**关于书写《溶液中的三大守恒》的一些想法**

永定一中 郑文琴

**摘要：**以Na2CO3溶液为例，分析Na2CO3溶液中存在的行为，从而得出电荷守恒，物料守恒，质子守恒规律，并对物料守恒，质子守恒深入探究原理，一步步推倒，最终给以突破，并引导学生用“图示法”来快速书写混合溶液中的质子守恒。

**关键词：**电荷守恒，物料守恒，质子守恒，图示法

溶液中的三大守恒---电荷守恒，物料守恒，质子守恒是教材的重点，难点，也是高考的热点。目前，较为普遍的教学方法是将这三条规律简单处理“一含义、二举例、三小结”的形式来介绍，然后再配以大量练习进行训练。这种方法可能短时内能得到比较好的效果，但学生对本质原理并不了解，只是简单进行模仿，对于复杂溶液而言就不能进行变通。基于此，本文对这三大守恒的书写进行解剖，对学生普遍存在的一些疑问进行解决，从而做到举一反三的效果。

化学中的许多重要反应都是在溶液中进行的，比如碳酸钠溶液，碳酸钠在水中是如何存在的？物质在水中会与水发生怎样的相互作用？物质在水中的反应有哪些规律？

碳酸钠是电解质，电解质放入水中会如何？学生答道“会电离”。那么电离产生什么离子？大部分学生都知道碳酸钠是强电解质，可以完全电离出CO32- 、Na+，但忽略了H2O和H+ 、OH-。这些粒子之间是否又会相互影响呢？从而得出水解的概念。并在黑板上将这些行为进行书写：

Na2CO3 == CO32- + 2Na+ H2O ⇌ H+ + OH-

CO32- + H2O  ⇌  HCO3- + OH-  HCO3- + H2O  ⇌ H2CO3 + OH-

面对板书，将三大守恒进行分析讲解。

1. 电荷守恒

将所有的离子一一找出，阳离子放在一边，阴离子放另一边，学生已经知道阳离子带正电，阴离子带负电，而电解质溶液不带电，因而得出电荷守恒的定义：电解质溶液中，不论有多少种离子，溶液总是显电中性的，即阴离子所带的负电荷总数一定等于阳离子所带正电荷总数，换句话说是正负电荷浓度相等。由于CO32-带2个单位的负电荷，则阴离子所带的负电荷总数为：2[CO32-]+[ HCO3-]+[ OH-]，阳离子所带的正电荷总数为：[Na+]+[ H+]。因而得出电荷守恒的关系式：2[CO32-]+[ HCO3-]+[ OH-]=[Na+]+[ H+]。

接下来请一位学生分析NaHCO3并进行板演。

NaHCO3 == HCO3- + Na+ H2O  ⇌  H+ + OH-

 HCO3- + H2O  ⇌  H2CO3 + OH-

得出电荷守恒： [ HCO3-]+[ OH-]=[Na+]+[ H+]。

但马上就有学生提出疑问，认为错误。因为HCO3-还可以再电离：HCO3- ⇌CO32- + H+，忽略了CO32-，因此正确的应为：2[CO32-]+ [HCO3-]+[ OH-]=[Na+]+[ H+]。由此学生得出要正确书写电荷守恒必须要找全所有的离子，不能忽略任何一个离子。但是此时又有学生提出：CO32-是否会发生水解呢？要不要写出其水解方程式？讨论分析得知盐类水解是极其微弱的，本来CO32-就少（是HCO3-电离得到，电离也是微弱的），因此不存在水解。

让学生对电荷守恒进行总结：首先得找到溶液中所有的离子，其次知道离子浓度和电荷浓度的关系。电荷守恒其实就是正负电荷浓度相等，带几个单位电荷的离子其电荷浓度就是离子浓度的几倍。

1. 物料守恒

找到关键元素，对于Na2CO3溶液而言，关键元素是Na和C，且变化前后两者的物质的量之比为2：1。

比如有100个Na2CO3，其中有100个CO32-， 200个Na+ ，CO32-水解前：2n（CO32-）=n（Na+），但是CO32-发生一步水解：

CO32- + H2O  ⇌  HCO3- + OH-

始个数： 100 0

水解个数： 10 10

平衡时个数：90 10

 而后又发生二步水解：

HCO3- + H2O  ⇌  H2CO3 + OH-

始个数： 10 0

水解个数： 1 1

平衡时个数：9 1

则CO32-水解前100个，水解后C以90个CO32- 、9个 HCO3- 、1个H2CO3三种形式存在，发现总数依然为100。

因此得到Na和C的物料守恒应为：2{[CO32-]+[ HCO3-]+[ H2CO3]}=[ Na+]

物料守恒其实就是原子守恒，电解质溶液中，由于某些离子能发生水解或者电离，离子种类增多，但是原子总数是不变的。再比如NaHCO3溶液的物料守恒：比如有100个NaHCO3

