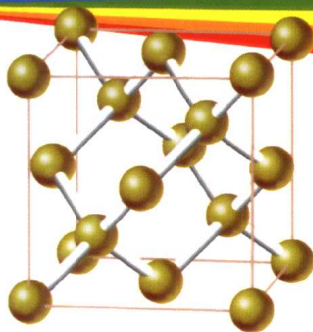
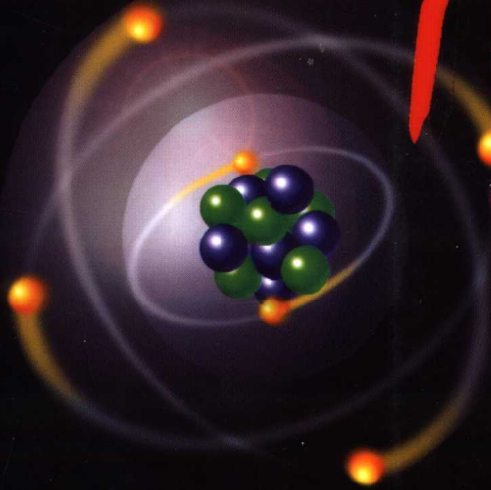


化学的

100

个基本问题

薛永强 赵红 栾春晖 曹青 编著



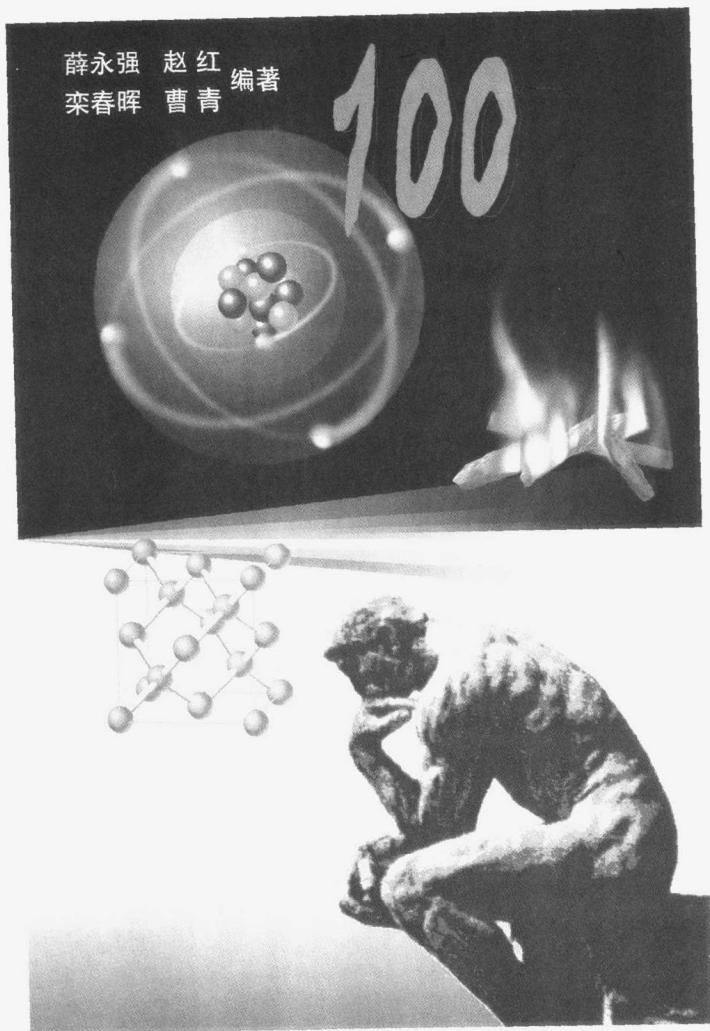
HUAXUEDE100GEJIBENWENTI
HUAXUEDE100GEJIBENWENTI
HUAXUEDE100GEJIBENWENTI

山西科学技术出版社

化学的 100个基本问题

薛永强 赵红 编著
栾春晖 曹青

100



山西科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

化学的 100 个基本问题/薛永强等编著. —太原: 山西科学技术出版社, 2004.1

ISBN 7-5377-2173-4

I. 化… II. 薛… III. 化学-普及读物
IV. 06-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 067035 号

化学的 100 个基本问题

薛永强 赵红 栾春晖 曹青 编著

*

山西科学技术出版社出版 (太原建设南路 15 号)

