

“粗盐提纯”实验在高师化学教育中的教学功能及价值探讨

陈旭日

乐平市第一中学

摘要:“粗盐提纯”实验涉及基本知识、实验技能较多,是高师化学实验课程必开的一个综合性实验。本文首先简要介绍了实验进,然后对实验设计思路、实验设计的不足和改进措施以及在教学过程中设计的思考题进行了介绍。旨在通过实验能培养高师生学习化学的兴趣,提高师生的动手操作能力以及训练高师生的科学思维。

关键词:粗盐提纯; 职前教育; 实验教学; 化学核心素养

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2022.09.031

一、“粗盐提纯”实验活动在化学高师教育中的教学功能

化学是一门以实验为基础的学科,化学实验在整个中学化学教学中更是处于重要地位。实验演示是教师实施中学课堂教学最基本最重要的教学方式之一,因此在实现化学类师范生的职前专业教育过程中,中教实验教学与研究的重要性就显得尤为重要。

食盐既是工、农业生产的重要原料,又是人类生活必需的物质,食盐的相关化学知识在中学教学中扮演者重要的角色,在各版本教材中均有体现,所涉及的化学知识内容也是丰富多彩,比如:氯碱工业、胶体性质、物质结构(晶体、化学键)、电化学、重结晶等。纯净氯化钠如何得来,是制盐工业最基本的问题,“粗盐提纯”实验是以上化学内容的研究基础,因此该实验是初中化学新课标规定的必做实验之一,蕴涵了中学实验许多基本操作技能、基本概念以及重要的化学原理知识,将该实验用于师范生职前教育中作为师范教育经典实验是符合师范生教育要求。也是众多高校无机化学及化学教学论课程常做的实验之一。粗盐提纯实验所涉及的实验操作较多、实验过程较复杂烦琐。

一般来说,在中教法实验课程中开设“粗盐提纯”实验活动的教学目的有以下几点:(1)掌握本实验相关的溶解、沉淀、过滤、蒸发、浓缩、结晶和烘干等基本操作及概念的学习,由实验现象、事实或数据的分析形成化学概念并能熟练的进行演示和讲述;(2)理解过滤法分离混合物的化学原理,了解 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 的除去及定性鉴定方法,能提出与确定本化学实验问题、设计实验方案、建立化学理论、解决化学实际问题;(3)体会过滤的原理在生产、生活等社会实际中的应用。

二、“粗盐提纯”实验活动在化学高师教育中的教学价值

(一)提高师范生化学实验教学能力

高师生实验教学能力是指高师生在化学实验教学的

教育活动,运用化学实验以及教育学、心理学等相关学科的教学知识,通过实验研究的理解、构建、呈现、演示、讲解、操作、控制等心理和行为的转化方式,探索化学实验教学活动规律,逐步形成的一种综合系统的教育教学能力。与在职教师的实验教学能力相比,高师生实验教学能力是为今后从事教学工作而应该具备的基本实验教学能力,具有基础性和持续影响作用。化学教学论实验主要是以中学化学实验为题材,锻炼高师生备课、实验讲解、实验演示、实验研究等能力,对中学化学实验的操作、研究和创新中掌握演示化学实验的基本技能和技巧、提高化学实验的教研能力,练就独立从事中学化学教学必备的基本功。

1. 实验操作能力

实验操作能力是高师生实验基本能力之一,属于解决化学实验问题的动作技能,也是影响实验操作能力形成的重要因素,没有离不开实验操作的化学实验教学,因此高师生的实验操作能力是进行实验教学的前提和基础。“粗盐提纯”实验不仅涉及一些基本实验操作,如药品的取用、托盘天平的使用、物质的溶解、过滤、蒸发等,还可以把与之有关的很多实验知识点融合起来。例如,如何加快溶解速率、洗涤问题、干燥的方法等。这些实验操作涉及实验操作的原理和规范,把这些实验原理运用到化学实验中去,内化为实验能力。

