



# 基于学情的学科思维进阶设计\*

## ——以离子反应单元复习教学设计为例

杨晓丽 周昌林

(1泰州市教育局教学研究室 225300;2兴化市第一中学 江苏 泰州 225700)

**摘要:**在必修模块学习基础上,基于学科思维进阶维度,在高一期末对离子反应单元进行整体复习。整体单元复习设计利用“宏观、微观和符号三重表征”等学科思维方法,遵循“追求理解的教学设计”“ADDIE”模型。整合新授课后教材中离子反应进阶内容,认识物质转化和离子在水溶液中行为的联系以及离子反应发生的条件。在总结离子反应遵循规律基础上,认识离子反应在科学实践、工农业生产和社会生活中的重大价值。

**关键词:**学科思维进阶;离子反应;单元复习;教学整体设计;化学核心概念

**文章编号:**1008-0546(2020)12-0043-05

**中图分类号:**G632.41

**文献标识码:**B

**doi:**10.3969/j.issn.1008-0546.2020.12.013

离子反应新授课学习安排,三种现行教材均安排在化学1第二章第2节。在离子反应新授课后,教学中较少对离子反应进行系统知识整合和思维深度呈现。但离子反应和氧化还原反应作为化学核心概念,对发展学生微粒观、变化观念至关重要。因此在必修模块学习的基础上,基于学科思维进阶维度,在高一期末对离子反应单元进行整体复习,就很有必要。同时文献研究表明,诸多离子反应的教学实践,集中于高一新授课,如袁君亚以离子反应第一课时为例探讨化学核心概念教学<sup>[1]</sup>,也有宏观建构离子反应教学模型的,如邹国华等以离子反应探讨跨学段设计<sup>[2]</sup>。但很少有在新授课后,基于学生已有认知基础的高一期末复习整体设计。因此在实践层面和理论意义上,对本课例的研究是有价值和新意的。

思维进阶是通过结合实际教学案例,帮助学生区别事实与判断、逻辑演绎与归纳、反思评价与拓展延伸,渗透批判性思维者所具备的知识、技巧、态度和习性,让学生逐步形成公正客观、兼具宽度和深度并联系实际生活进行思维的进阶训练<sup>[3]</sup>。思维进阶在各学科教学中应用广泛。化学学科思维进阶,是对化学学科知识及其思维方式和方法的本源性和结构化的认知。化学知识理解的进阶,是逐步发展的,最终形成具有化学学科特质的思维方式。化学学科思维的进阶,和化学学科核心素养的发展性是一致的。

在本单元复习设计中体现学科思维进阶,表现在原子、分子等微观水平上,通过元素化合物化学性质多样性,认识物质转化和离子在水溶液中的行为的联系,并用离子反应方程式描述。认识离子反应发生的条件和遵循的规律,进而认识离子反应在科学实践、工农业生产和社会生活中的重大价值。复习过程体现宏微结合、变化观念和证据推理,侧重于思想和方法的形成,发展化学学科核心素养。

离子反应(必修)单元复习教学设计,以分析学情为基础,以高中化学课程标准(2017年版)为指导,整合现行教材中《离子反应》一节和后续孤立知识点和零碎化内容,体现学科思维进阶,遵循“追求理解的教学设计”“ADDIE”模型,即“分析(Analysis)”“设计(Design)”“开发(Develop)”“实施(Implement)”和“评价(Evaluation)”,在一定情境下,发展学生化学学科核心素养<sup>[4]</sup>。

### 一、分析学情——明确教学目标

#### 1. 离子反应知识储备有基础,但缺少结构化和重组

高一必修内容学习接近尾声,在初中化学学习基础上,学生通过必修两个模块学习,了解到电解质概念,知道酸碱盐能在水溶液中电离,能书写常见的离子方程式。随后在元素化合物部分,离子方程式在表述物质相互转化中得到应用。但一些学生缺少主动思维,习惯于用化学方程式表述一些离子反应。

\*本文系江苏省教育科学“十三五”规划2018年度普教重点资助课题“促进区域内高中生化学核心素养发展的差异教学案例研究”(课题编号B-a/2018/02/40)及江苏省教育科学“十二五”规划2015年度普教重点资助课题“可视化思维技术在化学核心概念教学中的应用研究”(课题编号B-a/2015/02/054)阶段性成果。



