

13期
如图

问题讨论与思考



基于模型建构解决酸碱滴定曲线解题思维障碍*

黄翠玉^{1**} 张贤金² 陈荣聪³

(1. 福建省泉州市奕聪中学 福建泉州 362000; 2. 福建教育学院化学教育研究所 福建福州 350025; 3. 福建省南安市侨光中学 福建泉州 362314)

摘要 学生在解决酸碱滴定曲线情境问题时常常存在各种思维障碍, 基于模型建构及其应用, 有助于解决学生酸碱滴定曲线解题思维障碍。剖析例题内在结构要素, 聚焦电解质溶液滴定曲线命题关注的5个点, 即起始点、等料点、等量点、中性点、恰好点。从“五点”出发, 进行解题思维模型的建构, 指引学生解题思维的发散与收敛等。精选试题情境为载体, 将建构的模型思维应用于酸碱滴定曲线相关问题的解决, 助力于真实情境中思维的启发、精准切入与生成等。实践过程中提升学生的模型认知核心素养, 提升学生的化学学科思维品质。

关键词 模型建构 酸碱滴定 思维障碍 核心素养

DOI: 10.13884/j.1003-3807hxjy.2020080098

1 “模型”应用及意义

《教育大辞典》阐述模型是原型的一种简化抽象和类比表示, 不代表原型的全部特征, 但能表现出它的关键点和本质特征。模型的原型可为物质、概念、事件、过程和系统。教育部考试中心单旭峰将中学化学学科的认知模型从内容和形式上分为: 概念模型、结构模型、过程模型、数学模型、复杂模型^[1]; 本文的模型分为: 师生思维模型、例题内在结构要素模型、解题思维模型、概念模型、数学模型、过程模型等, 其中, 前3个是笔者原创模型, 后3个从属于例题内在结构要素模型。建模是科学探究的一项核心活动^[2], 模型建构主要包括发现问题、建立模型、解决问题3个环节^[1]。思维模型在课前建构、课中对话及讨论、课后反思修正。

弱电电解质分子和离子的平衡移动是抽象、难表征的知识模块, 它是历年高考热点题型之一, 是教

与学双方的难点和易错点。薛琳、闫春更等基于测评实证发现学生建构了共计11种非科学心智模型, 其中在“电离平衡的移动”中建构了静止模型、限度迷思模型、错误类比模型、缺失联结模型等^[3], 本文模型正是基于思维障碍解决而建构的科学心智模型。滴定类型有多种, 本文主要探究酸碱滴定过程。基于教师教学实践反思建构的解题思维模型, 其内在系统性、水平层次取决于教师思考问题的深度。教师对学科本质的深入理解是建构准确认知模型的前提, 学生认知模型的修正与重构需要其主动探究与自我构建^[4]。在高三疑难课例中使用模型教学, 对学生迷失、散乱、直觉、跳跃的思维进行有序引领、科学规范、循序提升。分析教师说题与学生做题双边思维活动, 通过建构解题思维模型进行关联, 有利于学生在解题中精准切入、快速提取、有效关联信息等, 提高师生交流效率, 师生思维模型见图1。

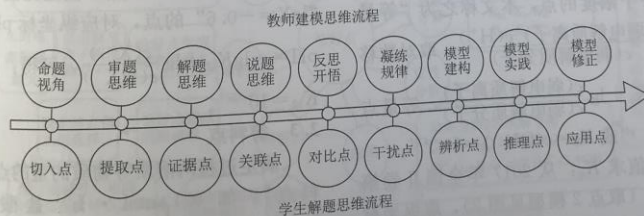


Fig. 1 Teacher-student thinking model

图1 师生思维模型

*福建省教育科学“十三五”规划2020年度课题“新课标视域下中学化学单元作业设计开发与实践研究”(FJJKXB20-978)

