

化学发现的艺术

——化学探索中的智慧聚合

刘宗寅 吕志清 编著

青岛海洋大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

化学发现的艺术:化学探索中的智慧聚合/刘宗寅,
吕志清编著. —青岛:青岛海洋大学出版社,2002.9

ISBN 7-81067-371-8

I. 化... II. ①刘... ②吕... III. 化学—智慧
聚合 IV. 06-0

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第070866号

青岛海洋大学出版社出版发行
(青岛市鱼山路5号 邮政编码:266003)

出版人:李学伦

日照日报社印刷厂印刷

新华书店经销

*

开本:850 mm×1 168 mm 1/32 印张:17.5 字数:395 千字

2002年9月第1版 2002年9月第1次印刷

印数:1~3 000 定价:25.50元

目 录

前 言	(1)
第一章 化学探索中的智慧聚合	(1)
§ 1 创造决定着人类的进步昌盛	(2)
§ 2 创造思维是发明创造的前提和条件	(5)
§ 3 科学思想方法是发现和发明的灵魂	(8)
1. 科学发现的三要素	(8)
2. 科学思想之花——科技发明之果	(9)
§ 4 化学探索中的科学思想方法	(11)
1. 观察	(12)
2. 想像	(13)
3. 调查研究	(13)
4. 模拟	(14)
5. 组合	(14)
6. 实验	(15)
7. 推理	(15)

§ 5	注释 • 问题 • 课题	(17)
1.	化学的起源	(17)
2.	拉瓦锡	(20)
3.	知识经济及其重要特征	(29)
4.	信息论、控制论和系统论的主要内容	(30)
5.	人类利用地球卫星和空间站进行的化学研究 ...	(33)
6.	超导现象的发现及超导体的重要应用	(35)
7.	超速骤冷法制造金属玻璃	(37)
8.	超高压法制造新材料	(39)
9.	习题 1	(40)
10.	习题 2	(41)
11.	习题 3	(42)
第二章	观察——化学发现的基础	(46)
§ 1	什么是科学的观察	(47)
§ 2	科学观察的一般原则	(48)
1.	仔细观察	(48)
2.	典型观察	(49)
3.	反复观察	(49)
4.	比较观察	(50)
§ 3	观察能力的培养	(50)
§ 4	观察与化学探索	(52)
1.	波义耳发现酸碱指示剂	(52)
2.	月亮元素——硒的发现	(54)
3.	失而复得的发明——不锈钢问世	(55)
4.	超强酸的由来	(57)
5.	巴基球的发现	(59)

6. 最重要的调味品——味精的诞生	(61)
7. 20 世纪医学的奇迹——人造血液	(64)
8. 糖的代用品——糖精的来历	(67)
9. 磺胺药物的研制	(70)
§ 5 注释·问题·课题	(73)
1. 波义耳	(73)
2. 为什么钢铁在潮湿的空气里容易生锈?	(78)
3. 质谱分析	(78)
4. 酸碱指示剂的变色原理	(79)
5. 记忆合金	(81)
6. 实验与观察 1	(83)
7. 实验与观察 2	(84)
8. 习题	(85)

第三章 想像——化学发现的精灵

§ 1 想像及其特征	(88)
1. 想像以问题为原动力	(89)
2. 想像具有一定的跳跃性	(90)
3. 想像具有潜科学创造性	(91)
§ 2 实现科学想像由潜到显的转化	(91)
1. 通过假说实现想像由潜到显的转化	(92)
2. 通过实验实现想像由潜到显的转化	(93)
3. 通过社会实践实现想像由潜到显的转化	(93)
§ 3 想像与化学探索	(94)
1. 实验—想像—推理使道尔顿构建了原子论	(94)
2. 化解矛盾,运用想像、推理的方法,阿佛加德罗 创立了分子学说	(96)
3. 大胆怀疑,大胆想像,阿伦尼乌斯提出电离学说	

