5.94。

消息传开以后，化学家们忙起来了，他们从这位俄国学者的来信中得知，早在四年以前，他就在一本德文杂志上发表文章，指明了这个新元素的性质。于是，他们赶快找来1872年出版的那本德国化学杂志，大家传



来传去地看个不停。是的,那位俄国化学家的的确确是在四年前就已经把这一切都说得很清楚了:

四 年 前 预 言 的 元 素	布 阿 博 德 朗 发 现 的 镓
原子量 68	原子量 69.9 (现代测定为 69.72)
是金属	金属
氧化物的分子式为 X_2O_3	氧化物分子式为 Ga_2O_3
熔点低	熔点 $30.15^{\circ}C$ (现代测定为 $29.78^{\circ}C$)
比重 5.9—6.0	比重 5.94
可用光谱法发现	用光谱分析法发现

这简直象神话一样!

在化学家们看来,这比神话还要神奇。要知道,这是真正的未卜先知呀! 人们被这位俄国科学家的神奇预言征服了。



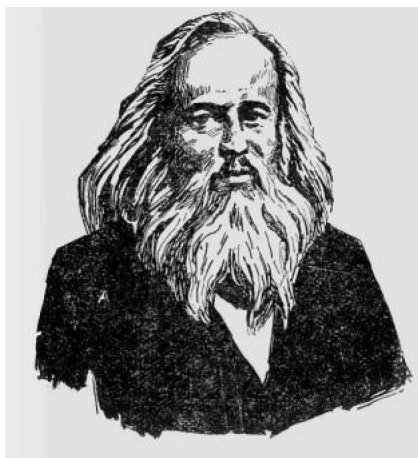
这位俄国科学家是谁？是怎么预先知道镓的各种性质的，而且还知道得那么准确？下面我们就要来说一说。

门捷列夫的法宝

这位作出了惊人的预言的俄国化学家就是年轻的门捷列夫。他的姓名是德米特里·依万诺维奇·门捷列夫，当时只有三十多岁，是彼得堡大学化学系的教授。

在他那宽大的写字台的玻璃板下面，放着一张写满了化学元素符号的表。这就是他的法宝，是他经过多年辛勤劳动得到的一个既能总结过去，又能预示将

来的法宝——元素周期表。



现在，元素周期表早已为人们熟悉了。化学和物理学教科书里，各种手册里，甚至连常用的小字典里都印着它。你们还没有学过化学，或者刚刚开始学习

化学,可能还没有听说过元素周期表,也不知道它的内容是什么。所以,在这里我们先把元素周期表作一些简单的介绍。

大家一定很熟悉剧场和电影院的坐次表吧。那是一张按剧场坐位画出来的表。如果你拿到一张电影票,只要看看那张表,不用走进电影院,就能知道自己坐在哪儿,因为那张表上,把每个号码的位置都画出来了。

周期表就是化学元素的“坐次表”。每个元素该坐在哪一行,哪一列,表上都写得清清楚楚。

下面的这张表就是现在常见的一种元素周期表。为了让初学的人容易了解,我们简化了它的内容。

初见到这张表的人常常会产生这样的问题:为什么要把这张表叫做元素周期表呢?

在我们周围的世界中,存在着形形色色、各不相同的许多种类的物体。这多种多样的物体,都是由为数不多的一些元素的原子所构成。到目前为止,人们已经发现的元素(包括人造元素)一共只有 107 种。

由同一种元素的原子组成的物质,叫做单质。例如,金、银就都是单质,因为它们分别由同一种金元素和同一种银元素的原子所组成。氧气、氢气也都是单质,它们分别由氧元素和氢元素的原子组成为氧气和

氢气的分子。

由不同元素的原子互相化合而成的物质，叫做化合物。例如，我们每天都离不开的食盐和水，就都是化合物，食盐是由钠元素的原子同氯元素的原子互相化合而成的；水是由氢元素的原子同氧元素的原子互相

