



“教、学、评”一体化理念下的化学实验复习* ——以“硫酸四氨合铜的制备和探究”的教学为例

黄莉¹ 张贤金² 孙艳霞¹

(1 云霄第一中学 福建 漳州 363300; 2 福建教育学院化学教育研究所 福建 福州 350025)

摘要:将“教、学、评”一体化的理念融入化学实验复习,以学生知识掌握的薄弱点为情境,利用多样评价方式及时评价反馈学生对知识的掌握情况及存在问题;创设具有挑战性的学习任务,让学生借助实验融合化学核心知识的联系,提升学生对元素化合物知识、实验基本技能、问题探究和实验计算的理解和掌握,建构知识网络,促进学生学科思维发展。以“硫酸四氨合铜的制备和探究”为例,尝试“教、学、评”一体化理念下的化学实验复习。

关键词:“教、学、评”一体化;化学实验;核心素养

文章编号:1008-0546(2022)04x-0055-04

中图分类号:G632.41

文献标识码:B

doi:10.3969/j.issn.1008-0546.2022.04x.016

《普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)》提出积极倡导“教、学、评”一体化,有效开展化学日常学习评价,使每个学生化学学科核心素养得到不同程度的发展。化学日常学习评价是化学教学不可或缺的有机组成部分,是实施“教、学、评”一体化教学的重要链条^[1]。在新课或复习课教学过程中融入提问、点评或练习等评价方式有助于实现教学的有效性。

化学实验是学生学习的薄弱点,据福建省高三毕业班理科学生统计数据显示,学生对陌生情境中实验问题的把控能力明显不足,实验基础知识、技能和实验探究能力两头皆弱,缺乏实验中必要的证据推理和模型认知能力,对于实验方案设计的理解、实验现象产生的原因分析、化学反应原理的综合运用及定量分析等方面出错率高^[2]。传统的实验复习停留在知识梳理、讲题练题模式,学生无法实现思维建构和知识迁移,难以提高核心素养。为此,改变高三实验复习课模式,借助实验融合化学核心知识的联系,提升学生对元素化合物知识、实验基本技能、问题探究和实验计算的理解和掌握,建构知识网络;将评价融入课堂教学过程,利用多样评价方式及时评价反馈学生对知识的掌握情况及存在问题,实施“教、学、评”一体化,

开展化学实验深度复习,以促进学科思维发展。本文以“硫酸四氨合铜的制备和探究”的教学为例,尝试“教、学、评”一体化理念下的化学实验复习。

一、教学主题内容和教学现状分析

实验复习课要达到整合知识、提升思维、培养学生核心素养的目标,需针对学生的实际情况,选择合适的主题才能有利于学生提升学科素养。在苏教版《物质结构与性质》模块专题4第二单元“配合物的形成”学习中,学生掌握了硫酸四氨合铜中配位键的形成、认识简单配合物的成键特征,但对物质性质的认识还不全面。其次,学生经过一轮复习后对元素化合物的知识、化学实验基本操作有了较好的理解和掌握,但大多数化学实验操作方法仅限于书面表述,实验操作能力欠缺,知识迁移能力较弱。

本课例将硫酸四氨合铜作为情境素材贯穿课堂教学,融入提问和练习,学生自评、同伴互评、教师点评等多种评价方式,促进学生化学学科5大核心素养的发展。

二、教学思想与创新点

为培养学生的核心素养,笔者确立了思维模型引领、多种评价方式结合的配合物制备和探究教学主题。该主题挑战性较大,课堂教学整合教材中的实

*本文系2020年度福建省中青年教师教育科研项目(基础教育研究专项)课题“教学评一体化理念下的高中化学深度复习策略研究”(JSZJ20068)、福建省基础教育课程教学研究2020年度课题“基于核心素养的高中化学课堂学习评价的实践研究”(MJYKT2020-075)阶段性研究成果。



验、挖掘试题中的实验素材,进行实验探究,激发学生深度参与;帮助学生强化实验基本操作,对元素化合物知识、实验技能和问题探究能力进行有效整合。同时,融入提问、点评、课堂练习及学生自评、学生互评等多种评价方式,实现“教、学、评”一体化,促进化学实验有效复习。

