

科学思想方法丛书

潜化学思想方法

QIANHUA XUE SIXIANG FANGFA



● 吴从青 主编

山东教育出版社

科学思想方法丛书

潜化学思想方法

QIANHUAXUE SIXIANG FANGFA

● 吴从青 主编

山东教育出版社

鲁新登字 2 号

科学思想方法丛书

潜化学思想方法

吴从青 主编

*

山东教育出版社出版

(济南经九路胜利大街)

山东省新华书店发行 山东新华印刷厂潍坊厂印刷

*

850 毫米×1168 毫米 32 开本 5 印张 4 插页 104 千字

1994 年 3 月第 1 版 1994 年 3 月第 1 次印刷

印数 1—1,000

ISBN 7—5328—1884—5/G · 1609

定价 3.80 元

《科学思想方法丛书》编委会

主 编 解恩泽 徐本顺 赵树智

编 委 (以姓氏笔划为序)

于书亭	于伟佳	王 悦	刘永振
刘大文	付 平	孙玉志	孙永大
丛大川	朱铁生	吕金福	李 普
胡 光	郑隆炘	赵玉林	赵树智
赵恒武	徐本顺	徐世典	徐炎章
高昌海	张永春	张富国	张 薇
张润庠	董驹翔	殷启正	解恩泽
滕福星			

要重視科學思想方法
的研究

為科學思想方法叢書題詞

錢三強

一九九〇年六月一日

闡明科學思想方法
幫助提高思維技巧
以利開展科學研究
書祝

《科學思想方法叢書》成功

徐利治 1990年5月

总 序

科学思想方法是科学的灵魂。它既是人们认识自然和改造自然的结晶,又是开发智力、启迪创造和发展科学的源泉和基础。它同科学知识一样,都是极其宝贵的社会精神财富。以往,人们十分重视科学知识本身的考证、记述和整理,这是有益的,今后还应继续加强这一工作。但是,相比之下,对科学思想方法的研究却没有引起人们应有的重视,也正因为如此,又在一定程度上影响了科学知识的形成和科学人才的培养。因此,大力开展科学思想方法的研究,并以丛书的形式系统反映其成果,无疑是一项具有深远意义的工作。

本丛书以辩证唯物主义和历史唯物主义为指导,力图从科学思想方法的不同形态、科学技术的不同领域、世界上的不同国家,以及古今中外著名科学家等侧面,采取历史与现实相结合的方式,广泛挖掘科学思想方法成果,深刻揭示科学思想方法产生和发展的规律,全面概括科学思想方法的特征和功能,为提高科技人才素质服务。

我们相信,这套丛书的出版,将对我国科学思想方法的研究、科技队伍的建设、民族科技意识的增强与科学教育事业的发展,起到积极的促进作用。

《科学思想方法丛书》编委会

一九九二年一月于长春

前 言

任何科学概念、理论的形成,都有一个孕育演化及产生的过程。在这个过程中,任何一个重大科学成果的取得,都将伴随着思想方法的重大突破。本书就是以化学这门学科的一些重大科学发现的个例分析,揭示化学中科学胚胎的发育及其科学思想的产生与发展规律,读者阅读本书之后有所启迪,思维能力有所提高,也就达到了本书的写作目的。

本书共分 6 章,第一章到第四章对燃烧的氧化学说、元素周期律、分子学说以及酸碱理论的孕育演化、产生和发展及其思想方法作了分析。第五、六章对化学潜在形态——化学问题、化学经验、化学想象、化学洞察、化学模型及化学假说作了论述。

本书是集体编著的,由吴从青任主编,卞金祥任副主编,参加撰写工作的有(按姓氏笔划为序)

