

109种化学元素浅释

马舒原 张虎林 编 张兆仪 审



化学工业出版社

54.0
12-77

109种化学元素浅释

马舒原、张虎林 编

张兆仪 审

化学工业出版社

内 容 提 要

本书从化学元素的基本概念出发,介绍了化学元素的分类、命名、符号、同位素以及元素周期律,并系统地介绍了1~108种化学元素的发现史及其重要化合物的主要物理、化学性质和用途,在自然界的存在状态以及各元素的同位素及其丰度等。本书内容简练,文字通俗易懂,是一本大众性的科普读物。

本书可作为中学生的化学课外读物和中学化学教师的教学参考书,也可供化学化工科技人员和职工学习、参考。

108种化学元素浅释

马舒原、张虎林 编

张兆仪 审

责任编辑:孔家明

封面设计:许立

化学工业出版社出版发行

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张 $9 \frac{3}{4}$ 插页1字数220千字

1988年11月第1版 1988年11月北京第1次印刷

印 数 1—3,850

ISBN 7-5025-0128-2/TQ·90

定价3.10元

编者序

至今，人类已发现的化学元素共109种。在每种元素的发现、提取和利用过程中，人们都付出了不平凡的劳动。经过漫长的岁月，人类已经积累了十分丰富的有关元素及其化合物的知识，我们只有用这些宝贵的知识来武装自己的头脑，才能更有效地利用大自然为我们提供的财富，为日常生活、工农业生产和四化建设服务。

本书在扼要介绍了化学元素的概念、分类、命名、元素符号、原子量、同位素、元素周期律等基本知识的基础上，以1→109号元素的顺序，依次介绍这些元素的发现史、各元素及其重要化合物的主要物理、化学性质和用途、自然界的存在状态、各元素的同位素及其丰度等。书中尽量介绍了有关方面的最新成就，文字力求通俗易懂，以企读者即使在不具备太高化学素养的情况下，也能从中获取一些重要的化学知识。

本书可作为中学生的化学课外读物和中学化学教师的教学参考书，也可供化学化工科技人员和职工参考。

在编写过程中，北京工业学院的余从煊副教授、沈阳药学院的舒夫霖副教授、北京卫国中学的吕伟良老师给了我们热情的帮助和指导，为本书的出版工作提出了十分宝贵的意见，仅向他们致以衷心的感谢。

由于作者水平有限、错误和不当之处在所难免，望读者多加指教，谢谢！

编者

40499

一九八六年三月

目 录

I . 化学元素的基本概念	1
什么是化学元素	1
化学元素的同位素	3
化学元素的分类	4
化学元素的命名	6
化学元素符号	9
元素的原子量	10
原子量和原子质量	12
元素周期律	14
I . 1 ~ 109种元素浅释	21
附表	293

参考文献

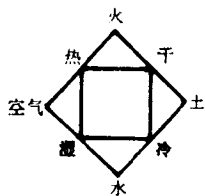
I. 化学元素的基本概念

什么是化学元素

仰望太空，星光闪烁，日行月移；俯视大地，山川河流，房屋树木，花草鱼虫；自然界还有风雨霜雪，闪电雷鸣……。这些奇异的自然景象组成了一个美好的物质世界。自然界的物体虽然有的大到不可想象，有的小到无法觉察，但它们都是由一些最简单、最基本的物质组成的。化学元素是构成万物的“基石”，这已是公认无疑的客观事实。但是，你可知道这个认识却是人们经过许多世纪的努力才获得的。

早在公元前12世纪，即我国殷周之交的奴隶制全盛时期就产生了物质是由金、木、水、火、土组成的所谓“五行”学说。五行学说认为金、木、水、火、土可在一个永不终止的循环过程中巨变，它们之间有着错综复杂的作用，这些作用的结果产生了世界上形形色色的物质。

