

基于真实情境的任务驱动式教学设计*

——以“铁盐和亚铁盐”为例

李悦 温利权**

(北京市第二中学 北京 100010)

摘要:通过课堂创设的“实验室制备磁性 Fe_3O_4 纳米颗粒”真实情境,引导学生逐步解决“实验室不常备 Fe^{2+} 溶液的原因”“利用 Fe^{3+} 溶液制备 Fe^{2+} 溶液”“定量制备 Fe_3O_4 ”等进阶性问题,在问题解决过程中获取元素化合物知识,建立并完善基于价态观的结构化思维模型,培养学生将知识转变为自主学习新事物和解决新问题的能力,达成发展化学学科核心素养的目标。

关键词:真实情境;实验探究;铁盐和亚铁盐

文章编号:1002-2201(2024)07-0014-04

中图分类号:G632.42

文献标识码:A

高中化学学科的核心素养主要包括“宏观辨识与微观探析、变化观念与平衡思想、证据推理与模型认知、科学探究与创新意识、科学态度与社会责任”5个维度,展现了学生通过化学课程学习自主形成的适应个人终身发展和社会发展需要的关键能力、必备品格和基本观念,即学生主动运用化学思想方法认识身边事物和处理问题的自觉意识或思维习惯^[1]。

核心素养的落实不仅仅是对教学内容的选择,更是对教学模式和学习方式的变革。任务驱动式教学由教师传授知识转变为以任务引导学生获取知识,体现了“以学生为主体”的教育理念。创设真实、有效的任务链,帮助学生在完成任务的过程中自主构建知识体系——从简单到复杂、从孤立到系统、从理论到现实,提升学生解决复杂问题的能力水平。

一、确定真实情境主题和教学目标

“铁盐和亚铁盐”是人教版高中化学必修第一册第三章第一节“铁及其化合物”的重要内容,教材选择铁盐和亚铁盐的性质、检验及转化等内容进行学习和研究,学习过程中体现了分类法和价态观等化学思维方法的运用,帮助学生初步建立研究物质氧化还原性的一般思路和方法,对形成认识方法的思维模型具

有重要作用。

本节课创设“实验室制备磁性 Fe_3O_4 纳米颗粒”的真实情境,学生将会面对3个任务与挑战:(1)为什么实验室中不常备 Fe^{2+} 溶液?(2)如何利用 Fe^{3+} 溶液制备 Fe^{2+} 溶液?(3)如何定量制备 Fe_3O_4 ? 环节任务层层递进,通过“探究实验室不常备 Fe^{2+} 溶液的原因”,引导学生从元素价态的角度分析 Fe^{2+} 向 Fe^{3+} 转化的原因,初步发展学生基于元素价态的角度预测物质化学性质和转化的认识思路;通过“利用 Fe^{3+} 溶液制备 Fe^{2+} 溶液”,启发学生运用控制变量的方法证实反应的发生,检验学生能否自主形成从化合价的角度分析物质的性质和变化,完善基于价态观的认识模型;通过“设计由 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 制备 Fe_3O_4 的定量实验”,启发学生的定量意识,通过对制备 Fe_3O_4 实验中药品的添加顺序、实验操作的要求、过量药品的后续处理的讨论,引导学生关注具体的化学实验流程和处理方法,发展学生解决真实复杂问题的综合能力水平。

学习目标的确立是以核心知识为载体,指向对化学学科思想与学习方法的理解,并迁移应用至提升学生真实问题的解决能力。依据3个任务环节设置的教学目标和过程性评价目标详见表1。

* 中国化学会化学教育委员会“十四五”规划2021年一般课题“基于化学学科核心素养的深度学习的教学实践研究”(课题编号:HJ20210012)研究成果;北京市教育科学“十四五”规划课题“集团化办学背景下的化学校本课程体系研究与教学实践探索”(课题编号:CDDB23243)研究成果。

