

浅谈质子守恒的运用

高江林

(龙门县龙门中学 广东 龙门 516800)

文章编号:1002-2201(2017)01-0053-01

中图分类号:G632.479

文献标识码:C

电解质溶液中的离子行为按照从简单到复杂,从单一物质到多种物质的认识层次,涵盖了溶剂水、弱电解质的电离平衡、盐类的水解平衡、沉淀溶解平衡、离子反应^[1]的相关知识,是高中阶段的重要内容,也是高考的常考考点之一。其中溶液中“三大守恒”更是各省市高考、模考所钟爱的考查要点,质子守恒的书写及其正误判断是学生学习的难点,也是我们教学的难点。一般书写质子守恒的方法也就是我们很多教师在讲授质子守恒时大多采用的方法,即质子守恒 = 电荷守恒 - 物料守恒^[2]。然而,在学生的实际运用中,此法有一大弊端,学生先写出正确的电荷守恒和物料守恒,然后相减消去无关项,如此繁琐地罗列诸多式子再进行相关加减,在考试中使用价值不大。

笔者根据自己十来年的教学经验,通过溶液微粒成分变化的分析,结合相关例题,快速巧妙地解决了这一难题。

具体方法如下:假定原溶液的弱电解质不电离、弱酸根等弱离子不水解即为初始体系,然后充分电离、水解后得到最终平衡体系。通过初始体系中的微粒和最终平衡体系中的微粒的对比分析,找到新增微粒的来源,分析哪些是失去质子形成的,哪些是得到质子形成的,最后根据失质子产物 = 得质子产物即可得出质子守恒(失去或得到几个,对应产物前面的系数就是几)。

一、单一溶液中的质子守恒

例 1. Na_2CO_3 溶液。

初始体系中的微粒: H_2O 、 Na^+ 、 CO_3^{2-} 。

最终平衡体系中的微粒: H_2O 、 Na^+ 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 H_2CO_3 、 OH^- 、 H^+ 。

通过对比分析,最终平衡体系中多出了 HCO_3^- 、 H_2CO_3 、 OH^- 、 H^+ 四种微粒,从表观上看新增微粒来源如下: HCO_3^- 是由 CO_3^{2-} 得到 1 个 H^+ 形成的; H_2CO_3 是由 CO_3^{2-} 得到两个 H^+ 而形成的; OH^- 是由 H_2O 失去 1 个 H^+ 形成的; H^+ 是由 H_2O 得到 1 个 H^+ 形成的。根据失质子产物 = 得质子产物,即可得 $c(\text{OH}^-) = 2c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}^+)$ 。

例 2. NaH_2PO_4 溶液。

初始体系中的微粒: H_2O 、 Na^+ 、 H_2PO_4^- 。

最终平衡体系中的微粒: H_2O 、 Na^+ 、 H_2PO_4^- 、 HPO_4^{2-} 、 H_3PO_4 、 PO_4^{3-} 、 OH^- 、 H^+ 。

通过对比分析,最终平衡体系中多出了 HPO_4^{2-} 、 H_3PO_4 、 PO_4^{3-} 、 OH^- 、 H^+ 五种微粒,从表观上看新增微粒来源如下: PO_4^{3-} 是由 H_2PO_4^- 失去两个 H^+ 形成的; H_3PO_4 是由 H_2PO_4^- 得到一个 H^+ 形成的; HPO_4^{2-} 是由 H_2PO_4^- 失去一个 H^+ 形成的; H^+ 是由 HCO_3^- 得到一个 H^+ 形成的; OH^- 是由 H_2O 失去一个 H^+ 形成的。

根据失质子产物 = 得质子产物,即可得 $2c(\text{PO}_4^{3-}) + c(\text{HPO}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-) = c(\text{H}_3\text{PO}_4) + c(\text{H}^+)$ 。

二、混合溶液中的质子守恒

在“全析质子守恒”^[3]中只讲了单一溶液中质子守恒的书写,认为混合溶液中的质子守恒不能用其方法书写,而溶液中微粒成分的分析法则可以解决这一问题,即把混合溶液看成几个单一溶液,先写出每个单一溶液中的质子守恒,然后乘以各自的比例系数,最后根据失质子产物 1 + 失质子产物 2 = 得质子产物 1 + 得质子产物 2 即可。以几组混合溶液为例具体分析如下。

例 3. Na_2CO_3 和 $\text{NaHCO}_3 = 1:1$ 。

通过微粒成分的变化法分别写出 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 的质子守恒。 Na_2CO_3 溶液中的质子守恒: $c(\text{OH}^-) = 2c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}^+)$ ①; NaHCO_3 溶液的质子守恒: $c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-) = c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{H}^+)$ ②; 由于是 1:1, 比例系数都为 1, 混合溶液中的质子守恒即为直接 ① + ②, 可得: $c(\text{CO}_3^{2-}) + 2c(\text{OH}^-) = 3c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{H}^+)$ 。

例 4. Na_2CO_3 和 $\text{NaHCO}_3 = 1:2$ 。

Na_2CO_3 溶液的质子守恒: $c(\text{OH}^-) = 2c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}^+)$ ①; NaHCO_3 溶液的质子守恒: $c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-) = c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{H}^+)$ ②; 由于是 1:2, 乘以各自的比例系数, 混合溶液的质子守恒即为 ① + ② × 2, 可得: $2c(\text{CO}_3^{2-}) + 3c(\text{OH}^-) = 4c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + 3c(\text{H}^+)$ 。

例 5. CH_3COOH 和 $\text{CH}_3\text{COONa} = 1:1$ 。

通过溶液中微粒成分的分析法分别写出 CH_3COOH 和 CH_3COONa 的质子守恒。

CH_3COOH 溶液中的质子守恒: $c(\text{OH}^-) + c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = c(\text{H}^+)$ ①; CH_3COONa 溶液中的质子守恒: $c(\text{OH}^-) = c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{H}^+)$ ②; 由于是 1:1, 比例系数都为 1, 混合溶液的质子守恒即为 ① + ②, 可得: $2c(\text{OH}^-) + c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 2c(\text{H}^+) + c(\text{CH}_3\text{COOH})$ 。

此种方法不仅可以解决 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 混合溶液中的质子守恒, 还可以解决其他各种混合溶液中的质子守恒。

三、结语

利用溶液中微粒成分的分析法书写质子守恒直观简便, 体现了质子守恒的本质即得失质子守恒, 不仅可以快速地书写单一溶液中的质子守恒, 而且还可以简便地书写混合溶液中的质子守恒。通过跟踪调查发现, 基本上只要能写出电荷守恒的学生都可以通过此法快速准确地写出质子守恒。

参考文献

- [1] 王明召, 王磊, 支瑶. 化学反应原理(选修)教师用书[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 2007: 145.
- [2] 孔玲芸. 盐溶液中“质子守恒式”的三维思析[J]. 化学教与学, 2012(7): 36.
- [3] 吴芳, 肖继. 全析质子守恒[J]. 中学化学, 2009(10): 11.