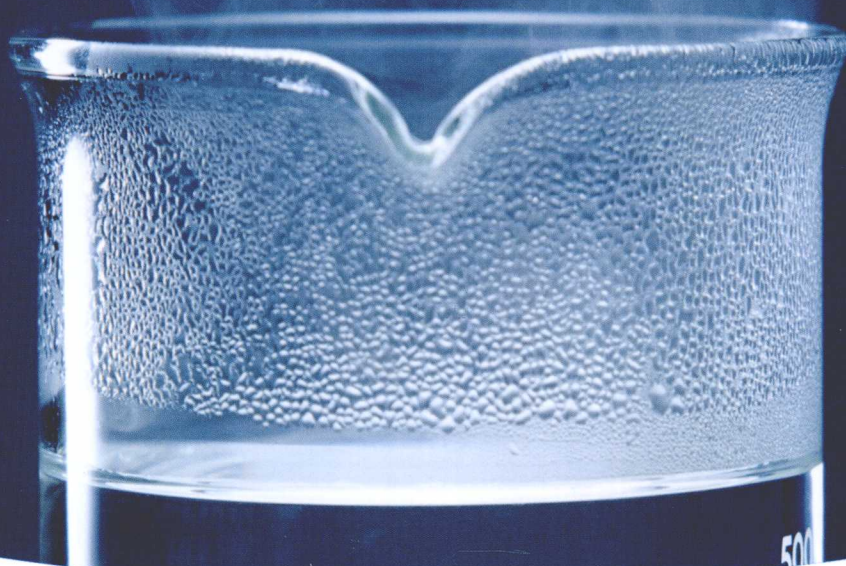




GAOZHONG HUAXUE JINGSAI DUBEN



高中化学竞赛读本

上册



YZLI0890146648

◎ 胡列扬 著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

高中化学竞赛读本

(上册)

胡列扬 著



YZLI0890146548



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

高中化学竞赛读本.上册/胡列扬著. —杭州:浙江大学出版社, 2011. 11

ISBN 978-7-308-09309-5

I. ①高… II. ①胡… III. ①中学化学课—初中—教学参考资料 IV. ①G634.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 231500 号

高中化学竞赛读本(上册)

胡列扬 著

责任编辑 杨晓鸣

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州大漠照排印刷有限公司

印 刷 德清县第二印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 29

字 数 742 千

版 印 次 2011 年 11 月第 1 版 2011 年 11 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-09309-5

定 价 48.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571) 88925591

序

国际化学奥林匹克竞赛举办了 40 届,为全世界中学生提供了一个增长知识、探索研究、展现创造能力、促进交流的机会,受到愈来愈多国家和地区的高度重视。我国从 1988 年参加这项活动,20 年来,届届都取得了优异的成绩,令人欣慰;更为重要的是激励了广大中学生学习和探索化学的兴趣,扩大了化学视野,加深了对化学学科的认识,使一批批学有余力的中学生脱颖而出,有的已把化学作为毕生从事的专业,同时也锻炼和造就了许多优秀的青年教师。

中国化学会举办“全国高中学生化学竞赛”已有 20 余届,其宗旨在于普及化学知识,鼓励青少年接触化学发展前沿,了解化学对科学技术、社会进步和人民健康的作用,探索早期发现和培养优秀人才的方法和途径,促进化学教育教学新思想与新方法的交流,推动化学教育教学改革,提升我国化学教学水平,选拔参加一年一度的国际化学竞赛优秀选手。

为了扩大中学生化学新视野,适应化学竞赛,给竞赛学子与辅导教师提供竞赛参考资料,胡列扬老师编著的这套《高中化学竞赛读本》,内容丰富,深入浅出,新颖活泼,特色鲜明,不落俗套,值得一读。《读本》从中学生实际出发,遵循学习规律,注重学法指导,重视科学思维的训练与科学素质的提高,积极营造创新求异氛围,引导读者质疑。陈述具体,点拨到位,多维呈现原理形成过程,背景知识具体,改变了其他版本中浓缩知识,强化训练的做法。有利于读者消化吸收,有利于读者把握知识脉络,有利于科学探索与争鸣。思考探索栏,营造出磨励思维氛围;科苑导读栏,既有名家垂范,又有大量科学前沿信息;科学思想深邃,人文气息浓厚;书中原创题,体现了作者对竞赛事业的执着与奉献精神。

该书既是一本竞赛辅导用书,也是一本科普读物。文理交融,图文并茂,穿插故事,启迪思维。描绘著名科学家的求索足迹和爱国情怀,敞开探索空间,让读者去寻奇探幽,领悟化学的奥秘,提高科学鉴赏力,我相信读者会喜爱的。

年轻人优于年长者,就在于充满好奇心,希望广大青年学子,带着你的好奇心,跟着兴趣走,学科学,爱科学,用科学,永攀高峰,为中华科技腾飞,争做栋梁材!

