

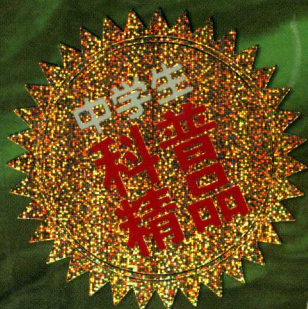
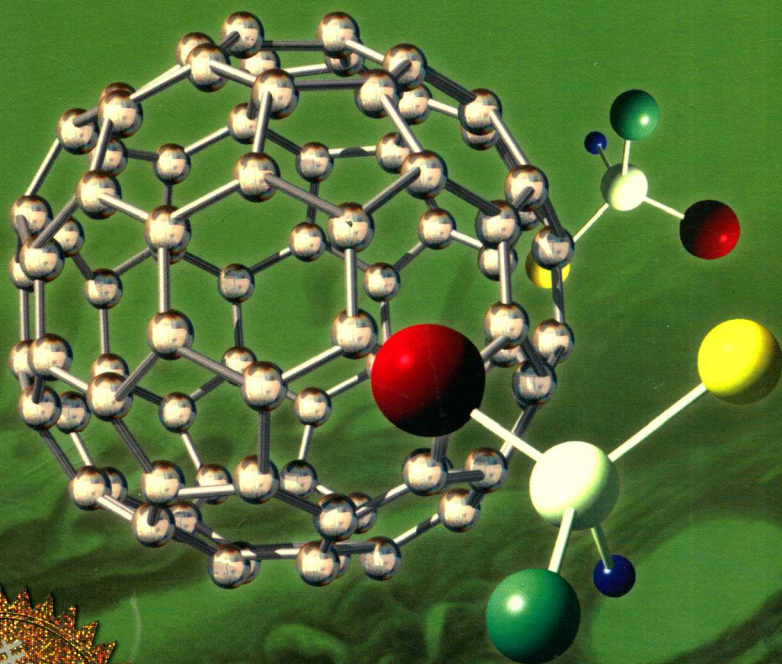
20世纪科学史丛书

20SHIJI KEXUESHI CONGSHU
ZAI KEXUE DE RUKOUCHU

在科学的入口处

30位化学家的贡献

袁振东 朱敬 主编



湖北长江出版集团



湖北少年儿童出版社
HUBEI CHILDREN'S PRESS

20世纪科学史丛书

在科学的入口处

30位化学家的贡献

主编：袁振东 朱 敬

顾问：周嘉华

编著：袁振东 朱 敬 张 澔 徐樱芳



江苏工业学院图书馆
藏书章

鄂新登字 04 号

图书在版编目(C I P)数据

30 位化学家的贡献 / 袁振东、朱敬主编. —武汉: 湖北少年儿童出版社, 2007. 12

(20 世纪科学史丛书: 在科学的入口处)

ISBN 978-7-5353-4021-4

I . 3... II . ①袁...②朱... III. 化学—青少年读物 IV. 06-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 201159 号

书 名	30 位化学家的贡献		
©	袁振东 朱敬 主编		
出版发行	湖北少年儿童出版社	业务电话	(027)87679199 (027)87679179
网 址	http://www.hbcp.com.cn	电子邮件	hbcp@vip.sina.com
承 印 厂	文字 603 厂		
经 销	新华书店湖北发行所		
印 数	1-8 000	印 张	10
印 次	2008 年 1 月第 1 版, 2008 年 1 月第 1 次印刷		
规 格	787 毫米×1092 毫米	开本	18 开
书 号	ISBN 978- 7-5353-4021-4	定价	14.80 元

本书如有印装质量问题 可向承印厂调换

前言

科学素质是公民素质的重要组成部分。根据有关调查,我国公民科学素质水平与发达国家相比差距甚大。公民科学素质建设是坚持走中国特色的自主创新道路,建设创新型国家的一项基础性社会工程,是政府引导实施、全民广泛参与的社会行动。根据党的十六大及十六届三中、四中、五中全会精神,依照《中华人民共和国科学技术普及法》和《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》(国发[2005]44号),国家制定了《全民科学素质行动规划纲要(2006—2010—2020)》。《科学素质纲要》提出了全民科学素质行动计划在“十一五”期间的主要目标、任务与措施和到2020年的阶段性目标。

