

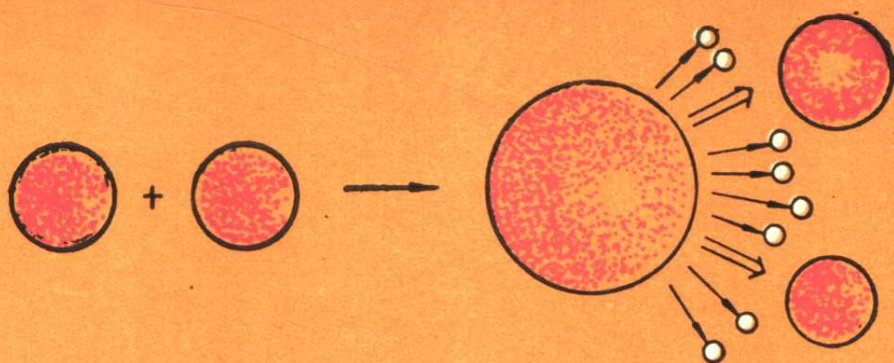
中学生课外读物

现代科学技术丛书



探索新元素

沙际云 著



人民教育出版社

中学生课外读物
现代科学技术丛书

探索新元素

沙际云 著

人民教育出版社

人类在认识物质世界的道路上,经历了几千年漫长的历史,终于认识到无限的物质世界是由有限的化学元素组成的。那么,地球上到底有多少种元素?能制造出地球上不存在的元素吗?

本书从古代的原子论说起,简要地介绍了人类从认为原子是永恒不变的到认为原子是可以改变的发展过程。在元素周期表和标识 X 射线的指引下,科学家们知道了自然界应该有的元素,从而展开了一场寻找“新元素”的生动而有趣的工作。

本书还叙述了制取放射性同位素和合成超铀元素的故事。最后畅想了合成更重的“超重元素”的前景。

本书可供对探索新元素有兴趣的高中学生和具有中等文化程度的其他青年阅读,也可供中学教师参考。

中学生课外读物
现代科学技术丛书
探索新元素
沙际云 著

人民教育出版社出版
新华书店北京发行所发行
北京市房山县印刷厂印装

开本 787×1092 1/32 印张 3.125 插页 / 字数 67,000

1985 年 10 月第 1 版 1987 年 2 月第 1 次印刷

印数 1—3,500

书号 7012·0989 定价 0.44 元

目 录

一、引子.....	1
二、古代的原子论.....	2
是这样的吗? 古代的黄金迷 真正的元素 古代的 原子论	
三、元素周期表的诞生.....	8
漫无秩序的元素世界 门捷列夫和元素周期律 门捷列夫的喜悦	
四、原子内幕.....	13
神秘的射线 崩溃中的原子 实验室里的“小太阳系” 电子束“点名” 原子核“报数” 氮变成了氧 揭开原子核结构之谜	
五、科学的“核戏法”.....	27
发射核弹的“大炮” 人造的放射性同位素 人造黄金成功了	
六、失踪的四元素.....	33
升天入地寻之遍 “绝种”的元素 人造绝种的元素	
七、人造的超铀元素.....	46
超铀元素的命运 费米夫人的惋惜 人造的“海王星” “冥王星”——自然界最重的元素 丰收的 1944 年 再接再厉 世界上最昂贵的物质——钨 旅行袋中的 “反应堆” 奇妙的联系 镓和镓 17 个钨原子的故事 工欲善其事 必先利其器 争鸣时代开始了 铜系元 素理论面临考验 用地下核爆炸合成超铀元素 贝克利和杜布纳的争论 三强鼎立 难以置信的 技术伟绩	

