

微型化学实验与综合院校化学创新教育的探索

李霁良 古 昆 钱贵晴[#]

(云南大学化学系 昆明 650091 [#]贵阳师专化学系 贵阳 550088)

摘 要 笔者将微型化学实验和创新教育二者有机地结合起来,在综合院校进行了认真的研究和有益的探索实践,以利于推动实验教学改革、培养创新人才以及体现“绿色化学”理念。

关键词 微型化学实验 综合院校 创新教育 绿色化学

The Exploration on Microscale Chemical Experiment and Chemical Innovative Education in University

LI Jiliang, KUN Gu, QIAN Guiging

Abstract By well-combining the microscale experiment of chemistry and innovative education, an explorative practice has been carried out deliberately in the university. It will be beneficial to the reform of experiment and training of creative talents as well as the embodiment of the idea of green chemistry.

Key words Microscale chemical experiment, University, Innovative education, Green chemistry

江泽民同志最近在亚太经合组织人力资源能力建设高峰会议上大力倡导“弘扬创新精神、培养青年人才”,而且也曾精辟地指出:“创新是一个民族的灵魂,是国家兴旺发达的不竭动力”。《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》中,把培养学生的创新精神和实践能力定为实施素质教育的重点。

创新教育是以培养具有创新精神和实践能力的创新人才为重点的教育。化学创新教育就是在化学学习过程中潜移默化地培养学生创新意识、开发学生创新能力的教育^[1]。

1 对综合性院校化学创新教育的思考

综合院校的化学相关专业,主要任务是为各行各业培养化学专业人才,其教育服务对象是已经成人的大学生,他们作为新世纪的人才,最重要的素质就是创造性^[2]。创新教育的主要目的是在这些大学生原有基础上,启迪他们的潜在创新意识 and 创新能力,培养其创新精神。

人的创新精神应该从小培养,这已是人们的共识。对于已经成人的大学生,其创新精神和能力还能开发和培养吗?翻开创造学发展的历史可以看出,被学术界公认的创造学正式诞生的标志,是 1936 年美国史蒂文森在通用电气公司为技术人员开设了“创造工程”课,次年,通用电气公司的专利申请量便猛增三倍。这一创造力开发大获成功的尝试,向人们证实了人的创造性,终生都可以进行相应的培养和开发,只是年龄越小,创新教育的效果越好,年龄越大,定势思维的惯性越大,创新精神的培养难度就越大。大学生正处在青年时期,有较好的文化基础,有较强的逻辑思维能力,有较强的时代责任感,有远大的理想和抱负。虽然传统教育中的弊端,使他们的左右脑没有得到较好的协调发展,创新精神和实践能力没有得到较好的培养,但是如果教育能

李霁良 男, 49 岁, 教授, 从事有机化学教学与科研、实验教学改革研究等工作。 E-Mail: yymwzh@public.km.yn.cn
2001-01-31 收稿, 2001-06-04 修回

及时进行改革,从教育思想到教学方法、教学手段、教学内容和教学模式方面进行创新,并让学生真正懂得为什么创新是一个民族的灵魂,21 世纪为什么需要具有创新精神和实践能力的大学生,调动同学们积极主动参与到创新教育的教学实践中来,那么,综合大学化学教育水平将提升到一个新层次,具有创新能力人才的培养就大有希望。

基于对综合大学创新教育的理解和思考,笔者以微型化学实验为突破口之一,在实验教学活动中实施创新教育,以培养大学生的创新精神和创新能力。

2 “便携式微型化学实验仪”为实施创新教育提供了良好的实验条件

实验的改革与创新首先体现在实验手段、实验仪器和实验设计思维的改革与创新上。因此,根据多年的教学实践及国际上有机化学实验发展的新趋势,并结合我国高等学校化学实验教学的实际,经过近四年的潜心设计和不断完善,研制成功了一套“便携式微型化学实验仪”,并获得国家专利^[3]。该仪器外观新颖、设计精巧、可操作性强且携带方便。它是由一个操作平台、48 个品种和 63 个部件构成。与常规仪器相比,它具有如下显著优越性:

(1) 该仪器具有一个操作平台 (25×35cm),所有的仪器装置均可在同一平台组装并完成实验操作,克服了过去在操作时出现的混乱无序和脏、乱、差现象,使化学实验的安全性大大提高。

(2) 不仅能进行演示性实验,更重要的是能进行基本操作、单元操作和多步骤合成实验,做出明确的产品,达到较好的产率,并测定出相关的理化数据,能保证实验效果。可在高校推广使用。

(3) 可减少试剂用量 80%~90%,节省实验经费 75% 以上,缩短实验时间 1/3~1/5,明显缓解了教学经费的紧缺状况。

(4) 由于试剂用量的大幅度减少,使得废液容易回收。将有机废液集中起来,让同学们用旋转薄膜蒸发仪回收处理并循环使用,有效克服了过去随意排放三废的现象,实验室污染减少了 90%,彻底改变了实验室长期严重污染的局面,实验室环境质量得到了根本改善。师生们成为环境效应的直接受益者,这更增强了师生的环境意识。“绿色化学”和“环境友好化学”的理念得到了充分体现。