.....	(99)
4. 布特列洛夫谱写的光辉篇章——有机结构理论	
.....	(102)
5. 梦想成真,凯库勒确立了苯环结构	(105)
6. 鲍林的“杂化轨道”理论的诞生	(109)
7. 想像与施陶丁格创立的大分子学说	(112)
8. DNA 结构的发现	(114)
§ 4 注释·问题·课题	(117)
1. 德谟克利特	(117)
2. 约翰·道尔顿	(118)
3. 阿佛加德罗	(123)
4. 阿伦尼乌斯	(124)
5. 布特列洛夫	(127)
6. 凯库勒	(130)
7. 鲍林	(134)
8. 施陶丁格	(137)
9. 从现代观点看,苯的分子结构有什么特点? ...	(138)
10. 世界上最早的原子弹	(139)
11. 基因工程和《人类基因组计划》	(140)
12. 习题	(142)
第四章 调查——化学发现的探测器	(146)
§ 1 调查就像“十月怀胎”,解决问题就像“一朝分娩”	
.....	(147)
§ 2 怎样进行调查研究	(148)
§ 3 调查研究与化学探索	(150)
1. 从对葡萄园的调查发明了波尔多液	(150)
2. 揭开酸雨之谜	(152)

3. 掀起水俣病的盖头	(155)
4. 《本草纲目》中有关化学问题的来历	(158)
5. 化肥工业之父的调查研究	(161)
6. 树皮治病的启示	(164)
7. 追寻脚气病的克星——维生素 B ₁	(167)
8. 凡士林被发现的轨迹——讨厌, 喜欢, 提取, 利用	(172)
9. 天然橡胶走上应用舞台	(174)
§ 4 注释 · 问题 · 课题	(178)
1. 李比希	(178)
2. 李时珍调查研究二三事	(181)
3. 妙趣横生的生物肥料	(182)
4. 二巯基丙醇的解毒机理	(184)
5. 水体污染的防治	(184)
6. 橡胶硫化反应的机理是什么?	(187)
7. 现代橡胶制品中的助剂	(189)
8. 有关蜡的知识	(191)
9. 废旧塑料的回收和利用	(192)
10. 酸雨的主要化学成分	(194)
11. 实验设计	(196)
12. 调查分析	(196)
13. 查阅资料	(197)
14. 调查与制作	(199)
15. 调查研究 1	(200)
16. 调查研究 2	(201)
17. 调查研究 3	(204)

第五章 模拟——化学创造的有效途径	(207)
-------------------------	-------

§ 1	模拟是化学创造的原动力	(208)
§ 2	化学发现和发明中常用的模拟方式	(209)
1.	形象模拟	(209)
2.	条件模拟	(210)
3.	组成结构模拟	(211)
4.	功能模拟	(212)
5.	方法模拟	(212)
§ 3	模拟与化学探索	(213)
1.	模仿蚕吐丝,人造棉、丝、毛	(213)
2.	合成纤维异军突起	(216)
3.	从仿制羊毛到合成羊毛	(218)
4.	合成橡胶的“发家”史	(220)
5.	紫虫胶与世界上最早的合成塑料	(224)
6.	牛胰岛素的 ^① 人工合成	(226)
7.	模拟生命化学起源实验的成功	(229)
8.	钢化玻璃问世	(232)
9.	永不生病的内脏——人工肾、肝、肺的研制 ..	(233)
10.	模拟研制人工鳃	(235)
11.	神奇笔镀的由来	(236)
12.	受控热核反应的实现	(237)
§ 4	注释 • 问题 • 课题	(239)
1.	齐格勒—纳塔催化剂及其对高分子合成的 重要作用	(239)
2.	定向聚合及其机理	(241)
3.	为什么至今人类还不能合成淀粉?	(242)
4.	模拟制造荧光树	(243)
5.	红外陶瓷的诞生	(244)