胡列扬
二〇〇...年

前 言

真诚感谢著名科学家、中科院院长、亚洲化学会联合会主席白春礼院士为本书作序；真诚感谢中国化学会的前辈们（北京医科大学王夔院士，北京大学严宣申教授、段连运教授，北京师范大学吴国庆教授，首都师范大学曹居东教授，中国科学技术大学张祖德教授），是他们让我深深地热爱竞赛工作；真诚感谢浙江大学出版社对《高中化学竞赛读本》出版的大力支持；最后，真诚感谢读者对《高中化学竞赛培训教材》的厚爱。没有读者支持，短短 5 年间不可能印刷 12 次。读者的热忱促使我潜心全程全新修订，才有《高中化学竞赛培训教材》涅槃成《高中化学竞赛读本》。十月怀胎，一朝分娩。《竞赛读本》则积作者 20 余年之功，凝炼而成。愚者千虑，也有所得，《竞赛读本》有以下鲜明特色：

体系新颖 指导得法 从竞赛学子实际出发，遵循学习规律，重在引导。按竞赛大纲要求由浅入深编排，点拨到位，简明扼要。先无机，后有机，再综合。将学科前沿、生活实际、社会热点有机结合，适时开启科学视窗，引领读者走近科学，激发读者兴趣与激情；知识脉络清晰，过程简明，栏目丰富，新颖活泼，图文并茂，史料详实，名家垂范，哲理故事，融入智慧，思想深邃，文理交融。

题例新颖 不落俗套 配有一定数量原创题，抛砖引玉，激发灵感，引领创新。设置了一些富有挑战性的思考探索题，适合不同层次读者，也可供学有余力的读者探索，对锤炼思维的求异、发散、创新、灵活运用原理解决实际问题很有裨益。

主干突出 拓展鲜明 主干陈述的知识是竞赛基础知识，拓展内容是竞赛较高要求——是中学化学基础知识的自然延伸，一般参赛读者不会感到有多大难度，是中学化学与大学化学的纽带，也是挑战与跨越的垫脚石。有自信，能自强，锲而不舍，就没有过不了的火焰山。

背景清晰 陈述详尽 基础知识阐述与创新能力激发相结合，重视知识过程铺垫，重要理论知识和科学概念铺垫背景知识；注重理论联系实际和理论对实践的指导原则，适合于读者自学和作教师辅导帮手。竞赛与常规文化课学习既相似又有不同（开篇有的地方超越了读者现有知识水平，可以泛览，或跳过去，以后再回来），根据作者多年辅导心得和自学体会，建议读者在学习本书过程中，注意运用以下观点和方法，以便更好地驾驭知识。

一、灵活运用唯物辩证法

1. 变化的观点。理无常是，事无常非。今日所用，后或弃之，今之所弃，后或用之，一切都在于心你领神会。光的波动性与粒子性争论了几百年，经典力学的确定性与量子力学的不确定原理，泾渭分明，原子由坚不可摧到外实内虚又无限可分。燃素论、生命力论、惰性气体等原理、概念，都已成为历史天空的流星，在天际陨落。与时俱进不是虚拟口号，是哲理名

言。回到化学中来,一切皆变要成为一种理念,要落实到具体实践当中。

2. 量变质变观。量变质变在化学中可随手拈来。质子数变,元素异种,CO与CO₂,O₂与O₃,Na₂O与Na₂O₂,浓硫酸与稀硫酸,元素的衰变,同分异构,化学变化,等等。

3. 相反相成。化合与分解,氧化与还原,一般与特殊,正常与反常,混沌与有序,确定性与随机性,连续性与量子化,阴阳相生,正负相随,虚实相伴,既对立,又统一。从大视野,新角度观察,反常是正常,特殊融于一般。宏观连续,微观离散,空里有实,实内是空,科学无意识印证了佛语“空不异色,色不异空”的正确性。科学与宗教有统一性。

