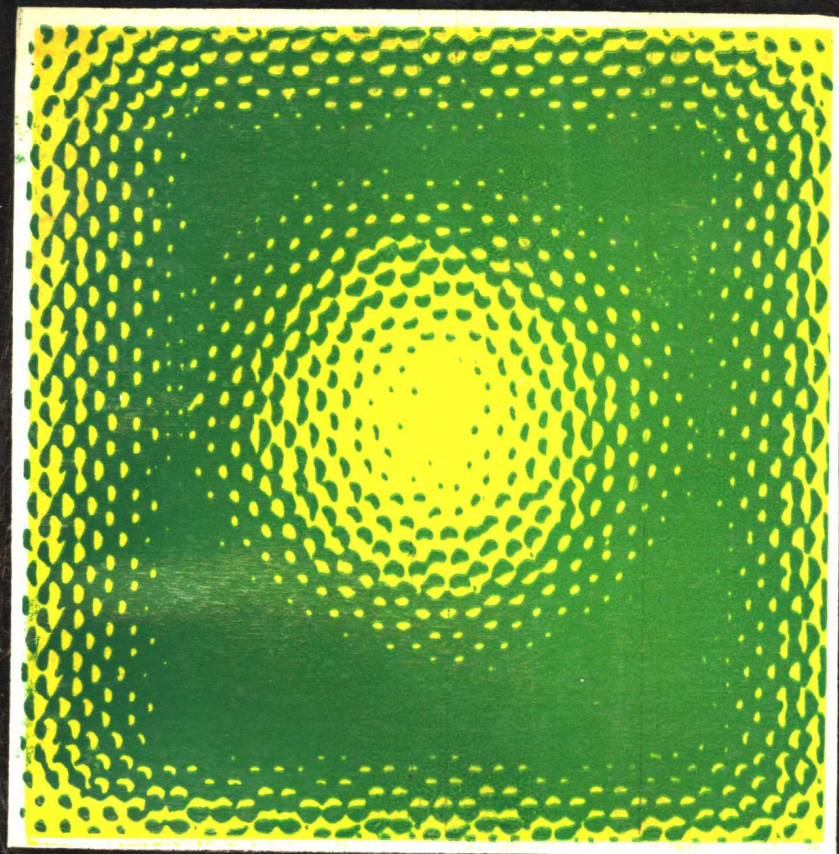




中学化学课外读物
(1)

元素的科学

关广庆 顶力 编译

东北师范大学出版社

中学化学课外读物

(1)

元素的科学

关广庆 顶 力 编译

东北师范大学出版社

1987.

中学化学课外读物

主 编 陈耀亭

副主编 关广庆 叶树根

元 素 的 科 学

Yuansu De Kexue

关广庆 顶 力 编译

*

东北师范大学出版社出版

(长春市斯大林大街110号)

吉林省新华书店发行

长春市第九印刷厂印刷

*

开本787×1092毫米 1/32 印张5.375 字数120千字

1987年10月第1版 1987年10月第1次印刷

印数: 1—3000

ISBN 7—5602—0006—0/O·4

统一书号: 13334.19 定价: 1.30元

序

近年来，由于加强了实验教学和改进了一些具体的教学方法，中学化学的教学质量有了相应的提高。但是，把青年学生紧紧地捆在了一本化学教科书上的教学习惯和方式，在多数学校里并无任何改变。教师按教科书讲，学生靠教科书学，考试则根据教科书考的做法几乎成了“正常状态”。因为，长期把化学基础知识的范围、学生的思维活动领域和学习方式方法，局限或束缚在一本教科书里，这就越容易发生学习化学的兴趣平淡、基础知识面狭窄、解决化学问题的方法和能力，特别是综合运用知识解决问题的应变能力差的恶果。

参考国际上化学教育的经验，根据课内外相结合的原则，我们认为在教师适当地指导之下，使青年学生自学一些高质量的课外读物是解决这个难题的有效方法之一。

这里所说的高质量的化学课外读物不同于一般的化学科普书籍，也就是不仅要求具有趣味性、启发性和易读性等，更为重要的是应围绕中学化学教学大纲里所规定的重要基础知识，以化学史的观点说明它的由来和发展；用自然科学方法论的基本步骤阐明基础知识的形成，并有计划地教导学生用科学方法思考和解答问题；在这些过程里要使学生接触一些教科书里所没有的化学现象和新的实验方法；还要深入浅出地介绍一些与当前经济建设和日常生活有关的最新科学成就及其发展趋向等。所谓高质量的化学课外读物，其主要内容应在这些方面有所体现。只有这样，才能用动态的，而不

