



QIANWANGGE WEISHENME



· 学生版 ·

千万个为什么 化学天地

(一)



43

长春儿童出版社

·学生版千万个为什么·

化学天地

(一)

本书编委会编

(43)

长春儿童出版社

图书在版编目(CIP)数据

学生版千万个什么. 陈国勇 主编. 长春儿童出版社. 2003. 2

书号 ISBN 7-80613-265-1/ I . 227

I . 学生... II . 版... III . 千万

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 082275 号

学生版千万个什么

主 编:陈国勇

长春儿童出版社

长春印刷厂

开本:787×1092 1/32 印张:212.5

版次:2003 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1-5000 套

书号 ISBN 7-80613-265-1/ I . 227

定价:(全套 50 本)428.80 元

目 录

什么是化学元素	(1)
化学元素是怎样形成的	(2)
地壳中各种元素含量为什么不同	(4)
宇宙中的元素丰度为什么差别巨大	(5)
根据什么预言化学元素会形成超重岛	(6)
超铀元素为什么要人工合成	(7)
原子量为什么会改变	(9)
质谱仪为什么能测定原子量	(11)
放射性元素为什么会自发放射线	(13)
核能为什么比化学能强大得多	(15)
核电为什么是最有前途的能源	(16)
核电站为什么不会爆炸	(18)
核反应堆为什么是原子能工业的基础	(19)
计算机为什么广泛应用于化学	(21)
电子探针为什么能做微区分析	(23)
光电子能谱为什么是表面分析的重要工具	(25)
X 射线衍射为什么能测定晶体结构	(26)
极谱仪为什么能测定溶液的浓度	(28)
色谱柱为什么能分离各种有机物	(29)
电子衍射为什么能测定薄晶片结构	(30)
化学反应为什么能产生激光	(32)

什么是化学显微术	(33)
分子筛为什么能筛选出不同的分子	(34)
液氮为什么会自动从玻璃杯底部向上流	(36)
石墨为什么能变成金刚石	(37)
无定形硅为什么能变成单晶硅棒	(38)
分子内旋转为什么受阻	(40)
染料为什么能使织物染色	(41)
光谱为什么能分析物质的成分和含量	(43)
射线照射为什么能保鲜食品	(44)
人为什么会患营养不良症	(46)
花粉为什么可以做营养保健食品	(47)
人为什么要喝水	(49)
什么东西最甜	(51)
太空为什么并非绝对真空	(53)
宇宙空间有哪些分子	(54)
电子的位置和动量为什么不能同时准确测定	(56)
化学元素的“指纹”	(58)
古铜镜为什么千古不锈	(59)
千年古剑为什么不锈不蚀	(61)
金属为什么要速冻	(62)
金属为什么能象塑料那样随意成型	(64)
为什么用双氧水、氨水的混合液能“咬”掉木材的深色素	(65)
为什么用硬度高的水沏出来的茶水不好喝	(66)
紫砂茶壶泡茶，为什么茶味特别清醇	(67)
鍍金术为什么不同于电镀	(68)

为什么泡发鱿鱼干要用碱	(69)
为什么水泥可以制造弹簧	(70)
为什么陶瓷可以做榔头、剪刀	(72)
画为什么会活起来	(73)
合金为什么有惊人的记忆力	(74)
为什么秘密墨水能保密	(75)
为什么同样的砖坯能烧成红砖和青砖	(77)
为什么用盐腌肉能防止肉类变质	(78)
为什么金粉印花布衣服挂在煤炉边，金粉花纹会突然消失	(79)
为什么米粥加盐会变稠，加糖会变稀	(80)
玻璃器皿为什么会发霉	(80)
合金为什么能溶于水	(82)
为什么惰性元素不惰性	(82)
氧化膜为什么能使不锈钢呈现不同色彩	(84)
为什么在水中容易把玻璃剪断	(86)
变色釉为什么变色	(87)
充满气的气球放入液氮中为什么会瘪掉	(88)
为什么不宜选用外观粗糙的挂釉陶瓷器皿来盛放酸性食物	(89)
为什么硅胶干燥剂吸潮后会变色	(90)
铁为什么燃烧	(91)
为什么白色或浅色的丝绸容易泛黄变色	(93)
为什么光照射能治疗新生儿黄疸病	(94)
对癌症的化学治疗，为什么仅在开始阶段有效	(95)
铂为什么是癌症的克星	(96)