二、科学原理的简明性

科学是简明的,和谐的,需要你由此及彼,由表及里地去联想,去探索,去粗取精,去伪存真。需要你用联系的观点,同中求异,异中求同,透过现象看清本质。如复分解反应、亲电取代、亲核取代、亲电加成、亲核加成,等等,都遵循着一个基本法则——电性规则。电性规则是高级规则,核心是异性重组,等价交换。切记老子的治学名言“为学日益,为道日损”。重视具体知识积累,不断提炼升华。道可道,非常道,会其意,留其真。

三、充分发挥想象力

想象比什么都重要。爱因斯坦有句名言,想象包括了世间的一切。为了便于科学交流与文化传播,前人创建了许多约定俗成的简明符号,后人获益匪浅。但是书面表达只能用二维平面模写三维结构,符号简洁却远离真实,还有排版的艺术化,使得许多结构信息被压缩了,需要我们发挥想象力,去解压,还原本真,让它们的三维图像在你的脑海里清晰呈现。如晶体结构、笼形化合物、包合物、旋光异构中的对映体、取代反应中的构型转化,没有丰富想象力,就不易准确把握微粒中各原子或原子团的空间位置,唯有心到,会意神悟。

四、观其大略 抓住实质

每学一章内容,应该先观其大略,了解轮廓,然后再细读深思,揣度知识间的内在联系,进行深度加工,使知识结构化,简约化,做到厚积薄发,由博返约。征途中少不了荆棘和坎坷,重峦叠障,需要你付出艰辛的脑力劳动,借用开国元帅叶剑英将军诗句,奉献给竞赛学子:攻城不怕坚,读书莫畏难。科学有险阻,苦战能过关。风光无限,险峰可攀。

五、两观并重

结构决定性质,性质源于结构。像物质反应的难易、氧化性、还原性强弱、热稳定性高低、物质的颜色深浅、离子水解度大小、元素在自然界中的矿藏等信息都蕴藏在结构中。反应热、核外电子排布、重排反应,均受能量观支配。能量观与结构观,互为因果,互相印证,殊途同归,并行不悖。把握好两者的区别与内在关系。

六、用活量质观

所谓量质观,就是指既要重视物质的数量,又要注重物质的性质,将两者有机结合起来,分析处理问题。事实上任何物质都是质与量的辩证统一,无质之量和无量之质都是不存在

的,这是我们解决问题的哲学基础。只考虑量不考虑质或是只考虑质不考虑量都是不可取的。

七、学贵思疑 揭示真谛

读书需有疑,小疑则小进,大疑则大进,无疑则难进。青年学子思想活跃,朝气蓬勃,应该大胆质疑,敢向权威说不。既要融入书中,又要游离书外,把握特点,看出不足。本书肯定有许多不足和错误,敬请甄别,切莫盲从。



八、静心体验科学之美

每门学科都有它的形式美和内在美。化学的魅力在于实验美、结构美、动态辩证统一美。热爱美、追求美、占有美、创造美是人类的天性。古人说,读书之乐乐如何?绿满窗前草不除。美在于你用心去体验,去领悟原理的简洁性和普适性。美需要你去提炼,去创造,需要你由此及彼,由表及里,从更深层次上抽象概括,把握知识间的内在联系。科学是美丽的,愿读者在研读过程中,能够分享科学之美,让科学美永驻你的心房。

胡列扬

2010年春于岸上蓝山翠竹苑

目 录

 第一章 走进化学天地	1
第一节 化学是人类文明进步的阶梯	/ 1
第二节 竞赛化学思想方法	/ 2
一、创造性思维方法	/ 2
二、理论思维方法	/ 3
三、科学类比法	/ 4
四、系统化方法	/ 4
第三节 像化学家那样研究化学	/ 5
一、研究物质的基本方法	/ 5
二、掌握化学思想方法 提升自身竞技水平	/ 8
三、基础实验	/ 9
四、研究物质的实验方法	/ 16
能力训练一	/ 20
 第二章 物质的量与化学计算	25
第一节 物质的量	/ 25
一、物质的量	/ 25
二、摩尔质量	/ 25
能力训练二	/ 27
第二节 气体摩尔体积	/ 28
一、影响物质的体积因素	/ 28
二、气体摩尔体积	/ 29
能力训练三	/ 32
第三节 物质的量浓度	/ 34
一、物质的量浓度定义	/ 34
二、物质的量浓度溶液的配制步骤	/ 34
三、围绕物质的量浓度的相关计算	/ 34