是呆板的静态化学基础知识来拓宽学生的知识视野；才能用自然科学方法论培养学生解答问题的方法和应变能力；才能用新的化学现象、新的实验方法和新的科学技术成就来培养学生学习化学的兴趣和志向。

至于化学课外读物和教科书的关系，两者应是各有特点、相互补充，不能取消或取代任何一方。正如，任何高质量的化学课外读物都不能取代教科书的作用一样，任何优秀完善的教科书也都不可能取代化学课外读物的作用。在科学技术和科学方法迅猛发展的今天，更是如此。

基于上述几点认识，我们本着为基础教育服务的精神，选择了日本化学教育专家大木道则教授最近主编的《基础化学丛书》为主要参考书，结合我国化学教育的实际情况选定九个专题，邀请教学经验丰富、熟悉基础教育的高师院校化学系教师执笔，编译成九个分册——（1）《元素的科学》、（2）《金属的科学》、（3）《火的科学》、（4）《气体的科学》、（5）《化学反应浅说》、（6）《水的科学》、（7）《晶体的科学》、（8）《胶体的科学》和（9）《生命化学》组成了这套化学课外读物。

编译这样的化学课外读物，对我们来说是一项新的研究和尝试，由于有些化学教学中的重要课题，目前还处于探索之中，对编写课外读物的目的、要求、原则和方法的认识也是很肤浅的，所以书中一定会有不当与误谬之处，诚恳地希望读者批评和指正。

编译过程中，曾得到东北师范大学出版社和化学系有关同志的许多指导和帮助，在此特致谢意。

陈耀亭

1986年10月1日

前 言

自然界里充满着奇异的现象。比如，夏季的万里晴空突然乌云密布，片刻就电闪雷鸣，降下倾盆大雨。还有时发生猛烈的山火，草木俱焚，地表熏烤得通红，最后变成一片烧焦了的荒山秃岭。然而，到了来春，草木又开始发芽，继而生叶，开花，结实，落在地下的种子又等待明春的来临。

现在的中学是把这些自然现象分为物理、化学、生物和地理四门课程来学习的。但是，古代的人们面对这些自然现象，则可能会抱有惊恐的心理，或者会对它们的美丽壮观而产生惊奇和注意；同时，还想知道比各种自然现象更多的东西；也就是在所观察到的各种现象的背后一定蕴藏着发生这些现象的本质原因。古代的人们这样考虑问题是完全可以理解的，古代人们的这种探索和研究的心愿并不单纯出于好奇心，而且与他们想利用关于自然界的知识来避免天灾、满足生活需要有密切联系。当然，处于萌芽状态的这种自然探索不会是完善的。因为基于不全面的观察有时会发生误差，还有时由于先验的观点而带着主观的猜测。

不论东方或西方，对于事物的认识都是和古代文明同步开始的。然而也有一段较长的时间（科学史上叫做黑暗时期），人们的关心曾主要体现在人造黄金和寻求长生不老药剂上。虽然在这段较长的时间里，化学实验操作技术有些进步，也制出一些有用的物质，但是许多努力都是徒劳的。

化学与自然科学的其他领域一样，在人类知识宝库里占有重要地位，是在17世纪以后，在正确思想指导下，以实验事实为依据进行考察和研究才开始的。这是由于抓住了近代科学的出发点，也就是确立了“物质是由几种元素所组成的”这个具有划时代意义的观点，尤其是明确地认识到元素是应当通过实验来进行研究的。

本书的前四章，围绕“元素”这个概念是怎样产生、形成和发展的，对人类知识的开拓和发展起了些什么作用，对改善人类生活做出哪些贡献等问题，以故事的形式做了些说明。为使不爱好理科的学生也能阅读，说明中未使用数学公式和化学方程式。

作为组成物质的根源的元素，所以能够生成多种多样的物质，一定是有一种奥秘隐藏在其内部。因此，本书最后一章深入到元素本身的内部，对决定元素性质的原因做了些剖析。这一章与前四章相比，可能稍有些难读，也可能有些不易理解，但它是进一步认识物质世界所不可缺少的，因此，希望能结合本套丛书的其他分册的有关内容，克服困难，认真地读下去。

本书是以日本斋藤一夫著的《元素の話》为主要参考资料，并结合我国化学教学的实际编译的。作为理科读物，希望读者读过它能对元素的科学知识在认识上能有所拓宽，在理解上能有所加深。本书可供中等学校学生、化学教师和大专院校化学专业的学生及化学教育工作者学习参考。