化学是一门关系到国计民生的重要自然学科,是科学素质教育必不可少的内容。刚刚过去的20世纪是科学技术革命的世纪。科学技术在20世纪的迅速发展不仅为人类带来了巨大的物质财富和精神财富,也为21世纪科学技术的发展奠定了坚实的基础。化学作为自然科学中的一门重要学科,在20世纪也得到前所未有的大发展。在全民科学素质行动计划的实施中,20世纪化学的发展是青少年必须了解的重要内容。

化学在20世纪的发展是以19世纪的发展成果为基础的。在19世纪以前,化学还是以经验为主的描述性学科。进入19世纪后,道尔顿提出的原子论使许多化学现象和经验规律得到理论解释;阿伏伽德罗提出的分子假说又使原子论进化为科学的原子—分子论,这使化学有了坚实的理论基础。门捷列夫发现的元素周期律揭示了化学元素之间的内在联系,从而促进了无机化学和分析化学的迅速发展。此外,有机结构理论的提出使种类繁多的有机化合物呈现出一个有序的整体。有机合成从实验室研究发展到工业生产,不仅是第二次技术革命的组成部分,还充分展示了科学对生产力的能动作用。尤值一提的是,19世纪末的三大科学发现(X射线、放射性和电子)揭开了20世纪化学发展的序幕。

进入20世纪,伴随着物理学革命,科学家们逐渐揭开了原子的内部结构,并通过研究电子在分子、原子中的分布和运动规律,更深刻地认识到物质的各种性质及其化学变化的本质。随着原子结构理论的不断深入发展,化学家

们逐渐弄清了许多化学疑难问题,如化学元素周期律的本质、光谱的秘密、原子价概念的本质等。伴随着原子结构理论的发展,同位素理论、元素蜕变理论、化学键理论也相继被提出和完善。这一切革命性的发展使化学家头脑中的观念也发生了根本的改变。原子和分子的存在已经被实验证实,不再是人们头脑中的科学假设;而且,原子不再是不可分的、元素也不再是不可变的。

随着化学理论体系的逐渐成熟,以及新化学元素和事实的不断被发现,现代化学的各分支学科都得到长足的发展。在无机化学方面,随着科学家对元素周期律实质的阐明,人们不仅对自然界存在的元素有了更深刻、更系统的认识,还研制合成了一些自然界不存在的元素,从而扩展了无机化学的研究领域。化学键理论和量子化学的发展使化学家们对化学反应和电子运动的理解日渐深刻。X射线衍射法等一系列的新实验手段和方法使人们能观察到许多晶体或分子的内部结构。化学家可借助扫描隧道显微镜直接观察到原子在物质表面的排列状态。在有机化学方面,化学家借助现代研究手段和方法对各种有机化合物的组成、结构及反应机理有了更加深入的理解,并在新的理论的指导下取得了丰硕的成果。例如,关于天然有机化合物的研究,人们从简单的单糖、氨基酸、核苷酸等开始,逐渐深入到肽类、蛋白质、维生素、甾族激素、胰岛素等生物大分子,从而使人们对构成生物体的物质有了深入的认识,并促进了生物化学和生物学的发展。至于19世纪下半叶才兴起的物理化学,伴随着物理学的深入发展,该学科也逐渐分化为化学热力学、化学动力学、结构化学、量子化学、电化学、光化学等分支学科,并逐步完善。在分析化学方面,由于20世纪的工业生产和科学研究不断对分析化学提出新的要求,这使传统的化学分析方法越来越不能胜任。于是,一些建立在物理学最新成就和新的物理实验技术基础上的仪器分析方法逐渐兴起。至20世纪70年代,计算机技术的引入使分析化学步入计算机时代。传统的化学分析法和光学分析技术、电化学分析技术、色谱法、质谱法及化学计量学的搭配联用,使分析化学能够提供更全面、更准确的结构和成分的表征信息。现代分析化学可以满足工业生产和科学研究中不同种类和不同层次的需求,从常量到微量及微粒分析、从组成到形态的分析、从总体到微区的分析、从破坏试样到无损试样