山西省新华书店经销 山西新华印业有限公司人民印刷分公司印刷

*

开本: 850×1168 1/32 印张: 8.375 字数: 198 千字

2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月山西第 1 次印刷

印数: 1-3 000 册

*

ISBN 7-5377-2173-4
0·80 定价: 17.00 元

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与印厂联系调换。

前 言

为了适应 21 世纪科学技术发展对人才的需求，培养具有理论基础扎实、知识面广、创新意识强的新型人才，满足中学生及大学低年级学生课外阅读的要求，我们撰写了这本具有一定理论深度、应用广度和反映新进展、新成果的化学高级科普读物。

本书具有以下特点：

1. 较系统并有一定深度地介绍了化学的微观理论和宏观理论，重点介绍了具有里程碑的、对现代化学仍有重要指导意义的化学理论；虽然本书的理论深度超过了目前的中学教材，但由于有深入浅出的理论介绍，一般中学生及大学低年级学生是能看得懂的。

2. 反映了化学及相关领域的一些新进展和新成果，并对化学领域今后的发展趋势和突破进行了展望。

3. 将科学性与趣味性融为一体，具有很好的可读性；本书中的每个问题均从一个有趣的话题或现象引出，通过介绍某些理论或某些知识来说明这个问题，并将这些理论或知识的应用拓宽。

4. 对读者具有很大的感召力。通过客观地对化学科学为人类社会贡献的评价，能使读者清楚地看到化学科学对现代社会的巨大贡献和作为中心科学的重大作用，从而提高读者对化学的兴趣。

本书分为五个部分。第一部分为“了解化学科学”，主要概述了化学科学的定义、性质、分类、地位和作用，重点阐述了化

学的中心科学地位以及在现代社会中所起的重要作用，使读者对化学有一个比较全面的了解。第二部分是“认识微观世界”，主要介绍了化学的微观理论，如原子结构、核外的电子排布、价键理论、杂化轨道理论、价电子对互斥理论、分子轨道理论、晶体结构理论等。第三部分是“理解宏观规律”，介绍了化学的主要宏观理论，如气体定律、亨利定律、化学反应的速率理论、化学平衡、酸碱理论、电化学理论、催化理论、表面现象和胶体等。第四部分是“走进化学天地”，介绍了化学的重要应用和一些新成果，如氨的合成、煤、石油、三大合成材料、纳米化学、智能材料、 C_{60} 等。第五部分为“展望化学未来”，对化学在 21 世纪可能发生的重大进展或突破进行了预测，展现出未来化学科学诱人的前景。

本书的读者对象主要是对化学感兴趣的或想拓宽化学理论和知识面的中学生及大学低年级学生，并且本书对高考和化学竞赛也有重要的参考价值，另外本书还可作为中学化学教师的教学参考书。

本书由太原理工大学薛永强教授担任主编，赵红老师担任副主编，栾春晖和曹青老师担任编委。全书由太原理工大学赵庆生教授负责审稿。在本书的编著过程中，太原理工大学的张蓉老师和郝雅娟老师曾多次参与了化学 100 个基本问题的讨论，并提出了许多宝贵的意见，在此向他们表示衷心的感谢。

由于时间仓促，水平有限，肯定有一些错误或不妥之处，诚请读者给予指正。

编著者

于太原理工大学

目 录

一、了解化学科学	(1)
001 化学是一门充满活力和希望的科学	(1)
002 化学是一门中心科学	(4)
003 化学是一门创造性的科学	(7)
004 化学是一门实用的科学	(11)
005 化学美好的明天	(13)
二、认识微观世界	(17)
006 如何描述电子的运动状态	(17)
007 波函数的空间图像	(20)
008 为什么会发生能级交错现象	(24)
009 电子在核外是如何排布的	(26)
010 元素周期律的科学实质	(28)
011 离子键与共价键	(30)
012 “头碰头”与“肩并肩”	(34)
013 原子轨道为何要杂化	(36)
014 分子轨道理论	(39)
015 分子空间构型的快速判断——价层电子对互斥理论	(43)
016 金属原子之间的结合力——金属键	(45)
017 大 π 键与金属键的相似与不同	(47)
018 范德华力的本质	(48)

