



中吉联合



物质构成的化学

MAGICAL
CHEMISTRY

奇妙化学

百宝箱

本书为青少年科普系列丛书之一，带领青少年进入奇幻的化学知识天地，探索科学的奥秘，揭示自然的神奇。它具有深入浅出的特点，图文并茂，融知识性和趣味性于一体。

徐东梅◎编著



中国出版集团



现代出版社



物质构成的化学

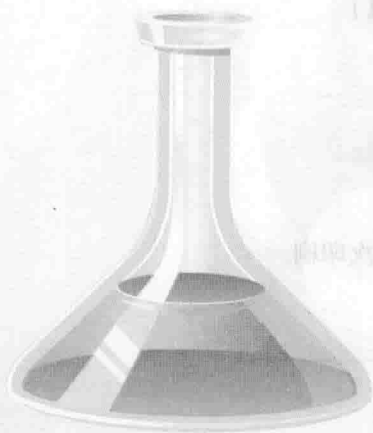
MAGICAL
CHEMISTRY

奇妙化学

百宝箱

徐东梅◎编著

常州大学图书馆
藏书章



中国出版集团
现代出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

奇妙化学百宝箱 / 徐东梅编著. —北京: 现代出版社, 2012. 12

(物质构成的化学)

ISBN 978 - 7 - 5143 - 0970 - 6

I. ①奇… II. ①徐… III. ①化学 - 青年读物②化学 - 少年读物 IV. ①O6 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 275549 号

奇妙化学百宝箱

- | | |
|------|-------------------------------------|
| 编 著 | 徐东梅 |
| 责任编辑 | 张 晶 |
| 出版发行 | 现代出版社 |
| 地 址 | 北京市安定门外安华里 504 号 |
| 邮政编码 | 100011 |
| 电 话 | 010 - 64267325 010 - 64245264 (兼传真) |
| 网 址 | www. xdcbs. com |
| 电子信箱 | xiandai@ cnpitc. com. cn |
| 印 刷 | 北京市业和印务有限公司 |
| 开 本 | 710mm × 1000mm 1/16 |
| 印 张 | 12 |
| 版 次 | 2012 年 11 月第 1 版 2012 年 11 月第 1 次印刷 |
| 书 号 | ISBN 978 - 7 - 5143 - 0970 - 6 |
| 定 价 | 23.80 元 |
-

版权所有, 翻印必究; 未经许可, 不得转载



前言

“化学”一词，若单从字面解释，就是“变化的科学”之意。在中国，“化学”一词最早出现在1857年墨海书馆出版的期刊《六合丛谈》。伟烈亚力提及王韬在其日记中记载了从戴德生处听闻的“化学”一词。一般认为中文的“化学”一词是徐寿翻译英国人写的《化学鉴原》一书时发明的。

人们对于化学的认识应该从原始社会说起，这个阶段主要来自对火的研究。对于当时的人来说，火可以将一种物质变成另一种物质，所以成为了当时人最有兴趣研究的现象。如果没有火，人类不会发现到铁和玻璃的制造方法。

此后，人类已广泛使用金、银、汞、铜、铁和青铜。当时的人类文明，对于陶瓷、染色、酿造、造纸、火药等在工艺方面已有一定成就，在技术经验上，对物质变化的理解已有一定观察和文献累积。

直至1773年，拉瓦锡提出了质量守恒定律，并以氧化还原反应解释燃烧现象，推翻了盛行于中世纪的燃素说，才开启了现代化学之路，他因此被尊崇为“化学之父”。此后，一些化学家相继发现了各种化学元素，后来门捷列夫建立了元素周期表使化学视界更臻完备。

现代化学始于20世纪初期蓬勃发展的量子力学。质子、中子和电子的发现，使化学真正由原子尺度来理解化学反应。量子力学和电子学的发展，使得许多新型仪器得以开发，来探索和分析化合物的结构和成分，如原子和分



子光谱仪、X射线、核磁共振和质谱仪等。

纵观化学的发展，我们会发现，任何物质都与化学脱离不了关系，我们生活在化学世界里。可以看看，我们呼吸的空气由碳、氢、氧等元素组成的，我们住的房子是由奇特的化学材料构成的，水既可以救人，又能害人等等。总之，无处不在的化学元素在飞舞，无时不有的化学效应在产生着。