的分析等。

事实上,科学技术是由各门学科构成的一个系统,其各组成部分的发展不是各自孤立的,而是相互联系。在20世纪,化学与物理学、生物学、地学、天文学等的相互渗透和相互促进,导致了許多交叉学科和边缘学科的产生。例如,计算化学、化学物理、宇宙化学、地球化学、海洋化学、药物化学、食品化学、环境化学等等。这使化学的学科体系和研究前沿都得到丰富和扩展。

由于化学与生产生活密切相关,世界各国均很重视本国化学和化工事业的发展。在20世纪内,化工产品为人类社会提供了极大的物质享受,例如,高分子合成材料工业所生产的塑料、合成纤维、合成橡胶等在人们的经济生活中可以说是无处不在;药物化学工业所提供的各种医药不仅保证了人类的健康,而且延长了人类的平均寿命。此外,对于材料工业、原子能工业、电子工业、生物工程及宇航事业等而言,化学研究是必须的基础研究和应用研究。然而,科学技术是一把双刃剑,它虽然提供了无尽的有用产品,却也给自然环境带来前所未有的破坏。人类和其他生物赖以生存的大气、水、土壤等都受到了严重污染。至20世纪末,尽管研究环境化学的专家解决了许多化学污染问题,但随着化学工业的迅速发展,环境问题依然非常严峻。特别是,不少发展中国家为了发展经济常常以牺牲环境为代价来发展化学工业,致使环境问题日趋严重。因此,进入21世纪,环境化学问题仍然是重要的研究课题。

总之,化学在20世纪的大发展解决了许多化学问题,同时,化学家们在研究的过程中又发现了比以往更多的研究课题,这就为化学在21世纪的发展奠定了坚实的基础。

袁振东

2006年12月

目录

揭开 20 世纪化学发展序幕的三大科学发现

1

原子和分子:从假说到客观实在

7

原子结构理论的演进

12

同位素化学:对元素的新认识

18

X 射线结构分析的诞生和发展

23

色谱法的创立与发展

28

阿斯顿与质谱分析

33

海洛夫斯基与极谱分析

38

“洞穿一切”的核磁共振技术

43

热力学三定律和不可逆过程的热力学

48

目 录

分子反应动力学的进展

53

量子化学与鲍林

58

化学键理论

63

李远哲:获得诺贝尔化学奖的首位华裔科学家

68

神奇的催化剂

73

合成氨:从实验室研究到工业化生产

77

化学武器:化学的悲哀

82

伍德沃德与天然有机化合物的合成

90

高分子时代的到来

96

高分子材料的研制与产业功能

102

保护臭氧层

108

“球星”闪耀： C_{60} 的发现及其意义

114

化学与能源

121

酶与对发酵本质的认识

127

蛋白质的结构与蛋白质的合成

133

解开 DNA 的遗传之谜

139

新陈代谢和能量传递的奥秘

145

生命起源的化学探索

151

侯德榜与中国化学工业

157

中国化学会的成立及其意义

163

揭开 20 世纪化学发展序幕的三大科学发现

20 世纪是科学技术革命的世纪。作为自然科学中的一门重要学科,化学在 20 世纪取得了迅猛的发展。从化学的发展历史看,化学的发展常常受到物理学等相关学科的影响。19 世纪末 X 射线、放射性和电子的发现对化学在 20 世纪的发展有着深远的影响。可以说,这三大科学发现揭开了 20 世纪化学发展的序幕。

X 射线是德国物理学家伦琴发现的。

知识链接

伦琴 1845 年 3 月 27 日生于莱因兰州的伦内普镇。1865 年进入苏黎世联邦工业大学机械工程系, 1868 年毕业。1869 年获苏黎世大学博士学位, 并担任了声学家 A · 孔脱的助手; 1870 年随孔脱返回德国, 并先后到维尔茨堡大学及斯特拉斯堡大学工作。1894 年任维尔茨堡大学校长。1900 年任慕尼黑大学物理学教授和物理研究所主任。1901 年, 诺贝尔奖第一次颁发, 伦琴因发现 X 射线而获得了该年的物理学奖。1923 年 2 月 10 日因患癌症在慕尼黑逝世。

