

## 用好“四点”突破图像类溶液中微粒浓度比较

浙江省安吉市天略外国语学校 313300 赵跃

图像类溶液中微粒浓度涉及到电离理论、水解理论、守恒思想、平衡思想、元素观、微粒观、定量观等理论知识和化学核心观念,被赋予了新课程的特色。该题有效考查学生的观察能力、类比能力、推理能力和处理图表信息能力等综合能力,是学考(选考)的高频考点,也是复习中的重难点。

### 一、学情分析

#### 1. 三大守恒分辨不清

电荷守恒的本质是电解质溶液总是呈电中性,故电荷守恒式的直观识别方法是:等号一侧全是阴离子,另一侧全是阳离子。物料守恒的本质

就是元素守恒,可以理解为某粒子发生水解或电离后,微粒种类增多,但元素的原子总是守恒的,故物料守恒式的直观识别方法是:等号两侧的微粒中分别含有同一元素。质子守恒可以理解为电解质溶液分子或离子得到质子(即 $H^+$ )与失去质子的物质的量相等,故质子守恒式的直观识别方法是:等号一侧仅是 $H^+$ 或尽是 $OH^-$ 。质子守恒还可以由物料守恒与电荷守恒联合推出。

#### 2. 找不准切入点

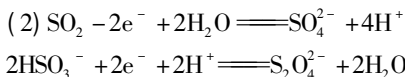
在整个滴定曲线图中,各点所含溶质不同,存在的平衡不同,微粒浓度时刻在变化,学生找不准

- (1)  $a$  为电源的\_\_\_\_(填“正极”或“负极”);  
(2) 阳极的电极反应式为\_\_\_\_,阴极的电极反应式为\_\_\_\_。

解析 (1) 依据图示可知, $SO_2$ 被氧化为 $SO_4^{2-}$ (S由+4价 $\rightarrow$ +6价)。根据电解池中阳极发生氧化反应,与电源正极相连的为阳极可知, $SO_2$ 所在的区为阳极区,故 $a$ 为电源正极, $b$ 为电源负极。

- (2) ① $SO_2$ 为还原剂,氧化产物为 $SO_4^{2-}$ ,得到 $SO_2 \rightarrow SO_4^{2-}$ ; ②根据S元素的化合价变化,得到 $SO_2 - 2e^- \rightarrow SO_4^{2-}$ ; ③根据溶液为酸性溶液以及电荷守恒关系,得到 $SO_2 - 2e^- \rightarrow SO_4^{2-} + 4H^+$ ; ④根据元素守恒,得到 $SO_2 - 2e^- + 2H_2O \rightleftharpoons SO_4^{2-} + 4H^+$ 。同理可得,阴极区发生反应 $2HSO_3^- + 2e^- + 2H^+ \rightleftharpoons S_2O_4^{2-} + 2H_2O$ 。

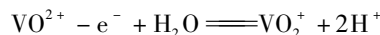
答案: (1) 正极



例6 某储能电池的原理如图6所示,溶液中 $c(H^+) = 2.0 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ ,阴离子为 $SO_4^{2-}$ , $a$ 、 $b$ 均为惰性电极,充电过程中左槽溶液颜色由蓝色变为黄色。下列叙述正确的是( )。

- A. 当右槽溶液颜色由绿色变为紫色时,电池中能量转化形式为化学能转化为电能

- B. 充电过程中 $a$ 极的反应式为:



- C. 储能电池 $a$ 、 $b$ 两极间的电解质溶液中通过电子的定向移动形成闭合回路

- D. 放电时, $H^+$ 从左槽迁移进入右槽

解析 当右槽溶

液颜色由绿色( $V^{3+}$ )

变为紫色( $V^{2+}$ )时,该电极上发生: $V^{3+} + e^- \rightleftharpoons V^{2+}$ (还原反应)此时该电极为

电解池阴极,所以电池

中能量转化形式为电能转化为化学能,故选项A错误;充电过程中 $a$ 极是电解池阳极, $a$ 极的反应式为 $VO^{2+} - e^- + H_2O \rightleftharpoons VO_2^+ + 2H^+$ ,故选项B正确;储能电池 $a$ 、 $b$ 两极间的电解质溶液中通过阴阳离子的定向移动形成闭合回路,故选项C错误;充电时 $a$ 极失去电子作电解池的阳极,放电时 $a$ 极必须得到电子作原电池正极,则 $b$ 极作原电池负极;电解质溶液中阳离子向正极移动,所以氢离子移向左槽,故选项D错误。答案: B

[基金项目] 本文系福建省中学化学产业安名师工作室阶段性研究成果。

(收稿日期: 2017-08-20)

