

## 例析氧化还原反应中的顺序问题

河南博爱县第二中学(454491) 余跃武

近年来,有关氧化还原反应的顺序问题频频出现在各类考试当中,并逐步成为考试命题的热点,现在笔者对此类问题进行总结,选析一些试题供大家参考。

**考查内容:**多种氧化剂与同一还原剂反应时,氧化性强的物质先发生反应,氧化性弱的物质后发生反应;多种还原剂与同一氧化剂反应时,还原性强的物质先反应,还原性弱的物质后反应。

**考查题型:**选择题、填空题、计算题。

**解题原则:**“强强优先,逐级反应。”

**【例 1】** 向含  $n \text{ mol FeBr}_2$  的溶液中通入  $n \text{ mol Cl}_2$ , 所发生反应的离子方程式为( )。

- A.  $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$
- B.  $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 = \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$
- C.  $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- + 3\text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}_2 + 6\text{Cl}^-$
- D.  $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^- + 2\text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + \text{Br}_2 + 4\text{Cl}^-$

**解析:**当  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Br}^-$  与足量  $\text{Cl}_2$  反应时,两者都被完全氧化;但当  $\text{Cl}_2$  不足量时,必须弄清两者还原性强弱关系: $\text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$ ,也就是说,在同等条件下, $\text{Fe}^{2+}$  先被氧化,当  $\text{Fe}^{2+}$  全部被氧化后, $\text{Br}^-$  才开始被氧化;反之,只要  $\text{Br}^-$  被氧化了,说明  $\text{Fe}^{2+}$  已全部被氧化。A、B 选项错误在于认为只发生了某一个反应,忽视了另外一个反应的存在;选项 C 是在  $\text{Cl}_2$  足量的条件下的反应,不符合题意;根据题干信息, $\text{FeBr}_2$  溶液与  $\text{Cl}_2$  的物质的量均为  $n \text{ mol}$ ,因此可以确定 D 选项正确。

**【例 2】** 在  $\text{FeCl}_3$ 、 $\text{CuCl}_2$ 、 $\text{FeCl}_2$  的混合溶液中, $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$  的物质的量浓度比为  $4:2:1$ ,现加入适量的铁粉,使溶液中的三种离子的物质的量浓度之比为  $1:3:9$ ,则投入的铁粉与原溶液中  $\text{Cu}^{2+}$  的物质的量之比为( )。

- A.  $5:4$  B.  $4:5$  C.  $3:5$  D.  $5:6$

**解析:**本题考查多个氧化还原反应的先后顺序。加入铁粉可能发生以下反应: $\text{① Fe} + 2\text{Fe}^{3+} = 3\text{Fe}^{2+}$ , $\text{② Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ 。因氧化性  $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+}$ ,所以反应顺序是反应①先发生,反应②后发生,由反应  $\text{Fe}^{3+}$  有剩余可知,加入铁粉只发生了反应①,设加入铁粉的物质的量为  $x \text{ mol}$ ,原混合物中  $n(\text{Fe}^{3+}) : n(\text{Cu}^{2+}) : n(\text{Fe}^{2+})$  分别为  $4 \text{ mol}$ 、 $2 \text{ mol}$ 、 $1 \text{ mol}$ ,则反应后分别为  $(4 - 2x) \text{ mol}$ 、 $2 \text{ mol}$ 、 $(1 + 3x) \text{ mol}$ ; $(4 - 2x) : 2 : (1 + 3x) = 1 : 3 : 9$  得  $x = 5/3$ ,所以  $n(\text{Fe}) : n(\text{Cu}^{2+}) = 5 : 6$ ,正确答案为 D。

**【例 3】** 将铁粉、铜粉和  $\text{FeCl}_2$ 、 $\text{FeCl}_3$ 、 $\text{CuCl}_2$  的混合溶液放在一容器里,按下列情况分析判断哪些金属离子或其单质能同时存在,哪些不能同时存在。

- (1) 反应后有铁粉剩余,则容器中可能有\_\_\_\_\_。
- (2) 反应后有  $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{Cu}$ ,则容器中不可能有\_\_\_\_\_。

