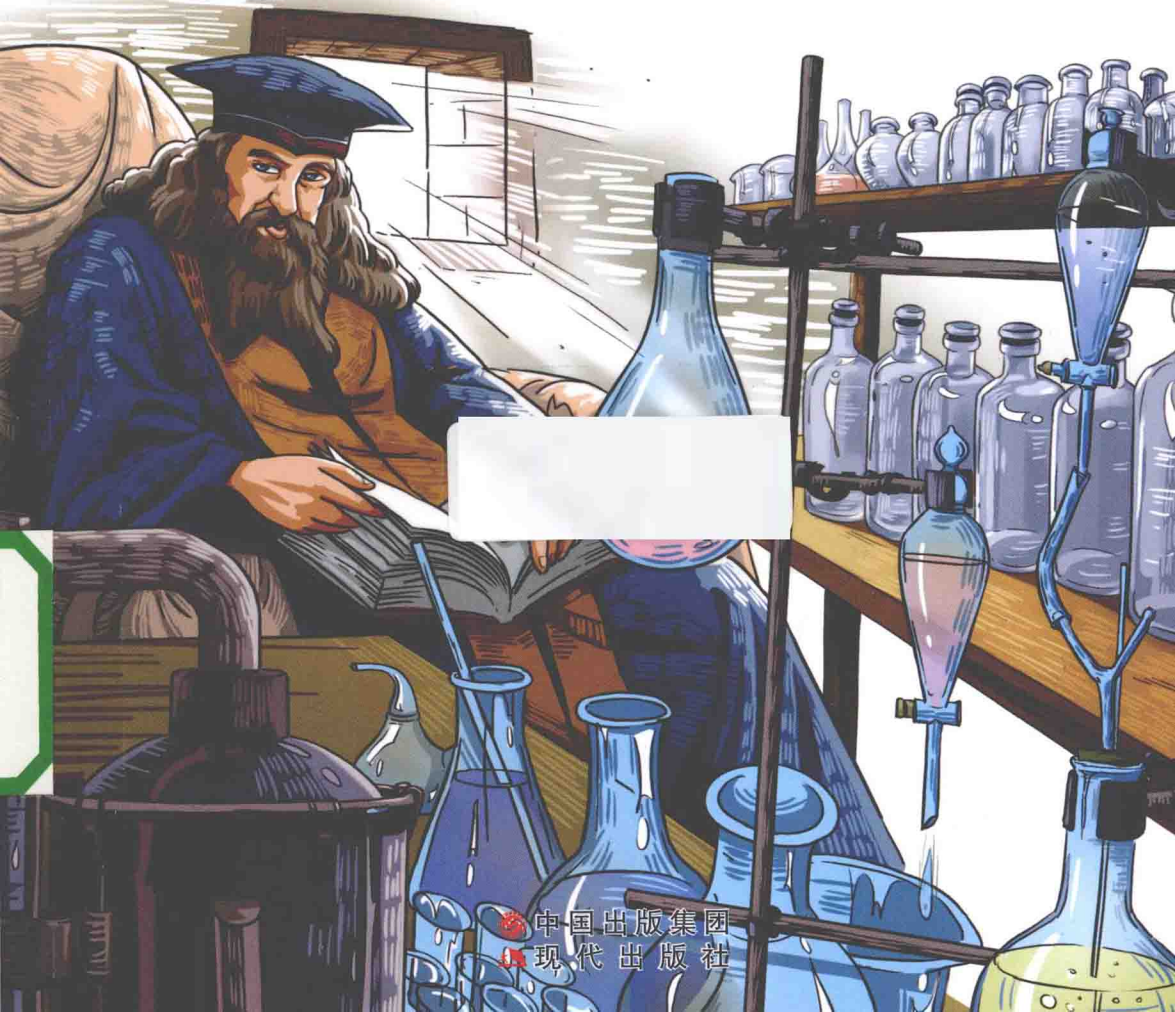




科技探索·第一视野 王建◎编著

化学中的 奥秘

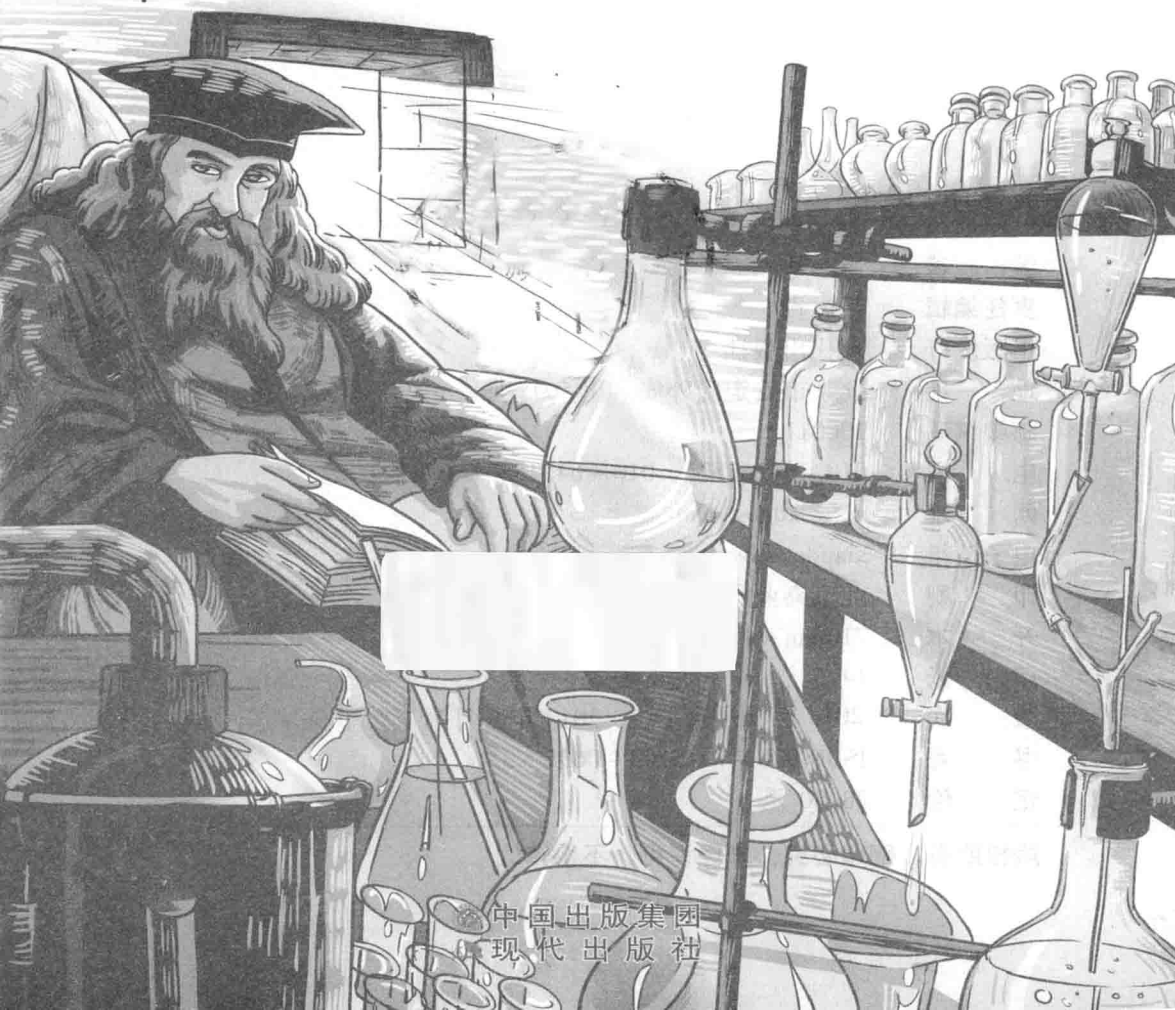


中国出版集团
现代出版社



科技探索·第一视野 王建 编著

化学中的 奥秘



中国出版集团
现代出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

化学中的奥秘 / 王建编著. — 北京: 现代出版社, 2012. 9

(科技探索·第一视野)

ISBN 978 - 7 - 5143 - 0697 - 2

I. ①化… II. ①王… III. ①化学 - 青年读物②化学 - 少年读物 IV. ①O6 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 170044 号

化学中的奥秘

编 著	王 建
责任编辑	吕志贵
出版发行	现代出版社
地 址	北京市安定门外安华里 504 号
邮政编码	100011
电 话	010 - 64267325 010 - 64245264 (兼传真)
网 址	www. xdcbs. com
电子信箱	xiandai@ cnpite. com. cn
印 刷	北京嘉业印刷厂
开 本	710mm × 1000mm 1/16
印 张	14. 5
版 次	2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978 - 7 - 5143 - 0697 - 2
定 价	28. 80 元