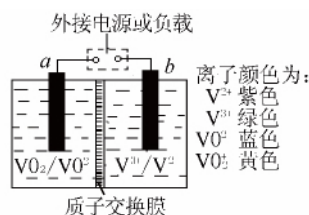


图6

用哪个守恒来解决溶液中的微粒浓度问题,笔者认为若想解决此类问题关键是要弄清滴定曲线上的“四点”(起点、中点、中性点、化学计量点)中存在的各种平衡,然后针对不同点用特定的守恒来比较溶液中的微粒浓度。

二、案例分析

例 1 (2016 年浙江 10 月选考题 23) 常温下,用浓度为  $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaOH 溶液分别逐滴加入到  $20.00 \text{ mL } 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 HX、HY 溶液中, pH 随 NaOH 溶液体积的变化如图 1 所示。下列说法正确的是( )。

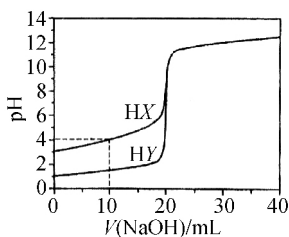


图 1

- A.  $V(\text{NaOH}) = 0 \text{ mL}$  时,两份溶液中  $c(\text{X}^-) > c(\text{Y}^-)$
- B.  $V(\text{NaOH}) = 10.00 \text{ mL}$  时,  $c(\text{X}^-) > c(\text{Na}^+) > c(\text{HX}) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$
- C.  $V(\text{NaOH}) = 20.00 \text{ mL}$  时,  $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{Na}^+) > c(\text{X}^-)$
- D.  $\text{pH} = 7$  时,两份溶液中  $c(\text{X}^-) = c(\text{Na}^+) = c(\text{Y}^-)$

解题分析 本题以酸碱中和滴定为题材,把所要考查的知识寓于坐标曲线上,简明、直观、形象,又结合图像分析进行考查溶液中微粒浓度的大小比较。

起点:选项 A 中  $V(\text{NaOH}) = 0 \text{ mL}$  时,即是该中和反应的起点,此时溶液 HX 中  $\text{pH} \approx 3$ ,即  $c(\text{H}^+)$  浓度小于  $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,说明 HX 为弱酸,溶液中  $c(\text{X}^-) = c(\text{H}^+) < 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ;而溶液 HY 中  $\text{pH} = 1$  说明 HY 是强酸,溶液中  $c(\text{Y}^-) = c(\text{H}^+) = 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ;故 A 项错误。

中点:当  $V(\text{NaOH}) = 10.00 \text{ mL}$  时,反应后溶液中残留  $0.001 \text{ mol HX}$  和生成  $0.001 \text{ mol NaX}$ 。此时同时存在两个平衡:  $\text{HX} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{X}^-$ ,  $\text{X}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HX} + \text{OH}^-$ 。切入点 1: 根据物料守恒可知  $2n(\text{Na}^+) = n(\text{HX}) + n(\text{X}^-) = 0.002 \text{ mol}$ ;切入

点 2: 根据溶液的  $\text{pH} = 4$ ,说明 HX 的电离程度较大  $n(\text{X}^-) > 0.001 \text{ mol} > n(\text{HX})$ ,由此可知选项 B 正确。

化学计量点:当  $V(\text{NaOH}) = 20.00 \text{ mL}$  时,此时正好生成 NaX,即只存在  $\text{X}^-$  的水解平衡,且由于溶液中的  $\text{H}^+$ 、 $\text{OH}^-$  均来自水的电离,故溶液中  $c(\text{Na}^+) > c(\text{X}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ ,选项 C 错误。

中性点:顾名思义溶液中的  $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ 。对于强酸 HY 来说中性点与化学计量点正好重合,混合溶液的体积为  $40.00 \text{ mL}$  且各离子的浓度关系为  $c(\text{Y}^-) = c(\text{Na}^+) > c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+)$ 。对于弱酸 HX 来说中性点在化学计量点的前面,加入的 NaOH 溶液的体积小于  $20.00 \text{ mL}$ ,虽然各离子的浓度也存在  $c(\text{X}^-) = c(\text{Na}^+) > c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+)$ ,由于混合后体积较小,所以  $c(\text{X}^-) > c(\text{Y}^-)$ ,故选项 D 错误。答案选 B。

例 2 常温下,向  $20.00 \text{ mL } 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  溶液中逐滴加入  $0.2000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaOH 时,溶液的 pH 与所加 NaOH 溶液体积的关系如图 2 所示(不考虑挥发)。下列说法正确的是( )。

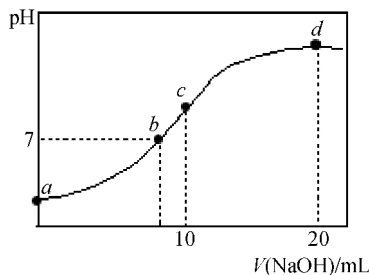


图 2

- A. 点 a 所示溶液中:  $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$
- B. 点 b 所示溶液中:  $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{Na}^+) > c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$
- C. 点 c 所示溶液中:  $c(\text{SO}_4^{2-}) + c(\text{H}^+) = c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c(\text{OH}^-)$
- D. 点 d 所示溶液中:  $c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{NH}_4^+)$

