

核心素养视角下工业流程题的命题实践与备考策略^{*}

邱磊¹ 武衍杰²

1. 浙江省宁波第二中学 浙江宁波 315100 2. 福建省厦门第一中学 福建厦门 361000

摘要:本文以废旧电池材料的回收利用为命题素材,展示了核心素养视角下工业流程题的命题思路及流程。命题以化学学科核心素养发展水平为测试目标,以学业质量水平为依据,注重情境的适切性,关注学科主干知识及信息提取能力的考查,通过梳理核心知识的分布,优化改进测试任务,分析学生的作答情况,探查学生的认知水平,提出针对性的备考策略。

关键词:核心素养;工业流程题;题目命制;备考策略

文章编号:1008-0546(2024)14-0070-06

中图分类号:G632.41

文献标识码:B

一、问题的提出

化学工业流程题是高考的必考题型之一。目前对于该题型的普遍认知是围绕化工生产的实际过程或实验室对工业生产的模拟,选择性地简化处理使之符合高中生的认知,并以流程图形式呈现题目,加以考查。^[1]笔者通过梳理发现,高考工业流程题考查内容既包括元素化合物、实验装置及操作、溶液中的平衡转化等知识,又涵盖实验流程的综合分析、物质的量有关计算,考查范围广、综合性强,对于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核心素养的评价有重要意义。《普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)》(以下简称《高中新课标》)在学业水平考试命题建议中提出命题应坚持以化学学科核心素养为测试宗旨,以化学学业质量标准为依据,灵活遵循命题程序,准确把握“素养”“情境”“问题”“知识”四个要素的联系,提高命题质量。^[2]由此可以看出,指向核心素养的试题命制不能再持有以知识点掌握水平为导向的学业质量观^[3],而应通过特定情境下真实问题的解决来评价学科核心素养的培养状况和学业质量的达成程度。因此,笔者以工业流程题的命制为载体,探索核心素养视角下的命题思路并带来教学中的思考。

二、核心素养导向下的命题实践

1. 命题程序及测试宗旨

新一轮课程改革强调现实情境中的意义创生和复杂问题的解决,试题的命制应指向多样化情境中的问题解决与需求满足,是结构化的知识与技能、系统化的思维与方法、统摄性的价值与观念的多维集合。^[4]命制过程应以核心素养为主轴,同时考虑学生各阶段的身心发展情况。本次命题的测试对象为高二学生,其解决综合性问题时的知识关联程度不高,应对开放情境时的迁移度不够,因此预设题目的难度适中。本次命题的测试目标为运用动态平衡的观点看待和分析化学变化,提升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的化学学科核心素养;能运用化学计量定量分析化学变化;能对具体物质的性质和变化作出解释或预测。《高中新课标》要求试题情境的创设应该体现科学、技术、社会和环境发展的成果,注重真实情境与试题的融合,因此在设计问题时应以测试目标为导向,以认知水平为基础,形成不同层次、结构合理的测试任务,考查学生灵活运用结构化知识解决实际问题的能力。命题程序如图1所示。

^{*} 基金项目:本文系厦门市教育科学“十四五”规划2023年度课题“基于化学学科理解的课例研究”的阶段性研究成果。

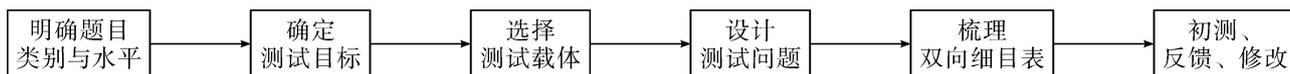


图1 命题程序图

2. 素材分析及命制过程

随着科技的发展,锂离子电池的应用愈加广泛,但废旧电池中有害物质的泄露会危害环境及人类健康,因此需对废旧锂电池进行无害化处理,将其材料分离与回收,以实现可持续发展。这一情境紧密联系生产、生活实际,学生熟悉度高,对于工业流程问题的考查针对性较强。本测试实验原理来自论文《废旧三元电池正极活性材料酸性浸出液中钴镍锰锂的分离与回收》^[5](以下简称原论文),通过 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 、 NH_4HCO_3 、 NaOH 、 Na_2CO_3 沉淀剂逐步分离出钴、锰、镍、锂,并在工艺优化的基础上,探查各金属元素的回收率,其工艺流程如图2所示。

