

中学化学思维

THE THOUGHT IN HIGH SCHOOL CHEMISTRY

王作民·著



四川教育出版社

中学化学思维

王作民 著

四川教育出版社

(川) 新登字005号

责任编辑：皮俊中

封面设计：田 丰

中学化学思维

王作民 著

四川教育出版社出版发行 (成都盐道街三号)

四川省新华书店经销 四川新华印刷厂印刷

开本850×1168毫米 1/32 印张13插页2 字数280千

1992年8月第一版 1992年8月第一次印刷

印数：1—2000册

ISBN7—5408—1730—5/G·1652 定价：5.14元

序

学习是一种增进认识、开发智力、培养能力、提高素养的发展过程。学习活动的核心成分是思维。

在学校学习一门学科，不仅需要学习并掌握本门学科的基础知识与基本技能，更重要的，还要学习该学科特殊的及与其他学科共通的科学思维方法，以提高思维能力，从而在更高层次上把握学科的知识体系、知识结构及其社会应用价值。使学习不仅具有适应性功能，而且具有创新性功能。

会学习的核心是会思维。

化学家们是怎样思维的？从中可以汲取哪些营养和得到哪些启示？中学化学有何思维特点？学习中如何科学地进行思维？中学化学解题的思维原理与思维技巧是什么？作者在长期从事中学化学教学与研究的实践中，深感这些问题对教与学的重要性；近年来，对“中学化学思维”进行了专题学习与研究。本书就是在此基础上编著而成的。

思维是人的特性。她可以借鉴与训练，却不能替代与强制。本书如果能够引起从事中学化学教学与研究的同仁们、追求知识与发展的高中在校的同学们、高师院校化学系未来的同行们以及自学进取的青年朋友们的兴趣，并对实际的教与学的科学思维有所裨益，作者将感到十分欣慰。

本书在撰写过程中参考了大量文献资料，书末列出了主要的参考文献。作者在此谨向有关作者深致谢忱。作者衷心感谢四川教育出版社的理解与支持，使本书得以出版面世。

限于作者水平，加之成书于忙中之业余，书中难免不妥

甚至错误之处。真诚地希望得到读者们的指正。

王作民

1992年“双春”前夕
于重庆市教育科学研究所

目 录

序.....	(1)
第一篇 化学家的思维.....	(1)
一、观察当先始于疑 实验固本成于思 ——观察、实验、思维与化学科学.....	(3)
二、百年“燃素”终虚化 一朝定量始科学 ——假说与理论.....	(18)
三、微观构成巧想象 原子分子联学说 ——想象与学说.....	(34)
四、量变质变寻规律 比较分类建奇勋 ——逻辑思维、审美思维与化学规律.....	(47)
五、欲识庐山真面目 巧将抽象化模型 ——思维与模型.....	(66)
六、必然寓于偶然中 机遇垂青有心人 ——机遇与发现.....	(80)
七、灵感闪现若天降 顿悟豁然实艰辛 ——直觉、灵感与创造.....	(92)
八、心系祖国苦“拿来” 志振中华创新法 ——立志、学习与创新	(105)
第二篇 化学学习思维	(117)
第一章 化学学习思维概述	(119)
一、结构功能自和谐 ——系统思维与化学学习	(120)
二、对立统一识根本	

——化学思维的辩证性	(131)
三、理寓其中巧运思	
——化学中的逻辑思维	(154)
四、神形辉映话共识	
——化学中的形象思维	(177)
五、魅力无穷共追求	
——化学与审美思维	(186)
第二章 中学化学组块思维选论	(199)
一、物质结构与元素周期律	(199)
二、化学动态平衡	(220)
三、无机化学反应规律	(258)
第三篇 化学解题思维	(295)
第一章 中学化学解题思维概述	(297)
一、化学命题的发展趋势	(297)
二、化学解题的思维特点	(304)
三、化学解题的思维环节	(306)
四、化学解题的思维品质	(312)
第二章 中学化学典型解题思维模型	(331)
一、比例法	(331)
二、守恒法	(340)
三、平均法	(349)
四、分析—综合法	(356)
五、相对差距法	(362)
第三章 中学化学常见题型解答思维	(365)
一、选择题	(365)
二、简答题	(390)
三、信息题	(393)

第一篇 化学家的思维

化学家的思维，就是化学研究与创造的思维，化学发现与发明的思维。她充满了智慧与活力，饱含了失误与艰辛。“读史使人明智”。让我们在化学家的典型思维历程中，去学习探索真理，追求新知的思维吧！

