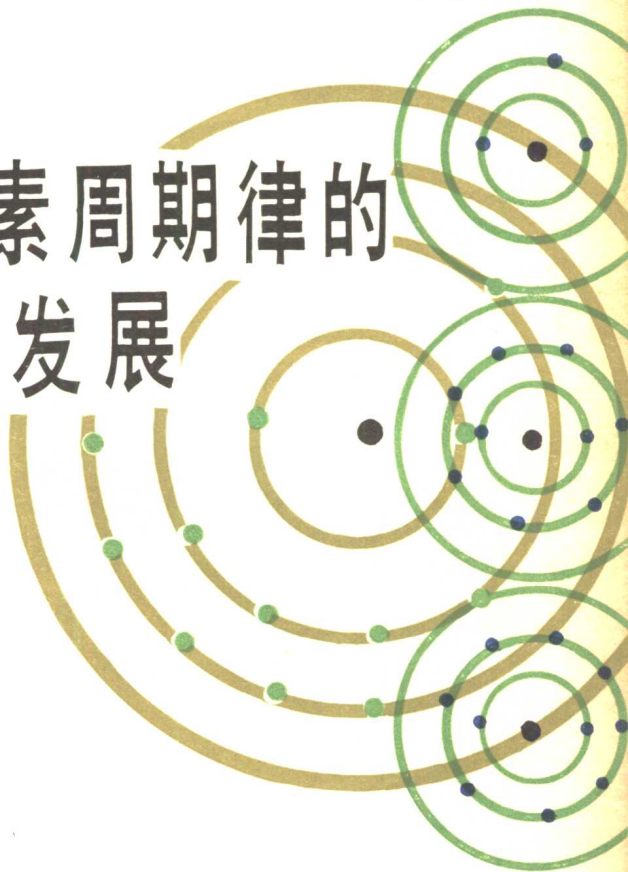


化学知识丛书 1

凌永乐 编著

化学元素周期律的 形成和发展



64

科学出版社

化学元素周期律的 形成和发展

凌永乐 编著

科学出版社

1979

内 容 简 介

本书试用辩证唯物主义观点讲述化学元素周期律的形成和发展过程,从元素的最初分类,一直到现代各式元素周期表和未来的元素周期表,并扼要地介绍了化学元素概念的产生和发展、元素原子量测定的演变、化学元素发现的经过、原子价概念的建立等,用具体的科学史实,对从事于建立元素周期律的化学家们作出了评价。

本书既是一本科学史话,也是一本科学知识读物,可供大、中学校化学教师、学生、知识青年和化学史爱好者阅读参考。

化学元素周期律的形成和发展

凌 永 乐 编 著

*

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

中 国 科 学 院 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1979年11月第 一 版 开本:787×1092 1/32

1979年11月第一次印刷 印张:5 插页:1

印数:0001—72,600 字数:96,000

统一书号:13031·1082

本社书号:1516·13—4

定 价: 0.45 元

前 言

恩格斯指出：“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的。”(《自然辩证法》)

毛泽东同志指出：“人的认识，主要地依赖于物质的生产活动，逐渐地了解自然的现象、自然的性质、自然的规律、人和自然的关系。”(《实践论》)

当社会生产发展到一定水平，社会发展到一定的历史阶段，社会生活和生产实践提出了问题，产生了需要，于是向科学提出任务，这就促进了科学技术的发展。化学元素周期律的形成和发展也正是这样。

在十九世纪上半叶，欧洲和北美各国资产阶级依靠对本国劳动人民和殖民地、半殖民地人民的残酷剥削，扩大资本主义经济，工农业产量显著增长，冶金工业、机器制造工业以及新建的化学、电气等工业部门获得了迅速的发展。

在这样社会生产发展的条件下，新的化学元素不断被发现，它们的性质逐渐得到研究，元素原子量的测定越来越精确，在化学元素的性质和原子量之间寻找规律性的研究工作紧接着开始了，到十九世纪后半叶就得到了成果。

