

例析化学中物质的量之间的关系图像类试题

黑龙江省大庆市杜尔伯特县克尔台蒙古族学校 (166252) 于晓峰

从近年高考化学试题可以看出,图像题出现的频率比较高,一直为热点和难点问题.化学图像题是化学原理中的数和形的高度统一,图像表达具有直观、便于对比、分析、预测趋势等优点,其中化学知识联系度大、学科综合性强.它既能培养学生灵活运用知识的能力,也能培养学生的识图、析图、用图及其逻辑思维能力.下面例解几题,希望能起到抛砖引玉的作用.

例1 将X溶液(或气体)慢慢加入(或通入)一定量的Y溶液中,产物沉淀量与加入X的物质的量的关系如图1所示,符合图中情况的是()

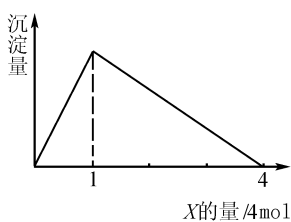


图1

- A. Y 是 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, X 是 CO_2
- B. Y 为 AgNO_3 , X 是 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- C. Y 为 AlCl_3 , X 是 NaOH
- D. Y 为 NaAlO_2 , X 是 HCl

解析 由图可知产生的沉淀先是由零逐渐增多,当达到最大量后又逐渐减少至零,两段消耗X的物质的量之比为1:3,下面分别列表表示出各个选项对应两段消耗X的物质的量:

选项编号	反应简析	完全沉淀加入X的量	沉淀溶解加入X的量
A	$\text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\text{CO}_2} \text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{CO}_2} \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	1 mol	1 mol
B	$\text{AgNO}_3 \xrightarrow{\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} \text{AgOH} \xrightarrow{\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} \text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$	1 mol	2 mol
C	$\text{AlCl}_3 \xrightarrow{\text{NaOH}} \text{Al}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\text{NaOH}} \text{NaAlO}_2$	3 mol	1 mol
D	$\text{NaAlO}_2 \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{HCl}} \text{Al}(\text{OH})_3 \xrightarrow{3\text{HCl}} \text{AlCl}_3$	1 mol	3 mol

从表中可以看出符合1:3只有D,因此选D.

说明 这一类题目的解法是从反应原理出发,联系图像中的定量关系进行综合分析而得出答案.

例2 将烧碱溶液和盐酸依次滴入某溶液W中,其沉淀(Y轴)和加入溶液的体积(X轴)的关系可能出现如图2所示的两种形式,则W溶液不可能是().

- A. 三氯化铝溶液
- B. 偏铝酸钠溶液

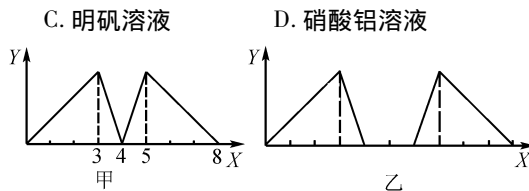


图2

解析 甲图是向含有 Al^{3+} 的溶液中滴入 NaOH 溶液会生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀,当 Al^{3+} 都生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀时,再滴入 NaOH 溶液又与 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 反应生成 NaAlO_2 和 H_2O ,从而 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀又逐渐溶解,直至全部溶解;乙图与甲图不同的是滴加的 NaOH 溶液过量,再滴加盐酸时,盐酸首先与 NaOH 溶液反应,当过量的 NaOH 溶液都反应时,然后盐酸才和 NaAlO_2 反应生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀,所以我们可以以甲图分析即可.

选项编号	反应简析	完全沉淀加入X的量	沉淀溶解加入X的量
A	$\text{AlCl}_3 \xrightarrow{\text{NaOH}} \text{Al}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\text{NaOH}} \text{NaAlO}_2$ $\text{NaAlO}_2 \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{HCl}} \text{Al}(\text{OH})_3 \xrightarrow{3\text{HCl}} \text{AlCl}_3$	3 mol	1 mol
B	NaAlO_2 与 NaOH 不反应		
C	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \xrightarrow{\text{NaOH}} \text{Al}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\text{NaOH}} \text{NaAlO}_2$ $\text{NaAlO}_2 \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{HCl}} \text{Al}(\text{OH})_3 \xrightarrow{3\text{HCl}} \text{AlCl}_3$	3 mol	1 mol
D	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \xrightarrow{\text{NaOH}} \text{Al}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\text{NaOH}} \text{NaAlO}_2$ $\text{NaAlO}_2 \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{HCl}} \text{Al}(\text{OH})_3 \xrightarrow{3\text{HCl}} \text{AlCl}_3$	3 mol	1 mol

从表中可以看出符合两次峰起和峰落分别为3:1和1:3只有B,所以选B.

