

# 盘点巧解离子反应图像题的规律

湖南

黄银飞



中学一级教师,2010年曾荣获湘潭市“优秀教师”称号。

离子反应一直是高考化学的热点,在第一轮化学复习中很多老师都强调了“离子反应”的重要性,并让同学们做了很多专题训练,可对于离子反应图像问题,很多同学仍把握不准,不能顺利解题.实际上,离子反应中有些隐含规律对解答图像题非常有帮助,下面就结合例题来阐述.

## 一、酸碱中和规律(以碱中加酸为例)

1. 若为几种强碱的混合溶液,其实质是  $\text{OH}^-$  和  $\text{H}^+$  反应,可根据生成物之间的性质推断生成沉淀的种类及沉淀的质量.

2. 若为强碱与强碱弱酸盐的混合溶液,强碱优先反应.

3. 若为弱碱与强碱弱酸盐的混合溶液,需分两种情况考虑:①如果弱酸的酸性相对于弱碱的碱性较弱,则强碱弱酸盐优先反应;②如果弱酸的酸性相对于弱碱的碱性较强,则弱碱优先反应.

**例1** 将足量的  $\text{CO}_2$  不断通入到  $\text{KOH}$ 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 $\text{KAlO}_2$  的混合溶液中,图1各项表示生成的沉淀与通入  $\text{CO}_2$  的量的关系,其中正确的为( ).

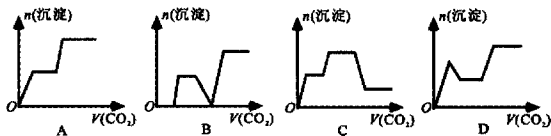


图1

**解析** 本题比较复杂,要想解答必须认真把握反应中隐含的规律.①  $\text{CO}_2$  和  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  反应,直到  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  完全转化成  $\text{BaCO}_3$  沉淀[假设此时有  $\text{KOH}$  参加反应,生成的  $\text{K}_2\text{CO}_3$  也能和  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  反应,生成  $\text{KOH}$  和  $\text{BaCO}_3$  沉淀,等于无反应,无影响;假设此时有  $\text{KAlO}_2$  参加反应,生成的  $\text{Al}(\text{OH})_3$  会立即被  $\text{OH}^-$  所溶解,重新变回  $\text{AlO}_2^-$ ,等于无反应,无影响].②  $\text{CO}_2$  和  $\text{KOH}$  反应,

直到  $\text{KOH}$  完全转变成  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,沉淀的量不变[假设此时有  $\text{KAlO}_2$  参加反应,生成的  $\text{Al}(\text{OH})_3$  也会立即被  $\text{OH}^-$  所溶解,重新变回  $\text{AlO}_2^-$ ,等于没反应].③  $\text{CO}_2$  和  $\text{KAlO}_2$  反应,直到  $\text{KAlO}_2$  完全转变成  $\text{Al}(\text{OH})_3$  沉淀.④  $\text{CO}_2$  和  $\text{K}_2\text{CO}_3$  反应,直到  $\text{K}_2\text{CO}_3$  完全转变成  $\text{KHCO}_3$ .⑤  $\text{CO}_2$  和  $\text{BaCO}_3$  反应,直到  $\text{BaCO}_3$  完全转变成  $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ . 本题选 C.

## 二、氧化还原反应规律

很多溶液中的离子反应包含有氧化还原的过程,因此,许多综合性考题会从某些离子的变化着手考查同学们对离子定量反应的把握,这些氧化还原反应总遵循如下规律:

1. 加还原剂时,氧化性强的物质优先反应.
2. 加氧化剂时,还原性强的物质优先反应.

**例2** 某稀溶液中含有等物质的量的  $\text{ZnSO}_4$ 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{CuSO}_4$ ,向其中逐渐加入铁粉,图2各项表示溶液中  $\text{Fe}^{2+}$  的物质的量(纵坐标/mol)和加入铁粉的物质的量(横坐标/mol)之间的关系,其中正确的为( ).