八、展望和理想.....84

未来的元素周期表 理论上的探索 幻数稳定岛 实验室
里的“渡海战斗” 核科学家的畅想

附表一 人造元素一览表.....95

附表二 扩展的元素周期表

一、 引 子

在我们生活的地球上，有五光十色的城市、万紫千红的原野、奇峰怪石的高山和一望无际的海洋。这是多么雄伟壮丽的自然景色啊！

如果我们遥望夜空，又会看到数不尽的星辰在争相辉映。在那天宇高洁，微云欲散的明月之夜，广漠深邃的宇宙曾引发了多少诗人的遐想。

人们在研究宏观世界的同时，也在探索着微观世界。原来在微小的世界里，也有着复杂奇妙的新天地。

人们不能不惊叹自然界的雄伟壮丽，也不能不为她那复杂多变、而又严整精密的内部结构所倾倒。

世界上的物质，不仅种类繁多，性质千差万别，而且都在不停地运动、变化和发展着。

人类为了弄清楚构成世界万物的“基本”物质是什么？物质内部的结构是怎样的？曾经探索了几千年的漫长时间。终于，到十八世纪，人们才认识到无限的物质世界是由有限的几十种元素构成的。后来，新元素陆续发现，人们在深入地认识了原子的结构以后，又用人工的方法，合成了十多种地球上已经绝迹和可能从未存在过的元素。现在，科学家继续在探索着按已知规律一定会存在的更多、更重也更不稳定的一些元素。这些事迹雄辩地证明了，实践是认识科学真理的唯一道路。

为了说明人类是怎样获得这些成就的，让我们从古代的原子论说起吧！

二、古代原子论

是这样的吗？

人类在认识物质世界的道路上，在生活和生产的实践中，面对形形色色、千变万化的世界万物，遇到的第一个问题是：构成世界万物的“基本”物质是什么？

关于这个问题，在我国战国时代，就有了“五行”的学说，认为世上万物，皆由金、木、水、火、土五种物质组成。

这个问题，也是古希腊的哲学家们最感兴趣和最时髦的议题之一。那时，长期流行着世界万物是由土、水、气、火四种“元素”组成的学说。最后，根据当时的知识权威、哲学家亚里斯多德(Aristotle, 公元前 384—322)的说法，认为除了这四种“元素”外，还有四种原始性质，就是冷、热、湿和干。它们可以独立存在，也可以相互结合。它们两两结合以后就可形成四种“元素”。例如，冷和干形成土；冷和湿形成水；热和干形成火；热和湿形成气(图 1)。世界上的各种物质，就是由这些“元素”以不同的比例相互结合而成，好象一个画家用四种颜料，配成了各种不同的色彩一样。

不过，他们并不能完全自圆其说，也常常遇到一些问题而难以解答。哲学家们最后的一招是借用上帝。说上帝就象一个高明的厨师，根据他的意图，把各种“元素”分别烩煮在一

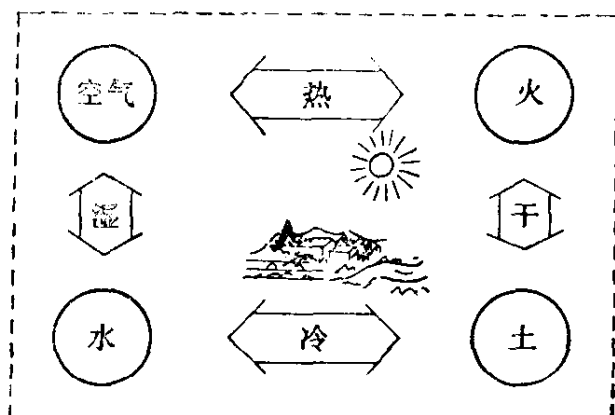


图 1

起,而形成宇宙间的万物的。这样,一直到十七世纪,很少有人敢于怀疑和提出自己的见解。要知道,怀疑就等于是发表邪说啊!

难道构成世界万物的“基本”物质果真是这样的吗?