**通信联系人, E-mail: 565575051@qq.com

2 “五点”溶液中溶质性质及其相应解题思维建模

滴定过程五点:起始点、等料点、等量点、中性点、恰好点。其中,等料点、等量点出现的次数和时刻,与弱酸元数、滴定顺序有关。滴定曲线外显函数方程,其隐性规律是常数 K_a 、 K_b 、 K_w 、 K_b 与 $c(H^+)$ 及其变式表达式之间的关系。

2.1 滴定起点

根据起始溶液的酸碱性和滴定过程中弱电解质的平衡移动,绘制滴定曲线。曲线在pH坐标轴的

起始点反映滴定前溶液的 $c(H^+)$ 或 $c(OH^-)$,对比溶质的起始浓度,可以判断溶液中电解质的电离程度;将对应数据代入电离平衡常数表达式进行计算,求得 K_a 或 K_b ,以醋酸溶液为例建构起点思维模型如图2左下。图2取点模型中继续发散 K_a 或 K_b 的3种求算路径,以高考题曲线(或直线)模型为取点载体,取点1获得滴定起点的pH为13;取点2获得等量点的pH为1.2和4.2;取点3中的等量点,pH读数误差大,故取非等量点的pH为4.8;取点4获得中性点对应横坐标氢氧化钡溶液的体积6 mL。

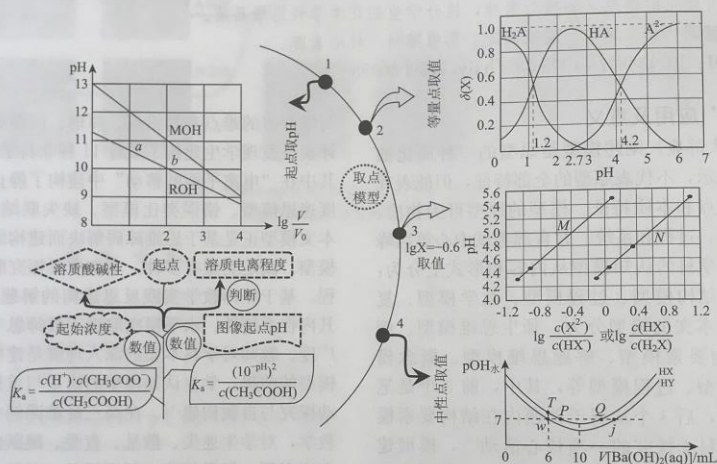


Fig. 2 Starting point thinking model and point-taking model for calculating K_a or K_b

图2 起点思维模型及 K_a 或 K_b 求算取点模型

2.2 等量点与非等量点

2.2.1 等量点

酸碱滴定过程,溶液中溶质弱电解质离子浓度等于弱电解质分子浓度的点,本文称之为“等量点”。由 $K_a = \frac{c(\text{弱电解质离子}) \cdot c(H^+)}{c(\text{弱电解质分子})}$,取对数移项后 $pH = -\lg K_a + \lg \frac{c(\text{弱电解质离子})}{c(\text{弱电解质分子})}$,等量点 $K_a = c(H^+) = 10^{-pH}$ 或 $K_b = c(OH^-) = 10^{-pOH}$ 。

取等量点数值求 K_a :从2017年全国II卷第13题图像情境中(取点2模型见图2),取纵坐标微粒物质的量分数“ $\delta(X) = 0.5$ ”的点,即第1个等量点 $c(H_2A) = c(HA^-)$,由 $pH = 1.2$,得 $K_{a1} = 10^{-1.2}$;第2个等量点 $c(A^{2-}) = c(HA^-)$,由 $pH = 4.2$,得 $K_{a2} = 10^{-4.2}$ 。

2.2.2 非等量点

取非等量点数值求 K_a :从2017年全国I卷第13题图像情境中(取点3模型见图2),取横坐标“ $\lg X = -0.6$ ”的点,对应纵坐标 $pH = 4.8$,代入 $pH = -\lg K_{a2} + \lg \frac{c(X^{2-})}{c(HX^-)}$,可得: $\lg K_{a2} = -5.4$, $K_{a2} = 10^{-5.4}$ 。

