

“弱电解质的电离”课例的再研究

冯 晴

(上海外国语大学附属大境中学, 上海 200011)

摘要: 人教版高中化学选修4第三章第一节“弱电解质的电离”给教师二次开发留下了较大空间: 可以通过对教材实验内容及实施方式进行调整; 利用数字化技术, 提高课堂效率; 增加配合弱电解质电离平衡教学的实验; 引导学生运用假说-检验方法形成弱电解质电离的微观认知, 改进实验及其教学, 适应学生思维活动需要。

关键词: 弱电解质的电离; 课例研究; 思维材料; 实验改进; 高中化学教学

文章编号: 1005-6629(2016)9-0043-03

中图分类号: G633.8

文献标识码: B

1 对教材内容的再研究

人教版高中化学选修4《化学反应原理》^[1]中的第三章第一节“弱电解质的电离”, 是该章“水溶液中的离子平衡”知识的开篇, 其主要内容涉及弱电解质概念、电离平衡移动和电离常数, 是研究电解质溶液、学习电化学知识, 进行后续学习的重要基础; 对前一章所学化学平衡理论又起着延伸、拓展和巩固的作用。由于涉及到物质微粒的荷电现象, 涉及到物质微粒的动态运动, 它不但是中学化学的重要内容, 又是高中化学的难点内容。

本节要求学生在已经学过化学平衡理论并了解电解质发生电离和发生离子反应的条件等知识的基础上, 进一步学习强电解质和弱电解质概念, 了解弱电解质的电离平衡, 浓度、温度等条件对电离平衡的影响以及电离平衡常数。为使学生形成“电解质有强弱之分”认识, 教材中安排了实验3-1:

分别试验等体积、等浓度的盐酸、醋酸溶液与等量镁条反应; 并测这两种酸的pH。

	1 mol/L HCl	1 mol/L CH ₃ COOH
与镁条反应的现象		
溶液的pH		

笔者认为, 教材的设计意图是通过等体积、等浓度的盐酸、醋酸溶液与等量镁条反应, 以及测这两种酸的pH, 为回答教材开头提出的问题“不同电解质的电离程度是否有区别?”提供事实依据, 进而判断“HCl在水溶液中全部电离生成H⁺

和Cl⁻; CH₃COOH在水溶液中只有部分电离生成CH₃COO⁻和H⁺”……以便引出强、弱电解质的定义。这个实验可以为学生认识和理解电解质“在电离程度上是有强、弱之分的”提供必要的思维材料, 但对于帮助学生认识弱电解质的电离平衡就无能为力了。由于教材未安排其他实验来弥补这个缺陷, 教师有必要二次开发教材, 对现有实验加以改进与创新, 以适应学生开展相应思维活动的需要。此外, 为什么由上述实验可以得到“HCl在水溶液中全部电离生成H⁺和Cl⁻”结论, 教材没有做出说明, 学生很可能不加注意, 需要教师做出必要的引导。

在介绍了电离常数概念以及举例醋酸、碳酸和硼酸的电离常数之后, 人教版教材安排了实验3-2观察稀醋酸与饱和硼酸溶液分别滴加等浓度碳酸钠溶液时的反应情况, 引导学生根据实验现象“推测醋酸、碳酸和硼酸三种弱酸的相对强弱, 及其与电离常数大小的关系”, 强化“不同弱电解质的电离程度也有区别”的认识。

相比之下, 对于“弱电解质的电离”这个重要内容, 教材却没有安排有关实验, 采用了直接介绍结论知识的方式, 给教师进行二次开发留下了很大的空间。

2 对改进实验及其教学的思考与实践

2.1 对教材实验内容及实施方式进行调整

在教材原有实验3-1(测1 mol/L盐酸与醋酸的pH)的基础上, 添加另外两种不同浓度的盐酸与醋酸, 并添加同浓度的未知酸溶液, 不仅可以引

出强、弱电解质的概念,还能根据实验数据,比较弱电解质的电离程度,分析和探究影响弱电解质电离的因素。

考虑到课上时间有限,将9种溶液根据不同的共性分为A~F6个组别。同时将学生分为12组,各组别的实验由两组学生完成,每种溶液有四组学生同时测定,以排除个别测定可能受失误影响,保证测定结果都有较高的可信度。

