

诠释新课程实验疑难问题
着力提升创新意识和探究能力



高中化学实验 疑难问题探究

GAOZHONG HUAXUE SHIYAN
YINAN WENTI TANJIU

林肃浩 陆燕海 著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

诠释新课程实验疑难问题
着力提升创新意识和探究能力

高中化学实验疑难问题探究

林肃浩 陆燕海 著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

高中化学实验疑难问题探究/林肃浩,陆燕海著.

—杭州:浙江大学出版社,2013.7

ISBN 978-7-308-11679-4

I. ①高… II. ①林… ②陆… III. ①化学实验—教学研究—高中 IV. ①G633.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 138397 号

高中化学实验疑难问题探究

林肃浩 陆燕海 著

责任编辑 徐素君

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 杭州金旭广告有限公司

印 刷 杭州丰源印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 12

字 数 300 千

版 印 次 2013 年 7 月第 1 版 2013 年 7 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-11679-4

定 价 28.00 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联系方式 (0571)88925591;<http://zjdxbs.tmall.com>

序

看到书稿很是高兴,因为很少有在任的化学老师能在实验疑难问题的研究领域独自撰写出如此优质之作;但又感到这很自然,因为这是一些融入教学事业的奋进、睿智者沉浸于实验研究过程中,孜孜不倦、厚积薄发的必然结果。

《高中化学实验疑难问题探究》一书分三块,即“改进与创新”、“质疑与探究”、“教研案例”。这三块内容都是中学化学教学的热点问题。细细品味这些板块,发现它们存在共同点,即:“资料翔实”、“言必有据”、“颇有新意”、“实证严谨”、“行文朴实”、“议论精简”。

作为一线化学教师能如此钻研化学教学实验和化学实验教学,能在高中化学实验与疑难问题研究上结出如此丰硕之成果,能在课堂教学之余进行如此深入之探究,真的不容易。读完《高中化学实验疑难问题探究》之厚厚书稿,看到作者叙事善于深入浅出,而全书又能高度综合、自成体系,颇感欣慰。今见到此书能独立出版,实属水到渠成。

化学是一门以实验为基础的学科。实验在中学化学教学中占有十分重要的地位,其在启迪学生的科学思维、培养学生严谨求实的科学态度 and 创新能力方面,是其他教学手段无法与之比拟的。实验及其教学的研究,多年来一直是广大教师关注的热点、重点。高中化学新课程在实验内容及要求、实验探究方法等方面发生了一系列的变革,不仅在每一个课程模块强化了学生实验探究的意识,同时单设《实验化学》选修课程,使学生在实验课题选择、实验研究等方面得到进一步的训练。充分地体验实验探究的过程,更多地领略化学科学研究的魅力,从而强化了实验的教育价值。毋庸置疑的是,在化学新课程实施的今天,实验在培养学生的各种能力及创新意识方面发挥了积极的作用。

本书作者对中学化学教师在实验教学中最为关注的一些问题及实验中最为常见的一些疑难杂症作了入木三分的剖析和探讨,书中有教学理论的探讨,有现行中学化学教材中一定量的具体实例分析,有对疑难实验的改进、研究,有对实验操作步骤和方法的探讨,书中研究内容的选择、撰写做到了由近及远,由浅入深,由感性到理性,循序渐进。相信本书精彩的内容定能开拓和启迪同行们的实验研究思路,并助推化学实验教学质量提升。

本书在“教研案例”中,作者关注到了相关的教学目标;考虑到了实验教学要有利于强化学生的基本功积累,有利于各种能力的培养,有利于训练、培养学生的科学态度和科学方法;注意到了学生的实际情况及其心理特征和认识规律,精选了有一定广泛应用性和代表性的研究课题作为教研案例。

本书字里行间积极提倡和呼吁同行要对中学化学实验的研究给予更多的关注、更多的投入。这是作者的心声,也是本书撰写、出版的宗旨之一。故相信本书与读者的见面将有利于搞好中学化学实验教学,进一步提高中学化学实验教学质量。

