

从分散系的角度入手突破重难点

——《离子反应》一课教学探析

马素华

(西安交通大学苏州附属中学, 215000)

摘 要:“离子反应”概念的建立及其符号表征将宏观现象和微观组成紧密联系起来,是培养学生宏观辨识与微观探析素养的重要内容。基于学生的已有认知,尝试从分散系的角度入手突破重难点,帮助学生建立离子反应的概念,培养宏观辨识与微观探析素养。

关键词:高中化学;分散系;离子反应;宏观辨识与微观探析

化学是在原子、分子水平上研究物质的组成、结构、性质、转化及其应用的一门基础学科,其特征是在微观层次认识物质,在不同层面创造物质。“离子反应”概念的建立及其符号表征将宏观和微观现象组成紧密联系起来,是培养学生宏观辨识与微观探析素养的重要内容。常规的“离子反应”教学是从电解质电离的角度入手的。实践发现,很多学生并不知道离子浓度大小和溶液的导电性存在正相关,学生缺少从电解质电离的角度进行认知的基础。基于学生的已有认知,笔者认为,可以从分散系的角度入手探析离子反应,并做了教学尝试。

一、教前思考

(一) 解读课标和教材

《普通高中化学课程标准(2017 年版

2020 年修订)》对“离子反应”有单独的条目要求。“离子反应”作为一个重要知识点,以节标题形式出现,以电解质的电离、电解质在水溶液中的反应为基础而展开。由此可见,离子反应作为一个教学单元或课时处理均可。从教材体系看,离子反应作为化学反应的一个类别,贯穿整个高中化学学习,起着承上启下的作用:“承上”是指本节内容引入了离子反应的概念,同时进一步研究了酸、碱、盐在水溶液中的反应特点和规律,是初中溶液导电性实验以及酸、碱、盐电离知识的延续和深化;“启下”是指本节内容是学生后面学习电解质溶液理论知识的基础,对溶液中的氧化还原反应、弱电解质的电离、盐类的水解反应等方面知识的学习起到铺砖引路的作用。

（二）分析学情

由于初中化学教材弱化了“酸、碱、盐”知识的系统性，学生在初中化学学习中对“酸、碱、盐”部分的知识以零散的记忆为主，只是初步知道“酸、碱、盐”的概念，并无与之关联的知识储备。初中学生知道部分物质“分散”在水中、“生成”离子，而不知道离子在溶液中的具体行为。进入高一之后，在学习离子反应之前，学生已经对溶液、胶体、浊液等分散系有了初步的学习，对分子、离子、胶粒、小颗粒及小液滴等“微粒”大小有了初步的认识，并学会了根据“微粒”大小区分不同分散系的实验方法，所以从分散系的角度引导学生从宏观走向微观，建立离子反应概念，认识离子反应实质以及利用离子反应解决生产、生活中的实际问题，是一条特殊而有效的路径。

（三）确定目标

基于上述分析，确定本课的教学目标如下：

1. 观察碳酸钠固体、氯化钙固体溶解配制溶液分散系的实验，感受宏观物质溶解、电离形成微观离子的变化过程。
2. 观察溶液分散系混合变成浊液分散系的实验，学会从微粒种类、数量变化的视角，体会离子间发生反应的过程，建立离子反应的概念。
3. 估算浊液分散系中颗粒的大小，认识离子反应的实质，推理复分解型离子反应发生的条件。
4. 通过对硫酸厂的废水中微量硫酸的处理，学会离子反应的符号表征——离子方程式的书写，从微观视角解决生产、生活中的实际问题，同时感受化学学习的意义和价值。

