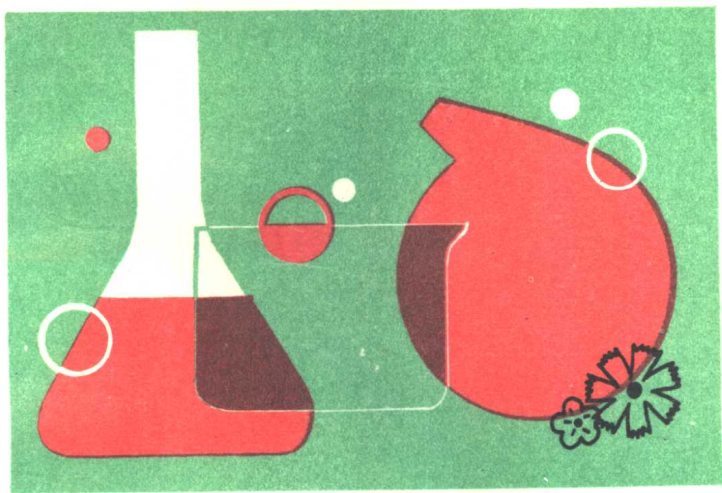


北京教育丛书



中学化学实验教学

● 高文会

● 北京教育出版社

北京教育丛书

中学化学实验教学

高文会 著

(京) 新登字202号

中学化学实验教学
ZHONGXUE HUAXUE SHIYAN JIAOXUE
高文会

北京教育出版社出版

(北京北三环中路6号)

邮政编码: 100011

北京出版社总发行
新华书店北京发行所经销
北京市平谷县胶印厂印刷

开本: 787×1092毫米 1/32 5.625印张 112000字
1993年4月第1版 1993年4月第1次印刷

印数: 1—4000

ISBN7-5303-0253-0/G·231

定价: 3.70元

《北京教育丛书》编辑委员会

顾 问：李 晨 韩作黎

主 编：汪家镠

副主编：姚幼钧 杨玉民 张鸿顺 温寒江 白 耀
方道霖 张觉民

编 委：（以姓氏笔划为序）

于洪波	王 平	王光裕	王洪权	王桂生
王家骏	王碧霖	方道霖	白 耀	叶钟玮
乔 震	汤世雄	杨玉民	汪家镠	张觉民
张鸿顺	陈清泉	陈境孔	林 慈	范小韵
罗玉圃	金德全	贺水葵	赵正中	姚幼钧
胡红星	钟善基	徐仁声	徐俊德	倪传荣
萧 沅	章家祥	阎立钦	曹福海	梁慧霞
温寒江				

序

徐 惟 诚

教育事业的重要，已经日益被愈来愈多的人认识了。

中国要振兴，归根结底要靠我们中国人自己努力奋斗，要靠我们的全体劳动者创造出数十倍于今日的劳动生产率。这是一个全体国民素质提高的过程，人们自然要寄希望于教育。

要搞好教育，需要做许多事情，其中最根本的还是要靠人，靠教师，尤其是担负着国民基础教育任务的中小学教师。

教师的重担，关系着祖国未来的命运，也关系着每一个教育对象未来的命运。他们所教的学生在未来的社会条件下，究竟怎样做人，怎样立身处事，能不能用自己的双手为社会做出贡献，从而也创造自己的幸福生活，在相当大的程度上取决于在青少年时代所受到的教育。

我们知道，人，是世上已知物质发展的最高形态。关于人的意识、观念、智力的形成和发展的规律，我们离知道得很清楚还有很大的距离。社会主义的教育科学需要有一个大发展，这是毫无疑问的。

在教书育人第一线工作的广大中小学教师，对社会主义

教育科学的发展应当有特殊的贡献。他们当中的许多人把一辈子的心血都用来为祖国培育后代，造就人才，积累了丰富的经验。这些经验理当成为整个教育战线的共同财富。可是由于种种原因，这件总结和传播经验的工作过去做得还很不够。为此，中共北京市委和北京市人民政府决定，拨出专款，指定专人组成编委会，编辑出版一套《北京教育丛书》。这个决定受到广大中小幼教师的欢迎和支持。在短短一年多时间内，已经报来几百部书稿。又有一批热心而有经验的同志担任编审工作，看来任务是可以完成的。