王力年 卞金祥 田君廉 周广东 吴从青 阎立泽

编写这样的书,对我们来说是一个新的尝试。由于我们的学识有限,不妥之处在所难免,恳望广大读者批评指正。

作 者

1993 年 9 月

目 录

第一章 燃烧的氧化学说的建立	(1)
第一节 波义耳的元素观	(1)
第二节 燃素说	(4)
第三节 氧的发现	(8)
第四节 拉瓦锡与化学革命	(12)
第五节 拉瓦锡的思想方法	(18)
第二章 化学元素周期律的发现	(25)
第一节 元素说的产生、演化和发展	(25)
第二节 原子学说的建立和发展	(30)
第三节 原子价学说的形成和发展	(36)
第四节 原子量的测定	(39)
第五节 元素周期律的确立	(44)
第六节 元素周期律的发展	(50)
第三章 分子学说的建立	(54)
第一节 盖·吕萨克与道尔顿的争论	(54)
第二节 阿佛加德罗的分子假说	(56)
第三节 电化二元论的确立	(59)
第四节 阿佛加德罗分子学说的复兴	(62)
第五节 化学键理论的建立和发展	(67)
第四章 酸碱理论的形成与发展	(81)
第一节 酸碱概念的形成	(81)
第二节 水—离子论	(83)

第三节	布朗斯特—劳里的质子论	(85)
第四节	溶剂体系定义	(88)
第五节	路易斯电子理论	(89)
第六节	乌萨诺维奇的正负理论	(97)
第五章	化学潜形态(一)	(100)
第一节	化学问题	(100)
第二节	化学经验	(109)
第三节	化学想象	(118)
第六章	化学潜形态(二)	(127)
第一节	化学洞察	(127)
第二节	化学模型	(135)
第三节	化学假说	(143)

第一章 燃烧的氧化学说的建立

在化学发展史中，燃烧的氧化学说的建立曾引起一次化学革命。对燃烧的本质认识曾经历过漫长的历史过程，燃烧的氧化学说的产生有一个孕育演化的过程，对这一过程进行深入的剖析，从而更好地掌握化学的发展规律有着重要的意义。

第一节 波义耳的元素观

14—16 世纪席卷整个欧洲的文艺复兴运动，不仅造成了欧洲近代文学和艺术的繁荣，也促进了科学的解放，鼓舞科学界摆脱传统观念的束缚，进行独立大胆的思考。其中，英国科学家波义耳就是对古代物质组成和结构学说持怀疑、批判态度并提出新元素论的“怀疑派化学家”。

亚里士多德关于万物组成的四元素说在当时占据着统治地位，帕拉切切尔苏斯所倡导的三要素说仍然束缚着当时科学家的思想。16 和 17 世纪的许多炼金术士、医药化学家、矿物学家都注意到这些学说缺乏实验根据，当他们认真去寻找这些要素时，就越来越感到怀疑了：当时人们普遍认为，火能将各种物体分解为更简单的物质，最终会得到元素。但是实验表明，无论是四元素说还是三要素说都不能与火的分析结果相符合。例如范·海尔蒙特就曾指出：“虽然三要素说确实有用，但它不是自

然界的真理,物质被火分解为三要素的看法实际上是一种错觉,因为这三种东西在施行火分析以前根本就不存在于物质之中。”随着冶金、化工生产的发展,人们积累了大量的物质转化的新知识,促进了人们对物质世界认识的飞跃。化学就是从这样一个革命性的转变中诞生出来,波义耳为化学发展成为一门科学做出了重大贡献。

一、元素的朴素定义

1661年,波义耳提出要以微粒哲学为武器捣毁旧的元素学说,而代之以微粒学说,在这一年,他在化学领域中最重要名著——《怀疑派化学家》出版了。

在这本书中,他罗列了大量的实验事实,力图辨明火不能将物体分解成元素,无论是亚里士多德的四元素,还是帕拉切尔苏斯的三要素都不配称为元素。在总结实践经验的基础上,波义耳为化学元素作了比前人更科学的定义:“我指的元素应当是某些不由任何其他物质所构成的原始的和简单的物质或完全纯净的物质”,“是具有一定确定的、实在的、可觉察到的实物,他们应该用一般化学方法不能再分解为更简单的某些实物”。他还指出:“一切称之为真正的混合物都是由这些物质直接合成,并且最后被分解为这些物质”。^①这个定义可以看作是元素经验分析概念的起点。虽然实际上在那时也是一个无法实用的定义,他本人也无法利用它确定哪些物质是元素,但是它却大大推进了人们对物质组成的认识,为近代经验分析的元素概念的建立

