

PBL 教学法在无机化学实验课程中的实践与思考

——以“三草酸合铁酸钾的制备”为例

宁张磊

(四川师范大学化学与材料科学学院, 四川 成都 610066)

摘要: 无机化学实验是化学专业学生的第一门必修实验课程。以问题引导式教学为核心的 PBL 教学法, 有助于激发学生实验的学习兴趣、培养学生自主学习能力。以“三草酸合铁酸钾的制备”为例, 将 PBL 教学法应用到无机化学实验教学实践。围绕问题导向, 启发学生思维, 学生通过自主学习、小组讨论、实验设计和实验操作深入体验化学实验之美, 加深对无机化学理论知识理解, 提升独立思考、团结协作、实验技能 and 创新能力。

关键词: 无机化学实验; PBL 教学法; 教学改革

无机化学实验是化学专业的第一门实验课, 是区别于理论课而独立设置的专业必修课程。该课程的知识目标是通过无机化学实验巩固和加深无机化学理论知识, 掌握物质化学变化的规律, 培养学生自主学习的能力、开发学生的创新思维、增强独立研究能力、培养终身学习的能力。然而, 传统的实验课程常以教师讲解为主, 讲解内容包括实验目的、实验原理、实验仪器和药品以及实验步骤等, 甚至实验中注意事项也一并讲出。这种“灌输式”教学模式直接导致学生仅仅是照搬教材中的实验步骤完成操作而已, 容易造成学生过度依赖教师, 学生的科学思维能力、独立研究能力和实验技能都难以得到培养和锻炼。

PBL 教学法 (Problem-based Learning, PBL) 是由美国神经病学专家 Barrows 教授首先提出来。该教学法以问题为导向, 强调学习者的主动学习。通过问题设置, 把学习内容转化到具体化的问题情境中, 让学习者成为学习的主体, 由学习者自己分析问题, 学习解决问题的知识, 并进一步通过团队协作来解决问题。其充分发挥问题在学习过程中的导向作用, 调动学习者学习的积极性和主动性, 使其带着问题思考、分析问题并尝试解决问题, 真正参与教学过程。使学习者对知识理解的深度和广度大有裨益, 特别是通过此过程中挖掘隐含在问题背后的科学知识, 有助于促进学习者形成解决问题的技能和自主学习的能力。

本文以“三草酸合铁酸钾的制备”实验为教学案例, 采用 PBL 教学法开展教学研究, 通过设计实验教学思路和方法, 以期启迪学生思维, 提高学习兴趣, 提升实验教学质量, 达到培养学生科学思维能力、自主学习能力和终身学习能力的课程目标。

一、学情分析和教学设计思路

学情分析: 三草酸合铁酸钾的制备属于典型的无机制备实验。实验原理包含化学四大平衡和配合物等基础知识。实验步骤涉及固体称量、溶液加热、沉淀的分离、过滤等一系列的实验操作。学生在前面无机化学理论课和实验课中已初步学习了实验的理论和部分实验操作。但从以往经验来看, 学生对于制备实验方法的建立十分欠缺, 实验操作能力有待提高, 本次课程将重点围绕这两个内容进行教学设计和组织教学内容。

设计思路: 基于 PBL 教学法, 从“课前”“课中”和“课后”全方位设计教学思路 (见图 1)。课前教师对实验内容提出问题, 内容主要包含实验原理、实验操作和知识拓展三个方面。学生通过查阅课本、网络资源和相关资料文献, 尝试分析并解决问题; 发布实验视频, 学生熟悉实验流程, 掌握实验原理, 完成实验预习报告。课中进行分组讨论课前问题, 发表各自看法, 总结讨论内容并展示小组讨论结果。组内讨论能促进同学之间的相互学习和交流, 取长补短, 扩展思维, 以便更好地解决问题。在学生遇到知识盲点或者意见不一致时, 教师补充讲解讨论中的问题, 并给出实验注意事项。学生独立完成实验内容。课后对学生对观察到的实验现象和得到的实验结果进行分析和讨论。教师根据实验小组讨论参与情况、实验操作和实验报告, 给出相应的评价和反馈。