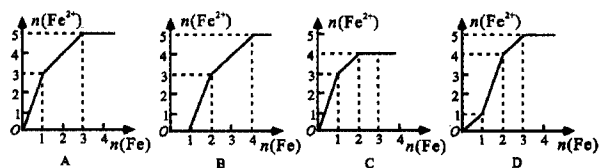


图2

**解析** 本题的考查非常巧妙,已知物质都能与铁粉反应,让判断反应的先后.判断标准为物质氧化性的强弱,四种物质中  $\text{Fe}^{3+}$  的氧化性最强,所以铁粉先和它反应.①  $\text{Fe}$  和  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  发生反应  $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} = 3\text{Fe}^{2+}$ ,生成  $\text{Fe}^{2+}$  的物质的量是加入  $\text{Fe}$  的物质的量的3倍;②  $\text{Fe}$  再和  $\text{CuSO}_4$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4$  分别发生反应  $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ ,  $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ ,生成  $\text{Fe}^{2+}$  的物质的量等于加入  $\text{Fe}$  的物质的量. 本题选 A.

## 三、酸碱中和与氧化还原反应规律的结合

结合上述两种规律来命题可谓是锦上添花,也是离子反应图像问题的精髓所在.灵活判断各种离子间反应的先后顺序和利用元素守恒是解答这类题的关键,将两种规律融会贯通即可轻松解题.

**例3** 将由  $\text{FeSO}_4$ 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 $\text{AlCl}_3$  三种固体

40

中学生  
数理化  
·高一版



组成的混合物溶于足量的水中,用玻璃棒搅拌,充分溶解,一段时间后,向稳定的混合溶液中滴加  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  稀硫酸,加入稀硫酸的体积与生成沉淀的物质的量关系如图 3 所示. 则下列有关判断中,不正确的是( ).

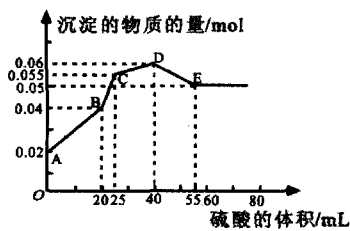


图 3

A. AB 段发生反应的离子方程式为  $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$

$+ 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

B. D 点表示的溶液呈酸性

C. C 点表示的沉淀的化学式为  $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{BaSO}_4$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$

D. 混合物中  $\text{FeSO}_4$  和  $\text{AlCl}_3$  的物质的量相等



题中涉及的反应主要有  $\text{FeSO}_4 +$

$\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$ ,  $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

$3\text{Ba}(\text{OH})_2 + 2\text{AlCl}_3 \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{BaCl}_2$ .  $\text{Al}^{3+}$  可与  $\text{OH}^-$  反应, 则 C 点沉淀的化学式为  $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、

(上接第 35 页)

其中溴元素的质量为  $x$ , 则有  $\frac{38.4}{24} \times 2 = \frac{x}{80} \times 1 +$

$(100 - 38.4 - x) \times 2$ , 解得  $x \approx 60$ , 故  $w(\text{Br}) = \frac{60}{100} \times$

$100\% = 60\%$ . 本题选 C.

### 七、利用设特殊值求解

例 7 由  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{CaCO}_3$  组成的混合物, 经测定其中碳元素的质量分数为 11.64%. 则下列各项中能确定的是( ).

① 钠元素的质量分数, ② 钙元素的质量分数, ③ 氧元素的质量分数, ④  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的质量分数, ⑤  $\text{CaCO}_3$  的质量分数, ⑥  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{CaCO}_3$  的质量之比.

