

“中和滴定”的教学设计

吴名胜 李献军

(江苏南京高淳高级中学 211300)

摘要 基于全新的教学方式实施“中和滴定”教学,引领同学从探索中去获取相关知识与技能,具体落实“知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观”的课程目标。

关键词 中和滴定 测量 误差

在人教版选修4《化学反应原理》第三章第二节水的电离和溶液的酸碱性中,有三大重点与难点,分别是中和滴定原理、中和滴定实验操作、中和滴定曲线绘制。其中,中和滴定曲线绘制是新增内容,中和滴定原理、中和滴定实验操作是以往教材中的内容。

笔者用以往教材教过多年,以前的教学设计比较简单。一般直接提出用酸碱发生中和反应来测量未知浓度的酸或碱溶液的浓度,然后学习实验操作,介绍指示剂的使用和实验误差分析。这一教学模式把实验操作和误差分析作为教学重点,缺乏“中和滴定”这一定量测量方法的引入过程,缺乏解决问题的方法和过程的思考与训练,缺乏为解决实际问题必须进行创新和探索的方法与技巧的培养,与新时期的教学方式之间有很大差距。

中和滴定是一种重要的滴定分析方法,是中学阶段唯一的滴定分析法,也是中学化学中重要的定量实验,其中渗透了多种方法与能力,是一个培养学生面对实际问题的好题材,不能错过良好的教育机会。在新课程改革中如何设计这一知识点的教学大有文章可做,下面是笔者对这一内容的教学设计。

1 教学目标

使学生在测量酸、碱溶液浓度的问题背景下,引入中和滴定的原理和实验仪器,从而真正理解中和滴定的本质;在实验中学习和领悟中和滴定的操作要领。通过计算与实验分析,了解为什么可用酸碱指示剂的变色来判断滴定终点,了解酸碱中和过程中溶液的pH变化特征。在整个教学过程中体验探索创新的重要性,体验探索创新的喜悦之情,体验科学、先进的仪器的优越性,从而激发探索创新的主动性和积极性。

2 教学过程

复习:用指示剂、pH试纸、pH计等判断溶液酸碱性的方法。

2.1 第一阶段——初级阶段

设计构想:使学生了解用已知浓度的盐酸测NaOH溶液浓度的基本原理,突出已有知识为基础进行测量,在测量过程中感悟中和滴定的实质,理解新仪器、新方法的引入过程和引入的必要性,体验在问题解决中知识与技能的发展历程。

2.1.1 中和滴定的基本原理的确定

教师创设问题:现有精确浓度的盐酸(物质的量浓度为0.1322 mol/L),未知浓度的NaOH溶液,用滴管(有刻度的滴管)、烧杯、量筒等仪器粗略测量NaOH溶液的物质的量浓度。

[测量1] 学生交流:量取一定体积的NaOH溶液(如5.0 mL)注入烧杯中,再用滴管慢慢滴入盐酸,到恰好中和,确定消耗的盐酸的体积,代入方程式中进行计算。

$$c_{碱} = \frac{c_{酸} \times V_{酸}}{V_{碱}}$$

教师设问:如何确定滴入多少体积盐酸,两者才能恰好中和(达到滴定终点)呢?

学生讨论:测量反应过程中溶液pH变化,当溶液的pH=7时,两者恰好中和(滴定终点)。用pH计测量溶液的pH,判断滴定终点。

实验结论:20组基本能完成(共28组),各组所测NaOH溶液的物质的量浓度在0.09~0.16 mol/L范围内,平均为0.13 mol/L,组与组之间的差异大。

[测量2] 教师提出问题:pH计很方便地为我们确定了恰好中和的时刻,但许多农村中学没有pH计,如何解决?

学生讨论:酸碱指示剂也可以判断溶液的酸碱性。应在NaOH溶液中加入酚酞,滴入盐酸到溶液由红色变为无色,此时酸碱恰好中和,达到滴定终点。

实验结论:此法较用pH计简单,现象明显,测定值平均为0.12 mol/L。

师生整理:这种“利用中和反应原理来测量未知酸或碱溶液的浓度的方法”称为中和滴定,一般实验中用指示剂的变色或测量溶液pH的方法判断滴定终点。精确程度决定于测量酸、碱溶液的体积和滴定终点的确定。