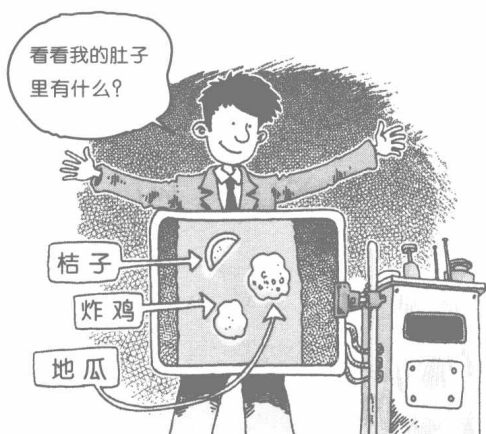
伦琴是在研究阴极射线时发现 X 射线的。早在 19 世纪 30 年代末,法拉第就发现了真空中发生辉光的现象。随着真空技术的发展,物理学家进一步发现,真空管内的金属电极在通电时其阴极会发出一种肉眼看不见的射线。1876 年,德国物理学家戈尔茨坦把这种射线命名为阴极射线。当时,许





伦琴早期拍
摄的X射线
照片

多科学家都热衷于研究阴极射线，伦琴就是其中的一个。1895年11月8日(星期五)下午，伦琴将一支放电管用黑纸严严实实地裹起来，并把房间弄黑，接通感应圈，使高压放电通过放电管。黑纸没有漏光，一切正常。他截断电流，准备做每天做的实验。可是一转眼，眼前似乎闪过一丝绿色荧光，再一眨眼，却又是一团漆黑了。刚才放电管是用黑纸包着的，荧光屏也没有竖起，怎么会现出荧光呢？原来离工作台近一米远的地方立着一个亚铂氰化钡小屏，荧光是从这里发出的。但是阴极射线绝不能穿过数厘米以上的空气，怎么能使这面在将近一米外的荧光屏闪光呢？莫非是一种未发现的新射线吗？他兴奋地托起荧光屏，一前一后地挪动位置，可是那一丝绿光总不会逝去。看来这种新射线的穿透能力极强，与距离没有多大关系。那么除了空气外它能不能穿透其他物质呢？伦琴抽出一张扑克牌，挡住射线，荧光屏上照样出现亮光。他又换了一本书，荧光屏虽不像刚才那样亮，但照样发光。他又换了一张薄铝片，效果和本厚书一样。他再换一张薄铅片，却没有了亮光。铅竟能截断射线！伦琴兴奋极了，他肯定这是一种新射线，并暂时称它为“X射线”。这个名字一直延续至今。后来，经过其他科学家一系列的研究，发现X射线是一种比光波波长更短的电磁波。



X射线的发现不仅刺激了量子物理学的发展，转变了物理观念，而且引发了放射性等一系列新发现，新发现又激励人们不断进行理论探索，并导致了一些新学科的建立。随着科学技术的不断发展，X射线被应用于越来越多的领域，例如无损探测，天文学研究，考古学研究以及医学诊断和治疗。



知识链接

伦琴发现X射线后,大家建议将它取名为“伦琴射线”,但谦虚的伦琴不愿以自己的名字命名这射线,他认为以不可知的“X”来命名更恰当些。但后来的人们还是把X射线称为“伦琴射线”。

放射性的发现及其影响

放射性是法国物理学家贝克勒尔发现的。

1896年初,法国著名数学物理学家彭加勒,收到伦琴发现X射线的通信后,在法国科学院1896年1月20日的例会上向与会者报告了这件事。贝克勒尔正好在场,他问彭加勒,这种射线是怎样产生的?彭加勒回答说,似乎是从真空管阴极对面发荧光的地方产生的,可能跟荧光属于同一机理。彭加勒还建议贝克勒尔试试荧光会不会伴随有X射