三、教学目标与评价任务

表1 教学目标与评价任务

环节	教学目标	评价任务
1	分析硫酸四氨合铜的制备原理,会书写相应的化学反应方程式;能准确表述实验现象及规范实验操作。	1-1 观察学生能否利用模型寻找反应试剂,分析反应原理,书写正确的化学反应方程式。 1-2 关注学生能否做好实验操作的规范及实验现象的准确表述。
2	小组合作设计 SO_4^{2-} 和 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 的验证实验;能设计条件改变对 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3$ 平衡移动的影响的探究实验。能用化学平衡移动原理解释。	2-1 观察学生能否运用知识快速检验常见离子。 2-2 观察学生能否分析信息或利用前面所给的信息设计实验方案解决实际问题。 2-3 观察学生能否运用原理解释化学问题,并设计实验加以验证。
3	分析分离硫酸四氨合铜晶体的方法,能正确选择洗涤晶体的试剂。	3-1 观察学生能否依托分离提纯的解题思路回顾常见的分离提纯方法。 2-2 观察学生能否分析、运用题给信息,解决实际问题。
4	掌握测定产品纯度的多种方法,巩固沉淀测定法。	4-1 观察学生能否准确表述判断沉淀完全、洗涤沉淀的方法。 4-2 观察学生能否分析测定的相应原理。

四、教学流程

“硫酸四氨合铜的制备和探究”教学流程如图1所示。

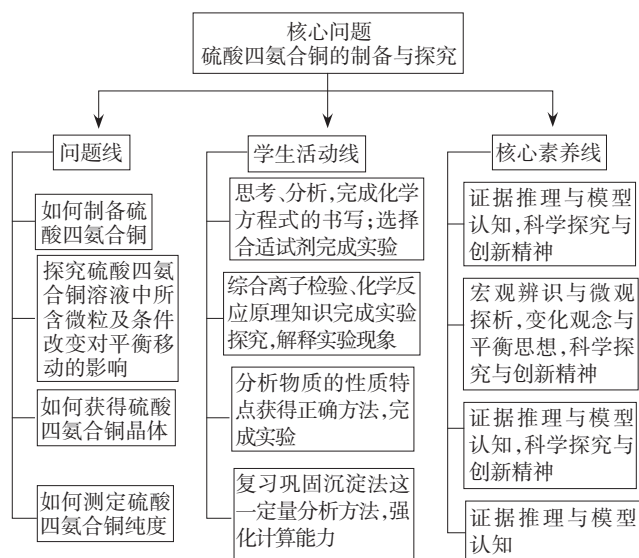


图1 教学流程

五、课堂实录

“教、学、评”一体化秉承“为了学习的评价”和“作为学习的评价”的理念。即教学、学习与评价不仅具有一致性关系,且是三位一体的关系,评价持续地镶嵌在教与学的过程之中,为教学目标的达成和教学策略的改进提供证据^[3]。因此,为了在教学活动中能有效检测学生目标达成,设计相应的教学目标与评价任务(表1所示)。

1. 环节一:硫酸四氨合铜的制备

[情景导入]硫酸四氨合铜是一种络氨铜类产品。络氨铜可用于防治瓜类枯萎病、蔓枯病、疫病等。化学组成上均为含 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 的盐,其中广谱杀菌剂硫酸四氨合铜 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 高效、安全,是植物生长激素,能促进作物生长。

[教师引导]如何制备硫酸四氨合铜?回顾制备类实验题的解题流程(图2)。

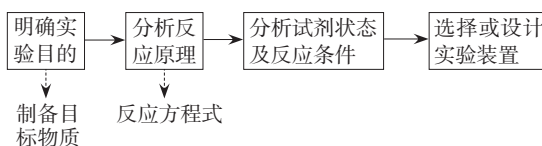
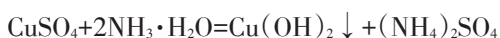


图2 制备类实验题的解题流程

[提出问题]按照解题思维流程设计实验方案,完成实验。

[学生活动]分析讨论,得出实验方案,完成实验。

反应原理:





[学生活动]向装有 2 mL 0.1 mol·L⁻¹ CuSO₄ 溶液中逐滴加入 1 mol·L⁻¹ 氨水, 观察描述实验现象。

[知识运用](2016 全国卷 I, 27 节选)元素铬(Cr)在溶液中主要以 Cr³⁺(蓝紫色)、Cr(OH)₄⁻(绿色)、Cr₂O₇²⁻(橙红色)、CrO₄²⁻(黄色)等形式存在, Cr(OH)₃ 为难溶于水的灰蓝色固体, 回答下列问题:

Cr³⁺ 与 Al³⁺ 的化学性质相似, 在 Cr₂(SO₄)₃ 溶液中逐滴加入 NaOH 溶液直至过量, 可观察到的现象是

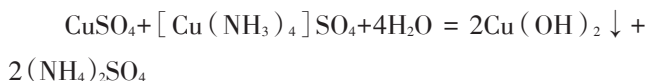
[学生回答]蓝紫色溶液变浅, 同时有灰蓝色沉淀生成, 随后沉淀逐渐溶解形成绿色溶液。

[教师总结]描述实验现象的答题规范按“现象+结论”模式表述; 以“海、陆、空”模式表述实验过程中溶液颜色的变化、沉淀的生成、气泡的产生、液面的变化; 固体表面有大量气泡、固体溶解、固体颜色的改变; 产生气体的气味、气体颜色的改变等相关现象。

[教师提问]如果往氨水中逐滴加入硫酸铜溶液直至过量又会有何现象?

[学生活动]向装有 2 mL 1 mol·L⁻¹ 氨水中逐滴加入 0.1 mol·L⁻¹ CuSO₄ 溶液, 观察描述实验现象。

书写相应的化学反应方程式。



设计意图: 以农药络氨铜作为情境引入, 让学生感受到生产应用和化学知识之间的紧密关联。指导学生运用解题思维流程, 准确判定所需原料, 分析实验原理, 设计相应的实验步骤。引导学生正确表述实验现象, 总结答题规范, 体会解题思路建立的必要性。

2. 环节二: 探究溶液中存在的微粒

[教师提问]硫酸四氨合铜溶液中存在哪些微粒?



[Cu(NH₃)₄]²⁺ 在溶液中呈深蓝色;



[问题提出]如何设计实验验证 [Cu(NH₃)₄]²⁺ 和 SO₄²⁻, 探究条件改变对 [Cu(NH₃)₄]²⁺ ⇌ Cu²⁺ + 4NH₃ 平衡移动的影响。

[学生活动]设计方案, 动手实验。

[回答 1]取少量硫酸四氨合铜溶液, 先滴加稀盐酸, 再滴入 BaCl₂ 溶液, 有白色沉淀生成, 说明溶液中存在 SO₄²⁻。

[回答 2]取两份少量等体积硫酸四氨合铜溶液, 分别加入等量的水和稀硫酸, 加入稀硫酸的试管中溶液颜色变得更浅, 说明蓝色溶液中存在的微粒是 [Cu(NH₃)₄]²⁺ 而不是 Cu²⁺。

[回答 3]取少量洗涤、干燥后的晶体于试管中加热, 并将湿润的红色石蕊试纸放在试管口, 观察到红色石蕊试纸变蓝。

[回答 4]取少量硫酸四氨合铜溶液, 加入 NaOH 溶液, 看到浅蓝色沉淀生成, 上层清液接近无色。原因是 [Cu(NH₃)₄]²⁺ ⇌ Cu²⁺ + 4NH₃, 氢氧根离子结合铜离子生成氢氧化铜沉淀, 使铜离子浓度减小, 平衡向右移动。

设计意图: 观察学生自主实验、合作讨论的状态, 依据学生实验探究的情况反馈诊断学生分析运用信息能力、常见离子检验方法、化学平衡移动原理的运用等核心知识的掌握程度, 帮助学生形成自主学习、合作探究的意识, 培养学生科学思维和探究能力。提升宏观辨识与微观探析、变化观念与平衡思想、科学探究与创新意识的化学学科素养。

3. 环节三: 获取硫酸四氨合铜晶体

[教师引导]如何从硫酸四氨合铜溶液中获得 Cu(NH₃)₄SO₄·H₂O 晶体? 提供物质分离提纯的流程(图 3)。

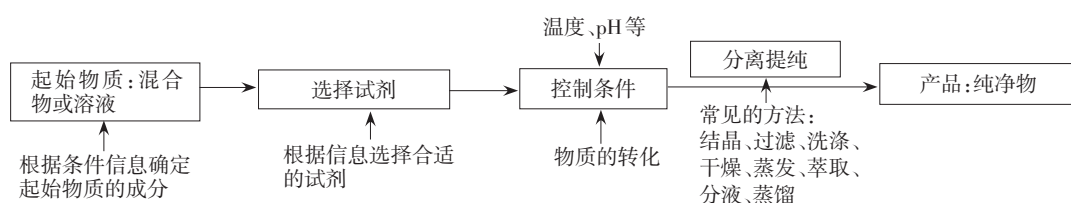


图 3 物质分离提纯流程



[提供信息] ① $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 是一种易溶于水、难溶于乙醇的深蓝色固体。

