



基于三重表征的“离子反应”教材编写对比分析*

马晓蕊 郑柳萍**

(福建师范大学化学与材料学院 福建 福州 350007)

摘要:本文从三重表征的视角出发,对比分析了不同版本中离子反应教材编写的差异。通过对比研究可知,三本教材的编写皆具三重表征理念,其中鲁科版的教材编写更注重宏微符的三重表征呈现方式,利于学生从不同层面把握知识点,益于促进学生灵活地应用迁移。教学中应通过优化整合,发展学生的三重表征思维。

关键词:三重表征;离子反应;教材编写

文章编号:1008-0546(2022)02x-0075-05

中图分类号:G632.41

文献标识码:B

doi:10.3969/j.issn.1008-0546.2022.02x.020

离子反应知识单元内容位于高中化学必修模块中,是高中化学重要的基础理论知识,既是教学的重点和难点,也是高考考查的重点。由于在初中的化学学习中,学生对化学反应及其现象的感知大多停留在宏观水平,且均用化学方程式来表示化学反应,缺乏对反应实质的认识。高中阶段离子反应的学习将会引导学生从微观层面来认识物质及其变化,这将是一个质的飞跃^[1]。

宏-微结合的观念是学生必备的核心素养之一,沟通宏观和微观的主要桥梁为化学符号,将宏观-微观-符号相结合的三重表征理念贯彻于离子反应的学习中,利于学生从不同层面认识物质和化学变化,更好地掌握“离子反应”的概念,明确其本质,从而清晰地掌握离子反应的不同表征,更顺利地进行迁移

应用^[2]。本文将从教材中的编排位置、相关概念(包括电解质、电离、电离方程式、酸、碱、盐及离子反应和离子方程式)、离子方程式书写方法等方面,基于三重表征的视角对不同版本中离子反应教材编写进行对比研究,以期通过对比分析三个版本化学教材编写的不同,取长补短,更高效地帮助学生基于三重表征理念建立起离子反应的知识体系,建立不同表征之间的联系,发展学生思维。

一、“离子反应”教材编写的对比分析

1. 教材中编排的位置

本文选取的教材为2019年出版的人教版^[3]、鲁教版^[4]高中化学必修第一册以及2020年出版的苏教版^[5]高中化学必修第一册,“离子反应”在教材中出现的位置及对应的主要内容见表1。

表1 不同版本教材离子反应的编排位置及对应的主要内容

版本	编排位置	对应的主要内容
人教版	第一章 物质及其变化	电解质的电离:电解质、电离、电离方程式、酸碱的定义
	第二节 离子反应	离子反应:离子反应的定义、离子反应方程式的书写步骤、离子反应的发生条件与应用
鲁教版	第二章 元素与物质世界	电解质的电离:电解质、强电解质与弱电解质、电离、电离方程式、酸碱盐的定义
	第二节 电解质的电离 离子反应	离子反应:离子反应的含义、离子方程式的书写方法、离子反应的发生条件与应用
苏教版	专题1 物质的分类及计量	电解质溶液:电解质、非电解质、电离、电离方程式、酸碱盐的定义
	第三单元 物质的分散系	
	专题3 从海水中获得的化学物质 第二单元 金属钠及钠的化合物	离子反应:强电解质与弱电解质、离子反应的含义、离子方程式的书写方法、离子反应的发生条件与应用

由表1可知,人教版与鲁科版两版关于“离子反应”的知识点都比较集中,其编排依据主要遵循理论

知识内在的逻辑顺序,更具条理化,利于系统的学习。而在苏教版中“离子反应”的相关知识点分布较

*本文系福建省本科高校教育教学改革项目“‘化学+生物’复合型硕士层次高中教师培养试点研究”(FBJG20200345)阶段性研究成果。

**通信联系人, E-mail: zlpfjnu@163.com



分散,在专题1和专题3中均有涉及,其编排主要依据学生的心理发展特点以及认知发展规律,分散学习难点,利于学生的深刻理解。

2. 离子反应相关概念的建构

(1) 电解质、电离、电离方程式的概念

在电解质、电离、电离方程式的概念建构方面,三个版本的处理方式如表2所示。由表2可知,“电解质—电离—电离方程式”这一知识体系在三本新教材中皆体现了三重表征理念,只是在每种水平上对相关概念的编写处理的方式及详略略有不同。在人教版和鲁科版中对于电解质宏观表征的处理上,利用实验更有利于提供直观的感性认识,也有利于提高实验探究的能力;苏教版仅通过回顾初中做过的物质导电性实验来构建学生的宏观表征,缺乏对