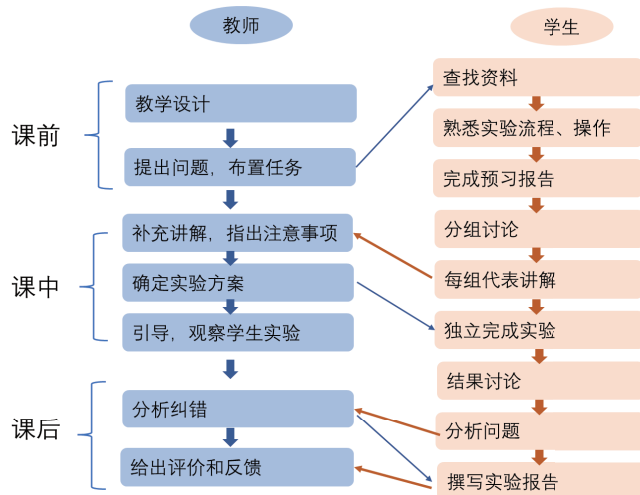


图 1 PBL 教学法设计思路

二、PBL 教学法应用于“三草酸合铁酸钾的制备”的教学案例

课前准备: 教师开课前发布本实验的六个学习任务: 1. 怎么由实验室提供的原料 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 得到目标化合物 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] \times 3\text{H}_2\text{O}$? 2. 如何选择氧化剂? 3. 如何选择草酸浓度? 4. 倾析法的操作要点? 5. 加入 H_2O_2 溶液反应温度的确定?

6. 加入乙醇的目的? 这些相互关联的问题, 引发学生思考, 并通过查阅资料尝试解决问题, 更加深入的学习探究实验的制备原理。再根据所学有效进行实验预习报告。这种带着问题的学习, 可以使学生变被动学习为主动学习, 培养了学生的自学能力。

上课环节: 由漂亮的三草酸合铁酸钾的晶体实物图导入, 以期通过艳丽颜色视觉冲击、结构完美晶体性状展示, 激发学生兴趣, 引起学生对化学制备独特魅力的共鸣, 引入课堂内容。重点分组讨论课前问题, 以 3-4 人为一小组, 各自分享自主学习成果。教师分配各小组深入讨论的问题, 小组总结讨论内容并推选学生代表展示讨论结果。讨论过程中, 教师引导学生讨论, 并补充讲解讨论中的问题。

例如: “怎么由实验室提供的原料 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 得到目标化合物 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] \times 3\text{H}_2\text{O}$ ” 的小组讨论中, 学生常常照搬教材中的实验原料, 缺少对制备实验原理的思考。此时, 教师可以通过分析原料和目标化合物元素组成的发现, 在产物中含有 K^+ , Fe^{3+} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 三种主要组分, 而原料中的有效组分只含有 Fe^{2+} 。按照元素守恒和质量守恒原理, 需要在反应过程引入另外两种组分。并进一步引导同学思考, 到底加入哪种反应物合适呢? 借此提出制备实验的一个重要原则就是选择反应物的时候避免新的杂质引入或者加入的物质容易除去。结合无机化学理论课知识, 逐步引导同学得出选择 H_2O_2 作为氧化剂的原因, 逐层分析得到本设计实验详细的反应过程。教师带着问题的引导式教学, 通过详细分析实验过程中所涉及的化学反应过程, 引导同学发现并总结实验的原理和规律, 加深对反应的认识和理解。对于“如何选择草酸浓度?” 这一问题的小组讨论中, 学生能结合资料分析得出草酸是一个二元弱酸, 通过分步解离析出草酸根, 草酸根再和原料硫酸亚铁铵中的二价铁离子反应生成草酸亚铁沉淀。教师可以借此拓展无机化学理论课上所学的知识, 这个反应中同时存在草酸二元弱酸的解离平衡和草酸亚铁沉淀的沉淀溶解平衡。按照平衡移动原理, 为提高一种反应物的产率, 可以提高另一种反应物的浓度, 所以本实验草酸采用饱和溶液。同样的方法分析后面两个反应的化学反应过程, 引导学生发现反应中沉淀溶解平衡、氧化还原平衡、酸碱解离平衡、配位平衡的关系, 进而应用平衡移动原理确定合理的实验条件的方法。认识无机化学四大平衡和平衡移动原理在制备过程中的重要作用, 加深对理论知识的理解。此外, 教师强调实验中煮沸、过滤等操作, 进一步规范操作步骤。待交流和讨论之后, 形成统一的意见, 给出具体的实验方案, 教师审阅后学生进行独立实验。教师随时参与学生实验中, 和学生讨论可能出现的各种情况, 比如过程中黄色、红褐色颜色的变化差异、试剂滴加终点的判断等。观察学生实验操作, 对不规范操作及时纠正并做好实验过程记录。