2.3 等料点

滴定过程两溶质等物质的量的点,本文称“等料点”。如 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸滴定 $20 \text{ mL} \cdot 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水过程中,第1个等料点消耗盐酸体积 10 mL ,氨水中剩余的一水合氨的物质的量等于反应生成的氯化铵的物质的量,即 $n(NH_3 \cdot H_2O) = n(NH_4Cl)$ 。根据电离平衡常数大于水解平衡常数,故微粒浓度大小关系为 $c(NH_4^+) > c(Cl^-)$ 。

$> c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$, 得 $\frac{c(\text{NH}_4^+)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})} > 1$, 确定等料点在等量点之后; 第1个等料点溶质物料守恒表达式 $n(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + n(\text{NH}_4\text{Cl}) = 2n(\text{HCl})$ 。第2个等料点消耗盐酸40 mL, 溶液中过量氯化氢的物质的量等于反应生成的氯化铵的物质的量, 即 $n(\text{HCl}) = n(\text{NH}_4\text{Cl})$ 。

定量推导第1个等料点两平衡移动结果: 从平衡时溶液中溶质各微粒物质的量变化值推算, 设溶

质微粒变化的物质的量 $x = \Delta n(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})_{\text{减}} = \Delta n(\text{NH}_4^+)_{\text{增}}$, $K_b = \frac{c(\text{NH}_4^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})}$, $K_b = \frac{(1 \times 10^{-3} + x)c(\text{OH}^-)}{(1 \times 10^{-3} - x)}$, $x = \frac{K_b - c(\text{OH}^-)}{K_b + c(\text{OH}^-)} \times 10^{-3}$ (等料点平衡时“微粒物质的量变化方程”), K_b 为定值, 平衡时微粒物质的量变化值由等料点溶液中 $c(\text{OH}^-)$ 和溶质物料数值共同决定; 等料点思维模型见图3。

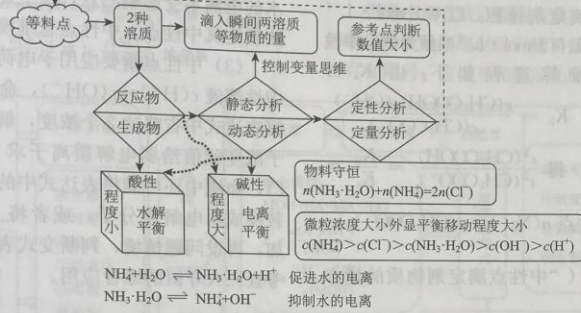


Fig. 3 Equal material point thinking model
图3 等料点思维模型

2.4 恰好点

滴定过程中, 当酸碱物质的量按化学方程式计量数比例反应时, 认为反应恰好完全, 此为滴定过程的“恰好点”。根据酸碱物质的量比例关系可以确定横坐标滴定剂的体积; 根据恰好点溶质的酸碱性可以确定指示剂的选择。根据恰好点盐溶质的组

成, 可以判断水的电离程度: 若溶质为强酸强碱盐, 水的电离不受影响; 若溶质中存在弱电解质离子, 它将促进水的电离, 且弱离子浓度越大越促进, 恰好点水的电离程度最大; 参考恰好点还能定性判断中性点出现的时刻。以草酸钠为例建构恰好点思维模型, 见图4。