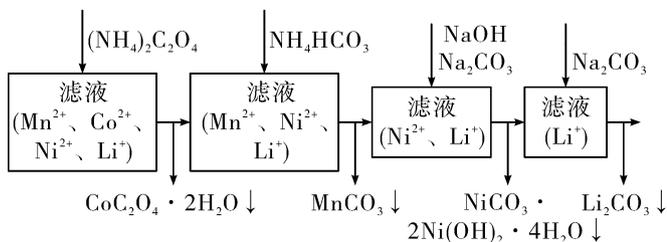


图2 钴、锰、镍、锂沉淀分离工艺流程图

本测试试题命制过程具体如下。

(1)强调情境的適切性及合理性。原论文中提供的分离工艺路线设计图清晰简洁,但若作为试题,信息呈现过于直白,因此在试题编制过程中,将每一步过滤出的沉淀及滤液中所含的金属离子的部分信息隐去,使其更加符合试题的表达形式,可以提高流程分析所需的思维容量。原论文对于电池正极活性材料的酸浸原理并未呈现,而相关文献^[6]研究发现,三元正极活性材料的主要成分为 LiMeO_2 (Me 为 Ni 、 Co 、 Mn),可利用硫酸溶液及 H_2O_2 将材料中的 Ni 、 Co 、 Mn 金属元素还原为+2价,便于后续的分和收集。因此,笔者在流程图中增加了“酸浸”这一过程,并将其改编为陌生氧化还原反应方程式的书写题目。该题目既要求学生熟悉氧化还原反应价态变化规律以判断出产物,又需准确提取材料中的信息,能够深入考查学生对于陌生情境灵活运用所学知识解决实际问题的能力。^[7]此外,在加入 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 沉淀分离出 Co^{2+} 的过程中,滤液中的 Mn^{2+} 也会转化为 MnC_2O_4 沉淀出来,但若涉及 Mn^{2+} 的沉淀,会增大该过程的复杂程度,且考虑到学生的认知水平,避免思维负担,在命题过程中,笔者删掉了 Mn^{2+} 的沉淀过

程,凸显出主要流程,使得考查更有针对性。

(2)凸显信息提取能力的考查。沉淀 Co^{2+} 的过程中, CoC_2O_4 和 NiC_2O_4 的溶度积常数分别为 6.3×10^{-8} 和 4.0×10^{-10} ,通过计算发现两种物质沉淀时所需 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 的浓度分别为 $6.3 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ 和 $1.3 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$ 。 Ni^{2+} 形成沉淀所需的 $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ 小,应该是 NiC_2O_4 先沉淀,但实际情况却是 Co^{2+} 先沉淀。研究表明,溶液中 NH_3 存在的情况下,少量的 Co^{2+} 和 Ni^{2+} 会与 NH_3 反应生成络合物 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 和 $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 。 $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 比 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 稳定性强,所以 Co^{2+} 更容易生成 CoC_2O_4 沉淀出来。本题目将这一内容设置为已知信息,引导学生分析 Co^{2+} 先沉淀的原因,考查学生的信息提取及应用能力。利用 $\text{NaOH}-\text{Na}_2\text{CO}_3$ 共沉淀法分离 Ni^{2+} 的过程中,随着 pH 、反应温度、反应搅拌时间和沉淀加入量与理论用量之比等因素的改变,会得到不同因素影响下 Ni^{2+} 沉淀率的变化曲线。通过曲线分析,可以找到沉淀 Ni^{2+} 的最佳条件。相比于其他类型的问题,图像中的信息对学生读图识图、信息迁移和综合应用等能力提出的要求更高。^[8]将该题目设计为图像分析题,既符合高考考试说明能力要求,又对学生综合素养的评价有重要意义。