科学的真理不应该在古代圣人的蒙着灰尘的书上去找，而应该在实验中和以实验为基础的理论中去找。

——伽利略

科学的原理起源于实验的世界和观察的领域，观察是第一步，没有观察就不会有接踵而来的前进。

——门捷列夫

实验是最高级的法庭。

——傅鹰

一、观察当先始于疑 实验固本成于思

——观察、实验、思维与化学科学

科学活动从本质上说是人类实践（包括科学实验）与思维交互作用，不断发展深化的过程。一部科学史就是一部人类实践前进的历史，一部思维发展的历史。

观察和实验是科学活动中一种最久远、最基本、最普遍的方法与手段。它既是一种经验的认识方法，又是现代科学

研究中的重要手段。

化学是以实验为基础的科学。近代化学就是从实验中诞生的。

近代化学的诞生

提到近代化学，人们自然会想起为化学确立为科学作出了重大贡献的英国化学家波义尔（R. Boyle, 1627—1691）。

1627年，波义尔出生于资本主义在英国兴起、自然科学在欧洲开始发展的爱尔兰一个贵族家庭。但是，波义尔不重视贵族的头衔，对社交及事务性活动也毫无兴趣。他热衷于科学实验，并做出了杰出的成就。波义尔早年学习实用数学和自然科学，后转而学习医学和农业。那时的欧洲处于医药化学时期，波义尔在学习医学的过程中，接触了不少化学知识与化学实验，并学习制备各种药物，使他成为一个训练有素的实验化学家。



波义尔 英国化学家和物理学家

真正有系统的科学实验始于16世纪至17世纪。随着资本主义的发展，实验从生产实践中分化出来，成为一项具有相对独立性的社会实践活动。其杰出代表是被马克思誉为“英国唯物主义和整个现代实验科学的真正始祖”的弗兰西斯培·根（Francis Bacon, 1561—1626），培根认为实验是知识的主要源泉。他对波义尔的思想和科学研究影响极大，因此，波义尔在他一生的科学活动中，十分重视实验研究。他曾说：“不应把理性放在高于一切的位置，知识应该

从实验中来，实验是最好的老师，空谈和舌辩都无济于事。”但是，波义尔又汲取了笛卡尔（法国数学家、物理学家，1596—1650）唯理论中合理思想。他又说：“恐怕很少有人比得上我对实验怀着深挚的爱和重视了，然而对我来说，如果有人提出某个有创造力的概念，……那么，我就会比他向我透露某个精巧的实验更加感激他。”他认为一个好的假说要比一个设计得很精巧的实验价值更高。因此，波义尔既高度重视实验与观察，又很重视理性思维与概念的作用。这样，波义尔不但在物理学上做出了重要贡献，例如，关于气体等温变化的著名的波义尔—马略特定律（ $p_1V_1 = p_2V_2 = \text{恒量}$ ）等，尤其在化学上做出了巨大贡献——第一次从经验分析角度给元素下了定义，并引导化学走上一门独立科学的轨道。

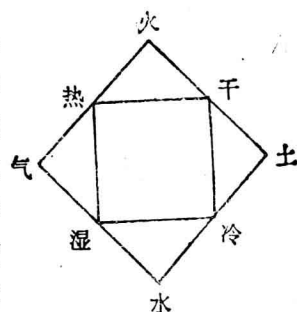
波义尔适应自然科学从生产实践中分离出来成为独立研究范畴的趋势，提出化学应像天文学、力学那样作为自然科学的独立研究部分。他在详细研究了炼金化学与医药化学后说：“我见世人醉心于化学似除制药和点金之外而无甚见地。我之对于化学则不然，既不是以一个医学家，也不是以一个炼金家来看化学的，而是以哲学家的观点来认识化学的。”他在深入思考了化学研究对象后又说：“化学，到目前为止，还是认为只在制造医药和工业品方面具有价值。但是，我们所学的化学，绝不是医学或药学的婢女，也不应甘当工艺和冶金的奴仆。化学本身作为自然科学中的一个独立部分，是探索宇宙奥秘的一个方面。化学，必须是为真理而追求真理的化学。”波义尔的这一观念第一个拨开了笼罩在化学身上的迷雾和神秘面纱，走出了把化学作为一门科学进行研究的第一步，虽然这一步还不十分明确与坚定。