为什么冷烫精能使头发卷曲	(97)
一张卡片为什么能测知驾驶员酒后开车	(98)
盛放在碗里的碱水为什么会自己爬出来	(99)
为什么适当补充锌能增进食欲	(100)
金属为什么能“吃”气	(101)
为什么变色涂料能指示温度变化	(102)
为什么明亮的铝锅会变成黑褐色	(104)
为什么胃酸过多的人爱吃油条	(105)

什么是化学元素

在自然界里，物质种类繁多、性质各异。但是，组成这些物质的基本成分——化学元素却数目有限。到 80 年代末期，全世界已经发现和人工合成的化学元素总共有 109 种，其中天然存在的 94 种，人工合成的 15 种。

从古至今，科学家和哲学家一直在探讨物质的组成，寻找什么是化学元素。古希腊哲学家认为空气、水、火、土是组成世界万物的四种元素。中世纪后期，炼金术士熟练地进行一些化学实验时，又提出了硫、汞、盐三元素说。

1661 年英国化学家玻意耳首次提出化学元素的科学定义：不由其它物质构成的、一般化学方法不能再分解为更简单的某些实物。1798 年，法国化学家拉瓦锡列出了第一张化学元素表，其中有些化合物和混和物也包括进去了。到 1803 年，英国化学家道尔顿提出了原子说，指出化学元素的原子属性，把同种原子称为元素。

20 世纪初，科学家发现了原子核由质子和中子组成，还发现了同位素，并认识到，化学元素是具有相同核电荷数（质子数）的同一类原子的总称。

1969 年，用电子显微镜观察到元素铀和钍的单个原子，核很小，它由质子和中子组成，质子带正电，中子不带电，质子数就是核电荷数。原子直径为 10^{-8} 厘米，而核是它的万分之一；原子的质量集中在核，电子只有核的二千分之一。

元素的化学性质主要与原子核外电子数目和排布方式有

关，特别是最外层电子的多少和能量高低，基本上决定了该元素的化学性质。

当把各种化学元素按核电荷数增加的顺序排列时，就会出现物理、化学性质周期性变化的规律，这就是元素周期律。按此顺序和规律列成的表就是元素周期表。化学元素按物理化学性质可分为金属元素和非金属元素，其中原子数大于 83 的天然元素都具有放射性。这些元素形成了数百万化合物，构成了整个世界。

化学元素是怎样形成的

探索化学元素的起源和形成是一个既古老又新鲜的问题。关于化学元素起源的理论要能够说明现在宇宙中各种化学元素的丰度，也就是说，元素及其同位素的分布规律，不仅与原子结构有关，而且与元素的起源和演化相联。

早期的化学元素起源假说有平衡过程、中子俘获、聚中子裂变等，它们都试图用单一过程解释全部元素的形成原因，结果是顾此失彼，不能自圆其说。1957 年，伯比奇夫妇、福勒和霍伊尔以宇宙的元素丰度为基础，推出了元素在恒星中合成的元素起源假说，简称 B²FH（四位科学家姓名的英文字母）理论。这一理论认为，所有的化学元素并非通过单一过程一次形成，而是由氢通过与恒星不同演经阶段相应的 4 个过程逐步合成的，然后由恒星抛到宇宙空间，就是我们观测到的化学元素及其同位素。