公元前5世纪，古希腊哲学家留基伯(Leucippus)和他的学生德漠克利特(Democritus)提出了“原子学说”。他们认为，万物都是由极小的不可再分的粒子组成的，这种粒子称为原子，意即不可再分的原始粒子。到了公元前4世纪，古希腊哲学家亚里士多德(Aristotle)，一方面继承了古希腊的“四元素”(指土、空气、水、火)说，另一方面又提出了所谓“原性说”。他认为“四元素”说中的每一种元素都是由热、冷、干、湿四种“原性”中的两种所组成，其关系如下图：



直到17世纪中叶，随着采矿、冶金、染色、火药等化学工艺的进一步发展，人们积累了大量的科学资料，才为进一步揭开物质组成之谜打下了基础。也就在这时，产生了早期的朴素的化学元素理论。

1661年，被称为化学之祖的英国科学家波义尔（R. Boyle, 1627~1691）综合分析了前人积累的资料，并反复进行科学实验之后，摆脱了古老元素学说的羁绊，发表了《怀疑的 chemist》（Sceptical Chemist, 1661）一文。文中指出：“元素是组成复杂物体的和在分解复杂物体时最后得到的那种最简单的物体”。他还指出：“化学的目的是认识物质的结构，而认识的方法是分析，即把物质分解为元素”。从此，波义尔纠正了古代错误的“性质”元素学说，第一次为元素确定了科学的概念，建立了唯物主义的“物质”元素理论。

19世纪初，道尔顿（J. Dalton）的原子论和阿佛加德罗（A. Avogadro）的分子论建立之后，人们才认识到一切物质都是由原子通过不同方式结合而成的。于是，元素的概念被定义为：“同种类的原子”。

19世纪末，20世纪初，电子的发现以及原子核组成的奥秘被揭开后，人们认识到，同种元素的原子核里所含的质子数目是相同的，但中子数可以不同。如自然界中氧元素的原子有99.759%是由8个质子和8个中子组成的（ $^{16}_8\text{O}$ ），有0.037%是由8个质子和9个中子组成的（ $^{17}_8\text{O}$ ），0.204%由8个质子和10个中子组成（ $^{18}_8\text{O}$ ），因为中子数不同，所以同一元素可以有质量不同的几种原子。但决定元素化学性质的主要因素不是原子的质量而是原子核外的电子数，而核外电子数又取决于核电荷数（即核内质子数），所以质子数相同的一类原子，其化学性质

是相同的。

根据现代的观念，元素是原子核内质子数相同的一类原子的总称。也就是说原子的核电荷（原子核中的质子数）是决定元素内在联系的关键。

迄今为止，人们已经发现的化学元素有109种，宇宙万物都是由这些元素的原子组成的。由同种元素组成的物质称为单质，如氧气、铝、铁、金刚石等；由不同种元素组成的物质称为化合物，如硝酸、硫酸、氢氧化钠、食盐、水等。

化学元素的同位素

核素 具有一定数目的质子和一定数目的中子的一种原子称为核素。如原子核里有6个质子和6个中子的碳原子，称为碳-12核素，或写为 ^{12}C 核素；原子核里有6个质子和7个中子的碳原子称 ^{13}C 核素；氧元素的三种核素为： ^{16}O 、 ^{17}O 、 ^{18}O 核素。

具有多种核素的元素称为多核素元素，碳元素、氧元素等都是多核素元素。天然存在的钠元素，只有质子数为11，中子数为12的一种钠原子 $^{23}_{11}\text{Na}$ ，即钠元素只有 ^{23}Na 一种核素，这样的元素称为单一核素元素。

同位素 质子数相同而中子数不同的同一元素的不同原子互称同位素。即多核素元素中的不同核素互称同位素。同种元素的不同核素，质子数相同，在周期表中占同一位置，这就是同位素的原意。