2.1.2 中和滴定的仪器及初步操作

学生交流讨论:所用仪器的精确度不高;用滴管滴入溶液的操作方法不方便也不精确。所以,必须设计操作方便的仪器,设计更精密的测量溶液体积的仪器,同时改进操作方法。

教师评价:肯定同学的设想,提供酸式滴定管、碱式滴定管、锥形瓶及夹持仪器。

学生自学:酸式滴定管、碱式滴定管的构造、精确度、量程、“0”刻度、使用温度、读数方法、使用步骤等。

2.2 第二阶段——细化阶段

设计构想:在上述过程中,已将中和滴定原理、方法、仪器作了初步分析,但其中还有许多疑团有待解开,许多枝节有待进一步细化。在教学中使学生体会理论的完善与发展过程。

2.2.1 中和滴定的完整实验操作

师生整理:中和滴定的具体操作过程:①润洗;②装入溶液,调节液面;③放出碱溶液;④滴定;⑤数据处理。

教师提问:(1)滴定过程中,眼睛应_____;左手应_____;右手应_____。

(2)滴定终点的确定方法是_____。

[测量3] 创设问题:用物质的量浓度为0.1322 mol/L的盐酸滴定未知浓度的NaOH溶液,测量NaOH溶液的物质的量浓度。测量2次,将相关数据填入下表。

实验	未知浓度的NaOH溶液的体积/mL	酸式滴定管中的读数/mL		盐酸的体积的平均值/mL	NaOH溶液浓度/(mol/L)
		滴定前读数	滴定后读数		
1	20.00				
2	20.00				

学生实验:用指示剂(酚酞)变色的方法来判断滴定终点。

实验结果:全部完成。各组所测NaOH溶液的浓度为0.1014~0.1018 mol/L,平均值为0.1015 mol/L。

实验结论:这一测量结果比原测量更精确,组与组之间的差距更小。充分说明精密的设备和科学的方法有助于得出更科学的结论。

2.2.2 恰好中和点的pH与滴定终点的pH之间不统一对实验结果的影响

学生提出问题:在上述实验中,用酚酞作指示剂,但酚酞的变色点在8~10,即pH小于8为无色,大于8为红色,滴定中只有pH在8时,溶液颜色突变。而NaOH溶液与盐酸恰好中和时,溶液

$$c(\text{H}^+) = \frac{15.40 \text{ mL} \times 0.1322 \text{ mol/L} - 20.00 \text{ mL} \times 0.1016 \text{ mol/L}}{35.40 \text{ mL}} = 5.310 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = 4.27$$

若以多1滴盐酸为准,即消耗盐酸15.40 mL,所测溶液的浓度为0.1019 mol/L。

教师评价:再滴1滴盐酸,pH降为4.27,低于7,所测溶液的浓度为0.1019 mol/L,与0.1016 mol/L相比,相差0.0003 mol/L,比少滴1滴(相差0.0001 mol/L)大,但仍符合中学定量实验要求。

师生小结:从实验和理论两方面都证明,用酚酞作指示剂,虽然滴定终点不在pH=7,但对测量结

的pH应为7。也就是说,滴定终点pH=8,而恰好中和时,pH=7。这样所测碱溶液浓度就偏低。这一影响有多大呢?用指示剂确定滴定终点有效吗?

教师创设问题:“用指示剂确定滴定终点是否有效”可以从实验和理论两方面来证明,同学们想想用什么实验方法证明?

[测量4] 学生交流:用pH计测pH的方法来判断滴定终点,将测量结果与用指示剂来判断滴定终点量结果对比。

学生实验:用pH计测pH的方法来判断滴定终点,同时按下表记录相关数据。

盐酸的体积/mL	0	4	6	8	11	13	14	14.5	15	15.5	16	16.5	17	19
溶液的pH														

实验结果:各组所测NaOH溶液的浓度为0.1015~0.1019 mol/L,平均值为0.1016 mol/L。

实验结论:用pH计测pH的方法来判断滴定终点,结果为0.1016 mol/L;用指示剂(酚酞)变色的方法来判断滴定终点,结果为0.1015 mol/L,相差0.0001 mol/L。

教师评价:两者相差0.0001 mol/L,符合中学定量实验测量要求,因此用指示剂变色的方法来判断滴定终点完全可行。

教师创设问题:同学们想想从理论方面如何证明?

学生交流:当滴到pH为8时,酚酞变色,若再滴1滴盐酸,溶液pH为多少呢?

学生计算:用指示剂(酚酞)变色的方法来判断滴定终点,pH为8时,消耗盐酸15.35 mL,以1滴溶液体积为0.05 mL计算,再滴1滴时,溶液中 $c(\text{H}^+)$ 为:

果影响很小,符合中学实验测量要求。因此“用指示剂确定滴定终点”是有效的。

2.2.3 中和滴定过程中溶液pH变化——中和滴定曲线的绘制

教师创设问题:上述测量中,在溶液接近中性时,多1滴盐酸就使pH由8变成4,发生了很大变化,那么,中和滴定过程中溶液pH变化到底如何呢?现用“测量4”中记录的数据绘制滴定过程中的

$V_{\text{盐酸}}-\text{pH}$ 曲线。

学生绘制： $V_{\text{盐酸}}-\text{pH}$ 曲线。

展示：学生的“作品”(如图 1)