比,对于有的学生来说可能不够直观、深刻,从而对后续不同表征间的联系可能会产生影响。在微观表征的处理上,在人教版中有多种状态下NaCl导电的微观示意图,鲁科版有NaCl晶体的结构模型与NaCl溶于水发生电离的示意图,两版皆有详细的文字说明,利于学生对电离的概念在微观层面上有更清晰的理解,在苏教版中仅给出NaCl在水中电离的微观示意图,缺乏相关的文字说明,如若在课堂上未清晰理解老师的讲解,可能容易在课后的巩固复习中影响微观表征上的掌握。在符号层面,即电离方程式,三本新教材的处理并无差异。在苏教版中明确给出了非电解质的定义,利于学生通过对比更深刻地了解电解质的定义,而人教版和鲁科版中并没有给出相关概念。

表2 不同版本教材电解质、电离、电离方程式的概念建构

版本	教材中该知识点的建构方式		表征层面
人教版	电解质	探究NaCl固体、KNO ₃ 固体、蒸馏水、NaCl溶液、KNO ₃ 溶液这五种物质的导电性,回忆初中的酸碱盐导电性实验,指出NaCl、KNO ₃ 等固体加热至熔融状态也具有导电性,给出电解质的定义	宏观
	电离	给出电离的定义以及干燥的NaCl固体不导电的微观示意图、NaCl在水溶液和熔融状态下导电的微观示意图	微观
	电离方程式	给出电离方程式的定义以及NaCl、KNO ₃ 、HCl、H ₂ SO ₄ 、HNO ₃ 的电离方程式	符号
鲁科版	电解质	观察、思考固体NaCl、熔融状态的NaCl、NaCl溶液的导电性实验,给出电解质的定义	宏观
	电离	给出电离的定义以及NaCl晶体的结构模型和NaCl溶于水的微观电离示意图	微观
	电离方程式	给出电离方程式的定义以及NaCl的电离方程式	符号
苏教版	电解质	回忆初中所学的可溶性酸碱盐溶于水形成的溶液具有导电性,指出NaCl、NaOH等固体加热至熔融状态也具有导电性,给出电解质的定义(给出非电解质的定义)	宏观
	电离	给出电离的定义以及NaCl在水中的电离微观示意图	微观
	电离方程式	给出电离方程式的定义以及H ₂ SO ₄ 、NaOH、NaCl的电离方程式	符号

此外,关于电解质的分类,鲁科版和苏教版呈现了强、弱电解质的概念,而人教版中未体现,具体建构方式见表3。鲁科版的相关内容位于“拓展视野”栏目,苏教版位于“实验探究”栏目。由表3可知,鲁科版和苏教版都通过实验表明:在相同温度下,相同浓度的强电解质溶液比弱电解质溶液的导电性强,使学生获得强、弱电解质溶液导电性不同的宏观表征,在此基础上,引导学生了解微观层面上的差异,即电离程

度不同的相同浓度的电解质其导电能力具有差异,从而获得强、弱电解质的概念。在苏教版中又利用了电离方程式来表示电离过程,使学生能够在符号水平上进一步的区分强、弱电解质。因此苏教版在必修中对“强、弱电解质”的概念即基于三重表征理念进行呈现,意在帮助学生建构三重表征思维,更加透彻地理解概念。而鲁科版和人教版则根据课标要求,在必修阶段暂没有完整呈现或不出现强弱电解质概念。