化学元素周期律和其他科学理论以及技术创造一样，是在一定的历史条件下发现或发明的。它不是被这一国家的科

1
学研究者发现，就是被另一国家的科学研究者发现。差不多在同一个时期里，法国人陈库尔杜斯、德国人迈耳、英国人牛兰兹和奥德林以及俄国门捷列夫等，先后发现化学元素的性质和它们的原子量之间存在着一定的周期性关系。但是，门捷列夫和同时代的人有一点不同，他把感性的认识跃进到理性的认识，抓着规律性的认识，再用到科学实验的实践中，并且为尔后的科学实验所证实。

毛泽东同志指出：“客观现实世界的变化运动永远没有完结，人们在实践中对于真理的认识也就永远没有完结。”（《实践论》）到十九世纪末、二十世纪初，随着近代大工业的发展，兴起了近代物理学，电子、物质的放射性先后被发现，量子力学逐渐建立起来，光谱以及研究物质结构的新工具不断被创造出来，化学随着物理学的发展，进入了新的领域，把物质的组成和结构与它们性质之间的联系从理论上给予加强，使化学元素周期律得到进一步发展。

这本小册子，就是介绍化学元素周期律如何随着生产的发展而形成和发展起来的这样一个过程。

目 录

前言	iii
一 化学元素概念的产生和发展	1
二 早期的元素分类	6
三 元素有了原子量	8
四 原子量和元素性质初步联系起来	13
五 原子量测定逐步发展	16
六 原子价概念开始建立	21
七 化学元素发现逐渐增多	23
八 寻找规律渐趋实现	27
九 从感性的认识跃进到理性的认识	36
十 能动地改造世界	43
十一 科学实践的证实	46
十二 一段史实应该澄清	50
十三 检验和发展的过程	56
十四 传到我国的一段经过	59
十五 矛盾揭露	65
十六 获得了新的定义	73
十七 问题得到解答	82
十八 有了理论解释	87

十九 周期和族的概念在演变	99
二十 变数在增多	107
二十一 形成了一个完整的体系	114
二十二 还是存在着问题	122
二十三 现代各式元素周期表	124
二十四 未来的元素周期表	144
外国人名音译对照表	151

一 化学元素概念的产生和发展

关于元素的学说，即把元素看做构成自然界中一切实在物体的最简单组成部分的学说，早在远古就已经产生了。“它在自己的萌芽时期就十分自然地把自然现象的无限多样性的统一看作不言而喻的，并且在某种具有固定形体的东西中，在某种特殊的東西中寻找这个统一，……”（《自然辩证法》）

不过，在古代把元素看作是物质的一种具体形式的这种近代观念并不存在。不论是在我国古代的哲学中，或是在印度或西方的古代哲学中，都把元素看作是抽象的、原始精神的一种表现形式，或是物质所具有的基本性质。这样的例子是很多的。

约在公元前 900 年前后，我国西周时代有一本著作，叫《易经》，就从人们生活中经常接触到的自然界中选取了八种东西作为说明世界上其他更多东西的根源。它们是天、地、雷、火、风、泽、水、山。

到公元前 403—221 年，我国战国时代，有一些人认为水是组成万物的本源，另一些人又认为气是组成万物的本源。如《管子·水地》说：“水者，何也？万物之本原也”，庄周则有“故曰通天下一气耳”之说。

我国的五行学说是具有实物意义的，但有时又表现为基本性质。我国的五行学说最早出现在战国末年的《尚书》中，原文是：“五行：一曰水，二曰火，三曰木，四曰金，五曰土。水曰润下，火曰炎上，木曰曲直，金曰从革，土爰(曰)稼穡。”这里的“润下”、“炎上”都是基本性质的意思，就是说，水的性质润物而向下，火的性质燃烧而向上。在稍后的《国语》中，五行较明显地表示了万物原始的概念。原文是：“夫和实生物，同则不继。以他平他谓之和，故能丰长而物生之。若以同裨同，尽乃弃矣。故先王以土与金、木、水、火杂以成百物。”这段话是很清楚的，必须有不同的物质在一起方能起作用，产生新物质；如果只有一种物质，那是产生不出新物质的。