1. 氢燃烧温度高于 700 万度条件下，每 4 个氢核聚变为

1 个氦核。

2. 氢燃烧：在温度高于 1000 万度条件下，由氢核聚变为碳 - 12 核和氧 - 16 核等。

3. α 过程： α 粒子与氦 - 20 相继反应生成镁、硅、硫、氩等。

4. 平衡过程：温度高、密度高的条件下，生成钒、铬、锰、铁、钴、镍等。

5. 慢中子俘获过程。

6. 快中子俘获过程：5 和 6 生成比铁系更重的元素。

7. 质子俘获过程：生成一些低丰度、富质子同位素。

8. X 过程：生成重氢、锂、铍、硼等低丰度轻元素。

B^2FH 理论不断得到原子核物理、天体物理和宇宙化学等方面新成果的补充和修正。主要是温度 6000 万至 4 亿度发生碳、氧和硅燃烧过程，解释氦至硅、硅至钙和铁等元素的丰度；大爆炸宇宙学认为，宇宙早期温度很高，生成大量氦，解释氦在许多天体上丰度大的原因；用宇宙粒子碰撞星际空间的碳 - 12、氮 - 14、氧 - 16、氦 - 20 等原子，并使其碎裂，来说明锂、铍、硼等轻元素的丰度。

当今，大多数科学家都接受质子聚变（氢聚变成氦，再形成锂、硼等轻元素）和中子俘获（氦轰击轻原子产生中子，轻元素原子核俘获中子形成较重元素）是宇宙形成化学元素的两个主要过程，直到今天，这两种过程仍在恒星内部继续合成各种化学元素。

地壳中各种元素含量为什么不同

1889年，美国科学家克拉克等总结了世界各地 5759 年矿样分析结果数据，第一次提出各种化学元素在地壳中的平均含量值，其百分数，即元素的相对丰度。地壳，指的是地面下 16 公里、水圈和大气圈，为纪念克拉克，元素丰度也被称为克拉克值。

元素丰度是一个统计平均值，丰度小的元素其克拉克值往往不够精确，各种参考书中所列元素丰度也不完全相同。

我们知道，地球形成至今已有 45 亿年，现在地壳中各种化学元素的含量，一是与各种化学元素本身性质有关，二是与其形成初期各种化学元素的量有关。最初形成量大、核稳定的化学元素，今天在地壳中含量较高，如原子核稳定的轻元素；而最初形成量小、核不稳定的化学元素，在地球中含量就低，象一些放射性重元素，由于长期发生放射性衰变，其含量自然就降低。

在地壳中丰度最大的化学元素是氧，它占总重量的 48.6%；其次是硅，占 26.3%；以下是铝、铁、钙、钠、钾、镁。丰度最低的是砷和钫，约占 10^3 分之一。上述 8 种元素占地壳总重量的 98.04%，其余 80 多种元素共占 1.96%。

地壳中各种化学元素平均含量的原子百分数称为原子克拉克值，地壳中原子数最多的化学元素仍然是氧，其次是硅，氢是第三位。

根据元素的相对丰度，哈金斯于 1917 年提出哈金斯规律

如下：偶数质子数元素的丰度大于邻近奇数质子数元素的丰度。

地壳中各种化学元素的含量和存在方式，对研究地质科学、地球、化学以及提取和应用各种化学元素等，都有一定的参考价值。例如，大约 99% 以上的生物体是由 10 种含量较多的化学元素构成的，即氧、碳、氢、氮、钙、磷、氯、硫、钾、钠；镁、铁、锰、铜、锌、硼、钼的含量较少；而硅、铝、镍、镓、氟、钽、锶、硒的含量非常少，被称为微量元素。表明人与地壳在化学元素组成上的某种相关性。

宇宙中的元素丰度为什么差别巨大

从 1889 年克拉克发表地壳中各种化学元素平均含量以后，人们注意积累有关陨石、太阳、恒星、星去等各种天体中化学元素及其同位素分布的资料。1937 年哥希密德首次绘制出太阳系的各种元素原子数密度相对值曲线，即太阳系元素丰度曲线。1956 年，修斯和尤里根据地、陨石和太阳的资料，绘制出更为详细、更为准确的元素丰度曲线。

通常可以用列表法或作图法表示元素的丰度，一般把硅的丰度值取为 10^6 ，其它元素的丰度按比例确定。

40 年代时，人们只知道大多数恒星的化学组成与太阳相似，因而就认为整个宇宙的元素丰度可能一样。后来发现，不同类型恒星的元素分布差别很大。1973 年，卡梅伦综合许多人的工作，绘制了一个更广泛的太阳系元素丰度分布图。