② $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 在乙醇—水混合溶剂中的溶解度随乙醇体积分数的变化如图4所示^[4]。

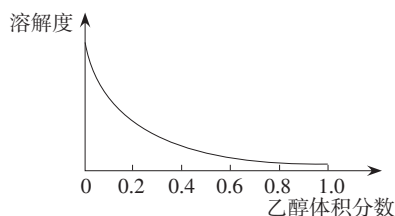


图4 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 在乙醇—水混合溶剂中的溶解度随乙醇体积分数的变化

[学生活动] 分析信息、运用信息,思考选择获取固体的方法,设计实验方案。

[教师总结] 获取晶体的方法不能仅限于蒸发结晶或蒸发浓缩、冷却结晶的方法,还需考虑产品物质的性质特点才能选择正确的操作方法。

[教师提问] 对过滤得到的粗产品需要洗涤、干燥以纯化产品。选择何种试剂洗涤粗产品晶体? 洗涤剂选择的依据是什么?

[学生回答] 由于 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 易溶于水、难溶于乙醇,可用酒精洗涤粗产品。选择洗涤剂应考虑物质在洗涤剂中的溶解度,尽量减少产品溶解损失。

设计意图:提升学生获取信息解决问题的能力,建构晶体的获取、洗涤、干燥等知识模型。进一步帮助学生厘清基本实验操作,提升模型认知素养,实现知识向素养转化。

4. 环节四:测定所得产品的纯度

[内容展示] SO_4^{2-} 质量百分数的测定(沉淀法)。

称取 a g 试样置于烧杯中,依次加入蒸馏水、稀盐酸、 BaCl_2 溶液,静置检验沉淀是否已完全。水浴加热半小时,冷却至室温。过滤、洗涤、干燥、称量,所得 BaSO_4 质量为 b g。

① 如何判断是否沉淀完全,沉淀是否洗净?

② 计算所得 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的纯度。

【学生活动】交流谈论,回答问题。

① 静置,往上层清液中继续滴加 BaCl_2 溶液,没有白色沉淀生成,说明沉淀完全;取最后一次洗涤液加

入稀硫酸,没有白色沉淀生成,说明沉淀洗净。

② 纯度为 $\frac{246b}{233a} \times 100\%$ 。

设计意图:通过对硫酸四氨合铜成分的测定,复习巩固沉淀法这一经典的定量分析方法,强化学生的计算能力。同时,提升分析实验的能力。

六、教学反思

本教学案例以硫酸四氨合铜在生产生活中的作用为情境素材,以学生的学习障碍点配合物的制备和性质探究来确定教学内容及教学方式。在教学设计中,注重在已有知识基础上,对教材内容的二次加工,针对学生知识系统中存在的认知缺陷和不足,设计教学提问,设置教学冲突和学习活动;利用解题思维流程引导学生将所学知识进行归纳总结,构建更加完整的知识体系;激励学生综合运用所学知识,不断优化化学思维品质,提升探究与创新能力。同时,设置问题解决、探究实验、设计方案等多种教学活动,将评价融入教学活动中,运用提问、点评,学生自评、互评等方式,评价学生对知识的掌握程度及素养发展水平,收到较好的教学效果。

针对学生在课堂中的表现及通过提问评价获得的反馈,在课后需精选作业题对相关的探究进一步强化,使“教、学、评”活动有机结合,同步实施,形成合力,有效促进学生化学学科核心素养的形成与发展^[1]。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部.普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)[S].北京:人民教育出版社,2020.
- [2] 黄丹青,赖增荣.指向“教学评一体化”的化学实验测评与教学反思[J].化学教育(中英文),2021,42(5):15-19.
- [3] 杨玉琴.“教、学、评一体化”下的目标设计与达成——基于2017版课标附录案例的批判性思考[J].化学教学,2020(9):3-9.
- [4] 滕瑛巧,王星乔,于淑儿,等.“主题链接,模型建构”促进浙江选考化学实验有效复习——以“一水硫酸四氨合铜的制备与含量分析”为例[J].化学教学,2018(6):48-54.