在古印度哲学家的思想中也有着和我国五行相似的所谓五大；这就是公元前 7—6 世纪古印度学者卡皮拉提出来的：地、水、火、风、空气。

西方自然哲学来自希腊。被尊为希腊七贤之一的唯物哲学家泰勒斯认为水是万物之母。希腊最早的思想家安拉克西米尼认为组成万物的是气。列宁称为“辩证法的奠基人之一”（《哲学笔记》）的赫拉克利特认为万物由火而生。古希腊的自然科学家、医生安培杜克列综合了他以前的哲学家们的见解，在他们所指的水、气和火之外，又加上土，称为四元素。古希腊哲学家亚里斯多德综合了、但也歪曲了这些朴素的唯物主义的看法，提出“原性学说”。他认为自然界是由四种相互对立的“基本性质”——热和冷、干和湿所组成。它们的不同组合，构成了火(热和干)、气(热和湿)、水(冷和湿)、土(冷和干)四

种元素。“基本性质”可以从原始物质中取出或放进，从而引起物质之间的相互转化。这样，宇宙的本源、世界的基础便不是物质实体，而是可以离开实物而独立存在的“性质”了。性质第一性，实物第二性，这就导向唯心主义。

除此以外，亚里斯多德还提出“第五性质”——神圣的“以太”，一种由上帝特制的超自然的东西，组成与地球完全不同的天宇和星球。这就更带上神秘主义的色彩了。

十三到十四世纪，西方的炼金术士们对亚里斯多德的元素又做了补充，新增加了三个元素：水银、硫黄和盐。这就是炼金术士们的所谓三种本原。但是，他们所说的水银、硫黄、盐和一般的水银、硫黄、盐的实物并不是一回事。它们只是表现着物质的性质：水银——金属性质的体现物，硫黄——可燃性和非金属性质的体现物，盐——溶解性的体现物。还有些炼金术士补充了另外三个元素：醇、油、蒸馏残液。

到十六世纪，瑞士医生巴拉塞尔士提出，物质是由三种元素——盐（肉体）、水银（灵魂）和硫黄（精神）按不同的比例组成的，疾病产生的原因是有机体中缺少了上述三种元素之一。为了医病，就要在人体中注入所缺少的元素。

不论是古代的自然哲学家，或是炼金术士们，或是古代的医药学家们，他们对元素的理解都是通过对客观事物的观察或者是臆测的方式解决的。只是到了十七世纪中叶，由于科学实验的兴起，积累了一些物质变化的实验资料，才初步从化学分析的结果去解决关于元素的概念。

1661年，英国学者波义耳在他的《怀疑派的化学家》一书

中写道：“现在我把元素理解为……那些原始的和简单的，或者完全未混合的物质。这些物质不是由其他物质所构成，也不是相互形成的，而是直接构成称为完全混合的物体的组成部分，而它们进入物体后最终也会分解。”这样，元素的概念就表现为物体分解的极限。

从此，在以后很长的一段时期里，元素被认为表示用化学方法不能再分的简单物质。这就把元素和单质两个概念混淆或等同起来了。

而且，在后来的一段时期里，由于缺乏精确的实验材料，究竟哪些物质应当归属于化学元素，或者说，究竟哪些物质是不能再分的简单物质，这个问题也未能获得解决。一直到十八世纪后半叶，化学史上燃素学说倡行的时期，就把莫须有的燃素也当作化学元素了。

十九世纪初，英国学者道尔顿创立了化学中的原子学说，并着手测定物质的原子量，化学元素的概念开始和物质原子的概念联系起来，使每一种元素成为具有一定重量的同类原子。

1841年，瑞典化学家贝齐里乌斯根据已经发现的一些元素，如硫、磷等，能以不同的形式存在的事实，创立了同素异形体的概念，即相同的元素能够形成不同的单质。这就表明，元素和单质的概念是有区别的。