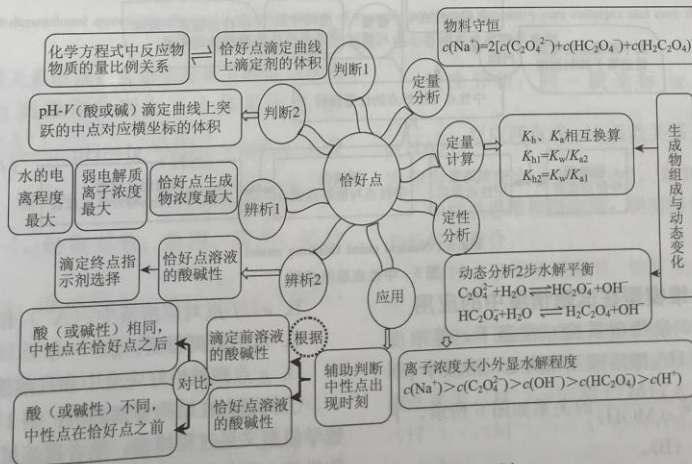


Fig. 4 Appropriateness point thinking model
图4 恰好点思维模型

2.5 中性点

溶液中 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ 的点, 为真中性点; 滴定过程出现由水电离出的 $c(\text{H}^+)_{\text{水}} = c(\text{OH}^-)_{\text{水}}$, 不一定是中性点, 学生在计算由水电离出的 $c(\text{H}^+)$ 时常常受到溶液中 $c(\text{H}^+)$ 的干扰, 破解干扰的方法是分析溶液中 $c(\text{H}^+)$ 或 $c(\text{OH}^-)$ 来源的唯一性, 即可判断它是由水电离出来的。以下从3个方面继续论述中性点的判断、辨析与应用。

(1) 定量、定性判断中性点位置: ①基于命题视角定量推算中性点滴定剂体积: 以 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液滴定 $20 \text{ mL } 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 醋酸为例, 中性点 $n(\text{NaOH})$ 的推算过程如下: 由 $K_a = \frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}$, $K_b = \frac{c(\text{CH}_3\text{COOH})c(\text{OH}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}$, $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, 得 $\frac{c^2(\text{CH}_3\text{COOH})}{c^2(\text{CH}_3\text{COO}^-)} = \frac{K_b}{K_a} = \frac{n^2(\text{CH}_3\text{COOH})}{n^2(\text{CH}_3\text{COO}^-)}$, 中性点 $n(\text{Na}^+) = n(\text{CH}_3\text{COO}^-) = \frac{K_a^{0.5}}{K_a^{0.5} + K_b^{0.5}} \times 2 \times 10^{-3}$ (“中性点滴定剂物质的量方

程”), 此为中性点横坐标滴定剂体积的函数表示式。它由电离平衡常数、水解平衡常数和起始溶液中溶质物料3个数值共同决定。②定性判断中性点位置规律(参考恰好点): 强滴弱, 中性点在前面; 弱滴强, 中性点在后面; 弱滴弱, 根据电离平衡常数作具体判断。

(2) 假中性点的干扰辨析, 滴定过程出现2个 $c(\text{H}^+)_{\text{水}} = c(\text{OH}^-)_{\text{水}} = 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的点, 这2点电离平衡移动程度等于水解平衡移动程度, 视为水的电离不受影响的点, 按上述中性点位置判断方法确定真中性点。中性点思维模型见图5。

(3) 中性点重要应用于电荷守恒及其变式, 因中性溶液 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, 命题中常常在电荷守恒表达式中省略这2个浓度, 解题时将强电解质离子浓度赋值给弱电解质离子求 K (此应用详见例2); 命题中还可能将表达式中的某种弱电解质离子替换成弱电解质分子, 或者将2个守恒表达式相加, 再设问题情境, 判断变式表达式的正误, 由此考查三大守恒的综合应用。

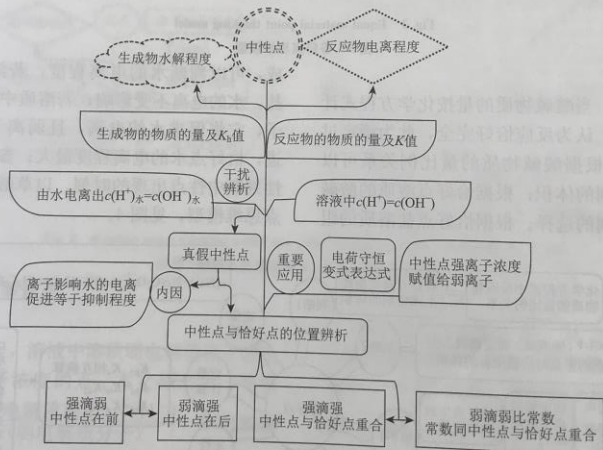


Fig. 5 Neutral point thinking model
图5 中性点思维模型

3 “五点”思维模型在试题情境中的应用

例1. (2020 泉州市质检) 常温下, 等浓度 MOH 碱溶液和 HA 酸溶液互相滴定, 溶液中 pH 与 $\lg \frac{c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})}$ 或 $\lg \frac{c(\text{M}^+)}{c(\text{MOH})}$ 的关系如图6所示, 下列说法错误的是 (B)。