(3)关注学科主干知识的分析与落实。试题需借助 Mn^{2+} 和 HCO_3^- 在水溶液中的相互作用,分析微粒在水溶液中的电离平衡过程及其影响因素,从微观的角度探析微粒的相互影响,考查学生的变化观念与平衡思想。 HCO_3^- 电离出的 CO_3^{2-} 会与 Mn^{2+} 结合生成 MnCO_3 沉淀,而 CO_3^{2-} 的消耗会促进 HCO_3^- 电离进一步产生更多的 H^+ , H^+ 会与 HCO_3^- 反应生成 CO_2 ,该过程的化学方程式为 $\text{Mn}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- = \text{MnCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。本题目考查溶液中离子间的相互作用及电离平衡等主干知识,是化学反应原理中的核心概念,要求学生从微观角度对微粒的转化过程及微粒间的相互影响有深刻理解,因其变化过程较为复杂,对学生的素养水平要求较高。此外,本题目在考查过程中,除需写出变化过程的离子方程式,还需将该过程以文字形式描述出来。文字论述题对答题者的化学思维能力、学科内涵的理解要求更高,不仅要注意思维的扩散和严谨,还要做到语言描述的科学和通顺。^[9]

3. 试题呈现及属性分析

锂离子电池三元正极活性材料中含有大量的有价金属钴、镍、锰、锂，从废旧电池材料中回收这些有

价金属，实现资源化，意义深远，其回收流程如图 3 所示。

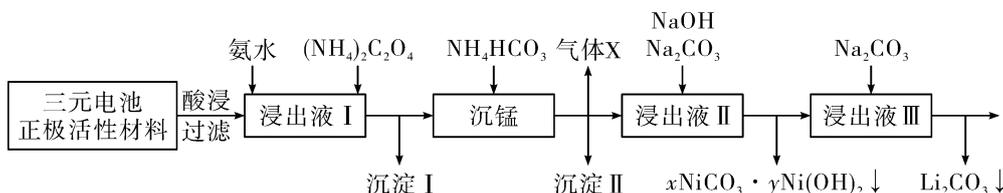


图 3 回收钴、镍、锰、锂流程图

已知：①10 L 浸出液 I 中 Co^{2+} 、 Ni^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Li^{+} 的浓度分别为 0.10 mol/L、0.03 mol/L、0.04 mol/L、0.14 mol/L。②25 °C 时， $K_{\text{sp}}(\text{CoC}_2\text{O}_4) = 6.3 \times 10^{-8}$ ， $K_{\text{sp}}(\text{NiC}_2\text{O}_4) = 4.0 \times 10^{-10}$ 。③少量的 Co^{2+} 与 Ni^{2+} 分别与氨水反应生成络合物 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 和 $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ ，研究表明， $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 比 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 的稳定性强。

回答下列问题。

(1) Co^{2+} 、 Ni^{2+} 沉淀时所需的 $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ 分别是 _____ mol/L 和 _____ mol/L。通过计算 Ni^{2+} 应先沉淀，但实际沉淀 I 的主要成分为 CoC_2O_4 ，其原因是 _____。

(2) 三元正极活性材料的主要成分为 LiMeO_2 (Me 为 Ni、Co、Mn)，将其浸入硫酸溶液，借助 H_2O_2 进行还原热处理，该过程的化学反应方程式为：_____。

(3) 加入 NH_4HCO_3 可将 Mn^{2+} 沉淀，析出沉淀的同时还会产生气体 X，写出该过程的离子方程式：_____；请用平衡移动知识解释气体 X 产生的原因：_____。

(4) 采用 $\text{NaOH}-\text{Na}_2\text{CO}_3$ 共沉淀法从镍锂中分离镍，不同条件下的镍、锂沉淀率如图 4 所示，应选择的最佳条件是：_____。

