

基于手持技术环境的化学课堂教学例析*

——冰醋酸电离过程实质的探究

邓峰^{1,2} 钱扬义¹ 钟映雪¹ 谭显华³ 刘丽明³ 罗少娟³

(1. 华南师范大学化学教学与资源研究所 广东广州 510006; 2. 新加坡南洋理工大学国立教育学院; 3. 广东广州花都中学)

摘要 主要从学生的角度分析基于手持技术环境的“弱电解质的电离”课堂教学实例, 提出手持技术可作为课堂探究工具与学习认知工具帮助学生理解化学概念及原理。

关键词 手持技术 化学教学 相异构想 概念转变 数据采集器

1 问题的提出

我国将手持技术仪器(包括采集器、传感器与图形计算器等)引进中学教学始于20世纪末,且大多数研究主要集中于数学、物理与化学等学科教学领域。其中化学领域的研究较多侧重于手持技术在化学研究性学习中的应用^[1~4],而对于将手持技术整合于化学常规教学课堂(尤其在新课程背景下)的实践却相对罕见;另外,国外关于科学教学的研究较多集中在基于手持技术的教学等领域,但在具体化学学科的应用方面涉及相对甚少。基于此,笔者结合以往教学研究的一些体会^[5~8]。选取化学新课程选修模块“化学反应原理”中的“弱电解质的电离”作为教学内容,探讨手持技术对学生理解冰醋酸溶于水过程的实质的帮助。另外,本文也为运用手持技术帮助学习者消除错误概念或相异构想的研究思路提供一些参考。

2 教学主体

选择广州市花都区新华中学高二年级某化学班学生(共65人)为教学对象。教学前学生已完成对“化学平衡”章节内容的学习,并在上一堂课学习“弱电解质”概念;他们对手持技术有一定了解。教师角色由本文第一作者扮演。

3 教学流程

教学流程主要包括激趣、引导、猜想、演示、探索、总结等6个环节;仅占1个课时。

3.1 激趣

教师首先引入“往冰醋酸中不断加入蒸馏水,若以2种物质刚接触时开始计时,则溶液的温度与酸碱性随时间如何变化?”问题,激发学生的探究兴趣;同时准备好数据采集器、温度传感器、pH传感器及相关仪器与药品。

3.2 引导

教师接着引导学生回忆并运用已有知识,如“溶解热”、“弱电解质”与“电离平衡”等概念以及“思考与交流”部分内容来理解分析该问题;同时提供“ $\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+)$ ”公式作为附加信息(注:学生已在数学模块中完成“对数函数”知识的学习)。

3.3 猜想

学生结合已有的知识或经验对冰醋酸溶于水后预期结果进行猜想,教师然后对学生猜想以板书或口述的形式(视教学时间而定)总结,如表1所示。

表1 学生猜想及理由列表

探究问题	学生猜想及理由
溶液的温度如何变化	<ol style="list-style-type: none"> 1. 根据所学溶解热知识,大多数物质溶解时放出热量,故冰醋酸溶于水时溶液的温度会升高 2. 溶液温度可能会稍有升高,但变化程度不大 3. 既然冰醋酸名字中含有“冰”字,则其溶于水时得到类似“冰水”的溶液,故溶液温度会降低 4. 根据初三时曾学过“溶解时的吸热、放热现象”知识可知,溶质的分子或离子在向水中扩散时吸收热量,在和水分子作用生成水合分子或水合离子时释放热量,能量的总体变化取决于二者的相对大小,但现在暂时不能推断溶液的温度是升高还是降低
溶液的酸碱性如何变化	<ol style="list-style-type: none"> 1. 当冰醋酸溶于水时,由于它是一种弱电解质,故有部分醋酸分子电离生成 H^+ 与 CH_3COO^-,故溶液中单位体积的 H^+ 的物质的量浓度增大,使溶液的酸性增强;当醋酸分子电离的速率与2种离子结合的速率相等时,则达到电离平衡,此时溶液的酸性将开始保持不变,据 $\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+)$ 可知,溶液的pH先变小后不变 2. 由于冰醋酸能电离出氢离子,故溶液的酸性增强,再据 $\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+)$ 得知溶液的pH减小

