婴儿湿巾缓冲能力的测试 ——一个贴近生活的实验

余凡^{1,*}, 李宝^{2,*}

¹ 江汉大学化学与环境工程学院, 光电化学材料与器件教育部重点实验室, 武汉 430056

² 华中科技大学化学与化工学院, 武汉 430074

摘要: 为了有效提升学生在缓冲溶液学习过程中的学习兴趣及积极性, 在此推荐一个将现实中的生活用品作为实验对象引入实验课教学过程中的案例。该实验设计将性质实验扩充到婴儿湿巾, 将实验内容变为对婴儿湿巾工作原理的验证, 而不再是过去简单的酸碱体系的配制及相关验证实验。通过该实验的实施, 学生普遍反映能够有效激发其在学习缓冲溶液相关课程中的学习积极性与兴趣, 并最终促使学生认知缓冲体系内 pH 变化的特点及缓冲机理。

关键词: 缓冲溶液; 婴儿湿巾; 实验设计; 学习兴趣

中图分类号: G64; O6

Testing the Buffer Capacity of Baby Wipes: An Experiment Close to Life

Fan Yu^{1,*}, Bao Li^{2,*}

¹ Key Laboratory of Optoelectronic Chemical Materials and Devices of Ministry of Education, School of Chemical and Environmental Engineering, Jiangnan University, Wuhan 430056, P. R. China.

² School of Chemistry and Chemical Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, P. R. China.

Abstract: In order to effectively enhance students' interest and enthusiasm in learning buffer solution, a case of introducing real daily necessities into laboratory teaching is recommended. The experimental design extends the property test to the baby wipe, and changes the content of the experiment into the verification of the working principle of wipe, instead of preparation of simple acid-base system and related verification experiments in the past. Through the implementation of this experiment, students generally reflected that it can effectively stimulate their enthusiasm and interest in learning buffer solution related contents, and ultimately promote them to recognize the characteristics and buffer mechanism of pH changes in buffer system.

Key Words: Buffer solution; Baby wipe; Experimental design; Learning interest

缓冲溶液在化学专业本科生无机化学、分析化学的学习中占有重要地位; 对于非化学专业的本科生而言, 比如生命、生物等相关专业的本科生学习, 缓冲溶液的概念也是非常重要的^[1,2]。因为在生物化学专业相关研究工作当中, 需要缓冲溶液来维持体系的酸碱度, 并且能够影响相关体系或研究工作的成效^[3,4]。因此, 缓冲溶液对专业或非专业学生而言都是非常重要的概念。如何有效地激发

收稿: 2019-05-06; 录用: 2019-07-03; 网络发表: 2019-07-25

*通讯作者, Email: yufan0714@163.com; libao@hust.edu.cn

基金资助: 湖北省武汉市教育局(2014006); 国家自然科学基金(51403079)

学生的学习兴趣及积极性,对于有效掌握缓冲溶液的相关概念、组成及缓冲作用机理是非常重要的。

化学实验操作是化学知识学习过程中非常重要的环节,其能够有效帮助学生掌握或巩固相关知识点的认知及学习。因此,如何设计及安排缓冲溶液模块的化学实验,对于提高学生的学习兴趣及效果有着至关重要的作用^[5-7]。现有的针对缓冲溶液知识点的化学实验安排不仅让学生去学习如何配制缓冲溶、讨论缓冲溶液的性质及组分比值对缓冲容量的影响,还要求学生掌握吸量管、滴定管、酸度计等仪器的使用方法,因此,该部分实验内容枯燥、繁杂且操作难度较大。而开设对象又是刚刚进入相关大专院校的学生(其相关实验操作能力较低),从而容易导致学生在实验操作过程中仅仅是简单的机械操作,并不会去过多思考实验内容与缓冲溶液知识点间的联系及辅助作用,所以很难获得良好的实验效果。为了能够有效激发学生的学习兴趣及积极性,本文尝试将生活用品——婴儿湿巾与缓冲溶液联系在一起,设计了缓冲溶液的配制及性质验证试验——婴儿湿巾缓冲能力的测试。常见生活用品的引入能够消除学生对于化学知识生硬的认知,赋予知识点灵活的运用能力及使用范围,并有效提升学生的学习动机及兴趣,促使学生在实验过程中乐于思考、善于思考,从而有效提升缓冲溶液相关设计实验的学习效果。