现在这套仪器已生产出定型产品,并在我校生化学院 400 多名学生中全面推行使用(每生一套)。我校的有机化学实验是一门面对多学科的基础性实验。全年要开出 36 个实验,其中有基本操作、单元试验和多步骤综合实验。经过两届学生试用,证明效果良好,能达到满意的实验效果。同时,由于仪器的美观精巧、组装灵活,激发了学生的实验兴趣和创造欲望。

在整个实验过程中,一方面把绿色化学的理念贯穿于教学实践的始终,另一方面把仪器交给同学,使学生能尽快了解整套仪器的结构、性能和用途,便于学生掌握设计实验的主动权,为学生进行探索式设计实验和设计多种实验方案创造了条件,从而有利于学生创新思维和创造性能力的培养。

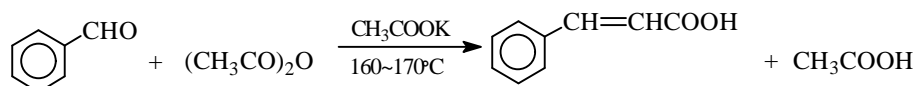
3 创新教育的实施和微型化学实验教学的效果

创造学中有一条自由畅想原则,该原则的核心是求新、求奇、求异、求变,尽量跳出自己已知事物和熟悉思路的圈子。

一般说来,创造性设想越多,创造方法也就越多,创造成功的可能性也就越大。每个人都有

创造潜力, 都可能产生创造性的设想, 而创造潜力的开发和创造性设想的产生往往可以通过智力激励的方式来实现。在微型化学实验教学实践中, 把创新教育与绿色化学理念和实验成本概念结合起来^[4], 在较低的实验成本、较少的环境污染代价和较短的实验时间情况下, 激励学生尽可能发挥创造性设想, 扩展广角发散的创新思路, 取得了较好的教学效果。现以肉桂酸的合成实验教学为例:

反应式:



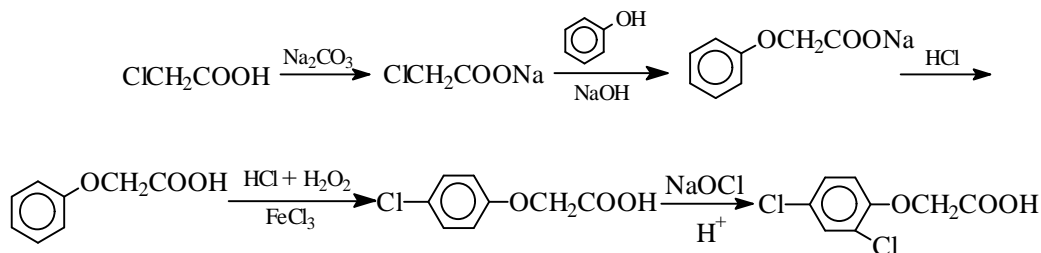
这是一个 Perkin 反应, 芳醛和酸酐在与这种羧酸相同的羧酸盐存在下发生反应, 生成 α, β -不饱和羧酸。

仪器: 自制“便携式微型玻璃实验仪器”

实验步骤: 用 1mL 吸量管分别取 0.1mL (3mmol) 新蒸馏的苯甲醛和 0.8mL 新蒸馏过醋酸酐, 并称取 0.42g CH_3COOK , 加入到 5mL 圆底烧瓶中, 装上冷凝管, 用油浴加热至 160~170℃, 回流 50min。反应结束后, 冷却反应物, 再加入 2mL 水并压碎瓶中的固体, 进行简易水蒸汽蒸馏, 除去未反应的苯甲醛。冷却, 加入 2mL 10% NaOH 使肉桂酸溶解, 再加入 5mL 热水, 抽滤, 滤液冷却。在搅拌下加入体积比为 1:1 的盐酸使刚果红试纸变蓝, 冷却, 待结晶全部析出后抽滤, 并以少量冷水洗涤沉淀, 抽干后, 粗产品用 3:1 的水-乙醇重结晶后在 80℃烘箱中烘干, 得产品 0.22g, 熔点 131~132℃, 产率 48% (常量实验产率为 54%)。

由此可见, 试剂的用量虽然减少到常量实验的 1/16, 反应时间缩短了 1/2, 但产品的质量很好, 产率也接近常量实验的水平。而且由于反应过程大大缩短, 实验中余下宽裕的时间, 我用于引导部分有潜力的学生设计第二方案, 让学生改变实验条件, 将加热时间延长 30min 并加入少量吡啶, 结果产率增加了 5%~10%。另外, 让部分学生将实验得到的肉桂酸产品与某些醇类进行酯化反应, 得到的产品可用于配制香精香料。还可引导同学们思考: 由于所得产品肉桂酸及其酯在分子中有一个 α, β -不饱和双键及一个苯环, 可否在苯环上带上某些基团并使双键参与到醋酸乙烯酯、丙烯酸及其酯类、丙烯酰胺、苯乙烯、衣康酸等具有活性双键的共聚反应中, 用以改善共聚物某些特性, 如内增塑性、初粘性, 低高温稳定性等, 使学生的扩散思维得到了发展。