A. $K_b(\text{MOH}) = 10^{-4.76} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

B. e、f 点对应溶液中 $c(\text{A}^-)$ 相等

C. 水的电离程度: $g > e = f$

D. g 点酸碱恰好完全中和且溶液呈中性

①例题内在结构要素剖析: 例1直线模型既是数学模型又是过程模型, 笔者提炼试题情境涉及的化学核心概念和核心思维; 逐级分解试题数学模型物理量的间接度; 分析问题情境的熟悉度, 明确考

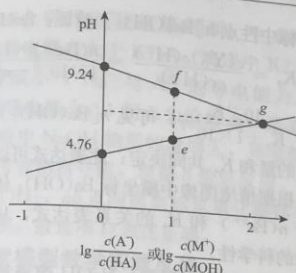


Fig. 6 Relationship between pH and $\lg \frac{c(A^-)}{c(HA)}$ or $\lg \frac{c(M^+)}{c(MOH)}$

图6 pH与 $\lg \frac{c(A^-)}{c(HA)}$ 或 $\lg \frac{c(M^+)}{c(MOH)}$ 的关系

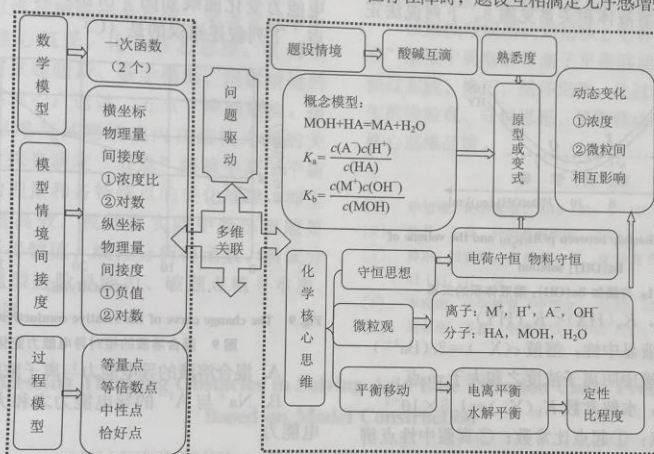


Fig. 7 Multi-dimensional association diagram between contexts of example problems, chemistry core concepts and core thinking patterns

图7 例题情境与化学核心概念、核心思维多维关联示意图

③两直线关系解读：直角坐标系上的点只体现数值关系，互滴操作分别在2个体系中进行； $K_a = \frac{c(H^+)c(A^-)}{c(HA)}$ ， $pH = \lg \frac{c(A^-)}{c(HA)} - \lg K_a$ ，上升直线的pH递增，为碱滴酸情境； $K_b = \frac{c(M^+)c(OH^-)}{c(MOH)}$ ，经取对数、整理、移项，结合 $pOH + pH = 14$ ，得 $pH = 14 - \lg \frac{c(M^+)}{c(MOH)} + \lg K_b$ ；下降直线的pH递减，为酸滴碱情境。

④思维模型应用：

点性分析：取横坐标为“0”的点，得 $K_a = 10^{-4.76}$ ， $K_b = c(OH^-) = \frac{K_w}{c(H^+)} = \frac{10^{-14}}{10^{-9.24}} = 10^{-4.76}$ ， $K_a = K_b$ ，即HA、MOH的电离平衡常数相等。