### 2. 关键能力培养尚待加强

学生以“电解质”和“离子反应”两个概念为关键词,通过知识框架梳理或思维导图等图表工具,进行归纳整理。一位学生整理的一部分情况见图1。这些作业表明学生重点整理的还是新授课学习的内容,对教材直接呈现内容或测试评价常见形式有一定认知,但对有离子参与的氧化还原反应、离子反应和化学2模块物质(分子)结构部分以及原电池原理等内容的联系基本未涉及。因此,需要通过复习在螺旋思维上升中进行意义建构。

### 3. 学科核心素养发展水平需要提升

例如素养1 宏观辨识与微观探析方面,学生基本能运用化学符号描述常见的离子反应(水平1),但有的学生还停留在机械运用“写拆删查四步法”上,不能

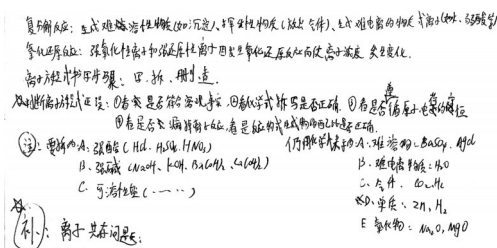


图1 某学生对离子反应复习前进行的知识梳理

直接书写离子方程式,不能运用微粒结构图式解释同类的不同物质变化的规律(水平2)。通过复习,引导帮助学生形成微粒观、变化观。而深入地从原子、分子水平分析离子反应(水平3)、预测在一定条件下可能发生的化学变化(水平4),需要在选择性必修等课程中去进一步提升<sup>[5]</sup>。因此,结合课程标准和新课学情确立期末复习目标,见表1。

表1 基于课程标准和新课学情确立期末复习目标

课标要求	新授课学习基础	期末复习目标
认识酸、碱、盐等电解质在水溶液中或熔融状态下能发生电离。	了解电解质的概念,知道酸碱盐在溶液中能发生电离。按照“写、拆、删、查”四步法,能书写常见的离子方程式。	熟练规范书写离子反应方程式。回顾高一学习过的常见弱酸和弱碱,电解质发生电离程度有差异,加深对易电离的物质的认识。抓住物质在反应中的主要微粒形式,书写一定陌生度的离子方程式。
通过实验事实认识离子反应及其发生的条件	初步认识复分解型离子反应发生及其发生条件,能解决一些离子反应方程式正误判断等具体问题。	认识离子反应的多样性和条件性。突出有离子参与的氧化还原反应和原电池反应等,对教材有涉及的络合反应,少数盐类水解反应等离子反应进行重现。
了解常见离子的检验方法	能判断常见离子共存题,会对溶液中单一离子进行检验。	离子反应原理及应用。联系科学实验、生活和生产,分析具体的离子反应遵循的化学反应原理,对离子反应应用,再加拓展认知。

## 二、设计框架——基于教材研究

在明确本单元复习的教学目标基础上,要对教材内容进行梳理和研究,厘清两个必修模块中离子反应有关内容的关联性,在加强学生“宏观、微观和符号三重表征”思维深度的过程中达到更高层的思维进阶。同时还要兼顾必修模块知识的基础性和选择性,可借助于图2所示模型,搭建设计框架。任何阶段的化学教学都要注重水平面的全面拓展,这是必修和所有选修模块的共同素养基础。在选择性必修化学反应原理模块,要对过程维度进一步深入;而在必修模块,相对而言,要突出应用维度,更注重与生活世界直接相关的应用知识<sup>[6]</sup>。但是也必须将《化学2》模块中物质结构、原电池原理、化学反应的速率和限度等化学反应原理,运用于对离子反应的进一步理解,即学术性素养和生活性素养都要兼及。