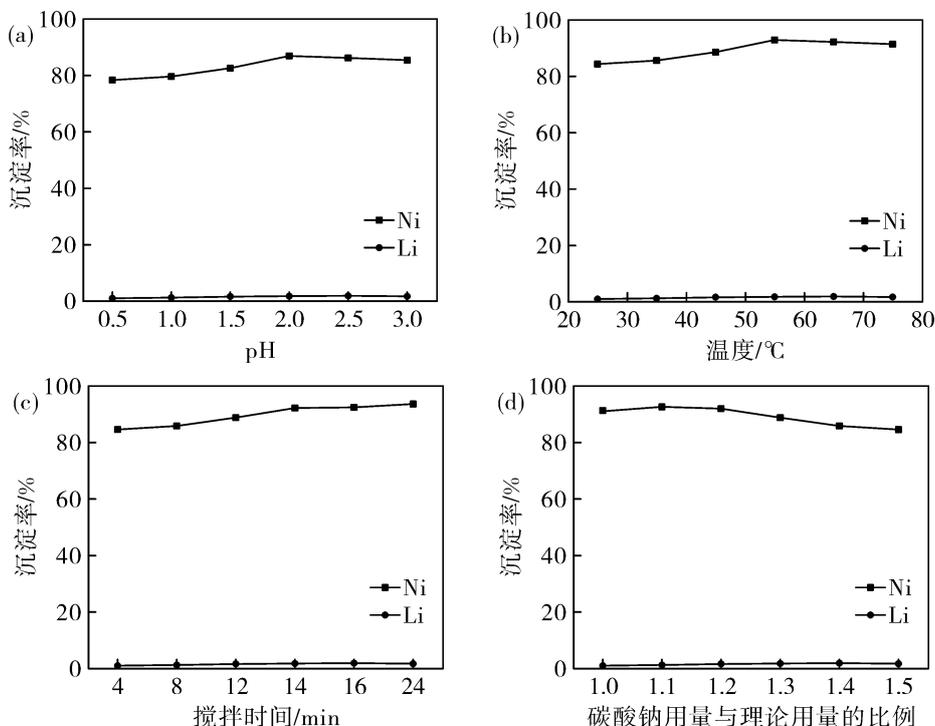


图 4 不同条件下的镍、锂沉淀率变化曲线

(5) 回收得到 Li_2CO_3 的质量为 36.26 g，则 Li^{+} 的回收率为 _____ (保留 4 位有效数字)。

本试题的问题形式包括计算、文字描述、图像分析等，涵盖类型丰富，考查内容既包括流程中的宏观

与微观变化的定性分析,又包括物质的量有关的定量计算,涉及氧化还原反应、电离平衡、沉淀溶解平衡等知识。结合《高中新课标》中的学业质量标准,

本题目考核的学业水平在四个方面均有涉及,符合高二学生的认知特点。试题命制属性的综合分析如表1所示。

表1 试题命制属性分析表

题号	核心知识	核心素养	学业质量水平
第(1)题	溶度积常数的相关计算与实验现象的分析	证据推理与模型认知	能收集和表述实验证据,基于实验事实得出结论
第(2)题	陌生方程式的书写	证据推理与模型认知	能运用化学符号表征物质的转化,能说明化学变化的本质特征和变化规律
第(3)题	水溶液中微粒变化的分析	宏观辨识与微观探析 变化观念与平衡思想	能在物质及其变化的情境中,依据需要选择不同方法,从不同角度对物质及其变化进行分析和推断
第(4)题	最佳实验条件的分析与选择	科学探究与创新意识	能收集并用数据、图表等多种方式描述实验证据,能基于现象和数据进行分析推理得出合理结论
第(5)题	回收率的计算	证据推理与模型认知	认识物质的量在化学定量研究中的重要作用,能结合实验或生产、生活中的实际数据,并应用物质的量计算物质的组成和物质转化过程中的质量关系

4. 试题解读及评分标准

依据所命制的试题,评分标准的制定主要考查学生分析问题思路的准确性和全面性。如第(1)题第三空,学生需准确找到题目中所给的信息,依据 $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 比 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 的稳定性强,判断分析得出正确结论。若学生对流程分析不清楚或提取信息能力不强,便无法正确回答出原因。第(3)小题

第二空对溶液中微粒变化分析的全面性提出要求,若学生仅能分析出 MnCO_3 产生的原因是 HCO_3^- 电离出 CO_3^{2-} 与 Mn^{2+} 结合,而未能描述出 CO_3^{2-} 的减少对 HCO_3^- 电离的影响,无法解释 CO_2 产生的原因,则说明其对溶液中微粒变化的认知水平停留在单一认知层面,并没有将溶液中离子中的相互作用全面联系起来。试题的具体评分标准如表2所示。