6. 化学模拟生物固氮	(245)
7. 蛋白质工程	(247)
8. 无土种植	(248)
9. 习题 1	(250)
10. 习题 2	(251)
11. 习题 3	(252)
12. 参阅有关资料,制备一种塑料薄膜防滴剂 ...	(253)
第六章 组合——化学创造的金钥匙	(255)
§ 1 巧妙的组合就是很好的创造	(256)
§ 2 组合的方式	(258)
§ 3 组合与化学探索	(259)
1. 灵巧的铅笔,巧妙的组合	(259)
2. 典型的组合材料——合金	(261)
3. 花样翻新的牙膏	(263)
4. 建筑万能胶——水泥的来历	(265)
5. 电解和化学锯的发明	(267)
6. 从玻璃钢到高性能复合材料	(269)
7. 基团的组合与“两栖”类新分子	(271)
8. 安全炸药——巧妙组合的结晶	(275)
9. 聚氨酯弹力丝和金属塑料的制造	(277)
10. 太空棉和合成革的由来	(279)
11. pH 标度和 pH 计	(282)
12. 组合不断更新,玻璃繁花似锦	(283)
13. 组合分解创造了安全火柴	(288)
14. 现代火箭推进剂的研制	(290)
15. 太阳能光电池的问世	(293)
16. 发电新星——氢氧燃料电池的组合构造 ...	(295)

§ 4	注释 • 问题 • 课题	(297)
1.	法拉第	(297)
2.	诺贝尔	(299)
3.	明天的高能炸药之王	(301)
4.	导电塑料	(303)
5.	核裂变所创造的奇迹	(304)
6.	透明陶瓷与灯光	(307)
7.	设计与制作	(309)
第七章	科学实验——化学发现之本	(312)
§ 1	科学从实验中产生	(313)
§ 2	化学实验方法	(315)
1.	化学实验方法的含义和特点	(315)
2.	化学实验的基本类型	(317)
§ 3	化学实验程序	(318)
1.	课题选择	(318)
2.	实验设计	(319)
3.	实验实施	(319)
4.	结果处理	(320)
§ 4	实验与化学探索	(321)
1.	尊重实验事实,戴维发现了氯	(321)
2.	从氟和H-198 催化剂的发现中得到的启示 ...	(323)
3.	正确的实验+创新意识=溴的发现	(325)
4.	见微而知著——氙的问世	(327)
5.	海底捞针,居里夫妇发现镭和钋	(330)
6.	钾、钠的发现	(332)
7.	金属活动性顺序的诞生	(334)
8.	相对原子质量测定方法的演变	(337)

9. 侯氏制碱法的创立	(341)
10. 实验探索,合成氨获得成功	(344)
11. 助熔剂的发现带来了炼铝工业的春天	(346)
12. 批判“燃素说”,创立“氧化学说”	(349)
13. 揭开植物光合作用的奥秘	(352)
14. 钒触媒的发明和硫酸的工业化生产	(356)
15. 观察和实验的结晶——伏打电池	(361)
16. 茨卫特和色谱分析法	(364)
17. 粉碎“生命力”枷锁的实验——合成尿素 ..	(366)
18. 电石与电石气的发现经过	(369)
19. 格林尼亚试剂的魅力	(372)
20. “塑料之王”名不虚传	(374)
21. 珀金发现苯胺紫	(377)
22. 麻醉剂发现的艰难历程	(380)
23. 医药史上的重大里程碑——青霉素诞生 ..	(383)
24. 揭开青霉素和维生素 B ₁₂ 的结构之谜	(386)
25. 高能实验装置与物质结构研究	(390)
26. 利用交叉分子束实验装置研究“态—态”反应	(392)
27. 研究化学的有力实验工具——激光	(394)
§ 4 注释·问题·课题	(397)
1. 戴维	(397)
2. 瑞利	(400)
3. 拉姆赛	(403)
4. 玛丽·斯可罗多夫斯卡·居里	(406)
5. 侯德榜	(410)
6. 氟单质的制备	(412)