又如 2,4-二氯苯氧乙酸 (2,4-D) 的合成:

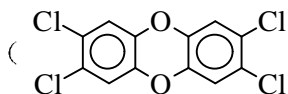


主要实验仪器: 自制微型玻璃实验仪器, 微型电磁搅拌加热套 (WJ-88), 电子天平 (FA1104)。本实验用 1/5 常量实验所用试剂量进行反应和操作, 结果所得产品 2,4-D 的产率为 47% (常

量实验为 55.5%) (实验操作步骤略) [5]。

在实验教学中, 让学生了解 2,4-二氯苯氧乙酸是一个世人熟知的除草剂和植物生长调节剂, 是 20 世纪开发最成功、全球应用最广的除草剂之一, 从 1942 年上市以来, 半个多世纪持续占有显著的市场份额。广泛用于预混、芽后防治一年及多年生阔叶杂草。它是选择性内吸除草剂, 易被杂草的根和叶吸收。将本品合成引入实验教学, 有助于理论与实际相结合, 有利于扩展学生的知识层面。同时, 由于反应中合成的中间体苯氧乙酸和对氯苯氧乙酸既是具有使用价值的产品, 又是一下步合成的原料, 这有利于提高学生的综合知识运用能力。

另外, 由于微型化使本实验缩短 1/4 的时间, 可将相关资料发给学生, 让同学们了解工业上对 2,4-D 的合成有两种方法: (1) 苯酚氯化缩合法, 即苯酚在熔融状态下氯化, 随后将得到的二氯酚与氯乙酸缩合; (2) 苯酚与氯乙酸在碱性条件下进行 Williamson 缩合生成苯氧乙酸, 再氯化得到产品。同学们将两种方案进行分析比较, 了解了各自的优缺点, 懂得了为什么选择方案 2 进行实验操作, 即方案 2 除具有产品纯化简单、成本较低的优点外, 更重要的是操作安全, 不产生二噁英类化合物 (Dioxines), 而方案 1 采用苯酚先氯化再缩合的路线, 不能确保制备过程中完全没有二噁英类化合物的生成, 此类化合物是剧毒物质。如 2,3,7,8-四氯二苯并对二噁英



的大鼠口服半致死量 $LD_{50}: 20 \mu g/kg$ 。即使在十亿分之几的极低量下就对人 and 动物造成毒害。

2.3 7,8-四氯二苯并对二噁英

还有不少实验也通过这种由此及彼、由表及里、由理论到应用、由不同实验方案的对比到创新思维的拓展、由微型化概念到绿色化学理念的深入, 使微型化学实验教学过程变得丰富多彩, 学生的知识结构、思维能力和实际工作的综合能力都得到了升华。创造学中的综合改善原则的依据是“综合就是创造”。它要求人们勤于、乐于并善于在别人的基础上对各种设想、各种方案进行类比、改善及综合, 从而形成更有价值的设想。在这一过程中, 往往会产生思维火花的碰撞, 引爆创造性欲望的燎原之火。

4 用微型化学实验进行实验教学的意义和前景

虽然微型化实验仍有待完善, 还有些问题需要解决, 如某些化学现象可能被掩盖起来让人感觉不到它的威力, 多步骤合成实验难度增大, 微型实验与扩大性实验的衔接等, 均需要认真思考。但在综合院校采用微型化学实验教学有着多方面的积极意义: 它以新颖精巧的仪器设计、灵活自由的仪器组装激发了学生的好奇心, 调动了学生的实验兴趣, 增强了学生的实验积极性和创造欲望; 它以较低的实验成本、较少的实验污染较好地完成了实验教学任务, 把经济效益概念、绿色化学与生态效应概念深入到学生心间; 它能节省实验时间, 使同学们能从容地设计和比较不同的实验方案, 综合地、多维地思考各种问题, 改变了“照单抓药”、被动学习的实验状况, 为同学们发挥想象力和创造力留下了有益空间。

由于微型化学实验的优越性, 它已经引起广泛的关注和重视, 有越来越多的高校正在探索微型化学实验改革。微型化过程中出现的某些问题相信能够得到妥善解决, 如果能坚持不懈、锐意

进取, 并把它与创新教育和素质教育有机地结合起来, 微型化实验在促进综合院校的教学改革、化学学科发展和创新人才的培养方面将显示出更加美好的前景。

参考文献

- [1] 钱贵晴. 化学通报, 2000, (12): 57~61.
- [2] 郭传杰. 化学通报, 1999, (12): 57~61.
- [3] 李霁良. 中国:00242172.0, 2000.7.
- [4] 李霁良, 张更生. 全国大学化学实验绿色化教学研讨会论文集. 武汉大学, 2001: 107~108.
- [5] 李霁良. 全国大学化学实验绿色化教学研讨会论文集. 武汉大学, 2001: 260~262.