二、教学过程

（一）配制溶液分散系，感受物质从宏观固体到微观离子的变化过程

（教师请两名学生分别将适量碳酸钠固

体、氯化钙固体加入盛有适量蒸馏水的两只烧杯中，充分搅拌后，全班传看，观察现象。观察发现：两个烧杯中的固体均“消失”了。）

师 碳酸钠固体、氯化钙固体去哪儿了？

生 都溶于水了。

师 它们溶于水形成了哪类分散系？可用什么办法证实自己的推测？

生 烧杯中液体澄清，所得分散系不是浊液，可能是溶液。

师 会不会是胶体呢？怎么证明该分散系到底是溶液还是胶体？

生 可以通过丁达尔效应实验来验证。

（教师用激光笔分别照射两只烧杯中的液体，并请两名学生从垂直于光线的方向观察。观察发现：并没有出现丁达尔效应。）

生 由此可知，碳酸钠固体、氯化钙固体分散在蒸馏水中，得到了相应的溶液，溶液中存在的是组成碳酸钠、氯化钙的相应离子。

师 固体物质从看得见过程，是宏观现象反映出微观的变化过程。请同学们交流讨论，分析两种溶液的微观组成并用化学符号及化学用语表示。

（学生交流，教师巡视，选取并展示学生的典型作品，如图1所示。）

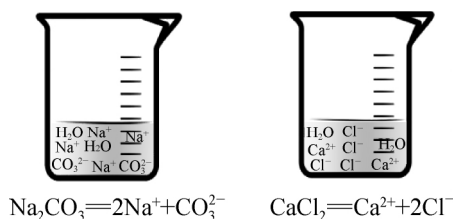


图1

课始，教师创设真实的实验情境，引导学生通过动手实验、观察、分析、设计实验方案并验证等多种学习活动，以及层层递进的问

题,对宏观物质的“消失”到“产生”相应的微观离子的过程,形成初步的认识。

(二) 对比分散系中微粒种类、数量的变化,体会离子间反应形成浊液分散系的过程

师 若将这两种溶液混合,得到的分散系还是溶液吗?

(教师将上述两种溶液混合在一起,学生观察实验现象:如图2所示,生成大量白色沉淀。)



图2

师 得到的分散系是非常明显的浊液,那该浊液的分散质是什么呢?

生 是碳酸钙的固体小颗粒。

师 从定量的角度分析,两种溶液混合前后各种微粒的大小、种类、数量等发生了什么变化?

(学生交流。)

师 (小结)通过交流讨论,我们知道:混合前粒子的种类有 H_2O 、 Na^+ 、 CO_3^{2-} 、 Ca^{2+} 、 Cl^- ,混合后粒子的种类为 H_2O 、 Na^+ 、 Cl^- 、 CaCO_3 颗粒;混合前后 Na^+ 、 Cl^- 的数量没有变化,依然有 10 的几十次方之多,而 CO_3^{2-} 、 Ca^{2+} 的数量则大大减少,二者相互反应结合成了固体小颗粒,其微粒大小也从小于 1 纳米增大到大于 100 纳米。

通过问题串,将微观的肉眼看不见的微粒结合与宏观的肉眼可见的沉淀对应,从定性转入定量,学生想象和推理思维被调动起来,求知欲迅速提升到更加活跃的状态。由此,很自然地构建出“离子反应”的概念,即为溶液中有离子参加的反应。碳酸钠溶液与氯化钙溶液反应的实质是 $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow$ 。

(三) 估算浊液分散系中固体小颗粒的大小,认识离子反应的实质及发生条件

师 碳酸钠溶液与氯化钙溶液混合之前,

CO_3^{2-} 、 Ca^{2+} 的数量与 Na^+ 、 Cl^- 的数量都是 10 的几十次方之多,而混合之后 Ca^{2+} 和 CO_3^{2-} 因为反应生成 CaCO_3 而减少。推测一下,你们看见的颗粒是多少个 Ca^{2+} 和 CO_3^{2-} 结合形成的呢? 1 个、3 个、5 个、10 个还是更多?

(部分学生回答 1 个、3 个、5 个,更多的学生表现出迷茫。)

师 分散系溶液中的离子、小分子大小是多少? 悬浊液中小颗粒大小是多少?

生 离子、小分子小于 1 纳米,小颗粒大于 100 纳米。

师 为了方便估算,若将离子大小视为 0.4 纳米,固体小颗粒视为 400 纳米,再将一个离子想象成一个乒乓球大小(直径 40 毫米),则固体小颗粒相对乒乓球而言有多大呢?

生 直径 1000 倍,体积 10^9 倍,相当于一个 40 米长、宽、高的教室与一个乒乓球的大小关系。

师 一个 40 米长、宽、高的教室能装下多少个乒乓球?

生 很多很多,数不清。

师 肉眼可见的碳酸钙小颗粒是多少个 Ca^{2+} 和 CO_3^{2-} 结合形成的?

