金属及其化合物常考题型及解题策略

◇ 山东 刘国峰

金属及其化合物是历年高考的重点题型，一般常考查金属及其化合物的性质及用途判断、物质间的分离、相互转化、离子反应及方程式等问题.现将高考常考题型及解题策略总结如下，供备考同学参考使用.

1 与金属及其化合物有关的离子反应问题

例 1 （2016 年江苏卷）下列指定反应的离子方程式正确的是（　　）.

A 将铜丝插入稀硝酸中：$Cu+4H^{+}+2NO_{3}^{-}=Cu^{2+}+2NO_{2}\uparrow+H_{2}O$；

B 向 $Fe_{2}(SO_{4})_{3}$ 溶液中加入过量铁粉：$Fe^{3+}+Fe=2Fe^{2+}$；

C 向 $Al_{2}(SO_{4})_{3}$ 溶液中加入过量氨水：$Al^{3+}+3NH_{3}\cdot H_{2}O=Al(OH)_{3}\downarrow+3NH_{4}^{+}$；

D 向 $Na_{2}SiO_{3}$ 溶液中滴加稀盐酸：$Na_{2}SiO_{3}+2H^{+}=H_{2}SiO_{3}\downarrow+2Na^{+}$

解析 选项 A，反应原理错，正确的离子方程式应为 $3Cu+8H^{+}+2NO_{3}^{-}=3Cu^{2+}+2NO\uparrow+4H_{2}O$；选项 B，电荷不守恒，正确的离子方程式应为：$2Fe^{3+}+Fe=3Fe^{2+}$；选项 D，硅酸钠为可溶性盐，不能用化学式表示，正确的离子反应方程式应为：$SiO_{3}^{2-}+2H^{+}=H_{2}SiO_{3}\downarrow$.答案为 C.

解题策略 解决有关离子反应、离子方程式的正误判断问题，首先要明确反应原理，再看电荷是否守恒，最后配平离子方程式；根据金属及其化合物的物理、化学性质，确定物质是以离子形式还是沉淀物形式书写.掌握好这些是解决有关离子反应及其方程式的关键.

2 与金属及其化合物有关的混合物分离问题

例 2 （2016 年上海卷）下列各组混合物，使用氢氧化钠溶液和盐酸 2 种试剂不能分离的是（　　）.

A 氧化镁中混有氧化铝；

B 氯化铝溶液中混有氯化铁；

C 氧化铁中混有二氧化硅；

D 氯化亚铁溶液中混有氯化铜

解析 选项 A，MgO 是碱性氧化物，与 NaOH 不能反应，$Al_{2}O_{3}$ 是两性氧化物，可以与 NaOH 发生反应生成 $NaAlO_{2}$，过滤后洗涤，就得到纯净的 MgO，可用氢氧化钠溶液和盐酸 2 种试剂分离；选项 B，向溶液中加入过量的 NaOH 溶液，氯化铁转化为 $Fe(OH)_{3}$ 沉淀，氯化铝变为 $NaAlO_{2}$，过滤，然后向溶液中加入适量的盐酸，当沉淀达到最大值时，过滤，得到 $Al(OH)_{3}$，再加入适量的盐酸溶解，就得到氯化铝溶液，除去了杂质，可用氢氧化钠溶液和盐酸 2 种试剂分离；选项 C，二氧化硅是酸性氧化物，可以与 NaOH 发生反应，而氧化铁与 NaOH 不能发生反应.加入过量的 NaOH，然后过滤洗涤，就得到纯净的氧化铁，可用氢氧化钠溶液和盐酸 2 种试剂分离；选项 D，二者都可以与 NaOH 发生反应，再向得到的沉淀中加入盐酸时，二者都溶解，不能分离、提纯二者，不可用氢氧化钠溶液和盐酸 2 种试剂分离.答案为 D.

解题策略 解决用不同试剂分离混合物的问题，首先要看混合物中的物质是酸性、碱性还是两性化合物，使其中一种能与试剂反应生成沉淀物达到分离提纯的目的，若 2 种混合物都能与试剂反应且都溶解则无法分离，这是处理混合物分离及提纯的基本原则.