版权所有, 翻印必究; 未经许可, 不得转载

前言 PREFACE

化学中的奥秘

化学是重要的基础科学之一，在与物理学、生物学、地理学、天文学等学科的相互渗透中，得到了迅速的发展，也推动了其他学科和技术的发展。例如，核酸化学的研究成果使今天的生物学从细胞水平提高到分子水平，建立了分子生物学；对各种星体的化学成分的分析，得出了元素分布的规律，发现了星际空间有简单化合物的存在，为天体演化和现代宇宙学提供了实验数据，还丰富了自然辩证法的内容。

1773 年，拉瓦锡提出了质量守恒定律，并以氧化还原反应解释燃烧现象，推翻了盛行于中世纪的燃素说，才开启了现代化学之路，他因此被尊崇为“化学之父”。

后来门捷列夫建立了元素周期表令化学视界更臻完备。1901 年，化学家诺贝尔以其遗产成立了诺贝尔奖表扬对科学、对人类有巨大贡献者。

在 19 世纪，物理化学的诞生，把化学从理论上提高到一个新的水平，而电子、X 射线和放射性的发现为化学在 20 世纪的重大进展创造了条件。

20 世纪的化学是一门建立在实验基础上的科学，实验与理论一直是化学研究中相互依赖、彼此促进的两个方面。

由于受到自然科学其他学科发展的影响，并广泛地应用了当代科学的理论、技术和方法，化学在认识物质的组成、结构、合成和测试等方面都有了长足的进展，而且在理论方面取得了许多重要成果。在无机化学、分析化学、有机化学和物理化学四大分支学科的基础上产生了新的化学分支学科。近代物理的理论和技术、数学方法及计算机技术在化学中的应用，对现代化学的发展起了很大的推动作用。

20 世纪以来，化学发展的趋势可以归纳为：由宏观向微观、由定性向定量、由稳定态向亚稳定态发展，由经验逐渐上升到理论，再用于指导设计和开创新的研究。一方面，为生产和技术部门提供尽可能多的新物质、新材料；另一方面，在与其他自然科学相互渗透的进程中不断产生新学科，并向探索生命科学和宇宙起源的方向发展。

本书介绍了和化学有关的一些基本知识，如元素、元素周期表、原子结构、化合物、常见的酸类和碱类，以及化学与人类生活的密切联系，等等。读者可以通过阅读本书，从而对化学有基本的了解，从而培养对化学的兴趣，并且学以致用。这也是编者编辑此书的目的。

CONTENTS

目录

化学中的奥秘

HUAXUE ZHONG DE AOMI

化学概述

化学的进程 2

化学的萌芽 3

化学的中兴 4

化学的作用 9

化学的学科分类 10

化学基本知识

元素 12

元素周期表 17

原子结构 22

分子 35

常见的化学名称 37

物理性质与化学性质 40

单质、化合物和混合物 42

化学元素概述

氧 46

氢 54

氮 60

碳 63

硫 69

磷 72

氯 76

铁 78

镁 82

其他金属 89

惰性气体 102

化合物概述

氧与氢的化合物 108

氧与氮的化合物 115

氧与碳的化合物 122

氧与硫的化合物 129

氧与磷的化合物 133

氢与氮的化合物 135

氢与碳的化合物 139

氢与硫的化合物 143

氢与磷的化合物 144

常见的酸类和碱类

硝酸 (HNO_3) 146

硫酸 (H_2SO_4) 151

盐酸 (HCl) 156

碳酸 (H_2CO_3) 157

氢氧化钠 (NaOH) 159

氢氧化钙 [$\text{Ca}(\text{OH})_2$] 161

化学与生活

化学知识窗 164

千分位误差引出的重大发现 175

食物中的化学 188

奇妙的水果 “味” 190

生活中的化学 192

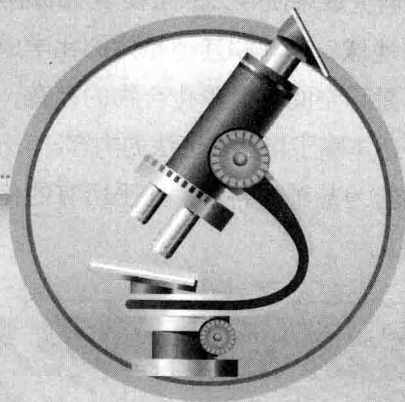
神奇的化学现象 216

化学中的奥秘

化学概述

◀ HUA XUE ZHONG DE AOMI ▶

当今，化学日益渗透到生活的各个方面，特别是与人类社会发展密切相关的重大问题。总之，化学与人类的衣、食、住、行以及能源、信息、材料、国防、环境保护、医药卫生、资源利用等方面都有密切的联系，它是一门社会迫切需要的实用学科。本章为化学概述，具体介绍其进程、萌芽、中兴、作用及学科分类等方面的内容。