2. 实验讲解能力

演示实验讲解能力只有在实验教学中才能实现,是师范生实验教学能力的重要表现,也是有效实验教学过程中重要的组成部分。教师在教学中将演示与操作有机地结合,实验演示过程中进行讲解有助于集中高师生的注意力,激发高师生的实验思维与实验兴趣。“粗盐提纯”实验在讲解过程中涉及实验过程(如溶解、过滤、洗涤、干燥等)及相关操作原理性问题(如“过滤时需要哪些仪器”“玻璃棒的作用是什么”“为什么要洗涤”“怎样证明已洗干净”“晶体干燥的主要方法”“一贴二低三靠”“多少水溶解粗盐水量”等)。

这些内容需要在合适的时间内用规范的化学实验用语清楚地描述,这对师范生的实验讲解能力是一个不小的挑战。

3. 实验思维能力

邓永财认为“化学实验思维是指个体凭借已有的化学知识经验,对有关的化学实验的信息进行分析综合、抽象概括等一系列复杂的加工处理,以理解实验课题、形成实验方案、获得化学概念、认识物质性质、揭示化学规律等的内在认知过程,贯穿于化学实验的准备、实施和结果处理的全过程。”^[1]这就要求高师生具有对实验课题和实验方案的理解,对实验活动的设计、决策、评价和概括,以及对实验事实、现象与结果的认识、判断、分析和处理的能力。粗盐提纯实验涉及了多个实验操作,每个实验操作步骤及实验过程都包含了丰富的化学实验内容及相关实验原理,每个实验过程从逻辑上来说环环相扣的,粗盐提纯包括两个实验教学过程:(1)不溶物的除去^[2](泥沙过滤)[义务教育阶段];(2) Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 离子的除去^[3](化学沉淀法)[高中教育阶段],这两个教学目标下的实验过程是由高师生认识发展规律决定的教学要求。如何高效处理这类问题对高师生在实验设计和实验评价的过程中的实验思维能力提出了较高要求。

4. 实验探究教学能力

师范生实验教学能力的核心是实验教学设计能力。实验教学过程即探究过程,实验教学与实验探究性在一定程度上表现为以实验为基础,以高师生为教学主体,把教学活动中的实验过程与科学实验有效结合,开发实验资源,整合实验内容,设计实验方案,改进实验方法,把实验教学过程转化为实验探究过程,使教学目标在探究过程中得到统一。

高中化学核心素养课程标准明确要求用化学沉淀法除去粗盐中的杂质离子。如何设计实验方案综合考虑除杂的各种因素(除杂剂的选择、量的要求、过量的除杂剂的处理),整合优化方案,是高师生在教学中采用探究式教学模式的最佳途径。粗盐中杂质离子(Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+})如何高效除去,存在多种方案。如何在教学过程中引导高师生找出最佳实验方案是教师在教学过程中重点把握的内容。在探究最佳实验方案的过程中,可以设计出以下几种方案:(1)除去杂质离子顺序为 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 SO_4^{2-} ,则往粗盐悬浊液中依次加入除杂试剂为NaOH、 Na_2CO_3 、 $BaCl_2$ 、 Na_2CO_3 、HCl(aq.);(2)除去杂质离子顺序为 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} ,则往粗盐悬浊液中依次加入除杂试剂为NaOH、 $BaCl_2$ 、 Na_2CO_3 、HCl(aq.);(3)除去杂质离子顺序为 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} ,则往粗盐悬浊液中依次加入除杂试剂为 Na_2CO_3 、 $BaCl_2$ 、 Na_2CO_3 、HCl(aq.);(4)除去杂质离子顺序为 SO_4^{2-} 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} ,则往粗盐悬浊液中依次加入除杂试

剂为 $BaCl_2$ 、NaOH、 Na_2CO_3 、HCl(aq.)。从实验结果来看,以上四种方案均可以作为除杂的实验依据,而且方案(3)还减少了一种除杂试剂的使用。根据教学要求与习惯,方案(2)在课堂教学采用比较多,甚至有些教师会直接引导高师生使用该方案实现课堂教学目标的达成,这样的课堂教学处理不符合新课程教学理念,因此高师生在职前培训过程中,要加强实验探究教学能力的培养。