3.4 演示

教师在汇总各种猜想后,开始演示实验(实验装置图见图1):先往1个500 mL的大烧杯中加入少量的冰醋酸,并固定好pH传感器与温度传感器的位置,将数据采集器分别与传感器和计算机多媒体

* 本文为广东省科技项目(项目编号:20065030037)的部分成果

设备(摄像头、投影机)相连接,并开动磁极搅拌器(或者使用玻璃棒搅拌)。开启手持技术数据处理软件,实验装置图被摄像头拍摄及处理后呈现于讲台屏幕的右上方(尽可能使所有学生看到实验装置),所采集的数据自动以列表的形式出现在屏幕的右下方,自动生成的实验图像(“pH—时间”曲线与“温度—时间”曲线)呈现于屏幕的中心。学生在教师的引导下先读取未往烧杯中滴加蒸馏水时冰醋酸的 pH(约为 3.30)与温度(约为 29.0℃)。待实验读数稳定后,教师缓缓地往烧杯中注入蒸馏水,同时引导学生注意观察实验数据以及 2 条实验曲线的形状(见图 2)。待所测定的 pH 与温度读数基本保持不变时,停止实验。

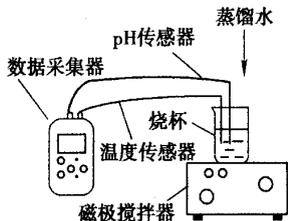


图 1 用手持技术控制冰醋酸的稀释过程

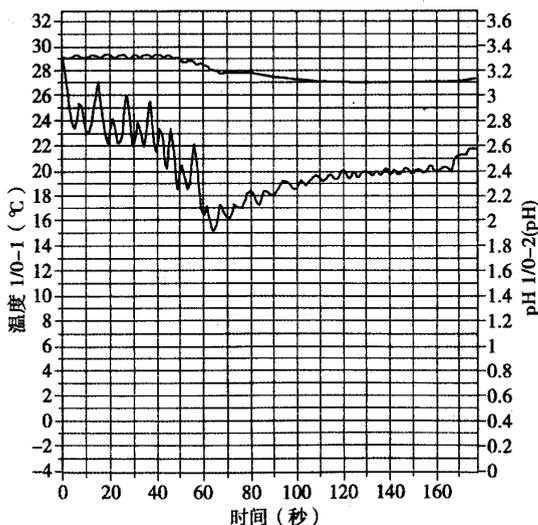


图 2 冰醋酸稀释过程中溶液温度与 pH 随时间的变化曲线

3.5 探索

教师及时引导学习者观察曲线的形状或数据的变化趋势:随着蒸馏水的不断注入,醋酸溶液的 pH 由原来的 3.30 较快地下降至 1.90,然后又缓慢升高至 2.58;冰醋酸在稀释过程中温度由原来的 29.0℃逐渐下降至 27.2℃。然后腾出约 5 min 时间让学生自由探索与分析曲线的形状出现的原因,同时检验自己原有的猜想与实验事实是否相符,并

万方数据

思考原有错误猜想的可能原因。

3.6 总结

教师请 2 名学生代表(随机抽取)发言分别解释 2 条曲线的变化趋势。

学生甲:溶质醋酸分子、 H^+ 与 CH_3COO^- 等微粒在向水中扩散时需要吸收热量(设为 E_1);而它们和水分子作用生成水合分子或水合离子时放出热量(设为 E_2),根据所采集的数据看,因为温度总体为下降趋势,所以 $E_1 > E_2$,即冰醋酸的电离过程为吸热反应。

学生乙:冰醋酸刚溶于水时,不断电离出 H^+ 与 CH_3COO^- ,这时 H^+ 的物质的量不断增加,虽溶液的体积也在不断增大,但前者增大的程度比后者多,故 H^+ 的物质的量浓度总体上为增大趋势,根据 $pH = -\lg c(H^+)$ 可知,溶液的 pH 不断减小;但随着蒸馏水的不断加入,虽 H^+ 的物质的量仍有所增加,但不如后期溶液的体积增大的趋势,导致 H^+ 的物质的量浓度降低,即所测得的 pH 不断增大。