7. 卤素单质氧化性不同的原因	(413)
8. 元素的放射性	(414)
9. 稀有气体元素化合物	(416)
10. 金属活动性顺序的重要应用	(418)
11. 关于包括碳在内的 5 种元素的相对原子质量 的修改	(420)
12. 纸上层析法及其原理	(421)
13. 关于用浓硫酸吸收三氧化硫不会发生酸雾的 解释	(422)
14. “苏氏三兄弟”	(423)
15. 制纯碱时碳酸氢钠沉淀的产生	(425)
16. 氮气化学性质很不活泼的原因	(425)
17. 铁触媒催化合成氨反应的机理	(426)
18. 工业生产乙炔的方法	(427)
19. 乙烯与乙炔的比较	(429)
20. 药物麻醉的机理	(431)
21. 塑料制品的加工成型	(432)
22. 21 世纪的材料新星——纳米材料	(433)
23. 习题	(435)
24. 实验 1	(437)
25. 实验 2	(439)
26. 实验 3: 隐形划粉的制造	(441)

第八章 推理——化学发现的金桥..... (443)

§ 1 推理及其意义

§ 2 推理的分类

1. 归纳推理	(446)
2. 演绎推理	(448)

3. 类比推理	(449)
§ 3 推理与化学探索	(451)
1. 质量守恒定律的确立	(451)
2. 元素周期律的发现	(453)
3. 类比推理, 卢瑟福构建了原子结构模型	(469)
4. 归纳推理, 勒·夏特里创立了化学平衡移动原理	(472)
5. 探索同分异构现象	(475)
6. 有机化学中取代理论的建立	(477)
7. 关于自由基的大辩论	(480)
8. 有机化合物空间结构学说的诞生	(482)
9. 推理在发展化学价键理论中的应用	(485)
§ 4 注释·问题·课题	(488)
1. 门捷列夫	(488)
2. 卢瑟福	(494)
3. 勒·夏特里	(496)
4. 范特霍夫	(498)
5. 惰性气体对化学平衡的影响	(501)
6. 核外电子运动规律与电子云概念	(503)
7. 常见的同分异构现象	(504)
8. 自由基与人的衰老	(506)
9. 习题 1	(508)
10. 习题 2	(509)
11. 习题 3	(512)
附录 1 化学元素发现年代、发现人和发现经过	(515)
附录 2 诺贝尔化学奖获得者和获奖原因	(524)
主要参考书目	(537)

前 言

伴随着 21 世纪的到来,人类社会步入以知识经济为主旋律的新时代。知识经济比起农业经济、工业经济等经济形态来,与科学技术有着更加紧密的关系;知识经济的繁荣依赖着重科学技术的进步,又反过来为科学技术的发展提供着更为广阔的空间,使其在促进人类文明进步的过程中发挥更为巨大的作用。科技的发展,一直是机遇与挑战并存,不断呼唤着人类更深刻的理性思考和更辩证的正确判断,这也就把人们能否以科学的思想方法来进行科学思维和科学实践这一问题摆到越来越重要的位置上。

科学思想方法是科学的灵魂,是人类智慧聚合的结晶。它来自于人类认识自然、改造客观世界的伟大实践,是人类开发自身潜能、促进社会进步的有力工具;它同鲜活丰富的各种科学知识紧密地结合在一起,构筑着极其宝贵的人类精神文明。

著名物理学家玻恩曾说过这样一段发人深思的话:“我荣获 1954 年诺贝尔奖,与其说是因为我所发表的著作里包括一个自

然现象的发现，倒不如说是因为那里面包括一个关于自然现象的新思想方法基础的发现。”

科学史学家朱克曼曾访问过41位诺贝尔奖获得者。经过研究，他发现，这些获奖者之所以会获得成功，主要得益于从导师那里学到的发现科学真理的思想方法和工作方法，而不是从导师那里获得的实际知识。