四、以物质的量为中心的计算 / 34

五、定量分析 / 36

能力训练四 / 46



第三章 化学反应及其能量变化 51

第一节 氧化还原反应 / 51

一、基本概念 / 51

二、氧化还原反应一般规律 / 52

三、氧化还原反应方程式配平 / 54

四、氧化还原反应的计算 / 56

能力训练五 / 57

第二节 离子反应及其应用 / 60

一、电解质与非电解质 / 60

二、电解质溶液的导电能力分析 / 60

三、电解质的电离 / 60

四、离子方程式的书写步骤 / 61

五、离子反应的发生条件 / 62

六、离子共存 / 62

七、离子方程式的书写技法 / 62

能力训练六 / 65

第三节 化学反应中的能量变化 / 68

一、化学反应中的能量变化 / 68

二、内能 / 68

三、化学变化的方向 / 71

能力训练七 / 75

第四节 氧化还原反应与电能转化 / 79

一、原电池 / 79

二、电解原理及其应用 / 83

能力训练八 / 88



第四章 海洋无机化学 93

第一节 氯元素及其化合物 / 93

一、氯气的性质 / 93

二、卤族元素 / 96

三、卤化氢与氢卤酸 / 99

四、卤素的含氧酸及其盐 / 99

能力训练九 / 105

第二节 钠及碱金属元素化合物 / 111


- 一、钠的性质 / 111
- 二、钠的化合物 / 112
- 三、碱金属元素 / 114
- 能力训练十 / 123
- 第三节 镁及碱土金属元素 / 126
 - 一、镁及其化合物 / 126
 - 二、锂、铍、钙、锶、钡 / 127
 - 三、硬水及其软化 / 129
 - 能力训练十一 / 132

第五章 物质结构 元素周期律 137

- 第一节 原子结构与元素周期律 / 137
 - 一、人类探索原子结构的足迹 / 137
 - 二、原子核 / 138
 - 三、原子核外电子运动特征 / 138
 - 四、元素周期律与元素周期表 / 142
 - 能力训练十二 / 148
- 第二节 化学键与分子结构 / 153
 - 一、离子键 / 153
 - 二、金属晶体与等径球的密堆积 / 158
 - 三、共价键理论 / 160
 - 能力训练十三 / 168
- 第三节 极性分子与非极性分子 / 171
 - 一、极性分子和非极性分子 / 171
 - 二、确定分子空间构型的简易方法 / 171
 - 三、分子间力与氢键 / 173
 - 能力训练十四 / 180

第六章 化学反应与四大平衡 185

- 第一节 化学反应速率 / 185
 - 一、外界因素对反应速率的影响 / 185
 - 二、化学反应速率理论 / 188
 - 能力训练十五 / 190
- 第二节 化学平衡 / 192
 - 一、化学平衡定律 / 192
 - 二、平衡常数与反应方程式 / 193
 - 三、多重平衡规则 / 193
 - 四、平衡常数与转化率 / 194

五、外界条件对平衡的影响	/ 194
六、等效平衡原理	/ 198
能力训练十六	/ 202
第三节 电离平衡	/ 207
一、稀溶液的依数性	/ 207
二、电离平衡	/ 209
三、水的电离与 pH 计算	/ 211
能力训练十七	/ 216
四、盐类的水解	/ 218
五、酸碱中和滴定与容量分析	/ 224
能力训练十八	/ 227
六、胶体分散系	/ 230
能力训练十九	/ 238
七、配合物初步	/ 242
能力训练二十	/ 251
 第七章 矿物中的金属与金属材料 255
第一节 金属铝及铝的化合物	/ 255
一、铝的性质	/ 255
二、铝的重要化合物	/ 256
三、铝的生物效应	/ 257
能力训练二十一	/ 262
第二节 p 区金属	/ 266
一、镓、铟、铊元素	/ 266
二、锡铅金属	/ 266
三、铋和铊及其化合物	/ 267
能力训练二十二	/ 269
第三节 过渡金属元素	/ 272
一、过渡金属元素共性	/ 272
二、铁元素	/ 272
三、I B 族金属	/ 275
四、II B 族金属	/ 277
五、钛族元素	/ 279
六、钒族元素	/ 280
七、铬族元素	/ 281
八、锰族元素	/ 283
九、稀土元素	/ 284
十、金属材料	/ 286

