

解题后的思维优化艺术

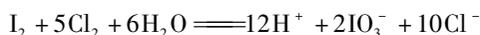
云南省腾冲县第一中学 679100 赵辉昌

一、定性向定量优化

将定性分析上升到定量研究,才能全面而准确地反映物质的性质与特点,同时提高思维的缜密性。

例1 在 FeBr_2 与 FeI_2 等物质的量的混合溶液中,通入过量的氯气。请按还原性强弱顺序写出反应的离子方程式。[提示: HXO_3 ($X = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$) 皆为强酸]

解析 因为还原性强弱顺序是 $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Br}^- > \text{I}_2$, 所以离子反应顺序为:



定量优化:

优化1 氯气与溴化亚铁溶液作用的两个临界反应: $6\text{FeBr}_2 + 3\text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3 + 4\text{FeBr}_3$



优化2 确定两个临界反应的三个区间。

设: $\frac{n(\text{Cl}_2)}{n(\text{FeBr}_2)} = a$ 。当 $0 < a \leq \frac{1}{2}$, Fe^{2+} 部分或

全部被氧化; $\frac{1}{2} < a < \frac{3}{2}$, Fe^{2+} 全部被氧化,

Br^- 部分被氧化; $a \geq \frac{3}{2}$, FeBr_2 全部被氧化。

例2 若向 400 mL 的溴化亚铁溶液中通入标准状况下的氯气 6.72 L,测得溶液中的氯离子与溴离子的物质的量浓度相等。

(1) 求原溴化亚铁的物质的量浓度 [分别用 ①化学方程式法; ②得失电子守恒法; ③溶液电荷守恒法(忽略 Fe^{3+} 水解); ④元素守恒法]

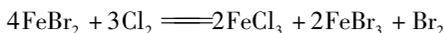
(2) 完成图像中 $c(\text{Br}^-)$ 、 $c(\text{Cl}^-)$ 浓度的变化曲线。

解析 (1) 由优化 1、2 知,当 $c(\text{Cl}^-) = c(\text{Br}^-)$ 时,反应在 $\frac{1}{2} < \frac{n(\text{Cl}_2)}{n(\text{FeBr}_2)} < \frac{3}{2}$ 区间,即 Fe^{2+} 全部氧化,部分 Br^- 被氧化。 $n(\text{Cl}_2) = 0.3 \text{ mol}$ 。

设溶液中溴化亚铁的物质的量为 x 。

①化学方程式法:

依 $c(\text{Cl}^-) = c(\text{Br}^-)$ 得化学方程式:



$x(\text{FeBr}_2) = 0.4 \text{ mol}$ 则 $c(\text{FeBr}_2) = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

②得失电子守恒法:

►水中,固体全部反应生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$,则生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的质量为()。

A. 3.7 g B. 7.4 g

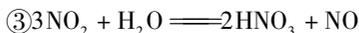
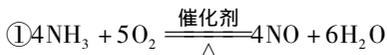
C. 14.8 g D. 22.2 g

解析 根据钙元素守恒可知氢氧化钙中钙元素的质量为: $16 \text{ g} \times 50\% = 8 \text{ g}$,求得氢氧化钙的质量:

$$m = 8 \text{ g} \times \frac{M[\text{Ca}(\text{OH})_2]}{M(\text{Ca})} = 14.8 \text{ g}$$

故答案 C 正确。

例5 用 NH_3 制取 HNO_3 要经历如下反应:



问: 现在有 10 t NH_3 ,理论上可以制得 HNO_3 多少吨?

解析 由以上三个化学方程式可知在氨转化到硝酸的过程中,氮元素(第三步反应生成的一氧化氮可以循环使用)守恒。

解 氨中氮元素全部转化为 HNO_3 的质量为:

$$10 \text{ t} \times \frac{M(\text{HNO}_3)}{M(\text{NH}_3)} = 10 \text{ t} \times \frac{63}{17} \times 100\% = 37 \text{ t}$$

点评 应用元素守恒法可以简化计算,提高解题速度和正确率。

(收稿日期: 2013 - 11 - 12)

由于 $n(\text{失 } e^-) = n(\text{得 } e^-)$

故 $n(\text{Fe}^{2+}) + n(\text{Br}^-) - 0.6 = 2n(\text{Cl}_2)$

$x + (2x - 0.6) = 0.6 \quad x = 0.4 \text{ mol}$

$c(\text{FeBr}_2) = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

③电荷守恒法:

$n(\text{总正电荷}) = n(\text{总负电荷})$

即 $3n(\text{Fe}^{3+}) = n(\text{Cl}^-) + n(\text{Br}^-)$

$3x = 0.6 + 0.6 \quad x = 0.4 \text{ mol}$

$c(\text{FeBr}_2) = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

④元素守恒法:

由题意已知溶液中:

$n(\text{Cl}^-) = n(\text{Br}^-) = 0.6 \text{ mol}$

由铁元素守恒,有:

$n(\text{FeBr}_2) = n(\text{FeBr}_3) + n(\text{FeCl}_3) = 0.4 \text{ mol}$

$c(\text{FeBr}_2) = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

解题思路的形成是一个认识过程,上述解题思路是从不同角度立意分析,每种解法各具特色,其中②、③、④构思巧妙,简明快捷,但要求具备较高的基础知识。

(2) 先确定图像中的以下相关量

原来溶液中 $\begin{cases} c(\text{Fe}^{2+}) = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ c(\text{Br}^-) = 2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \end{cases} \Rightarrow$

$\begin{cases} n(\text{反应 Fe}^{2+}) = 0.4 \text{ mol} \\ n(\text{反应 Br}^-) = 0.8 \text{ mol} - 0.6 \text{ mol} = 0.2 \text{ mol} \end{cases}$

$\Rightarrow n(\text{耗 Cl}_2) \begin{cases} = 0.2 \text{ mol} \\ = 0.1 \text{ mol} \end{cases}$

$c(\text{Cl}^-) = c(\text{Br}^-) = \frac{0.6 \text{ mol}}{0.4 \text{ L}} = 1.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

由(1)可知,反应后溶液中 $c(\text{Fe}^{2+}) = 1 \text{ mol/L}$,

$c(\text{Cl}^-) = c(\text{Br}^-) = 1.5 \text{ mol/L}$

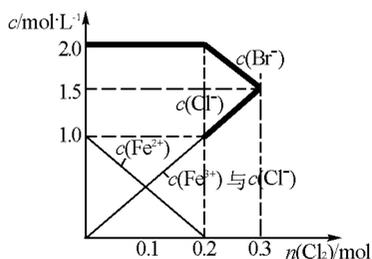


图1

二、特殊向普遍优化

在特殊题解的基础上,找出其普遍性的结论,训练思维的广阔性。

例3 将20%与30%的硫酸溶液等体积混合,所得溶液的溶质质量分数 w _____。

- A. 等于25% B. 大于25%
C. 小于25% D. 无法确定

解析 先以等质量混合后的溶质质量分数(25%)为参照值,再根据浓、稀溶液的质量一定时,溶液的体积与密度成反比($m = \rho V$),创设浓、稀溶液在等质量下的体积 $V(\text{浓})$ 、 $V(\text{稀})$ 模型 [$V(\text{浓}) < V(\text{稀})$]。

在等质量的体积模型图2、图3的基础上,可从以下两种方案来实现等体积混合。

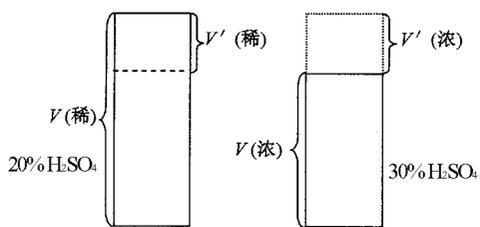


图2

图3

减稀:如图2所示,将稀溶液的体积减去 $V'(\text{稀})$,浓、稀溶液则为等体积 [$V(\text{浓}) = V(\text{稀}) - V'(\text{稀})$]混合

增浓:如图3所示,将浓溶液的体积增加 $V'(\text{浓})$,浓、稀溶液则为等体积 [$V(\text{稀}) = V(\text{浓}) + V'(\text{浓})$]混合。

无论采取何种方案,结果都是等体积混合比等质量混合的单位质量溶液中的溶质质量分数增大。所以,答案选B。

归纳优化:同溶质,不同质量分数 [$w(\text{浓})$ 、 $w(\text{稀})$] 的溶液等体积混合,当 $\rho(\text{溶质}) > \rho(\text{H}_2\text{O})$,如酸、碱(除氨水)、盐;混合液的溶质质量分数 $w > \frac{1}{2}[w(\text{浓}) + w(\text{稀})]$;当 $\rho(\text{溶液}) < \rho(\text{H}_2\text{O})$ 如乙醇、氨等 $w < \frac{1}{2}[w(\text{浓}) + w(\text{稀})]$ 。

三、单一向发散优化

在获得孤立题解的基础上,把思维的触角向知识的深度与广度发散,以培养学生的创新思维。

例4 常温下将二氧化硫通入氯化钡溶液中至饱和,未见沉淀,再通入下列过量的另一种气体,则产生沉淀,此气体是_____。

- A. CO_2 B. SO_3 C. HI D. NH_3 ▶

例析“能量转化图”在高中化学反应中的妙用

江苏省泗洪中学 223900 王贵武

一、利用能量转化图判断吸热与放热反应的情况

例1 已知合成尿素的总反应为: $2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$, $\Delta H < 0$, 它可以分两步进行:

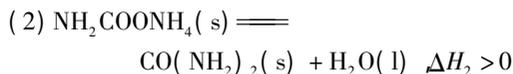
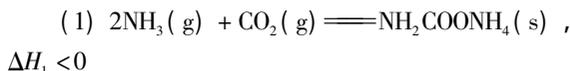
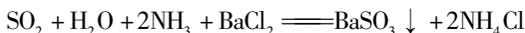