相信,如果读者是一位爱自己岗位的化学教师或准教师,或是一些爱搞实验探究的中学生、本科生……打开本书后一定会饶有兴趣地读下去。还相信,读完本书后一定在多个方面有收获。

华东师大化学系 王程杰

2012年11月于上海

前 言

浙江省高中新课程改革已经6年多,推进了先进教育理念的传播,强化了学校的课程意识,并且已取得一定成效,也催生了一些教与学方式方法的创新。但是,由于长期“应试教育”倾向和长期以来“习惯说法”的影响,一些偏离化学学科和化学课程标准的不够科学严谨的教辅资料泛滥,这就要求一线教师在化学课堂上讲基础的、科学的、真实的、有用的化学。其中,化学实验不仅是化学学科发展的重要基础,也是化学教育特别是基础化学教育的核心内容和基本方式。化学教师不仅要会做化学实验,更要会教化学实验并会用实验教化学;不仅自己要能研究实验,更要引导学生学会如何用实验探究化学,通过实验对一些“习惯说法”拨“乱”反正。这就是我们编著这本《高中化学实验疑难问题探究》的目的。

本书讨论了很多棘手乏味而有时又无法回避的实验与疑难问题,编写者期望能对广大中学化学教师提升实验教学水平提供一些帮助,提高教师对化学实验中易出错的学科问题的认识,提供教师疑难实验研究的实践经验和成功要旨。在编写时,我们着重选择了高中化学新课程中各类型主要的重、难点实验及疑难实验问题的探究案例,充分体现现代中学化学教师基于教学的实验能力培养的需要,构建覆盖演示实验教学、疑难问题探究、实验技术创新、新型实验开发等的实验研究体系。本书可作为中学化学教师的实验培训进修教材,也可供高等学校化学专业师范生学习选用。

本书在编写过程中参考并引用了大量的文献。在此,对被引用文献的作者、给予了大量支持和建议的一线同行一并表示谢意。由于时间和水平有限,我们在教材编写过程中难免存在疏漏甚至错误之处,敬请广大读者批评指正!

编 者

2012年10月

绪 论

化学实验是研究物质的组成、结构、性质及其变化的科学实验,是认识主体获得直接的感性经验和事实材料的重要途径,是检验和发展假说、形成化学概念和理论的实践基础,是使化学学科不断发展的极为重要的手段。中学化学实验的功能侧重于激发学生学习化学的兴趣,帮助学生获得化学知识和技能,让学生运用化学知识解决实际问题,并通过化学实验培养学生的科学态度,提高他们的观察能力、操作能力、思维能力和创新能力。

为达到中学化学实验的目的,中学化学教师除了需要具备扎实的实验教学能力外,还应该积极进行化学教学实验研究。资料显示,目前中学化学实验研究问题主要集中在实验(异常)现象的解释、实验条件的控制与优化、反应机理的探究、实验装置的改进、实验习题的讨论和实验手段的革新等方面。新一轮基础教育课程改革后,中学化学实验的数量增加,类型增多,内容范围扩大。这些变革,为中学化学教师提出实验研究课题并进行探究提供了契机。

教师确定了要研究的化学实验问题后,需要了解问题研究的历史和现状、重要性和实际意义,需要考查解决问题的条件和成功的可能性,然后对该问题可能的结论作出猜想。在此基础上选择与运用化学实验方法,进行实验方案的设计。方法的创新和方案的巧妙设计常常会导致实验工作获得重大突破。在实施实验方案的过程中,需要教师在选择、装配、使用化学实验仪器和化学试剂,以及选择、组织和完成实验操作过程中,要随着实际情况加以调整,同时还要进行各种反应物的预处理和产物的后处理等。