1 实验原理

缓冲溶液,指的是由弱酸及其共轭碱,或弱碱及其共轭酸组成的混合溶液,能在一定程度上抵消或消除后引入体系的强酸、强碱等对溶液酸碱度的影响,从而维持体系的 pH 相对稳定。溶液体系的酸碱度或 pH 对生命系统而言非常重要。比如人体内某些复杂的机制必须在特定的 pH 范围内才能进行。人的机体能够通过复杂的机制维持体系 pH 稳定,而这就是缓冲体系或缓冲溶液在发挥着重要的作用。除此之外,许多商用产品(隐形眼镜溶液、眼药水、婴儿湿巾等)都是在利用缓冲体系来抵抗 pH 变化,维持目标体系酸碱度的稳定,防止微生物生长,延长保质期并微调药效。比如婴儿湿巾主要用于护理或治疗婴儿由于佩戴尿不湿引起的不适症状。此类不适症状主要原因是由于排泄物的堆积导致尿不湿酸碱值不能够维持在合适范围内。婴儿湿巾主要的功能就是能够维持婴幼儿表皮稚嫩的皮肤 pH 得到稳定,从而抑制或缓解不适症状的产生。

为了能够贴近生活地理解缓冲体系的作用机制、效果,在本实验中,我们将专注于制备不同的缓冲液,其中包括一种由婴儿湿巾制成的缓冲体系,并比较它们抵抗 pH 变化的能力。

2 实验试剂及仪器:

试剂:醋酸($0.5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$),醋酸钠,氨水($0.5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$),氯化铵,某品牌婴儿湿巾,去离子水,盐酸($0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$),氢氧化钠溶液($0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$)。

仪器:酸度计,滴定管,烧杯。

3 实验步骤:

3.1 缓冲溶液的配制

本实验将配制 4 种缓冲溶液,氯化铵及醋酸钠易吸潮,可以使用盛溶液的烧杯称量相应固体并加入去离子水,称取的质量精确到 0.001 g 。具体组成如下:

醋酸/醋酸钠缓冲体系 I: 用移液管量取 $10\text{ mL } 0.5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的醋酸,称取 $0.41\text{--}0.42\text{ g}$ 醋酸钠,用移液管量取 90 mL 去离子水;

醋酸/醋酸钠缓冲体系 II: 用移液管量取 $10\text{ mL } 0.5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的醋酸,称取 $0.11\text{--}0.12\text{ g}$ 醋酸钠,移液管量取 90 mL 去离子水;

氯化铵/氨缓冲体系: 用移液管量取 $10\text{ mL } 0.5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的氨水,称取 $0.26\text{--}0.27\text{ g}$ 氯化铵,移液管量取 90 mL 去离子水;

婴儿湿巾缓冲体系: 选取某个品牌的婴儿湿巾,取 10 张湿巾置于 500 mL 烧杯中,加入 50 mL

去离子水浸泡 5 min, 用镊子将湿巾一张张取出, 并收集拧干的水分于同一烧杯中。作为对比实验, 将溶液加入的水量变为 100 mL 及 200 mL, 制备相同溶液体系, 分别标记为婴儿湿巾缓冲体系 I、II、III。

3.2 缓冲能力的测试

3.2.1 缓冲体系对强酸的抵抗效果

滴定管中装满盐酸($0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 50 mL, 固定于滴定管架上。用移液管量取 40 mL 醋酸/醋酸钠缓冲体系 I 至 100 mL 的烧杯中, 置于滴定管下方。

将酸度计按步骤校准, 后将玻璃电极放置于烧杯中。

轻轻搅拌烧杯的溶液, 不要使玻璃棒碰触电极, 并以每秒约 1 滴的速率从滴定管中缓慢滴加盐酸, 直到 pH 变化至少一个单位, 记录此时溶液的最终 pH 及滴定管读数。

以同样的方式测量醋酸/醋酸钠缓冲体系 II, 氯化铵/氨缓冲体系和去离子水对盐酸的缓冲效果, 记录最终 pH 及滴定管读数。

3.2.2 缓冲体系对强碱的抵抗效果

滴定管中装满氢氧化钠($0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 50 mL, 固定于滴定管架上。用移液管量取 40 mL 醋酸/醋酸钠缓冲体系 I 至 100 mL 的烧杯中, 置于滴定管下方。

将酸度计按步骤校准, 后将玻璃电极放置于烧杯中。

轻轻搅拌烧杯的溶液, 不要使玻璃棒碰触电极, 并以每秒约 1 滴的速率从滴定管中缓慢滴加氢氧化钠, 直到 pH 变化至少一个单位, 记录此时溶液的最终 pH 及滴定管读数。

以同样的方式测量醋酸/醋酸钠缓冲体系 II, 氯化铵/氨缓冲体系和去离子水对氢氧化钠的缓冲效果, 记录最终 pH 及滴定管读数。

3.3.3 婴儿湿巾缓冲体系对强酸、强碱的抵抗作用

在验证了经典缓冲体系对强酸或强碱的缓冲效果之后, 以同样的方法验证婴儿湿巾缓冲体系的缓冲作用, 记录溶液的最终 pH 及滴定管读数。注意, 婴儿湿巾的缓冲剂的浓度较低, 少量的外来强酸、强碱便能引起 pH 的较大变化, 在滴定过程中需要谨慎。

4 实验后思考问题的设置

1) 对于去离子水体系, 当加入少量的强酸或强碱时, pH 会产生很大的波动, 为什么对其他缓冲体系却不会产生此种变化?