3 与金属及其化合物有关的制备工艺流程问题

例 3 （2016 年海南卷）$NaClO_{2}$ 是一种杀菌消毒剂，也常用来漂白织物等，其一种生产工艺如图 1.

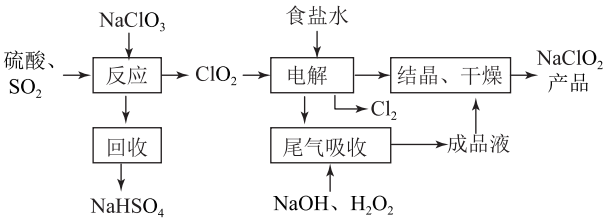

图 1

(1)写出“反应”步骤中生成 ClO_{2} 的化学方程式_____.

(2)“电解”所用食盐水由粗盐水精制而成，精制时，为除去 Mg^{2+} 和 Ca^{2+}，要加入的试剂分别为_____.“电解”中阴极反应的主要产物是_____.

(3)“尾气吸收”是吸收“电解”过程排出的少量 ClO_{2}，此吸收反应中，氧化剂与还原剂的物质的量之比为_____，该反应中氧化产物是_____.

(4)“有效氯含量”可用来衡量含氯消毒剂的消毒能力，其定义是：每克含氯消毒剂的氧化能力相当于多少克 Cl_{2} 的氧化能力.$NaClO_{2}$ 的有效氯含量为__.

解析 (1) 由流程图可知反应物为 $H_{2}SO_{4}$、SO_{2} 和 $NaClO_{3}$，产物为 ClO_{2} 和 $NaHSO_{4}$，根据氧化还原化合价升降守恒进行配平，可得方程式为：$2NaClO_{3}+SO_{2}+H_{2}SO_{4}=2ClO_{2}+2NaHSO_{4}$.

(2) 粗盐提纯过程，主要考虑除去杂质离子且不引入新的杂质，故加入 NaOH 除去 Mg^{2+}、加入

万方数据

Na_2CO_3 除去 Ca^{2+}；电解食盐水并加入 ClO_2，产物中有 $NaClO_2$ 生成，由于阴极发生还原反应，所以应该是 ClO_2 在阴极被还原生成 $NaClO_2$.

(3) 根据尾气吸收过程中加入的反应物和生成物，写出氧化还原反应方程式并配平，可得 $2ClO_2+2NaOH+H_2O_2=2NaClO_2+O_2+2H_2O$.其中氧化剂为 ClO_2，还原剂为 H_2O_2，氧化剂与还原剂的比值为 2∶1，该反应的氧化产物为 O_2.

(4) "有效氯含量"的定义是每克含氯消毒剂的氧化能力相当于多少克 Cl_2 的氧化能力，其实就是求相同质量的 $NaClO_2$ 和 Cl_2 在被还原为 Cl^- 时，转移的电子数之比.1 mol $NaClO_2$ 被还原为 Cl^- 时转移 4 mol 电子，1 mol Cl_2 被还原为 Cl^- 时转移 2 mol 电子，也就是说每摩尔 $NaClO_2$ 相当于 2 mol Cl_2.即 90.5 g $NaClO_2$ 相当于 142 g Cl_2，即"有效氯含量"为 142/90.5=1.57(保留 2 位小数).

解题策略 解决与化合物有关的工艺流程问题：一是有关混合物的提纯，主要考虑哪种离子能与混合物中某物质发生化学反应生成沉淀进而提纯；二是尾气处理，根据尾气的酸碱性或者其他性质通过氧化还原反应解决；对自定义问题可将化学信息(含实际事物、实验现象、数据和各种信息、提示、暗示)按题设情境抽象归纳，逻辑地统摄成规律，并能运用此规律，进行推理即可.

4 与金属及其化合物有关的实验问题

例 4 (2016 年江苏卷)实验室以一种工业废渣(主要成分为 $MgCO_3$、Mg_2SiO_4 和少量 Fe、Al 的氧化物)为原料制备 $MgCO_3\cdot3H_2O$.实验过程如图 2 所示.