为了确定化学的科学地位，元素是最基本、最重要也是

首当其冲的概念。

元素的概念在古代就产生了。我国早在公元前11世纪或更早，提出了“五行说”，认为万物是由金、木、水、火、土这五种基本物质组成的。并直观形象地提出，“水润下”——水有湿性，向下流；“火炎上”——火有热性，向上窜；“木曲直”——木有弯曲伸直性；“金从革”——金有可锻造加工性；“土爰稼穡”——土可借以耕作种植庄稼。这是表面观察得出的结论，可视为元素概念的萌芽。古希腊哲学家亚里士多德（公元前384——前323年）明确地提出了“四元素说”。他认为，“元素”是“这样一种物质，其它物体可以分解成它，而它本身不能再分割成其它物体。”他提出“火、气、土、水”就是这样的元素物质，故称为“四元素说”。他又提出，人们常常感觉到的性质——冷、热、干、湿是四种原性，两两结合就成了四元素；四种元素也分别具有两种原性。如右图所示。显然，这种元素观念是以性质为第一性，物质为第二性的。

但是，在古代科学技术尚不发展的条件下，这种观念能够“解说”最常见的自然现象和物质变化，因此，在当时获得了普遍承认，在西欧的影响长达近2000年之久。这种元素观念是根据表面现象的观察通过思辨得出的，其本质是唯心的，它自然成了神秘



亚里士多德的四元素说

主义的炼金术的理论基础。本来在亚里士多德之前，也是古希腊著名哲学家的留基伯及其学生德谟克利特（公元前460—前370年）提出了一切物质都是由最小的、不可分割的微粒——原子组成的观念，但因其同样属于思辨性观念且更抽

象，没有象“四元素说”那样与常见的自然现象挂上钩，因此没有被人们普遍接受。这从一个侧面说明，当时人们是以表面的自然观察的经验为主，没有也不可能达到科学地观察与认识物质世界。

历史进入15至16世纪，欧洲化学从炼金术时期进入医药化学时期。被誉为“医药化学始祖”的瑞士医生兼医药化学家帕拉塞斯(1493—1541)根据炼金术与医药化学的实践，提出了万物均由硫、汞、盐三要素构成的“三要素”说。认为这三种要素在物质中含量的多少就决定了它是具有某种特殊性质的物质，硫是可燃性的要素，汞是挥发性的要素，盐是凝固性和耐火性的要素。虽然“三要素”说与“四元素说”没有本质的区别，但由于硫、盐、汞是实体物质，使“元素”这一观念由抽象的思辨向物质化过渡，因而还是前进了一大步。

波义尔立足于实验与观察进行科学研究。他从研究气体性质中发现，气体具有弹性，可被压缩；他从液体蒸发与固体升华发现，蒸气可以弥散于容器整个空间；他从溶解中发现，盐溶解于水后可以透过滤布的微细小孔。他对这些现象不是从思辨的角度去理解，而是从实物构成的角度去分析，从看不见的世界里去寻找答案。在无形中，德漠克利特的原子观念对波义尔的影响甚于“四元素”说。同时笛卡尔的粒子说观点也对波义尔发生了影响。波义尔认为，物质是由无数细小致密的不能用物理方法分割的不同形状、不同大小、肉眼看不见的微粒构成的，微粒又结合成更大的肉眼仍然看不见的粒子；粒子往往作为基本单位参加化学反应。粒子再形成肉眼看得见的物质，如土、石、木、水、铁等等。这样，形成了他的与笛卡尔粒子说不尽相同的物质的微粒学说。例如，他认为“火”是由火微粒子构成的，热是由微粒结合成

的粒子团的振动所引起的，等等。

波义尔在哲学上信奉反映那个时代自然科学研究成果的机械论，在自然科学观念上是微粒论者。波义尔正是用机械论和微粒说作为武器并用实验事实去批判“四元素论”与“三要素说”。他举例说，黄金不能分解出水、火、土、气，也不能分解出硫、盐、汞中的任何一个元素；而盐却可以分解出酸、碱等物质（可通过酚酞、石蕊指示剂检验）。因此，他认为水、火、土、气、硫、盐、汞都不是构成万物的本原。那么，什么是元素呢？1661年，波义尔在他的不朽名著《怀疑派化学家》中提出了他的朴素的经验分析性的元素定义：“我说的元素的意思和那些讲得最明白的化学家们说他们的要素的意思相同，是指某种原始的、简单的、一点也没有搀杂的物体。元素不能用任何其他物体造成，也不能彼此相互造成。元素是直接合成所谓完全混合物的成分，也是完全混合物最终分解成的要素。”这里所谓“完全混合物”，波义尔是指与机械混合物不同的化合物。为了说明他的元素概念，他又以黄金为例进行说明。黄金虽然可以与其它金属一起制成合金，也可溶解于王水中而表面上无踪无影，但是可以通过一些变化，使黄金重现原形。黄金在这些化学变化中虽然发生了某种变化（状态、硬度等等），但并未被分解而破坏；水银也有相似的情况。因此，波义尔得出结论：元素是使“混合物”经过分解后所得到的最后不能再分解的原始纯净物。这里需要指出的是，波义尔的元素概念仍然是抽象的、模糊的、不确定的，他自己并没有列出一张按他的元素定义所划定的元素表。同时，波义尔没有将元素与单质区分开。虽然如此，波义尔毕竟开了元素科学定义的先河。120多年后的1787年，法国化学家拉瓦锡在题为《论改革和完善化学革命的必要性》的论文中，将元素定义为