以上基于思维进阶的设计思想也和离子反应在

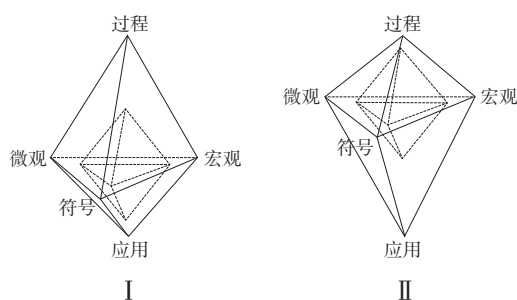


图2 学术性化学素养(I)和生活性化学素养(II)的结构模型

现行三种教材编排中体现出来的学科思维逻辑是一致的,见表2<sup>[7-9]</sup>。基于此,实际复习内容设定为离子反应书写、离子反应类型、离子反应条件、离子反应原理和离子反应应用。

### 三、开发资源——形成单元计划

离子反应(必修)单元复习计划:2课时,具体内容见表3。



表2 离子反应在现行三种教材中的学科思维逻辑

版本	讲授离子反应前教材章节内容	离子反应一节教材呈现内容	讲授离子反应后教材章节内容
人教版	化学1:化学实验基本方法、化学计量在实验中的作用、物质的分类	第2章第2节离子反应:酸碱盐在水溶液中的电离、离子反应及其发生的条件	氧化还原反应、金属及其化合物、非金属及其化合物;化学2:物质结构、元素周期律、化学反应与能量、有机化合物、化学与自然资源的开发利用。
苏教版	化学1:丰富多彩的化学物质、研究物质的实验方法、人类对原子结构的认识、氯溴碘及其化合物	第2章第2节钠、镁及其化合物:金属钠的性质与应用、离子反应、离子方程式的书写、镁的提取及应用	从矿物到基础材料、硫氮和可持续发展;化学2:微观结构与物质的多样性、化学反应与能量转化、有机化合物的获得与应用、化学科学与人类文明。
鲁科版	化学1:走进化学科学、研究物质性质的方法和程序、化学中常用的物理量——物质的量、元素与物质的分类	第2章第2节电解质:电解质及其电离、电解质在水溶液中的反应(离子反应、离子方程式)	自然界中的元素、材料家族中的元素;化学2:原子结构与元素周期律、化学键、化学反应与能量、重要的有机化合物。

表3 离子反应(必修)单元复习计划

	第一课时	第二课时
具体内容	对电解质概念认知的深化。一是结合高一元素化合物部分学习过的常见弱酸和弱碱。二是结合必修2物质结构部分内容,认识电解质发生电离程度差异性。	认识离子反应的多样性和条件性。新授课离子反应学习时,氧化还原反应一节还未讲授,复习突出有离子参与的氧化还原反应。
	直接书写离子反应方程式。抓住物质在反应中的主要微粒形式,书写一定陌生度的离子方程式。	离子反应规律及应用。联系科学实验、生活和生产,分析具体的离子反应遵循的化学反应规律。对离子反应的应用,再加拓展认知。

### 1. 反应书写

离子方程式书写规则的思维进阶提升。现有四种抗酸药,有效成分分别是碳酸氢钠、碳酸钙、氧化镁和氢氧化铝,用离子方程式说明这些抗酸药的药理。指导学生形成直接书写离子方程式的基本思路。指明通常参加反应的物质在水溶液中有多种微粒形态,离子方程式是用实际参加反应的物质主要存在形式的微粒符号表示的式子。指出一些难溶盐不等于难电离的物质,但在离子方程式中仍以主要存在形式的微粒符号来表示——相应化学式不拆写成离子形

式。通过复习引导,学生从新授课时“写拆删除”四步法,提升到直接书写离子方程式,学生宏微结合思维能力和符号表征能力得到加强。

电解质概念的思维进阶提升。评价学生反应方程式书写时,启发学生进一步回忆电解质的概念,展示电解质概念形成的化学史料。进一步分析物质的电离程度差异,归纳高一学习时遇到的常见的弱酸、弱碱。辨析难电离和难溶性的关系,在小组讨论基础上,绘出常见电解质多维可视化分类图,如图3。