化学的进程

化学是建立在原子、分子的基础之上,对物质的组成、结构、性质、变化、制备和应用等方面进行研究的自然科学,它对我们认识和利用物质具有重要的作用。世界是由物质组成的,而化学是人们用来认识和改造物质世界的主要方法和手段之一,它具有悠久的历史 and 永远不会消退的活力。化学与人类文明的进步有着密切的关系,它的每一次重大发展都给人类的生活带来极大的影响。

从最早开始用火的原始社会,到使用各种人造物质的现代社会,人类的生活都没有离开过化学。人类的生活能够不断提高和改善,化学的作用不可轻视。

化学是重要的基础学科之一,在与物理学、生物学、自然地理学、天文学等学科的相互渗透中,得到了迅速的发展,也推动了其他学科和技术的发展。例如,核酸化学的研究成果使今天的生物学从细胞水平提高到分子水平,建立了分子生物学;对地球、月球和其他星体的化学成分的分析,得出了元素分布的规律,发现了星际空间有简单化合物的存在,为天体演化和现代宇宙学提供了实验数据,还丰富了自然辩证法的内容。

化学还是一门以实验为基础的科学。几乎所有的化学成果都是科学家从化学实验中总结出来的。

知识小链接

生物学

生物学是自然科学的一个门类。它是研究生物的结构、功能、发生和发展的规律,以及生物与周围环境的关系等的科学。生物学源自博物学,经历了实验生物学、分子生物学而进入了系统生物学时期。



化学的萌芽

原始社会时期，人类为了求得生存，在与自然进行各种抗争时，发现和利用了火。燃烧就是一种化学现象，人类由此从野蛮时期进入文明时期，同时开始了用化学方法认识和改造天然物质。掌握了火以后，人类开始食用熟食。在使用火的同时，人类陆续发现了一些物质的变化，如发现在翠绿色的孔雀石等铜矿石上面燃烧炭火，会有红色的铜生成。这样，人类在逐步了解和利用这些物质的变化的过程中，逐步学会了制陶器、冶炼，后来又懂得了酿造、染色等。这些由天然物质加工改造而成的制品，成为古代文明的标志。在这些生产生活的实践上萌发了古代化学知识。

古人曾根据物质的某些性质对物质进行分类，并企图追溯其本源及其变化规律。在古代，中国提出了阴阳五行之说，认为万物是由金、木、水、火、土五种基本物质组合而成的，而五行则是由阴、阳二气相互作用而成的。这种说法是朴素的唯物主义自然观，用“阴阳”这个概念来解释自然界两种对立和相互消长的物质势力，认为二者的相互作用是一切自然现象变化的根源。



拓展阅读

孔雀石的由来及其产地

孔雀石是一种古老的玉料。孔雀石的英文名称为 Malachite，来源于希腊语 Mallache，意思是“绿色”。中国古代称孔雀石为“绿青”、“石绿”或“青琅玕”。孔雀石由于颜色酷似孔雀羽毛上斑点的绿色而获得如此美丽的名字。孔雀石产于铜的硫化物矿床氧化带，常与其他含铜矿物共生（蓝铜矿、辉铜矿、赤铜矿、自然铜等）。世界著名的孔雀石产地有赞比亚、澳大利亚、纳米比亚、俄罗斯、扎伊尔、美国等地区。



这种说法也是中国古代炼丹术的理论基础之一。

公元前4世纪，希腊也提出了与五行学说类似的火、风、土、水四元素说和古代原子论。这些朴素的元素思想，即为物质结构及其变化理论的萌芽。后来中国古代出现了炼丹术，到了秦汉时期，炼丹术已经十分流行。大概在公元7世纪传到阿拉伯国家，与古希腊哲学相融合而形成阿拉伯炼丹术，阿拉伯炼金术于中世纪传入欧洲，形成欧洲炼金术，后来逐步演进为近代的化学。