** 通讯作者, E-mail: fatwllq@163.com。

表1 “实验室制备磁性 Fe_3O_4 纳米颗粒”的教学环节、学习任务、教学目标和评价目标

环节	学习任务	教学目标	评价目标	评价标准
1	探究实验室不常备 Fe^{2+} 溶液的原因	运用氧化还原反应原理预测 Fe^{2+} 的化学性质,初步形成基于元素价态的角度预测物质的化学性质和变化的认识思路	通过对实验室没有 Fe^{2+} 溶液原因的讨论和点评,诊断并发展学生对物质及其转化思路的认识水平(基于客观事实水平、基于概念原理水平)	能否基于元素价态判断亚铁盐的性质;能否基于实验现象判断亚铁盐的变质程度
2	利用 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 制备 FeSO_4 溶液	通过实验探究 Fe^{2+} 与 Fe^{3+} 的相互转化及检验方法,完善基于价态观的认识模型,了解科学探究的一般过程和方法,学会运用变量控制的方法研究化学反应	通过利用 Fe^{3+} 制备 Fe^{2+} 实验探究的交流和点评,诊断并发展学生认识思路结构化水平	能否基于元素价态判断铁盐的性质,并设计实验方案、完成实验、收集实验证据;能否设计对照实验检验产物中的亚铁盐
3	设计由 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 制备 Fe_3O_4 的定量方案	通过设计 Fe_3O_4 的制备方案,培养在实验设计和实施过程中定量、有序研究的意识,感受转化思想在解决实际问题中的价值	通过对 Fe_3O_4 制备方案的交流和点评,诊断并发展学生解决真实问题的能力水平(孤立水平、系统水平)	能否从定量角度分析问题;能否完善实验操作;能否基于实验事实推测环境对化学反应的影响

二、构建实验教学活动及评价

1. 价值导向,引入课题

【教师】从量子点引入到磁性 Fe_3O_4 纳米颗粒在肿瘤治疗中的广泛应用,并介绍磁性 Fe_3O_4 纳米颗粒的制备方法: $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe}^{2+} + 8\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_3\text{O}_4 \downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

【师生】复习 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 常温下与碱溶液的反应,通过分析制备 Fe_3O_4 反应的方程式中各物质的化合价,判断该反应为复分解型离子反应。根据离子方程式中的反应物寻找反应所需原料,得知实验室中只能找到可提供 Fe^{3+} 、 OH^- 的溶液,并没有含 Fe^{2+} 的溶液,引出学习任务1——探究实验室不常备亚铁盐溶液的原因。

设计意图:从热门素材出发,激发学习兴趣,设置本节课的学习任务,即实验室制备磁性 Fe_3O_4 纳米颗粒。通过方程式分析所需原料,自然引出第一个挑战:没有含 Fe^{2+} 的溶液,进而探究实验室中不常备亚铁盐溶液的原因。

2. 探究原因,初现模型

【教师】展示两种保存溶液的方法:敞口保存和密封保存(见图1)。

提问:如果短期保存 FeSO_4 溶液哪种方法更好?

【学生】(基于常识回答)密封保存更好。



图1 敞口保存的 FeSO_4 溶液(左)和密封保存的 FeSO_4 溶液(右)

【教师】引导学生思考:

①为什么密封保存更好,密封保存隔绝的是什么?

②如果没有隔绝氧气会对药品产生哪些影响?

③ FeSO_4 被氧气氧化的产物是什么?

【学生】思考,回答问题。

【教师】你是怎样判断出 Fe^{2+} 可能被 O_2 氧化成 Fe^{3+} 的?

【学生A】(基于客观事实的角度分析)通过 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 在 O_2 中转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$,判断氧气氧化性强于 $\text{Fe}(\text{OH})_3$,猜测氧气氧化性也可能强于 Fe^{3+} ,可以将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} 。

【学生B】(基于元素价态的角度分析) Fe^{2+} 化合价为+2价,处在中间价态,可以升到+3价,也可以降到0价。氧气是一种常见的强氧化剂,可能将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} 。

【教师】如何证明 FeSO_4 溶液中含有 Fe^{3+} ?

