



运用数字化实验促进初中生建构溶解概念^{*}

严西平^{1**} 钱 蕙²

(1. 江苏省苏州市立达中学 215003; 2. 苏州科技学院 215003)

摘要 利用数字化实验, 观察食盐溶解时电导率和氯离子浓度的变化以及高锰酸钾溶解时电导率的变化, 结合图形分析引导学生想象水合离子的形成过程。课后问卷显示学生对运用此项教学手段建构溶解概念普遍持肯定态度。

关键词 初中生 数字化实验 建构溶解概念 电导率

DOI: 10.13884/j.1003-3807hxjy.2013070035

1 问题提出

溶解是初中化学溶液这一单元的重难点概念, 传统的教学手段主要基于溶解实验, 辅助阅读图片或者观看动画等。但是食盐或蔗糖的溶解实验只能让学生感知固体解离成看不见的微粒而已, 至于是什么样的微粒, 无法获取直观的印象。即便有图示或动画, 部分学生仍会有猜疑: 分散的微粒究竟是离子还是分子? 还有高锰酸钾的溶解, 因为形成较

深的紫红色溶液, 分散成看不见的微粒效果很差, 有些教师干脆直截了当地告诉学生它是由钾离子和高锰酸根离子构成的, 所以形成的高锰酸钾溶液中含有相应的离子。但是这种将“由离子构成”与“形成水合离子”混为一谈的讲授, 容易让初中生产生错觉: 由离子构成的物质溶解时才能解离成水合离子, 由分子构成的物质则不能。那么稀硫酸等的导电性又如何解释呢? 酸溶液的通性又如何理解呢?

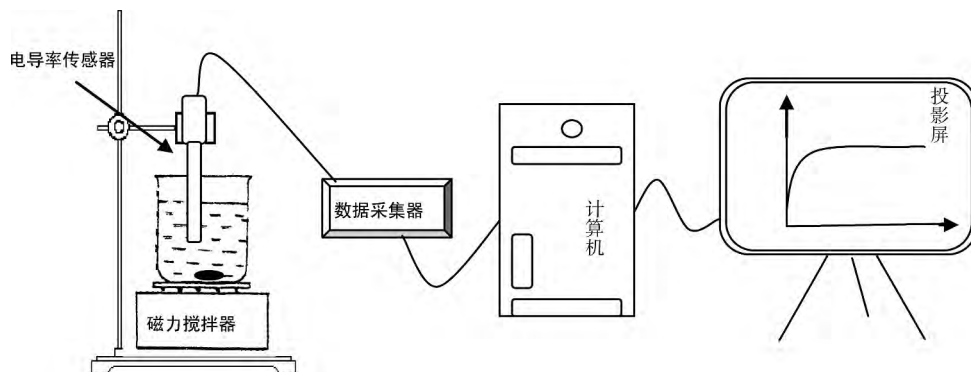


图 1 基于电导率传感器的数字化实验示意图

为了更好地贯彻 2011 版新课标提出的“教师要尤其注重有效地发挥现代信息技术的作用”教学建议^[1], 在备课中发现基于电导率传感器的数字化实验 (装置如图 1 所示) 在一定程度上可以帮助教师突破这一教学难点: 由于溶液中离子的存在和浓度大小可以通过电导率的测定来间接地表示出来 (要注意的是, 电导率这个物理量不需要向初中生过度解读, 课堂教学只要让学生略懂其用途就可以了), 运用数字化实验实时呈现溶解过程的电导率变化, 学生可以“感知到”离子浓度变化, 从而有效地分辨溶解过程形成的是水合离子还是分子, 有

助于准确地建构溶解概念。

2 教学过程

“物质在水中的分散”^[2] 具体教学设计片段如下:

【展示】蒸馏水、蔗糖水、稀硫酸各 1 瓶。

【讲解】蒸馏水是纯液体, 而同样均一、稳定的液体蔗糖水、稀硫酸则是溶液, 它们中分散的微粒有分子或离子。

【介绍】为了弄清溶解后形成的微粒究竟是分子还是离子, 可以借助测定液体的电导率 (表征液体导电性的物理量, 单位是 $\mu\text{S}/\text{cm}$) 来间接感知,

* 中国化学会基础教育规划课题 (HJ2014-0014) 阶段研究成果

** 通信联系人, E-mail: yanxiping@sina.com

电导率越大,表明含有的离子浓度越大。

【演示】启动艾迪生数字实验系统(见图1),将电导率传感器插入溶液中,发现蒸馏水、蔗糖水的电导率示数几乎为零,而稀硫酸的示数则为一万多!(学生惊讶、兴奋、困惑)

【学生总结】蒸馏水中几乎不含离子,在蔗糖水中溶解的微粒是蔗糖分子,在稀硫酸中含有大量的离子。

【图示启迪】(结合教材p4图6-2)由分子构成的物质溶解时,有些(如蔗糖分子)在水分子的作用下,分散形成水合分子,液体的导电性没有改变。而有些(如硫酸分子)在水分子的作用下,电离形成水合氢离子和水合硫酸根离子,稀硫酸的导电性就非常大了。

【提问】食盐溶解时分散成什么样的微粒呢?