例3 向含有0.8 mol的稀硝酸溶液中慢慢加入

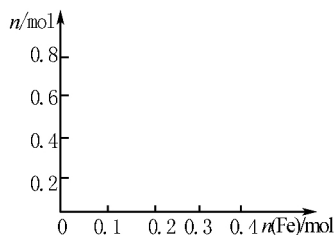


图3

22. 4g 的铁粉. 假设反应分为两个阶段. 第一阶段为: $\text{Fe} + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 在图 3 中画出溶液中 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 NO_3^- 离子的物质的量随加入铁粉的物质的量变化的关系图象(横坐标为加入铁粉的物质的量,纵坐标是溶液中离子的物质的

量).

解析 本题关键是向稀硝酸溶液中慢慢加入铁粉,也就是说开始是稀硝酸过量的第一阶段反应,随加入铁粉的物质的量的不断地增多,出现了第二阶段反应,具体如下:

反应简析	加入铁粉的量(X)	剩余 NO_3^- 的量(Y_1)	Fe^{3+} 的量(Y_2)	Fe^{2+} 的量(Y_3)
第一阶段反应 $\text{Fe} + 4\text{HNO}_3(\text{稀}) \longrightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 离子方程式: $\text{Fe} + 4\text{H}^+ + \text{NO}_3^- \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	$0 < n(\text{Fe}) \leq 0.2 \text{ mol}$	$0.8 \text{ mol} \sim 0.6 \text{ mol}$	$0 < n(\text{Fe}^{3+}) \leq 0.2 \text{ mol}$	0 mol
第二阶段反应 $2\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{Fe} \longrightarrow 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 离子方程式: $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \longrightarrow 3\text{Fe}^{2+}$	$0.2 < n(\text{Fe}) \leq 0.3 \text{ mol}$	0.6 mol	$0.2 \text{ mol} \sim 0$	$0 \sim 0.3 \text{ mol}$

随加入铁粉的物质的量的增加不再反应

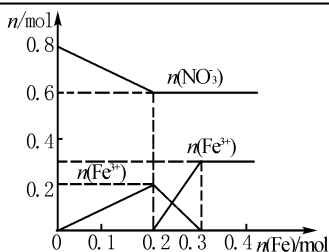


图 4

结合表中数据和断函数关系画出的图像如图 4 所示.

说明 此类绘图题相对前两题难度有所增加,这类题主要是分清反应物的量与产物的关系,相当于数学中的分段函数,找出自变量与因变量的关系,逐一捋顺,避免混乱.

例 4 某稀溶液中含有 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 HNO_3 ,向其中逐渐加入铁粉,溶液中 Fe^{2+} 的浓度

和加入铁粉的物质的量之间的关系如图 5 所示,则溶液中 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 HNO_3 的物质的量的浓度之比为().

- A. 2:3:1 B. 1:1:4 C. 2:2:7 D. 1:2:1

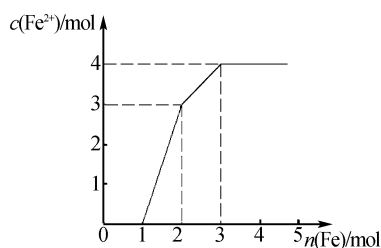


图 5

解析 由图可知只要找出横坐标 $n(\text{Fe})/\text{mol}$ 中 $0 \sim 1$, $1 \sim 2$, $2 \sim 3$, 及 3 以后对应的纵坐标 $c(\text{Fe}^{2+})/\text{mol}$ 关系即可,由于氧化性的强弱顺序为 $\text{HNO}_3 > \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 > \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$,列表如下:

加入铁粉的量(X)	Fe^{2+} 的量(Y)	反应简析	Fe^{3+} 的量	一共消耗 Cu^{2+} 的量	一共消耗 HNO_3 的量
0 ~ 1 mol	0 mol	$\text{Fe} + 4\text{HNO}_3(\text{稀}) \longrightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	新生成 1 mol	0	4 mol
1 ~ 2 mol	0 ~ 3 mol	$2\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{Fe} \longrightarrow 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 离子方程式: $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \longrightarrow 3\text{Fe}^{2+}$	一共消耗 2 mol	0	0
2 ~ 3 mol	3 ~ 4 mol	$\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$	0	1 mol	0
随加入铁粉的物质的量的增加 Fe^{2+} 的量不变(不再反应)					

从表中可以看出,原溶液中 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 HNO_3 物质的量浓度之比为 1:1:4,故选 B.

总结此类化学图像题主要是分清反应物的量与产物的关系,即找出自变量与因变量的关系,重点分

析起点、终点、拐点、平行线对应的含义,相当于数学中的分段函数,逐一捋顺,思路清晰,避免混乱,从而问题就迎刃而解了.

(收稿日期:2015-11-12)