019	氢键与氢桥键一样吗	(51)
020	离子的极化现象	(54)
021	离子晶体中离子的堆积规则——半径比定则	(57)
022	配位键与配合物的形成	(60)
023	有机化学中的电子效应	(63)
三、理解宏观规律		
024	物质的量与摩尔	(66)
025	同位素、同素异形、同分异构和同系物	(69)
026	由孪生金属钴和钐谈镧系收缩现象	(73)
027	核化学	(74)
028	不断扩展的酸碱理论	(78)
029	有趣的拉平效应和区分效应	(81)
030	相似相溶规律	(83)
031	气体温度、压力与体积之间的相互关系	(85)
032	化学反应热效应与焓变	(87)
033	如何判断化学反应的方向	(90)
034	化学平衡规律	(92)
035	缓冲溶液原理及其应用	(95)
036	同离子效应与盐效应	(97)
037	从溶洞的形成说起	(99)
038	化学中的指示剂	(102)
039	工业生产的眼睛	(104)
040	水的三相点与冰点是一回事吗	(107)
041	压力、温度对气体溶解度的影响	(110)
042	一加一等于二吗	(111)
043	何为溶液的依数性	(113)
044	渗透现象	(115)

045	金属活动顺序表是怎样来的	(119)
046	电极电势的应用	(122)
047	电解原理及其在电镀中的应用	(125)
048	平面液面的蒸气压与弯曲液面的蒸气压一样吗 ..	(128)
049	毛细现象	(129)
050	人工降雨原理	(131)
051	影响化学反应速率的因素	(133)
052	催化剂是如何加快化学反应的	(135)
053	光与化学	(138)
054	胶体的性质	(141)
四、走进化学天地 (145)		
055	神奇的稀土元素	(145)
056	奇怪的锡疫现象	(148)
057	全碳家族的新星	(150)
058	溶解度的巧妙运用——侯氏制碱法原理	(153)
059	神奇的合成方法——组合化学	(155)
060	化学之最	(156)
061	示踪原子	(159)
062	元素的放射性在考古中的应用	(160)
063	认识微观世界的工具	(162)
064	“水变油”可能吗	(165)
065	氨的合成及固氮	(167)
066	防毒面具的秘密	(170)
067	洗涤剂为何能够去污	(172)
068	纳米化学	(174)
069	金属的腐蚀与防护	(177)
070	绿色电池——燃料电池	(180)

071	彩色电镀	(183)
072	爆炸现象	(184)
073	绿色催化剂——沸石分子筛	(187)
074	变幻无穷的化学振荡反应	(189)
075	浑身是宝的煤	(193)
076	工业的血液——石油	(195)
077	高分子化合物与我们的生活	(197)
078	绝缘体能变成导体吗	(199)
079	智能材料	(200)
080	纳米材料	(203)
081	我们身边常见的污染物	(205)
082	生物圈的阿基里斯脚踵——臭氧层	(207)
083	二氧化碳与温室效应	(209)
084	世纪之毒——二噁英	(212)
085	化学与生命	(214)
086	分布最广的有机化合物——糖	(216)
087	对生命至关重要的蛋白质	(218)
088	构筑蛋白质的基石——氨基酸	(221)
089	生命中不可缺少的物质——维生素	(224)
090	遗传信息的载体——核酸	(227)
091	生命过程的催化剂——酶	(229)
092	化学与农业	(232)
093	化学武器	(235)

五、展望化学未来..... (238)

094	计算化学	(238)
095	绿色世界	(240)
096	理想能源	(242)

097	纳米时代	(244)
098	分子工程	(247)
099	长命百岁	(249)
100	要啥有啥	(252)