课后总结: 待所有学生做完实验后, 教师组织学生及时总结, 特别是实验过程中出现和预期实验结果有差异的实验现象, 引导学生思考分析, 寻找可能的原因。此外, 教师就实验过程中出现

的问题以及常见错误的操作进行分析纠错。最后, 学生课下完成实验报告, 包括记录该实验过程中的现象、计算产品产率, 并分析影响产率高低的因素。教师根据实验小组讨论参与情况、实验操作和实验报告, 给出本次实验的评价和反馈。

三、PBL 教学法的实施效果

将问题导向的 PBL 教学法引入到无机化学实验课程中, 能够明显感觉到学生学习的积极性和主动性得到改善, 实验课程不再是老师讲学生做的固定模式, 课程讨论氛围明显热烈, 生生互动和师生互动更加有效。学生普遍反映实验课程越来越有意思, 更加喜欢学化学课程。从整体学习效果来看, 在实验笔试试题中, 题目的正确率较常规教学有明显提高。在 PBL 教学法实施过程中, 通过思考问题、解决问题, 有助于培养学生自主学习能力、团队协作能力, 锻炼学生动手操作能力、归纳总结和口语表达能力, 提高学生实验操作技能、数据分析能力和创新意识, 加深专业知识理解的深度和广度。

四、PBL 教学法存在的问题

从“三草酸合铁酸钾的制备”的教学实践来看, PBL 教学法不仅能够有效提高学生的学习兴趣和学习主动性, 而且有利于培养学生的自学能力、团队协作能力和表达能力。但是在应用过程中仍存在各种诸多有待解决的问题, 如问题和实验内容如何有效关联? 如何克服实验课时有限、教学条件不足等外界因素? 小组讨论交流如何调动全员积极性? 如何有效评价教学效果? 正确回答上述问答才能在无机化学实验课程中更好地发挥 PBL 教学法的优势。本课程将继续探索这一重要课题。

参考文献:

- [1] 刘艳玲, 阴彩霞. 立足“四个回归”的无机化学实验教学改革实践 [J]. 大学化学, 2022, 37 (7): 135-137.
- [2] 孙长艳, 李文军, 董彬, 陆慧丽. “PBL”教学模式在无机化学实验课程中的应用 [J]. 实验室研究与探索, 2012, 31 (5): 135-137.
- [3] 陈亚光. PBL 教学法在非金属元素小结教学中的应用 [J]. 化学教育, 2016, 37 (6): 15-17.
- [4] 黎奕斌, 李琳, 路新卫. PBL 与翻转课堂相融合的基础化学实验教学设计与实践 [J]. 基础医学教育, 2022, 24 (10): 758-762.
- [5] 谭德新, 梁家仪, 宁明月, 王艳丽. “PBL”模式下有机化学实验的教与学 [J]. 大学化学, 2021, 36 (7): 135-137.

* 基金项目: 本文系四川师范大学 2018 年度“质量工程”校级项目; 四川师范大学“课程思政”示范课程项目 (项目编号: 20200082XKC) 成果。

作者简介: 宁张磊 (1984-), 女, 汉族, 天津蓟县人, 四川师范大学化学与材料科学学院教师, 副教授, 理学博士。