【学生】回忆并总结之前所学的利用 Fe^{3+} 溶液颜色以及和碱溶液反应的实验现象检验 Fe^{3+} 的方法。

【教师】分析两种检验方法的局限性,介绍 KSCN 溶液检验 Fe^{3+} 的方法,提示学生溶液颜色深浅与 Fe^{3+} 浓度的相关性。

【学生】根据教师所给信息,探究敞口保存和密封保存的两种 FeSO_4 溶液是否变质,分析对比实验现象,得出结论。

【学生 A】(孤立水平)两种保存方法的 FeSO_4 溶液中均含有 Fe^{3+} ,因此都变质了。

【学生 B】(系统水平)在 A 同学的基础上,通过对照两支试管中溶液颜色深浅,补充结论:敞口保存的 FeSO_4 溶液中含有更多的 Fe^{3+} 。

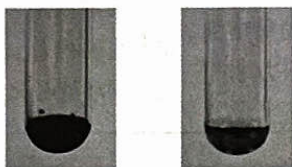


图2 用 KSCN 溶液检验敞口保存(左)和密封保存(右)的 FeSO_4 中的 Fe^{3+}

【师生】小结,得出以下结论:

① Fe^{2+} 容易被 O_2 等氧化成 Fe^{3+} 而变质,不能长期保存,应该现用现配;②临时存放时需要密封保存并加入试剂将 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+} 。

设计意图:充分挖掘素材的可利用性,巧妙设置两种保存 FeSO_4 溶液的错误方法,通过对两种保存方法的分析、评价,使学生认识思路外显。如寻求证据推测 Fe^{2+} 可能被 O_2 氧化成 Fe^{3+} 时,诊断学生对物质转化过程的认识水平,或是基于已有客观实验事实,即通过 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 可被 O_2 氧化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 推测同为 +2 价的 Fe^{2+} 也可能被 O_2 氧化,或是基于元素化合价的角度进行推测;又如,分析检验 Fe^{3+} 的实验现象时,诊断学生对实验探究中对比实验的认识水平,或是孤立地看待两支试管中的实验现象,或是通过对比两支试管中的实验现象(溶液颜色深浅),判断两种保存方式的优劣。至此,学生通过分析亚铁盐的性质及转化,初步掌握基于氧化还原原理分析实际问题的方法,形成基于元素价态的角度预测物质的化学性质和变化的认识思路。

3. 应用模型,解决问题

【教师】实验室中如何利用 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 现用现制

FeSO_4 溶液?

【师生】通过分析 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 FeSO_4 溶液中存在的微粒,任务简化为将 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+} 。分析转化过程中化合价的变化,寻找所需试剂类型。

【学生】设计完整实验方案将 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+} ,包括筛选教师提供的试剂、预测实验现象、检验产物等,以小组为单位完成实验并进行汇报。

【学生 A】(孤立实验水平)选择铁粉作为还原剂,向装有 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液的试管中加入铁粉,发现溶液颜色由黄色变为绿色,说明铁粉将 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+} 。但是向试管中滴入 KSCN 溶液,溶液呈血红色。

【学生 B】(对照实验水平)将 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液分别装入两支试管中,滴加 KSCN 溶液,向其中一支试管中加入铁粉,发现加入铁粉的试管中红色较浅,证明 Fe^{3+} 减少,说明铁粉将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} 。

【学生 C】选择维生素 C 作为还原剂,向装有 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液的试管中加入维生素 C,形成乳白色悬浊液,反应一段时间后,加入 KSCN 溶液,溶液没有变成血红色,证明溶液中不含 Fe^{3+} ,说明维生素 C 将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} 。

【师生】小结将 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+} 的方法,由实际出发,从不引入杂质、提高 Fe^{2+} 产量的角度,确定铁粉作为还原剂更为合理,书写对应的离子方程式。

设计意图:在解决实际问题的过程中,常常需要将实际问题转化为化学问题。通过分析微粒的异同简化实际问题,培养学生从微观角度分析问题的意识。在探究 Fe^{3+} 向 Fe^{2+} 转化的过程中,进一步加深学生基于元素价态角度对物质及其转化的认识。学生独立地完成从选取试剂到预测并分析实验现象,再到设计检验产物的方案。通过观察学生能否自觉主动选用合适的试剂、运用对照实验检验产物 Fe^{2+} 的生成。完善基于元素价态角度预测物质的化学性质和变化的认识模型,诊断并发展学生认识思路结构化水平。

4. 发展模型,提升能力

【教师】如果只给每位学生提供 8 mL 0.1 mol/L 的 Fe^{3+} 溶液,选用铁粉作为还原剂,如何设计方案获得更多的 Fe_3O_4 产品呢?