教师对 2 位学生的回答作肯定评价,并补充“加水稀释有利于弱电解质电离”结论,然而引导学生根据上述实验探究完成课本“思考与交流”栏目中“HA 电离过程中体系各粒子浓度的变化”表格;待学生基本上正确完成表格后,再要求其据此完成“BOH 电离过程中体系各粒子浓度的变化”表格。

4 学生的学习情况分析

4.1 “激趣”阶段

在教师向学生创设“往冰醋酸中不断加入蒸馏水,若以 2 种物质刚接触时开始计时,则溶液的温度与酸碱性随时间如何变化?”这一问题情境时,大多数学生能抱着“好奇”或“兴奋”的积极心理开始了对问题的思考,即学习者的探究兴趣或动机得到有效的激发。另外,学习者对手持技术的态度已由原先的“新鲜”或“畏惧”转变为“熟悉”或“接纳”,即他们已逐步习惯并愿意将手持技术作为学习或探究的工具。

4.2 “引导”阶段

结合对课堂的非结构性观察记录来看,许多学生都能较好地利用教师的“提示”进行有关信息的搜索,如部分学生迅速查阅课本中关于“弱电解质”与“电离平衡”部分内容;少数学生通过翻阅笔记本中高一化学部分的“溶解热”的有关课堂记录;较多学生将附加信息“ $pH = -\lg c(H^+)$ ”写在练习本上,试图借助所学的对数知识及函数的增减性规律判断溶液 pH 与 $c(H^+)$ 的数学关系;也有个别学生面部呈

现“无计可施”的表情。可见,大多数的学习者都有意识并善于去运用已有知识或外界提供的信息以解决新问题。

4.3 “猜想”阶段

结合课后访谈学生的材料,笔者将学生关于“冰醋酸稀释过程中溶液的温度与酸碱性随时间如何变化”问题存在的错误观念及其主要原因总结如下:

(1)关于“溶液温度的变化”问题

较多学生单纯依靠“大多数物质溶解时会放出热量”的经验而片面地认为“冰醋酸稀释过程中溶液温度会(稍有)升高”;有极少数学生因未能正确理解冰醋酸名字的由来而错误地“顾名思义”,虽其猜想“溶液温度会降低”符合实验事实,但猜想依据却有欠科学性;也有少数学生能较好地联系初中阶段所学的“物质溶解时的吸热、放热”知识,对温度如何变化问题持“中立”态度。

(2)关于“溶液酸碱性的变化”问题

部分学生能有效地根据教师所提供的线索(如 $\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+)$),结合刚学过的“弱电解质”与“电离平衡”等化学概念对冰醋酸开始电离时的微观过程做较正确的分析,却忽略了对冰醋酸稀释后期 H^+ 的物质的量浓度变小的考虑,即在分析问题时有欠全面性;另一部分学生仍然将冰醋酸错误地理解成“强电解质”,如将其等同于 HCl 等强酸处理,即他们在对“弱电解质”概念的理解与认识上仍存在偏差。

可见,“猜想”阶段有助于将学习者在学习新知识之前的观念与想法“外化”,使教师可以通过聆听其猜想及其依据以更加客观与准确地了解学习者真正的知识储备及可能存在的相异构想,从而有效地对症下药,帮助学习者实现概念的科学转变。

4.4 “演示”阶段

手持技术教学环境(与摄像头联用)能将实验装置投影于讲台的屏幕上,较好地克服了传统教学环境实验观察条件不佳的不足,使全班学生都能从教室不同的角度较清晰地观察实验。结合课堂观察材料与课后访谈分析发现,当教师为学生呈现并介绍实验装置时,学生基本上能做到比较专心地凝视“实验装置”,并与周围的同学小声讨论各自的想法,如探讨“磁极搅拌器的作用”或“蒸馏水的滴加速度对实验结果有无影响”等;在数据采集阶段,几乎所有学生都十分关注实验数据与曲线的变化(尤其是后者),他们都期望实验曲线能按自己原有的猜想变化,但是当发现有“意外”或“异常”变化时,不少学生