炼丹术的思想是深信物质能转化，试图在炼丹炉中人工合成金银或修炼长生不老之药。他们有目的地将各类物质搭配烧炼，进行实验。为此涉及了研究物质变化用的各类器皿，如升华器、蒸馏器、研钵等，也创造了各种实验方法，如研磨、混合、溶解、洁净、灼烧、熔融、升华、密封等。

同时，他们进一步分类研究了各种物质的性质，特别是相互反应的性能，这些都为近代化学的产生奠定了基础。许多器具和方法经过改进后，仍然在今天的化学实验中沿用。炼丹家在实验过程中发明了火药，发现了若干元素，制成了某些合金，还制出和提纯了许多化合物，这些非凡的成果直到今天还被我们利用着。

化学的中兴

16世纪初，欧洲工业开始兴起，推动了医药化学和冶金化学的创立和发展，使炼金术转向生活和实际应用，继而更加注意物质化学变化本身的研究。在元素的科学概念建立后，通过对燃烧现象的精密实验研究，建立了科学的氧化理论和质量守恒定律，随后又建立了定比定律、倍比定律和化合量定律，为化学的进一步发展奠定了基础。

进入19世纪，建立了近代原子理论。它突出强调了各种元素的原子的质



量为其最基本的特征，其中量的概念的引入，是与古代原子论的一个主要区别。近代原子论使当时的化学知识和理论得到了合理的解释，成为说明化学现象的统一理论。提出了分子假说，建立了原子分子学说，为物质结构的研究奠定了基础。门捷列夫发现元素周期律后，不仅初步形成了无机化学的体系，并且与原子分子学说一起形成化学理论体系。

知识小链接

有机化学

有机化学，又称为碳化合物的化学，是研究有机化合物的结构、性质、制备的学科，是化学中极重要的一个分支。含碳化合物被称为有机化合物是因为以往的化学家认为含碳物质一定要由生物（有机体）才能制造；然而，在1828年，德国化学家弗里德里希·维勒，在实验室中成功合成尿素（一种生物分子），自此以后有机化学便脱离传统所定义的范围，扩大为含碳物质的化学。

通过对矿物的分析，发现了许多新元素，加上对原子分子学说的实验验证，经典性的化学分析方法也有了自己的体系。草酸和尿素的合成、原子价概念的产生、苯的六环结构和碳价键四面体等学说的创立、酒石酸拆分成旋光异构体以及分子的不对称性等的发现，使有机化学结构理论得以确立，使人们对分子本质的认识更加深入，并奠定了有机化学的基础。19世纪下半叶，热力学等物理学理论引入化学之后，不仅澄清了化学平衡和反应速率的概念，而且可以定量地判断化学反应中物质转化的方向和条件。之后相继建立了溶液理论、电离理论、电化学和化学动力学的理论基础。物理化学的诞生，使得化学从理论上提升到了一个较高的水平。

20世纪的化学是一门建立在实验基础的科学，实验与理论一直是化学研究中相互依赖、彼此促进的两个方面。进入20世纪以后，由于受到自然科学其他学科发展的影响，并广泛地应用了当代科学的理论、技术和方法，化学在认识物质的组成、结构、合成和测试等方面都有了较大的发展，而且在理论方面取得了许多重要的成果。在无机化学、分析化学、有机化学和物理化



学这个重要分支学科基础上产生了新的化学分支学科。

近代物理的理论和技術、数学方法及计算机技术在化学中的应用,对现代化学的发展起了很大的推动作用。19 世纪末,电子、X 射线和放射性的发现为化学在 20 世纪的重大进展创造了条件。

在结构化学方面,由于电子的发现开始并确立的现代的有核原子模型,不仅丰富和深化了对元素周期表的认识,而且发展了分子理论。应用量子力学研究分子结构,产生了量子化学。

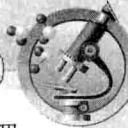
从氢分子结构的研究开始,逐步揭示了化学键的本质,先后创立了价键理论、分子轨道理论和配位场理论。化学反应理论也随着深入到微观境界。应用 X 射线作为研究物质结构的新分析手段,可以洞察物质的晶体化学结构。测定化学立体结构的衍射方法,有 X 射线衍射、电子衍射和中子衍射等方法。其中以 X 射线衍射法的应用所积累的精密分子立体结构信息最多。