表2 试题评分标准

题号	解决问题的工具	学业质量水平	答案与评分标准
第(1)题第一、二空	沉淀溶解平衡的理解及溶度积常数的应用能力	2	6.3×10^{-7} (1分); 1.3×10^{-8} (1分); 其他答案0分,有效数字不扣分
第(1)题第三空	信息提取及分析能力	2	$[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 比 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 的稳定性强,镍元素主要以 $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 的形式存在于溶液中(2分)
第(2)题	基于题目信息书写陌生氧化还原方程式的能力	2	$2\text{LiMeO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{MeSO}_4 + \text{Li}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ (2分); 未写气体上升符号扣0.5分; 其他答案0分
第(3)题第一空	微粒在水溶液中的变化过程的理解及符号表征能力	4	$\text{Mn}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- = \text{MnCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ (2分); 其他答案0分
第(3)题第二空	微粒变化的分析及推理能力	4	溶液中存在 $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$, Mn^{2+} 与 CO_3^{2-} 结合生成沉淀,使得 HCO_3^- 的电离平衡向右移动,产生更多的 H^+ (1分); H^+ 与 HCO_3^- 反应生成 CO_2 (1分); 其他答案0分
第(4)题	提取信息,分析最优化条件的能力	3	pH=2.0、温度为55℃、搅拌时间为24分钟、碳酸钠用量是理论用量的1.1倍(2分); 其他答案0分
第(5)题	物质的量在物质转化过程中的应用	1	70.00% (2分); 其他答案0分,有效数字保留错误得1分

三、答题分析与备考策略

命题结束后,笔者选择高二年级220名选考化学

的学生进行测试。测试对象已结束选择性必修课程内容的学习,但未开始元素化合物及工业流程题的一轮复习。笔者按照评分标准对各试题的得分率进行统计,并通过面对面访谈了解学生的解题思路及认知水平,在此基础上分析学生在学习过程中的认知障碍,以期在教学过程中得到改进。

1. 答题情况分析

统计结果显示,第(1)题得分率较高,约为 80%,说明学生已具备基本的信息提取及计算能力;第(4)题得分率为 65.75%,错误的原因主要是图 4 中曲线变化幅度不明显,如搅拌 16 分钟、20 分钟、24 分钟时

沉淀率相差不大,学生并未仔细观察。值得注意的是,第(3)题总体得分率较低,暴露出学生在分析溶液中离子变化时的诸多问题,如对电离平衡过程的分析片面、缺乏连续性,未形成完整的认识思路,或未能将分析思路详细地转化为文字描述。 HCO_3^- 电离出 H^+ 和 CO_3^{2-} 、 Mn^{2+} 与 CO_3^{2-} 结合生成沉淀是分析该题目的关键。因 CO_3^{2-} 的消耗使得 HCO_3^- 的电离平衡向右移动,产生更多的 H^+ 并与 HCO_3^- 反应生成 CO_2 是后续过程。以第(3)题为例,不同水平层次的典型回答如表 3 所示。

表 3 第(3)题不同水平层次的典型回答

认知水平	典型回答
水平一:未明确关键过程	1. $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$, 由于 H_2CO_3 被消耗,平衡右移, $c(\text{OH}^-)$ 升高,溶液呈碱性,产生 NH_3 2. NH_4HCO_3 水解产生 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 和 H_2CO_3 , H_2CO_3 与 Mn^{2+} 反应使平衡右移, $\text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{MnCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 3. Mn^{2+} 与 HCO_3^- 反应,反应正向移动,生成 H_2CO_3 , 产生 CO_2
水平二:分析缺乏连续性	1. $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+$, CO_3^{2-} 与 Mn^{2+} 生成 MnCO_3 使得平衡右移, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$, 平衡向左移动, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的量增加,有 NH_3 逸出 2. 消耗了更多的 H^+ , 使得 $c(\text{CO}_3^{2-})$ 升高, $\text{Mn}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{MnCO}_3$, 向右移动,使得 MnCO_3 析出更多
水平三:文字描述不明确	1. MnCO_3 沉淀,平衡右移,生成 CO_2 2. MnCO_3 沉淀, $c(\text{CO}_3^{2-})$ 降低,使得平衡右移,产生 CO_2 3. 沉淀生成时,使得溶液中 $c(\text{H}^+)$ 升高,与 HCO_3^- 反应生成 CO_2
水平四:分析思路完整	1. $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+$, Mn^{2+} 与 CO_3^{2-} 生成沉淀, CO_3^{2-} 浓度减少,促进 HCO_3^- 电离,电离产生的 H^+ 浓度变大,与 HCO_3^- 反应生成 CO_2 2. Mn^{2+} 与 CO_3^{2-} 反应生成 MnCO_3 沉淀,平衡向右进行, $c(\text{H}^+)$ 变大,与 HCO_3^- 反应生成 CO_2