“元素是任何化学方法都不能分解的物质”，并列出了符合其定义的33种元素（虽然有一些是错误的）。拉瓦锡仍将单质与元素混为一谈。又过了十多年，道尔顿将抽象的元素概念与实体微粒原子联系起来，元素的概念至此才真正明确化，具体化了，化学从此也才真正进入了迅速发展的新时代。

顺便指出，波义尔由于对颜色变化观察的敏锐和实验技术的精湛，他首先发现各种天然植物的汁液可以作酸碱的指示剂，并发明了石蕊试纸，总结了酸能使石蕊由蓝变红，碱能使石蕊由红变蓝。他还发现了一系列能发生颜色变化的化学反应，并利用颜色变化的不同来区分物质。波义尔还从实验角度研究了物质成分与纯度的测定，研究了物质的相似性与差异性。可以说，波义尔是定性分析的先驱者。

综上所述，波义尔可以称为近代化学奠基者的理由有如下三点：（1）他认识到化学是值得为其自身目的去进行研究的科学，而不能从属于医学或炼金术；（2）他把严密的实验方法（特别是定性分析方法）引入了化学；（3）他第一个给化学理论研究最基本的概念——元素下了一个朴素的定义，为元素概念的发展奠定了基础。人们将永远铭记波义尔对近代化学作出的奠基性贡献。

观察的功能与局限

观察是人们获得经验知识的一种方法，它是随着社会的进步而进步的。科学观察是有目的、有计划地利用人们的感官去认识自然界的各种现象的活动。

从古代经中世纪至15、16世纪文艺复兴前，人们以自然观察（对观察对象不作任何变革，即处于自然状态下的观察）为主；此后，从伽利略和波义尔开始进入了实验观察阶段（人们在科学实验中通过人工变革或控制观察对象的条

件进行的观察。它具有可控性、强化性、重复性等特点)。实验观察的水平与组织形式在逐步发展、提高。这两种观察方式至今仍在广泛使用,而实验观察则是科学研究中更主要、更经常的形式。

根据是否使用观察仪器,观察又可分为直接观察与间接观察。图示如下:

观察者 $\rightleftharpoons$ 观察对象 直接观察

观察者 $\rightleftharpoons$ 观察仪器 $\rightleftharpoons$ 观察对象 间接观察

由观察而导致发现与发明的事例,在科学研究中不胜枚举,关键是有敏锐的观察力和具备“有准备的头脑”。先入为主和忽视意外现象都是有害的。

例如,糖尿病是在偶然的观察中发现的。1889年,德国内科医生冯梅林教授和俄国籍内科医生、病理学家闵可夫斯基教授共同研究胰脏在消化过程中的功能时,用狗做试验,他们切除了狗的胰脏进行观察。事后,教授的助手发现这只切除胰脏的狗的尿招来了成群的苍蝇,并将这一现象向闵可夫斯基教授作了报告。闵可夫斯基跟踪分析研究,发现尿中有糖,并与胰脏的功能直接有关。这样就发现了糖尿病和利用胰岛素治疗糖尿病的方法。

全面而精细的观察使英国著名物理学家E·卢瑟福发现了人工制造同位素和转变元素的途径。他在2500张反映41万个各种基本粒子轨迹的照片中,象大海捞针一样仔细搜寻,最后发现其中有6张未出现轰击后 α 粒子的照片。

长期坚持不懈的观察记录结合史实研究使我国著名气象学家竺可桢(1890—1974)发现了我国5000年气候变迁的规律。如果没有他在长达数十年坚持天天作气象和物候的观察与记录,是不可能取得这一使国内外气象学界轰动的成果的。