从太阳系元素丰度看，氢最多，为 10^{10} ，其次是氦，为

10^9 ，以下是氧、碳、氮、为 10^7 ，氮、镁、硅为 10^6 。丰度最小的化学元素是铀、镓、钪、钽、镱等，仅为 10^{-2} 。

宇宙中化学元素的丰度，主要取决于该元素的形成和它本身的性质。一般来说容易形成并且形成比较多的稳定轻元素，丰度就大；形成比较困难，形成量比较少，而又不稳定的重元素，丰度很小。根据化学元素形成的 B^2FH 理论，各种化学元素都是由氢逐步形成的；氢当然是最丰的元素，氢聚变生成稳定的氦，氦再形成碳、氧等。用 B^2FH 理论能够较满意地解释宇宙中化学元素的丰度差别。

根据什么预言化学元素会形成超重岛

化学元素超重岛是用来形象地比喻理论上预言可能存在的稳定超重元素，也叫超重稳定岛。

现在已经发现和人工合成的化学元素有 100 多种，同位素 2000 多种。如果以核内的中子数为横坐标，质子数为纵坐标，把所有稳定的和放射性的核素都标在坐标图上，便可以明显地看出，自然界中已知的稳定核素都聚集在中子数接近质子数的一定范围内，在平面图上称为稳定线或稳定带；在立体图上，如果把不稳定的核素所分布的区域称为海洋的话，则可以把稳定核素分布的区域称为稳定半岛。

稳定半岛是高低不平的，这表示了原子核稳定程度的不同。当核内的质子数和中子数为 2、8、20、28、50、82 和 126 等幻数时，核就处于“山峰”地带，很稳定，丰度也较大。如氦 - 4 的质子数的中子数都是 2，氧 - 16 质子和中子各为 8，

钙-40 质子数和中子数均为 20，钙-208 质子 82、中子 126，它们都是双幻数元素；铁-56 质子数 26、中子数 30，锡-120 质子 50、中子 70，这两种元素是单幻数。而核的质子数、中子数不是单幻数时，核就不稳定，其数值与幻数相差越大，稳定性也越差，在坐标图上也就离稳定半岛越远。这些核会通过 β 衰变、 α 衰变、质子发射等使其质子数、中子数趋近或变成幻数，成为稳核、进入稳定半岛。

1966 年前后，核理论工作者根据壳层模型理论预测，质子的下一个幻数是 114，而中子的下一个幻数是 184，由双幻数核组成的质量数为 298 (184 + 114) 原子序 (质子数) 为 114 的原子核将特别稳定；1986 年前后，理论计算值又推测质子数 108—111、中子近似 164 的核最稳定，这些质子和中子的组合可以形成近百个超重核，在坐标图上就形成一个超重核稳定岛。

虽然多年寻找超重稳定元素的实验未获成功，但化学家们一直相信，在铅-208 双幻数核以后，还是有可能存在一个超重双幻数核的，并且可能形成一个超重核稳定岛，即使超重岛上核的寿命达不到预言那么大，但也会有一定的相对稳定性的。一些科学家认为，重离子合成反应可能是合成超重化学元素的一种现实途径，它是通往超重岛的探索之舟。

超铀元素为什么要人工合成

在化学元素周期表中，第 92 号元素铀以后的化学元素称为超铀元素。迄今所发现的绝大部分超铀元素都是人工合成

的放射性元素。

本世纪 30 年代，元素周期表中最后一个元素是铀。1934 年美国科学家费米认为铀不是元素周期表的终点，而存在原子序大于 92 的超铀元素。1940 年，美国科学家麦克米伦等利用中子照射氧化铀薄片，发现了第一个人工合成的超铀元素——93 号元素镎，从此开始了人工合成超铀元素的新时代。紧接着美国化学家西埔格又发现的第 94 号元素钚，他们两人都因对超铀元素的研究和发现而荣获 1951 年度诺贝尔化学奖。