怀疑迟早会发生的。

古代的黄金迷

在亚里斯多德学说的信徒中,也有一些并不“愚昧”的人,他们力图改变“元素”配方的比例,来制取随心所欲的物质。例如,将铜、铁、铅之类的普通金属变成贵重的黄金。

许多世纪以来,统治阶级总是对黄金怀着特别浓厚的兴趣。他们为了攫取黄金,大动干戈,实行强盗式的掠夺。而那些贪得无厌的王孙贵族,也终日在做着“点石成金”的美梦。

当时,在地中海沿岸的古老城市里,出现了许多梦想得到黄金、被贪欲迷了心窍的所谓“炼金术士”。他们认为,只要找

到秘密的配方,加进或取出某些“元素”,一种物质就会变成另一种物质。例如,只要在铅中加进适量的汞,铅就会变成黄金。他们躲在阴暗的地窖里,一次又一次地熔化、过滤、蒸馏着他们认为可以变成黄金的东西。

也常有一些人,自欺欺人甚至弄虚作假地说,他已经将一般的金属炼成了黄金。而且常常因为他们巧妙的说法,使贪财心切的人信以为真。有一个时期,炼金术士在统治阶级的驱使下,大量地铸造假金币,运到别的国家去骗取财富。

我国古代没有炼金术,但有炼丹术,从秦汉以来盛行一



图 2

时,延续了一千多年。所谓炼丹术,就是企图用普通药物炼制出能使人长生不老的“仙丹”或“金丹”。图2就是我国古代的炼丹图。约在七至九世纪时,中国的炼丹术传到了阿拉伯,又从阿拉伯传到了欧洲。据说阿拉伯和欧洲的炼金术是在中国炼丹术的影响下发展起来的。

从今天人类掌握的科学知识来看,我们绝对不相信,古代的炼金术士们曾经炼出过哪怕是一丝一毫的金子来。炼金术士们盲目地工作,最后总是以失败而告终。

然而,炼金术士们虽然没有得到黄金,但在实践中他们积累了大量关于物质转变的有价值的经验。渐渐地,炼金术发展成为一门被称为“化学”的科学。

真正的元素

亚里斯多德的学说,在学术界统治了两千多年。

波义耳(Robert Boyle, 1627—1691)是化学这门年轻的科学刚刚诞生时涌现出来的第一批化学家之一,是他首先对亚里斯多德的“元素”学说提出了挑战。他在1661年出版的《怀疑的化学家》一书中,尖锐地攻击了炼金术士的无知,并首先建立了元素的新学说。波义耳认为,元素是一种最简单的物质,它可以和其他的元素相结合而形成复杂的化合物,但它本身是不能再被分解为任何比它更简单的物质的。例如,金、银、铜、硫等都不能再分解为其他的物质,所以它们是元素。一定的元素,具有一定的性质,任何炼金术士都不可能改变它们的任何一种性质,如元素的颜色或密度。

波义耳的元素学说，在科学界很快地传播开来，从而把化学引向了正确发展的道路，促使化学家用化学方法去分解各种物质而获得了各种化学元素。到十八世纪后期，化学家们一共发现了 27 种真正的元素。

古代的原子论

物质内部的结构是怎样的，是连续的还是由间断的粒子组成的？这是人类在认识物质世界的道路上遇到的第二个问题。

这也是一个在古希腊哲学家中曾引起长达一千多年的争论而没有得到结果的问题，即所谓物质的分割问题。

以安纳萨果拉（Anaxagoras, 公元前 500—？）为代表的
一派认为，物质是连续的，我们可以把一块面包无限制地分割下去，只要有适当锋利的刀子（图 3）。这正如我国古代著作



