



促进内容结构化的高三化学复习教学研究*

——以“无机物的性质、转化和应用”专题教学为例

杨群英¹ 张贤金²

(1.福建省明溪县第一中学 福建 三明 365200; 2.福建教育学院化学教育研究所 福建 福州 350025)

摘要:以“无机物的性质、转化和应用”专题复习教学为例,通过问题组合,分别围绕探索物质性质的认识角度(点),探索物质的转化路径(线),探索解决物质实际应用问题的思路(面),实践从点到线再到面的内容结构化教学策略,旨在分别从知识关联的结构化、认识思路的结构化及核心观念的结构化三个维度帮助学生将孤立的“知识点”串成牢固的“知识体”,以期提高学生知识检索与提取、分析问题和解决问题等关键学科能力。

关键词:内容结构化;无机物的性质和转化;问题组合;高三复习

文章编号:1008-0546(2023)04-0060-06

中图分类号:G632.41

文献标识码:B

doi:10.3969/j.issn.1008-0546.2023.04.014

一、教学主题内容及教学现状分析

本节课属于必修课程主题2常见的无机物及其应用的专题复习,该主题内容包括多种金属和非金属元素及其化合物、氧化还原反应、电离与离子反应、物质性质及其转化的价值等,是化学科学的重要研究领域。^[1]同时必修课程主题2也是一个具有非常重要的素养能力培养价值的学习主题,具有培养和发展学生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等众多学科核心素养的功能。^[2]但多、杂、散、乱的元素化合物知识使得学生在面对这块内容的学习时总是感到困难重重。

《普通高中化学课程标准(2017年版)》指出:化学教学内容的组织,应有利于促进学生从化学知识向化学学科核心素养的转化,而内容的结构化则是实现这种转化的关键。内容的结构化主要有“基于知识关联的结构化”“基于认识思路的结构化”“基于核心观念的结构化”三种形式。^[3]已有的无机物性质及应用的复习大多是分块进行的,虽有用到价类二维认知模型,但认识思路还不够外显,知识关联性不够,学生在答题时仍不能快速检索与提取已有知识,没有形成应有的学科关键能力,尤其在碰到工业流程、实验探究等关于元素性质与应用的问题时总是无从下手,得分率较低。为此,高三复习教学中,教师选择有效的内容

结构化策略,引导学生把孤立、零散的化学知识连成网络,呈现不同形式的结构化,使学生头脑中的知识系统化、层次化、结构化,对培养和提高学生的化学学习能力至关重要。^[4]

二、教学思想与创新

首先,本节复习课选用了几道典型探究题进行问题组合,包含 Na_2SO_3 溶液性质探究、 Na_2SO_3 溶液和 AgNO_3 溶液反应探究、 Na_2SO_3 到 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的转化路径探究、 Na_2SO_3 在工业上的实际应用探究等。由点及面,除了关注知识对象本身外,更关注认识思路的构建和外显、思维方法等策略性知识的总结。其次,因为无机化学反应大多数是在水溶液中进行的离子反应,离子反应从反应实质上可分为配合反应、酸碱反应、沉淀溶解反应、氧化还原反应四大类型,^[5]若从有无电子转移的角度则可分为氧化还原反应和非氧化还原反应两大类。基于此反应分类模型,推演出各物质可能具有的性质与转化,为解决本节课的探究性问题找到思维的突破口。再次,本节课分别从物质、反应、能量三个层面概括总结了无机物性质、转化及应用的认知角度(见图1)。^[6]