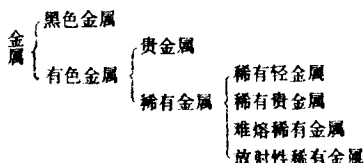
有的同位素是稳定的称为稳定同位素；有的具有放射性，称为放射性同位素。目前已知的天然元素中只有氢、氟、钠、铝、磷、金等20余种未发现稳定同位素，但都有放射性同位素。可以说，大多数天然元素都是由几种同位素组成的混合物。到

目前为止，已发现的109种元素中，稳定同位素约300多种，而放射性同位素达1500种以上。

目前已经发现氢有三种同位素，在自然界有两种稳定同位素： ${}^1\text{H}$ （氕）和 ${}^2\text{H}$ （氘），从核反应中还找到了同位素 ${}^3\text{H}$ （氚），它在自然界中含量极微。氯在自然界有两种稳定同位素： ${}^{35}\text{Cl}$ 和 ${}^{37}\text{Cl}$ 。碳有三种同位素： ${}^{12}\text{C}$ 、 ${}^{13}\text{C}$ 为稳定同位素， ${}^{14}\text{C}$ 为放射性同位素。同一元素的各种同位素的原子核虽有差别，但它们的核外电子数和化学性质基本相同。因此同一元素的各种同位素均匀地混合在一起存于自然界的各种矿物资源中，在化工生产过程中，发生同样的化学反应，最后均匀混合，共存于该元素所生成的各种物质之中。我们所接触到的就是各种稳定同位素的混合物。

化学元素的分类

化学元素一般可分为两大类，即金属元素和非金属元素。在已发现的一百多种元素中，有约4/5是金属元素。根据金属的特征，生产上通常将其分为黑色金属和有色金属两大类。黑色金属指铁、铬、锰等金属及其合金，它们是工业上应用最广泛的金属材料，在国民经济中占有极其重要的地位。除黑色金属外其余的金属通称为有色金属。有色金属又分为贵金属（如金、银等）和稀有金属（如锆、钨、铌、钼等）。稀有金属还可分为稀有轻金属、稀有贵金属、难熔稀有金属、放射性稀有金属等。



有色金属的种类虽然很多，但其产量还不到黑色金属的10%，产值却很高，它们与钢铁共同构成了现代化的金属材料体系。

我国有色金属资源丰富，品种较全，就目前所知，铜、铅、锌等14种主要有色金属中有7种储藏量居世界第一位，铅、镍、汞、钼、铌5种储藏量居世界第二位。

除了以上介绍的分类方法外，人们还常把密度大于 5 g/cm^3 的金属叫做重金属，如铜、锌、铅、镍等；密度小于 5 g/cm^3 的叫轻金属，如钠、钙、镁、铝等。

金属一般均具有以下共同性质：

1. 金属在块状时大都具有金属光泽（反光性），不透明，呈银白色，在粉末状态时，则成黑色或灰色（铝、镁粉末状时也为银白色）。

2. 金属多半具有延展性，可以压成薄片或抽成细丝。

3. 金属容易传热、导电。其中传热、导电最好的是银，其次是铜，最差的是汞和铅。

4. 常温下，除金属汞为液态外其它金属均为固态。

5. 金属的密度一般较大，密度最大的是锇(Os)，为 22.5 g/cm^3 ，最小的是锂(Li)，为 0.534 g/cm^3 。

6. 在化学反应中，金属原子容易失去电子成为阳离子。

非金属元素的性质差别较大，许多方面与金属恰恰相反。

1. 在常温下，非金属单质的形态不一，有的是固态，如硫、碳等；有的是气态，如氢、氧等；唯有溴为液态。

2. 大多数非金属单质没有光泽（除碘等元素外），它们的颜色各异，如溴呈暗红色，碘呈紫黑，氯为黄绿色，氧则为无色等。

3. 非金属一般不易传热和导电，只有石墨（碳）、晶体硅、锗等少数元素有导电性。

4. 非金属通常没有延展性。

5. 非金属的密度比金属小，在 5.0g/cm^3 以上的只有砷、碲等几种非金属元素，固态非金属的密度大多数在 $2 \sim 5\text{g/cm}^3$ 之间。

