

巧抓酸碱滴定关键点厘清溶液微粒大小之问题

周荃

广东省清远市佛冈县佛冈中学

DOI:10.32629/jief.v2i11.2480

[摘要] 酸碱滴定过程是一个PH值发生动态变化的微观抽象过程。通过对清远市2019-2020学年第一学期高三理综第13题的命题特点进行分析,结合学生答题情况,解决酸碱滴定过程溶液离子浓度大小比较这道题的建议是:结合曲线表征图抓住反应的起点、反应过程中加入一半标准液、反应过程为中性、恰好反应点四个关键点,就每个关键点的溶质及微观离子间的相互作用进行分析,帮助学生厘清宏观变化的微观本质。

[关键词] 酸碱滴定; 关键点; 微观分析

中图分类号: G633.8 **文献标识码:** A

1 试题和答案

1.1 试题

常温下,用 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 盐酸或NaOH溶液滴定体积均为20 mL,浓度均为 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的MOH、HX溶液,滴定曲线如图所示。下列说法错误的是

- 两个滴定实验均可用酚酞作指示剂
- 常温下 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ MX溶液的 $\text{pH}<7$
- a点溶液中存在: $c(\text{X}^-)>c(\text{HX})$
- b点溶液中存在: $2c(\text{MOH})+c(\text{M}^+)+c(\text{OH}^-)=c(\text{H}^+)$

1.2 参考答案 A

2 试卷评析

通过酸碱中和实验的PH值的宏观变化,结合滴定曲线表征、平衡常数数据,引导学生形成认识水溶液中离子反应与平衡思维,发展学生的微观观。

该题以酸碱滴定为载体,设置了两个滴定曲线(盐酸滴定MOH和NaOH溶液滴定HX溶液),意在让学生通过滴定曲线PH值的变化以及运用数据证据推理来判断溶液中离子浓度的微观变化。在试卷讲评过程中,我抓住了四个关键点引导学生由浅至深进行分析,帮助学生厘清思路,扫除学生在微观分析的思维障碍,收到很好的效果。

2.1 区分好滴定过程的“终点”与“中性”

近几年的全国高考I卷均出现溶液微粒浓度大小、平衡常数有关的选择题,2019年全国高考I卷第11题选择题还出现了强碱滴定弱酸的滴定曲线模型。因此有关酸碱滴定过程溶液离子浓度大小的微观认知问题是高三化学复习的其中一个重难点。

在酸碱滴定过程中,学生对宏观的PH值变化可以做出判断,但不一定能清楚知道溶液中离子的浓度是如何变化的。

为了帮助学生解决这个盲点,我们可以借助现代技术绘制滴定过程中随着加入酸或碱体积的PH变化曲线图,结合滴定曲线将宏观和微观相结合,帮助学生区分好酸碱反应的恰好反应(滴定终点)和 $\text{PH}=7$ 不一定是同一个点。目前高中阶段要求掌握的情况有:当强酸与强碱反应的滴定终点 $\text{PH}=7$;当滴定过程生成的盐有弱离子,就要考虑盐类水解,当强酸与弱碱反应的滴定终点 $\text{PH}<7$;当弱酸与强碱反应的滴定终点 $\text{PH}>7$;当弱碱和弱酸反应的时候要根据水解常数的大小决定溶液的酸碱性。

2.2 巧抓酸碱滴定“关键点”

在酸碱滴定过程中,因为 H^+ 和 OH^- 离子间反应会导致溶液的溶质和浓度不断发生变化,同时也引起PH的改变。如果强酸与强碱之间的滴定就简单,恰好反应的滴定终点 $\text{PH}=7$;若是弱酸与强碱或强酸与弱碱之间的反应,溶液的酸碱性变化就稍微复杂些。这时候我们就要巧抓“关键点”。

分析上面例题,观察滴定曲线的PH变化图,可以直观看到滴定终点时PH突变范围,作为选择终点指示剂的关键依据。同时利用滴定前的“0”点PH数据推理得出MOH和HX是一元弱碱、弱酸。