查原型、变式或者更复杂表达式；以问题驱动搭建题设情境、模型、问题情境三者之间的多维关联(见图7)，指引学生解题思维有序展开。

②学生思维障碍：横坐标物理量组别辨析错误，源于横坐标刻度相同却表征2组不同符号；一次函数直线模型与滴定情境适配错误；对“同一横坐标数值对应两直线上的点，滴定时刻不同”，理解不到位；微粒浓度变化规律隐藏着一些关系，不能直观判断，推导存在困难。

例题中两直线既蕴含规律又互相干扰，致使学生解题思维混乱；题设没有物料数据，学生应用物料守恒存在障碍；题设互相滴定无序感增强，难度增大。

线性分析：同一横坐标 $\lg \frac{c(M^+)}{c(MOH)} = \lg$

$\frac{c(A^-)}{c(HA)}$ ，对应两直线pH函数关系式相加，得pH之和为14，交点g的pH=7，为中性点。

中性点思维模型应用：弱滴弱常数同，中性点与恰好点重合。

恰好点思维模型应用：恰好点水的电离程度最大。

⑤创新问题破解：选项B中 $c(A^-)$ 浓度比较： e, f 是2个体系不同滴定时间点，电荷守恒表达式为 $c(H^+)_e + c(M^+)_e = c(A^-)_e + c(OH^-)_e$ ， $c(H^+)_f + c(M^+)_f = c(A^-)_f + c(OH^-)_f$ ； e 点 $pH = \lg \frac{c(A^-)}{c(HA)} - \lg K_a = 5.76$ ， f 点 $pH = 14 - \lg$

$\frac{c(M^+)}{c(MOH)} + \lg K_b = 8.24$ 。将 e 、 f 点 pH 分别代入电荷守恒表达式, 得 $c(A^-)_e + c(A^-)_f = c(M^+)_e + c(M^+)_f$; 又因 $\lg \frac{c(M^+)_f}{c(MOH)} = \lg \frac{c(A^-)_e}{c(HA)} = 1$, 故 $c(A^-)_e$ 大于 $c(A^-)_f$, 此项为电荷守恒和物料守恒的创新应用。

例 2. 室温下, 分别向体积均为 20 mL、浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 HX、HY 溶液中滴加同浓度的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液 (Ba^{2+} 与 X^- 、 Y^- 均不反应)。已知 $\text{pOH}_k = -\lg c(\text{OH}^-)_k$, $c(\text{OH}^-)_k$ 为反应后溶液中由水电离产生的氢氧根离子浓度, pOH_k 与滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液体积关系见图 8。下列说法正确的是 (C)。

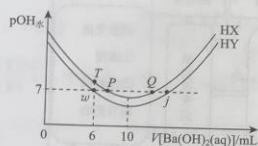


Fig. 8 The relationship between $\text{pOH}_{k,0}$ and the volume of $\text{Ba}(\text{OH})_2$ solution

图 8 pOH_k 与滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液体积的关系

- A. 室温下, $K_a(\text{HX}) < K_a(\text{HY})$
- B. Q 点溶液显中性, 溶液 $c(\text{X}^-) = 2c(\text{Ba}^{2+})$
- C. T 点溶液中阴离子浓度之和大于 w 点
- D. 室温下, 水解常数 $K_b(\text{Y}^-) = 1.5 \times 10^{-7}$