6. 非金属的化学性质差别较大。如稀有气体（以前称惰性气体）很难与其它元素化合，而氢、氧、氟、氯等则又非常活泼。非金属原子在化学反应中易得电子成为阴离子。

当然，这只是划分元素的一般原则。其实金属与非金属之间并没有严格的界限，有不少非金属很象金属，又有些金属却显示出一些非金属的性质。如锑是一种金属，但它不易导电，非常脆，而石墨虽然不是金属，却具有金属光泽，善于导电，所以，严格说来，金属与非金属是很难截然划分的。

化学元素的命名

中国是世界文明古国之一。我国劳动人民早在公元前2500～2000年就会炼铜，到了战国时代，又掌握了炼铁技术。所以，在遥远的古代，我国就确定了一些元素的名称，如金、银、铜、铁、锡、铬、碳、硫等。

19世纪末，我国近代化学启蒙者徐寿^①在翻译《化学鉴原》一书时，根据英文第一音节所创造的字如镍、钴等就一直沿用至今。

化学元素的中文名称，均用一个汉字表示，而且，绝大部分都是最近几十年来我国化学工作者新创造的。现在，化学元素的中文名称中，凡是金属（除汞以外），都带有“金”旁，如锂、钠、钾等；常温下以液态存在的非金属则带有“氵”旁，如溴；常温下为固体的非金属带有“石”旁，如碘、砷、碲、

① 徐寿，江苏无锡人，号雪邨，生于嘉庆二十二年（公元1818年）。

硅等，是气体的均写成“气”字头，如氢、氮、氧、氟等。这样使人们能一目了然地分清某种元素是金属还是非金属及其在常温下存在的状态。

至于化学元素的外文名称，一般都由化学元素的发现者来命名，它们大都具有一定含义。有的是为了纪念某科学家，如第99~103号元素镱、镥、钆、铈、镤就分别是为了纪念德国物理学家爱因斯坦(Einstein)、意大利核物理学家费米(E. Fermi, 1901~1954)、元素周期律发现者门捷列夫(Д.И. Менделеев)化学家诺贝尔(Nobel)和回旋加速器的发现者劳伦斯(E. O. Lawrence)等五位科学家而命名的；有的则是为了纪念当时发现元素的地点，如铕的原意是“欧洲”(Europe)，因为它是在欧洲发现的。镱的原意是“美洲”(America)，因为它是在美洲发现的。也有的是发现者为了纪念自己的祖国，如钫是纪念法国、铈是纪念德国、钋是纪念波兰等。还有的是为了表示该元素的某些特性而命名的，如碘的希腊语原意为“紫色”，因其蒸气是紫色的，铯意“天蓝”，因为它的光谱线是天蓝色的，铷由希腊语“绿”字而得名，因铷气呈黄绿色等等。也有参照太阳系中大小天体的名称来命名的，如铀的原意为“天王星”，镎的原意为“海王星”，因镎的原子序数超过铀，就如海王星比天王星离太阳更远一样；钚原意为“冥王星”，它的原子序数大于镎，尤如冥王星比海王星离太阳更远一样；氦的希腊语为“太阳”之意，因为它是天文学家首先在太阳光谱中发现的；还有的是以希腊神话中的英雄和诸神来命名的，如钍是为了纪念斯塔的那维亚半岛的雷神“土尔”(Thor)、钷是神话中地球的长子“泰坦斯”(Titans)等等。

