

以微粒观促进学生对化学知识的深入理解*

——以“弱电解质的电离”教学为例

陈瑞雪

(北京市朝阳区教育研究中心 100028)

摘要 “微粒观”是化学学科的基本观念之一，具有微粒观能促进学生对化学知识深入系统地理解。在中学化学教学中，微粒观是从不同阶段、不同维度、不同水平进行建构的。“弱电解质的电离”教学设计基于学生“微粒观”的建构，以促进学生对“弱电解质的电离”的深层理解。分析了学生对“微粒观”的理解和认识基础，设计了“弱电解质的电离”的关键教学活动。

关键词 教学活动 微粒观 弱电解质的电离 观念建构 化学观念

1 问题的提出

《普通高中化学课程标准（实验）》在课程目标中明确提出“……形成有关化学科学的基本观念^[1]”。微粒观是化学基本观念的重要组成部分，也是化学基本观念最基础的部分，从微观视角认识和考察物质世界亦是学生学习化学后应掌握的重要思维方法。当前对物质的微观性较为统一的认识包括^[2~5]：（1）物质是由微粒构成的；（2）构成物质的粒子是极其微小的；（3）微粒总是在不断地运动；（4）微粒间有一定的间隔；（5）微粒间存在着相互作用。

何彩霞老师提出应该整体把握和实施微粒观的建构，将具体知识的学习和化学观念的建构有机整合，并以具有统摄力的科学主题（系统与相互作用、尺度与结构、变化的形式）为视角，按照“科学主题——化学观念（微粒观分为微粒的存在、微粒的运动和变化、微粒间相互作用3个方面）——内容主题——基本理解（具体内容）”的思路来分析和把握学生对微粒观的认识发展层次^[6]。

笔者认为基于微粒观建构的教学最关键的步骤是将微粒观的基本内涵内化在知识分析、学生情况分析、教学目标制定，外显于教学环节设计和教学策略的使用中，使教师明确每一教学环节的设计意图是如何帮助学生将认识角度从宏观向微观、从现象向本质转变，丰富和发展学生从微观角度认识和理解物质及其变化，逐渐将具体概念知识的学习转化为学生的化学观念。本文尝试进行在具体教学过程中建构微粒观，促进学生对化学知识深入系统的理解。

2 “微粒观”的理解与学生“微粒观”认识分析

2.1 对“微粒观”的理解

微粒观是从微观的角度，从微粒的种类、微粒的存在、微粒的相互作用、微粒的运动和变化以及微粒数量等层面，形成对化学物质及其变化的认识。是学生知识积累后认识上质的飞跃。具体包括以下5个方面：

微粒的种类：物质都是由原子、分子、离子等基本微粒构成的，这些微粒很小很小。微粒种类的变化与物质发生反应的关系。

微粒的存在：组成物质的微粒是客观存在的，微粒的存在形态与微粒的种类、微粒所处环境、微粒间的相互作用有关。微粒的存在可以进行定性和定量描述。

微粒的相互作用：微粒间存在着强相互作用和弱相互作用，微粒间发生化学变化的实质就是强相互作用代替弱相互作用。

微粒的运动和变化：微粒是运动的，有间隔的。微粒的运动和变化是有规律可循的。

微粒的数量：物质的量是表示含有一定数目粒子的集合体。微粒数量的变化与物质发生反应的关系。

2.2 学生“微粒观”认识的基础和发展分析

以“弱电解质的电离”为例，学生对“微粒观”的认识基础和发展分析如下。

2.2.1 认识基础分析（见表1）

2.2.2 认识发展分析

学习“弱电解质的电离”后，从定性和定量2

* 北京教育学院学科教育学重点学科建设项目成果

个层面发展了学生对化合物及电解质分类的认识,尤其发展了学生定量地看待物质电离的认识。同时发展学生动态的微粒观,认识到弱电解质电离不像强电解质那样只是单向电离,生成的离子还可以再结合成分子,处于一种动态的结合与离解过程中;深化了对水溶液中电解质的存在形式和微粒间相互作用的认识;发展了从微观角度分析水溶液中电解

质存在的微粒形式及微粒间相互作用的思路和方法,从微观的视角认识弱电解质的电离,即弱电解质—电离行为(部分电离)—电离结果(电离平衡)—动态平衡,提高了学生认识水溶液中物质及其变化的水平和能力。学生具备了理解盐类的水解反应、难溶电解质的沉淀溶解平衡等的认识能力。