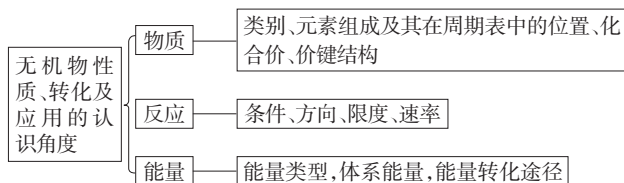


图1 无机物性质、转化及应用的认知角度总结

*本文系2021年度福建省基础教育课程教学研究课题“双新背景下的高中化学微项目教学研究”(MJYKT2021-151)阶段性研究成果。



将无机化合物及其应用主题下的内容与反应原理知识进行了结构化总结(见图2)。

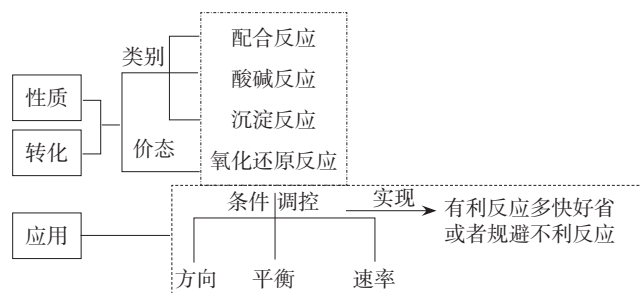


图2 反应类型与反应原理结构化总结

三、教学目标

(1)能通过对典型无机化合物性质、转化及应用的探究,构建出无机物及其性质的认识思路,并使该认识思路显性化、结构化,形成稳定的认识方式,内化证据推理及模型认知意识。

(2)能通过典型无机物性质的探究,巩固“物质种类”和“元素价态”两个无机物性质的重要认识角度,构建稳定的价类二维认知模型,发展元素观、价类二维观、转化平衡观、条件控制观、反应分类观等多种核心观念,形成认识物质性质的全局意识和系统意识,发展宏观辨识与微观探析、变化观念与平衡思想等核心素养。

(3)能通过工业真实问题的解决,体会物质的性质及转化在自然资源综合利用和环境保护中的重要价值,促使将知识转化成解决问题的能力,培养和发展科学态度与社会责任,形成基于无机元素化合物知识和经验的学科核心素养。

(4)通过实验探究活动培养科学态度及探究意识。

四、教学主要流程

表1 “无机物的性质、转化和应用”专题复习教学流程

教学环节	主要问题情境	活动	设计意图
教学环节一:探索物质性质的认识角度。	为什么 Na_2SO_3 溶液在某时间段内升温再降温过程 pH 会减小?	探究典型代表物 Na_2SO_3 (SO_3^{2-}) 的性质。	引导学生关注物质性质的认识角度,构建认识物质性质的一般思路,强化价类二维认知模型。
教学环节二:巩固已有认知模型并在此基础上拓宽新的认识角度。	Na_2SO_3 溶液与 AgNO_3 溶液混合后的白色沉淀为何物? 该白色沉淀放置后为什么会变黑?	探究 Na_2SO_3 (SO_3^{2-}) 与 AgNO_3 (Ag^+) 可能发生的反应。	巩固和强化“物质种类”和“元素价态”两个无机物性质的重要认识角度,使其显性化,形成稳定的价类二维认知模型,又从反应原理的层面进一步拓展了速率与平衡两个认识角度,使学生对物质性质的认识更加立体更加结构化。
教学环节三:探索物质转化的路径。	Na_2SO_3 转化为 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的路径是什么?	探究 Na_2SO_3 转化为 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 还原剂的选择。	物质的转化即物质性质的体现,通过物质转化实验方案的设计,引导学生建立设计物质转化路径的一般思路,总结解决此类问题的方法或策略。
教学环节四:探索解决物质在实际化工应用问题的思路。	MnSO_4 制备过程中原料软锰矿中各物质是如何转化的? 总结转化路径。	探究用含杂质 (Fe_2O_3 , SiO_2 , Al_2O_3) 的软锰矿 (主要成分 MnO_2) 制备 MnSO_4 。	通过工业真实问题的解决,使学生体会物质的性质及转化在自然资源综合利用和环境保护中的重要价值,培养和发展学生科学态度与社会责任核心素养。也由此总结关于物质应用如工业流程、实验探究、反应原理等题型由“面”回归到“点”和“线”的解题策略。
教学环节五:整理板书,深化认识。	如何有序整理记忆物质性质? 在实际应用时如何检索与提取?	归纳整理相同类型的物质,抽提出一般的认识思路和记忆、检索的方法。	抽提出认识物质性质与转化的一般思路,总结认识物质性质的常见角度,及点、线、面的记忆和检索策略。

五、教学过程

【问题引入】物质的性质与转化在化学学习过程中始终都处于一个核心位置,但无机物种类繁多,性质繁杂,该如何有序地整理记忆? 物质的转化路径多样,具体应用时该如何选择? 有什么好的方法可以让这块内容变得更有序更结构化吗?