研究物质结构的谱学方法也由可见光谱、紫外光谱、红外光谱扩展到核磁共振谱、电子自选共振谱、光电子能谱、射线共振光谱、穆斯堡尔谱等,与计算机联用后,积累大量物质结构与性能相关的资料,正由经验向理论发展。电子显微镜放大倍数不断提高,人们可以直接观察分子的结构。

经典的元素学说由于放射性的发现而产生深刻的变革。从放射性衰变理论的创立、同位素的发现到人工核反应和核裂变的实现、氘的发现、中子和正电子及其他基本粒子的发现,不仅使人类的认识深入到亚原子层次,而且创立了相应的实验方法和理论;不仅实现了古代炼丹家转变元素的思想,而且改变了人的宇宙观。

作为 20 世纪的时代标志,人类开始掌握和使用核能。放射化学和核化学等分支学科相继产生,并迅速发展;同位素地质学、同位素宇宙化学等交叉学科接踵诞生。元素周期表扩充了,已有 109 号元素,并且正在探索超重元素以验证元素“稳定岛假说”。与现代宇宙学相依存的元素起源学说和与演化学说密切相关的核素年龄测定等工作,都在不断补充和更新元素的观念。

在化学反应理论方面,由于对分子结构和化学键的认识的提高,经典的、



统计的反应理论也进一步深化,在过渡态理论建立后,逐渐向微观的反应理论发展,用分子轨道理论研究微观的反应机理,并逐渐建立了分子轨道对称守恒定律和前线轨道理论。分子束、激光和等离子技术的应用,使得对不稳定化学物种的检测和研究成为现实,从而化学动力学已有可能从经典的、统计的宏观动力学深入到单个分子或原子水平的微观反应动力学。

基本 小知识



化学键

化学键 (chemical bond) 是指分子内或晶体内相邻两个或多个原子 (或离子) 间强烈的相互作用力的统称。中学教材中的定义: 使离子相结合或原子相结合的作用力通称为化学键。

计算机技术的发展,使得分子、电子结构和化学反应的量子化学计算、化学统计、化学模式识别,以及大规模数据技术的处理和综合等方面,都得到较大的进展,有的已经逐步进入化学教育之中。关于催化作用的研究,已提出了各种模型和理论,从无机催化进入有机催化,开始从分子微观结构和尺寸的角度核生物物理有机化学的角度,来研究酶类的作用和酶类的结构与其功能的关系。

分析方法和手段是化学研究的基本方法和手段。一方面,经典的成分和组成分析方法仍在不断改进,分析灵敏度从常量发展到微量、超微量、痕量;另一方面,发展出许多新的分析方法,可深入到进行结构分析,构象测定,同位素测定,各种活泼中间体如自由基、离子基、卡宾、氮宾、卡拜等的直接测定,以及对短寿命亚稳态分子的检测等。分离技术也不断革新,如离子交换、膜技术及色谱法等。

合成各种物质,是化学研究的目的之一。在无机合成方面,首先合成的是氨。氨的合成不仅开创了无机合成工业,而且带动了催化化学,发展了化学热力学和反应动力学。后来相继合成的有红宝石、人造水晶、硼氢化合物、金刚石、半导体和超导材料等配位化合物。



在电子技术、核工业、航天技术等现代工业技术的推动下,各种超纯物质、新型化合物和特殊需要的材料的生产技术都得到了较大的发展。稀有气体化合物的合成成功又向化学家提出了新的挑战,需要对零族元素的化学性质重新加以研究。无机化学在与有机化学、生物化学、物理化学等学科相互渗透中,产生了有机金属化学、生物无机化学、无机固体化学等新兴学科。

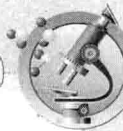
酚醛树脂的合成,开辟了高分子科学领域。20世纪30年代聚酰胺纤维的合成,使高分子的理论得到广泛的认可。后来,高分子的合成、结构和性能研究、应用三方面保持互相配合和促进,使高分子化学得以迅速发展。

各种高分子材料合成和应用,为现代工农业、交通运输、医疗卫生、军事技术以及人们衣食住行各方面,提供了多种性能优异而成本较低的重要材料,成为现代物质文明的重要标志。高分子工业成为化学工业的重要支柱。