解题分析 本题利用  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  溶液与 NaOH 溶液反应为题材,考查了盐类水解、电离 ▶

## 抓住突破口 巧解推断题\*

江苏省常熟市白茆中学 215532 霍金花

推断题是初中化学试题中常见,但学生普遍感到较难求解的一类试题。该类试题考查知识面广、变化多端、思维量大、综合性强,是考查学生求异思维、发散思维、抽象思维及逻辑推理能力的一类试题。现就无机推断题中常见的题型,谈谈如何抓住突破口,解答这类题目。

### 一、方法指导

解答推断题的总体原则:典型突破,综合分析,检验把关,验证答案。解题时往往需要从题目中挖出一些明显或隐含的条件,抓住突破口(突破口往往是现象特征、反应特征及结构特征)并以此为突破口,顺藤摸瓜,最终推出答案。

### 二、知识储备

#### 1. 熟悉常见气体化合物

$\text{NH}_3$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{SO}_2$ ,以上气体中有刺激性气味的气体等。

#### 2. 熟悉常见物质的颜色

例如红色、黑色、白色、蓝色等;常见物质的用

途:例如氯化钠、碳酸氢钠、碳酸钙等;反应条件:例如点燃、高温、电解、催化剂等。

#### 3. 熟悉课本中学到的常见气体的制备原理

三种常见气体的制备  $\text{H}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 。

#### 4. 熟悉几种重要的反应

置换反应:例如铁与硫酸铜溶液反应;复分解反应:例如氢氧化钠溶液与硫酸铜溶液反应。

### 三、应用举例

#### 题型之一:框图型推断

框图型推断的特点:框图型推断题中,整个框图会分成两支或多支,但是彼此有联系,可根据图中已知条件,分别得出相应的结论,各个击破,然后综合推断,得出最后的结论。

例1 在如图1有关物质转化关系中,各物质均为初中化学常见的化合物,其中B为最常见的酸,D为人体中含量最多的物质,G为蓝色不溶物。图中“-”表示相连物质之间能相互反应,“→”表示由两种物质可制得另外两种物质。

►与水解程度大小判断、离子浓度比较等知识。由图像可知a点为起点着重考查 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液中 $\text{NH}_4^+$ 的水解平衡,比较容易就能判断溶液呈酸性,A选项错误。b点为反应的中性点,加入的NaOH溶液的体积小于10 mL,即 $n(\text{Na}^+) < 0.001 \text{ mol}$ ,又由于原溶液中 $n(\text{SO}_4^{2-}) = 0.002 \text{ mol}$ ,根据电荷守恒可知 $n(\text{NH}_4^+) = 2n(\text{SO}_4^{2-}) - n(\text{Na}^+) > 0.002 \text{ mol}$ ,故选项B错误。c点为反应中点,溶液中含 $0.001 \text{ mol} (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 $0.001 \text{ mol} \text{Na}_2\text{SO}_4$ 、 $0.001 \text{ mol} \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,因此该溶液中存在的电荷守恒:

$$n(\text{NH}_4^+) + n(\text{H}^+) + n(\text{Na}^+) = n(\text{OH}^-) + 2n(\text{SO}_4^{2-}) \quad (1)$$

物料守恒:

$$n(\text{NH}_4^+) + n(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 2n(\text{Na}^+) = 2n(\text{SO}_4^{2-}) = 0.004 \quad (2)$$

将(2)式带入(1)可得: $n(\text{SO}_4^{2-}) + n(\text{H}^+) = n(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + n(\text{OH}^-)$ ,故选项C正确。d点为恰好反应点,此时正好生成 $0.002 \text{ mol} \text{Na}_2\text{SO}_4$ 和 $0.004 \text{ mol} \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , $n(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 0.004 \text{ mol}$ , $n(\text{SO}_4^{2-}) = 0.002 \text{ mol}$ ,所以 $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) > c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{NH}_4^+)$ ,故选项D错误,答案选C。

此类题型考查的知识点多,灵活性、综合性较强,有较好的区分度,它能有效地测试出学生对强弱电解质、电离平衡、水的电离、pH、离子反应、盐类水解等基本概念的掌握程度及对这些知识的综合运用能力。笔者认为关键是培养学生的化学学科素养,要养成认真、细致、严谨的解题习惯,有序的分析四个切入点(起点、半点、中性点、恰好反应点)和用好三个守恒(电荷守恒、物料守恒、质子守恒)。

(收稿日期:2017-05-20)