本书从元素、气体、水、金属、化学材料与化学武器的角度，详细阐述化学世界里的种种有趣现象，揭开化学的神秘面纱，为我们的视野打开新的一角。



目 录

奇妙的元素

元素之最	1
可变化的元素	5
镞的发现	8
不断壮大的元素周期表	11
生命离不开微量元素	14

耐人寻味的气体

空气的实验	20
令“全球变暖”的二氧化碳	25
一分为二看臭氧	29
最轻的气体	32
能致癌的氩	37
刺激性强的氨	42
什么是笑气	46

水的化学奥秘

水为何物	52
------------	----



世界上最咸的湖·····	57
揭开神秘的黑兽口湖·····	64
七大温泉形成之谜·····	68
能治好怪病的神泉·····	72
探索海洋中的瑰宝·····	75

神奇的金属

“天上来的金属”——铁·····	81
古剑为何不生锈·····	86
不锈钢的诞生·····	90
用途广泛的铝·····	93
“大地女神之子”——钛·····	100
奇特的“液体的银”·····	103
细菌的死对头——银·····	108
有记忆能力的记忆合金·····	112
金属里的“孪生兄弟”·····	117
人类的左右手：稀土金属·····	123

化学材料奇观

古老又年轻的陶瓷·····	131
聚四氟乙烯——塑料之王·····	136
五朵塑料金花·····	140
“小儿尿不湿”背后的秘密·····	143
从发现橡胶到合成橡胶·····	146
胶水的神奇本领·····	150
建材上的一朵奇葩·····	153
合成纤维的奇迹·····	157

“恐怖”的化学武器

古代的化学战	163
“毒剂之王”与路易氏气	165
令人流泪不止的毒剂	170
让人打喷嚏的毒剂	172
毒剂里的“闪电杀手”	175
希特勒的“秘密武器”	177
几种新概念化学武器	179

奇妙的元素

在近代化学中，元素特指自然界中 100 多种基本的金属和非金属物质，它们只由一种原子组成，其原子中的每一个原子核中具有同样数量的质子，用一般的化学方法不能使元素分解，并且它能构成一切物质。一些常见元素有碳、氢和氧等。

所有化学物质都包含元素，即任何物质都包含元素。每种元素都有它的特性，从不同的角度“剖解”它们，你会发现它们是多么的富有魅力。世界在发展，元素也在不停地被辛勤的科学家们发现，这个旅程既煎熬，又充满了乐趣。不论怎样，我们抱着好奇之心去领略未知的元素也别有趣味。