一、了解化学科学

化学是一门历史悠久而又充满活力和希望的科学，是自然科学的轴心，是人类认识和改造物质世界的主要方法与手段之一。她的巨大成就是现代社会进步与文明的重要标志。从开始用火的原始社会，到使用各种人造物质的现代社会，人类都在享用着各种化学成果。科学技术能够不断取得进步与突破，人们的生活能够不断提高和改善，化学的贡献在其中起了极其重要的作用。

化学是一门中心科学。发展至今，她已成为了一个庞大的学科群，并交叉和渗透到各个学科领域，与生命、材料、环保、能源、信息、航天、海洋等学科以及工业、农业和国防密切相关。

化学是一门创造性的科学。她既能提取、合成和利用自然界中存在的各种宝贵资源，又能不断地创造出世界上从来没有的各种新材料、新药物和新物质。

化学是一门实用性的科学。各行各业、各个领域以及我们日常生活每天都在享用着化学提供的各种物质、材料或成果。在目前的各种产品中很难找出一种不是依靠化学或不是借助于化学帮助下制造出来的产品。

化学有辉煌的昨天和今天，还将有更加美好的明天。



化学是一门充满活力和希望的科学

1. 化学的定义、性质及作用

化学是研究物质的性质、组成、结构和变化规律的一门学科，属于基础科学。世界是由物质组成的，化学则是人们认识和

改造物质世界的武器。它的作用不仅对自然界，而且对整个人类社会都是极其重要的。从某种程度上可以说，没有化学就没有我们今天的现代社会。

化学虽然是一门古老的科学，但它的的确确又是一门充满活力、不断高速发展的现代科学。

2. 化学的学科分类

化学在发展过程中，依照所研究分子的类别、研究手段、目的和任务的不同，派生出了不同层次的许多分支。20 世纪 20 年代以前，化学传统地分为无机化学、有机化学、分析化学和物理化学四大分支学科。20 年代以后，由于量子化学的诞生、化学键理论的发展、计算机技术的兴起、交叉学科的不断增长以及化学领域和内容的不断扩大，化学作为一门庞大的学科被重新划分为如下八大分支学科。

无机化学：是研究无机物质的组成、结构、性质和反应规律的科学。

有机化学：是研究有机化合物的结构、性质、反应、分离及应用规律的科学。

分析化学：是研究物质的化学组成、含量、分离及结构测定的科学。它是化学家观察物质世界的“眼睛”和化学家的重要武器。

物理化学：是从物质的物理现象和化学现象的联系入手，研究物质变化中最具有普遍性的基本规律的科学，又称之为理论化学。

高分子化学：是研究高分子化合物的结构、性质、合成、反应及应用的科学。

核化学：使用化学方法以及化学与物理相结合的方法研究原子核、核反应及放射性的科学。

化学工程：是研究化学反应产物在转化为工业化产品过程中

的放大规律、工艺和设备设计以及工业化生产管理的一门科学。

应用化学：是研究某一具体领域中某些特定物质的组成、结构、合成和反应规律的科学，如生物化学、材料化学、环境化学、地球化学、海洋化学、土壤化学、军事化学、天体化学等。

在以上每一学科分支中，又包含着许许多多更细的学科分支。目前化学已成为一个非常庞大的学科群。

3. 化学学科的特点

复杂性：世界是由无数种不断变化的物质组成的，每一种物质的结构、性质及变化规律都不相同。这就决定了化学研究的内容非常庞大，问题非常复杂，涉及面也非常广。

实验性：由于化学问题的复杂性，从而致使化学理论的发展相对比较缓慢。到目前为止，化学的理论还不完善，只能预言少数简单的分子的结构、性质和反应规律；也就是说，化学仍是一门以实验为主的科学。因此，掌握化学实验方法和技能是对每一个化学工作者的基本要求。

独特性：化学学科有自己独特而严谨的概念、符号和语言，例如元素、元素符号、分子式或化学式、反应方程式、元素周期律、有机分子结构理论等均是化学学科所特有的。学习化学必须首先掌握这些独特的概念、符号和语言。