【学生】根据方程式计算:将 Fe^{3+} 溶液分成两份,一份用来制备 Fe^{2+} 溶液,一份用来与 Fe^{2+} 、 OH^- 混合

共热制备 Fe_3O_4 。

【师生】完善制备 Fe_3O_4 的流程,解决实际操作过程中可能存在的问题,包括 Fe 粉的用量、过量 Fe 粉的处理等。

【教师】展示实验室制备 Fe_3O_4 的实验过程(见图3)。分析在实际生产过程中 Fe^{2+} 的使用量要多于理论值的原因 [$n(\text{Fe}^{2+}):n(\text{Fe}^{3+})$ 理论用量为 1:2,实际用量大于 1:2],引导学生关注环境对化学反应的影响。



图3 产品 Fe_3O_4 受磁铁的吸引

【师生】小结本节课的收获和感受。

【学生A】通过实际生产过程中 Fe^{2+} 的使用量要高一点,发现实际生产与理论计算有一定的差别。我们分析问题不应该完全局限在理论上,还需要联系实际分析问题,关注实验过程中的其他影响。

【学生B】某些试剂会与空气中的氧气发生作用,因此,在保存和使用过程中应添加其他试剂防止其氧化。比如保存 Fe^{2+} 溶液,可以向溶液中添加铁粉或铁钉。

【学生C】通过本节课学习了检验 Fe^{3+} 的方法。

【教师】利用氧化还原反应原理实现了 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 的相互转化,在实际操作过程中,还需要关注反应中涉及“量”的问题和对应操作,以及环境对化学反应的影响。

设计意图:实际操作过程中除了从定性的角度进行思考,还涉及定量的问题。学生利用前面建立的思维模型以及定量的思想,就可以解决复杂的实际问题。通过对 Fe_3O_4 制备实验流程的完善,加深对实验过程中涉及分离提纯等操作的认识,同时引入“量”的概念,让学生体会定量在实际生产中的意义。同时,结合实际生产过程中 Fe^{2+} 的使用量要多于理论值的事实,让学生关注到环境对实际生产的影响,发展学生解决真实问题的能力水平。

三、教学创新和反思

1. 创设真实情境,发展认识思路结构化水平
认识思路的结构化是知识转向素养的有效途径。

本节课创设“实验室制备磁性 Fe_3O_4 纳米颗粒”的真实情境,学生解决“为什么没有原料”“如何获取原料”“如何获取更多的产品”3个任务过程中,不断深化对物质及其转化关系的认识思路,由孤立到系统,提炼出基于价态观的结构化思维模型。

2. 解决真实问题,深化科学探究的一般过程和方法

实验探究环环相扣,通过逐步解决实验过程中的真实问题,启发学生对科学探究一般过程和方法的认识,实现学生科学探究能力的提升。

教师精心设置两种保存 FeSO_4 溶液的错误方法,在对 Fe^{3+} 的检验中,诊断并发展学生对实验探究中对比实验的认识水平,部分学生孤立地看待两支试管中的实验现象,通过两支试管中溶液均变红色判断都有 Fe^{3+} 存在,另一部分学生通过对比两支试管中的溶液红色深浅,判断两种保存方式中哪种 Fe^{3+} 更多。

在实验探究 Fe^{3+} 向 Fe^{2+} 转化的过程中,通过学生能否自觉利用氧化还原原理分析 Fe^{3+} 的性质并选择合适的试剂,主动运用对照实验的方法检验产物 Fe^{2+} 的生成,诊断并发展学生认识思路结构化水平,深化学生在科学探究中利用变量控制的方法研究化学反应的意识。如在分析实验现象证实铁粉与 Fe^{3+} 反应的过程中,有的学生仅仅通过铁粉加入后溶液颜色发生变化判断反应的发生,无法解释加入 KSCN 后溶液变红的现象,说明通过之前的教学该生并没有掌握对比实验的探究方法。有的学生通过增加一个对照实验,通过溶液红色深浅判断 Fe^{3+} 发生反应,说明该生已经掌握应用控制变量的思想研究化学反应的方法。经过学生相互补充和启发,提高了对思维模型和科学探究的认识水平。