^① 《化学发展简史》编写组编著:《化学发展简史》,科学出版社1980年版,第72页。

铺平了道路。

二、确立了化学的研究对象

炼金术试图将普通金属转化为金；医药化学家提倡用化学药物治疗病，大大前进了一步，但是医药化学还没有使化学成为科学。波义耳认为，化学应当为自身的目的去进行研究，研究物质的组成，研究化合分解，而不应当作为炼金术去研究或从属于医药学。从此以后，化学的研究对象明确了，元素、化合物、混合物、酸、碱等基本概念建立了，化学开始从炼金术和医药学的统治下独立出来，成为一门独立的科学。

三、严密的实验方法

波义耳认为化学必须建立在大量实验观察的基础上。他是一个出色的实验科学家，他完成了化学史上早期的许多著名的化学实验。“空谈无济于事，实验决定一切”是波义耳关于科学的至理名言，他改进了许多当时常用的仪器，设计了一些精巧的实验，这些有名的实验是：

(1) 他利用放在水银槽上盛有水银的 U 形管和直管发现了著名的波义耳定律。

(2) 他进行了大量的燃烧实验，得出了重要的结论：同硝石混合的物质，甚至在没有空气的地方也能燃烧，把硝石加热可以得到“与空气相仿的活化蒸气”。这是向发现氧气、建立科学的燃烧理论迈出的重要一步。

(3) 在化学实验中，他很重视定量研究。他进行过大量的金属燃烧实验，精确地称量燃烧前后的重量。但是由于他在称量前打开了瓶塞而未觉察空气冲进瓶内，从而把金属增重的现

象解释为有重量的火粒子穿透玻璃而进入金属造成的，这使他未能创立燃烧的氧化学说。

(4) 波义耳还是定性分析的奠基人。

从波义耳的元素论我们可以获得几点启示：

(1) 波义耳比前人更强调理论与实践的统一，他认为科学家对自然界提出的种种见解、学说以及理论都要通过实验加以验证，而不能像古代哲学家那样只靠逻辑推理和纯粹思辩对自然界提出各种臆测，从而使他对旧的、传统的元素定义进行了有力驳斥，建立了比前人更科学的元素定义，为近代化学元素概念的建立扫清了道路。

(2) 波义耳重视定量实验研究，虽然他在金属燃烧的实验中有重要疏忽而失去了获得正确结论的机会，但是他的定量实验研究方法却给后人指明了一种正确的科学实验方法。

(3) 波义耳为化学的发展指明了方向，他认为“化学家到现在为止信守着极其狭隘的原则，不需要特别广阔的眼界；他们看到自己的任务只是制备药品，制取金属和转变金属。而我是完全从另一角度来看化学的，我不是作为一个医生，一个炼金家来看化学的，我应该以哲学家的身份来看化学，我在这里草拟了化学哲学的计划，希望用自己的实验和观察来完成这一计划并使之完善起来。”这条化学发展的新道路经后来的事实证明是正确的。所以，针对他的新理论观点，恩格斯指出：“波义耳把化学确立为科学”。

第二节 燃 素 说

人类对火及燃烧现象的实践经验，至今至少也有 50 万年以

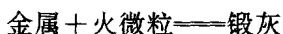
上的历史。在古代，人们在用火的同时产生过不少有关火的学说，但是由于科学技术条件的限制，那时不可能认识到火的本质。17 世纪以后随着工业的发展，特别是冶金和化工工业的发展，促使人们弄清火及燃烧现象的本质，而生产实践证实炼金术士的神话和经院哲学的空谈根本无法解答与燃烧现象有关的各种问题。

对物质燃烧本质的探讨，自 1777 年法国化学家拉瓦锡提出燃烧的氧学说以前的大约 100 年间，欧洲曾经流传着一种“燃素说”，而且占着统治地位。燃素说（实际上是一种假说）“曾足以说明当时所知道的大多数化学现象，虽然在某些场合不免有些牵强附会”（恩格斯：《自然辩证法》）。