在编译过程中，曾得到陈耀亭教授许多具体指导和帮助，在此表示谢意。由于我们水平有限，错误和不当之处在所难免，欢迎读者批评指正。

编译者 1986年10月

目 录

第 1 章 什么是元素	1
1.1 古代物质观	2
1.2 近代科学与元素	11
1.3 原子与元素	21
1.4 物质的根源	23
第 2 章 元素的种类和周期律	29
2.1 元素的分类——周期表	30
2.2 元素的发现	38
2.3 人造元素	48
2.4 元素的名称	55
第 3 章 元素与物质文明	58
3.1 物质文明的发展与元素	59
3.2 探求元素的新性质	74
第 4 章 自然界的元素	83
4.1 宇宙中的元素	84
4.2 元素是怎样产生的	89
4.3 地球上的元素	92
4.4 生命与元素	101
4.5 有限的资源	112
第 5 章 原子结构	117
5.1 原子的组成	118

5 • 2	原子的基本性质	120
5 • 3	玻尔的原子模型	130
5 • 4	周期表与电子排布的关系	143
5 • 5	支配元素性质的因素	151
附录		153
I	元素名称的由来	153
II	元素周期表	158
索引		160

第1章 什么是元素



图1.1 我国古代的制盐(16世纪)

盐是人类生活中不能缺少的东西，自古以来就有在海边加热海水熬盐的。盐曾作为重要的物资交换品。另外，其白色晶体也强烈地引人注意，炼金家们曾认为它是组成物质的一种根源。

学习化学时，首先遇到的是“元素”这个概念。虽然可以说“元素是构成物质根源的基本的东西”，但不能简单地理解它的意义。“元素”到底是什么呢？本章首先追溯这个概念的历史，以便正确理解近代科学上的“元素”。

1.1 古代物质观

1. 东方的物质观

a. 中国古代物质观 我国是世界东方的文明古国，具有五千多年的文明史。早在公元前两千年左右，即大约在夏代时期，由于社会生产力的发展，原始公社制度正在瓦解，逐步向奴隶社会过渡。随着社会的进步，农业、畜牧业及制陶、编织等手工业都有了显著的发展，金属冶炼也出现了。适应社会生产发展的需要，开始出现天文、数学、医学等知识的萌芽。同时，人们总结了自己在生产斗争和生活实践中积累起来大量的感性知识，对金、木、火、水、土等物质形态的重要性及其相互关系，取得了较多的认识。随着认识的深化，大约至商周之交即奴隶社会的全盛时期，形成了最早的朴素唯物主义自然观，产生了**五行说**的雏型。在《尚书·大传》里记载了这样一件事：“武王伐纣，至于商郊。停止宿夜，士卒皆欢乐以达旦。前歌后舞，假于上下。咸曰：孜孜无怠，水火者，百姓之所饮食也；金木者，百姓之所兴生也；土者万物之所资生，是为人用。”

但关于五行说的最早论述则见于战国时代的作品，如《论语》说：“地之五行，所以生殖也”。意思是人们的生活不是王公大人所给予的，而是由构成宇宙的五种物质原素

所繁殖的。至于五行的明文，则见于战国末年的《尚书·洪范》：“……五行：一曰水，二曰火，三曰木，四曰金，五曰土。”《左传》里有“天生五材，民并用之，废一不可。”其中所谓五材是指金、木、水、火、土。特别是在《国语》中的《郑语》里明确地把金、木、火、水、土看成是构成万物的五种基本物质原素，并指出必须是不同的物质原素在一起，才能发生作用，产生新的物质；如果只是一种物质原素，那是产生不出新物质来的。这很清楚说明，中国古代原始的五行说，实际上就是元素论的萌芽。

另外，在我国古代还有**阴阳说**。大约在公元前十一世纪的《周易》里，有：“易有太极，是生两仪，两仪生四象，四象生八卦”。周易是“变化的学说”。天地未分以前叫做太极。它生天地。天地生太阳、太阴、少阳、少阴，而此四者再演变为代表阴阳成分多少的八个抽象：三、三、三、三、三、三、三、三，其中长划表示阳，短划表示阴。后来战国时代，老子《道德经》里有：“道生一，一生二，二生三，三生万物。万物负阴而抱阳，冲气以为和。”道和太极一样，都是万物的最初来源。所说阴阳，有着基本性质的涵义。它是从大量的自然现象和社会现象中抽象出来的概念。例如：男为阳，女为阴；热为阳，冷为阴；干为阳，湿为阴；硬为阳，软为阴；强为阳，弱为阴；奇数为阳，偶数为阴……等等。阴阳学说从正反两方面的矛盾对立来说明自然界的变化发展，从而具有朴素的辩证因素。