我们相信，《北京教育丛书》的编辑出版，对于鼓励广大教师钻研业务，积累经验，对于传播和交流这些经验，对于推动教育科学研究，对于提高普通教育的水平，都是有积极作用的。同时，这套丛书的出版，也将有助于人们认识教师所作的艰苦的、创造性的劳动。

改革和建设的大潮在祖国大地上汹涌澎湃，每天都有许多新问题提到我们面前来，也把许多新问题提到我们的教育工作者面前。这是一个需要有许多新创造的时代。教育战线上的同志们为祖国的振兴所建立的功绩，是不会被人们忘记的。

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 化学实验教学的意义.....	(1)
第二节 化学实验的分类及教学要求.....	(9)
第三节 化学实验操作技能的培养.....	(31)
第四节 化学实验考查.....	(38)
第五节 中学化学实验教学改革的发展趋势.....	(46)
第二章 化学实验能力的培养	(49)
第一节 观察能力的培养.....	(49)
第二节 思维能力的培养.....	(54)
第三节 实验设计能力的培养.....	(62)
第三章 初中化学实验	(68)
〔 1 〕 实验室制取氧气.....	(68)
〔 2 〕 氧炔焰.....	(71)
〔 3 〕 分子运动.....	(72)
〔 4 〕 空气中氧气体积百分含量的简易测定.....	(73)
〔 5 〕 尘炸.....	(77)
〔 6 〕 氢气燃烧生成水.....	(78)
〔 7 〕 水的合成.....	(78)
〔 8 〕 氢气燃烧爆炸.....	(80)

[9] 氢气还原氧化铜·····	(81)
[10] 钠跟氯气的反应·····	(83)
[11] 碳还原氧化铜·····	(84)
[12] 不同用途二氧化碳的制取原理·····	(86)
[13] 二氧化碳溶解度的测定·····	(90)
[14] 二氧化碳被碳还原·····	(90)
[15] 人的呼出气中二氧化碳体积百分含量的 测定·····	(92)
[16] 一氧化碳还原氧化铜·····	(94)
[17] 碳酸钙和二氧化碳之间的系列反应实验···	(96)

第四章 高中无机化学实验····· (98)

[1] 氯气跟氢气的反应·····	(98)
[2] 氯气跟氢氧化钠的反应·····	(99)
[3] 漂白粉的制取·····	(100)
[4] 氯化钠跟硫酸氢钠的反应·····	(101)
[5] 氯化银、溴化银、碘化银溶解度的比较·····	(102)
[6] 硫跟铜的反应·····	(103)
[7] 硫化氢的不稳定性·····	(103)
[8] 硫化氢的还原性·····	(104)
[9] 二氧化硫的催化氧化及三氧化硫的吸收···	(106)
[10] 三氧化硫的制备及其性质·····	(107)
[11] 浓硫酸的吸水性·····	(108)
[12] 浓硫酸跟铜反应·····	(109)
[13] 浓硫酸跟碳的反应·····	(109)
[14] 光亮的金属钠·····	(111)

[15]	过氧化钠跟二氧化碳反应·····	(112)
[16]	磷化氢、硫化氢和氯化氢的稳定性·····	(113)
[17]	氨的催化氧化·····	(114)
[18]	硝酸的不稳定性和氧化性·····	(117)
[19]	硝酸铜分解放出氧气·····	(118)
[20]	镁跟氯化铵溶液的反应·····	(119)
[21]	碳酸镁与氢氧化镁溶解度的比较·····	(120)
[22]	制取氢氧化亚铁·····	(121)
[23]	Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 的性质·····	(122)
[24]	化学平衡状态·····	(123)
[25]	平衡移动原理的实验·····	(126)
[26]	醋酸电离度的简易测定·····	(129)
[27]	气体溶于水时溶液的温度和体积的变化·····	(129)
[28]	吸氧腐蚀·····	(131)

第五章 高中有机化学实验····· (134)

