



基于“化学实验体系的三要素”改进实验设计 ——以“弱电解质的电离”教学为例

冯 晴

(上海外国语大学附属大境中学 上海 200011)

摘要:基于“化学实验体系的三要素”,对“弱电解质的电离”一课中课堂实验加以改进,体现实验教学的功能。

关键词:化学实验三要素;弱电解质;电离;化学实验;改进

文章编号:1008-0546(2016)09-0082-03

中图分类号:G633.8

文献标识码:B

doi:10.3969/j.issn.1008-0546.2016.09.028

清华大学宋心琦教授明确提出了“化学实验体系的三要素”,即作为实验对象的物质体系(用于探究化学变化过程,也可称为化学体系);适当的仪器装置和必要的安全措施;合理的实验步骤和规范的操作技术。他认为,从学科教育的角度来评价,它们的地位是不等的,应该依次递减。在学习或研究化学时,选用什么化学体系是由学习或探究的目标决定的;化学体系选定之后,使用什么样的仪器装置也就大致确定了;实验步骤决定于所选定的化学体系和仪器装置,如何安全地、有序地完成实验,决定了实验者所应具有的操作技术的规范程度。只有这样来认识化学实验,才能真正体现出为什么化学仍然是一门实验性科学和为什么学习化学一定离不开实验,也才能够做到通过化学实验(包括演示和教学实验、探究性实验活动)学习化学并培养学生的科学精神和科学作风。不必讳言的是,现在的化学实验教学中,因为实验体系来自教材或教参,使得实施时往往把注意力放在第二、第三两个方面,化学体系选择反而成为次要甚至被忽略,于是除去通过实验能够加深对某个实验现象的印象外,学生受到的教育仅仅侧重于对所用仪器装置的认识和基本操作训练过程中受到的科学作风培育。^[1]

教材或教参为什么要设计或选择某一个实验,也就是化学实验教学功能与价值的问题,也是教师思考得比较少又比较重要的问题,教师普遍很难全面地阐述某个实验的教学功能与价值。因此,以化学实验的教学功能为切入点,由“化学实验体系的三要素”入手,对教材或教参中的实验加以改进,就显得尤为务实。下面就以“弱电解质的电离”教学为例,阐述如何以“化学实验体系的三要素”为抓手,对“弱电解质的电离”一课中现有实验加以改进,创设能激发学生高品质思维的课堂。

一、学生的学习基础与学习要求

“弱电解质的电离”编排在人教版高中化学选修4《化学反应原理》^[2]中的第三章第一节,是本章“水溶液中的离子平衡”知识的开篇。本章内容实际上是应用前一章所学化学平衡理论,探讨水溶液中离子间的相互作用,在教学功能上,这一章起着延伸、拓展和巩固前一章所学知识的作用。从具体知识结构来看,化学平衡、电离平衡、溶解平衡是研究电解质在溶液中发生各种变化的理论基础,而电离理论又是联系化学平衡与溶解平衡的纽带。所以,该课程在教材中起到了承上启下的作用,要求学生在已经学过化学平衡理论并了解电解质发生电离和发生离子反应的条件等知识的基础上,进一步学习强电解质和弱电解质的概念,了解弱电解质的电离平衡,浓度、温度等条件对电离平衡的影响以及电离平衡常数。

二、教材或教参中的原有实验

“弱电解质的电离”是高中化学的重难点内容。为帮助学生建构其概念,教材中安排了如下实验:

分别试验等体积、等浓度的盐酸、醋酸溶液与等量镁条反应;并测这两种酸的pH。

	1 mol/L HCl	1 mol/L CH ₃ COOH
与镁条反应的现象		
溶液的pH		

教材的设计意图为先由等体积、等浓度的盐酸、醋酸溶液与等量镁条反应,根据现象一快一慢,定性的判断其为一强一弱,再通过测这两种酸的pH,定量地界定强弱之分,从而引出强弱电解质的定义。如此甚妙,可是本课程的重难点为弱电解质的电离平衡,而教材对此并未安排实验探究弱电解质的电离平衡及其影响因素。因此,需要教师二次开发教材,以“化



学实验体系的三要素”为抓手,不脱离教材,对现有实验加以改进与创新,创设能激发学生高品质思维的课堂。

三、有关实验改进的设计

1. 丰富实验对象的物质体系,增强原有实验功能,引领教学

通过改进教材原有实验,将实验对象的物质体系加以丰富,增强原有实验功能,引领教学。引发学生对该实验三重维度的思考,真正做到让学生在实验中发现问题,在探究中获取知识,在分析中学会方法,在学习中解决问题。