俄罗斯化学家门捷列夫在十九世纪后半叶建立化学元素周期律的时间里，明确指出元素的基本属性是原子量。他认为，元素之间的差别集中地表现在不同原子量之间的差别上。

化学元素的这一概念在当时是正确的，因为它表达了元素的本性、元素在化学变化中的不变性。

不过，由于社会生产力的发展，随之科学与技术的进步，在十九世纪末，电子、X射线和放射性相继被发现，导向科学家对原子结构的研究。在1913年，英国科学家索迪在研究放射性系列时，发现某些放射性元素相互之间不能用化学方法分开，也不能与某些天然的非放射性元素分开。他为了说明这种现象，引用了同位素的概念。同位素就是具有相同核电荷、但不同原子量的同一种元素的异体。同一种元素的同位素位于化学元素周期表中同一个方格的位置上。

嗣后，英国科学家阿斯登在1921年证明几乎一切元素都有同位素。元素的原子量是同位素质量按同位素在自然界中存在的百分含量求得的平均值。

在这同一时期里，英国青年科学家摩斯莱在1913年系统地研究了各种元素制成的对阴极所得X射线的波长，指出元素的一个特征是这个元素的原子的核电荷数。

这样，如果把同位素看作是几种不同的单独的元素就显然是不合理的，因为决定元素的原子的特征不是原子量，而是它的核电荷数。

1923年，国际原子量委员会作出决定：化学元素是根据原子核电荷的多寡对原子进行分类的一种方法，把核电荷相同的一类原子称为一种元素。

这就是今天的化学元素的概念。

当然，直到今天，人类对化学元素的认识过程也没有完

结。在化学中,关于分子结构的研究;在物理学中,关于核粒子的研究等,都正在发展,都将带来对化学元素的新认识。

二 早期的元素分类

早在 1789 年,法国化学家拉瓦锡在他的《化学初级教程》一书中发表了他所作的化学元素表,一共列举了 33 个化学元素,分为四类:

I. 属于气态的简单物质,可以认为是元素: 光、热、氧气、氮气、氢气。

II. 能氧化和成酸的简单非金属物质: 硫、磷、碳、盐酸基、氢氟酸基、硼酸基。

III. 能氧化和成酸的简单金属物质: 锑、砷、银、铋、钴、铜、锡、铁、锰、汞、钼、镍、金、铂、铅、钨、锌。

IV. 能成盐的简单土质: 石灰、苦土、重土、矾土、硅土。

从这个化学元素表可以看出,拉瓦锡不仅把一些非单质列为元素,而且把热和光也当作是元素了。

拉瓦锡所以把盐酸基、氢氟酸基以及硼酸基列为元素,是根据他自己所创立的学说——一切酸中皆含有氧。盐酸,他认为盐酸基和氧的化合物,也就是说,是一种简单物质和氧的化合物,因此盐酸基就被他认为是一种化学元素了。氢氟酸基和硼酸基也是如此。他所以在“简单金属物质”的前面也加上“能氧化和成酸的”的道理也在于此。在他认为,既然能氧化,当然能成酸。

至于在拉瓦锡元素表中的“土”，在十九世纪以前，它们被当时的化学研究者们认为是元素，或者说，被认为是简单的物质。“土”在当时表示着具有这样一些共同性质的简单物质，如具有碱性，在加热时不易熔化，也不发生化学变化，几乎不溶解于水，在与酸相遇时不发生气泡。这样，生石灰就是一个典型的“土”。重土——氧化钡，苦土——氧化镁，硅土——氧化硅，矾土——氧化铝。在今天，它们是属于碱土族元素或土族元素的氧化物。这个“土”字也就由此而来。

表 2-1

负电性元素 (按下降顺序排列)	过渡元素	正电性元素 (按上升顺序排列)	
氧 硫 氮和它的硝基 盐酸基 氢氟酸基 氟 硒 砷 钼 铬 钨 硼 碳 锑 铋 钽 硅 锆	氢	金 铯 铷 铂 钨 汞 银 铜 镍 钴 锡 锑 铅 铈 铀 铁 镉	锌 镉 铟 铊 铋 镉 钙 锶 钡 钾

到十九世纪头一个年代里，瑞典化学家贝齐里乌斯片面地从电化学原则出发，把元素分为三类：负电性的、正电性的和过渡元素(见表2-1)。

不论是拉瓦锡还是贝齐里乌斯，在十八世纪末或是在十九世纪初，他们都是以元素存在的单质状态的某些物理性质和化学性质为基础，对元素进行分类。这种从事物外部对事物互相联系的研究，是不可能搞清楚它们内部规律的。