或脸上顿时出现疑惑不解的表情,或与同学开展小范围讨论,或耐心等待教师的讲解。就化学观察能力而言,它不是仅要求学生能靠视觉、嗅觉、听觉、触觉等去感知物质及其变化,也不是通过教师讲解或交代如何观察就能实现的;而手持技术环境下的“演示实验”能有效提高学生的观察效率与质量,如帮助学生更好地描述与记录所观察的现象,获得初步的感性印象,从而对所获得的表象进行分析、判断与推理等,较好地实现了化学新课程倡导“重视学生观察能力培养”的理念。

4.5 “探索”阶段

经观察发现,在学生自由探索的5 min时间里,几乎所有学生都在投身于对曲线形状问题的探讨中,譬如,他们或表现出“恍然大悟”的举止;或双眉紧锁地运用公式(如 pH 及物质的量浓度计算公式)来理解或推理;或静心思考原有猜想错误的原因;或振振有词地发表自己的观点;或专心倾听其他化学成绩较好的同学的辩论……由此可见,基于手持技术教学环境在培养学习者的元认知能力、表达能力与同伴学习的意识方面起着较为重要的作用;同时为学习者营造了不怕出错的探究氛围,使学习者敢于并乐于检验原有猜想的合理性。

4.6 “总结”阶段

分析2名学生代表所做的总结发现,他们均能立足于所采集的数据及实验曲线,并结合已学的“ $c=n/V$ ”与“溶解热”等知识对实验事实作较科学的解释,将旧知识(“弱电解质”与“电离平衡”等化学概念)与新知识(“稀释促进电解质电离”与“电离是吸热过程”)有机地联系起来。可见,学生已逐步养成尊重实验事实的良好科学态度,而且开始具备较强的信息提取、加工与分析能力及图像理解技能。国外心理学家Mayer认为,图表对学习者的影响主要包括传统取向与认知取向2种^[9];而手持技术环境为学习者呈现的实验数据表与曲线不仅只涉及关于学习材料(输入)与学习者表现(产出)关系的传统取向,而且更能从认知取向增强学习者的探究学习,如数据表与曲线能作为“先行组织者”有益地促进学习者对学习材料的理解以及记忆编码^[10,11]。另外,结合学生完成有关实验探究表格的情况分析,学生不但基本上建构了对新学习的化学原理的较正确的理解与认识,还能较顺利地将“一元弱酸的电离”知识迁移至新的但原理类似的“一元弱碱的电离”问题的探讨与解决中。

(下转第65页)

检验醛基,将加入新制氢氧化铜反应后的混合液静置,取上层清液与高锰酸钾溶液反应,溶液褪色证明结构中含有碳碳双键。”^[13]

各类考查尤其是高考化学试题的命题者,对于其中的化学实验,更应当是第一实验者和研究者。

假想实验有哪些危害?我想,通过以上例举的几个实验,再结合自己平时的感触,老师们不难总结出。在这里,我只简单地以课程标准提出的三维目标来一言以概之:假想实验不仅危害我们掌握正确的知识与技能,还危害我们体验完整的过程与方法,更危害我们情感态度与价值观尤其是科学态度的形成!

离开了假想实验,如何来提高实验教学的效果?计算机上“模拟”实验的做法虽然曾经盛行一时,但毕竟代替不了真实的实验过程。随着新课程的逐步深入实施,还是要在真实的、有意义的问题情景中,通过让学生解决真实性问题,来学习隐含于问题背后的化学知识,形成解决化学问题的技能,体验科学探究的过程,学习科学研究的方法,培养学生的科学态度和精神,真正实现课程标准提出的三维目标^[14]。

出于好奇,笔者曾经翻看人民教育出版社的物理教材的后记:“在本书的编写过程中,由刘彬生、汪维澄、唐掣、李丽娟组成的实验研究小组做过了全书所有的实验,检验和改进了书稿中的实验部分”^[15],其严谨负责之科学形象跃然纸上!