元素之最

最理想的气体燃料是氢气。

最早发现氢气的人是瑞士的帕拉塞斯。

最常用的溶剂是水。

最简单的有机化合物是甲烷。



含氮量最高的化肥是尿素。

动植物体内含量最多的物质是水。

地球表面分布最广的非气态物质是水。

除锈效果最好的物质是盐酸。

最不活泼的非金属是氮，到目前为止还没有制得它的任何化合物。

熔点最低的单质是氮，为 -272°C 。

熔点最高的单质是石墨，为 $3\,652^{\circ}\text{C}$ 。



金刚石

最硬的天然物质是金刚石。

最容易“结冰”的气体是二氧化碳。

形成化合物最多的元素是碳，目前已经知道的含碳化合物有近千万种之多。

当今世界上最重要的三大矿物燃料是煤、石油和天然气。

空气中含量最多的气体是氮气，约占空气体积的 78%。

植物生长需要最多的元素是氮。

地壳中含量最多的元素是氧，含量约为 48.6%，几乎占地壳质量的一半。

人体内含量最多的元素是氧。

生物细胞里含量最多的元素是氧。

海洋里含量最多的元素是氧。

地壳里含量最多的金属元素是铝，含量约为地壳质量的 7.73%。

最活泼的非金属元素是氟，常温下几乎能与所有的元素直接化合。

最活泼的金属元素是钫。

着火点最低的非金属元素是白磷，为 40°C 。

熔点最低的金属元素是汞，为 -38.9°C ，熔点最高的金属是钨，为 $3\,410^{\circ}\text{C}$ 。

最不活泼的金属是金。

导电性能最好的金属是银，其次为铜。

最富延展性的金属是金，一克金能拉成长达 3 000 米的金丝，能压成厚约为 0.000 1 毫米的金箔，其次是银。

目前提得最纯的物质是半导体材料高纯硅，其纯度达 99.999 999 999%。人类最早使用的金属是铜。

在地球上存量最少的元素：砹 (At)，1940 年为 Corson (美) 所发现，估计全球存量为 0.28 克。

最重的元素：锇 (Os)，密度 22.584 克/立方厘米，1804 年为 Tennant (英) 所发现。

熔点最低的元素：氦 (He)，熔点 -271.72°C ，1895 年为 Ramsay (英) 所发现。

最高熔点的金属元素：钨 (W)，熔点 $3\,410^{\circ}\text{C}$ ，1783 年为 F. D. Elhuyar (西班牙) 所发现。

由最多同位素构成的元素：氙 (Xe)，共有 30 种同位素，1898 年为英国人 Ramsay 与 Travers 所发现。

由最小同位素构成的元素：氢，只有 3 种 (气，氘，氚)。

最昂贵的元素：锎 (Cf)，1968 年时 1 微克 (10^{-6}g) 的售价为 1 000 美元。1950 年为 Seaborg (美) 所发现。

以最纯的状态得到的元素：锗 (Ge)，1967 年的记录为纯度可达 99.999 999 99%，1886 年为 Winkler (德) 所发现。

知识点

元素的命名

国际上元素的英文名称是通过国际纯粹与应用化学联合会 (IUPAC) 讨论决定的。103 号元素以前，元素命名没有产生过争议。但是 104 号以后，西方和前苏联多次发生命名上的争议。

1977 年 IUPAC 宣布 100 号以后的元素英文名称，不再使用以人名、国名、地名和机构名等来命名的方法，而采用拉丁文和希腊文混合数字



词头加词尾-ium来命名,符号采用3个字母来表示,如104号元素命名为unnilquadium,符号Unq。但是这种命名方法仍然存在争议。

到1994年,IUPAC提出恢复原来的命名方式,并在1997年8月27日正式通过,对101~109号元素重新定名。

延伸阅读

石墨粉里“飞”出金刚石

天然的钻石是非常稀少的,世界上重量大于1 000 克拉(1克=5 克拉)的钻石只有2粒,400 克拉以上的钻石只有多粒,我国迄今为止发现的最大的金刚石重158.786 克拉,这就是“常林钻石”。物以稀为贵,正因为可做“钻石”用的天然金刚石很罕见,人们就想“人造”金刚石来代替它,这就自然地想到了金刚石的“孪生”兄弟——石墨了。

金刚石和石墨是同素异形体。从这种称呼可以知道它们具有相同的“质”,但“形”或“性”却不同,且有天壤之别,金刚石是目前最硬的物质,而石墨却是最软的物质之一。

石墨和金刚石的硬度差别如此之大,但人们还是希望能用人工合成方法来获取金刚石,因为自然界中石墨(碳)的蕴藏量是很丰富的。但是要使石墨中的碳变成金刚石那样排列的碳,不是那么容易的。石墨在5万~6万大气压($(5\sim6)\times 10^3\text{MPa}$)及1 000~2 000℃高温下,再用金属铁、钴、镍等做催化剂,可使石墨转变成金刚石。

目前世界上已有十几个国家(包括我国)均合成出了金刚石。但这种金刚石因为颗粒很细,主要用途是做磨料,用于切削和地质、石油的钻井用的钻头。当前,世界金刚石的消费中,80%的人造金刚石主要是用于工业,它的产量也远远超过天然金刚石的产量。

可变化的元素

在科学昌盛的 21 世纪, 利用人工方法把一种化学元素转变为另一种元素并不是不可能的。这不仅仅是因为科学家已经了解到, 原子是由原子核和电子组成的, 原子核又是由质子和中子组成的, 而且他们还掌握了强大的足以轰开原子核大门的武器, 把原子分裂开来, 并重新组成新的原子。为这一研究工作奠定理论和实验基础的是英国化学家和物理学家卢瑟福。

1910 年, 卢瑟福进行了著名的 α 粒子轰击金箔的实验, 他发现大多数 α 粒子能够穿过金箔继续向前行进, 也有一部分 α 粒子改变了原来行进的方向, 但改变的角度不大。只有极少数的 α 粒子被反弹了回来, 好像碰到了坚硬的不可穿透的物体。

卢瑟福认为, 这个实验说明金原子中有一个体积很小的原子核, 原子的质量和正电荷都集中在原子核内。 α 粒子通过原子中的空间部分时, 不会受到阻力, 可以顺利地穿过, 但如果碰到原子核, 则互相排斥 (α 粒子和原子核都带正电), α 粒子就会被弹回来。