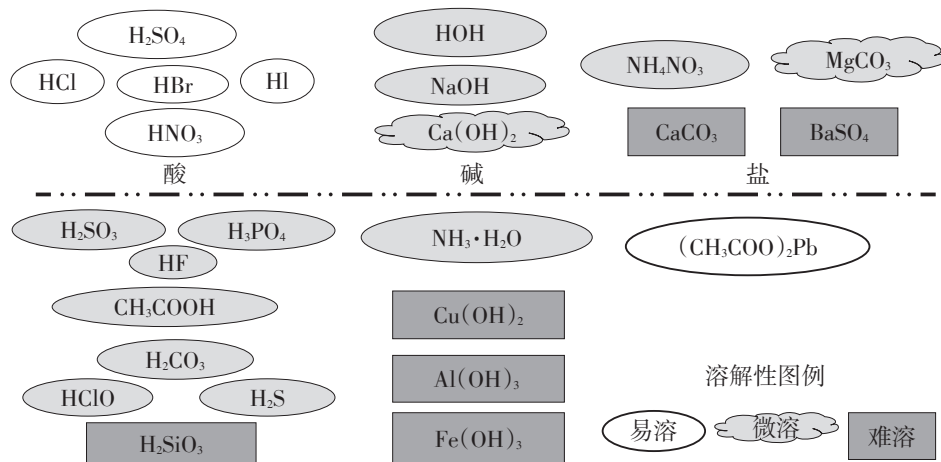


图3 常见电解质多维可视化分类





## 2. 反应类型

深入认识离子反应的多样化。讨论《化学1》88页习题:碳酸钠和食盐溶液在化学实验室里,有哪些更多的方法加以区别?方法有滴加盐酸、滴加CaCl<sub>2</sub>溶液或加入过量硝酸酸化的AgNO<sub>3</sub>溶液等。辨析以上方法后,进行小结,并归纳非氧化还原反应型的离子反应,主要是复分解反应。包括如Fe<sup>3+</sup>和SCN<sup>-</sup>生成血红色络合物(配合物),铁盐和铝盐的净水作用(Fe<sup>3+</sup>或Al<sup>3+</sup>与水反应,生成有吸附作用的胶体)。进一步认识复分解型离子反应发生的驱动力,生成阴阳离子结合力更强的物质。

除了利用离子反应对阴阳离子进行检验,还可以利用离子反应实现不同离子之间的转化。例如:碳酸钠和碳酸氢钠溶液;氯化亚铁和氯化铁溶液。小组讨论以上转化涉及的离子反应,并写出对应的离子方程式后,教师归纳第二类氧化还原反应型的离子反应。

## 3. 反应条件

一大类是非氧化还原反应,以复分解反应为主,包括一些盐类的水解等。其中,复分解型离子反应发生的条件是生成易挥发物质(如气体)、生成难电离的物质(如水、弱酸和弱碱)、生成难溶性物质(沉淀)。另一大类是氧化还原反应,本质是有电子的转移,体现氧化还原反应的特征——有化合价的升降。指出离子共存问题解决的核心,是分析离子能否满足以上条件发生离子反应。在具体例证基础上,学生认识到离子反应发生前后,某些离子浓度会发生显著变化。

## 4. 反应原理

从反应速率的角度再认识某些氧化还原反应型离子反应。研究对象:具体的氧化还原反应型离子反应,包括氯气和碱液、铜和硝酸以及高锰酸钾作为氧化剂发生的反应等。影响因素:浓度、温度、酸碱度,影响结果:一是引起反应速率变化,或是引起生成物种类变化。在素养提升方面,加强变化观的深入:能理解化学反应中量变和质变的关系(水平2);形成化学变化是有条件的观念,能运用化学反应原理分析影响化学变化的因素(水平3)。

对离子反应能量变化的再认识。从化学能向热能转化角度,回顾《化学2》中离子反应存在能量变化的典型例证,一是氢氧化钡晶体和氯化铵反应,是吸热反应;二是酸碱中和反应是放热反应。能根据实验现象归纳物质及其反应的类型(水平2),但现阶段还无法从物质微观结构揭示化学变化伴随发生的能量