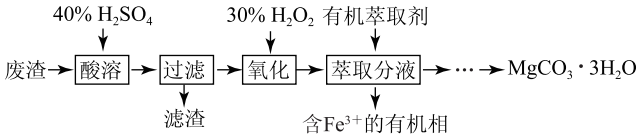

图 2

(1) 酸溶过程中主要反应的热化学方程式为：

$MgCO_3(S)+2H^+(aq)=Mg^{2+}(aq)+CO_2(g)+H_2O(l)$ $\Delta H=-50.4\ kJ\cdot mol^{-1}$；

$Mg_2SiO_4(s)+4H^+(aq)=2Mg^{2+}(aq)+H_2SiO_3(s)+H_2O(l)$ $\Delta H=-225.4\ kJ\cdot mol^{-1}$.

酸溶需加热的目的是_____；所加 H_2SO_4 不宜过量太多的原因是_____.

(2) 加入 H_2O_2 氧化时发生发应的离子方程式为_____.

(3) 用图 3 所示的实验装置进行萃取和分液，以除去溶液中的 Fe^{3+}.

ⅰ) 实验装置图中仪器 A 的名称为_____.

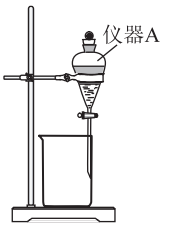

图 3

ⅱ) 为使 Fe^{3+} 尽可能多地从水相转移至有机相，采取的操作：向装有水溶液的仪器 A 中加入一定量的有机萃取剂，____、静置、分液，并重复多次.

(4)请补充完整由萃取后得到的水溶液制备 $MgCO_3\cdot3H_2O$ 的实验方案：边搅拌边向溶液中滴加氨水，_____，过滤、用水洗涤固体 2 或 3 次，在 50℃下干燥，得到 $MgCO_3\cdot3H_2O$.(已知：该溶液中 pH=8.5 时 $Mg(OH)_2$ 开始沉淀；pH=5.0 时 $Al(OH)_3$ 沉淀完全.)

分析 (1) 酸溶过程中需要加热的目的是加快酸溶的速率；在后续的流程中要加碱将 Mg^{2+} 转化为 $Mg(OH)_2$，因此所加 H_2SO_4 不宜过量太多，为避免耗用过多的碱.在解题时对流程中省略的流程要作出合理的推测，在本题的第(4)问"边搅拌边向溶液中滴加氨水"可进一步验证这样的推测.在解题时，如果没有头绪可以先放一放，在题目的后半部分说不定有新的信息提示，根据新的信息寻找解题的切入点.

(2) 加入 H_2O_2 将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+}：$H_2O_2+2Fe^{2+}+2H^+=2Fe^{3+}+2H_2O$.

(3) ⅰ)仪器 A 是分液漏斗；ⅱ)加入萃取剂后要充分振荡，并放气，使得混合液尽快静止并分层.

(4) 萃取后得到的水溶液中有 Mg^{2+} 和 Al^{3+}，已知该溶液中 pH=8.5 时 $Mg(OH)_2$ 开始沉淀，pH=5.0 时 $Al(OH)_3$ 沉淀完全，所以控制 pH 大于或等于 5.0 小于 8.5，让 Al^{3+} 完全沉淀而 Mg^{2+} 仍在溶液中，接下来再加入 Na_2CO_3 溶液用来沉淀 Mg^{2+}.为了保证 Mg^{2+} 沉淀完全，可以在静置后的上层清液中继续滴加 Na_2CO_3 溶液，若产生浑浊，说明沉淀不完全，须继续加入一定量的 Na_2CO_3 溶液，再静置，再检测，直至滴加 Na_2CO_3 溶液时上层清液不变浑浊为止.

解题策略 在解决金属及其化合物有关的实验问题时，往往需要补充一些省略的流程，对省略的流程不能盲目地主观臆断，而是要找准合理的推测依据，假如找不到合理的依据就要通览全题，从后往前推找到信息切入点.本题中还有一个问题就是在提取沉淀物 $Mg(OH)_2$、$Al(OH)_3$ 时，要注意 pH 的范围控制，使其一种为溶液，一种为沉淀，通过重复几次达到提纯目的.

总之，以上几种题型及题干中提到的其他题型都是金属及其化合物高考的重点题型，只要掌握这几方面，在高考中就会得心应手.

(作者单位：山东省平度市山东省华侨中学)

万方数据