法国数学物理学家彭加勒

线。于是,第二天贝克勒尔就在自己的实验室里开始试验荧光物质会不会辐射出一种看不见却能穿透厚纸使底片感光的射线。经过多次实验,他发

现铀盐具有预期效果。贝克勒尔用两张厚黑纸把感光底片严实地包起来,以防止底片在阳光下感光。然后,他把铀盐放在黑纸包好的底片上,让太阳晒了几小时。结果,底片显示了黑影。为了证实是射线在起作用,他特意在黑纸包和铀盐间夹了一层玻璃,再放到太阳下晒。如果是由于某种化学作用或热效应,隔一层玻璃就应该排除,可是仍然出现了黑影。于是他肯定了彭加勒的假定,在法国科学院的例会上报告了实验结果。



法国物理学家贝克勒尔

在科学的入口处



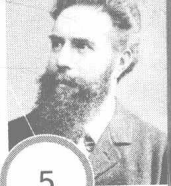
几天后,贝克勒尔想进一步探讨这种新现象,巴黎却连日天阴,无法晒太阳,他只好把所有器材包括包好的底片和铀盐都放在同一抽屉里。出于职业上的某种灵感,他突然想看看没有经过太阳光照晒的底片会不会也有变黑的现象。

于是,他把底片洗了出来。结果使他很吃惊,底片竟然有明显的黑影。贝克勒尔很快就领悟到,这种射线跟荧光不一样,不需要外来光激发。他继续试验,终于确证这是铀元素自身发出的一种射线。他把这种射线称为铀辐射。铀辐射不同于X射线,两者虽然都有很强的穿透力,但产生的机理不同。同年5月18日,他在法国科学院报告说:铀辐射乃是原子自身的一种作用,只要有铀这种元素存在,就不断有这种辐射产生。

知识链接

贝克勒尔发现铀辐射后,法国女科学家居里夫人意识到贝克勒尔新发现的重要性,并以《放射性物质的研究》为博士论文题目。“放射性”一词就是她首先使用的。她发现钍像铀一样具有放射性。1898年7月和12月,她先后发现了放射性元素钋和镭。

放射性的发现为核物理学和核化学的诞生准备了第一块基石。除了其医疗价值和应用于工业检测以外,由此很快就导致了 α 射线、 β 射线、 γ 射线的发现。通过对射线的研究促进了基本电荷的发现,在放射性的研究中建立了原子嬗变规律、发现了同位素。射线散射的研究导致了原子核的发现,奠定了原子结构理论的基础。核物理和核化学的发展给人类社会带来了极大的影响。原子弹的发明和核电站的建立就是其中最大的两件事。



电子的发现及其影响

电子是英国物理学家 J·J·汤姆逊发现的。

与 X 射线的发现一样，电子的发现也是和阴极射线的实验研究联系在一起的。在 19 世纪后 30 年中，许多物理学家都想弄清阴极射线的本质。1897 年，汤姆逊用实验证明了，阴极射线在电场和磁场作用下均可发生偏



转，其偏转方式与带负电粒子相同。于是，汤姆逊根据实验提出三个假设，但汤姆逊的假设受到了怀疑，没有人相信它。

知识链接

汤姆逊提出的三个假设是：一是阴极射线是带电的粒子流（他称它们为微粒）；二是这些微粒是原子的构成要素；三是这些微粒是原子的唯一构成要素。其中第二个和第三个假设引起的争议最多。当然，第三个假设后来被证明是错误的。

1898 年，汤姆逊进一步证明了该粒子流所带电量与氢离子相等，而其质量大约只有氢离子的 $1/1836$ 。后来，这些被汤姆逊命名为“微粒”的粒子又改名为“电子”，意即它是电荷的最小单位。汤姆逊又研究了许多新发现的现象，证明了电子存在的普遍性。他认为阴极射线的微粒要比普通分子原子小得多，是原子的组成部分。