在进行中学化学实验研究过程中,认识并明晰化学实验问题的一些特征,对于研究工作的开展具有重要意义。

(1) 实验问题的复杂性

化学实验问题的复杂性体现在很多方面。

首先,反应体系中往往同时存在多个反应和多种物质。如将氨气通入水中,会形成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 NH_4^+ 、 OH^- 等多种微粒,其中 NH_3 与 H_2O 结合形成的 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 也只是水合氨分子中的一种形式,有研究表明, NH_3 与 H_2O 还可以形成团簇 $(\text{NH}_3)_n \cdot (\text{H}_2\text{O})_m$ ($m > 1$)。

第二,有些反应物随着滴加量或滴加顺序的变化会发生不同的反应。如向 FeCl_3 溶液中滴加 Na_2S 或 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 溶液,开始滴加和继续滴加时出现的现象是不同的。如果我们改变滴加顺序,即向 Na_2S 或 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 溶液中滴加 FeCl_3 溶液,出现的现象和发生的反应也会不同。

再者,反应物不仅可以同时发生多个反应,而且产物间、产物与反应物间还可能发生多种作用。如硝酸跟金属反应时可以同时被金属还原成几种不同的产物,这些反应属平行反应(或竞争反应)。而硝酸的某些还原产物仍可作氧化剂,继续与金属单质反应,也可能继续

与硝酸反应。

第四,实验问题的产生和解决往往牵涉多种因素,如实验温度、实验场地、实验药品、实验仪器、实验者操作技能以及环境保护、当地经济条件等,它们共同影响着化学实验的过程和结果。

正因为上述方面化学实验问题的复杂性,我们在进行实验问题研究时,需要将综合性问题进行“解剖”,逐个进行深入的探讨。如葡萄糖与新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 混合得到的深蓝色溶液,在加热过程中会出现一系列颜色的转变:酒精灯微热时生成绿色浊液,继续加热时绿色浑浊会渐变为黄色,至沸腾时又出现砖红色,甚至暗红色。对此,我们可以从新制氢氧化铜浊液的配制、不同大小 Cu_2O 晶粒的色泽、葡萄糖溶液在碱性条件下的变色等角度逐个研究,再综合看待上述变化可能就会更全面、准确!

(2)实验问题的开放性

化学实验问题的开放性主要表现在两个方面:

一是解决方案具有开放性。通常化学实验问题具有多个解决方案,有多种不同的选择。如在检验体系中的水时,我们可以采用“观察颜色状态的物理方法”、“溶解 KMnO_4 晶体变色”、“用无水硫酸铜粉末吸收形成蓝色的五水硫酸铜”、“含蓝色 CoCl_2 的变色硅胶吸水生成红色 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ”和“电石遇水能快速反应生成乙炔气体”等方法。

二是实验问题的解决途径具有开放性,即化学实验问题往往有多个解决途径。如金属镁与氯化铵溶液为什么能迅速反应的问题,迄今人们已提出了“除氧化膜假说”、“酸性溶液假说”、“催化学说”及“铵根离子反应的假说”等观点,但没有一个肯定的结论,其反应的机理也不十分清楚。

化学实验问题的开放性,需要我们在进行研究时,发散思维,力求从多个角度、不同层次、多种方法进行探究,使得我们实验研究方案、研究过程更优化,从而保证研究结果的科学性。

(3)问题认识的发展性

化学是一门发展中的学科,化学学科领域中许多问题人们还没能完全解决,我们通过实验得到的结论仅仅是从某个角度、某个层次,利用现有资源所能达到的对物质运动的认识,这些结论或认识的正确性还需要我们不断检验和完善。科学探索和化学实验研究是无止境的。正是由于这种发展性,在中学化学实验教学与研究过程中,如果我们力求对每一个问题都给出正确的结论,反而会导致错误,也违背了科学的本质。