(上接第37页)

5 结语

手持技术在化学课堂上扮演了传统实验仪器(即探究工具)的角色,其方便快捷采集数据的功能不仅节省了实验时间(如数据记录时间与实验曲线绘制时间),即教师非常有可能运用之在常规课时内完成教学任务;更重要的是,它有助于学习者在这部分时间内更多地参与思考、分析、讨论与反思等更高级认知水平的学习活动中,即手持技术能作为一种有力的认知工具激发学习者的认知冲突,使学习者知识原型中的错误概念或相异构想尽可能得以外化及正确转化^[12]。然而,手持技术能否在我国现行化学新课程背景下发挥其教学优势,譬如能否与化学模块中许多主题整合,能否有效提高学习者的认知水平,能否成功消除学习者关于某些化学概念及原理所持的相异构想,能否增强学习者的化学问题解决能力,能否提高学习者的学业成绩,等等,仍需要

本文初步完成之后修改之际,笔者参加了南京市教研室于宁海中学举行的高一化学教研活动,看到开课教师准备用塑料瓶做“钠与水的反应”,我真为他担心。令我意外的是,该老师的操作非常成功!回到学校,我依样一试,果然简单——原来塑料瓶的材质变软,使操作变得相当地容易了。原本教材中抛弃的实验方法,现在成了切实可行的了!

真实地做做实验,真有意思!

参 考 文 献

- [1][2] 中华人民共和国教育部制订. 普通高中化学课程标准(实验). 北京:人民教育出版社,2003:2,33
- [3] 人民教育出版社. 全日制普通高级中学教科书(必修)·化学(第一册). 北京:人民教育出版社,2003:162
- [4] 刘怀乐. 化学教育,2004,25(10):53
- [5] 李积双. 化学教育,1999,(3):30
- [6] 何家忠. 化学教育,2001,22(3):40
- [7] <http://zxhxcyq.blog.sohu.com/69299461.html>
- [8] 刘怀乐. 化学教育,2003,24(7,8):61
- [9] 陈勇敏,王忠义. 中学化学教学参考,2007,(9):40-41
- [10] 陈世华,张茂奎. 化学教育,2002,23(11):39
- [11] 谭宗俊,向雪皑. 化学教育,2002,23(11):41
- [12] 唐海涛. 化学教育,2003,24(3):34
- [13] 乔宣. 好题点评(三十七)《化学教育》第27卷增刊P98第14题. <http://chem.cersp.com/KSPJ/stts/200704/3218.html>. 2008-01-23
- [14] 陈元庆,稽世宝. 化学教学,2007,(8):4
- [15] 普通高中课程标准实验教科书·物理1(必修). 北京:人民教育出版社,2006:后记

大量的实证性研究加以佐证。谨以此文抛砖引玉,将我们的体会与各位同行分享。

参 考 文 献

- [1] 邓峰,钱扬义. 化学教育,2006,27(6):37-39
- [2] 魏锐,王磊等. 化学教育,2006,27(7):50-52
- [3] 江世忠,谭显华,邓峰等. 化学教育,2006,27(12):40-41
- [4] 邓峰,钱扬义,林耿勉. 教学仪器与实验,2007,(1):12-14
- [5] 钱扬义,邓峰. 中国电化教育,2006,(11):49-52
- [6] 钱扬义,邓峰,刘秀苑等. 化学教育,2006,27(4):29-31
- [7] 邓峰,钱扬义. 中学化学教学参考,2005,(5):19-21
- [8] 邓峰,钱扬义. 中学化学教学参考,2007,(4):61-63
- [9] Mayer R E Aids to text comprehension. Educational Psychologist,1984,19(1):30-42
- [10] 邓峰,钱扬义. 化学教学,2006,(2):15-16
- [11] 邓峰,钱扬义,钟伟华等. 课程·教材·教法,2006,(11):66-70
- [12] 王磊等著. 科学学习与教学心理学基础. 西安:陕西师范大学出版社,2002:90