在制备 Fe_3O_4 的过程中,通过对实验中药品的添加顺序、实验操作、过量药品的后续处理等实验流程的完善,加深对实验过程中涉及分离提纯等操作的认识,同时引入“量”的概念,让学生体会定量在实际生产中的意义。

3. 展现真实过程,强调理论与实际相结合

教师精心准备了制备 Fe_3O_4 的实验视频,让学生直观感受解决复杂实际问题的真实过程。通过对真实过程中 Fe^{2+} 试剂用量高于理论值的分析与讨论,引

基于概念逻辑与核心素养发展策略的“物质的量”教学*

吴乾环¹ 韦吉崇^{2**}

(1 海南省琼海市嘉积第三中学 海南 琼海 571499; 2 海南师范大学教师教育学院 海南 海口 571158)

摘要: 鉴于目前“物质的量”教学中缺乏强调概念逻辑和对核心素养发展策略思考不足的情况,研究并设计了一节基于概念逻辑和核心素养发展策略的“物质的量”的新授课,并在一个高一班级进行教学实践。通过课堂感知和课后作业反馈评价其教学效果。

关键词: 概念逻辑;物质的量;核心素养;教学案例

文章编号: 1002-2201(2024)07-0018-04

中图分类号: G632.42

文献标识码: B

“物质的量”是高一化学的关键内容,是学生抽象思维拔高发展的起点,有一定学习难度。由于学生对“物质的量”的学习结果通常会影响到其学习兴趣,所以教师在处理该内容的教学时是谨慎的。就算是教学经验丰富的教师,面对新的学习者,也不会照搬经验,而是加入新的思考。因此,有关“物质的量”的教学一直是研究热点。如近几年,张瑜等^[1]通过研究原型、初建模型、修正模型、应用模型、返回原型的模型建构过程来学习“物质的量”概念;徐曼玲等^[2]把“物质的量”内容设计成项目式学习,通过真实情境创设、学科融合、认知冲突激发学生自主思考和学习,夯实化学核心素养;黄泰荣等^[3]利用基于学科能力构成和表现模型的课后作业评价学生对“物质的量”的

学习水平;等等。这些研究都具有一定参考价值。然而,目前有关“物质的量”的教学研究很少强调其概念逻辑,而概念逻辑是理解概念的支点,它有助于学生深刻理解概念。此外,在与同行交流时,我们发现很多教师对核心素养的发展策略思考不足,如发展学生模型认知素养时,一般只用教材上的模型,很少自己去设计模型,殊不知有时亲自设计的模型会取得意外的教学效果。针对以上两个问题,本文对“物质的量”的教学进行基于概念逻辑和核心素养发展策略的设计,并在笔者所带的班级进行实践,根据课堂感知和作业反馈简单评价其效果。

一、“物质的量”的概念逻辑

“物质的量”的概念逻辑可以分为三部分:(1)提

导学生关注外界环境对化学反应的影响。

在小结收获与感受时,学生展现了极大的热情,有的学生分享了他对理论和实际之间的差距的认识,提出在分析问题时不应该完全局限于理论,还需要联系实际,关注实验过程中环境等因素对化学反应的影响;有的学生分享了试剂的保存和使用方面的感悟,提出对于那些可以与空气中氧气发生作用的试剂,在保存和使用的过程中可以添加其他试剂防止其氧化,并在教师的引导下总结出短期保存 Fe^{2+} 溶液的方法。

通过创设真实情境,解决真实问题,展现真实过程,帮助学生在反复应用、提炼中实现自主迁移,将知

识转变为自主学习新事物和解决新问题的能力。学生在解决问题的过程中,自觉应用基于价态观的思维模型分析问题,主动应用控制变量的思想解决问题,有效形成和发展学科能力和学科素养。

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,2020:3-5.

(本文编辑:阳 木)

本文彩色图片可参见《中学化学教学参考》微信公众号。

* 海南省教育科学规划课题“中学化学教师微观化学素养培养方法研究”(课题编号:QJY20221041)阶段性研究成果。

** 通讯作者, E-mail: wjcju@hainnu.edu.cn。