【学生猜想】(1)氯化钠分子;

(2)氯化钠离子⁻;

(3)氯离子、钠离子。

*注:猜想(2)显然错误,但根据以往的教学经验,“溶解现象”(第6章)与“物质构成的奥秘”(第3章)相隔时间较长,而且学生对离子的认知确实存在很肤浅甚至错误的情况,保留这个猜想也是探究教学预设,以期用实验唤醒学生,用事实教育他们更正前学习错觉。

【演示】启动艾迪生数字实验系统,将电导率传感器插入水中,用药匙取少量食盐投入水中,启动记录5~10 s后,再启动搅拌器,记录得图2。

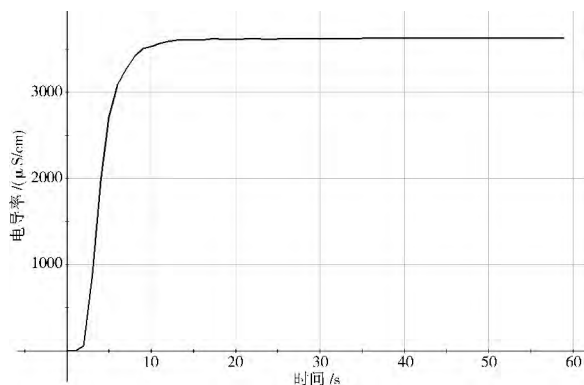


图2 食盐溶解时电导率的变化

【分析讨论】(教师引导学生回答)从投入到启动搅拌器的这段时间内,液体的导电性几乎为零,说明不搅拌时溶解得很慢,水分子对晶体的作用还很弱小。当搅拌器启动后,导电性突增,液体中出现了大量的离子,表明食盐与水充分接触,水分子对晶体的离解作用明显增强。至几十秒后导电性趋

于稳定,水合离子的浓度基本稳定下来,溶解基本完全。

【结论】猜想(1)不正确。

【介绍】如果要验证猜想(2)或(3),还需要借助另一种“武器”:钠离子或氯离子传感器。今天老师使用的是氯离子传感器,它能感知液体中氯离子浓度(单位 mol/L)的变化。

【演示】启动艾迪生数字实验系统(见图1),将氯离子传感器插入水中,用药匙取少量食盐投入水中,启动记录5~10 s后,再启动搅拌器,记录得图3。

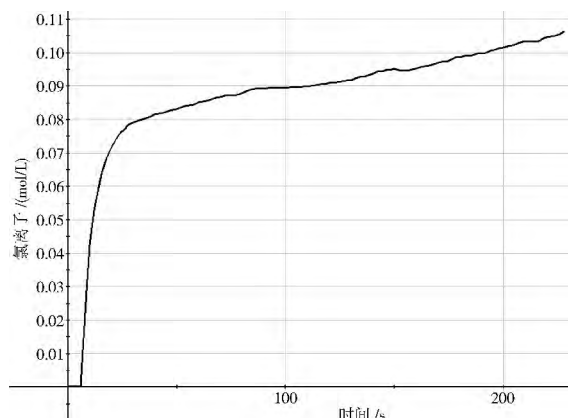


图3 氯化钠溶解时氯离子浓度的变化

【分析讨论】(教师引导学生回答)结合图2、图3,发现曲线的走势基本一致,说明水中的氯离子不是一开始就有的,而是随着食盐的溶解同步增加的,待几十秒后浓度趋于稳定,也反映出溶解已基本完全。

【结论】有氯离子就有对应的钠离子,猜想(3)正确。

【反思】为什么有的同学会提出猜想(2)呢?(学生沉思、看书、讨论后踊跃回答)