转化(水平3)。

从化学能向电能转化角度,复习铜锌原电池及其反应原理,说明其离子反应的本质。进一步分析氢氧燃料电池电极反应式。表明氢气和氧气反应生成水,并不是离子反应。但通过原电池构造,提供离子导体等必要条件,形成正负极离子参与的离子反应(电极反应),将化学能转化为电能。从能量变化的角度,揭示原电池反应与氧化还原反应、离子反应的联系。自发的氧化还原反应,通过离子参与,形成闭合回路,将化学能转化为电能。

从反应的限度再认识离子反应。许多分子间的反应属于可逆反应,存在反应的限度。如合成氨反应、二氧化硫的催化氧化、氢气和碘的化合。许多离子反应,同一条件下可逆程度非常小,是不可逆反应,如溶液中发生的许多复分解反应。是不是所有的离子反应都没有限度?课上师生可探究 $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ 反应是否存在限度。实验思路是用过量的KI溶液与少量的FeCl<sub>3</sub>溶液充分反应,萃取分离出I<sub>2</sub>单质后,向溶液中滴加KSCN溶液,观察能否检验到Fe<sup>3+</sup>。若检验有Fe<sup>3+</sup>,说明Fe<sup>3+</sup>并未完全转化为Fe<sup>2+</sup>,该反应有一定的限度。然后通过实验验证假设并得出结论。通过实验探究,克服一些同学的刻板印象:因为绝大多数的复分解型离子反应是不可逆反应,就想当然的认为其它离子反应也是不可逆反应。

## 5. 反应应用

在科学实验中的应用,如离子检验等;在生产生活中的应用,如用化学沉淀法去除粗盐中的杂质离子。实际情境下,需要多视角认识离子反应的综合应用。例如某小型自来水厂净水方案设计化学原理分析(表4)。

在原理分析基础上,书写步骤1、4设计的离子反应方程式,培养“宏观—微观—符号”表征能力。追问氯气与水的反应为什么也属于可逆反应,有哪些证据?展示氯水试剂瓶内水溶液仍然是黄绿色的。城市水管末梢保持一定余氯量,嗅闻自来水有时有余氯的气味等,渗透证据推理能力培养。

探讨氯气与水反应的化学键的变化,说明次氯酸分子HClO结构,中心原子是Cl,还是O?启发学生探讨化学键的变化。写出熟悉的水、氯气和氯化氢的电子式或结构式,明晰旧键断裂、新键形成的过程。从而确认次氯酸的分子结构:次氯酸分子中的三个原子,O原子是中心原子。以上教学活动渗透了微观探



析能力培养。

利用教材,形成单元复习整体设计,见图4。

总之,遵循必修教材两个模块内容逻辑性,整合

表4 自来水厂净水方案设计流程说明和原理分析

步骤	生产工序	流程说明	原理分析
1	混凝反应	常用投加明矾、硫酸铁等电解质的方法进行处理	白色胶状物氢氧化铝,能凝聚水中的悬浮物,并能吸附色素
2	沉淀处理	沉淀池中絮状体由于重力沉降从水中分离出来	水中的颗粒沉于池底,污泥不断堆积并浓缩,定期排出池外
3	过滤处理	以石英砂等粒状滤料层通过吸附作用截留水中悬浮颗粒	进一步除去水中细小悬浮杂质、有机物、细菌等,使水澄清的过程
4	消毒处理	现采用的消毒方法是加氯消毒,并进行二次加氯	能保证城市水管末梢保持一定余氯量,以控制细菌繁殖且预防污染