再以氧化学说的创立为例。与拉瓦锡同时代并积极研究氧气的大有人在，就工作态度和知识面来说，卡文迪什、普里斯特里、舍勒等人都不比拉瓦锡逊色，然而惟有拉瓦锡获得了最后的成功——创立“氧化学说”。对此，美国化学家布兰德评论说：“在科学方面，拉瓦锡是一位伟大的建筑师，他在采石场上劳动很少，他的材料都是别人发掘的……他的技巧就表现在把它们编排、组织起来。”正是由于出现了拉瓦锡这样一位卓越的科学“建筑师”，才将“采集者”所提供的“砖、瓦、泥、沙”构筑成科学燃烧理论的大厦。

既古老又年轻的化学学科是自然科学的一个重要分支。化学学科的发生、发展既折射着科学思想方法的熠熠光彩，又为科学思想方法增添着无限的活力。因此，从化学角度来认识、探讨科学思想方法，是从不同的形态、不同的领域来研究科学思想方法的一个重要方面，这将有助于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，更好地把握科学思想方法的真谛。

基于以上考虑，我们经过5年多的材料搜集和潜心研究，写成《化学发现的艺术——化学探索中的智慧聚合》一书。这本书既回顾化学发现、发明的探索历程，又介绍科学思想方法的诱人魅力，并以最佳的结合点，将两者之间的紧密联系揭示出来，展

现人类智慧聚合的科学之美。

全书共分八章,主要介绍我们从浩如烟海的化学发现、发明事例中,经过分析研究,总结找出的观察、想像、调查、模拟、组合、实验、推理七种科学思想方法,并从理论和实践两个方面,系统论证了它们在化学发现、发明中的作用与应用。每章除了正文外,还设有“注释·问题·课题”部分,一方面补述正文中言犹未尽的内容或提供有关的背景材料,另一方面则给出一些典型的问题、课题,供读者动脑动手,进一步掌握相关的科学思想方法,增强科学观念,提高实际创新能力。

在写作过程中,我们十分注重遵循以下几条原则:

1. 在“结合”上下工夫,使“主线”贯穿全书

该书的每一章节都要凸现科学思想方法与化学发现、发明的结合,使科学思想方法介绍这条主线贯穿于全书。每章中,既要有对科学思想方法的理论阐述,又要有在化学探索中对科学思想方法的实际应用,以及需要读者用科学思想方法解决的一些具体问题。

由于科学思想方法是一个系统的有机整体,所包含的各种思想和方法相互渗透、密切关联,因此任何一个化学发现、发明的过程所使用的绝不止一种具体的思想方法。为此,在通过具体事例说明有关科学思想方法时,既要注意介绍化学发现、发明事件的来龙去脉,又要使这一事件发生、发展过程中的某一或某些典型环节与所说明的科学思想方法相联系,以便读者在熟悉某一化学发现、发明全过程的基础上,更好地认识和掌握有关的科学思想方法。

2. 提供充足的信息,开辟广阔的视野

该书应采用大量关于科学思想方法的信息,化学发现、发明

的信息,有成就的化学工作者的信息……使其成为科学思想方法与化学发现、发明的信息源。另外,为了激发读者的现代科技创新意识,在选材上应注意运用一些现代化学前沿的新知识及交叉学科的新知识如现代复合材料、纳米技术、超导体、生物化学、激光化学、能源化学、环境化学等知识,以此来开拓读者的视野,使之更深刻地把握科学思想方法的内涵。

3. 坚持通俗易懂,做到深入浅出

该书应尽最大努力,做到深入浅出、通俗易懂。该书不仅应适合化学教育工作者阅读,还应适合大学生、高中生及广大的化学爱好者阅读。

经几易其稿,认为上述原则得到了较好的落实后,我们才将书稿交付出版。

在写作过程中,我们从化学史料、化学专著、科学实验材料、科普读物以及测试资料中采集了丰富营养,除在书后列出主要参考书目外,在此向有关作者、编者、出版者表示衷心的感谢。

由于从科学思想方法的角度来认识化学发现、发明并凸现科学思想方法的宣传,对我们来说尚属一种尝试,书中定有许多不足之处甚至谬误,恳望专家和读者指正。

刘宗寅 吕志清