2. 备考策略

(1)循序渐进、专题复习,形成问题分析的思维模型。

工业流程题的综合性强、思维容量大,决定了在复习过程中要循序渐进,不可一蹴而就。在一轮复习过程中,教师可以拆解出工业流程题中的常见题型,形成如“陌生情境下氧化还原反应方程式的书写”“物质的量在化学计算中的应用”“混合溶液中离子变化与平衡体系”“常见无机物的性质及转化”等专题。在教师的分析、指导下,学生进行针对性的训练与强化,形成解决对应问题的思维模型,提高主干知识的认知水平。

例如,2023 年新课标卷化学第 27 题第(6)小题考

查焦亚硫酸钠($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$)与重铬酸根离子($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$)反应的氧化还原方程式的书写。真实情境下陌生氧化还原方程式的书写,不应拘泥于知识点的死记硬背,而是需要准确的信息提取及证据推理能力。针对该题目,首先要从工艺流程信息中推断出 Cr 的存在形式为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$,进一步确定出反应物为 $\text{S}_2\text{O}_5^{2-}$ 与 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$,根据氧化还原反应规律,判断出产物为 SO_4^{2-} 和 Cr^{3+} ;其次,利用化合价的升降守恒,确定 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 和 $\text{S}_2\text{O}_5^{2-}$ 的系数为 2 和 3,则产物中 SO_4^{2-} 和 Cr^{3+} 的计量数为 6 和 4;再次,根据方程式两边的电荷守恒及溶液的酸碱性信息,将 H^+ 补充在方程式左侧;最后,利用元素守恒配平并检验书写是否规范。陌生氧化还原反应方程式书写思维模型如图 5 所示。



图 5 陌生氧化还原反应方程式的书写思维模型

从本题的答题情况分析可以看出,学生对于复杂混合溶液中平衡体系的分析仍存在较大问题。日常教学过程中,教师可以梳理该部分内容的核心知识,分析“溶液中有哪些物质”“物质在溶液中发生了哪些相互作用”以及“物质间相互作用的结果是什么”三个基本问题^[10],引导学生建立分析问题的思路和认知模型。通过建立水溶液中微粒间相互作用的分析模型(见图6),可提升学生对混合溶液中微粒间相互作用的认识水平。