2) 比较制备的两种醋酸/醋酸钠缓冲体系的缓冲能力, 其是否具有相同的缓冲容量? 引起此种不同的根本原因是什么?

3) 比较醋酸/醋酸钠缓冲体系与氯化铵/氨缓冲体系 pH 变化的情况, 解释为什么针对不同缓冲区间需要不同的缓冲体系?

4) 根据实验数据归纳婴儿湿巾的缓冲能力、缓冲容量, 对解释婴幼儿皮肤的护理作用。

5 实验开设情况说明

该实验内容为验证性实验, 可作为增强缓冲溶液知识点学习的辅助性实验, 开设在大一学年, 针对实施对象可以为学习无机化学或基础化学课程的学生。由于实验操作内容较多, 建议 2-3 人一组进行相关实验。

6 实验结果处理

该实验所测数据较多, 为了方便学生实验过程的有序进行, 实验记录表格设计如表 1、表 2 所示, 其中灰色格子内为参考实验数据。

表 1 不同体系对强酸(HCl)的加入 pH 变化的数据记录

溶液体系	初始体积/mL	pH变化值	滴定管初 始读数/mL	滴定管最 终读数/mL	缓冲容量/(mol·L ⁻¹)
醋酸/醋酸钠缓冲体系I	40.0	1.02	0.00	17.01	4.17×10^{-2}
醋酸/醋酸钠缓冲体系II	40.0	1.05	0.00	5.33	1.19×10^{-2}
氯化铵/氨缓冲体系	40.0	1.01	0.00	16.9	4.18×10^{-2}
去离子水	40.0	3.78	0.00	0.10	6.61×10^{-5}
婴儿湿巾缓冲体系I	40.0	1.05	0.00	1.13	1.88×10^{-3}
婴儿湿巾缓冲体系II	40.0	1.06	0.00	0.65	1.53×10^{-3}
婴儿湿巾缓冲体系III	40.0	1.11	0.00	0.44	1.27×10^{-3}

表 2 不同体系对强碱(NaOH)的加入 pH 变化的数据记录

溶液体系	初始体积/mL	pH变化值	滴定管初 始读数/mL	滴定管最 终读数/mL	缓冲容量/(mol·L ⁻¹)
醋酸/醋酸钠缓冲体系I	40.0	1.04	0.00	16.8	4.04×10^{-2}
醋酸/醋酸钠缓冲体系II	40.0	1.03	0.00	5.87	1.42×10^{-2}
氯化铵/氨缓冲体系	40.0	1.03	0.00	16.5	4.00×10^{-2}
去离子水	40.0	3.64	0.00	0.10	6.67×10^{-5}
婴儿湿巾缓冲体系I	40.0	1.07	0.00	1.25	1.79×10^{-3}
婴儿湿巾缓冲体系II	40.0	1.02	0.00	0.59	1.45×10^{-3}
婴儿湿巾缓冲体系III	40.0	1.15	0.00	0.41	1.36×10^{-3}

7 教学反思

对非化学专业学生, 由于其化学基础及实验操作能力较薄弱, 根据原有的实验设计, 学生在枯燥的滴定操作过程、酸度计使用等过程中难以顺利上手, 挫折感较强, 实验现象与理论间的联系程度非常低, 导致实验的认知结果较差。但将生活中的实物引入到学生的学习、实验过程当中, 不仅能够有效地激发学习热情及积极性, 还能够使枯燥的化学实验变得生动, 课本上生硬的知识变得鲜活, 学生最终能够在不知不觉中提升学习效果及认知能力。类似的设计实验其实可以很多, 比如对缓冲溶液而言, 该实验内容还可以更换为眼药水、婴儿口水巾等, 还可以尝试配制婴儿湿巾、口水巾或眼药水等缓冲溶液体系并验证其缓冲能力, 其对学生学习效果的提升非常显著。本实验设计已对我校环境工程专业两届一年级本科生开展, 学生的评价度、认可度较高, 均反映能够将课本所学知识与实际生活相结合, 加强了对相关知识点的掌握及理解程度。因此, 综合考虑, 特在此推广本设计实验, 以期提升学生学习效果。

参 考 文 献

- [1] 孙逸明, 丁伟. 化学教育, **2017**, 38 (9), 55.
- [2] 张青芳, 侯正利, 郝一. 化学教育, **2015**, 36 (22), 59.
- [3] 周群力, 钱扬义. 化学教育, **2014**, 35 (9), 75.
- [4] 张天斌, 李政, 许海. 化学教育, **2014**, 35 (4), 21.
- [5] 陈邦进. 化学教育, **2013**, 34 (3), 1.
- [6] 景泽雯, 龙琪, 朱子丰, 王冬黎. 化学教育, **2010**, 31 (11), 68.
- [7] 于丽薇. 化学教育, **2002**, 23 (6), 3.