2.3 妙用数据微观推理

溶质及溶液PH的宏观变化,溶液中有哪些离子?离子间浓度的关系有如何?对于这些问题需要结合滴定曲线PH的数据进行进一步微观推理。

对于题中的B选项判断弱碱弱酸盐MX的酸碱性,需要利用数据进行弱碱弱酸盐的水解平衡常数推理计算。由曲线图可以知道MOH的 $K_b=10^{-5}$,HX的 $K_a=10^{-3}$,根据公式 $K_h=K_w/K_a$ 可以得出 M^+ 、 X^- 的水解常数分别为 10^{-9} 、 10^{-11} ,根据水解平衡常数判断出 M^+ 的水解程度大于的 X^- 水解程度,溶液呈酸性,得出B选项正常。

2.4 抓好“电荷”和“物料”两守恒

在酸碱滴定过程随着PH值的变化,溶质也随之发生改变,从微观角度分析溶液粒子浓度大小还需要依据电荷守恒、物料守恒和质子守恒的关系找到问题结果。对于13题的D选项,b点的溶质是等量的 MCl 、 HCl 。学生可以很快的写出电荷守恒,但对于两种物质的物料守恒就无从下手。物料守恒也叫原子守恒,在溶液中由于某种离子发生水解,离子种类多了,但这些粒子所含某些原子的总数是不变的。比如单一溶液 MCl , M^+ 发生部分水解生成MOH,始终遵循物料守恒可以得到 $c(\text{M}^+)+c(\text{MOH})=c(\text{Cl}^-)$ 。对于混合溶液等量的 MCl 、 HCl ,我建议学生先写出盐 MCl 的物料守恒 $c(\text{M}^+)+c(\text{MOH})=c(\text{Cl}^-)$,分析再加入 HCl 相当于加多了 Cl^- ,要使左右两边再次相等,则在原等式的左边加2等式成立 $2[c(\text{M}^+)+c(\text{MOH})]=c(\text{Cl}^-)$ 。最后联合电荷守恒和物料守恒把不水解的离子删去,就得到D选项是正确的。

3 评析后的深度反思

3.1 注意厘清宏观现象中的微观变化

比较溶液中粒子浓度大小是近几年全国高考I卷的热点、难点,这两年更是以酸碱滴定的曲线图像作为载体进行考察学生的证据推理能力。评析这类题过程中发生学生分析思路是塞车模式,没有形成一种模型分析思维。对溶液的溶质之间相互关系不知何时考虑电离平衡、何时考虑水解平衡。

在酸碱滴定过程中,运用“宏观—曲线—微观”模式分析思路,让学生通过PH变化曲线图区分好滴定前、反应一半、 $\text{PH}=7$ 、恰好反应这些关键点的溶质,并根据PH判断溶液中存在何种平衡,并以哪种平衡为主。在解决问题过程中不仅要厘清宏观现象中的微观变化,更重要的是形成分析思路,应用思路解决问题。

3.2 应形成分析思路、多练常考题

通过典型例题的评析,让学生抓住几个关键点作为突破口,对溶液中的溶质及粒子间相互作用展开分析,揭示酸碱滴定过程中的本质变化。为了巩固学生分析思路,在平时练习过程中,学生对常考题要多练习,比如弱酸的酸式盐中电离水解谁为主、混合溶液中粒子浓度的比较、不同溶液中同一种粒子浓度的比较、以酸碱滴定实验为载体的图像题,期望学生面对这类题目时能巧抓“关键点”,形成分析思路,提升解决问题的能力。

【参考文献】

- [1]何彩霞.化学观念统领下的知识学习与思维发展——以“溶液的碱性”教学为例[J].化学教育,2014(9):18-22
- [2]曾国琼.运用“四重表征”教学模式培养学生化学基本观念的实践研究[J].中学化学教学参考 2012(10):8-12
- [3]陶毅.溶液中粒子浓度大小比较试题的解法[J].中学化学教学参考 2019(9):56-57