表1 学生对“微粒观”的认识基础

认识角度	已有认识	不具备的认识
微粒的存在和种类	强电解质电离,溶液中只有水分子和溶质的离子,认为水分子不发生电离	电解质在水中的电离程度不同,弱电解质的溶液中除水分子和溶质电离的离子外,还存在溶质分子
微粒间的相互作用	强电解质如氯化钠在水分子的作用下发生电离;离子之间的相互作用可以生成沉淀、气体和水,从而发生离子反应	弱电解质电离生成的离子可以相互结合成溶质分子,溶质分子在水分子的作用下电离成离子
微粒的运动变化	强电解质的电离是单向的	弱电解质的电离是可逆的,处在动态平衡中
微粒的数量	强电解质100%电离	弱电解质部分电离,其电离的程度需要用电离平衡常数或电离度表征
学生微粒观认识的思维特点	静态、定性	动态、定量

2.2.3 认识发展的重点、难点

重点:学生能够从微粒的种类、微粒的数量、微粒间的相互作用等角度认识弱电解质在水溶液中的电离平衡,对于弱电解质分子、离子同时存在的平衡体系,能够认识微粒种类和数量的改变对电离平衡移动的影响及结果。

难点:从定量的角度认识弱电解质电离平衡的存在,能从微观的角度解释弱电解质电离平衡移动的原因,并能将弱电解质电离平衡移动与化学平衡联系起来,为盐类水解平衡的学习打下认识基础。形成动态的微粒观。

3 基于“微粒观”的“弱电解质的电离”教学

采用问题驱动、学生自主建构与教师引导相结合,学生能从微观和定量的角度认识弱电解质的电离。也就是从实验发现问题,提出假设,再进行实验验证,得出的结论再用于解释问题,从而促进学生基于微粒观建构下的弱电解质电离的本质理解。关键活动设计如下。

3.1 基于实验,提出问题,引发思考

【实验1】相同条件下1 mol/L的NaCl溶液、 $C_{12}H_{22}O_{11}$ 溶液、盐酸、 CH_3COOH 溶液的导电性实验。

【问题1】请描述实验现象,试着从溶质溶于水后是否发生电离以及自由移动的离子浓度的角度

解释实验现象。

设计意图:通过导电性实验,复习电解质概念,引导学生对导电现象从电解质在水中电离的角度思考有没有自由移动的离子,进而进入到自由移动离子多少的思考。在醋酸溶液导电性弱的事实面前,学生原有认知在面对分类问题时出现认知冲突,从而产生继续学习、探究的欲望。

【问题2】从微观的角度猜想相同条件下、相同浓度的盐酸和醋酸导电性不同的原因,并设计实验,寻找实验证据支持或否定你的猜想。

设计意图:在学生已有知识的基础上,聚焦问题,引导学生按照溶质与水分子相互作用发生电离,电离的离子数量不同的思路进行猜想,进而为学生关注到水溶液中微粒的种类打下认识基础。

【实验2】相同条件下,1 mol/L盐酸和 CH_3COOH 溶液分别与相同大小的大理石块反应。

【实验3】使用pH试纸或pH计,测定相同条件下0.1 mol/L盐酸和 CH_3COOH 溶液的pH。

设计意图:通过实验1导电性实验达到2个目的,第一是进一步巩固电解质和非电解质的概念,第二从定性角度初步认识电解质溶液导电能力有所不同,引发学生进一步思考。

通过实验2和实验3,从定性和定量的角度,将学生对电解质分类的关注聚焦到微粒种类和数量的角度,初步形成强电解质和弱电解质的概念。

本环节通过问题和实验,使学生的思维从微粒种类、微粒存在、微粒间相互作用、微粒数目的角度,初步聚焦到强电解质和弱电解质概念上。

3.2 基于实验,分析问题,初建概念

【问题3】在同浓度的盐酸和醋酸与碳酸钙的反应中,你观察到了什么现象?这个现象是否支持你的假设?为什么?

设计意图:从环节1到环节2是一个探究的过程:学生基于导电性实验提出假设——设计实验验证假设——分析实验现象论证假设是否成立,因此问题3起到引导学生将探究的过程完整化并引起学生对核心问题的思考。

【问题4】请你描述你认为醋酸在水中是如何电离的?你认为相同条件下,相同浓度的盐酸和醋酸溶液的 $c(\text{H}^+)$ 如何?你认为醋酸在水中的电离具有什么特点?可以设计怎样的实验进行验证?