能力训练二十三 / 293

**第八章 非金属元素与无机非金属材料** 301**第一节 非金属概述 稀有气体 氢** / 301

一、非金属单质化学性质 / 301

二、氢化物 / 302

三、氧化物的水化物 / 302

四、稀有气体 / 302

五、氢元素化学 / 303

六、水 / 304

能力训练二十四 / 307

第二节 氧族元素 / 309

一、概述 / 309

二、氧气和臭氧 / 309

三、过氧化氢(H_2O_2) / 311

四、单质硫性质 / 311

五、硫的化合物 / 313

六、环境污染与防治 / 321

七、解题方法 / 322

能力训练二十五 / 327

第三节 氮族元素 / 334

一、氮和磷 / 334

二、磷元素 / 336

三、氨 铵盐 / 341

四、硝酸与硝酸盐 / 347

能力训练二十六 / 353

第四节 硼碳硅 无机材料 / 362

一、碳族元素 / 362

二、硅酸盐工业及新型无机非金属材料 / 371

能力训练二十七 / 377

**第九章 综合素质训练** 386

自我检测一 / 386

自我检测二 / 391

自我检测三 / 398

自我检测四 / 402

**参考答案** 409

第一章 走进化学天地

化学发展史见证着人类文明的进步史。没有哪一门学科能像化学一样与时代的发展联系得如此紧密，深深地烙在历史的足迹之中。

第一节 化学是人类文明进步的阶梯

化学在改善人类生活、繁荣文化方面最有成效。人类早期通过化学变化制造新物质，如烧炭、制盐、制陶、冶金、酿酒、制醋、印染、造纸、配药、防腐、防毒等。

考古文献表明，炭在史前就已经使用。烧炭为制陶提供了能量支持。陶器出现改变了人类的生活方式，蒸、煮、烹、炖的饮食文化开始萌芽。制陶技术成熟，标志着蒙昧时代的结束，并为金属冶炼和铸制提供了技术条件。金属冶炼和铸制技术的发展，促进了农业发展；铜质合金出现，使工具和武器制造更上一层楼。

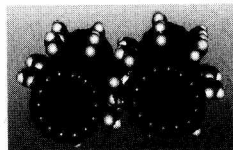
从花卉和某些昆虫体内提取颜料，用于作画、染布，丰富了人们的物质生活和文化生活。长生丹虽未炼成，但在炼丹实践活动中却积累了大量化学物质及其变化知识，客观上促进了化学的发展，直接促使了黑火药和指南针的发明。炼丹过程涉及燃烧、煅烧、蒸馏、升华、熔融、结晶等操作，积累了许多物质的性质。东晋炼丹家葛洪在炼丹过程中发明了溶金秘方，西方近代才能溶金。炼丹促进了制药与治病的发展，为华夏文明繁衍生息做出了贡献。

现代人类的衣、食、住、行、健康离不开化学。如果没有合成氨技术，世界上将有 10 多亿人要挨饿；如果没有合成抗生素和大量新药问世，人类生存繁衍就会受到极大威胁；如果没有合成纤维、合成塑料、合成橡胶，现在生活情景将会怎样？毋庸置疑，化学在人类由野蛮生活发展到文明社会的变化中发挥着“中心”作用。

化学家能够操纵原子，捕捉原子，检出低于 $10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 残留物，由此可将罪犯捉拿归案，让服用兴奋剂者现形。将来化学家定能彻底破译光合作用的全部密码，揭示出自然固氮的全部奥秘，为人类提供高效清洁的能源，为植物提供无污染的氮肥，将茫茫戈壁变绿洲，将温室效应气体变财富。天蓝蓝、水清清、鸟唧唧的美景将会充满人间。

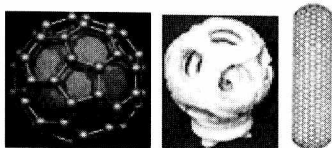
化学发展日新月异，分子器件不断问世，新材料不断合成。分子导线、分子马达、纳米机器人、隐身材料、记忆合金、泡沫合金、心脏起搏器……无不凝结着化学家的智慧。

20 世纪 80 年代，化学史上最激动人心的一幕莫过于认知了 C_{60} 。长期以来，人们一直认为碳单质只有金刚石和石墨两兄弟，忽



视了其他结构单元的存在。这种观念绝妙地印证了诗人杨万里的诗句：“莫道下岭便无难，赚得行人空喜欢。正入万山圈子里，一山放过一山拦。”