1. 探索物质性质的认识角度

探究 1: 测定 0.1 mol/L Na_2SO_3 溶液在 t 时间段内

先升温再降温过程的 pH 随时间的变化如表 2 所示。

表2 pH 随时间和温度的变化

时刻	①	②	③	④
温度/ $^{\circ}\text{C}$	25	30	40	25
pH	9.66	9.52	9.37	9.25

上述溶液中可能发生什么反应? 请结合离子方程式解释 t 时间段内加热,造成溶液 pH 发生上述变化的原因。



【展示学生答案】 $\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HSO}_3^- + \text{OH}^-$ (大部分学生)。

【教师】通过题目所给信息,要找到 Na_2SO_3 可能发生的反应与pH变化的关系,同学们很容易就想到 SO_3^{2-} 与 H_2O 发生水解反应,但此反应是吸热反应还是放热反应呢?

【学生】吸热。

【教师】那么温度升高,该反应平衡正向移动,溶液pH增大,所以 SO_3^{2-} 发生水解反应没法解释表格中所呈现的数据变化,那么,同学们又该往哪个方向寻找答案呢?

【学生】思索。

【教师】 Na_2SO_3 除了可以发生水解反应之外还有哪些性质呢?这就需要我们回归到 Na_2SO_3 性质的认识上来了,你是如何认识 Na_2SO_3 的呢?我们常见的认识物质性质的两个角度是什么?

【学生】物质的类别和价态。

【教师】所以此处还可能发生什么反应?

【学生A】 Na_2SO_3 具有比较强的还原性,可能被氧气氧化为 Na_2SO_4 了。

【教师】如何证明上述结论呢?

【学生B】设计实验:取④时刻的溶液先加入稀盐酸再加入 BaCl_2 溶液,看是否有白色沉淀生成。

【教师】这位同学思路很清晰!又该如何用离子方程式结合文字解释此过程中的现象呢?

【教师总结】溶液中 SO_3^{2-} 在此过程中发生了水解反应: $\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HSO}_3^- + \text{OH}^-$ $\Delta H > 0$ (次要)和氧化反应: $2\text{SO}_3^{2-} + \text{O}_2 = 2\text{SO}_4^{2-}$ (主要),其中氧化反应使 SO_3^{2-} 浓度减小,并使得水解反应平衡向左移动,从而使溶液pH随着温度的升高而减小。

【教师】如果不升温,溶液的pH会变化吗?

【学生】疑惑……思考后部分学生得出答案:如果不升温,溶液的pH也会减小

【教师】证据呢?

【学生A】取时刻①和时刻④的pH数据作对比就知道了。

【学生B】设计实验证明,取时刻①的溶液放置一段时间后再加入稀盐酸和 BaCl_2 溶液,看是否也有白

色沉淀生成。

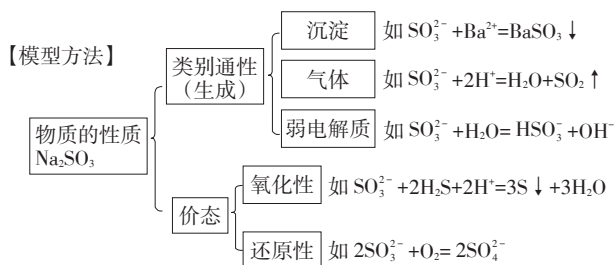
【教师】这两位同学都很会推理啊!两个办法都很符合逻辑。

【教师】接下来请同学们回头再来欣赏一下这道题,反思一下,这道题难吗?为什么一开始很多同学没法独立思考得到合理的答案呢?是不是与我们同学不能主动检索物质的性质有关?也就是说很多同学还没有形成稳定的认知模型。什么认知模型呢?