一、燃素说之前对燃烧本质的探讨

在燃素说提出以前，已经有很多人对燃烧现象进行了认真观察，发表了各种议论，如意大利人达·芬奇；法国医生雷伊；波义耳和英国的物理和化学家胡克。但他们都没有触及燃烧的本质。究其原因，是由于在思想方法上，受了当时流行的机械唯物主义自然观的影响。在 17 世纪，物质的微粒学说和机械力成为科学家们解释自然现象的主要根据，为了阐明物质的各种属性，他们往往“举出某种什么力——重力、浮力、电触力等加在所有可能解释的现象上，以为这样就把这些现象都解释了。如果这些不适用，就举出某种人所不知的东西——光素、热素、电素等等”（恩格斯：《反杜林论》）。火是什么？波义耳坚决反对把火看作是热和干两种原性的结合物，也排斥经院哲学把火描述成为一种神秘离奇的精灵物质的说教。他倡导了物质的微粒学说，因此认为火是一种由一种实在的、由具有重量的火微

粒所构成的物质元素，所以他对金属经锻烧后加重的解释可用下式表达：



同一时期的英国医生梅猷在 1674 年通过周密的燃烧和呼吸实验，对燃烧现象做出了更为新颖和进步的推断。他认为：空气是一种物质元素，其中含有两种粒子，其中一种他称之为“硝气精”，它是燃烧和呼吸所必需的，它在这些过程中被夺走了。可见梅猷的见解在那个时期可算是最先进的了。

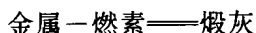
但是，以上这些关于燃烧的实验研究和新见解究竟还是很个别的。各种物体燃烧给人们的直观印象是好像某种东西从中逸出了，至于周围发生了什么变化（由于难以观察），一般人往往是意识不到的。这说明：感觉到的东西人们并不一定认识它，只有认识了的东西人们才能深刻地感觉它。

二、燃素学说

17 世纪末德国化学家贝歇尔和施塔尔被认为是共同创立燃素说的人。按照燃素说，火是由无数细小而活泼的微粒构成的物质实体，这种火的微粒既能同其他元素结合而形成化合物，也能以游离方式存在。大量游离的火微粒聚集在一起就形成明显的火焰，它弥散于大气之中给人以热的感觉。由这种火微粒构成的火的元素就是“燃素”。按照燃素说，燃素充塞于天地之间，流动于雷电风云之中，动植物、矿物中都含有它。油脂、蜡、木炭都是富含燃素的物质，所以燃烧起来非常猛烈，而且燃烧后只剩下极少的灰烬。石头、木灰、黄金不含燃素，所以不可能燃烧。燃素说解释燃烧现象时，认为一切与燃烧有关的化学变化都可归结为物体吸收燃素与释放燃素的过程，例如锻烧锌

和铅，燃素从中逸出，便生成了白色的锌灰和红色的铅灰，将锌灰或铅灰与木炭一起焙烧时，金属灰从木炭中吸收了燃素，金属便重生出来。

燃素的含义在一定范围内与波义耳的“火微粒”有些相象，但是他们之间对金属煅烧变化过程的解释却恰恰相反。按燃素说，可以按下式表示：



那么煤炭、蜡燃烧为什么一定需要空气呢？燃素说者认为，这些物质在加热时，燃素并不能自动分解出来，而须外加空气将其中燃素吸收出来，燃烧才能实现。

三、对燃素说的历史评价

在几乎整整一个世纪里，错误的燃素说统治着整个化学界。这种靠观察和臆测得来的关于燃烧现象的定性解释，被当成认识一切化学现象的万能理论，束缚了当时化学家们的头脑。人们用这一理论来指导自己的一切科研活动，把一切发现都理所当然地纳入燃素说所构成的理论框架之中。在气体化学时期，不少化学家，如卡文迪什、普里斯特利、舍勒等人研究成绩斐然，但是由于笃信燃素说而无法挣脱旧规范的禁锢，在本该有所发现的地方望而却步，失去发现新理论的机会。因此，一种错误的理论必然阻碍新科学理论的产生，束缚科学的发展。

燃素学说与真实的氧化还原过程比较，恰恰是对燃烧现象做了颠倒的解释，把化合过程描述成了分解过程。但是以历史唯物主义观点来看，在那个时代，为了使人们摆脱、结束炼金术思想的统治，使化学得到解放，燃素说在历史上起过积极作用。英国化学史家 J·R·柏廷顿说：“施塔尔的理论把大量事实