图 3

《庄子·天下篇》中所写到的一样：一尺之棰，日取其半，万世不竭。认为物质是可以无限制分割下去的。

以德谟克利特(Democritus, 公元前 460—?)为代表的另一派人，根据水可以慢慢地蒸发和人们可以闻到远处散发出来的香味等现象，提出物质是由许多小得看不见、不能再被分割的微粒构成的，他把这种微粒叫 Atomos, 希腊文的意思是不可再分割的东西，我们将这词译成“原子”。他说，原子既不能凭空产生，也不会凭空消失，原子和原子之间有空隙，原子就在这空隙里不停地运动，并以各种各样的方式相互结合，形成千变万化的自然界。

物质是由原子构成的，这种观点今天看起来是显而易见的，但在当时就完全不是这样，因为它遭到亚里斯多德的反对。

古代原子学说还只是一种设想，但是，它有强大的生命力。在十七世纪以后，不断地得到发展，成为现代物质结构理论的基础。

元素周期表的诞生

漫无秩序的元素世界

十八世纪上半叶,已知元素只有 15 个。

十八世纪末期,随着瑞典的采矿和冶金工业的兴起,人们研究了各种矿石,陆续发现了许多新元素,从而使人们掌握元素的数目迅速增多起来。在十九世纪的头二十五年间就发现了二十几种新元素,到了五十年代,元素的总数已超过 50 种,而新元素还在继续涌现出来。

当时,在化学家的头脑里,装满了各种元素的性质、制取它们的手段,以及测定它们的原子量的方法等。可是元素和元素之间的性质又是多么的不同啊!有气态的氢、氮;有液态的汞、溴;有固态的铜、铁;有在空气里能自动燃烧的钾;有象蜡一样柔软的钠;有能助燃的氧;还有能发出刺鼻臭味的氯(图 4);有能腐蚀玻璃的氟;还有永不退色的金;……真是五花八门,复杂万分。那时,呈现在化学家面前的就是这样漫无秩序的元素世界。但是,新元素还在不

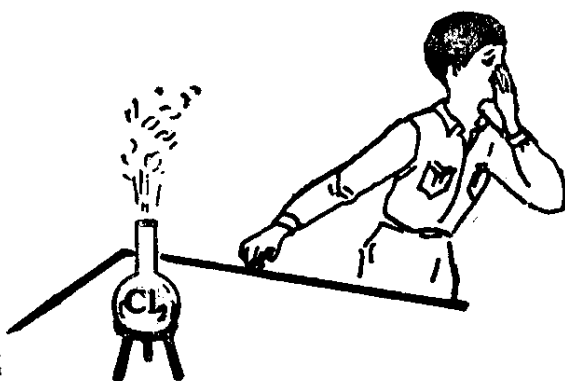


图 4

断地被发现,更有趣的是一些新元素的发现,完全是偶然的。

例如，碘是 1811 年法国人库尔特瓦 (Courtois, J. B. 1777—1838) 偶然发现的。他在研究利用海草灰制取硝酸钾的时候，有一次，因为把过多的硝酸加到了海草灰中，在溶液上却立刻出现了紫色的蒸气。他把这蒸气收集起来，凝结成有金属光泽的灰白色晶体，这就是新元素碘。碘在希腊文中是“紫色”的意思。

溴的发现也同样是偶然的。1824 年，法国化学家巴拉德 (Balard, A. J. 1802—1876) 有一次把氯气通到盐卤里，盐卤变成了暗红色。巴拉德从中分离出一种沉重而有恶臭的暗红色液体，他断定这是一种新元素，命名为溴，溴在希腊文里是“恶臭”的意思。

化学家们在寻找新元素的时候，盲目地摸索着，谁也不知道会在什么地方幸运地发现一种新元素。

化学家们在跳出“土、水、气、火”的泥潭以后，又迷失在漫无秩序的元素世界中了。

门捷列夫和元素周期律

化学家们也曾经有过这种念头：世界上究竟有多少种元素？难道我们的世界，真的就是这些杂乱无章的元素，完全偶然地凑合成的吗？化学家感到象是迷失在一座茂密的丛林中找不到出路一样。这个当时在化学上最引人注目的问题，深深地吸引着俄国彼得堡工学院的青年化学家门捷列夫 (Менделеев, Д. И. 1834—1907)。