图1中正确表达合成尿素过程中能量变化的是()。

► 解析 题干指明未得沉淀,说明 BaSO_3 可溶于盐酸,即下一反应不能进行。

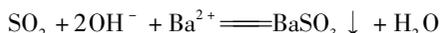
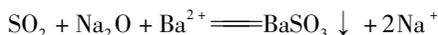


通入 CO_2 生成溶于盐酸的 BaCO_3 , 所以此反应也不进行, A 错。 SO_3 常温下是液体,虽产生沉淀,但不合题意, B 错。 HI 不与溶液中的微粒反应, C 错。通入氨与 SO_2 发生如下反应:



D 正确。

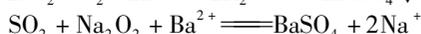
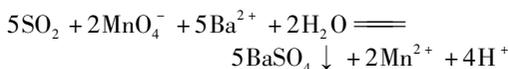
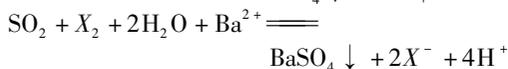
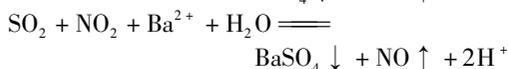
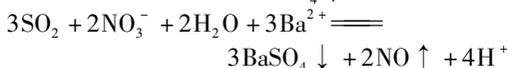
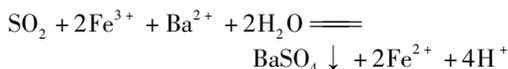
发散优化: 优化1, SO_2 是可溶于水的酸性氧化物。据此可加入碱性氧化物(如 Na_2O)、碱(如 NaOH)、盐(如 Na_2CO_3) 均消耗了溶液中的 H^+ , 即可产生 BaSO_3 沉淀。



优化2 SO_2 有氧化性。据此可通入还原性气体 H_2S , 产生浅黄色 S 沉淀。



优化3 SO_2 有还原性。可加入常见氧化剂, 将 SO_3^{2-} 氧化为 SO_4^{2-} 而产生 BaSO_4 沉淀。如 FeCl_3 、 NaNO_3 、 NO_2 、 X_2 ($\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$)、 KMnO_4 、 O_2 、 Na_2O_2 、 Na_2FeO_4 。



优化4 从溶液中存在 Ba^{2+} 、 Cl^- 分析, 可加入 SO_3 、硫酸、可溶性硫酸盐或硝酸银溶液均可产生 BaSO_4 或 AgCl 沉淀。

四、感性向理性优化

一个题解纵然是正确的, 但对其知识的理解也往往滞于单一而表象的感性阶段, 还需将思维优化至问题的本质与规律的理性阶段。

例5 常温下, 把 $\text{pH} = 3$ 的硫酸溶液和 $\text{pH} = 10$ 的氢氧化钠溶液混合, 混合液 $\text{pH} = 7$, 则硫酸与氢氧化钠的体积比是_____。

解析 设硫酸、氢氧化钠溶液的体积分别是 $V(\text{酸})$ 、 $V(\text{碱})$ 。依 $n(\text{H}^+) = n(\text{OH}^-)$ 得:

$$V(\text{酸}) \cdot 10^{-3} = V(\text{碱}) \cdot 10^{-4};$$

$$V(\text{酸})/V(\text{碱}) = 1/10.$$

理性优化: 设酸、碱溶液的体积分别为 $V(\text{酸})$ 、 $V(\text{碱})$, pH 为 $\text{pH}(\text{酸})$ 、 $\text{pH}(\text{碱})$ 。

优化1: 在酸溶液中 $c(\text{H}^+) = 10^{-\text{pH}(\text{酸})}$ 。

在碱溶液中 $c(\text{OH}^-) = 10^{\text{pH}(\text{碱})-14}$ 。

优化2: 当强酸、强碱恰好中和时:

$$\text{依 } V(\text{酸}) \cdot 10^{-\text{pH}(\text{酸})} = V(\text{碱}) \cdot 10^{\text{pH}(\text{碱})-14},$$

$$\text{pH}(\text{酸}) + \text{pH}(\text{碱}) = 14 + \lg \frac{V(\text{酸})}{V(\text{碱})};$$

$$\text{若 } \frac{V(\text{酸})}{V(\text{碱})} = \frac{1}{10} \quad \text{pH}(\text{酸}) + \text{pH}(\text{碱}) = 13;$$

$$\text{若 } \frac{V(\text{酸})}{V(\text{碱})} = \frac{1}{1} \quad \text{pH}(\text{酸}) + \text{pH}(\text{碱}) = 14;$$

$$\text{若 } \frac{V(\text{酸})}{V(\text{碱})} = \frac{10}{1} \quad \text{pH}(\text{酸}) + \text{pH}(\text{碱}) = 15.$$

(收稿日期: 2013-12-04)