本题考查点: ①起点比常数; ②真假中性点辨析; ③电荷守恒应用; ④中性点求 K_a 。

中性点思维模型应用: ①强滴弱, 真中性点 w 、 P 在恰好点之前。②中性点强电解质离子浓度赋值给弱电解质离子求 K 。

数学模型解读: 纵坐标起点 pOH_k 大, HX 酸性更强; T 、 w 点 $c(\text{Ba}^{2+})$ 相同, T 点氢离子浓度大于 w 点, 根据电荷守恒, T 点阴离子浓度大于 w 点; D 选项 $K_b(\text{Y}^-) = \frac{c(\text{HY})c(\text{OH}^-)}{c(\text{Y}^-)}$, 根据电荷守恒: $2c(\text{Ba}^{2+}) + c(\text{H}^+) = c(\text{Y}^-) + c(\text{OH}^-)$, 读取 w 点 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液体积数值, 中性点强电解质离子浓度赋值给弱电解质离子, $2c(\text{Ba}^{2+}) = c(\text{Y}^-)$, 起始溶液中 Y 原子 $n(\text{Y})_{\text{总}} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol}$, $c(\text{HY}) = c(\text{Y})_{\text{总}} - c(\text{Y}^-)$, $K_b(\text{Y}^-) = \frac{c(\text{HY})c(\text{OH}^-)}{c(\text{Y}^-)} \approx 6.7 \times 10^{-8}$ 。中性点 K_b 计算式中溶液总体积和单位可以约去, 计算可以简化。

横坐标中性点 $n[\text{Ba}(\text{OH})_2]$ 验证: $2n(\text{Ba}^{2+}) = n(\text{Y}^-)$, $K_a = \frac{c(\text{Y}^-)c(\text{H}^+)}{c(\text{HY})} = \frac{n(\text{Ba}^{2+}) \times 1 \times 10^{-7}}{1 \times 10^{-3} - n(\text{Ba}^{2+})}$, $n(\text{Ba}^{2+}) = \frac{10^{-3}K_a}{K_a + 1 \times 10^{-7}}$, 可见 $n[\text{Ba}(\text{OH})_2]$ 由 HY 起始物质的量和 K_a 共同决定; 此表达式可以在审视命题时, 根据情境图像中横坐标 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 体积数值是否符合 $n(\text{Ba}^{2+})$ 和 K_a 的关系表达式, 从而判断试题图像的科学性。

例 3. (2019 年全国卷) NaOH 溶液滴定邻苯二甲酸氢钾 (邻苯二甲酸 H_2A 的 $K_{a1} = 1.1 \times 10^{-3}$, $K_{a2} = 3.9 \times 10^{-6}$) 溶液, 混合溶液的相对导电能力变化曲线如图 9 所示, 其中 b 点为反应终点。下列叙述错误的是 (C)。

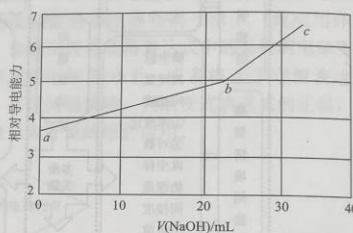


Fig. 9 The change curve of the relative conductivity of mixed solution

图 9 混合溶液的相对导电能力变化曲线

- A. 混合溶液的导电能力与离子浓度和种类有关
- B. Na^+ 与 A^{2-} 的导电能力之和大于 HA^- 的导电能力
- C. b 点的混合溶液 $\text{pH} = 7$
- D. c 点的混合溶液中, $c(\text{Na}^+) > c(\text{K}^+) > c(\text{OH}^-)$

本题考查: ①定性判断导电能力和离子浓度、种类的关系; ②起始点、恰好点离子浓度大小判断; ③中性点与恰好点出现先后顺序判断; ④物料守恒应用等。

本题创新之处在于溶液中离子浓度用相对导电能力表征, 纵坐标物理量间接度变大。滴定阶段点隐蔽性强。

折线中的 3 个点, 分析其中 2 个特殊点“起点”和“拐点”, 起始溶液中溶质为 KHA, 溶液中存在平衡主要有: $\text{HA}^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{A}^{2-}$; $\text{HA}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{OH}^- + \text{H}_2\text{A}$; 电离程度由 K_{a2} 决定, 水解程度由 K_b 决定; 由题设数据可知, 电离程度大于水解程度, 起始 a 点溶液呈酸性; 分析滴定过程化学反应: $2\text{KHA} + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{A} +$