习惯上，首先发现一种元素的科学家，有权对该元素命名。如果能被公认，国际化学协会即予认可。但对104号以后的有

些元素，究竟是谁首先发现尚不能作出结论，以至由于各自命名而发生争执，尤其是对于104、105号元素的命名。苏联科学家命名104号元素为“Kurchatovium”(鏷)，符号为“Ku”，以纪念苏联核物理学家库尔恰多夫(Igor Visilievich Kurchatov)，命名105号元素为“Nielsbohrium”(铼)，符号为“Ns”，意思是纪念首先对原子结构提出量子化轨道理论的丹麦科学家玻尔(N.Bohr, 1885~1962)；而美国科学家则给104号元素命名为“Rutnerfordium”(钷)，符号“Ru”，以纪念英国原子物理学家卢瑟福(E.Rutnerford, 1871—1937)，给105号元素命名为“Hahnium”(铈)，符号“Ha”，意思是纪念发现核裂变而获得诺贝尔奖金的德国科学家奥托·哈恩(Otto Hahn, 1879~1968)。双方在命名问题上发生分歧，互不相让，结果均未获得国际公认。国际化学协会曾于1971年起，对此事讨论多次均无结果。于是，国际化学协会无机化学组为新元素命名问题于1977年8月召开会议，决定从104号元素以后，不再以人名、国名来命名，而根据新元素的原子序数来确定其名称。即用拉丁文的数词组合起来，然后在词尾加上“ium”。这些数词是：

nil = 0 un = 1 bi = 2
 tri = 3 guad = 4 pent = 5
 hex = 6 sept = 7
 oct = 8 enn = 9

这样一来，104号以后各元素的命名就如表1所示。

表 1 104~109号元素命名原则

原子序号	名 称	符 号	中文名称
104	unnilquadium	Unq	104号元素
105	unnilpentium	Unp	105号元素

续表

原子序号	名 称	符 号	中文名称
106	unnilhexium	Unh	106号元素
107	unnilseptium	Uns	107号元素
108	unniloctium	Uno	108号元素
109	unnilemium	Une	109号元素

化学元素符号

在古代，世界上无统一的化学元素符号，许多化学工作者各自用不同的符号表示元素。这样，除了自己以外，别人无法辨认。为了使各国科学工作者之间有共同的化学语言，便于科学的发展和技術上的交流，1860年，世界上各国科学家在德国的卡尔斯卢召开代表大会，一起制订和通过了世界统一的化学元素符号。

会议规定，一切化学元素符号，均采用该元素拉丁文名称的开头字母表示。例如，氢的拉丁文名称为Hydrogenium，元素符号为H；氧的拉丁文名称为Oxygenium，元素符号为O。当不同化学元素的拉丁文开头字母相同时，就在开头字母旁另写一个小写字母，这个小写字母是该元素拉丁文名称的第二个字母，以示区别。如钛和钽的拉丁文开头字母是相同的，均为T：

钛	Titanium
钽	Tantalum

则钛的符号为Ti，而钽的符号为Ta。

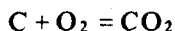
当一些元素的拉丁文名称的第一、第二个字母均相同时，如：

砷	Arsenium
银	Argentum
氩	Argonium

卡尔斯卢会议则规定，用该元素拉丁文名称第三个字母作小写字母。例如，氩写作Ar，砷的符号为As，银则为Ag。

从此，世界上才有了统一的化学元素符号。这样，便可以写出统一的化合物的分子式来表示各种化合物。例如，食盐是氯和钠的化合物可写成NaCl，水分子由2个氢原子和一个氧原子组成，则可写成H₂O等。

有了统一的分子式，就能写出统一的化学方程式来表示各种化学反应。如，碳与氧化合生成二氧化碳的过程，便可用化学反应方程式表示为：



100多年过去了，这些化学元素符号一直沿用至今，它们给化学工作者带来了极大方便，正象阿拉伯字母0、1、2、……一样，不经翻译，各国人民均能看懂。元素符号的统一表示法，促进了世界各国的化学技术交流和化学学科的发展。

元素的原子量

化学是研究物质的性质及其变化的科学。早期的化学只着眼于探讨一种物质如何转变为其他物质，以及如何辨别和检验物质的成分和性质等。换句话说，只对物质变化作定性的研究，而无法进行定量测定。这些定性研究所得事实虽然重要，但只是人们对物质变化的初步认识，还不成为其为严密、精确的科学知识。