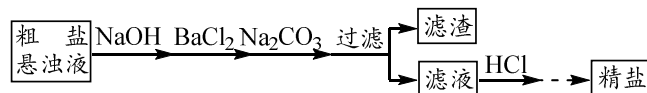


图1 粗盐除杂实验

5. 实验教学自我评价能力

实验教学评价的目的在于形成良好的评价心理,促进教学互动与生成。因而高师生要加强自我评价,比如实验效果、实验教学的探究性、突发事件的处理等,以此作出自我调整、自我反思。进一步促进高师生对实验教学的理解,丰富和发展自身的实验教学资源。比如,在过滤过程中,滤液的下滴速度较慢如何迅速做出应对?分离和提纯物质都是除掉杂质吗?在蒸发过程中,如何处理好在后续加热时利用余热的操作?蒸发水分的过程中精盐飞溅的原因如何解释?在有限的课堂时间内,如何改进实验,提高课堂效率?如何设置相关问题,促进高师生对实验的理解?沉淀法除去 Ca^{2+} 、 SO_4^{2-} 等杂质时,食盐水一定要煮沸吗?除去过量的 Na_2CO_3 溶液的pH应该控制在什么范围?

6. 实验装置图板画能力

实验装置图能把抽象的学习内容形象化、具体化。高师生通过观察和实际操作,在大脑中留下痕迹,把知识形象地储存在记忆的仓库里。通过仪器和设备把实验内容浓缩设计成装置图形象地摆在高师生面前,将一些抽象、枯燥无味的知识变得直观明了,增强了课堂的直观性、生动性。同时,它能够集中高师生的学习注意力,增强高师生的学习兴趣,减轻高师生的疲劳情绪。随着多媒体技术的发展,许多仪器装置的软件也应运而生,虽然能通过PPT演示将实验装置展现出来,但是在板书过程中,涉及实验教学的内容重点知识或详细内容就无法满足教学要求,因此实验装置图的图画能力在高师生的实验教学与研究中就显得尤为重要。“粗盐提纯”实验有丰富的实验操作内容和相应的实验仪器,如烧杯、漏斗、酒精灯、铁架台、蒸发皿、玻璃棒等。这些仪器的绘画涉及中学许多其他玻璃仪器的绘画技巧,熟练掌握这些绘画技巧对于板书过程中简单仪器的平面图绘制有着重要的帮助。单个仪器的比例大小、组合形式的实验装置图的绘图可以锻炼高师生对仪器的功能、使用要求等方面的理解。

(二)为加强和促进师范生实践性知识的形成提供

素材

教师实践性知识是教师知识的重要组成^[4]，是高师生专业发展的知识基础。实践性知识在具体学科的教育教学之中能而形成特定学科的更有意义的“学科教学知识(PCK)”。王干等人发现的高师生PCK与职业需求之间仍有较大落差，主要包括学科专业知识系统性、结构化程度不够；对教材、高师生研究不够深入，将学科知识转化为高师生容易理解的教学方式的能力还比较薄弱；表达、沟通、与高师生交流等“软技能”还有待提高。化学教育与教学作为一项特殊的实践，高师生进行化学教育教学活动前必须要有化学教师实践性知识作为支撑，且该类知识直接影响着化学教师的教育教学实践活动。

“粗盐提纯”实验从内容上来说它综合了中学化学基本实验操作(分离与提纯)及化学基本原理(溶液中的离子反应与平衡)相关知识及问题。如分离和提纯物质都是除掉杂质吗？在蒸发过程中如何解释食盐“爆溅”现象？沉淀法除去 Ca^{2+} 、 SO_4^{2-} 等杂质时，盐溶液是否要煮沸？除去过量的除杂试剂 Na_2CO_3 时，溶液的pH值应控制在什么范围？高师生通过对本实验研究及教学演练，须对相关化学学科知识进行深度思考，体现出化学学科的综合特征。