20世纪是有机合成的黄金时代。化学的分离手段和结构分析方法已经有了很大的发展,许多天然有机化合物的结构问题纷纷获得圆满解决,还发现了许多新的重要的有机反应和专一性有机试剂,在此基础上,精细有机合成,特别是在不对称合成方面取得了很大进展。

一方面,合成了各种有特种结构和特种性能的有机化合物;另一方面,合成了从不稳定的自由基到有生物活性的蛋白质、核酸等生命基础物质。有机化学家还合成了有复杂结构的天然有机化合物和有特效的药物。这些成就对促进科学的发展起到了巨大的作用;为合成有高度生物活性的物质,并与其他学科协同解决有生命物质的合成问题及解决前生命物质的化学问题等,提供了有利的条件。

20世纪以来,化学发展的趋势可以归纳为:由宏观向微观、由定性向定量、由稳定态向亚稳定态发展,由经验逐渐上升到理论,再用于指导设计和开创新的研究。一方面,为生产和技术部门提供尽可能多的新物质、新材料;另一方面,在与其他自然科学相互渗透的进程中不断产生新学科,并向探索生命科学和宇宙起源的方向发展。



化学的作用

化学与人类的吃穿住行以及能源、信息、环境保护、医药卫生、资源利用等方面都有十分密切的联系，它在社会中的作用是不可忽视的。

(1) 化学不仅保证了我们的生存，还让我们的生活质量得到了很大的提高。如利用化学生产化肥和农药，以增加粮食产量；利用化学合成药物，以抑制细菌和病毒，保障人体健康；利用化学开发新能源、新材料，以改善人类的生存条件；利用化学综合应用自然资源和保护环境，以使人类生活得更加美好。

(2) 化学是一门实用学科，它与数学、物理等学科成为自然科学迅速发展的基础。

(3) 化学与其他学科相互渗透，从而产生了很多边缘学科，如生物化学、地球化学、宇宙化学、海洋化学及大气化学等，使得生物、电子、航天、激光、地质、海洋等科学技术迅猛发展。



拓展阅读

细菌的种类

细菌主要由细胞膜、细胞质、核质体等部分构成，有的细菌还有荚膜、鞭毛、菌毛等特殊结构。绝大多数细菌的直径大小在 $0.5 \sim 5 \mu\text{m}$ 之间。并可根据形状分为三类，即：球菌、杆菌和螺形菌（包括弧菌、螺菌、螺杆菌）。按细菌的生活方式来分类，分为两大类：自养菌和异养菌，其中异养菌包括腐生菌和寄生菌。按细菌对氧气的需求来分类，可分为需氧和厌氧细菌。按细菌生存温度分类，可分为喜冷、常温和喜高温三类。



化学的学科分类

在化学的发展与形成过程中，人们依照所研究的分子类别和研究手段、目的、任务的不同，衍生出许多分支。20 世纪 20 年代以前，化学传统地分为无机化学、有机化学、物理化学和分析化学四个分支；20 年代以后，由于世界经济的高速发展，化学键的电子理论和量子力学的诞生、电子技术和计算机技术的兴起，化学研究在理论上和实验技术上都获得了新的手段，导致这门学科从 20 世纪 30 年代以来飞跃发展，出现了崭新的面貌。现在，化学一般分为生物化学、有机化学、高分子化学、应用化学、化学工程学、物理化学和无机化学七大类共 80 项，实际包括了七大分支学科。

根据当今化学学科的发展以及它与天文学、物理学、数学、生物学、医学、地学等学科相互渗透的情况，化学可作如下分类：

无机化学：包括元素化学、无机合成化学、无机固体化学、配位化学、生物无机化学、有机金属化学等。

有机化学：包括普通有机化学、有机合成化学、金属和非金属有机化学、物理有机化学、生物有机化学、有机分析化学。

物理化学：包括化学热力学、化学动力学、结构化学。

分析化学：包括化学分析、仪器和新技术分析。

高分子化学：包括天然高分子化学、高分子合成化学、高分子物理化学、高聚物应用、高分子物力。

核化学：包括放射性元素化学、放射分析化学、辐射化学、同位素化学、核化学。

生物化学：包括一般生物化学、酶类与微生物化学、植物化学、免疫化学、发酵和生物工程、食品化学等。

其他与化学有关的边缘学科还有：地球化学、海洋化学、大气化学、环境化学、宇宙化学及星际化学等。