【学生】价类二维。

【教师】很好,那么请同学们按价类二维认知模型再次总结一下 Na_2SO_3 的性质吧。

【评价及板书】(见图3)。

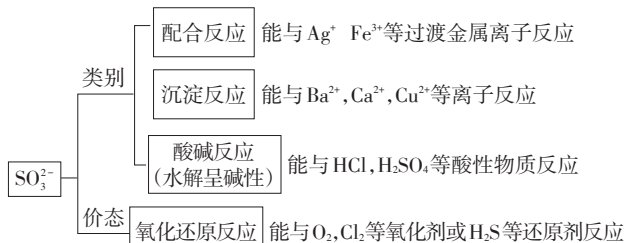


【教师】在总结性质过程中,为什么同学们只考虑S的价态变化而不考虑Na的价态变化呢?

【学生E】因为+1价的Na价态稳定,而+4价的S价态变化的可能性更大,S是其中的核心变化元素。

【教师】再次强调,认识物质性质的两个重要角度是物质的类别和核心元素的价态。

【教师】这样一来,我们是不是也可以单独对 SO_3^{2-} 的性质做一个价类二维的总结?我们试着从该离子可能参与的离子反应类型做总结(见图4)。



2. 巩固价类二维的认识模型、拓宽新的认识角度

探究二:向饱和 AgNO_3 溶液中滴加0.1 mol/L Na_2SO_3 溶液,现象如表3所示。

表3 饱和 AgNO_3 溶液中滴加少量 Na_2SO_3 溶液现象

实验	操作	现象
I	向饱和 AgNO_3 溶液中滴加少量 Na_2SO_3 溶液	立即产生白色沉淀
II	操作I后静置一段时间	产生海绵状棕黑色物质
III	操作I后继续滴加过量的 Na_2SO_3 溶液	白色沉淀消失

依据认识物质性质的一般模型,分析上述实验中可能发生了哪些反应?请写出相应的离子反应方程式。

【展示学生答案】: $2\text{Ag}^+ + \text{SO}_3^{2-} = \text{Ag}_2\text{SO}_3 \downarrow$ (大部分答案) $2\text{Ag}^+ + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Ag} \downarrow + 2\text{H}^+$ (少部分)。个别学生两个答案都写了。

【教师】首先,同学们是不是应该根据现象来界定在这道题当中是哪些离子参加了反应?

【学生C】因为有沉淀生成,所以应是 Ag^+ 与 SO_3^{2-} 。

【教师】 Ag^+ 与 SO_3^{2-} 发生了什么反应呢?前面我们已经总结了 SO_3^{2-} 的性质,知道其可能发生的反应,那么接下来请同学用同样的思路检索一下 Ag^+ 的性质以及两者可能发生的反应,用离子方程式表示。

【学生】思考,讨论,画思维导图。

【教师评价与总结】 Ag^+ 可能发生的反应(见图5)。

图5 Ag^+ 可能发生的反应总结

【教师】同学们可以通过将两种物质可能发生的反应进行对接(见图6)(很多学生不能顺利地找出两种物质混合可能的反应时教师提供帮助),以此来写出两物质可能反应的离子方程式。其中, SO_3^{2-} 水解呈碱性, Ag^+ 水解呈酸性,此处的酸碱反应即为双水解反应。除配合反应外,其他三种可能发生的反应都会产生沉淀(见图7),与题中现象相符。其中白色沉淀可能为 Ag_2SO_3 与 Ag_2SO_4 , 黑色沉淀可能为 Ag 与 Ag_2O , 那么题中的白色沉淀与黑色沉淀到底是什么,我们还需要结合文献用实验来检验。