表1 学生分组实验安排

组别	酸1	酸2	酸3
A组	1 mol/L 的盐酸	1 mol/L 的醋酸	1 mol/L 的未知酸
B组	0.1 mol/L 的盐酸	0.1 mol/L 的醋酸	0.1 mol/L 的未知酸
C组	0.01 mol/L 的盐酸	0.01 mol/L 的醋酸	0.01 mol/L 的未知酸
D组	1 mol/L 的盐酸	0.1 mol/L 的盐酸	0.01 mol/L 的盐酸
E组	1 mol/L 的醋酸	0.1 mol/L 的醋酸	0.01 mol/L 的醋酸
F组	1 mol/L 的未知酸	0.1 mol/L 的未知酸	0.01 mol/L 的未知酸

分组测定结束后,即可对实验数据进行三个层面的分析:由电解质的强弱之分到强弱电解质的差异,直至同为弱电解质的醋酸与未知酸的差异。

2.2 利用数字化技术,提高课堂效率

利用多媒体网络技术,可以将学生的实验结果即时汇集到教师处,由软件对数据加以处理后转化为氢离子浓度,快速地呈现给学生,便于后续教学过程的开展。这样做有下列优点:

(1) 通过比较三种浓度盐酸与醋酸的pH,并测定未知酸的pH,可以强化强、弱电解质的印象,同时引发对电解质分类的思考。

(2) 通过分别比较三种不同浓度的醋酸以及未知酸的pH,可以为学习电离平衡移动提供事实依据,引发学生思考是否存在其他影响电离平衡移动的因素以及如何验证,为后续课程的展开进行了铺垫。

(3) 通过比较等浓度的醋酸与未知酸的pH,可以学习比较弱酸酸性强弱的实验方法,在刚学习过的化学平衡常数基础上学习电离平衡常数,学习如何根据电离平衡常数判断电解质的强弱。

(4) 可以实现各组学生共享测定结果,引发全班学生进行有层次、有容量、有深度的思维活动,

提升思维品质。

(5) 提升课堂效率,同时还能为了让每位学生都体验数字pH计测定溶液pH的操作提供更多的机会。

例如,研究温度对电离平衡的影响,若只测定两、三个温度下溶液的pH是不够的;通过数字化实验既可显示pH的变化趋势,更便于学生对实验数据加以分析,大大提高课堂效率。

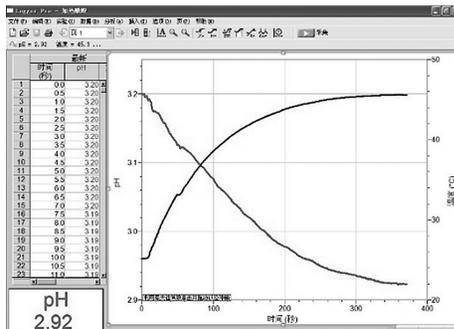
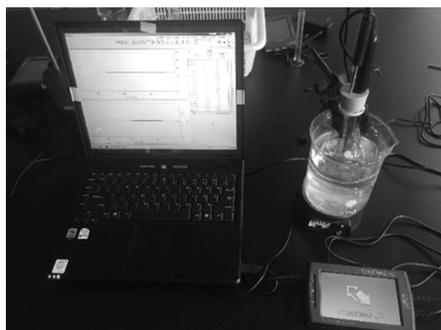


图1 利用数字pH计测定溶液的pH

2.3 增加配合弱电解质电离平衡教学的实验

除了改变温度之外,向醋酸溶液中滴加少量浓盐酸,改变氢离子浓度也是影响电离平衡移动的因素。如何进行验证?由于之前刚使用过数字pH计,学生可能回答用pH计测溶液pH,此时教师可指出:如果向100mL 0.1 mol/L的醋酸溶液中滴加1mL的浓盐酸,最终溶液中由盐酸电离产生的氢离子浓度约为0.12 mol/L,而由醋酸电离产生的氢离子浓度约为 1.5×10^{-7} mol/L,前者是后者的八万倍,醋酸电离产生的氢离子此时小到忽略不计,根本无法用仪器测量,无法验证醋酸电离产生的氢离子浓度是否变化、如何变化;进而启发学生思考:能否通过更换弱电解质,通过测定溶液中其他微粒的浓度,例如引入某一有色弱电解质,利用其分子、离子颜色不同的特性,观察向其中滴加浓