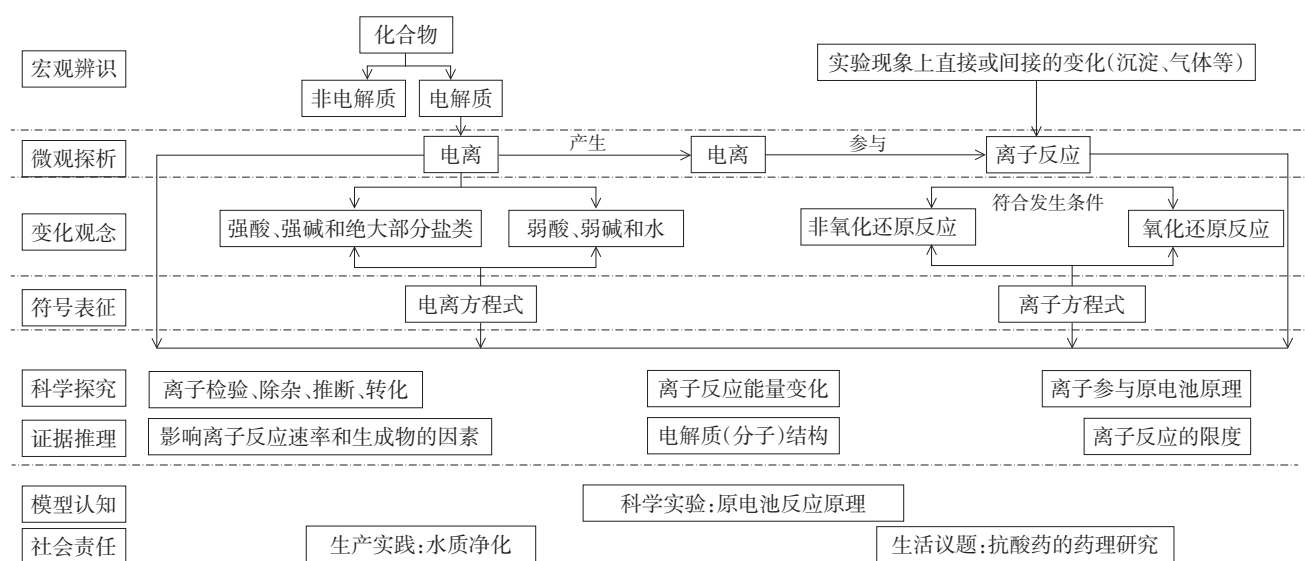


图4 离子反应(必修)单元复习整体设计

#### 四、实施计划——运用教学策略

##### 1. 学习“有根”的离子反应

就高中化学整体学习而言,新课程标准倡导有效利用化学史的素材。就本单元知识逻辑来看,离子反应的根在于对电解质概念的认识。新课程标准明确提出利用电离理论建立的化学史料,认识离子反应。

就“宏观、微观和符号”三重表征化学思维而言,“宏微结合”“追根溯源”,需要学生深入微观粒子在溶液中的行为特征,这也是化学思维的根基。

##### 2. 学习“有用”的离子反应

通过实验及探究活动再深化对电解质的电离的认识;探究溶液中离子反应的实质及发生条件。初步了解水溶液中的离子反应与离子平衡在物质检测、化学反应规律研究、物质转化的应用。

通过一些社会议题、生活问题的解决如离子反应对净化水质的作用,组织学生开展分析解释和方案设计活动,促进学生认识水溶液中的离子反应与平衡对

生产、生活和社会发展的作用。

##### 3. 学习“有理”的离子反应

物质分类观念的运用。遵循新课程标准提出的学习活动建议,利用电离、离子反应等概念对常见的物质和反应进行分类,培养学生分类观。对化合物的分类从初中根据元素种类分类,高一上学期电解质和非电解质分类法,再深入到高一下学期,根据化学键不同分类为离子化合物和共价化合物等不同角度,突出物质结构等理论工具的运用。

化学反应原理的运用。必修课程发展所有学生化学学科核心素养,兼顾不再选修化学的学生,突出离子反应在各种生活场景的应用。也兼顾将要选修化学的学生,基于必修层次的认知水平和思维能力,突出化学反应与能量变化、原电池原理、反应速率和限度等,以求得和选择性必修内容的衔接和思维进阶。

#### 五、反馈评价——教学评一致

(下转第57页)