弱电解质妙就妙在它的弱,若即若离,藕断丝连。为了充分利用这种“天生注定”,在课程伊始,设计了学生探究实验,课堂将以此为发起点,以学生实验、数据分析和实验思考为主线加以展开。考虑到教材原有实验——测 1 mol/L 盐酸与醋酸的 pH ,在此实验的基础上,添加另外两种不同浓度的盐酸与醋酸,并再添加同浓度的未知酸。如此,不仅可以引出强弱电解质的概念,还能根据实验数据,分析探究影响弱电解质电离的因素,更可比较弱电解质的电离程度。

考虑到课程时间有限,将 9 种溶液根据不同的共性分为 6 个组别。同时将学生分为 12 组,每组三人,即每个组别的实验由两组学生完成,每种溶液有四组学生同时测定,每位学生都完成一个溶液的 pH 的测定。最后,再利用多媒体网络技术,将学生的实验结果快速地汇集到教师处,由软件对数据加以处理后转化为氢离子浓度,快速地呈现给学生,便于后续课程的开展。如此,既可减小实验误差,又可提升课堂效率,同时还让每位同学都体验了数字 pH 计测定溶液 pH 的操作。

组别	酸 1	酸 2	酸 3
A 组	1 mol/L 的盐酸	1 mol/L 的醋酸	1 mol/L 的未知酸
B 组	0.1 mol/L 的盐酸	0.1 mol/L 的醋酸	0.1 mol/L 的未知酸
C 组	0.01 mol/L 的盐酸	0.01 mol/L 的醋酸	0.01 mol/L 的未知酸
D 组	1 mol/L 的盐酸	0.1 mol/L 的盐酸	0.01 mol/L 的盐酸
E 组	1 mol/L 的醋酸	0.1 mol/L 的醋酸	0.01 mol/L 的醋酸
F 组	1 mol/L 的未知酸	0.1 mol/L 的未知酸	0.01 mol/L 的未知酸

如此设计,在后面的课程展开中,对实验数据加以三个层面的分析,由电解质的强弱之分到强弱电解质的特性的差异,直至同为弱电解质的醋酸与未知酸的差异,抽丝拨茧地层层开展课程。无不谓之其妙也,下面就其妙处加以介绍。

其妙处之一:通过学生分组实验,利用多媒体技术收集数据求均值减小误差,共享实验结果。每组学生在完成自己实验后进行初步思考,并在共享结果后,进一步对照思考分析。引发学生进行有层次、有容量、有深度的思维,提升思维品质。

其妙处之二:比较三种等浓度的盐酸与醋酸的 pH ,得出强弱电解质的概念,并同时利用所测的未知酸的 pH ,对概念进行再次演绎,同时渗透物质分类的方法。

[课堂实录]

[教师]我们首先来聚焦 0.01 mol/L 的三种酸的氢离子浓度,你们能有什么发现吗?

[学生]氢离子浓度与酸浓度相等,氢离子浓度小于酸浓度

[教师]等于意味着什么?小于意味着什么?

[学生]完全电离,部分电离

[教师]那么对这三种酸划划阵营,该如何划分呢?

[学生]盐酸一类,醋酸和未知酸一类

[教师]其他的浓度是不是也是这种情况?

[学生]是的

其妙处之三:比较三种不同浓度的酸的 pH ,得出电离平衡存在移动,从而引发学生思考是否存在其他影响电离平衡移动的因素呢?如何验证呢?既解决了弱电解质浓度的变化对电离平衡的影响,又为后续课程的展开进行了铺垫。

[课堂实录]

[教师]我们再来看一下刚才的实验结果。大家能从中发现电离平衡的移动吗?

[学生]思考

[教师]我们先来看一下盐酸的浓度和它电离产生的氢离子的浓度有什么特点?

[学生]都减小 10 倍

[副板书]

酸的浓度(mol/L)	盐酸中氢离子的浓度(mol/L)	
1	1	
0.1	0.1	
0.01	0.01	

[教师]对比强酸,醋酸的浓度和它电离产生的氢离子浓度又有什么特点呢?