盐酸时体系颜色变化情况进行验证；再让学生推测并解释碱对其电离平衡移动的影响并验证。最后告诉学生酸碱指示剂一般都是弱电解质，它们的变色原理涉及弱电解质电离平衡的移动。

例如，甲基红通常为红棕色的固体粉末，其分子中含有羧酸的官能团羧基，能表现出有机弱酸的性质。如果用 R 表示甲基红分子中羧基氢原子以外的部分的话，即可用 HR 表示甲基红分子，它可以在一定的 pH 条件下电离生成氢离子和黄色的 R⁻ 离子。



溶液中 R⁻ 离子和 HR 分子浓度的比值 [R⁻]/[HR] 的大小可以反映它在溶液中电离的程度。下图是在 27℃ 时用分光光度计测得不同 pH 条件下甲基红溶液中 [R⁻]/[HR] 数据绘制成的曲线图。由图可见，pH 由 4.9 左右增大到 6.0 左右时，[R⁻]/[HR] 比值迅速增大。pH 是溶液中 H⁺ 离子浓度的负对数，溶液中氢离子浓度 [H⁺] 越大，pH 就越小。该曲线表明，溶液中 H⁺ 离子浓度减小，R⁻ 离子浓度相应增大，甲基红电离平衡向正方向移动，溶液颜色由红色逐步变为黄色。pH 大于 6 时，甲基红几乎完全电离^[2]。

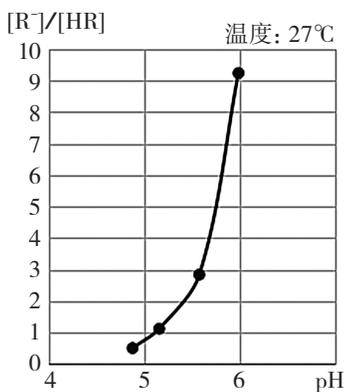


图2 实验测得甲基红溶液中 R⁻ 离子浓度随 pH 增大而增大

除此之外，还可以用数字化实验设备来探究温度如何影响醋酸电离平衡，认识温度对弱电解质电离平衡的影响。

2.4 重视引导学生形成弱电解质电离的认识

由上述实验可以观察到产生小气泡、溶液颜色变化、pH 计读数变化等宏观现象，并不能直接观察到弱电解质分子离解成粒子的微观情景。前人由宏观实验事实形成电解质电离的微观认识经

历了很长的一段时间，假说 - 验证方法在这个过程中起了决定性的作用。可以说，没有电离假说及其验证，人们就不可能认识到弱电解质的电离。宏观认识与微观认识相联系，对于化学科学来说十分重要。假说 - 验证方法是沟通宏观认识与微观认识的桥梁，因而是化学科学的重要方法。也许，我们的学生能够轻易地用弱电解质电离来解释许多宏观的实验现象，但这不过是教师和教材已经有意无意地提前渗透、灌输了弱电解质电离结论的结果。如果他们碰到类似的新情况，恐怕也难免处于长期的困惑当中。因此，我们不能就事论事地做实验和进行实验教学，必须重视电离过程微观解释的探究讨论，利用这个题材生动地进行假说 - 验证科学方法的教育。

为此，可以提出一系列问题引发学生的思考和讨论。例如：

为什么有些化合物在水溶液当中或者在熔融状态时能够导电，有些化合物则不能？你能用事实来证明吗？

电解质是在通电后才离解的吗？如果不通电，是不是能够发生电离？你能用事实来证明吗？

哪些事实可以证明弱电解质只有一部分发生电离？

怎样用符号来表征弱电解质在溶液中的电离平衡？……

实际上，化学平衡涉及宏观认识与微观认识的联系，它可以作为学生认识电离平衡的基础，或者说，作为学生认识电离平衡的“图式”（schema，皮亚杰，1970）^[3]。本节课教学充分利用这种“图式”的作用，引导学生在化学平衡的基础上认识电离平衡，可以带来教学的便利。

参考文献：

- [1] 宋心琦主编. 普通高中课程标准实验教科书·化学反应原理 [M]. 北京：人民教育出版社，2007：39~44.
- [2] 吴子生，严忠. 东北师范大学文库物理化学实验指导书 [M]. 长春：东北师范大学出版社，1995：125~133.
- [3] 吴俊明，王祖浩著. 化学学习论 [M]. 南宁：广西教育出版社，1996：38.