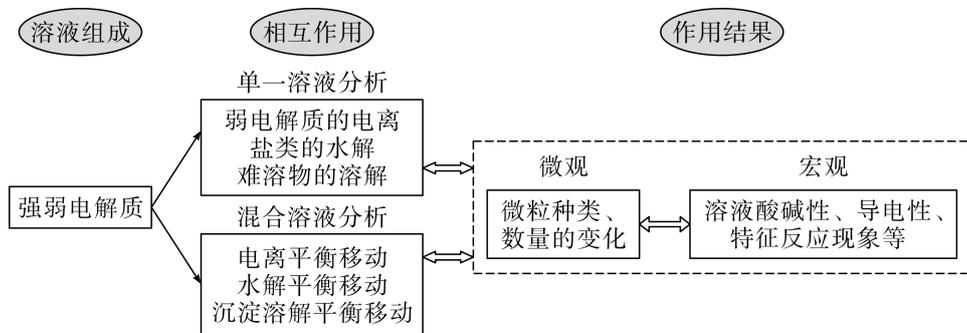


图6 水溶液中微粒间相互作用的分析模型

(2) 系统分析、评价方案,注意工业流程的前后联系。

工业流程题情境陌生、环节复杂,路线中涉及到多种无机物的性质及转化,前后关联密切,需对路线中的细节及整体方案有清晰的认知。

例如,2023年山东卷化学第17题以高镁卤水为原料经两段除镁制备 Li_2CO_3 ,部分流程如图7所示。精制I加入生石灰(CaO)的目的是将其转化为 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 来沉淀卤水中的 Mg^{2+} 。精制II加入纯碱的目的是除去精制I过程中过量的 Ca^{2+} 。两步操作前后相关,后一步为前一步“扫尾”,且精制II过程过滤所得的滤液经浓缩,通过加入饱和 Na_2CO_3 溶液可以促进 Li_2CO_3 的析出。“操作X”应选择的试剂也需要系统分析工艺路线得出。因精制II所得滤液中存在大量 CO_3^{2-} ,若直接将其浓缩, Li_2CO_3 会随着 NaCl 析出,降低最终沉锂的产率,因此“操作X”的目的是除去溶液中的 CO_3^{2-} ,此处应选择试剂盐酸。从该片段可以看出,解决工业流程问题的关键是既要熟悉物质的性质,又要“瞻前顾后”、整体考量,在细节处判断操作的可能性,在整体上分析方案的合理性。

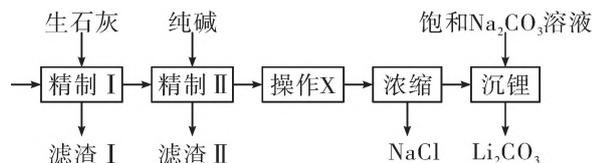


图7 2023年山东卷第17题部分流程图

教师在教学过程中,可对教材中涉及的方案进行详细分析及适度拓展,逐步提高学生“于细节处分析操作、整体上评价方案”的能力。例如,教师可以引导学生关注“重结晶法提纯苯甲酸”过程中的诸多

细节,如为什么要加热溶解?为什么要趁热过滤?杂质(少量 NaCl 和泥沙)分别在哪一步除去?通过实验环节的分析帮助学生建立工业流程中对各个环节的物质成分的推理方法。此外,教师可以对教材中“铝的生产原理”工业过程进行适度加深,让学生自主设计铝土矿制备铝单质的“酸溶”“碱溶”两种不同方案,分享、比较、评价两种流程的优缺点,并与实际工业制铝过程进行比较,在此基础上自主反思,明确工业制备过程中的多种角度及常用措施。教师还可以拓展较为陌生的情境,如利用铝灰(主要成分为 Al 、 Al_2O_3 、 AlN 、 FeO 等)制备铝鞣剂[主要成分为 $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$]的流程分析。由简单熟悉的情境慢慢过渡到相关却有些陌生的情境,这符合学生的认知发展规律。在分析过程中,学生整体思考的同时专注细节,能进一步完善其调控工业流程的思路方法。

(3) 完善角度,提高规范,注重文字描述的准确表达。

日常教学中笔者发现,许多学生在面对实验中的文字解释问题时,总出现认识角度不完善或表述不规范的问题。

例如,2023年浙江省1月化学选考第20题第(4)小题通过描述用 $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 和过量 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 反应,考查得到的沉淀无需洗涤即可直接控温煅烧得纳米 ZnO 的原因。 $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 与 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 反应得到 $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 和 ZnCO_3 ,产物中的 $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 和过量的 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 作为杂质在高温下均可分解或被氧化为气体而除去,并不会影响最终

(下转第13页)

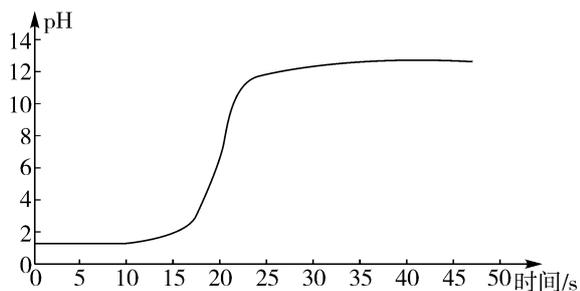


图 5 氢氧化钠溶液滴入稀盐酸的 pH 随时间的变化曲线

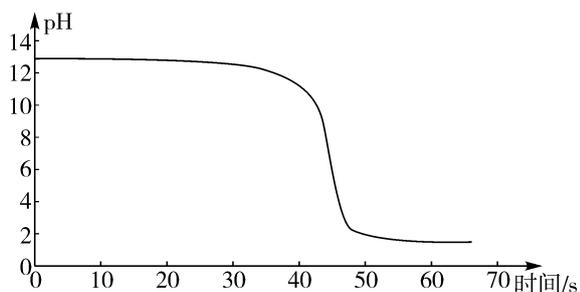


图 6 稀盐酸滴入氢氧化钠溶液的 pH 随时间变化曲线

三、总结与展望

信息化是当今时代发展的趋势,课堂教学中教师要注重学生的阅读、思考和表达,培养学生分析和处理信息的能力。^[3]通过运用 DISLab 教学对比传统教学,教师可以明显感觉到学生的学习热情有所提高,并且他们更愿意在课堂上思考与表达。在以往新授课作业中,笔者发现图像问题通常是学生的难