C_{60} 发现不久，科学家就预言了一种超级富勒烯结构的存在，这种超级富勒烯的中心为 C_{60} 分子，外围是由 249~960 个碳原子叠套而成，形成层层相套的洋葱状巴基球。科学家希望通过控制同心套层的距离并设法在层间插入其他原子来获得优异性能的新材料。科学家设计的球中球可与我国古代的“镂雕”相媲美。科学家乘胜追击，碳纳米管、石墨烯等全碳新材料先后走出实验室。用碳纳米管制成新型高强度的碳纤维，是迄今世界上最细、最坚韧的导线，可充当未来太空电梯材料。石墨烯材料将更新。



C 的新形态

C_{60} 的发现打破了人们已有的知识框架，开阔了眼界，解放了思想。自然界到处都隐藏着无穷无尽的奥秘，等待着人们去发掘。即使原来被认为研究得非常透彻的领域，也极有可能还存在未被开垦的新大陆。从 18 世纪到 19 世纪中叶，人们对空气组成和性质进行了无数次研究，都以为人类对空气了如指掌，谁知不久瑞利和拉姆塞的细心研究发现了一族稀有气体。自 19 世纪到 20 世纪 60 年代，化学家通过大量实验证明了稀有气体的惰性，断言它们不能形成化合物，并从理论上加以肯定。巴特勒特合成了 $XePtF_6$ 。这一稀有气体化合物，迫使人们改变原来看法，兴起了稀有气体化学研究热。

批判和创新是科学发展的灵魂。由于客观世界的复杂性、客观规律的隐蔽性和认识的局限性，不可能一下子全面把握事物的本质。人们在认识事物的过程中难免要犯主观性、盲目性和片面性的错误。只要我们树立正确的世界观，始终保持清醒的头脑，就能不断地发现新事实，提出新理论，开拓新领域；经常审视已有理论和认识，不被传统观念和个人偏见所蒙蔽，就能少犯错误，少走弯路，与时俱进。人类对自然的认识犹如登山，当奋力攀登上一座高峰之后，极目远眺，连绵群山，并非孤立，它们是相互联系的。

第二节 竞赛化学思想方法

化学物质已发现了 8000 多万种，增速极快，因此竞赛化学的深度与广度和常规教材有很大不同。既有基础性知识，还涉及学科前沿知识，处理问题的智能要求高，该如何学好竞赛知识？建议读者参考提供的方法，进行尝试。

一、创造性思维方法

人类通过创造，改变了世界，完善了自我。创造性思维，是具有开创性的思维活动，既包括开拓人类认识新领域、开创人类认识新成果的思维活动，又包括虽然没有取得发明创造和新发现，但在思考方法和技巧上，在局部结论和见解上却具有新奇独到之处的思维活动。

创新是创造性思维的灵魂。在思维过程中伴随着“想象”、“直觉”、“灵感”之类的非逻辑规范思维活动，达到既符合逻辑又超越逻辑的境界。

创造性思维方法有三个明显的特征：思维的新颖性、灵活性和非拟化。创造贵在创新，思路灵活多样，让思维在想象的蓝天上自由翱翔。

【例 1】 已知 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 受热分解成 ZnO 、 NO_2 和 O_2 。现将 Zn 和 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 的混合物在空气中充分灼烧到质量不再改变为止,冷却后称其质量与原混合物质量相同。求硝酸锌在混合物中的质量分数。

【解析】 常规法解决本题,多用代数法、十字交叉法。创新性解析如下:

$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{Zn} \longrightarrow \text{ZnO} \Rightarrow m[\text{Zn}(\text{NO}_3)_2] + m(\text{Zn}) = m(\text{ZnO})$ 。变化前后,从质量守恒角度看,可认为是硝酸根的质量等于生成物氧化锌中的氧的质量。由此可以列出下式:

$$\frac{m[\text{Zn}(\text{NO}_3)_2]}{m[\text{Zn}(\text{NO}_3)_2] + m(\text{Zn})} = \frac{m[\text{Zn}(\text{NO}_3)_2]}{m(\text{ZnO})} \approx 30\%$$

还可以这样来处理:就反应前后的质量守恒而言,实质上就是硝酸锌中的氮被空气中的氧所替换。以摩尔计相当于 1mol N_2 被相当质量的氧所替换,由此可列出下式:

$$\begin{aligned} m[\text{Zn}(\text{NO}_3)_2] + m(\text{Zn}) &= m(\text{ZnO}) \\ \Rightarrow m[\text{Zn}(\text{NO}_3)_2] + m(\text{Zn}) &= 6 \times M_r[\text{ZnO}] + M_r(\text{ZnO}) \times \frac{28}{16} \\ \Rightarrow \frac{189}{6 \times 81 + 81 \times 28/16} \times 100\% &\approx 30\% \end{aligned}$$