[1]	甲烷的热解·····	(134)
[2]	甲烷跟氯气的反应·····	(135)
[3]	实验室制乙烯·····	(137)
[4]	乙烯跟溴的反应·····	(139)
[5]	用电石制乙炔不能使用启普发生器·····	(140)
[6]	电石中碳化钙百分含量的简易测定·····	(142)
[7]	电石的合成·····	(146)
[8]	苯跟溴的反应·····	(147)
[9]	石油产品的催化裂化·····	(149)
[10]	乙醇分子结构的测定·····	(152)

〔11〕 酒精溶液的蒸馏.....	(155)
〔12〕 乙醇的催化氧化.....	(157)
〔13〕 乙酸乙脂的制取.....	(158)
〔14〕 几种有机物的可燃性试验.....	(161)
〔15〕 纤维素的水解.....	(163)
〔16〕 火棉的制取及其燃烧.....	(163)
〔17〕 合成聚苯乙烯.....	(164)

第一章

概 述

第一节 化学实验教学的意义

化学是一门以实验为基础的自然科学。离开实验就不可能学懂化学，也不会有化学科学的发展。

作为教学实验，从形式和难度上虽不如科学家探索真理所进行的科学研究实验那样高、精、尖，但就其认识过程的本质来说，两者却又是很相似的。

化学实验最容易激发学生学习化学的兴趣，有利于概念的形成，有利于理解和巩固化学基础知识，有利于培养观察能力、分析问题和解决问题的能力，有利于培养实事求是、严肃认真的科学态度，有利于学习科学方法和培养实验操作技能等。

实验教学的作用是多方面的，所以，加强实验教学是提高化学教学质量的最重要环节。

一、化学实验有利于激发兴趣

对于学习化学知识或概念，如果只是由教师讲述和板书，学生一般兴趣不大甚至不爱听。因为讲述和板书给学生提供的信息不但渠道单一，而且信息量少又干涩，在感性认识很

不丰富的情况下要让学生上升为理性认识，这就违背了人的认知规律，因而学生必感到很困难。相反，化学实验却能同时多渠道大容量（声、光、色）提供生动的信息，作用于学生的感官，学生就会表现出极大的认识兴趣。例如，在化学课前，常有学生问老师：“今天化学课有实验吗？”，老师在做演示实验时，就连学习较差的学生也把眼睛睁得大大的，生怕自己没看清楚。这种直接兴趣虽然在学习动机中是最现实、最活跃的成分，但就其心理因素来说，基本上（尤其是初中学生）是因为感到“新奇”、“有意思”的内心活动的表现，这种兴趣往往是不稳固的。如果教师能及时引导学生把各种现象间的因果关系和本质间的联系弄个水落石出，或者由学生自己动手取得实验的成功，这都会激起学生的求知欲——学习兴趣。这就是说，由化学实验诱发的这种学习动力往往比语言描述更现实、更有效。

二、化学实验有助于概念的形成

化学中的概念，有的是比较抽象，只靠口头讲解很难使学生弄明白。如果由恰当而鲜明的实验入手，则往往能收到事半功倍的效果。

例如，在强酸强碱的中和滴定中，甲基橙和酚酞是可以任选作指示剂的。中和滴定既然是一个定量实验，除了教给仪器的名称、构造和操作方法外，还应使学生从“量”的角度理解这个实验的原理和精确度。对于原理的理解，学生不会感到困难，但对精确度的理解却存在着很大障碍。学生的想法是：在强酸强碱的中和滴定中，滴定终点时，溶液的PH值理论上为7，但甲基橙或酚酞的变色范围都不是7，甲基橙变为橙色时，PH值是3.1—4.4，溶液中 $[H^+]$ 是中性溶液

中 $[H^+]$ 的千倍到几千倍，因此，滴定终点的误差岂不太大了；酚酞呈粉红色时，PH 值为 8—10，溶液中 $[OH^-]$ 是中性溶液中 $[OH^-]$ 的 10—1000 倍，同样，误差也不小。如果两次滴定，一次用甲基橙作指示剂，另一次用酚酞，那么误差会更大。为什么甲基橙和酚酞又可以任选呢？