(上接第 75 页)

纳米 ZnO 的纯度,因此沉淀无须洗涤。但教师在学生作答中发现,主要存在两种表述的偏差:一种是杂质成分正确,但是后面写杂质在高温条件下“挥发”或“升华”或“水解”而变成气体逸出;另一种是指出了杂质在高温下分解或氧化为气体除去,却未指明杂质是什么物质。由此可以看出,学生在文字描述时,会出现“关键信息抓不住、科学表达太随意”的情况。

针对这一现象,笔者对教学提出以下建议:对于原因解释类题目,许多学生常常出现“似是而非”的问题,但自己却难以发现和改正。因此,课堂教学中教师可以引导学生分组讨论,分享自己思考的角度,在交流过程中,学会抓住关键信息,完善自己的思维过程。对于答题规范,一定要落在实处。课堂教学中教师可以对学生的作答结果进行拍照讲解,一起“批试卷”“找缺陷”,并将典型的错误表达进行归纳整理,解释其错误原因,提高作答的准确性。

点,而经过了课堂上的直观观测和深度思考,学生的答题准确率也有了显著提高,难点得到了较好突破。

但是需要注意的是,并非所有的课题都适合用传感器进行实验,盲目使用可能会适得其反。在应用前,教师应先思考使用 DISLab 设备的合理性及可行性,让信息技术能更加有效地与化学课堂结合,更好地发挥信息技术与学科融合的价值。

同时,使用 DISLab 授课时,课前的准备工作较为烦琐,备课量较大。若在今后能以全备课组之力来共同完成此项研究,可以进一步拓展应用场景,以获取更多的真实使用感受。此外,若在备课组或同个执教者的不同教学班中采取不同的教学模式,通过前测与后测进行数据对比,量化分析两种教学方式与学生现阶段成绩的相关性,质性分析与未来发展的相关性,或许更能体现出运用 DISLab 教学的优势。

参考文献

- [1] 教育部关于加强初中学业水平考试命题工作的意见[J]. 中华人民共和国教育部公报,2019(11):27-29.
- [2] 徐明利. DisLab 在高中化学教学中的优化应用探讨[J]. 中学化学教学参考,2019(24):50-51.
- [3] 姜森,张贤金. 2022 年福建省初中学业水平考试化学试题研究——基于“一核三层三翼”中考评价体系的视角[J]. 福建基础教育研究,2022(11):105-107.

参考文献

- [1] 赵雪,王婷婷,姜言霞. 化学工业流程题的命题实践探索[J]. 化学教学,2021(8):90-93,97.
- [2] 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)[M]. 北京:人民教育出版社,2020.
- [3] 杨向东. 素养本位学业质量的内涵及意义[J]. 全球教育展望,2022(5):79-93.
- [4] 孙妍,王后雄. 化学情境化试题的内涵、类型及命题思路[J]. 课程·教材·教法,2023(3):132-139.
- [5] 蒋玲,詹路,张秋卓. 废旧三元电池正极活性材料酸性浸出液中钴镍锰锂的分离与回收[J]. 中国有色金属学报,2020(11):2684-2694.
- [6] Yang Y, Huang G, Xu S, et al. Thermal treatment process for the recovery of valuable metals from spent lithium-ion batteries[J]. Hydrometallurgy,2016(2):390-396.
- [7] 肖永刚. 基于思维模型建构的氧化还原反应方程式配平[J]. 中学化学教学参考,2023(3):72-73.
- [8] 夏时君,周小凡. 化学图像信息解读的层次与方法[J]. 化学教育,2016(11):76-81.
- [9] 张霞. 论述题的教学策略[J]. 中学化学教学参考,2016(2):18-19.
- [10] 尹博远,王磊. 电解质溶液主题学科核心素养的系统构成[J]. 化学教育(中英文),2021(7):56-62.