例如,学生常常单从硝酸被还原的产物来分析稀硝酸和浓硝酸的氧化性,因而得出了稀硝酸的氧化性大于浓硝酸的错误结论,而客观事实是浓硝酸的氧化性远远大于稀硝酸。实际上,硝酸被金属还原的产物究竟以什么为主,或者说哪一种还原产物占多数,跟硝酸的浓度、反应的温度、金属的种类和比表面积的大小及各种杂质的存在等多种因素有关,目前还没有得到明确的结论。

正因为化学实验的这一发展性特点,要求我们在进行教学与研究时,必须始终抱有一种发展的观点,充分认识到获得的某些实验结果与结论的局限性,从而以发展的眼光来审视中学化学实验问题的研究与教学。

(4)理论为据、实践为源的相辅相成性

科学需要的是严谨,重微末,忌疏漏。一种正确的结论,既要有符合逻辑的理论(文献)

支撑,更要有经得起检验的可靠的实验事实。笔者认为,既然化学是以实验为基础的科学,它的许多东西仅仅靠一点基础知识,基本理论去逻辑推理,往往是靠不住的。许多事物之间有它共性的一面,更有它个性的一面。逻辑推理可以充分利用共性的一面;而个性的一面,若简单推理则有时可能会把我们的认识引入陷阱,以致出现坐而论道、纸上谈兵的科学性错误!例如, FeCl_3 溶液中存在水解平衡 $\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl}$,据此很多师生都认为,加热该溶液时由于 HCl 的挥发致使上述平衡正向移动,从而蒸干溶液后可得到 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 固体,继续灼烧则转化为 Fe_2O_3 。而实验研究的结果却让我们大感意外,并非如我们想象中的那么“单纯”。

人们常说没有理论指导的实践是盲目的实践,但是光靠理论指导下的逻辑推理有时是很靠不住的。在我们中学化学教学中受逻辑欺骗的情况又时有发生,因而再简单的实验也有必要亲手去操作一回,亲自去实践一下。正如已故著名化学家傅鹰教授说的,“实验才是最高法庭”,“没有理论,实验就可能是盲动,劳而无功、进步迟缓,甚至根本不能进步”,“提出一种机理解释一种现象并不困难,困难的是如何以实验证明它是正确的,而且是唯一正确的”。

正因如此,教师要能从生活、生产、教学实践中发现并提出有价值的化学实验的研究课题,能科学地设计实验研究方案,能充分利用各种手段,尤其是现代实验研究手段进行实验研究,对中学化学中的一些实验疑难问题就会有一种全新的认识和感悟,也便于充分发挥化学实验在中学化学教学与研究中的功能,切实减轻学生的学业负担!

目 录

第一部分 改进与创新

1 对“乙醇与氢卤酸反应”实验的疑义与探索	3
2 氯水光解实验改进	6
3 检验 CO 气体新方法的实践与认识	9
4 铝的阳极氧化实验的反思与创新	12
5 一种盐桥制作的新方法	17
6 对硫酸根离子检验方法的新认识	18
7 对卤代烃消去反应实验中几个问题的思考与探索	20
8 铜镜、银镜实验的一体化方案设计	23
9 铁与水蒸气反应的装置改进和铁粉选择	25
10 微波炉在中学化学实验中的应用	28
11 检验火柴头中硫元素的几套微量化改进方案	30
12 运用数学化实验检验火柴头中的硫元素	32
13 铜与浓、稀硝酸实验的改进	34
14 用塑料瓶改进系列中学化学实验	36
15 炭还原氧化铜实验的简易做法	39
16 几则化学实验的微量化设计	41
17 与碘有关的几个兴趣实验	45
18 定性检验碘盐中碘元素的简易方法	47
19 微型单向阀在中学化学实验中的几点应用	49
20 氯化铜溶液电解实验的微型设计	51
21 基于数字化的酸碱中和滴定实验	52
22 海带提碘实验中溶剂 CCl_4 回收的创新设计	55
23 乙醇与苯酚中羟基氢活动性比较实验的改进	57
24 气体摩尔质量与摩尔体积互测实验设计	60