HCO3-水解之前：n（HCO3-）=n（Na+）=100

HCO3-水解后，以CO32- 、HCO3- 、H2CO3三种微粒存在且总数为100，因此物料守恒为： [CO32-]+[ HCO3-]+[ H2CO3]=[ Na+]

1. 质子守恒

质子即H+，酸碱质子理论认为，一切酸碱之间的反应均属于质子迁移反应。因此，在所有的酸碱平衡体系的建立过程中，所有质子给予体所提供的质子总数必定等于所有质子接受体所得到的质子总数，而这个总数只决定于建立平衡体系有关物质的始态和末态。要能正确写出质子守恒，关键要找到溶液变化前有哪些微粒能给出质子，哪些微粒可以得到质子，找到始态和末态，并确定得失质子的量。

Na2CO3溶液而言，最初的微粒有哪些？（在此应该强调是最初的微粒，应该和物料守恒找水解后的微粒而不相同，两者学生经常搞混。）学生能够答出：CO32-、Na+和H2O。其中Na+不可以得H+，也不能失去H+，排除。而CO32-可以得1个H+，变成HCO3-，还可以得2个H+，变成H2CO3。H2O可以得1个H+，变成H3O+，即H+。而只有H2O才可以失去H+，变成OH-。用图来书写更明显直观：

得H+ 失H+

末态 始态 末态

+1个H+

HCO3-

+2个H+ CO32- -H+

H2CO3 无

+1个H+ -1个H+

H3O+ H2O OH-

得H+总数=失H+总数，即得[H+]=失[H+]，其中[H+]可以用：[HCO3-]+2[H2CO3]+[ H+]来替代，特别强调的是CO32-得到了2个H+才得到H2CO3，因此用H2CO3浓度来替代H+浓度的时候应该是2[H2CO3]，因此质子守恒为：[HCO3-]+2[H2CO3]+[ H+]=[ OH-]

当然，通过对溶液中微粒存在行为进行分析，写出电荷守恒，物料守恒，质子守恒后发现，如果将前两个式子联立消去Na+，可以得到质子守恒。虽然消元法繁琐但是可靠，而图示法直观，快捷，但是需要找全微粒，不可以忽略任何一种微粒。

同理，我们依然可以用图示法直接写出NaHCO3溶液的质子守恒：

得H+ 失H+

末态 始态 末态

+1个H+ HCO3- -H+

H2CO3 CO32-

+1个H+ -1个H+

H3O+ H2O OH-

[H2CO3]+[ H+]= [ CO32-]+ [ OH-]

以上都是对单一溶液的分析，但是若对于混合溶液情况复杂，但是题目多以混合溶液的考查为主，那么又该如何正确且快速得到质子守恒呢？

比如：0.01mol/L CH3COOH与0.01mol/L CH3COONa形成的混合溶液，如何得到质子守恒呢？这个问题看似复杂，不好用图示法下手，但是我们可以用消元法来试试：

①电荷守恒：[CH3COO-]+[ OH-]=[ H+]+[ Na+]

②物料守恒：[CH3COO-]+ [CH3COOH]=2[ Na+]

为将Na+消去，应将①x2-②，最终得到质子守恒：

[CH3COO-]+2[ OH-]=2[H+]+[ CH3COOH]

但是该方法繁琐，不易得到，是否可以用图示法来得到呢？经过多种试探分析，发现混合溶液的质子守恒也是可以通过图示法来得到的：

得H+ 失H+

末态 始态 末态

+1个H+ -H+

CH3COOH CH3COO-  无

+1个H+ -1个H+

H3O+ H2O OH-

CH3COONa溶液

CH3COONa溶液中质子守恒为：[ OH-]=[H+]+[ CH3COOH]

得H+ 失H+

末态 始态 末态

+1个H+ -H+

无 CH3COOH CH3COO-

+1个H+ -1个H+

H3O+ H2O OH-

CH3COOH溶液

CH3COOH溶液中质子守恒为：[ OH-]+[CH3COO-]=[H+]

两份溶液是以1：1混合的，因此混合溶液中的质子守恒最后是两个质子守恒也以1：1进行相加得到：[CH3COO-]+2[ OH-]=2[H+]+[ CH3COOH]。所得结果与消元法得到的结果完全一致！且，若两单一溶液x：y进行混合，也可以x：y进行相加。

溶液中的三大守恒是中学阶段的重难点，尤其是物料守恒和质子守恒，学生难以理解，本文采取了实际数字的方法来追踪元素的去向，这样学生就能很好的理解了。而针对质子守恒，也采取图示的方法来快速突破，并对混合溶液的复杂情况给以解决办法。当学生将这些守恒的原理搞清楚了那么书写就不是问题，其次对于这类型的相关题目就能突破了，再也不会觉得难以下手。

**参考文献**

[1] 冯蕊.从“电解质溶液中的三个守恒关系”学会对化学知识进行归纳总结[J].中学化学教学参考，2016(1):51-53.

[2] 孙华.建构模型发展思维—以“溶液中的三守恒”教学为例[J].中学化学教学参考，2017(09):0004-03.