卢瑟福设想, 金原子核中有 79 个质子和 118 个中子, 质量太大, α 粒子和金原子核之间的排斥力太大, 并不能把金原子核轰开。如果采取两种措施: 一方面用能量很高的 α 粒子来轰击; 另一方面, 把被轰击的对象改为轻的原子核, 例如氮原子核 (含有 7 个质子和 7 个中子)。那么, α 粒子与氮原子核之间的排斥力要小得多, 也许能量很高的 α 粒子有可能把氮原子核轰开。

实验的结果确实像卢瑟福设想的那样, α 粒子钻进了氮原子核以后, α 粒子中的两个质子和两个中子与氮原子核中的 7 个质子和 7 个中子重新组合后, 变成了一个氢原子和一个氧原子。



卢瑟福



一个原子的原子核被轰开以后，变成了另外两个原子，这意味着化学家已经能够用人工方法合成化学元素了。卢瑟福的发现还改变了19世纪以来化学界认为“元素永远不变”的理论。确实，这位曾经获得1908年诺贝尔化学奖的科学家的探索是具有开创性的。

虽然卢瑟福将原子分裂后得到的都是一些轻元素，但是，想要用人工的方法获得重元素也是可能的。只要能够制造出威力更强的“大炮”，发射出各种高能粒子，就能达到目的。1929年，美国加州大学物理系教授劳伦斯设计出回旋加速器，被加速的带电粒子的速度接近光速，具有极高的能量。

1940年起，美国化学家西博格和麦克米伦等人，用回旋加速器产生的高能粒子轰击不同元素制成的靶，先后用人工方法制得了镅(méi)、钚(jú)等9种人造元素。到现在为止，各国科学家发现的95号到112号元素，都是在进行原子核反应时制备出来的。

知识点

什么是重元素

重元素，指的是除去氢和氦之外的所有化学元素。一切重元素由氢与氦通过恒星内部核聚变反应产生。在恒星爆发成为超新星之后，重元素会扩散到宇宙空间中去。

由于在宇宙形成初期没有任何重元素，所以早期星体重元素含量很低。每种元素的含量叫做丰度。银河系晕中的球状星团中找到了银河系内年龄最老的恒星，它的重元素相对丰度只及太阳的0.2%。太阳比起它们，可以算是非常年轻的恒星了。

目前发现的最重元素是Uuo。

延伸阅读

卢瑟福的故事

欧内斯特·卢瑟福 (1871 - 1937)，第一代纳尔逊的卢瑟福男爵，新西兰著名物理学家，被称为核物理之父，开拓了原子的轨道理论，特别是在他的金箔实验中发现了卢瑟福散射现象。

卢瑟福生在新西兰纳尔逊城附近的斯普林格洛夫（现属布赖特沃特），家里有兄弟姊妹 12 人，他的父亲从事生产枕木及切割亚麻的工作，小时候常在家里的锯木厂及亚麻厂帮忙，因此教育孩子的责任都落在母亲身上。他中学就读于海夫洛克，毕业后他决定争取尼尔森学院的奖学金，这段就学期间是他一生最难忘的回忆，在他临终前仍不忘叮咛他的太太要捐 100 镑给尼尔森学院。接着 1890 年他进入坎特伯雷大学，在那里他遇见了他最敬仰的教授，在他们的引导下卢瑟福对于科学研究的兴趣更加强烈，并已经做了两年电子学的先锋研究。而后 1891 年他以“电磁研究”获得科展的奖学金。

1895 年，卢瑟福再次获得奖学金，据说这天他正在田里挖马铃薯，卢瑟福得知考上剑桥大学，将手中的铁锹丢掉说：“这是我挖的最后一颗马铃薯了”。到英国剑桥大学三一学院卡文迪许实验室做博士研究后，最开心的就是接受汤姆孙的指导。刚从新西兰到剑桥时，整日埋头苦读，被看作“光会挖土的野兔子”。在那里他暂短地保持了发现世界最长无线电波（2 英里）的纪录，后来跟随发现电子的汤姆孙（J. J. Thomson）做研究。在研究物质放射性期间，他创造了术语： α （阿尔法）和 β （贝塔）射线，又经测定发现 β 射线是速度快、穿透力强的电子流。

在 1908 年，卢瑟福被指派担任加拿大麦吉尔大学物理系主任，实验中他发现了放射性的半衰期，并将放射性物质命名为 α 和 β 射线，这项实验被授予 1908 年的诺贝尔化学奖。他证明了放射性是原子的自然衰变。