第二部分 质疑与探究

1 P_2O_5 催化乙醇制乙烯实验反应条件的探究	65
2 对 FeCl_3 溶液检验苯酚实验的新认识	69
3 浓硝酸遇氯化钠后溶液为什么会变黄	71
4 几个与苯酚相关问题的探讨	73

5	对葡萄糖与氢氧化铜反应变色现象的再分析·····	76
6	对氯化铁溶液蒸干及灼烧后产物的探析·····	79
7	疑义铜在乙醇催化氧化实验中的角色·····	82
8	不同种类 CuO 氧化乙醛的实验研究 ·····	85
9	浅析七水硫酸亚铁溶解度引出的困惑·····	88
10	对中学化学中几个疑问的考证 ·····	92
11	$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 在空气中热分解实验的研究 ·····	97
12	将铜-锌原电池装置中的盐桥换成铜丝, 电流计指针会偏转吗 ·····	100
13	乙酸乙酯制备实验中含酚酞的 Na_2CO_3 溶液为什么褪色 ·····	102
14	NO_2 能使带火星的小木条复燃吗 ·····	103
15	电镀铁实验的研究·····	105
16	KSCN 、 $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液检验 Fe^{3+} 实验的比较研究 ·····	109
17	FeCl_3 催化分解 H_2O_2 实验的审慎参酌 ·····	112
18	给泡沫灭火器加注几则教学参考·····	116
19	生铁在几种盐溶液中的电化学腐蚀·····	120
20	硫酸铝遇碳酸钠、碳酸氢钠时水解-沉淀产物的探索 ·····	124
21	化学反应限度实验中 Fe^{3+} 的检验能用 KSCN 溶液吗 ·····	128
22	对两种蓝色沉淀的探究·····	131
23	葡萄糖溶液放置变色现象的探究·····	134
24	硫酸亚铁铵晶体中结晶水检验的实验方案设计与优化·····	138
25	基于教材习题引发的对干燥剂选用的探讨·····	143
26	氯气与双氧水反应实验的探讨·····	148

第三部分 教研案例

1	氧化银与过氧化氢反应历程的探究 ·····	153
2	空气中镁燃烧时白烟的成分与成因探究 ·····	160
3	两种羟基氢活泼性比较实验的方案设计与实证 ·····	164
4	由几颗淡紫色晶体引发的探究 ·····	168
5	碳酸钠、碳酸氢钠溶液简易鉴别法的研究·····	171
6	杭州市区春节期间燃放烟花爆竹的空气污染调查和研究 ·····	173

第一部分 改进与创新

开 篇 语

人们常说，以小观大，小中有大，细节决定成败，从小事做起是赢得成功的秘诀。正如著名思想家梁漱溟先生说的，“始于微末，止于光大”。可见，我们没有理由轻视和小看我们实验教学中的一些细微与末节的问题，更不可视而不见，充耳不闻。

1 对“乙醇与氢卤酸反应”实验的疑义与探索

1 问题提出

普通高中新课程标准实验教科书《有机化学基础》(选修)在《醇的性质与应用》一节中包含“乙醇与氢卤酸反应”的教学内容,并附有实验装置图(如图 1-1-1 所示)和具体操作:“……在试管 I 中依次加入 2mL 蒸馏水、4mL 浓硫酸、2mL 95% 的乙醇和 3g 溴化钠粉末,在试管 II 中注入蒸馏水,烧杯中注入自来水。加热试管 I 至微沸状态数分钟后,冷却……”

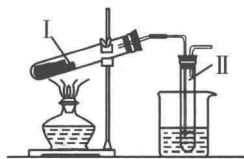


图 1-1-1 乙醇与氢卤酸反应装置

在严格实施该方案后,笔者疑惑重重:①这样的加料顺序和方式合理吗?②试剂浓度与用量的选择恰当吗?③如何来把握反应液保持在微沸状态?……对此,我们就乙醇与氢卤酸反应的实验作了一些探索,简介如下。