【生1】总以为离子跟分子差不多,忘了由离子构成的物质应该同时存在阴阳离子。

【生2】开始学的时候“离子是带电的原子或原子团”的观念总是模糊不清,没有实验印证,记得不牢,现在有了这样的实验,理解得更准确、更透彻了,会记得更牢。

【生3】原以为水分子会包裹“钠离子和氯离子的结合体”,所以才会有“氯化钠离子”的错觉。

【生4】……

【拓展视野】在第3章学习时已经了解了高锰酸钾是由钾离子和高锰酸根离子构成的,它的固体是紫黑色的,溶液呈较深的紫红色,溶解过程不像食盐那样清晰可见。如何才能“看得见”其溶液中

含有钾离子或高锰酸根离子呢？

【学生】积极思考，分组讨论，提出合理的实验方案：使用电导率传感器测定，观察是否像食盐溶解时那样地改变？

【演示】启动艾迪生数字实验系统，将电导率传感器插入水中，用药匙取很少量高锰酸钾投入水中，记录 5~10 s 后，再启动搅拌器，记录得图 4。

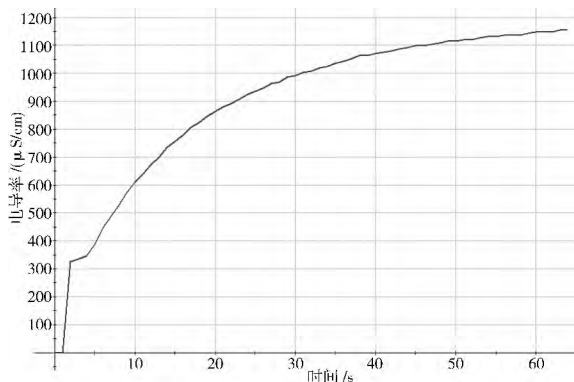


图 4 高锰酸钾溶解时电导率的变化

【学生讨论总结】开始几秒没有搅拌，溶液的电导率几乎为零，说明此时高锰酸钾溶解得很慢。当搅拌器启动后，电导率迅速增加，说明水分子对高锰酸钾晶体的解离作用非常充分，溶液中的水合钾离子和高锰酸根离子迅速增多，随后几十秒电导率逐步稳定下来，说明溶解逐步完全。

【阶段小结】通过数字化实验，清楚地认识到，有些物质比如蔗糖、酒精等溶于水时分子不变，只是被水分子包围，形成自由移动的水合分子；有些物质比如氯化氢气体、硫酸等溶于水时受到水分子作用，分子破裂形成自由移动的水合阴阳离子；由离子构成的物质如食盐、高锰酸钾等溶于水时形成自由移动的水合阴阳离子。形成水合分子或离子的过程就是溶解。上述得到的液体就是溶液，它必定是均一、稳定的。

3 问卷调查

课后的问卷调查（见表 1）统计显示，学生对本课的数字化实验教学效果普遍持肯定态度。

表 1 对数字化实验效果的看法统计（班级人数 43）

问题	是 (%)	否 (%)	不能肯定 (%)
1. 电导率/氯离子的测定是否让你“看见了”食盐的溶解过程	69.8	11.6	18.6
2. 本课的数字化实验是否比传统的溶解实验得到的信息更充分、启发的思维活动更多	76.7	7.0	16.3
3. 本课的数字化实验是否比教材上的图片更生动、更有说服力	81.4	9.3	9.3
4. 你所理解的“溶解”是否比教材上的定义更形象、更具体、更透彻	93.0	0.0	7.0
5. 你如何看待本课的数字化实验	……		

关于问题 5，摘录部分学生的回答如下：

生 1：真神奇！好像“看到了”钠离子、氯离子被水分子团团包围，像遭强盗绑架一样离开了食盐晶体，然后像鱼儿一样在水中自由地游来游去，这让我想起了生物课上用显微镜观察洋葱细胞的场景。这样的新技术为我们打开了一扇新视窗，能让我们真切感觉到水合离子的存在，令人印象深刻。

生 2：预习时只是粗粗地看了一遍书，图片和文字都没有留下什么印象。可是当我看到那屏幕上自动流淌的曲线，心里受到了很大的冲击，原来认为简单的溶解其实蕴藏着很多知识，这些都是课本上学不到的东西。

生 3：那些由电脑自动生成的图像感觉像电影

中的精彩画面，下课后还存留在脑海中，这比简单的溶解实验生动多了！没想到学习一个基本概念也会这么有趣，老师没有机械地让我们背定义，而是展开了探究性学习。整节课我的思维异常活跃，一直在积极思考。在老师的引导下我也学会了如何观察、分析图形，根据图形如何归纳、总结，收获很多。

参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国教育部. 义务教育化学课程标准 (2011 版). 北京: 北京师范大学出版社, 2012: 27
- [2] 义务教育教科书: 化学 (九年级下册). 上海: 上海教育出版社, 2012: 3-4