但他不是很高兴，因为他自认为是物理学家，而非化学家。他的一个名言是：“科学只有物理一个学科，其他不过相当于集邮活动而已”。他注意到在一个放射性物质样本里，一半的样本衰变的时间几乎是不变的，这就是该物质的



“半衰期”，并且他还就此现象建立了一个实用的方法，以物质半衰期作为时钟来检测地球的年龄，结果证明地球要比大多数科学家认为的老得多。

1911年，在他的金箔实验中，借由他发现和解释卢瑟福散射，他推测原子的核心有正电荷集中，进而开创了卢瑟福模型。

1919年，汤姆孙在升任三一学院院长时，推荐卢瑟福回到剑桥大学出任卡文迪许实验室的主任，在那里他培育出大批的诺贝尔奖得主，他的学生有丹麦的玻尔(N. H. D. Bohr)、德国的哈恩、新西兰的马斯顿、前苏联的卡皮察(P. L. Kapitsa)、澳大利亚的奥立芬特，以及英国的查德威克和考克饶夫(J. D. Cockcroft)等11位诺贝尔奖得主。

1925年卢瑟福获得英国政府颁发的功绩勋章，1931年被封为“纳尔逊的卢瑟福男爵”。他只有一位女儿，故爵位在他死后终止。卢瑟福在1937年去世，因为医生延误开刀时间导致死亡，后葬于英国且被埋于牛顿墓的附近。

卢瑟福是一位伟大的导师，1933年狄拉克、薛定谔共同获得诺贝尔物理学奖。狄拉克却对卢瑟福说他不想要出名，他想拒绝这个荣誉。卢瑟福对他说：“如果你这样做，你会更出名，人家更要来麻烦你。”

镭的发现

自从发现铀以后，人类认识化学元素的道路，是不是到达终点了呢？起初，有人兴高采烈，觉得这下子大功告成，再也不必去动脑筋发现新元素了！可是，更多的科学家觉得不满足。他们想，虽然从第1号元素氢到第92号元素铀，已经全部被发现了，可是，难道铀会是最末一个元素吗？谁能担保，在铀以后，不会有93号、94号、95号、96号……这么看来，周期表上的空白，并没有真的全被填满——因为在92号元素铀以后，还有许许多多“房间”空着呢！早在1934年，意大利物理学家费米就认为周期表的终点不在92号元素铀，在铀之后还存在“超铀元素”。费米试着用质子去轰击铀原子核，宣布自己制得了第93号元素。费米把这一新元素命名为“铀X”。可是，过了几年，费米的试验被人们否定了。人们仔细研究了费米的试验，认为他并没有制得93号元素。因为当费米用质子轰击铀原子核时，把铀核撞裂了，裂成两块差不多大小的

碎片，并不像费米所说的变成一个含有 93 个质子的原子核。

直到 1940 年，美国加利福尼亚大学的麦克米伦教授和物理化学家艾贝尔森在铀裂变后的产物中，发现了 93 号新元素！他们俩把这新元素命名为“镎”。镎的希腊文原意是“海王星”，这个名字是跟铀紧密相连的，因为铀的希腊文原意是“天王星”。镎是银灰色的金属，具有放射



镎的外观

性。它的寿命很长，可以长达 220 万年，并不像砷、钋那样“短命”。在铀裂变后的产物中，含有微量的镎。在空气中，镎很易被氧化，表面蒙上一层灰暗的氧化膜。镎的发现，有力地说明了铀并不是周期表上的终点，说明化学元素大家庭的成员不止 92 个。镎的发现，还有力地说明镎本身也并不是周期表上的终点，在镎之后还有许多化学元素。镎的发现，鼓舞着化学家们在认识元素的道路上继续前进！

知识点

什么是镎

镎是一种放射性化学元素，英语 Neptunium。通常由人工合成。它的化学符号是 Np，它的原子序数是 93，属于锕系元素之一。

镎的拼音名称是海王星的意思。接续它之前的铀，是以天王星命名。

^{237}Np 是最稳定的同位素，它的半衰期有 2 144 000 年。

最早是在 1940 年合成的。而在铀矿中， ^{238}U 会先捕获中子成为 ^{239}U ，再透过 β 衰变成为 ^{239}Np （半衰期 2.35 天）。所以在天然环境中只有在铀矿中有极微量的镎存在。