对学生来说，这的确是个难以想通的问题。正因为学生头脑里有几个想不通，因之阻碍了他们对中和滴定实验精确度的确认。

从中学教学要求来说，对中和滴定实验的精确度，无需从理论上给以说明，重要的是学生能确认“有误差，但仍是比较精确的”就可以了。

怎样做到这一点？用事实说话！一般的做法是（在学生做中和滴定实验之后）：

1. 用移液管取 25.0 毫升待测浓度的氢氧化钠溶液，放进清洁的锥形瓶中，滴加 2—3 滴酚酞指示剂。

2. 用标准盐酸（0.20 摩尔/升）滴定。

（1）记标准酸初读数。

（2）滴定至酚酞由红色——粉红色——刚刚消失，记末读数，设耗标准酸 20 毫升。然后提示学生：此时溶液的 PH 值稍小于 8。

（3）继续向锥形瓶中滴入 2—3 滴甲基橙，溶液显黄色，继续滴入 1 滴标准酸，振荡后，甲基橙变为橙色。提示学生：此时溶液的 PH 值 3.1—4.4。

3. 告诉学生，25 滴为 1 毫升，估算指示剂不同的误差。

误差是 $\frac{1}{20 \times 25} = \frac{1}{500}$ ，因之滴定结果有误差，但又是很小的，

所以中和滴定实验仍是比较精确的。

又如，电镀中的阳极溶解问题。

这个问题，通常的讲解是：通直流电的情况下，在阳极失电子的不是溶液中的阴离子，而是阳极本身的金属原子失电子成为阳离子进入电镀液补充消耗的阳离子。对于这样的讲解，学生能听懂，但受用惰性电极电解的知识的干扰又觉得费解和难以确认。所以，日后学生解答有关电解、电镀问题时，出错最多之处往往就在阳极是否溶解上。

看来解决这个问题的办法还应该借助于鲜明的实验给学生头脑里留下深刻的感知，而深刻、鲜明的感知不但有助于对概念的理解，而且能经久不忘。实验方法如下：

1. 在扁平有机玻璃U型管中注入稀硫酸，用粗铜丝作阴极，碳棒作阳极，接6伏直流电源，水平投影观察，两电极上都产生气泡。

2. 把阳极碳棒换成粗铜丝，在U型管的阳极一侧塞入一团脱脂棉（如图1—1），通电并投影观察——阴极仍产生气泡，阳极不产生气泡。

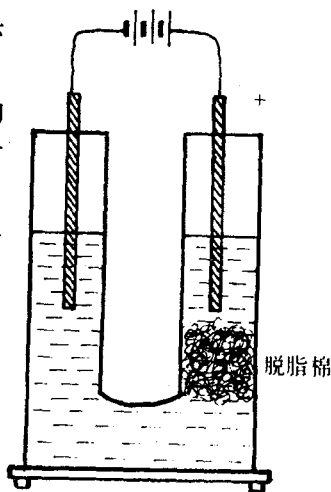
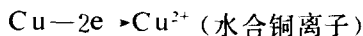


图1—1 电镀

几分钟后，阳极一侧脱脂棉，以上溶液呈淡蓝色。这样，学生能完全相信，在直流电作用下铜阳极的反应是：



此外，对质量守恒定律、化学平衡（见本书高中化学实验——化学平衡状态）等概念的正确理解无不是通过一定的教学实验，使学生获得感知，然后经分析、推理、归纳、概括，使感性认识上升为理性认识而完成的。

总之，对于重要而又难以掌握的概念，教师应千方百计地研究、设计简单而鲜明的实验配合教学，这是突破“难”的捷径，是提高教学效果的有力手段。

三、化学实验有利于巩固化学基础知识

对学过的知识、概念、理论要进行复习，以求得巩固和深化。复习的方式和方法多种多样，如阅读教科书、整理笔记、系统小结、做习题等等。这些方式方法虽都是经常使用的，但实践证明，结合实验体现学科特点进行复习更有效，因为化学实验特有的生动、直观比其它方式更能激发学生的认识兴趣和学习兴趣。

复习用的实验内容应该是做过的实验的变式或某些实验的综合，就是说既不脱离原有基础而又有新意。机械式的重复会抑制学生的积极性，新意才能激发学生的兴趣和思维。

例如，在氮的氧化物中二氧化氮的化学性质是应该掌握的。复习时让学生复述或写出有关化学方程式，学生的兴趣不会大，因为它的形式纯属机械重复。如果先把一瓶二氧化氮和一瓶溴蒸气放在讲台桌上（让学生意识到要做实验），然后布置讨论：有哪些方法可以区别出哪瓶气体是二氧化氮？哪瓶气体是溴蒸气？