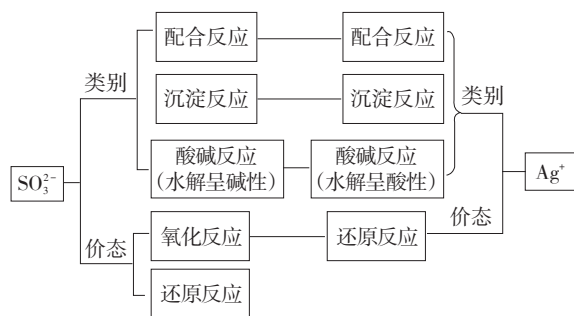


图6 四种反应

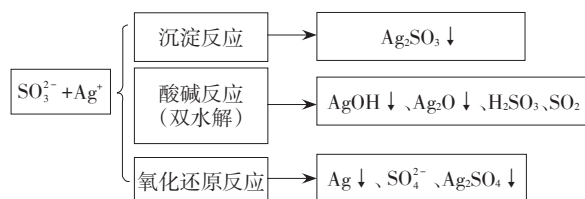


图7 产生沉淀

【课堂实验】取2 mL 饱和 AgNO_3 溶液加入试管中,再向试管中滴加几滴0.1 mol/L Na_2SO_3 溶液,现象:上清液中产生大量白色沉淀,与几天前做的实验对比发现,几天前的实验试管中出现了黑色沉淀(见图8)。此现象与题给I、II实验现象基本一致。

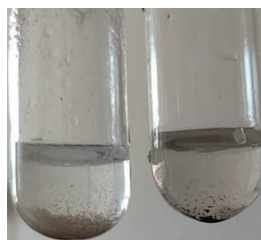


图8 实验I(左)实验II(右)现象对比

【教师】如何解释清楚以上现象呢?白色沉淀是什么物质?黑色沉淀呢?白色沉淀转化为黑色沉淀又是什么原因?

【学生】思考、讨论。

【教师】通过以上分析,我们知道题中出现的白色沉淀有可能是 Ag_2SO_3 也可能是 Ag_2SO_4 , 那么到底是哪一种呢?查阅文献可知:25℃时, $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 1.4 \times 10^{-5}$, $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{SO}_3) = 1.5 \times 10^{-14}$, 那么,我们是不是就有理由得出白色沉淀为 Ag_2SO_3 。经实验进一步验证,白色沉淀确实为 Ag_2SO_3 , 棕黑色沉淀是 Ag 。怎么解释?

【学生E】先发生沉淀反应: $2\text{Ag}^+ + \text{SO}_3^{2-} = \text{Ag}_2\text{SO}_3 \downarrow$, 再发生氧化还原反应: $\text{Ag}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Ag} \downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4$ 。

【教师】这位同学分析得很到位!在此,同学们是不是体验到了竞争的味道?据以上推论我们是否可



以这么解释: Ag^+ 与 SO_3^{2-} 相遇后,先快速地反应生成了白色的 Ag_2SO_3 沉淀,沉淀反应在速率上占了优势(可能是活化能较低),随着时间的延长,白色的 Ag_2SO_3 沉淀又转化成了黑色的 Ag 沉淀,即发生了氧化还原反应,且在时间的加持下氧化还原反应相对沉淀反应在反应程度上占了优势,这里出现了速率与平衡的竞争。在此层面上,我们对物质性质的认识是不是又多了两个角度,即速率与平衡,除此外,认识物质的角度还有反应条件、方向、能量变化等等(参考图1)。

【教师】实验Ⅲ现象怎么解释?

【学生】思考、讨论。难道是过量的 SO_3^{2-} 与 Ag^+ 生成了配合物?

【教师】完美!到此为止,对于物质性质的认识,我们都可总结为是“点”的策略,每一种物质都可以按反应分类模型来推演其可能参与的化学反应,两种物质相遇,即可通过点与点的链接对可能发生的反应做合理的推测。

3. 探索物质的转化路径

探究三:如何利用 Na_2SO_3 制备 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$?

【教师】物质的转化即物质性质的体现,你会从哪些角度来认识这个转化呢?

【学生】价态。

【教师】谁的价态?

【学生】S元素。

【教师】也就是说你会先聚焦到S元素上,S也就是这个物质的核心元素,不难发现S价态降低了,我们需要什么样的反应试剂?