**解析:**氧化性: $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+}$ ;还原性: $\text{Fe} > \text{Cu}$  根据“强强优先”原则:

(1) 反应后,铁粉有剩余,反应顺序为: $\text{① } 2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$ ; $\text{② } \text{Cu}^{2+} + \text{Fe} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ 。铁粉未用完, $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$  全部被还原,因此可确定容器中可能有  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Cu}$ 、 $\text{Fe}$ 。

(2) 铁粉不足时,可能的反应顺序为: $\text{① } 2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$ ; $\text{② } \text{Cu} + 2\text{Fe}^{3+} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ 。有铜剩余,说明  $\text{Fe}^{3+}$  已全部反应完,有  $\text{Cu}^{2+}$  则无  $\text{Fe}$ ,因此可确定容器中不可能有  $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{Fe}$ 。

**【例 4】** 将铁粉投入到盛有  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  的溶液中反应完毕时,若烧杯底部有铁粉剩余,溶液中一定不含的金属离子是\_\_\_\_\_,若烧杯中无铁粉剩余,则溶液中一定含有的金属离子是\_\_\_\_\_,若溶液中不含  $\text{Cu}^{2+}$  时,则一定不含有的金属离子是\_\_\_\_\_。

**解析:**因为  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  三种离子的氧化性顺序为: $\text{Ag}^+ > \text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+}$ ,当加入铁粉时,反应顺序为: $\text{① } 2\text{Ag}^+ + \text{Fe} = 2\text{Ag} + \text{Fe}^{2+}$ ; $\text{② } 2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$ ; $\text{③ } \text{Cu}^{2+} + \text{Fe} = \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}$ 。当铁粉有剩余时  $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$  将全部反应;若铁粉不剩余时,溶液中一定含有的离子只有  $\text{Fe}^{2+}$ ;溶液中不含  $\text{Cu}^{2+}$  时,因为  $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  的氧化性比  $\text{Cu}^{2+}$  强,所以一定不再有  $\text{Ag}^+$  和  $\text{Fe}^{3+}$ 。

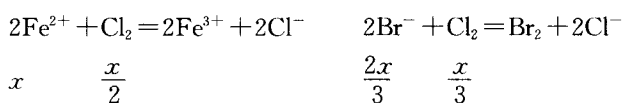
答案: $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ ; $\text{Fe}^{2+}$ ; $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 。

**【例 5】** 向  $400 \text{ mL}$  溴化亚铁溶液中缓慢通入  $1120 \text{ mL Cl}_2$  (标况),溶液中有  $1/3 \text{ Br}^-$  被氧化。求原溴化亚铁溶液的物质的量浓度。

**解析:**根据反应  $\text{Br}_2 + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}^-$  可判断离子的还原性  $\text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$ 。根据题意, $\text{Br}^-$  部分被氧化时,则  $\text{Fe}^{2+}$  全部被氧化,因为通入的氧化剂  $\text{Cl}_2$  先和  $\text{Fe}^{2+}$  发生反应,只有将  $\text{Fe}^{2+}$  氧化完,才能氧化  $\text{Br}^-$ 。

**解:**设原溶液中含  $\text{FeBr}_2$  的物质的量为  $x$ ,则

$$n(\text{Fe}^{2+}) = x, n(\text{Br}^-) = 2x, \text{被氧化的 } \text{Br}^- \text{ 为 } \frac{2x}{3}$$



$$\text{氯气的物质的量为: } \frac{x}{2} + \frac{x}{3} = \frac{1120 \times 10^{-3}}{22.4} \text{ mol}$$

$$\text{解得 } x = 0.06 \text{ mol}$$

$$\text{所以 } c(\text{FeBr}_2) = \frac{0.06 \text{ mol}}{0.4 \text{ L}} = 0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

(责任编辑 罗 艳)