A. 都不能确定

B. ③

C. ④⑤

D. 都能确定



如能由碳元素的质量分数求出  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{CaCO}_3$  各自的质量分数, 那么几个选项均能确定. 设混合物的质量为 100 g (取特殊值), 其中  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的质量为  $x$ , 则  $\text{CaCO}_3$  的质量为  $(100 \text{ g} - x)$ . 由题意可得等式  $100 \text{ g} \times 11.64\% =$

$\frac{x \times M(\text{C})}{M(\text{Na}_2\text{CO}_3)} \times 100\% + (100 \text{ g} - x) \times \frac{M(\text{C})}{M(\text{CaCO}_3)} \times$

$100\%$ , 解得  $x = 53 \text{ g}$ . 进而可求出  $\text{CaCO}_3$  的质量, 因此

$\text{BaSO}_4$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . 根据图像可知, 未加  $\text{H}_2\text{SO}_4$  前,  $n[\text{Fe}(\text{OH})_3] = n(\text{BaSO}_4) = 0.01 \text{ mol}$ , 共  $0.02 \text{ mol}$ , 此时  $\text{Al}^{3+}$  变为  $\text{AlO}_2^-$ , 可知  $n(\text{FeSO}_4) = 0.01 \text{ mol}$ . 又由最终生成沉淀  $0.05 \text{ mol}$  可知,  $n[\text{Ba}(\text{OH})_2] = 0.05 \text{ mol}$ .

A  $\rightarrow$  B 发生反应:  $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow$ ,  $\text{OH}^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$ .

B  $\rightarrow$  C 发生反应:  $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow$ ,  $\text{AlO}_2^- + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ . (此段消耗  $\text{H}_2\text{SO}_4$  共  $0.005 \text{ mol}$ , 即  $0.01 \text{ mol H}^+$ .)

C  $\rightarrow$  D 发生反应:  $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow$  ( $\text{BaSO}_4$  生成的量大于溶解的量),  $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ .

D  $\rightarrow$  E 发生反应:  $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ .

由 C  $\rightarrow$  E 共消耗  $30 \text{ mL H}_2\text{SO}_4$ , 而  $0.01 \text{ mol Fe}(\text{OH})_3$  消耗  $15 \text{ mL H}_2\text{SO}_4$ , 可知  $\text{Al}(\text{OH})_3$  消耗  $15 \text{ mL H}_2\text{SO}_4$ , 可判定  $n[\text{Al}(\text{OH})_3] = n[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 0.01 \text{ mol}$ , 所以  $n(\text{AlCl}_3) = 0.01 \text{ mol}$ . 本题选 C.

(责任编辑 王琼霞)

④⑤⑥能确定. 然后根据  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{CaCO}_3$  各自的质量, 分别求出混合物中钠、钙、氧元素各自的质量, 所以①②③也可以确定. 本题选 D.

### 八、利用极端假设求解

例 8 某混合物中含有  $\text{KCl}$ 、 $\text{NaCl}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 经分析知其中含钠 31.5%, 含氯 27.08%, 则混合物中  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的质量分数为( ).

A. 25%

B. 50%

C. 80%

D. 无法确定

本题采用极值法, 可将三种物质组成的混合物转化为两种物质组成的混合物, 从而简化运算. 若设混合物的质量为  $100 \text{ g}$ , 则混合物中氯元素的质量为  $27.08 \text{ g}$ . 假设这  $27.08 \text{ g}$  氯全部来自  $\text{KCl}$  (即混合物为  $\text{KCl}$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), 则  $\text{KCl}$  的质量为  $27.08 \text{ g} \times \frac{74.5}{35.5} \approx 56.83 \text{ g}$ , 即  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的质量为  $43.17 \text{ g}$ . 假设这  $27.08 \text{ g}$  氯全部来自  $\text{NaCl}$  (即混合物为  $\text{NaCl}$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), 则  $\text{NaCl}$  的质量为  $27.08 \text{ g} \times \frac{58.5}{35.5} \approx 44.62 \text{ g}$ , 则  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的质量为  $55.38 \text{ g}$ . 所以混合物中  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的质量分数在  $43.17\% \sim 55.38\%$  之间. 本题选 B.

(责任编辑 王琼霞)