【学生】还原剂。

【教师】还原剂有很多,如果从减少杂质的角度,只选择含S的物质作还原剂,你会想到用什么物质?

【学生B】S单质。

【教师】是怎么想到的?用到了什么策略?

【学生B】根据氧化还原反应元素化合价变化规律。

【教师】是的,我们可以通过画图,把S放到它的价态体系中(见图9)来观察反应前后物质中的S元素在价态上的变化,再根据氧化还原反应化合价变化规律(相邻不反应,相间在中间)来选择合适的试剂,此叫“线”的分析策略,物质除了在价态上的转化可用“线”

的分析策略外,在类别上的转化亦可以用此策略,如铝及其化合物的相互转化中我们就可以借助“铝轴”(见图10)来解决相关问题。

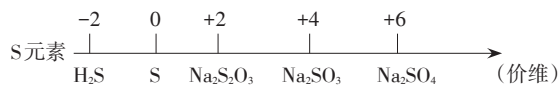


图9 硫的价态变化轴

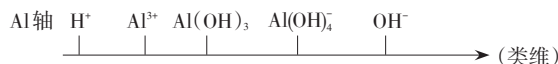


图10 铝轴

【教师】可否用 Na_2S 与 Na_2SO_3 反应制得 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 呢?(旨在让学生体会酸碱环境对氧化还原反应的影响)

4. 探索解决物质实际化工应用问题的思路

探究四:某软锰矿样品的主要成分如表,由该样品制备硫酸锰,画出相应的流程图。

表4 某软锰矿样品成分表

成分	MnO_2	Fe_2O_3	SiO_2	Al_2O_3
含量/%	32.87	14.10	33.14	14.19

已知: MnO_2 不溶于稀硫酸,稀盐酸,稀氢氧化钠。

【教师】从主要物质的转化来看即 MnO_2 转化成了 MnSO_4 ,你会想到用什么试剂?提醒:此处转化保留了“Mn”元素,但价态降低了,多出了“S”元素。

【学生】含S元素的还原剂。

【教师】可以是哪些?请注意此处该还原剂被氧化后核心元素“S”为+6价。

【学生A】 Na_2SO_3 。

【教师】非常合理!这节课 Na_2SO_3 出现得真是太频繁了,除此之外呢,你还能想到用什么含“S”元素的还原剂?

【学生C】通入 SO_2 气体?

【教师】答得太棒了!在真实工业生产中,此处就可以改为通硫烟气(含 SO_2 的工业废气),将有害的废气进行循环利用,不仅绿色环保还能达成工业生产中“好”与“省”的目的。

【教师】那么 Fe_2O_3 , SiO_2 , Al_2O_3 三种杂质怎么转化处理呢?再次提醒学生注意信息支持,已知: MnO_2 不溶于稀硫酸,稀盐酸,稀氢氧化钠。

【学生D】 Fe_2O_3 、 SiO_2 、 Al_2O_3 三种物质可以通过用稀酸和稀碱溶液溶解处理。

【教师】所以,此处出现了几条转化路径?



【学生】四种物质,所以是四条。

【教师总结】如果将这四条物质转化路径看成四条“线”的话,那这四条线是不是就成为了一个“面”?这个“面”也就是我们通常面对的真实化学问题,在题型上通常被设置为工业流程题、实验探究题、反应原理题。反过来看,该“面”是由“点”和“线”组成的,要解决“面”上的问题,就要回归到“点”和“线”的问题。所以我们可以利用前面习得的思维方法整理出常见的“点”和“线”来(如图11)。

总结2:记忆策略结构化(点记忆、线记忆、面记忆)

点记忆策略:

常见阳离子: Fe^{3+} Fe^{2+} Cu^{2+} Ag^{+} Al^{3+} NH_4^{+}

常见阴离子: ClO^{-} I^{-} S^{2-} SO_3^{2-} HSO_3^{-} NO_3^{-} CO_3^{2-} HCO_3^{-}

线记忆策略如下:

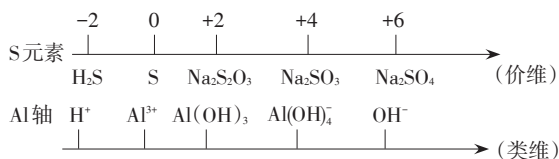


图11 “点”“线”总结

5. 整理板书

见图1和图2。

六、教学反思

(1)精选具有代表性的问题组合,使问题情境由简到繁层层递进,引导学生思维从低级到高级逐渐发展,从而构建内容结构化的思维模型。问题组合是由系统性和逻辑性强的问题构成,具有思维发展性、开放性、引导性、整体性和适度性的特点。^[7]本节课分别选择了 Na_2SO_3 溶液性质探究(含离子反应中常见的阴离子的代表 SO_3^{2-}), Na_2SO_3 溶液和 AgNO_3 溶液反应探究(含离子反应中常见的阳离子代表 Ag^{+})为研究对象,促使学生迁移应用离子反应和氧化还原反应等概念原理建立稳定的价类二维模型和离子反应分类模型,内化了多种核心观念,实现了知识关联、认识思路 and 核心观念三个维度的结构化。再通过探究 Na_2SO_3 转化为 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的思维路径(线)、 Na_2SO_3 在软锰矿制备 MnSO_4 的工业实际应用(面),总结了点、线、面结构化记忆策略,形成了知识组块,节省了记忆容量,促使学生形成了认识物质性质的全局意识和系统意识。

(2)注重提炼总结,构建内容结构化的思维模型。元素化合物知识在高中化学课程中的认识发展

价值应该有三个方:一作为认识对象,促进学生迁移应用所学的概念原理知识,二是作为感性认识素材,帮助学生建立和发展概念理论;三是作为认知结构的一部分,为后续的认识活动提供参照依据。^[8]每一个探究问题完美解决后,都需要及时总结过程中用到的概念原理知识、认识视角、认识思路 and 相应的方法策略,使其显性化,帮助学生构建稳定清晰的思路,固化认识模型,以期学生能在应用时有效检索和提取。如在探索解决物质实际应用问题的思路环节时这样总结:实际应用中存在多个物质的性质(多个点),多种物质的转化路径(多条线)。多个点,多条线综合成一个面,在这样一个“知识面”的基础上加以实验验证和实验探究就形成了生动活泼的“知识体”。同样一个面中包含多个点多条线,解决实际问题的办法就是从该复杂的面中寻找具体的点和线,即回归到物质的性质与转化的认识上来。

(3)关注学生思维的障碍点,运用点评、追问、帮助等多样化的反馈方式促使学生构建内容结构化的思维模型。如在总结性质过程中,教师追问为什么同学们只考虑S的价态变化而不考虑Na的价态变化?以此强调,认识物质性质的两个重要视角是物质的类别和核心元素的价态。在书面回答 SO_3^{2-} 与 Ag^{+} 可能发生哪些反应时,很多学生难以思考全面以获得更多可能性的答案,教师通过观察发现问题后,将两种离子可能发生的反应进行对接(如图6),使思路外显,帮助学生克服了思维障碍,为后续类似的问题创生了新的思维模型。 MnO_2 还原为 MnSO_4 时,除了可以用 Na_2SO_3 还能想到用什么含“S”元素的还原剂时,有学生立刻想到了同是正四价的 SO_2 ,教师立即给予“答得太棒了!”的点评,并在此时对 SO_2 的应用做出及时的评价:因该举措对有害废气进行了循环利用,不仅绿色环保还实现了工业生产中“好”与“省”的目的,以此树立了绿色化学的理念。

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)[S].北京:人民教育出版社,2018:14-15.