也可以根据 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \longrightarrow \text{ZnO} + 2\text{NO}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2$ 产生的气体质量转化到 ZnO 求解。

以 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 1mol 为基准量,求出所含单质锌的物质的量,再求 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 质量分数。

$$\begin{aligned} \text{Zn 与 O 结合生成的 } n(\text{Zn}) = n(\text{ZnO}) &= [m(\text{NO}_2) + m(\text{O}_2)]/16 \\ &= (92 + 16)/16 = 6.75(\text{mol}) \end{aligned}$$

$$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \% = \frac{1 \times 189}{1 \times 189 + 6.75 \times 65} \times 100\% \approx 30\%$$

二、理论思维方法

理论思维方法的精髓,就是灵活运用概念,作出正确的判断和推理。通过理论思维,开阔视野,步步推进,深入对象内部,从而将不同事物联系起来,探索它们之间的隐性关联。

理论思维的另一个特质就是敢于质疑,敢于挑战权威。信息化时代,信息多于牛毛,鱼龙混杂,需要分析审视一切信息,不迷信权威,不作书本的奴隶,敢于质疑,并要善于质疑。

在某化学教材中曾出现过这样的反应方程式: $\text{CaF}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \longrightarrow \text{CaSO}_4 + 2\text{HF} \uparrow$; $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\text{微热}} \text{NaHSO}_4 + \text{HCl} \uparrow$; $2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{500 \sim 600^\circ\text{C}} \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl} \uparrow$ 。这里有疑点吗?由大理石制 CO_2 用盐酸不用硫酸的常识,不难发现 $\text{CaF}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \longrightarrow \text{CaSO}_4 + 2\text{HF} \uparrow$ 有误。无水或少水环境中硫酸提供第二份氢困难。硫酸钙在水中微溶,用硫酸与碳酸钙反应制 CO_2 ,碳酸钙表面不断被微溶物覆盖,反应难以继续下去。用浓硫酸与萤石反应制 HF ,如果生成硫酸钙,阻力必然存在。实际上反应很顺利,说明反应产物不是硫酸钙,在浓硫酸中只能生成硫酸氢钙,正确的反应方程式应该是: $\text{CaF}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \longrightarrow \text{Ca}(\text{HSO}_4)_2 + 2\text{HF} \uparrow$ 。

由个别上升到一般,作出合理推论:

要使液体与固体反应顺利进行,生成物必须容易离开固体,使反应物始终保持接触。

理论思维能力的自我培养很重,这是我们不可缺少的基本素养,已被无数历史事实所证实。我国古代自然哲学家把金木水火土衍变成阴阳五行说,西方自然哲学家从实践中抽出原子、分子、元素等科学概念,爱因斯坦从追光的梦境中创立了相对论。

学无止境。熟读精思,厚积薄发,积极探究现象背后的深层本质,求真理,悟大道。

三、科学类比法

类比法是以比较为基础,从特殊到特殊的逻辑推理方法,是根据两个或两类对象在某些属性和特征上的类同,推论它们在其他属性和特征上也可能相似的一种科学方法。

类比思维的推理模式:对象 A 具有 $a、b、c、d、e$ 属性或关系,对象 B 具有 $a'、b'、c'、d'$ 属性或关系,且与 $a、b、c、d$ 相似,类推对象 B 可能有与 e 相似的 e' 属性或关系。

一切事物之间都存在着某种相似性,类比方法在广阔背景下把两个不同事物联系起来,不仅能用于同类事物之间,也能用于同类事物的不同发展阶段。作为一种创造性的思维方法,类比方法在化学学科的发展中起着非常重要的作用。

运用科学类比时应注意两点:一是对进行类比的两个研究对象应尽量找出它们之间的共同属性或特征,这是科学类比可靠性量的基础;二要尽可能以两个研究对象的本质属性为依据,并且从类比中得出共同属性和结论之间应有的本质联系,这是科学类比可靠性的基础。科学类比所获得的结论是或然的,不便于直接作为逻辑证明,有待于实践检验。