创新性：化学是研究物质变化的科学，化学家是物质变化的魔术师。化学既能从无变有，又能变废为宝，还可点石成金。化学可以改变物质和创造新物质，这是其他学科所办不到的。

4. 化学的研究方法

研究化学规律按下面三步过程进行。

首先对所研究的化学现象进行观察。观察分为定性观察（如水是液体，天空是蓝的）和定量观察（如水的沸点是 100°C ，空气中氧气的摩尔分数为 0.21）。定量观察又称为测量，包括数量和单位。

其次，做出某一假定（理论模型），来解释观察到的现象和结果。

第三，通过一系列实验验证假定的正确性。若假定与各个实验的观察相吻合，这一假定就上升为理论，否则需要重新修改假定，再重新验证。

这里需要指出的是，即使当时成立的理论，也可能只是部分正确的甚至是错误的，还需在长期的实践中经受检验，不断修改、补充和完善。

5. 化学的研究手段——化学工作者的工具

化学的研究手段分为实验仪器（实验手段）和分析仪器（检测手段）。

通过化学 300 多年来的发展，实验仪器设备已从原来简单的瓶瓶罐罐发展为目前的高温、高压、超真空、超低温、超临界、光电声并用的可现场观察和检测的精密仪器设备。用这些仪器设备可合成出常规条件下难以制备的新材料、新药物和新的化学产品。

检测手段也从原来的普通的容量瓶、滴定管等玻璃器皿发展到目前的高精度、高灵敏度、多功能、全自动的现代分析仪器。用这些仪器可准确测定化学样品的物相、组成、含量、分子结构和晶体结构等。常见的分析仪器有光谱仪（紫外及可见分光光度计、红外光谱仪、荧光光度计、原子吸收光谱仪等）、色谱仪（气相色谱、液相色谱、离子色谱）、质谱仪、核磁共振仪、能谱仪（X 光电子能谱仪、紫外光电子能谱仪等）、热谱仪、X 射线衍射仪和电子显微镜等。1982 年发明的扫描隧道显微镜还可直接观察到分子和原子。



化学是一门中心科学

化学发展至今已成为了一个庞大的学科群，并交叉和渗透到

各个学科领域，与生命、材料、环保、能源、信息、航天、海洋等学科以及与工业、农业和国防工业密切相关。毫无疑问，化学的确是联系各个学科的一门中心科学，下面举几个例子加以说明。

在生命科学中，化学与生物学共同研究生命体系的物质组成、存在形式及生命过程中的化学变化。例如，研究构成生物的生命活性物质蛋白质、核酸、激素、神经递质、细胞因子等，研究人体遗传物质的作用、人类基因、酶结构与催化功能、脑科学、模拟生命过程以及生命体系的合成。化学应用于生命科学中，已形成了生物化学、分子生物学、药物化学、生物无机化学、生物有机化学、量子生物化学等多门交叉学科。据报道，人类生命的期望值也从1900年的45岁上升到2000年的73岁，其中由化学制造的药物起了重要作用。在未来的生命科学中，化学还将为揭开生命的奥秘、研制医治不治之症的“灵丹妙药”再铸辉煌。

在材料科学中，化学一方面开发和利用天然材料，另一方面不断设计和研制各种新材料。材料与现代社会密切相关，例如有了荧光材料才可能发明电视，有了半导体材料才可能诞生大型电子计算机和信息产业等。新型材料有半导体材料、超导材料、有机导体材料、有机磁性材料、非线性光学材料、液晶材料、机电致发光材料、光开关材料、功能材料、智能材料、复合材料、生物医学材料、新型合金材料、新型高分子材料以及各种工程材料等。这些新材料是构成现代文明的四大支柱之一。目前不论是高科技的宇宙飞船还是普通的火箭，不论是尖端的计算机芯片组还是普通的计算器，不论是现代化的摩天大厦，还是普通的建筑……材料在其中起着决定性的作用。