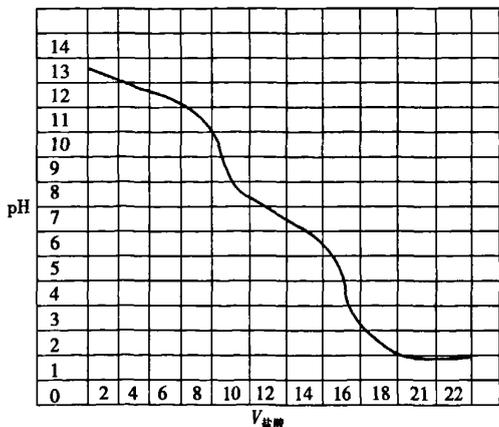


图 1 $V_{\text{盐酸}}-\text{pH}$ 曲线

教师提出问题：在上述图示中，有些还不完全正确，为什么？

学生交流：因为在测量中，只测了少数的几个点，因而不完整。如果能不断地测量，又能不断地描点作图就好了。

教师提问：同学们想不想发明这样的仪器？

教师提示：同学们想的方法完全可行，现在已经有了这一设备。由 pH 传感器、数据采集器、计算机等组成的一套设备(如图 2)，称为传感技术。下面用这套仪器来绘制中和滴定曲线。

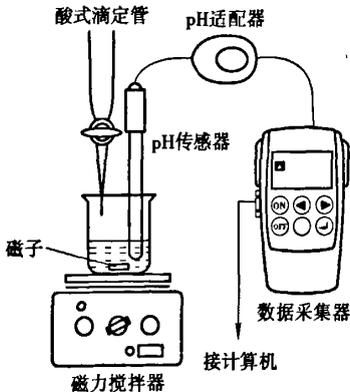


图 2 传感技术实验装置图

教师演示实验并投影：如图 3

实验结论：随着酸碱中和百分数的上升，溶液的 pH 降低。开始时，由于被中和的碱溶液浓度大，加入少量酸对 pH 影响不大，在滴定到终点附近时，1 滴溶液就使 pH 发生突变，因而，进一步证明用指示剂的变色判断终点是可行的。

2.2.4 误差分析

万方数据

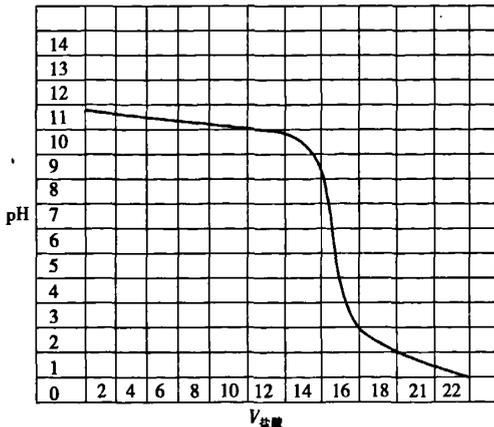


图 3 $V_{\text{盐酸}}-\text{pH}$ 曲线

这一部分教学没有多大变化，就不再阐述了。

3 设计构想

课程改革的宗旨是：在解决问题的过程中掌握探究方法与发展综合能力，同时掌握知识与技能，然后用知识与技能在探究中解决新问题，再掌握新知识与新技能，如此反复。这说明知识与技能不是孤立存在的，它们是解决实际问题过程的产物，是探究、创新的产物，是解决问题的需要的产物，是人类不断认识自然改造自然过程中的产物。情感、态度、价值观等非智力因素是人类社会进步与发展的保证，探究方法与过程是人类社会进步与发展的源泉，缺乏这两者，仅有一大堆知识不能发挥最大的价值，不能为社会创造更多的物质财富和精神财富。当前的教学不能完全为知识而教学，应是为更好地利用知识而教学，在用知识的过程中将知识、技能、方法等贯穿其中。

本课教学设计就是在上述思想指导下完成的，充分以学生现有知识为基础，层层深入，在解决问题中慢慢地“挤出”新知识、新仪器，如中和滴定原理、酸碱滴定管、传感器、传感技术等，体会科技创新都是在解决问题中产生、发展和完善的。

本课程设计体现先粗后细的教学策略，这一点，笔者从人教版新教材的编排中得到启发。在化学必修 1、2 中基本涵盖了高中化学的所有知识点，但对每一个知识点的教学不要求一步到位，而在后续的选修教学中不断深化，最终全面完整地掌握和理解。从而防止了囫圇吞枣，达到化解难点的效果，保护了学生的学习热情。

参 考 文 献

[1] 郑娜. 化学教学, 2007, (4): 18-20
 [2] 陈建荣. 化学教学, 2007, (6): 18-19
 [3] 魏锐等. 化学教育, 2007, 28(4): 59-60