族 周期		元 素 周															
1	IA	1 H 氢 1.008															
	IIA	4 Be 铍 9.012															
2		3 Li 锂 6.941	92 U 铀 238.0														
3		11 Na 钠 22.99	12 Mg 镁 24.31	III B	IV B	V B	VIB	VII B									
		19 K 钾 39.10	20 Ca 钙 40.08	21 Sc 钪 44.96	22 Ti 钛 47.90	23 V 钒 50.94	24 Cr 铬 52.00	25 Mn 锰 54.94	26 Fe 铁 55.85								
4		37 Rb 铷 85.47	38 Sr 锶 87.62	39 Y 钇 88.91	40 Zr 锆 91.22	41 Nb 铌 92.91	42 Mo 钼 95.94	43 Tc 锝 (97)	44 Ru 钌 101.1								
		55 Cs 铯 132.9	56 Ba 钡 137.3	57-71 La-Lu 镧系	72 Hf 铪 178.5	73 Ta 钽 180.9	74 W 钨 183.9	75 Re 铼 185.2	76 Os 锇 190.2								
5		87 Fr 钫 (223)	88 Ra 镭 226.0	89-103 Ac-Lr 锕系	104 •	105 •	106 •	107 •									
					[261]	[262]	[263]	[261]									

镧系	57 La 镧 138.9	58 Ce 铈 140.1	59 Pr 镨 140.9	60 Nd 钕 144.2	61 Pm 钷 (147)	62 Sm 钐 150.4	63 Eu 铕 152.0
锕系	89 Ac 锕 227.0	90 Th 钍 232.0	91 Pa 镤 231.0	92 U 铀 238.0	93 Np 镎 237.0	94 Pu 钚 (244)	95 Am 镅 (243)

化合而成的。

把这一百多种化学元素，按照它们的原子核所带的电荷的多少(即原子序数)，依次排列起来，这些元素以及由它们所组成的单质和化合物的性质，就表现出有规则的变化，并且，经过一定的间隔，就重复出现这

期 表

										0
										2 He 氦 4.003
				ⅢA	ⅣA	ⅤA	ⅥA	ⅦA		
				5 B 硼 10.81	6 C 碳 12.01	7 N 氮 14.01	8 O 氧 16.00	9 F 氟 19.00	10 Ne 氖 20.18	
				13 Al 铝 26.98	14 Si 硅 28.09	15 P 磷 30.97	16 S 硫 32.06	17 Cl 氯 35.45	18 Ar 氩 39.95	
Ⅷ	ⅠB	ⅡB								
27 Co 钴 58.93	28 Ni 镍 58.70	29 Cu 铜 63.55	30 Zn 锌 65.38	31 Ga 镓 69.72	32 Ge 锗 72.59	33 As 砷 74.92	34 Se 硒 78.96	35 Br 溴 79.90	36 Kr 氪 83.80	
45 Rh 铑 102.9	46 Pd 钯 106.4	47 Ag 银 107.9	48 Cd 镉 112.4	49 In 铟 114.8	50 Sn 锡 118.7	51 Sb 锑 121.8	52 Te 碲 127.6	53 I 碘 126.9	54 Xe 氙 131.3	
77 Ir 铱 192.2	78 Pt 铂 195.1	79 Au 金 197.0	80 Hg 汞 200.6	81 Tl 铊 204.4	82 Pb 铅 207.2	83 Bi 铋 209.0	84 Po 钋 (209)	85 At 砹 (210)	86 Rn 氡 (222)	

64 Gd 钆 157.3	65 Tb 铽 158.9	66 Dy 镝 162.5	67 Ho 钬 164.9	68 Er 铒 167.3	69 Tm 铥 168.9	70 Yb 镱 173.0	71 Lu 镥 175.0
96 Cm 锔 [247]	97 Bk 锫 [247]	98 Cf 锪 [251]	99 Es 锿 [254]	100 Fm 镭 [257]	101 Md 镎 [258]	102 No 铈 [259]	103 Lr 铷 [260]