学生兴趣盎然，争相说出自己的想法，如用KI-淀粉试纸；加水溶解等。然后演示：KI-淀粉试纸都变蓝色，此法不行；加水振荡后，一瓶内棕红色气体消失，同时得无色溶

液，另一瓶得橙色溶液，棕红色气体未全消失。这样，不但使二氧化氮溶于水生成硝酸和一氧化氮的知识在运用中得到巩固，而且还有新的收获（如二氧化氮不但外观与溴蒸气相同，而且也有强氧化性，能氧化 I^- ），此外，当学生看到自己的答案经实验证明是正确的时候，内心会感受到成功的喜悦，必将进一步增强学习的信心和求知欲。

四、化学实验有利于培养观察能力和思维能力

在化学实验过程中，实验、观察、思维三者是紧密相联的，是互相影响的。正因为这样，化学实验对于培养学生观察能力和思维能力具有特殊的积极作用。

化学实验都是有目的的实践活动，是为探索化学知识或验证假设、推理而借助实验手段（仪器、试剂等）人为控制的实践活动。在实验过程中，实验者总是怀有某种期望，在这种心态的驱动下，注意力很集中，既注意观察实验整体又不忽视局部，既注意明显易见的现象又不放弃对些许蛛丝马迹的搜寻。所以化学实验有助于培养和发展学生的观察能力。

对化学实验的观察都属有意观察，即观察是有目的的观察，是在思维指导下的观察。在观察的同时就会自觉或不自觉地联系已学过的知识或曾见过的类似现象，经过比较、归类、推理、概括，寻求隐藏在宏观现象背后的微观本质。这是一个由感性认识到理性认识的过程，在这个过程中必伴有思维能力的发展。

化学实验为什么有利于培养和发展学生的思维能力？疑则思。就是说，有疑问才会引起思维，而教学实验内容和教学过程的设计及组织恰恰给学生创设了一种令人感兴趣的有疑情境，这种疑境对学生的思维活动具有导向和激化作用，

其中以实验习题或实验设计尤为明显。因为对仪器、试剂的选择和实验步骤的确定以及实验条件的控制等无不是经过比较、筛选等思维活动后确定的，对实验结果的分析 and 处理仍然离不开思维的指导作用。

例如，有硝酸银溶液、硫酸钾溶液、碳酸钠溶液，限用一种试剂把它们一一分辨开来（初中）。

这个题作为实验习题，从仪器和实验操作来说，只是一个试管实验，要求并不高。但对寻找“一种”试剂的思维要求却是不低的。因为总不该随意拿来一种去试，第一种不行再换第二种，第二种不行再换第三种，……直到行为止。

学生必须能根据题目内容和要求拟定寻找这“一种”试剂的正确思路。被检物都是盐溶液，因之应该在酸、碱、盐范围内去找。所需试剂必能提供阴、阳两种离子，其中阴离子必须满足只跟 Ag^+ 、 K^+ 、 Na^+ 中的一种发生反应，当然不难想到应该是 Cl^- ；其中阳离子必须满足只跟三种阴离子 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 中 SO_4^{2-} 或 CO_3^{2-} 发生反应。 Ba^{2+} 不行，因为硫酸钡和碳酸钡都是白色沉淀，而 H^+ 可以，因为它与 SO_4^{2-} 不发生反应，但与 CO_3^{2-} 反应产生气泡。经过上述分析后，则很容易归纳出所需试剂是盐酸。

由上可见，根据题目的内容和要求，经过分析、归纳发现规律，不但能以最简捷的方法找到所需的试剂，而且正因为掌握了规律因而还能举一反三，这当然就提高了思维能力。

再如，实验室里需要配制一些氯化钠溶液，但氯化钠晶体里混入了少量硫酸钠和碳酸氢铵，设计一组实验，先除去杂质，再配制氯化钠溶液。

既然要求是配制氯化钠溶液，那就必须在除去碳酸氢铵