三 元素有了原子量

十九世纪初，英国学者道尔顿把古代唯物主义自然哲学中的原子概念移进到化学中，赋予原子具有一定重量的特征，并且着手测定当时已知的一些元素的原子量。从此化学元素的概念开始和物质原子的概念联系起来，使每一种元素成为具有一定重量的同类原子。

道尔顿在测定原子量时，制定了物质组成的“最大简度规律”：如果有两物质A和B，它们按下列顺序进行结合，以最简单的开始，即：

1 个原子A + 1 个原子B = 1 个二元原子C

1 个原子A + 2 个原子B = 1 个三元原子D

2 个原子A + 1 个原子B = 1 个三元原子E

1 个原子A + 3 个原子B = 1 个四元原子F

3 个原子A + 1 个原子B = 1 个四元原子G

等等。

又说：1. 如果由两物质能获得一种化合物，在没有相反理由时，它是二元的。

2. 如果形成两种物质，可以假定其中之一是二元的，另一种是三元的。

.....

他认为水的“二元原子”是由一个氧原子和一个氢原子组成，以氢原子的重量为 1，按照拉瓦锡对水的重量组成分析，氢占 15%，氧占 85%，于是根据计算： $15:85 = 1:x$ ， $x = 5.5$ 。就这样得出氧的原子量为 5.5。后来，他又按照其他人对水的重量组成分析，根据计算，把氧的原子量改为 7。同样地，他认为氨的“二元原子”也是由一个氮原子和一个氢原子组成，根据别人对氨的重量组成分析和计算，得出氮的原子量为 5。就这样，在 1808 年他发表的著作《化学哲学新体系》中找到一个原子量表：

氢	氧	氮	碳	硫	磷	铁	银	水	一氧化碳	二氧化碳
1	7	5	5.4	13	9	38	100	8	12	19

当时道尔顿认为水、一氧化碳、二氧化碳等也是由原子组成，称为复合原子，还没有分子的概念，因此它们也是有原子量的。

道尔顿以主观唯心主义的方法来解决物质的组成，又完全采用别人的实验数据，是不可能获得正确原子量的。不过，他毕竟确定了原子具有重量的特征，并且开辟了测定原子量的道路。恩格斯说：“在化学中，特别是由于道尔顿发现了原子量，现已达到的各种结果都具有了秩序和相对的可靠性，已

经能够有系统地、差不多是有计划地向还没有被征服的领域进攻，就象计划周密地围攻一个堡垒一样。”（《自然辩证法》）

接着，瑞典化学家贝齐里乌斯认识到道尔顿的原子量数值缺乏必要的精确性，否定了道尔顿对物质组成唯心的武断决定，根据法国科学家盖吕萨克在 1808 年由实验建立的气体反应体积比定律——在同温同压下参加反应的各气体的体积以及反应生成的各气体的体积之间互成简单正数比，假定在同体积的气体中含有相同数目的原子。他定出一个“一体积与一原子”相当的原则，确定物质的组成。由于二体积氢气和一体积氧气化合成二体积水蒸气，因此水是由二原子氢和一原子氧组成；由于三体积氢气和一体积氮气化合成二体积氨，因此氨是由三原子氢和一原子氮组成。于是他先测定气体化合时体积比，定出化合物中各元素的原子数，再用分析方法测出化合物中各元素原子的重量比，计算出元素的原子量。他认为把原子量与氢的重量比较，不能提供任何优越性，而且看来还最可能引起许多不便，因为氢是太轻的气体，在无机化合物中又很少见到。相反的，氧却包含了一切优点，而且可以说是整个化学所围绕的中心。它是一切有机体和大多数无机体的组成部分。因此，他采用氧为 100 作为计算原子量的标准。

他从 1814 年发表第一个元素原子量表起，到 1826 年发表了包括四十多个元素的原子量表，经过了十多年，分析了两千多种化合物，吸取别人的意见，校正了自己的数值。从他在 1826 年发表的原子量表来看，如果以氢作为 1，那么氧 =