【演示实验】0.1 mol/L CH_3COOH 溶液中加入少量 $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 晶体,测混合液 pH。

【问题5】上述演示实验你观察到了什么现象?请从微粒种类和数量变化的分析入手,思考溶液中哪些微粒发生了变化?产生变化的微粒间作用是怎样的?你对醋酸的电离过程有了怎样的认识?

【问题6】你认为应该如何用化学用语表示醋酸的电离过程?

本环节设计是从理性的角度,对实验数据进行分析,引领学生从宏观现象进入微观本质的理解。通过进一步的实验事实的支撑及层次递进的问题,引导学生从定性分析进入到对微粒种类、数量的定量分析,进而关注引起变化发生的微粒间作用,并从微粒间作用的角度,使学生回忆可逆反应的概念,为理解弱电解质的电离平衡打下基础。并从宏观、微观、符号三重表征弱电解质的电离。

3.3 基于分析,定量表达,巩固概念

【问题7】依据 0.1 mol/L CH_3COOH 溶液的 pH,计算已电离的醋酸分子占所有醋酸分子总数的百分比?体会醋酸电离程度如何。

【问题8】醋酸电离过程是可逆过程,存在着电离平衡,你能仿照化学平衡常数的表达式写出醋酸电离平衡常数表达式吗?参考教材“科学视野”栏目中给出的电离常数的数值,给常见几种弱酸的相对强弱排序。

【问题9】在上述学习的基础上,请你完整描述弱电解质的电离。

本环节通过数据计算,强化学生对弱电解质部分电离的认识,并学习弱电解质电离程度的定量表达方式,是对化学平衡常数的认识发展,也为后面

电离平衡移动的分析做好准备。

3.4 初步解释电离平衡的移动,在化学平衡原理的指导下,从微观角度理解电离平衡移动

【问题10】猜想相同体积、相同浓度的盐酸和醋酸溶液与足量的碳酸钙固体反应,相同条件下产生的二氧化碳的体积如何?为什么?从微观的角度进行解释。

【问题11】依据化学平衡移动原理,结合电离平衡常数,请分析影响醋酸电离平衡的因素有哪些?并解释平衡移动的原因。

设计意图:从实验现象分析引导学生建立依据化学平衡移动的原理,从醋酸在水溶液中的微粒种类和数量变化的角度,进行电离平衡移动的分析。促进学生从微粒的角度看问题的思维能力,从微观的角度,促进学生对平衡移动原理的理解。

3.5 整合概念,建构概念图,提升认识

【问题12】根据你对弱电解质概念的理解以及离子反应方程式的书写规则,你认为应该如何书写“使用醋酸去除水壶中的水垢(主要成分为 CaCO_3 和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$) 的离子反应方程式”?

【问题13】你认为 CaCO_3 和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 在离子方程式的书写中写化学式与醋酸写分子式的原因是否相同?为什么?

【问题14】请你使用树状分类图,画出本节课学习涉及到的概念的相互关系图。

【问题15】依据上述关系图,请说出分析水溶液中电解质电离的基本思路。

本环节设计目的一方面从离子方程式书写角度加深学生对弱电解质概念的理解,一方面辨析弱电解质与难溶强电解质概念,最后形成从电离角度分类的概念图。使学生对弱电解质从微粒性认识角度得到发展,同时,站在微粒的种类和数量变化的基础上,深入认识分析电离平衡移动的思路和分析方法。完整建构弱电解质电离的认识,为后续盐类水解等知识的学习打下坚实的基础。

本文得到北京教育学院何彩霞老师的悉心指导,海淀教师进修学校的支瑶博士对本文提出修改建议,在此特别表示感谢!

参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国教育部制订. 普通高中化学课程标准(实验). 北京:人民教育出版社,2003:7
- [2] 梁永平. 中学化学教学论. 北京:北京师范大学出版社,2010:44
- [3] 梁永平. 化学教育,2003,24(6):6-10
- [4] 梁永平,郑敏. 化学教育,2004,25(1):38-44,54
- [5] 魏樟庆. 化学教育,2008,29(10):14-16
- [6] 何彩霞. 中学化学教学参考,2011,(7):12