门捷列夫在前人成绩的基础上，认真研究了当时化学上

已有的成就，掌握了一大堆有关化学元素性质的资料。他肯定地认为，外表上形形色色，性质上多种多样的几十种元素之间，一定存在着某种内在的联系。因此，他把全部注意力集中在当时已知的 63 种元素上。

他将每一种元素的性质，如密度、熔点、原子量、金属性能等分别记在一张卡片上，象玩扑克牌那样，将卡片按上面所记元素的性质，作各种可能的排列。经过苦心的钻研，终于发现，元素的化学性质有随着元素原子量的改变而作周期性变化的规律。

这可能是一个寓意很深的规律。门捷列夫把它叫做元素周期律。

门捷列夫又把已知的 63 种元素，按原子量的大小，依次自左至右排成横行，并按照它们化学性质的变化，将化学性质相似的元素归之于同一竖列里，排成一张表格，并把它称为《元素周期表》。

门捷列夫的喜悦

门捷列夫深信元素周期律是正确的。他认为在一种性质活泼的金属元素后面，应该有一种金属性较差一点的金属元素。如果在按原子量的变化而排列的元素序列中，发现有破坏这一规律的情况，那么，可能是前人测得的该元素的原子量有问题，使它排错了队而违背了周期律。的确，当时是有一些元素的原子量是错误的。例如，当时元素铍是按原子量为 13.5 来参加排列的，这样就破坏了周期律。但通过重新对铍原子

量的测定,应为 9.01,而不是 13.5。门捷列夫在建立元素周期表的过程中,一共订正了 7 种元素的原子量。

同时,门捷列夫察觉,在他的元素周期表中,有一些相邻的元素,在化学性质的变化上,似乎差别太大了一点。他毫不踌躇地认为,一定还有一些元素缺席未到,这缺席的元素,不是自然界中不存在,而是人们还没有发现它们。为此他在周期表中为它们留下恰当的空位,并以一种胸有成竹的口气宣布:属于那些空位的元素,将来一定会被发现。不仅如此,他还依据空位前后元素的性质,预言了三个待填补空位中的元素的大致性质。

1869 年,门捷列夫公布了他的《元素周期表》。

门捷列夫在这件事上是幸运的。他所预言的三种新元素,全部在他在世的时间相继被人们发现了。

1875年,法国人布瓦博德朗(de Boisbaudran, L. 1838—1912)从比利牛斯山的锌矿石里发现了定名为镓的新元素,正好是门捷列夫预言存在的一种元素,填补了一个空位。1879年,瑞典的尼尔逊(Nilson, L. F. 1840—1899)发现了新元素钪,这正是门捷列夫预言存在并暂称之为“类硼”的那个新元素。1886年,德国人温克勒(Winkler, C. A. 1838—1904)分离出门捷列夫预言存在,并暂称为“类硅”的那个元素锗。这三种元素的性质和状态都和门捷列夫预言的几乎一样。门捷列夫亲眼看到了自己提出的这一个个体系的胜利。

门捷列夫的元素周期表虽然获得了巨大的成功,但也不是十全十美的。例如,元素铈的原子量为 127.6,比元素碘的原子量 126.9045 大(图 5),可是按照它们的化学性质,铈应

52 Te 碲 127.6	53 I 碘 126.9045
------------------------	--------------------------

图 5

排在碘的前面。元素钴和镍也有相同的情况,这是为什么呢?人们对原子量在元素周期律中到底扮演的是什么角色,只知其然,而不知其所以然。

1875年以后,新元素象雨后春笋般地被发现,并逐个儿在元素周期表中找到了恰当的位置。到十九世纪末期(1898年),在元素周期表中,从最轻的氢到最重的铀,已经有 81 种元素“安居”着。不过,还有 11 个空位在等待着新元素的来临。