2 实证探索

2.1 关于试剂的添加顺序

教材中按照“蒸馏水、浓硫酸、乙醇和溴化钠粉末”的加料顺序,把固体 NaBr 放在最后是基于 HBr 被氧化和挥发等方面的考量。但我们在实际操作时心存疑问:先液后固的试剂添加方式合理吗?笔者认为不可取;HBr 氧化问题固然需要顾及,但完全是可以通过其他方式进行改进的,而一般情况“添加药品先固后液”操作习惯的养成对学生实验操作技能的培养则至关重要;更何况“蒸馏水中加浓硫酸”的操作方式在稀释浓度的同时,释放出的大量热量若不冷却处理还是会导致 HBr 大量氧化的。

基于这些方面的考虑,我们对该加料方式进行了如下改进力求“两全其美”:在小烧杯中先将蒸馏水与浓硫酸混合、冷却(或直接量取特定浓度硫酸),加乙醇后再倒入盛有 NaBr 粉末的试管。

2.2 关于试剂的浓度与用量

该反应的原理是: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}(\text{H}_2\text{SO}_4)} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} + \text{NaHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 。硫酸既是反应物也是催化剂,因此从用量角度考虑应适当过量。

从浓度方面看,如果 H_2SO_4 浓度过高,容易发生反应: $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) + 2\text{HBr} = \text{Br}_2 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$,导致在试管 I 的反应液中生成大量 Br_2 而显橙(红)色甚至暗红色, HBr 也更容易逸出浪费使取代反应不完全;如果硫酸浓度过低对生成溴乙烷的主反应又不利,因此实验时所用硫酸浓度要合适。

在控制乙醇与溴化钠粉末的量不变的情况下,笔者以硫酸用量与浓度为变量进行实验,实验结果如表 1 所示。

表 1 不同浓度与用量硫酸下实验效果对比

序号	H_2SO_4 浓度	$n(\text{NaBr}):n(\text{H}_2\text{SO}_4)$	试管 I 中反应液颜色	试管 II 中产物产量
1	75%	1:1.5	橙红色	很少
2		1:2.0	橙红色	很少
3		1:2.5	红 色	无
4	65%	1:1.5	橙 色	少量
5		1:2.0	橙 色	较多
6		1:2.5	橙红色	少量
7	55%	1:1.5	橙黄色	多
8		1:2.0	橙黄色	很多
9		1:2.5	橙 色	多
10	45%	1:1.5	啤酒色	少量
11		1:2.0	啤酒色	多
12		1:2.5	橙黄色	较多
13	35%	1:1.5	浅啤酒色	无
14		1:2.0	浅啤酒色	少量
15		1:2.5	啤酒色	少量

我们以产物产量高、 HBr 被氧化程度低为实验评价标准,综合分析表 1 数据后发现实验 8 的条件是最理想的。即最佳实验条件控制为:硫酸浓度为 50%~60%, $n(\text{NaBr}):n(\text{H}_2\text{SO}_4)=1:1.5\sim 1:2$ (硫酸应过量 50%~100%)。

2.3 关于微沸状态的保持

做过该实验的同行可能都有这样一个体会,若按图 1-1-1 用酒精灯直接加热方式来保持反应液的微沸状态需要经常移动酒精灯,而且必须“高度警戒”反应液瞬间暴沸而发生的倒吸,操作时不胜其烦。此外,酒精灯直接加热时装置中酒精、 HBr 会大量气化, HBr 被氧化程度高,最终也很难观察到油状产物的生成。

通过摸索和反复的实验检验,笔者改变了一些做法并取得了很好的实验效果。按如图 1-1-2 所示,将酒精灯加热改为水浴加热,并添加沸石;实验时先用 90℃ 热水浴加热混合液保持微沸