到了19世纪初，大量积累的化学实验资料有待于理论上的提高。一些科学家感到只知道化学反应是原子的结合、拆散、

顶替和交换及化合物中各种元素的质量比例是远远不够的。要对物质的变化和性质有更深入、细致的认识，还必须知道一个分子中有几个什么原子，各种原子的相对质量（原子量）是多少。只有把对物质的定性研究和定量测定结合起来，才能对物质的变化有更透彻、全面的分析和认识。

1808年道尔顿（J. Dalton, 1766 ~ 1844）为了解释元素互相化合时质量关系的各定律，把长期从事气象学研究所形成的原子论的思想引进了化学，他确信，物质都是由原子组合而成的，不同元素的原子不同，因而相互结合就产生出不同的物质。为了充分证明他的观点，精确区分不同元素的原子，他认为关键在于区别出不同原子的相对质量，即原子量。于是他便着手进行测定原子量的工作。

道尔顿首先提出以最轻的氢元素 $H = 1$ 为原子量标准（当时尚未发现同位素，因而认为同种元素的原子具有相同的质量）。某元素一个原子比氢原子重几倍，则原子量就是几。可是后来发现氢并不是理想的元素，因为测定原子量时常常需要知道化合物中各元素的质量比例，氢虽然很轻，但是许多元素都不易和它直接化合。若用它为标准，就时常要用间接的方法来求这个比例，这在百余年前是没有把握的。虽然没有一种元素能和所有的其它元素化合，但是大多数的元素都能与氧直接化合，它们的化合量可与氧直接比较。因此，1826年改用 $O = 100$ 为标准，几十年后，人们又发现以 $O = 100$ 为标准仍然不妥，这个数字显得太大，各种元素的原子与之比较而测得的原子量与以 $H = 1$ 为标准所得值相差太大，就连最轻的元素氢的原子量都变成6.25了。因此，1860年又改用 $O = 16$ 作标准，这样可使原子量数值小些，同时保持氢元素原子量约等于1，而所有原子量都大于1。

1929年发现自然界中的氧有三种同位素。随后人们通过实验证明氧的同位素在自然界的分布是不均匀的，因而认识到用天然氧作原子量标准不够妥当。物理学界随即采用 ^{16}O 等于16作为原子量标准，但化学界仍然保持了天然氧原子量等于16的标准。从这时起就有了所谓化学原子量和物理原子量并行的两种标度。这两种标度之间的差别约为万分之三。1940年国际原子量委员会确定以1.000275为两种标度的换算因数：

$$\text{物理原子量} = 1.000275 \times \text{化学原子量}$$

实际上，由于天然氧的丰度是略有变化的，规定换算因数也不是一种妥善办法。由于两种原子量标准并存所引起的矛盾，自然就产生了统一原子量标准的要求。由于化学工作中使用原子量的地方很多，因此化学界希望选择一个新标度，并希望这个新标度对原有的原子量数值改变越小越好。经过反复的讨论， ^1H 、 ^4He 、 ^{19}F 、 ^{12}C 等均曾被考虑过作为新的原子量标准，最后由于以 ^{12}C 作标准有许多好处： ^{12}C 在碳的天然同位素中所占的相对百分数比较固定，受地区影响不大，而且对 ^{12}C 的质量测定比较精确，最大的好处是，采用 ^{12}C 作为原子量的新标准，各元素的原子量变动不大，仅比过去降低了0.0043%。于是在1960年和1961年，国际物理学会和国际化学会先后正式采用以 ^{12}C 的原子质量 = 12作为原子量的新标准。从此，原子量有了统一的新标准，不再存在所谓化学原子量和物理原子量的区别，而统一改称为国际原子量了。

原子量和原子质量

初学化学的人，往往把原子量和原子质量混为一谈，其实，这是两个不同的概念。

同位素发现以后，人们认识到每种元素都有一定数目（一