表3 不同版本教材强、弱电解质的概念建构

版本	教材中该知识点建构的呈现过程	表征层面
鲁科版	相同温度下,相同浓度的盐酸比醋酸溶液的导电性强	宏观
	HCl在水中完全电离,而CH ₃ COOH在水中只是部分电离	微观
苏教版	当物质的量浓度相等时,醋酸溶液和氨水的导电能力明显弱于盐酸和氢氧化钠溶液的导电能力	宏观
	HCl、NaOH在水溶液中能完全电离,而CH ₃ COOH、NH ₃ ·H ₂ O在水溶液中只发生部分电离	微观
	$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$	符号

(2) 酸碱盐的概念

关于酸、碱、盐的定义,在人教版中是通过给出学生较为熟悉的酸的电离方程式,启发学生从微观电离层面认识酸的本质,给酸下定义,而对碱的定义未直接给出,而是通过“思考与讨论”栏目让学生写出相关碱的电离方程式,参考酸的本质,尝试从电离角度出发概括碱的定义,未提及对盐定义的处理。在苏教版和鲁科版中,都是通过给出常见的酸、碱、盐的电离方程式,启迪学生从微观层面认识酸、碱、盐,并重新对它们重

新下定义,在苏教版中设置了“学以致用”栏目对学生的学习效果进行检验。在鲁科版中回顾了可用酸碱指示剂检验溶液酸碱性,介绍了可用pH计测定溶液酸碱度(见图1)。可见,在鲁科版中对于酸碱盐的新定义的处理同样具有三重表征体系,即“酸碱性/酸碱度—电离—电离方程式”,在人教版和苏教版中未形成,但在人教版中设置的“思考与讨论”栏目利于学生学习方法的掌握以及微粒观的构建,在苏教版中设置的“学以致用”栏目有益于获得学生学习成果的及时反馈。

电解质溶液中存在自由移动的阴、阳离子,因而溶液会表现出一定的性质,如颜色、酸碱性和导电性等。我们可以直接观察到相应的现象或借助仪器检测到pH、电导率等相关数据。例如,含有某些离子的电解质溶液会呈现出一定的颜色且溶液的颜色随着所含离子浓度的加大而加深,据此可以利用比色计测定溶液中相关离子的浓度。再如,溶液中的H⁺或OH⁻会使溶液表现出酸性或碱性,可以利用酸碱指示剂检验或利用pH计测定溶液中H⁺或OH⁻的浓度。



比色计



pH计

图1 鲁科版中关于酸、碱、盐定义的宏观表征

(3) 离子反应和离子方程式的概念

在帮助学生理解掌握离子反应和离子方程式的概念方面,由表4可知,人教版是通过实验探究进行,向Na₂SO₄稀溶液中加入BaCl₂稀溶液,分析Na₂SO₄和BaCl₂的电离方程式以及混合前后溶液中的离子,从实验现象,即宏观层面可知该反应生成了白色沉淀,写出对应的化学方程式,再利用电离方程式,从微观角度探析其实质,继而得到符号表征的离子方程式,最后总结二者的概念。在鲁科版中,利用稀硫酸与Ba(OH)₂溶液反应的导电性实验,分析反应的微观实质,再结合“交流·研讨”栏目,通过分析各组电解质电离所产生的离子与混合后化学反应发生的实质,以及反应前后溶液中电解质所产生的离

子的种类和数目的变化总结出离子反应概念,接着指出在符号表征上可用离子方程式表示。在苏教版通过对Na₂CO₃溶液分别与澄清石灰水、CaCl₂溶液反应的宏观表征相同,其微观实质是否也相同进行讨论交流,引出离子反应的概念,再指出二者的符号表征,即离子方程式。

综上所述,可知,在三本教材关于离子反应和离子方程式的概念皆基于“宏观—微观—符号”三重表征体系,人教版呈现方式为“实验现象—微观实质—离子方程式”,鲁科版为“溶液颜色及电导率的变化—微观实质—离子方程式”,苏教版为“反应现象—微观实质—离子方程式”。