K_2A , 结合折线上升趋势判断: 生成物 Na_2A 、 K_2A 的导电能力大于 KHA ; 滴定中 K^+ 数目不变(但浓度减小), Na^+ 与 A^{2-} 的导电能力之和大于 HA^- 的导电能力; b 拐点为恰好点, 溶液呈碱性; 此后溶液中 $NaOH$ 物质的量增大, 导电能力增强。D 选项考查物料守恒, 根据 b 恰好反应, $n(KHA) = n(NaOH)$, ab 点间横坐标氢氧化钠体积大于 bc 点间体积, 故选项 D 表述正确。

4 课堂模型教学实践反思

师生课堂互动细节是教与学相长不可替代的过程, 教师讲题发散的维度、层次和先后顺序与学生思考情境问题的思维活动能否完美对接, 决定学生解题思维是顺畅还是起障。笔者立足学生三维: 化学核心概念、化学核心思维、认知水平, 透视拆解试题设题、数学模型、问题情境的间接度和熟悉度^[5]; 通过“五点”模型建构, 搭建学生解题思维与试题情境内在结构之间的关联, 指引学生探查滴定“五点”溶液中离子平衡移动过程各物理量和各特殊点的变化规律, 师生模型交流清晰高效。教师在实践中凝练解题要诀: 点性分析得数值、线性分析得函数、辩证分析破干扰、题型进阶显能力、破题点精寻本质、秒题开悟增速度。

5 结语

笔者基于命题角度推导例 1 直线函数关系, 例 2 滴定曲线函数涉及复杂二次函数及其负对数关系; 例题模型中数学函数图像外显滴定过程各微粒的物理量变化规律, 体现数学与化学学科深度融合, 有利于学生思维多元化发展。酸碱滴定“五点”解题思维模型, 可迁移应用于其他类型滴定情境, 具有可借鉴、可持久分享的价值; “五点”思维模型的维度, 直指命题方向, 助力学生与试题情境高效对话。在模型指引下, 学生把散乱思维程序化, 奠定解答此类题型的能力基石; 同时又通过创新情境打破思维定式, 助力高阶思维养成, 快速破解此类高考创新题。

证据推理模型认知是核心素养要求之一, “五点”溶液中弱电电解质离子平衡移动分析模型建构, 经过实践、修正、循环完善, 此过程有利于提升学生的微粒观、守恒思想、平衡移动思想等化学学科核心思维品质。

参考文献

- [1] 单旭峰. 化学教学, 2019 (3): 8-12
- [2] 史凡, 王磊. 外国教育研究, 2019 (5): 89-103
- [3] 薛琳, 闫春更, 崔俊莉, 等. 化学教育(中英文), 2020, 41 (3): 47-51
- [4] 李晓明. 化学教育(中英文), 2020, 41 (11): 23-29
- [5] 周冬冬, 王磊. 中国考试, 2018 (12): 25-32

Addressing Thinking Obstacles in Solving Acid-Base Titration Curve Problems Based on Model Construction

HUANG Cui-Yu^{1**} ZHANG Xian-Jin² CHEN Rong-Cong³

(1. Quanzhou Yicong Middle School, Quanzhou 362000, China;

2. Institute of Chemistry Education, Fujian Institute of Education, Fuzhou 350025, China;

3. Nanan Qiaoguang Middle School, Quanzhou 362314, China)

Abstract Students often encounter a variety of thinking obstacles when solving problems involving the context of acid-base titration curves. Model construction approach and its application can help address these thinking obstacles. Such an approach involves an analysis of the underlying structural elements of example problems centering on the five points focused by problem design relating to titration curves of electrolyte solutions, that is, the starting point, equal material point, equivalence point, neutrality point and appropriateness point. Starting from these “five points”, a problem-solving thinking model is constructed to guide students’ divergence and convergence of thinking. Carefully-selected problem-based contexts are utilized to apply constructed thinking models in solving problems relating to acid-base titration curves, thereby inspiring thinking in real-world contexts, facilitating accurate identification of entry point for problem solving and knowledge generation. The practical process is aimed to improve students’ core competencies relating to model cognition and their quality of thinking for the subject of chemistry.

Keywords model construction; acid-base titration; thinking obstacles; core competencies