(下转第89页)



实证性;科学探究的逻辑推论性、方法多样性、公开交流性;科学事业的科学与技术。该段化学史内容不仅体现了教材内容帮助学生形成“证据推理与模型认知”的核心素养,而且还较好地引导学生全面认识科学本质。

3. 鲁科版高中化学教材

鲁科版教材中体现科学本质特色的典型栏目是“微项目”。这个栏目置于章节末尾,给学生创造与运用章节知识解决现实问题的机会,体现以应用本章节知识为主,适当联系其它学科知识的特点。^[4]如选择性必修1第三章“物质在水溶液中的行为”的微项目“揭秘索尔维法和侯氏制碱法——领略平衡思想的创造性应用”,完整地介绍了索尔维的制碱原理,学生的第一个项目任务就是在实验室模拟索尔维制碱法,实验结束后学生需要利用本章所学的平衡原理解释用索尔维法为何能得到碳酸氢钠沉淀。项目的第二个任务为探索侯氏制碱法,并与索尔维法进行比较,利用本章所学的平衡思想进行思考。将化学史教学模式与项目相结合是化学史教学的一种创新,对于学生深刻体会科学本质的三个维度都有重要作用。在探讨如何在实验室模拟索尔维制碱法的过程中,可以加深学生对科学知识的实证性、科学探究的创造性和方法多样性的理解。

采用科学本质观分析工具对该段化学史内容进行分析,发现它涉及了科学知识的积累性、相对性、实证性;科学探究的逻辑推论性、方法多样性、公开交流性;科学事业的科学与技术,科学家个人。可见通过“微项目”的研究,学生能对科学本质有更全面和更深刻的理解。

五、研究结论

引导学生认识科学本质是初高中化学课程标准的明确要求。科学本质观是指人们对科学本质问题的认

识,主要探讨“科学是什么?”借鉴已有研究的成熟量表,本研究从科学知识、科学探究和科学事业这三个维度设计了科学本质观的分析工具,运用该工具对人教版、苏教版、鲁科版普通高中化学教材中体现科学本质的化学史内容进行比较。研究发现,三套教材都是通过多样化的栏目呈现化学史素材。三套教材在“科学知识”和“科学事业”维度呈现的化学史内容的次数较多,而在“科学探究”维度出现的次数较少。这与化学史教学的栏目设计有关,目前教材中化学史内容大多出现在“科学史话”“资料在线”“拓展视野”等栏目中,只有较少的案例描述化学家的探究过程。

三个版本化学教材都有体现引导学生认识科学本质的典型栏目。人教版以“研究与实践”栏目呈现科学家认识元素周期律的探索过程。相对于其它教材以栏目的形式呈现化学史,苏教版则是以正文的形式,完整地介绍了不同阶段人类对原子结构认识和科学家建构原子模型的历程。鲁科版在“微项目”栏目中呈现了化学家探索制碱法的过程,以真实的化学史为情境,让学生自主探究并完成项目任务。这些化学史内容及其呈现形式都能引导学生对科学本质形成全面认识。

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)[S].北京:人民教育出版社,2018:83.
- [2] 刘健智.中学生科学本质观的测量指标研究[J].教育测量与评价(理论版),2009(07):30-33,29.
- [3] 栗素姣.科学本质视野下中美高中物理教材中科学史内容分析[D].河南师范大学,2013.
- [4] 沙莎,杨笑,占小红.新课标鲁科版高中化学必修教材的“微项目”设计研究[J].化学教学,2021(09):21-25.

(上接第65页)

- [2] 房喻,徐端钧.普通高中化学课程标准(2017年版)解读[M].北京:高等教育出版社,2018:104.
- [3] 中华人民共和国教育部.普通高中化学课程标准(2017年版)[S].北京:人民教育出版社,2018:70-71.
- [4] 刘淑花.促进知识结构化的高三化学复习教学研究[D].济南:山东师范大学,2013.
- [5] 北京师范大学无机化学教研室等编.无机化学.上册(第四

版)[M].北京:高等教育出版社,2002:310.

- [6] 王磊.基于化学学科核心素养的化学学科能力研究[M].北京:北京师范大学出版社,2017:17.
- [7] 张春花.基于高级思维的化学问题组合设计研究[D].济南:山东师范大学,2014.
- [8] 房喻,徐端钧.普通高中化学课程标准(2017年版)解读[M].北京:高等教育出版社,2018:105.