

新情境下氧化还原反应方程式的书写

湖南省永州市第一中学 425000 胡小峰

该类试题的特点是:信息新颖,新旧相承,知识引路,能力培养,能很好地考查学生接受、提取、处理新信息的能力以及分析问题和解决问题的能力。本文就这类试题的解题步骤及试题信息呈现的形式归纳如下:

一、信息型氧化还原反应的书写步骤

第一步:根据所学知识和题目所给信息(包括图像、工艺流程图等)找出氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物。

第二步:观察方程式两边离子所带电荷数是否相等,若不等,根据反应是在何种环境(酸性、碱性)中进行的,在方程式两边加 H^+ 或 OH^- 。若在酸性环境中:由电荷守恒在方程式一边加 H^+ ;若在碱性环境中:由电荷守恒一边加 OH^- ,由原子守恒另一边加 H_2O 。

第三步:根据三大守恒(电子守恒、电荷守

恒、原子个数守恒)配平该氧化还原反应。

二、高考试题中信息呈现的形式

1. 文字叙述型

例 1 (2014 年高考全国新课标卷 I 题 27,节选)次磷酸(H_3PO_2)是一种精细化工产品,具有较强还原性,回答下列问题:

(3) (H_3PO_2)的工业制法是:将白磷(P_4)与氢氧化钡溶液反应生成 PH_3 气体和 $Ba(H_2PO_2)_2$,后者再与硫酸反应,写出白磷与氢氧化钡溶液反应的化学方程式_____。

解析 白磷(P_4)为单质,反应后生成含磷的物质有 PH_3 气体(磷为 -3 价)和 $Ba(H_2PO_2)_2$ (磷为 +1 价),其他元素的化合价没有变化,由电子守恒可得化学方程式为 $2P_4 + 3Ba(OH)_2 + 6H_2O = 3Ba(H_2PO_2)_2 + 2PH_3 \uparrow$ 。

变式训练 (2014 年高考江苏卷题 19,节

► 例 13 写出 $NaHCO_3$ 溶液的电荷守恒、物料守恒、质子守恒关系式。

解析 列出溶液中存在的电离反应方程式与水解反应方程式后整理可得:

物料守恒: $c(Na^+) = c(HCO_3^-) + c(CO_3^{2-}) + c(H_2CO_3)$

电荷守恒: $c(Na^+) + c(H^+) = c(HCO_3^-) + 2c(CO_3^{2-}) + c(OH^-)$

质子守恒: $c(OH^-) = c(H_2CO_3) + c(H^+) - c(CO_3^{2-})$

例 14 写出等浓度的 CH_3COOH 与 CH_3COONa 的混合溶液的电荷守恒、物料守恒、质子守恒关系式。

解析 列出溶液中存在的电离反应方程式与水解反应方程式后整理可得电荷守恒和物料守恒关系,通过物料守恒和电荷守恒相抵消 $c(Na^+)$ 后可得质子守恒关系:

物料守恒: $2c(Na^+) = c(CH_3COOH) +$

$c(CH_3COO^-)$

电荷守恒: $c(Na^+) + c(H^+) = c(CH_3COO^-) + c(OH^-)$

质子守恒: $2c(H^+) + c(CH_3COOH) = 2c(OH^-) + c(CH_3COO^-)$

例 15 写出等浓度的 Na_2CO_3 溶液与 $NaHCO_3$ 溶液混合溶液的电荷守恒、物料守恒、质子守恒关系式。

解析 列出溶液中存在的电离反应方程式与水解反应方程式后整理可得电荷守恒和物料守恒关系,通过物料守恒和电荷守恒相抵消 $c(Na^+)$ 后可得质子守恒关系:

物料守恒: $2c(Na^+) = 3[c(CO_3^{2-}) + c(HCO_3^-) + c(H_2CO_3)]$

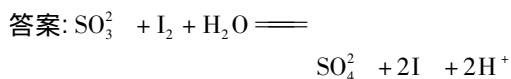
电荷守恒: $c(Na^+) + c(H^+) = c(HCO_3^-) + 2c(CO_3^{2-}) + c(OH^-)$

质子守恒: $2c(OH^-) + c(CO_3^{2-}) = 2c(H^+) + c(HCO_3^-) + 3c(H_2CO_3)$

(收稿日期:2017-05-27)

选) 实验室从含碘废液(除 H₂O 外,含有 CCl₄、I₂、I⁻ 等)中回收碘,其实验过程如下:

(1) 向含碘废液中加入稍过量的 Na₂SO₃ 溶液,将废液中的 I₂ 还原为 I⁻,其反应的离子方程式为_____。



2. 图像给予型

例2 (2011年安徽高考卷题28,节选) 如图1表示足量 Fe 粉还原上述 KNO₃ 溶液过程中,测出的溶液中相关离子浓度、pH 随时间的变化关系(部分副反应产物曲线略去)。

请根据图中信息写出 t₁ 时刻前该反应的离子方程式。

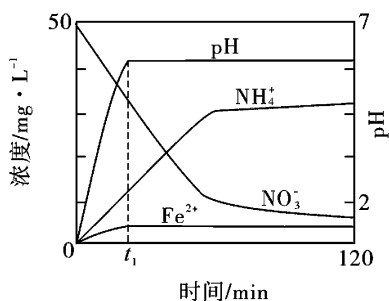


图1

解析 由图像可知离子浓度减小的有 NO₃⁻, pH 增大, H⁺ 浓度减小; 离子浓度增大的有 Fe²⁺ 和 NH₄⁺, 即反应物为 Fe 和 H⁺、NO₃⁻, 生成物为 Fe²⁺ 和 NH₄⁺, 故配平的化学方程式为 $4\text{Fe} + \text{NO}_3^- + 10\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{2+} + \text{NH}_4^+ + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

3. 电化学知识型

例3 (2014年北京高考题,节选) 电解 NO 制备 NH₄NO₃, 其工作原理如图2所示,为使电解产物全部转化为 NH₄NO₃, 需补充物质 A, A 是_____ 阴极反应式为_____ 阳极反应式为_____。

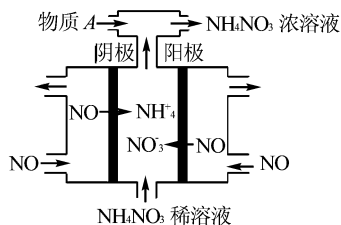
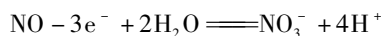
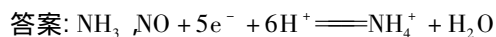


图2

解析 电解 NO 制备 NH₄NO₃, 由装置图可知阳极发生氧化反应, NO 被氧化生成 NO₃⁻, 阴极发生还原反应, NO 被还原生成 NH₄⁺, 阳极反应式为 $\text{NO} - 3\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+$, 阴极反应式为: $\text{NO} + 5\text{e}^- + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$ 。从两极反应可看出, 要使得失电子守恒, 阳极产生的 NO₃⁻ 的物质的量大于阴极产生的 NH₄⁺ 的物质的量, 总反应方程式为: $8\text{NO} + 7\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 3\text{NH}_4\text{NO}_3 + 2\text{HNO}_3$, 因此若要使电解产物全部转化为 NH₄NO₃, 需补充 NH₃。



变式训练 (2013年新课标全国卷I,节选)

二甲醚燃料电池具有启动快、效率高等优点,若电解质为酸性,二甲醚燃料电池的负极反应为_____。

答案:

电极反应为:



4. 工艺流程图型

例4 (2015年高考山东卷,节选) 利用 LiOH 和钴氧化物可制备锂离子电池正极材料; LiOH 可由电解法制备,钴氧化物可通过处理钴渣获得。

(2) 利用钴渣[含 Co(OH)₃、Fe(OH)₃ 等]制备钴氧化物的工艺流程如图3:

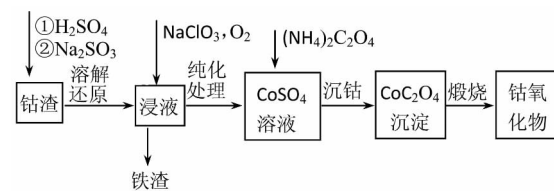


图3

Co(OH)₃ 溶解还原反应的离子方程式为_____。

解析 由流程图可知在酸性条件下, Co(OH)₃ 首先与 H⁺ 反应生成 Co³⁺, Co³⁺ 具有氧化性,把 SO₃²⁻ 氧化为 SO₄²⁻, 配平可得离子方程式: $2\text{Co}(\text{OH})_3 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-} \rightleftharpoons 2\text{Co}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 5\text{H}_2\text{O}$ 。

(收稿日期:2017-06-18)