生 无数个,10 的几十次方个。

师 从定量的角度分析,离子反应发生的条件实质上是什么?

生 溶液中粒子之间相互结合而使离子数量大大减少,离子浓度减小。

师 离子间一定要结合形成小颗粒,才会使其减少吗?

生 离子间结合生成气体、水等弱电解质,也可以使其数量和浓度大大减少。

本环节的第一个问题旨在将学生的思维从宏观引向微观,但意想不到的是,部分学生回答 1 个、3 个、5 个,更多的学生表现出迷

茫。学生对微观的想象与推理以及微观与宏观的联系是缺乏思考习惯和思维方法的。因此,教师在教学中有意识地引领学生在想象和推理中真切体验微观反应的过程,在估算中感受微观反应的存在。通过引导分析、打比方和估算推理,学生轻松归纳出复分解反应类型离子反应发生的条件:离子间反应生成沉淀、气体、水等弱电解质。同时,这样的过程也让学生更加清晰地感受到了微粒之间发生的真实变化过程。

(四) 结合离子反应的本质,解决生产实际问题

师 某硫酸厂的废水中含有微量硫酸,请你利用本节课所学知识,设计实验方案对污水进行处理,使其能达标后排放。请用离子方程式表示反应原理。

生 $\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O} + \text{BaSO}_4 \downarrow$ 。

生 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$, $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4 \downarrow$ 。

生 $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{BaSO}_4 \downarrow$ 。

师 三位同学选用的除污试剂都是氢氧化钡溶液,欲将废水中的硫酸根离子转化为沉淀,氢离子中和碱生成水,从而达标排放,原理上均为最佳方案。但离子方程式的表达出现了分歧,到底谁对谁错呢?(学生各执己见。)

师 硫酸与氢氧化钡的反应在同一溶液体系中, H^+ 与 OH^- 的反应及 SO_4^{2-} 与 Ba^{2+} 的反应不用人为地分开;同时, H_2SO_4 电离出的 H^+ 和 SO_4^{2-} 以及 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 电离出的 Ba^{2+} 和 OH^- ,要符合物质的实际化学组成。

(经过讨论和教师指点,学生最终一致认同第三个离子方程式正确。)

课尾,通过废气、废水、废渣处理这一社会热点问题,加强离子反应符号表征的练习,

并引导学生归纳出离子方程式书写的要点:写、拆、删、查。在培养学生宏观辨识与微观探析素养的同时,渗透培养学生的科学态度与社会责任素养。

三、教学反思

《离子反应》一课的教学重点和难点之一,在于如何让学生从宏观现象联系到微观变化,通过离子种类、数目、浓度等微观变化建构离子反应的认知观念。很多参考资料都是以溶液中离子浓度的改变会影响溶液的导电性,借助导电性或者导电率来让学生认识溶液中离子浓度变化的。但是在笔者看来,学生并不知道离子浓度大小和溶液的导电性存在正相关,需要教师直接告知或者搭一个台阶,属于“被告知而后知道”。因此,笔者尝试从学生已学的分散系角度入手:溶液分散系中离子是非常小的,小于1纳米;而混合后产生浑浊,说明变成了浊液分散系,浊液中的小颗粒直径大于100纳米,比离子大得多。所以,可以通过估算离子形成颗粒的数量及大小,让学生深刻认识到肉眼可见的浑浊现象,源于溶液中肉眼看不见的大量离子之间的反应,其实质是使溶液中离子浓度发生了改变。

学生对离子反应的实质有了较为清晰的认识之后,自然而然对离子反应的表达形式——离子方程式就容易掌握了。以生成沉淀这种类型的离子方程式作为铺垫,探讨离子反应发生的条件,了解生成沉淀、生成气体、生成水等弱电解质类型的离子方程式。此时,让学生自主尝试书写各类离子方程式,通过展示、交流大家的书写过程,提炼思路。最后,组织学生利用所学的知识解决社会问题,以硫酸厂的废水处理为情境,将硫酸和氢氧化钡反应的离子方程式拿出来讨论,将学生书写的典型形式加以展示,让学生分析讨论,进而发现可能存在的问题,归纳书写离子方程式的一般方法。