

基于启发式教学法的分析化学实验课程教学实践 ——以纯碱中总碱量的测定为例

刘霞*

中国农业大学理学院, 北京 100193

摘要: 以“纯碱中总碱量的测定”实验为例, 采用启发式教学法在教学内容各个环节引入问题, 引导学生深入思考和讨论, 主动地探究问题和解决问题, 旨在培养学生创造性学习及终身学习的能力和科学的行为习惯, 为后续其他实验课程及未来科研工作打下坚实的基础。

关键词: 分析化学实验; 启发式教学法; 创造性学习; 终身学习

中图分类号: G64; O6

Teaching Practice of Analytical Chemistry Laboratory Based on Heuristic Teaching Method: Taking the Determination of Total Alkali Content in Soda Ash as an Example

LIU Xia*

College of Science, China Agricultural University, Beijing 100193, P. R. China.

Abstract: Taking the determination of total alkali content in soda experiment as an example, we use heuristic teaching method to introduce problems, aiming at guiding students to think and discuss, to actively explore and solve problems, to cultivate creative learning and lifelong learning ability and scientific behavior habits. This approach can help to lay a solid foundation for subsequent laboratory course and scientific research work in the future.

Key Words: Analytical chemistry laboratory; Heuristic teaching method; Creative study; Lifelong learning

分析化学实验课是高等农林院校化学、生物、动物医学、动物科学等相关专业的一门重要基础必修课。通过实验可加深学生对分析化学基础理论知识的理解, 掌握实验操作技能, 提高分析问题和解决问题的能力, 培养学生严谨求实的科学态度, 一丝不苟的科学作风, 锐意进取的科学精神, 更重要的是通过实验使学生得到了科学思维和科学方法的严格训练, 从而具有探究未知的本领和能力, 为未来的科研工作打下坚实的基础。正如化学家戴安邦指出的, “化学实验课是全面实施化学教育的一种最有效的教学形式”。本文以“纯碱中总碱量的测定”实验为例, 阐述如何采用启发式教学法开展分析化学实验教学, 以实现全面提高学生综合素质和能力的目的。

1 注重传授科学研究方法 培养学生的科研能力

“纯碱中总碱量的测定”是以甲基橙或甲基橙-靛蓝混合指示剂, 用HCl (约0.1 mol·L⁻¹)标准溶

液测定纯碱中碳酸钠质量分数。这虽然是一个经典的滴定分析实验，但我们将其设计成了探究性实验，在课堂上营造浓厚的科学研究气氛，调动了学生探究未知的兴趣和积极性。授课时以阐述实验原理为切入点，采取提问的方式要求学生讲解实验原理及实验内容，并在黑板上写出滴定反应及计算碳酸钠质量分数的公式：



$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{\frac{1}{2}c(\text{HCl})V(\text{HCl})M(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{m_s} \quad (2)$$

式(2)中， ω 为碳酸钠质量分数，%； c 为HCl标准溶液浓度， $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ； V 为滴定终点时所用HCl溶液的体积，L； m_s 为参加滴定反应的纯碱质量，g； M 为碳酸钠的摩尔质量， $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

根据滴定反应及计算公式，教师精心设计了环环相扣的系列问题，一问到底，使学生不仅知其然，还要知其所以然，真正了解影响实验结果的操作和因素有哪些，哪些实验操作是即将要学习和掌握的。1) 选用何种指示剂？由于滴定终点为饱和 H_2CO_3 溶液，溶液pH约为3.9，故可选用甲基橙或甲基橙-靛蓝混合指示剂。2) 影响实验结果的因素有哪些？根据计算公式，得知影响实验结果的因素有 $c(\text{HCl})$ 、 $V(\text{HCl})$ 、 m_s ，对应的实验操作是标定、滴定和称量。3) 根据滴定反应式，滴定反应需称量多少克的纯碱(含95%碳酸钠)？在满足于滴定管读数的相对误差小于 $\pm 0.1\%$ 情况下，称量0.11–0.17 g纯碱，该称量误差已超过 $\pm 0.1\%$ ，因此必须改进实验方法。4) 设计怎样的实验方案，既保证滴定误差小于 $\pm 0.1\%$ ，又保证称量误差小于 $\pm 0.1\%$ 呢？需称量至少0.2 g纯碱，置于锥形瓶中，用蒸馏水溶解，加入指示剂，然后进行滴定，是否可行？因滴定管读数次数的增多而增大了偶然误差，故不是最佳的实验方案。5) 何为最佳实验方案呢？称量质量为 nm_s ($n > 2$)的纯碱，再取出 $1/n$ 质量的纯碱用于滴定反应。如何完成该操作呢？首先将准确称量的纯碱配制成溶液，再准确移取一定体积的溶液进行滴定反应，对应的实验操作是定容和移液管的使用，这正是本实验使用容量瓶的原因所在。6) 如何减少滴定管读数的偶然误差？至少平行做三次实验。