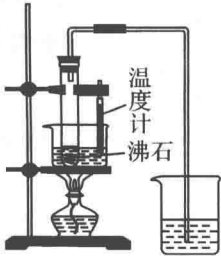


图 1-1-2 改进后实验装置

状态回流 3~5min,再用沸水浴充分加热,可蒸得大量油状液体。整个实验过程不会发生倒吸,安全性大大提高;而试管内反应液即使在反应结束时只略显啤酒色,向烧杯中滴几滴石蕊几乎看不到溶液变红,都说明 HBr 的氧化与挥发量很少。

3 教学建议

综上所述,我们认为教材中本实验的试剂用量与取用方法等值得商榷:用量上,3g 溴化钠(约 0.029mol)时取用 4mL 浓硫酸(约 0.074mol),用酸偏多;操作上,用“蒸馏水中加浓硫酸”方式得到一定浓度的硫酸而不直接取用相应浓度的硫酸溶液,化简为繁,如冷却不充分还可能导致 HBr 氧化程度加剧,得不偿失。

鉴于以上实验事实,建议同行可按图 1-1-2 所示实验装置,直接量取 6mL 50%~60% 硫酸溶液(约 0.044~0.055mol)与乙醇混合后倒入盛有沸石和 3g 溴化钠粉末的试管;先用 90℃ 热水浴加热混合液保持微沸状态回流 3~5min,再沸水浴充分加热蒸出油状液体即可。

参考文献

[1] 王祖浩. 普通高中化学课程标准实验教科书《有机化学基础》[M]. 南京:江苏教育出版社,2009.

[2] 王祖浩,张天若. 配普通高中课程标准实验教科书《高中化学教学参考书·有机化学基础(选修)》[M]. 南京:江苏教育出版社,2009.

2 氯水光解实验改进

氯水光解实验(常见的实验装置如图 1-2-1 所示)是一个典型的传统化学实验。笔者分别查阅了 3 套现行的高中化学教科书,并对与此相关的内容进行对比,具体见下表所示。为什么 3 套现行教材会如此默契地舍弃“传统”,都未将氯水的光解实验编排进去?实际上,虽然该实验设计简单、操作方便,但要在课堂上演示却存在着不可避免的一些问题,主要有以下几方面:

(1)传统方法中,盛氯水的烧杯或水槽都是敞口的,氯水中的氯气容易外逸,不仅会降低氯水的浓度,还很容易污染环境,也不适宜对学生的环保教育。

(2)按图 1-2-1 装置进行实验时,生成的氧气不方便进行后续检验操作。

(3)氯水光解速度慢、潜伏期长,在课堂上演示氯水光解实验,虽能观察到有气泡产生,但难以收集到足够的氧气加以验证。

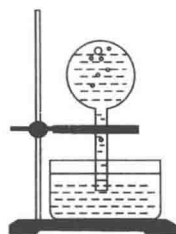


图 1-2-1 氯水光解实验

(4)该实验受天气的影响较大,不太可能每次实验时教室内都有强烈、直射的阳光,要在课堂教学的 45min 内完成演示氯水光解和氧气检验的实验,是不现实的。

3 套现行教材相关内容描述的对比

序号	化学教材	教材与此内容相关的描述	实验设置
1	人教版必修 1 教材	次氯酸是很弱的酸,不稳定,只存在于水溶液中,在光照下易分解生成氧气: $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$	未编排相应实验
2	苏教版必修 1 教材	次氯酸能使染料等有机色素褪色,有漂白性,还能杀死水中的细菌,起消毒作用。次氯酸不稳定,容易分解放出氧气,在阳光的照射下,次氯酸分解加快。 $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} \text{O}_2 \uparrow + 2\text{HCl}$	未编排相应实验
3	鲁科版必修 1 教材	氯气不仅能溶解于水,还能与水发生化学反应,生成盐酸和次氯酸。次氯酸具有漂白性,它遇到有色物质时,能破坏其中的有机色质,使有色物质褪色。 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$	无 HClO 光解内容及相应实验