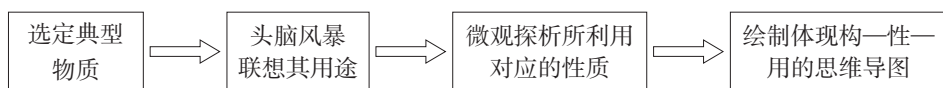


图4 学科内综合复习的思维模型

反应等角度回忆其典型性质再确定;思维导图的绘制并不是一蹴而就的,需要尝试和改进。通过持续的训练,发展“证据推理与模型认知”核心素养。

### 三、教学反思

针对高考复习进程和学生认知发展水平,采用小切口、多视角、针对性强的微专题进行复习,虽然提高了对教师的备课要求,但是增强了学生的复习获得感。本案例立足于学生的已有认知,唤醒并提升其必备知识和技能,从联想整合水在化学实验中的应用入手,帮助学生实现了不同教材模块知识的整合,扩充了认识视角;探析其广泛用途背后的原因,促进知识结构化,发展了证据推理能力素养;分析有层次的对性问题,提高了综合分析实际问题的能力;提炼可迁移复习的思维模型,强调了结构决定性质、性质决定用途、用途反映性质等化学学科观念,提倡问题分析程序化、复习思维模型化。总之,本课例立足于提升学生的“宏观辨识与微观探析”素养,带动“证据推

理与模型认知”等其他素养的提升。当然,思维导图的绘制需要学生前期有一定的基础,化学核心素养并非一两节课就能达成,因此,需要师生在后续学习过程中不间断的努力。

### 参考文献

- [1] 洪兹田,罗德炳,张贤金.基于核心素养培养的高三化学复习教学重构——以“有机制备实验”复习教学为例[J].化学教学,2019(6):60-65
- [2] 江琳才.义务教育教科书·化学(九年级上册)[M].北京:科学出版社,2008:75
- [3] 宋心琦.普通高中课程标准实验教科书(化学必修1)[M].北京:人民教育出版社,2007:7,16,27,30,50
- [4] 宋心琦.普通高中课程标准实验教科书(化学选修4)[M].北京:人民教育出版社,2007:28,85
- [5] 宋心琦.普通高中课程标准实验教科书(化学选修2)[M].北京:人民教育出版社,2007:35

(上接第47页)

注重新授课和复习课的不同特点和教学衔接。以新课程标准和学情明确复习目标,达成思维进阶。整体回顾《化学1》集中学习的离子反应知识,再精选《化学1》后续内容——元素化合物知识,以及《化学2》物质结构、反应原理和化学资源综合利用等,联系生产生活典型案例,遵从教材编排逻辑性基础上整合教学(复习)内容,发展学生化学学科核心素养。

素养为本的形成性评价。由于不同学生化学思维发展程度差异,一些同学在课堂中表现出的对电解质概念和化学反应原理的迷思和机械理解,尽可能从电解质概念的历史发展角度,用具体物质、具体反应具体分析的方法进行指导,也鼓励学生通过自主学习、深度思维,突破学生对核心概念进行学科理解的障碍。

不忘初心,方得始终。离子反应(必修)单元教学整体设计,在充分研究学情基础上,将化学学科思维进阶落脚于有内在联系的教材模块内或模块间的衔接教学,发展学生化学学科核心素养。通过期末复习,在融会贯通过程中形成的化学核心概念,将有利于学生在陌生情境下,去从容面对现实世界挑战。

化学教与学 2020 年第 12 期

### 参考文献

- [1] 袁君亚.基于学科核心素养的化学概念教学——以“离子反应”第一课时为例[J].中学化学教与学,2019(9):45-47
- [2] 邹国华,童文昭.离子反应学习进阶及其教学分析[J].化学教育,2018,39(17):22-25
- [3] 张建阳,周仕东.基于科学思维学习进阶的高一元素化合物单元整体教学设计[J].化学教育,2017,38(5):5-9
- [4] 格兰特·威金斯,杰伊·麦克泰格.追求理解的教学设计(第2版)[M].闫寒冰,宋雪莲,赖平,译.上海:华东师范大学出版社,2017
- [5] 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
- [6] 刘前树.试论化学核心素养的结构[J].化学教育,2016,37(21):4-8
- [7] 宋心琦.普通高中课程标准实验教科书·化学(1)(2)(第3版)[M].北京:人民教育出版社,2007
- [8] 王磊.普通高中课程标准实验教科书·化学(1)(2)(第3版)[M].济南:山东科学技术出版社,2007
- [9] 王祖浩.普通高中课程标准实验教科书·化学(1)(2)(第4版)[M].南京:江苏教育出版社,2007

— 57 —