采用启发式教学法授课极大地激发了学生学习的积极性和主动性。在讨论问题的过程中，通过启发学生思考，来探究真知，实验目的和实验操作自然清晰明了，随着问题的解决，学生获得了知识，掌握了实验技能，受到了科学思维和科学方法的严格训练，体会到了学习的快乐。问题教学法改变了以往唯实验目的而实验目的，唯实验操作而实验操作的单一、枯燥的讲解，最后学生自行总结出影响本实验结果是否准确的实验操作有：称量、滴定、定容和移液管的使用。

2 强化基本操作训练 提高学生的动手能力

实验课堂是强化实验操作训练、提高学生动手能力的最好场所。“纯碱中总碱量的测定”实验所涉及到的操作分别有：称量、滴定、定容、移液管的使用。对于已经学过的实验操作如称量、滴定、移液管的使用，要求学生演示实验操作，让其他同学认真观察，评判对错，然后由教师做指导性总结，再做演示；对于将要学习的新的实验操作如容量瓶的使用，首先向学生展示5、25、50、250、500、1000 mL等规格的容量瓶，然后以250 mL容量瓶为例，讲解并示范容量瓶的使用，边演示边讲解，同时示范各种可能的错误操作，目的是突出重点，加深印象，便于学生牢固掌握规范的实验操作。在演示讲解的同时，不断提出问题，引导学生思考。1) 除检查是否漏水外，还需要检查什么？2) 容量瓶如何洗涤？3) 能否用加热的方法干燥容量瓶？如何干燥容量瓶？4) 容量瓶定容摇匀后，液面低于标线，需再加水补充吗？5) 可以用容量瓶长期保存所配制的溶液吗？

另外采用多媒体开展实验教学，将实验操作制成视频或幻灯片，弥补了传统教学的不足，解决了教师演示的操作尚未被学生观看到或观看不清楚等问题。在实验过程中，学生可根据需要随时以定格或回放等方式播放视频、幻灯片进行学习。教师则需不断地巡视观察，力求给予每位学生以全面的指导，及时发现和纠正学生在实验过程中存在的各种错误操作，防止学生形成难以改正的不规

范的操作习惯。对于难以掌握的实验操作,教师还要进行多次的指导,甚至手把手地教,要求学生反复练习,直到熟练掌握为止,以此强化实验操作训练,提高学生的动手能力,使学生具有扎实的基本功。

3 改进实验考核方法 客观评定成绩

实验考核是分析化学实验课的重要环节。客观、公正的考核,可提高学生学习的积极性,对学生的学习具有促进和指导作用。“纯碱中总碱量的测定”的实验成绩从预习、实验操作和实验结果等几方面进行考核评分,预习占10%,实验操作及实验结果占90%。实验包括3部分内容:① 每名同学称量一份纯碱,用自己标定的HCl标准溶液平行测定两次,相对相差不得大于0.3%;② 用指导教师提供的HCl标准溶液测定一份自己配制的纯碱溶液;③ 学生用自己标定的HCl标准溶液测定一份由教师提供的纯碱溶液。实验①数据由学生计算处理,实验②、③学生只记录HCl溶液初读数、终读数,然后将数据交给教师,由教师计算纯碱的总碱量,要求四次测定的相对平均偏差小于0.3%。由于实验②中所用的HCl溶液的浓度及实验③中纯碱溶液的浓度对于学生来说均是未知的,因此有效地避免了学生凑实验数据、伪造实验数据等现象的发生。之所以实验操作及实验结果占很大比重,是因为学生若没有实事求是、一丝不苟的科学态度及扎实的基本功是绝对不可能取得好的实验结果的,反过来也可以通过实验结果的准确性来判断实验操作的规范性。

4 结语

采取启发式教学法开展分析化学实验教学,充分调动了学生学习的积极性和主动性。学生由原来被动预习转变为主动预习,预习报告由原来的照搬照抄书本转变为通过查阅文献撰写。实验课堂由原来的以教师为主体转变成以教师为主导、以学生为主体,学生在获取知识的同时,能充分体验到科学探究所经历的曲折过程和乐趣,从而极大激发了学生的学习兴趣,培养了学生自主学习、创造性学习及终身学习的能力和科学的行为习惯。

参 考 文 献

- [1] 李曙,陈英海,孙明礼,刘毓琪,胡树林. 大学化学, **2012**, 27 (1), 19.
- [2] 申湘忠. 大学化学, **2008**, 23 (3), 22.
- [3] 姜彬,徐宝荣,徐雅琴. 高等理科教育, **2009**, No. 1, 84.
- [4] 严小平,李成平,申屠超,童建颖,金建昌. 实验技术与管理, **2007**, 24 (6), 114.
- [5] 邹小勇,马志玲,黄滨,胡玉玲,李攻科. 大学化学, **2006**, 21 (4), 30.
- [6] 何英,龚慧芳. 大学化学, **2013**, 28 (3), 24.
- [7] 姚思童,张进. 大学化学, **2010**, 25 (3), 23.