在环境科学中，化学实时分析和检测大气、水、土壤、工业废水中存在的有害物质及其含量，分析环境污染的来源及污染机

理, 研究环境保护和治理的各种方法和技术。在维护人类赖以生存的生态环境和人类可持续发展方面, 化学做出了重大贡献。

在能源科学中, 化学高效低污染地开发和利用天然能源资源如煤、石油、天然气等, 也不断研究和开发新能源, 如氢能、太阳能、海水盐差发电、生物质能源等。一种以高效无污染的方式将化学能转变为电能的新技术——燃料电池即将成为 21 世纪初汽车、火车、轮船、通讯上的动力电源。化学还与物理科学共同开发了核能源。

生命、材料、环保和能源是 21 世纪的四大支柱学科。由上述可知, 化学是这四大支柱学科的基础, 只有化学发展了, 这些学科才能发展。并且化学还与其他学科交叉和相互渗透, 产生出一系列分支科学, 例如生物化学、材料化学、能源化学、天体化学、地球化学、海洋化学、农业化学、食品化学、军事化学等。化学作为中心学科的地位和作用可以从图 002-1 中看出。可以

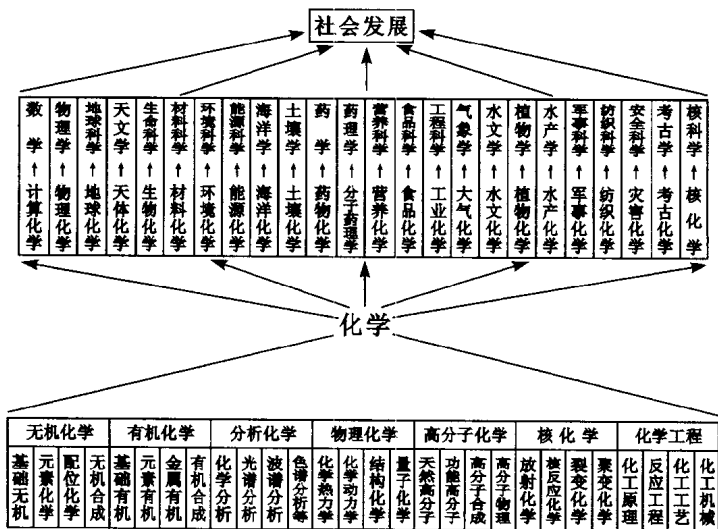


图 002-1 化学的中心科学地位与作用示意图

说，化学的发展与突破已经导致并且将来也必定会继续导致各个学科的发展与突破。

03 化学是一门创造性的科学

化学的创造性包括三个方面。第一，提取和开发自然界中的宝藏。化学从大自然中发现、分离、提取和利用这些有用的物质，例如核原料的提取、矿石加工、湿法冶金、电化学提纯、植物和动物中有效成分的提取及重金属的回收等，如果没有化学，这些珍贵的资源也就无法被人类利用了。第二，人工合成天然物质。化学从自然界以及动植物中发现某些具有特定功能和用途的物质，研究其结构与性质，并通过人工的方法合成这些物质，例如人工合成金刚石、合成橡胶、合成纤维，人工合成各种氨基酸、维生素、生物碱和激素等。第三，合成新物质。根据化学理论，设计具有特定功能的分子，并合成这些物质，例如合成各种新材料和新药物等，这样合成的物质是地球上从来没有的物质，所以更具有独创性。而其他学科既不能从天然资源中提取有用物质，也不能合成天然物质，更不能创造新的物质，而只能使用和加工化学创造出来的物质。

据报道，仅 1995 年化学家就合成出了 100 多万种新的化合物，化学简直是在创造奇迹！下面举几个典型的例子，来说明化学伟大的创造性。

1. 核化学——核能和放射性的利用

1789 年，德国化学家克拉普罗特在沥青铀矿里发现了铀。

1841 年，法国化学家尤金·佩利戈特用四氯化铀和金属钾反应得到了第一块单质的金属铀。当时一些冶金学家和工程师对这一种又重又软的金属不感兴趣。

1896 年，贝克莱尔发现了铀的放射性。

1898 年，居里夫妇对放射性元素钋和镭的分离和鉴定的研