[学生]醋酸的浓度减小了 10 倍,可是醋酸中氢离子的浓度好像只有 3 倍左右



[副板书]

酸的浓度(mol/L)	盐酸中氢离子的浓度(mol/L)	醋酸中氢离子的浓度(mol/L)
1	1	0.0040
0.1	0.1	0.0013
0.01	0.01	0.00040

[教师]醋酸溶液体积扩大 10 倍,氢离子浓度应该就稀释 10 倍咯,比如 0.0013mol/L,稀释 10 倍就应该是 0.00013mol/L 咯。是什么原因导致氢离子浓度远比 0.00013mol/L 大呢?

[学生]产生更多氢离子

[教师]那么稀释是促进还是抑制电离的呢?

[学生]促进

[教师]可见浓度是影响电离平衡的因素,那么我们换成改变溶液中其他微粒的浓度是否也会影响呢?

[学生]会

其妙处之四:比较等浓度的醋酸与未知酸的 pH,学习弱酸的酸性相对强弱比较的实验方法,从而引入如何比较弱电解质的电离程度,联系之前刚学习过的化学平衡常数,学习电离平衡常数的书写及其意义。

[课堂实录]

[教师]我们再来看刚才的实验结果,通过控制温度和浓度变量,在室温下,同一浓度的醋酸与未知酸甲酸,谁的酸性更强呢?

[学生]甲酸

[教师]有没有什么办法可以帮助我们不做实验,快速地去比较呢?

[学生]好像没有……

[教师]在之前的学习中我们已经发现电离平衡和化学平衡相似。还记得我们在学习化学平衡的时候,学习过一种能表示化学反应的程度的方法是什么吗?且只受温度影响的是什么呢?

[学生]化学平衡常数

[教师]电离平衡是否也有类似的常数呢?以醋酸为例,它该如何表达呢?

[学生]书写醋酸的电离平衡常数

[教师]电离平衡常数越大,弱电解质的电离程度也就越大。并且电离平衡常数只受温度的影响。请大家看屏幕。请你再利用电离平衡常数比较 25℃时醋酸和氢氟酸的酸性。

[学生]氢氟酸强于醋酸

2. 多方位改进实验,增强实验功能

作为一个定性实验,无论是镁条还是大理石,都无法做到真正意义上的控制变量法,其实验的意义在于让学生感知两种酸的差异性。故本实验改进实验对象的物质体系,未改变实验目的;更改适当的仪器装置,将试管替换成烧杯,并垫黑色卡纸,便于实验现象的观察;改进合理的实验步骤,考虑到大理石与酸反应速率较慢,将原本的一次观察设计为学生两次观察实验现象,得到的结论不同。如此,可谓一举四得:其一,实验引入,提高学习兴趣;其二,揭示两种酸的不同之处,引出进一步的定量实验;其三,作为课程结束时的反馈,运用课堂知识对现象加以解释;其四,运用两种酸与大理石的现象不同,辩证地看待强弱电解质,引发深思。

一节赋有内涵的化学课还应如一杯浓茶,滋味醇厚,齿颊留香,回味甘醇。为了做到这一点,课上设计了一个可以贯彻始终的实验——大小形状成分基本一致的两块大理石分别与等浓度等体积的盐酸与醋酸反应。在课程伊始,作为课堂引入,直截了当,为何产生气泡的速率不同?不同浓度下是否又会产生差异呢?就让我们一起来研究不同种酸不同浓度下酸性强弱,引出课程。替代了教材原有的等体积、等浓度的盐酸、醋酸溶液与等量镁条反应,效果基本一致。

四、反思与启示

通过这节课的备课、研讨、试讲、比赛。笔者深刻感受到,作为一名化学教师,我们不只是化学知识的搬运工,而更应该在搬运知识的同时,若能给学生一个瓢,弱水三千,学其方法,悟其内涵。实验作为化学学科独有的一道利器,更是因为我辈教师所用、会用、用好。在理解化学实验的教学功能的基础上,从“化学实验体系的三要素”再次思考实验,从学生角度出发,改进或设计出学生更易理解、更易操作、更易探究的实验,才能更好地服务于课堂,真正将课堂还给学生。

参考文献

- [1] 宋心琦.再谈中学化学实验教学改革(下)——在《化学教学》“中学化学实验教学高级研修班”上的讲话[J].化学教学,2013,(4):3-5
- [2] 宋心琦.普通高中课程标准实验教科书化学选修4[M].北京:人民教育出版社,2007:39-44