

实验探究“柠乐”

——弱酸的电离平衡理解

◆邓康善

(广东佛山三水区华侨中学 528100)

摘要：用所学内容解决实际问题是当前我国教育的目标和内在要求。高中化学知识，涉及很多生活化的内容。日常生活中我们都会接触到许多隐藏在身边的化学知识，不断的发现和发掘，不仅能提高学生的学习兴趣，更能加深学生对化学知识的理解，引起他们探索身边事物积极性。本文通过分析日常生活中的饮料“柠乐”，先应用生活中的物品进行基本猜想，再结合实验现象进行深化分析，深化分析弱电解质在溶液中的电离平衡。

关键词：强酸制弱酸；弱酸的电离平衡；化学与生活

1 一杯饮料引发的思考

1.1 实验设计的背景和目的：

大部分学生对于酸与酸之间的转化仍停留在“强酸制弱酸”的思维上，如：盐酸（强酸）制备碳酸（弱酸）， $\text{HCl} + \text{NaHCO}_3 = \text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，思维仍停留在强酸（盐酸）把氢离子给予了弱酸根离子（ CO_3^{2-} ），而忽略了弱酸根离子结合氢离子的能力。为帮助学生更好理解弱酸的电离平衡的原理，设计了两个生活实验（全部的药品为生活中的物品，学生课后也可以在家中反复进行），通过查阅资料，设计实验，调动起学生分析事物本质的兴趣，为进一步深入分析起到抛砖引玉的作用。

1.2 实验一《制备“柠乐”》——酸的初探

（1）实验目的：通过柠檬汁与可乐混合，比较柠檬酸与醋酸的酸性。

（2）仪器和药品：柠檬，可乐，小刀，一次性手套，一次性塑料杯，过滤网。

（3）制备与现象：带好手套，将可乐倒入一次性塑料杯中，将柠檬切开，榨汁，为了使实验现象不受果肉的影响，用过滤网过滤柠檬汁。将柠檬汁加入可乐中，可观察到有大量气泡产生。

（4）分析：柠檬汁里有柠檬酸，可乐里有碳酸

（5）结论和猜想：弱酸也能制备弱酸？

（6）查阅资料[1]：25℃时部分弱酸的电离平衡常数。

弱酸	柠檬酸 ($\text{HOOCCH}_2\text{C}(\text{OH})\text{COOH}$)	醋酸 CH_3COOH	碳酸 H_2CO_3
电离平衡常数	$K_1 = 7.10 \times 10^{-4}$ $K_2 = 1.68 \times 10^{-5}$ $K_3 = 4.1 \times 10^{-7}$	$K = 1.76 \times 10^{-5}$	$K_1 = 4.30 \times 10^{-7}$ $K_2 = 5.61 \times 10^{-11}$

（7）设计后续实验：弱酸的第一步电离平衡常数越大，酸性越强。根据数据，我们不难看出酸性由大到小的顺序是柠檬酸、醋酸、碳酸。根据初中“强酸制弱酸”类似的原理，我们可以通过强酸与弱酸对应的盐反应，验证这一原理是否能推出“相对强酸制备相对弱酸”。请同学们思考并应用家中物品，进行该实验设计和验证。

1.3 实验二《验证酸性的强弱》——本质的探索

（1）实验目的：通过柠檬汁、白醋分别与苏打反应，比较柠檬酸、醋酸与碳酸的酸根离子结合氢离子的能力。

（2）仪器和药品：柠檬汁、食用苏打、白醋

（3）实验：柠檬酸与苏打（ NaHCO_3 ）反应，醋酸与苏打反应（ NaHCO_3 ）

（4）结论与总结：从上述实验我们不难看出，我们只要选择比碳酸要“强”的酸，与碳酸氢根（ HCO_3^- ）反应，就能制备出碳酸。这类“强”酸它们都起到提供 H^+ 的作用，那么碳酸的产生必定与碳酸氢根（ HCO_3^- ）结合 H^+ 的能力有关，而且碳酸氢根（ HCO_3^- ）结合 H^+ 能力，必定比柠檬酸第一步电离的离子和醋酸根离子强。

2 深入与建立继续探究

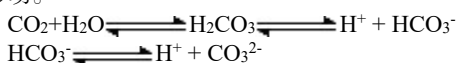
2.1 深入分析

2.1.1 理论的冲突，矛盾引发思考

细心的同学已经发现，上述的实验分析和设计，与制备“柠乐”的过程中产生起泡的原理，参与反应的物质不完全对应。实验一的柠檬汁里含有柠檬酸，可乐是碳酸饮料，里面含有的是碳酸，研究对象都是酸；实验二的研究对象是酸和盐。两个实验的研究对象不同，能相互印证吗？

2.1.2 分析碳酸中的电离平衡和柠檬酸中的电离平衡

其实上面的实验只印证了最基本的理论——弱酸根离子的结合能力比较。柠檬汁加入可乐中产生气泡，还涉及到电离平衡的移动。



在可乐中碳酸处于上面的平衡状态。碳酸和碳酸氢根都会部分电离出少量氢离子。若将碳酸氢根也定义为酸，它的电离程度可定比碳酸弱，同时也比柠檬酸弱。将柠檬汁中的柠檬酸也存在电离平衡，会部分电离出氢离子。根据平衡移动原理，若氢离子的浓度增大，上述平衡就会向逆方向移动。下面请设计实验验证可乐与柠檬汁中氢离子的浓度。

2.1.3 实验三《测 pH 值》——电离平衡的深化

利用 pH 计测量可乐的 pH 值为 2.46；柠檬汁的 pH 值为 2.31（实验数据受实验温度，可乐的牌子和柠檬汁的质量等影响，请以实际测量为准）。根据数据我们不难看出柠檬汁中的氢离子浓度比可乐中的氢离子浓度大。当向可乐中加入柠檬汁后，可乐中的氢离子浓度增大，碳酸的电离平衡逆向移动，产生二氧化碳，造成起泡。

2.2 建立继续探究

细心的同学发现，可乐和柠檬汁的 pH 值其实很相近，换算成物质的量浓度，可乐的氢离子浓度为 0.0036 mol/L ，柠檬汁的氢离子浓度为 0.0049 mol/L ，数值上相差很少，能产生这么大的气泡吗？

实验四《空白实验》——继续调动学生深思

用塑料杯取两杯可乐，分别向其中加入等量的柠檬汁和蒸馏水。发现两杯中的实验现象相近。通过空白实验的现象，我们可以调动学生继续探究产生大量气泡的主要原因，充分调动学生科学探究的兴趣，建立继续研究不断学习的思路。

3 小结

通过对“柠乐”制备过程中产生气泡的猜想，我们知道气泡的产生与酸根离子的结合能力有关，与弱电解质的电离平衡有关，与溶液中的离子浓度有关，同时我们也学习了探究事物本质的方法，如大胆猜想，查越资料，对比已学知识，充分运用身边事物，验证猜想。经过该实验探究更深化了弱电解质在水溶液中的电离平衡理论的理解。通过空白实验，同时建立科学不断研究的思路。

参考文献：

[1]傅献彩.《大学化学》上册.北京：高等教育出版社，1999：422 页