3. 离子方程式书写方法



表4 不同版本教材中离子反应和离子方程式的概念建构

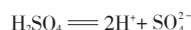
版本	教材中相关概念建构的呈现过程		表征层面
人教版	实验现象	向Na ₂ SO ₄ 稀溶液中加入BaCl ₂ 稀溶液,观察实验现象	宏观
	微观实质	当Na ₂ SO ₄ 稀溶液中加入BaCl ₂ 稀溶液混合时,Na ⁺ 、Cl ⁻ 都没有发生化学反应;而Ba ²⁺ 与SO ₄ ²⁻ 发生了化学反应,生成难溶的BaSO ₄ 白色沉淀	微观
	离子方程式	SO ₄ ²⁻ + Ba ²⁺ = BaSO ₄ ↓	符号
鲁教版	溶液颜色及电导率的变化	向Ba(OH) ₂ 溶液中滴入几滴酚酞溶液,然后向Ba(OH) ₂ 溶液中匀速逐滴加入H ₂ SO ₄ 溶液,注意观察溶液中的现象和溶液电导率的变化	宏观
	微观实质	稀硫酸与Ba(OH) ₂ 溶液反应的实质是溶液中的H ⁺ 与OH ⁻ 结合生成难电离的水、Ba ²⁺ 与SO ₄ ²⁻ 结合生成硫酸钡沉淀,导致溶液中离子浓度的降低	微观
	离子方程式	2H ⁺ + SO ₄ ²⁻ + Ba ²⁺ + 2OH ⁻ = BaSO ₄ ↓ + 2H ₂ O	符号
苏教版	反应现象	Na ₂ CO ₃ 溶液分别与澄清石灰水、CaCl ₂ 溶液反应,都有白色的CaCO ₃ 沉淀生成	宏观
	微观实质	碳酸钠溶液分别与澄清石灰水、氯化钙溶液的反应,Na ⁺ 、OH ⁻ 、Cl ⁻ 之间没有发生化学反应,其实是溶液中的CO ₃ ²⁻ 与Ca ²⁺ 结合生成难溶的CaCO ₃ 白色沉淀	微观
	离子方程式	CO ₃ ²⁻ + Ca ²⁺ = CaCO ₃ ↓	符号

关于离子方程式的书写方法,人教版以Na₂SO₄溶液和BaCl₂溶液反应为例,苏教版以Na₂CO₃溶液和盐酸反应为例,两版均介绍了传统的“四步法”,即“写、拆、删、查”。鲁科版在“资料在线”栏目也介绍了“四步法”,此外在“方法引导”栏目中详细介绍了离子方程式的另一种写法书写方法,即“三步法”,以稀硫酸与Ba(OH)₂溶液反应为例,详细地介绍了书写步骤(见图2)。由图2可知,第一步涉及宏观、微

观、符号三种表征;第二步涉及微观表征;第三步涉及符号表征。可见,鲁科版中的离子方程式书写方法知识点具有三重表征体系,利于学生构建三重表征之间的联系,促进学生理解物质在溶液中存在的微粒形式及微粒间的相互作用,进而更清晰地掌握离子反应的实质,这种书写方式相较于常规的“四步法”对学生的要求可能会更高,但能更充分地利用离子方程式的教学功能^[6]。

1. 明确反应物在溶液中的主要存在形式及微粒数量关系,分别用离子符号或化学式表示

分析反应物在水溶液中的主要存在形式。对于易溶于水、易电离的反应物(如强酸、强碱、可溶性盐),根据其电离方程式明确溶液中存在的离子,写出它们的离子符号;对于其他反应物,则用它们的化学式来表示。对于稀硫酸与Ba(OH)₂溶液的反应来说:硫酸的电离方程式为:



溶液中存在H⁺和SO₄²⁻,两种离子的物质的量之比为2:1;

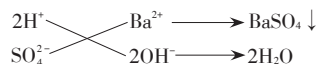
氢氧化钡的电离方程式为:



溶液中存在Ba²⁺和OH⁻,两种离子的物质的量之比为1:2。

2. 确定发生化学反应的微粒、产物及其数量关系

判断微粒中哪些能够相互作用生成难溶、难电离或具有挥发性的物质,用化学式表示这些物质,并标注发生化学反应的微粒之间的数量关系。对于稀硫酸与Ba(OH)₂溶液的反应来说:



硫酸与氢氧化钡在水溶液中的反应是因H⁺与OH⁻结合生成水、Ba²⁺与SO₄²⁻结合生成硫酸钡沉淀而发生的,且生成水的物质的量是硫酸钡的物质的量的2倍。

3. 写出离子方程式并配平

将相互作用的微粒的符号写在等号左边,把微粒之间作用结果的符号写在等号右边,并根据电荷守恒以及原子种类和微粒量守恒配平离子方程式。稀硫酸与Ba(OH)₂溶液反应的离子方程式为:

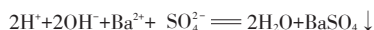


图2 鲁科版中关于“三步法”的书写步骤



二、结论与建议

1. 结论

本文基于三重表征的视角对不同版本中离子反应教材编写进行对比分析,得出以下结论:

(1)不同版本关于“离子反应”知识单元的编写,皆具三重表征理念,其中鲁科版的教材编写更注重宏微符的三重表征的结合,利于学生从不同层面把握知识点,益于促进学生灵活地应用迁移。

(2)宏观表征描述现象,微观表征揭示原理,符号表征彰显思维,故以三重表征为基础对离子反应进行教材编写,不仅能凸显化学学科的特征和本质,还有益于教师更好地把握教材内容和学生化学核心素养的发展。

(3)三重表征对化学学习有重要影响,教材中适当内容的编写以三重表征理念为依据有利于促进三重表征的教学,有助于学生对概念的深入理解,有益于提升学生解决综合问题的能力。

2. 建议

高中生往往在从微观层面上理解化学反应、通晓化学方程式的符号含义以及在不同表征水平进行转换这几个方面存在困难,而导致障碍的缘由主要是微观世界的抽象性、化学符号的复杂性、化学方程式配平的数学化、教材编制的局限性、化学三重表征教学的困难性^[7]。针对上述存在的问题以及本文的研究提出以下几点建议:

(1)不同版本教材编写各有所长,教师应进行深入的对比分析,结合核心素养的内涵,不拘泥于某一版本的教材,结合学生实际情况择优选取、整合不同版本的内容进行教学,从而更高效地促进学生核心素养形成和发展,构建起“用教材教”的化学教学新常态。

(2)教师在教学中要注意强调三种表征的结合,注重将知识的学习与学生生活实际相联系,防止学生只是机械、片面地掌握三种表征形式,缺乏深刻理解。

(3)直观教学能够给予学生丰富的感性认识,在教学过程中教师因重视多媒体的辅助教学,适当利用多媒体技术弥补教材编写的局限性,帮助学生理解抽象的微观世界,加强宏微符的结合,促进学生三重表征思维方式的形成。

(4)教师在平时教学中,需有意识地培养学生三重表征思维,让学生在学习过程中逐渐建立三重表征的知识体系,使得学生在对应情景下,能够用三重表征的思维模式思考问题、解决问题。如在离子方程式书写中,教师应重视“三步法”的教学,让学生能在宏微符相结合的基础上抓住反应的本质,掌握书写方法,避免离子方程式书写的机械化,促进学生从微观角度认识离子反应实质,提高学生在不同表征之间的转换能力。

(5)在教学过程中要注意结合实际教学情况,合理补充素材,创设可行的情景教学,因地、因人制宜积极开发教学资源以促进学生三重表征思维的形成。

参考文献

- [1] 胡久华,王磊,支瑶等.促进学生认识发展的“电离和离子反应”专题的单元整体教学研究[J].化学教育(中英文),2013,34(4):44-49.
- [2] 郑艳秋.基于三重表征的离子反应教学设计研究[D].济南:山东师范大学,2018.
- [3] 人民教育出版社,课程教材研究所,化学课程教材研究开发中心.普通高中教科书(化学必修第一册)[M].北京:人民教育出版社,2019.
- [4] 王磊,陈光巨.普通高中教科书(化学必修第一册)[M].山东:山东科学技术出版社,2019.
- [5] 王祖浩.普通高中教科书(化学必修第一册)[M].江苏:江苏凤凰教育出版社,2020.
- [6] 陈新华.不同版本教材“离子反应”编写的对比分析[J].福建基础教育研究,2019(10):124-126.
- [7] 张丙香,毕华林.中学生化学反应三重表征的困难及原因分析[J].教育科学研究,2013(6):67-71.