总之，对阴极射线的研究引发了 X 射线的发现，

英国物理学家 J·J·汤姆逊





而 X 射线的发现又引发了放射性的发现。放射性的研究使科学家预感到原子是有结构的,而电子的发现标志着原子的大门已被打开。比起前两件来,电子的发现具有更伟大的意义,因为这一发现使人们认识到自然界还有比原子

更小的实物。原子不可分的传统观念终于被打破。从此,化学研究也逐渐深入到原子内部,人们开始研究原子的结构,企图解释元素的周期性和不同元素的化学特性。



原子和分子:从假说到客观实在



古希腊哲学家赫拉克利特

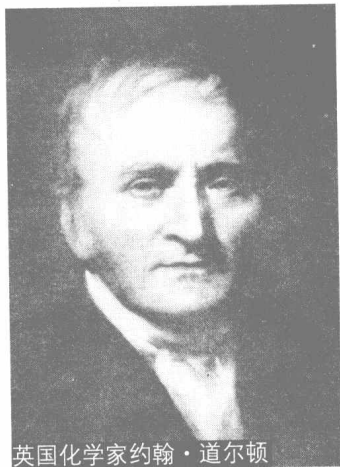
在科学技术迅猛发展的今天,原子和分子已经成为非常普及的词汇。虽然人们难以用肉眼直接观察到原子和分子,但没有人怀疑它们的存在。然而,最初提出原子和分子概念的学者并没有亲眼看到过这些微粒,原子和分子只是他们为了解释物质的结构

而提出的假说或臆测。这就使他们的反对派有理由怀疑原子和分子存在的真实性。经过漫长的岁月,直到20世纪初,由于爱因斯坦等科学家的实验研究和理论解释,原子和分子才从假说变为现实。

朴素的原子论思想

早在古希腊时期,哲学家就开始探讨物质的本原问题,并先后出现了许多有关世界本原的假说。泰勒斯认为水是万物之源,阿拉克西米尼则认为气是万物之源,而赫拉克利特却认为火才是万物之源。恩培多克勒综合了各种观点,提出了“四元素说”,即万物的本原是水、火、气、土四种元素。

以上假说均是把自然界中可直接观察到的实物看作万物的本原。与上述特点不同的是,留基伯和其学生德莫克利特不再把可观察到的实物作为万物的本原。他们假定一个虚空的存在,认为万物都是由原子组成的。这些“原子”有形状、大小,但颜色、味道和气味不是“原子”所固有的。后来,伊壁鸠鲁也赞同这个古代原子论,并肯定地认为“原子”有重量。由于古代原子论仅仅是思辨中的臆测,没有充分的事实



英国化学家约翰·道尔顿

根据,所以并不为人们广泛接受。直至 19 世纪,古希腊的朴素的原子论思想才获得了新生。

原子—分子论

1808 年,英国化学家约翰·道尔顿在前人的基础上提出了自己的原子论。

知识链接

约翰·道尔顿的原子论要点主要有三点:一、所有物质都不能无限分割,都要达到一个最后的极限,这个极限的微粒,依照自古以来的说法,就叫原子。二、原子的种类很多。同一元素的原子,性质完全相同,质量相等;不同元素的原子,性质不同,特别是质量不同。三、化合物是由其组成元素的原子聚集而成的“复杂原子”,在构成一种化合物时,其成分元素的原子数目保持一定,而且保持着最简单的整数。



道尔顿的原子论不仅成功地解释了许多化学现象和化学计算定律,还进一步揭示了它们的内在联系,使古代朴素的原子论思想进化为科学的原子论。但是,原子论的意义并没有立即被广大化学家所理解,其传播过程很不顺利。

道尔顿的原子论提出后不久,意大利科学家阿伏伽德罗又提出分子假说。分子假说成功地解决了原子论不能解决和不能解释的问题,使原子论进化为原子—分子论。

然而,虽然原子—分子论能很好地解释许多化学、物理现象,但由于观察条件的限制,当时的许多科学家仍然怀疑原子和分子的真实性的。例如,发现苯分子环状结构的化学家凯库勒声称:“原



意大利科学家阿伏伽德罗