除此之外，还要拥有能够在真实教学情境下解决实际具体问题的能力。本实验中从溶液中获得氯化钠晶体的方法是直接加热蒸发而得到的。如何归纳出从溶液中析出晶体的一般通用方法？这就需要高师生利用真实情境扩展出与氯化钠晶体类型不同的晶体结晶方法(如含有结晶水的晶体)。又如为了让蒸发结晶得到的氯化钠晶体更纯净，往往还要对该 NaCl 晶体洗涤。这就衍生出一系列化合物洗涤问题的拓展知识：①为什么要洗涤；②用什么洗涤；③怎么洗涤；④怎样证明已洗干净；⑤干燥等。在真实情境利用已有知识背景或实验经验处理深层次问题，体现出高师生在未来教学中智慧和教师实践知识的发挥。

三、在“粗盐提出”实验活动中培育高师生的化学核心素养

在中学化学教学中，“粗盐提纯”实验活动是直观认识氯化钠等物质经典实验，是实现实验演示教学的重要基础，是科学探究的主要形式，展示了化学科学的真实性和实用价值，全面体现STSE(科学-技术-社会-环境)之间的联系。

未来中学化学教育立足于发展学生化学学科核心素养，作为未来中学化学教师培育基地的高等师范院校在开设中教法实验课程中，要关注高师生化学核心素养的培养与提升。“粗盐提纯”实验活动对培育高师生在课程实施中对化学核心素养的把握要求如下：(1)宏观辨识与微观探析——通过演示实验或学生分组实验，

掌握引导学生从宏观现象推断氯化钠在水溶液中的微观行为和结晶过程、各种杂质和离子在除杂过程中的存在形态；(2)变化观念与平衡思想——从讲授溶解、过滤、蒸发的变化过程，引导学生理解氯化钠在水溶液中的变化与溶解-结晶平衡；(3)证据推理与模型认知——引导学生通过实验现象收集相关证据，推测物质的组成特点和性质；指导学生通过过滤操作初步建立不溶性固体和液体分离类实验的认知模型^[5]；指导学生通过蒸发操作初步建立提纯可溶性物质的认知模型；引导学生根据混合物组成初步建构“混合物分离和提纯”问题的方法模型；(4)科学探究与创新意识——教授学生掌握并学会使用过滤、蒸发的方法对混合物分离方法进行探究；通过收获精盐而体验成功的喜悦，发展设计方案解决实际问题的能力；(5)科学精神与社会责任——通过多媒体教学引导学生体验化学实验操作技能训练在实际生产中的应用，学用结合融为一体；体会化学与生产生活的密切联系，认识教授学生化学知识对提高未来国民素质的重要性。

中学化学实验教学与研究是高师生在职前教育中的重要环节，最具备培养高师生的创新、实践能力的作用。对实验教学的研究与拓展，不仅可以促进对物质性质的理解和对化学基础理论的深刻领悟，还可以引发多方面的思考，使高师生的实验和教学技能得到锻炼，思维更加严谨，激发潜能，使其能力得到全方位训练。要认真落实高师生既动手又动脑的科学素养教育，要让高师生在做中学、做中问、做中想，培养高师生较高的独立认识问题、解决简单问题的能力，逐步提高高师生实践动手能力和实践创新能力。

参考文献

- [1] 邓永财. 试论中学化学实验思维能力的结构与构建[J]. 课程·教材·教法, 2004, 24(10): 53-58.
 - [2] 中华人民共和国教育部制定. 义务教育化学课程标准(2011年版)[S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2012: 12.
 - [3] 中华人民共和国教育部制定. 普通高中化学课程标准(2017年版)[S]. 北京: 人民教育出版社, 2017: 3.
 - [4] 罗秀玲. PCKg理论及其对化学师范生教育教学的启示[J]. 化学教育, 2014, 35(01): 51-53.
 - [5] 计从斌, 林建芬, 黄海金, 高兆芬, 胡异珍. 基于学习进阶理论和认知模型建构的化学教学研究[J]. 上饶师范学院学报, 2018, 38(6): 45-49, 60.
- 基金项目: 基于“五项管理”政策背景下高中化学作业分层设计实践与研究(YB2022-016)
- 作者简介: 陈旭日(1981-), 男, 江西乐平人, 硕士, 一级教师, 主要从事高中化学教学工作。