五行说和阴阳说，分别从不同的角度反映了自然界的面貌，因此，它们的结合是很自然的。**阴阳五行说**的形成，不仅巩固了人们对世界物质性的认识，还进一步触及到物质变化规律。这就更有力地批判了反动统治阶级编造的唯心论的

天命观。

b. 印度古代物质观 大约从公元前四世纪开始在印度人民中间流行一种唯物主义哲学，叫“顺世论”。其中最根本的是把地、水、火、风四种叫“四大”或“四大种”，认为是构成物质的根源。用形、色为它们的象征，还有特殊的作用（表1.1）。“四大”不仅是构成物质的根源，也是物质界的各种现象的根本，有抽象的意思。另外还流行一句格言“生命产生于物质”。这句格言是十分深刻的，它充分说明了物质是一切存在的基础这一真理。

印度古代的唯物主义物质观也是在与宗教唯心势力斗争中发展起来的，对社会的进步和印度古代的自然科学的发展都起了重要的促进作用。

表1.1 “顺世论”哲学中的4种基本物质（四大）

四 大	形	象 征	色	作 用
地	四 角	硬	黄	支持物
水	圆	湿	白	进入物
火	三 角	热	赤	使物成熟
风	半 月	动	黑	使物增长

东方的物质观的特点，是不依靠实验，而是以直观想像为基础，分不清物质和物质现象的区别。另外，把现象硬是抽象为象征，因此和近代科学的联系很少。（图1.2）

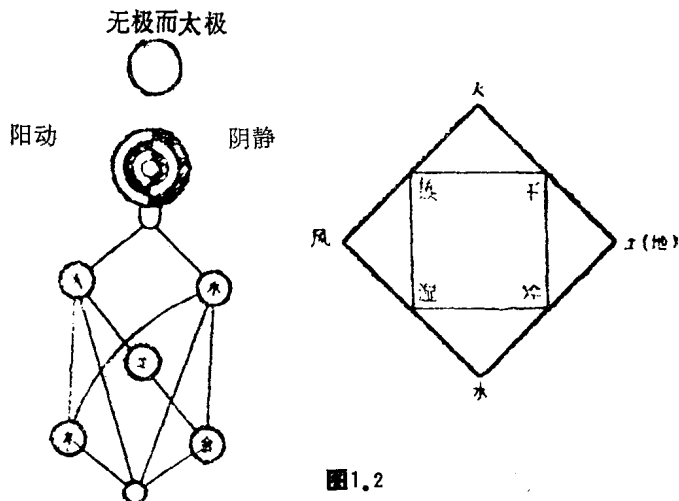


图1.2

古代人所想的“元素”和现在不同，只是单纯从想像中产生出来的观念。另外“物质”和“现象”不是区别的很清楚。上左图是中国古代物质观的太极图说，表示从阴阳产生五种“元素”（五行）。上右图是表示印度的“四大”的相互关系。地、水、火、风四种“元素”和温度、湿度结合的关系，都是空想出来的。

五行说和曜日

我国古代的五行，木、火、土、金、水，加上日和月成为一周的名称是非常有趣味的。这七个名称是来自天体。自古以来认为支配五行运动的星（行星）是木星、火星、土星、金星和水星。这五个是古时知道的全部运动的星。

在西方一周的名称也和行星的名字有关系。在现代语中最适合最清楚的是法语。

月曜 lundi 来自月 lune

火曜	mardi	来自火星	mars
水曜	mercuredi	来自水星	mercure
木曜	jeudi	来自木星	jupiter
金曜	vendredi	来自金星	venus
土曜	samedi	来自土星	saturne

过去就有这样东西方交流的情况，是非常有趣儿的问题。比如，古代印度的**四大**，地、水、火、风，和希腊的**四元素**，火、气、水、土的内容是一致的，但和中国的五行，木、火、土、金、水不同，因为不论西方或东方在自然现象上没有差别，看法一致并不奇怪。但是，由于气候风土不同，在关心自然现象上产生差别的可能性也存在。从这方面考虑东西方的交流史是很有趣味的，对了解历史也是很重要的。