卢瑟福的原子结构行星模型是将原子和太阳系作类比。稀有气体化学的创立也是科学类比法成功的典范。1962年加拿大化学家巴特列发现 O_2 与 PtF_6 反应生成一种新化合物 $O_2^+[PtF_6]^-$,他联想到 Xe 失去一个电子所需能量 $1171.5\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$,与 O_2 失去一个电子所需能量 $1175.7\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 十分接近, Xe 应该能与 PtF_6 反应。当他把等体积 PtF_6 与 Xe 气体混合时,红色固体出现了(生成物是 $Xe[PtF_6]$)。结果公布,震惊了化学界。这充分印证了我们先祖的思想:理无常是,事无常非,今之所用,后或弃之。

类比方法,能够开启思路、提供线索,借助范例,能够举一反三、触类旁通。 Na_2S 与 CS_2 反应的化学方程式你会写吗?如果你联想到 Na_2O+CO_2 的反应就有思路了。硫与氧相似性,该反应可看成是碱性硫化物与酸性硫化物的反应: $Na_2S+CS_2=Na_2CS_3$ 。

四、系统化方法

系统化方法是以系统论观点来分析综合事物,把对象作为多方面联系的动态整体进行研究的思维方法。运用系统观点,从整体与各个要素之间关系中,综合地考察对象,达到最优化处理问题。

运用系统化方法要遵循整体性原则、有序性原则、动态性原则和择优化原则。整体性原则是系统化方法的核心。整体性原则要求我们无论做什么事情,都要立足于整体,统筹全局,从整体出发,驾驭局部,高屋建瓴。

【例 2】 (2009 创)根据八圈图和你所掌握的化学知识,系统整理酸的化学性质。

【解析】 八圈图系统地整理了初中化学中无机类物质之间的转化关系,并将化学反应类型汇整在一起,演变出 15 种基本关系。酸的反应只是其中之一。

酸分共性与特殊性。共性由 H^+ 体现,特殊性由酸根 B^- 或 H^+ 与 B^- 协同作用体现。

(1) 酸的共性:

① 能使紫色石蕊试纸变红。

② 与活泼金属置换: $\text{Zn} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$

③ 与碱性氧化物作用: $\text{CaO} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$

④ 与碱中和: $\text{OH}^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$

⑤ 与弱酸盐作用: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

(2) 特殊性:

① 高沸点与酸性: $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{NaHSO}_4 + \text{HCl} \uparrow$ (实验室制氯化氢)

② 酸根沉淀反应: $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow + \text{HNO}_3$

(3) 酸根的氧化还原性:

	酸的氧化性	酸的还原性
与单质	$3\text{C} + 4\text{HNO}_3 \rightleftharpoons 3\text{CO}_2 + 4\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$ $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \rightleftharpoons 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$	$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{SO}_4$
与氧化物	$3\text{SO}_2 + 2\text{HNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO}$	$\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
与酸	$\text{HCl} + \text{HClO} \rightleftharpoons \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$	
与碱	$2\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{HOCl} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{Fe}(\text{OH})_2\text{Cl}$	$2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 6\text{HI} \rightleftharpoons 2\text{FeI}_2 + \text{I}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
与盐	$4\text{HNO}_3 + 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \rightleftharpoons 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{NaOCl} + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$

第三节 像化学家那样研究化学

一、研究物质的基本方法

1. 观察与思考

观察是有计划、有目的地用感官考察研究对象的方法。在观察过程中,不仅要收集各种信息,还要进行思考,及时加工。观察到的信息对你有什么启发,结出怎样的硕果全在于人的心智和理论思考。理论决定你收获什么。有的人一叶障目不识泰山,有的人却能从一粒细沙看见世界。

观察要实事求是,不介入主观偏见。观察要透过现象看本质,要善于捕捉异常现象,不放过任何蛛丝马迹,做好详细观察记录。科学大师们的观察与思考对我们很有启发。

有一天实验,诺贝尔手指被玻璃划破了,助手给他贴了块硝棉胶的创伤膏。这一夜他的手指钻心地痛,久久不能入睡。真奇怪,这么点伤怎么这样痛?是不是有什么物质通过硝棉胶渗到伤口中了?灵感突然降临。诺贝尔立即起床,跑进实验室。取出硝棉胶液,把它同硝酸甘油混合到一起,试验着各种比例,最后形成一种如药膏一样的稠状物质,像糨糊状的硝酸甘油问世了。胶质安全炸药在一个不眠之夜诞生了!

“观”是“知”的基础,没有“观”就不可能有“知”。“观”是顿悟的必由之路。细心观察,用心领悟,是参赛者必备的科学素养。