后来发现，镎和钚在自然界中也存在，主要是在铀矿中。然而，天然铀矿中的镎和钚含量极其微小，供研究和应用的全部超铀元素都由人工方法合成，其主要途径有两大类核反应。一类是中子俘获反应，利用铀为起始核，通过一次或几次俘获中子的核反应，再经一次或几次 β 衰变，使铀核电荷——原子序增加一或几，获得超铀元素。例如核反应堆中铀经中子俘获和 β 衰变生成钚，再进而生成 95 号元素镅和 96 号元素锔等；核爆炸时极高通量的脉冲中子使铀多次俘获中子，并连续多次 β 衰变，生成比铀原子序大许多的超铀元素，直到 99 号元素镱和 100 号元素铪。

另一类是带电子粒子核反应，加速器产生的高能粒子轰击做为靶子的元素，形成激发态的复合核，然后失去一定数目的中子，即合成比做为靶的元素更重的元素。例如，用加速到 85 兆电子伏的氮离子轰击 60 微克的铜 - 294 靶，制得第 105 号元素。

人工合成超铀元素，原子序越大，自发裂变几率越大，半衰期越短。101 号元素镅同位素中半衰期最长的为 56 天，

而 106 号和 107 号元素半衰期不到一秒，这给重元素的人工合成的鉴定带来很大困难。目前，世界上人工合成钷每年达数吨，镱、镱、镱年产量达数公斤，镱仅为数克，对原子序大于 100 的元素合成，产物少得可怜，一次实验往往仅能产生几十个甚至几个原子。例如，1955 年第一次合成钷时，用 α 粒子轰击第 99 号元素镱 - 253 原子，三个小时才产生 1 个钷 - 256 原子。好在科学家们已经掌握了非常高超的辐射探测技术和仪器，他们在仪器上装了一个警铃，只要有一个钷原子生成，它衰变时放射出的标识辐射就会使警铃发出很响的声音，证明它的存在。

从 1940 年以后，已经用人工合成的方法制得了从第 93 号到 109 号的 17 个超铀元素，约 160 多种同位素，其中美国、苏联和欧洲的一些科学家做出的贡献最多。

人工合成的超铀元素对核能的发展和利用有重要意义，钷 - 239 是核反应堆和核电站的重要燃料，钷 - 238 用于制造心脏起搏器，镱 - 252 是理想的自发裂变中子源。此外，人工合成超铀元素对探索元素起源、扩展元素周期表、研究物质结构和星体起源和天体演化等都有重要意义。

原子量为什么会改变

打开化学教科书或参考书中的元素周期表，其注解中第一项就是原子量录自“某某表”“国际原子量表”（最近改称“标准原子量表”）。这就是说，不同年份的国际原子量或标准原子量是不同的。那么，原子量为什么会发生变化呢？

我们知道，原子是很小的粒子，最大的原子量也不到 10^{21} 分之一克，这样小的重量不可能直接称量，即各元素原子平均质量与一个基准原子质量的比值。由于所测元素样品的来源不同（所含各种同位素百分比不同），采用的基准原子量不同，元素的原子量自然也会改变。

早期的化学家认为一种化学元素只有一种原子，同一元素的原子量不同是由于测定方法和准确度造成的。1910年，英国化学家索迪研究了元素衰变产物后认为，一种元素可能有两种或多种变种——同位素。现在已经发现，几乎所有的化学元素都有几种原子量不同的同位素。例如，第82号元素铅有四种同位素铅-204、铅-206、铅-207、铅-208，由于不同来源的铅中这四种同位素的百分比（即丰度）不同，所测得的平均原子量也不同，较重同位素百分比越大，其平均原子量也越大。1913~1914年，美国化学家理查兹测得美国钾钒铀矿的铅原子量为207.00，而挪威钷铀矿的铅原子量为206.08。

早期的化学家曾以用氢原子量为1和氧原子量为16等做为各元素子量的比较标准（即基准原子量）。1959年，国际纯粹和应用化学联合会根据德国质谱学家马塔赫的建议，采用碳-12为12.0000当做测定原子量的基准，1961年正式通过更换新基准。这样，原来以氧为16.0000的原子量基准确定的原子量数值就要改变，例如，氢原子量由1.0080变为1.00797，氮由14.008变为14.0067，氧由原来的16.0000变为15.9994。

1941年以后，国际纯粹和应用化学联合会所属的原子量委员会，负责收集测定原子量的工作，并加以检查，每两年