2. 希腊古代物质观

包括西亚在内的西方文明的起源，是指埃及、美索布达米亚（现在的伊拉克），可是在物质观方面留下清晰文字的是希腊。古希腊在西亚（现在的土耳其、阿拉伯等国）有殖民城市，它们和埃及、美索布达米亚及古代东方文明的关系很深远。关于物质的根源的想法，希腊人留下了很清楚的文字（表1.2），这些想法在长期内支配着西方文明。

伊奥尼亚学派是希腊古代最早的无神论的唯物主义学派。这个学派反对宗教迷信，提出：世界的基础是物质，并从承认物质的本原出发，解释了各种自然现象。这个学派的泰勒斯观察到冰、雪、霜化成水，水蒸发成为空气（气体）的问题。还有水的作用也能磨灭岩石（用现在的话说叫风化）。从这些现象出发，认为水是万物的根源。其后，在希腊各地研究学问的人们提出了很多的想法（表1.2）。特别

是活跃在纪元前五世纪的恩培多克勒主张水、土、空气、火是万物的根源，这四种配合产生宇宙中的各种各样变化。这种想法在纪元前四世纪由亚里士多德彻底完成。

亚里士多德认为“我们知道的事实一定有起源”。强调要根据实际调查的事实来思考问题。这在今天看来是很自然的，可是在当时是很了不起的事情。

在亚里士多德前一个时代，德谟克利特认为有原子存在。他认为“宇宙是由空虚和无数的原子而成，各种各样的现象是由于在空虚中运动着的原子的结合与分离所产生的”。这种想法可以说与现在的分子运动论的观点相似。但在当时没有观测手段，用眼睛看不见更小的东西，因此他的观点只是空想的产物。后来，这种思想被亚里士多德否定了。

表1.2 古希腊人的物质观

人 名	时 代	思 想
泰 勒 斯	-624 ~-546	水是万物之源。从追求这个“万物之源”出发寻找实体。
阿那克西米尼	-585 ~-528	空气是物质的根源。根据其浓淡的不同能够生成火或风，还可以进一步生成云、水、土和石。
赫拉克利特	-535 ~-475	火是万物之源。因而引起万物的不断变化。
巴 门 尼 德	≈-515	世界是一个不变，不动的东西。
恩培多克勒	-493 ~-433	调合前二人的思想。根源是土、水、空气（风）、火四元素的结合而产生各种变化。
德谟克利特	-460 ~-370	世界由空虚和无数的原子而成，各种各样的事物是由于在空虚中运动着的原子的结合或分离。
留 基 伯	~-440	是德谟克利特的老师，最早提出原子学说，也是怀疑现实的人。
亚里士多德	-384 ~-322	以“必须从我们已知的事实开始”来反对德谟克利特。万物的具体根源“本质”是水、土、空气、火。

将亚里士多德说的水、土、空气、火四元素改成现在的语言，可以看成是各种液体、固体、气体和能量。如果这样考虑，也不能不说他有唯物的一面。但他又认为性质是第一性的，而物质是第二性的，这就很容易滑向唯心的一面。这种观点后来影响很多人走了弯路。如中世纪的炼金家以此理论为基础，想把普通的金属变成黄金，最后都以失败而告终。

3. 炼金术

炼金术在我国古代称为**炼丹术**或**金丹术**。中国是炼丹术出现最早的国家，至迟在公元前二世纪汉武帝时，我国就有了炼丹术。

在我国古代有许多关于炼丹的著作。公元二世纪（东汉）时，魏伯阳著有《周易参同契》，这部书是世界上现存最早的炼丹术文献。公元四世纪（东晋）杰出的炼丹家葛洪著有《抱朴子内篇》，是论述炼丹术的一部巨著，其中叙述了较为丰富的化学知识。例如，书中说：“丹砂烧之成水银，积变，又还原成丹砂”。就是说，硫化汞经加热能分解成汞，汞还能再与硫化合又成为硫化汞。炼丹术到唐、宋时期也一度发展。唐代的著作有孙思邈的《丹房诀要》，梅彪的《石药尔雅》，郑思远的《真元妙道要略》及楚泽先生的《太清石壁记》等。宋代吴悞的《丹房须知》是讲炼丹时的注意事项及设备用法。此外，经唐、宋、明三朝形成了道教的一部大丛书《道藏》，共计5485卷，包括1476种书，其中《洞神部》的《众术类》比较集中地编辑了丹书。炼丹术著作由此集了大成，但炼丹术也由此走向衰亡。

炼丹术在我国有一千多年的历史，它基本上是为封建统