笔者认为: Cl_2 与水反应能生成 HCl 和 HClO,这是事实,但 Cl_2 与水的反应速度又是很慢的。再者,粗略计算,当 1L 水中溶解 2L Cl_2 达饱和时, Cl_2 的质量分数约为 6.3×10^{-3} ,物质的量浓度约为 $8.9 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。有文献可查,25℃ 时, Cl_2 与水反应的平衡常数 $K = 4.2 \times 10^{-4}$,算得平衡时 $c(\text{HClO})$ 仅为 $3.0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。可见,即使是在饱和的氯水中次氯酸的浓度也是很小的。

不仅如此,我们还需注意的是,由于 Cl_2 的溶解能力较差,溶于水时需要很长时间才能

达到饱和状态,因此饱和的氯水并不容易制得。而我们通常所用的氯水实际上很多都不可能是饱和的,其中次氯酸的实际浓度比前面提供的理论值还要低很多!

1 实验改进

笔者认为,实际上只要解决了氯水中次氯酸的浓度、实验装置及照射光源等三个关键点,在教室演示实验时,上述存在的这些问题便可迎刃而解。通过实证研究,我们认为可对实验做如下改进:

(1) 提高次氯酸的浓度

向水中通入过量氯气后,由于 Cl_2 与水的反应速度很慢,常规制法得到的新制氯水并不适宜立即用于氯水的光解实验。采用下列两种处理方法,效果都不错:

①将常规方法制得的新制饱和氯水,先装于棕色试剂瓶,密封后在暗处放置1周后再用来实验,能让更多氯水中的 Cl_2 转化为 HClO 以提高后者浓度;

②配制氯水时,将氯气(已用饱和食盐水洗气)通入 Na_2CO_3 溶液或 CaCO_3 浊液中直至饱和。 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$, $2\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl}(\text{稀}) = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{CaCl}_2$, $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl}(\text{稀}) = \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$ 。由于 Na_2CO_3 溶液或 CaCO_3 浊液等能与氯气反应后的产物盐酸反应生成碳酸氢盐,而不会与另一产物次氯酸反应,促进氯气与水反应的平衡正向移动,达到提高溶液中次氯酸浓度的目的。此法是实验室快速制备较高浓度次氯酸行之有效的方法。

(2) 重新设计实验装置

对原有实验装置进行改进,改进后的新装置见图1-2-2。需用到的主要仪器有:500mL广口瓶、分液漏斗、注射器(20mL)等。

(3) 选择实验替代光源

在我们演示该实验时,不可能做到教室内每次都有强烈的、直射的日光。而现在很多教室都已配备了投影设备,实验表明,必要时用投影仪光源替代日光是个很不错的选择。由于教学投影仪一般使用超高压汞灯泡作为光源,其波长范围十分适合光化反应,且能提供稳定的高强度光。与此同时,投影仪还能将实验现象及时投影出来,也便于全班同学的观察。

2 实验操作

(1) 制备符合光解要求的氯水;

(2)按图1-2-2所示组装实验装置。打开止水夹、分液漏斗玻璃塞及旋塞,由分液漏斗向广口瓶加氯水,直至注满;

(3)关闭止水夹,连上注射器,分液漏斗上口可塞一团滴有 NaOH 溶液的棉花,可吸收少量挥发的 Cl_2 ;

(4)将实验装置置于日光(或投影仪光源)下持续照射,分液漏斗内氯水液面缓缓上升,约10min即可在广口瓶内收集到40~50mL的无色气体;

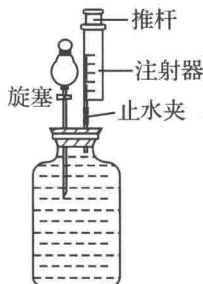


图 1-2-2 改进后的实验装置