种有规则的变化。例如,从第3号元素锂到第10号元素氖,这8个元素的单质,由典型的金属锂,经过金属性较弱的铍,过渡到非金属硼和碳,再经过非金属性越来越强的氮和氧,到典型的非金属氟,然后经过惰性气体氩便又出现了典型金属钠。从第11号元素钠,到第18号元素氩,又重复出现上面的这种有规则的变化,依次出现典型的金属、金属性较弱的元素、非金属、非金属性较强的元素、典型的非金属,最后出现另一个惰性气体氙。类似这种周而复始的变化,共达七次之多。这种类似性质的元素之间的间隔,便叫做周期。

因此,人们把这种元素以及由它们所组成的单质和化合物的性质,随着原子序数的增大而周期地改变的规律,叫做元素周期律。

根据元素周期律,人们把107种元素按周期和族类列表排出,以便于学习和应用。这种表就叫做元素周期表。

在周期表里,我们把横排叫做周期。现在的周期表里,共有7个横排,就是有7个周期。纵行叫做族,就是家族的意思;族里面还有主族和副族之分。现在的周期表里共有8个主族,它们是第1到第7主族和零族。还有8个副族,它们是第1到第7副族以及第8族。表的左侧标出的阿拉伯数字,代表周期的次序;

表的上方的罗马数字代表族的次序；罗马数字右边的字母 A 代表主族，B 代表副族。

以前混乱的、互相间好象毫无联系的各种元素，在周期表里都整整齐齐地排好了队。它们排列得就象少先队员们排队时那样整齐，横看横成列，竖看竖是行。不过，少先队员是按个子高矮，而元素排队是按它们的核电荷数的多少（门捷列夫当时是按原子量的大小）来排列的。

由于元素周期表是根据元素周期律排列出来的，因而在每一个横排也就是同一个周期里的元素的性质，从左到右都呈现出有规则的变化；每一竖行也就是同一族里的元素，都具有相似的性质，并且这种性质依照从上到下的次序也呈现出逐步增强或者减弱的趋势。

通常人们都用元素的金属性和非金属性来表示这些规律。

什么是元素的金属性和非金属性呢？

一种物质如果象金、银那样闪闪发亮，人们就说它有金属光泽。金属光泽就是一种金属性。通常所说的金属性还有传热、导电等等。不过这类性质都不牵涉到物质成分的改变。所以它们都属于物质的物理性质。物质的金属性的更重要的表现，还在于它们的化

学性质，也就是物质在发生化学反应的时候所表现出来的性质。一个典型的金属能和氧、和非金属、和酸等物质起化学反应。一般衡量一个元素的金属性是强还是弱，是看它的最高氧化物和水起反应所生成的化合物的碱性是强还是弱。一个元素的最高氧化物的水化物如果呈现碱性，那么，这个元素就呈金属性，碱性越强，元素的金属性也越强。

比如说钠元素吧，它除了具有金属光泽，能传热导电，并能和氧、非金属、酸等物质起反应外，它的氧化物也就是氧化钠，能和水反应生成氢氧化钠。氢氧化钠是一个很强的碱（俗称火碱），因此，钠就被认为是一个金属性很强的元素。

同样的道理，一个元素的非金属性，也是用类似的方法去判断。不过，标准正好和前面说的相反，是看它的最高氧化物水化物的酸性如何了。一个元素氧化物的水化物酸性越强，就说明它的非金属性越强。

例如硫元素，它的最高氧化物（三氧化硫）的水化物是硫酸。硫酸是著名的三大强酸之一，因此，硫是一个具有较强的非金属性的元素。

在元素周期表里，元素的金属性和非金属性表现出明显的有规则的变化：在同一周期里，元素的金属性随着原子序数的增加而减弱，元素的非金属性随着原