

活用守恒方法 正确解决问题

内蒙古奈曼旗第一中学 028300 卫子波

守恒法是解答化学试题的重要方法,掌握了守恒法就等于掌握了解题的金钥匙。守恒法在解答化学反应原理试题中有重要的应用,下面具体举例分析。

1. 电子守恒的应用

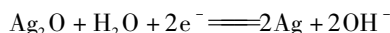
例1 银锌碱性蓄电池放电时的反应原理是:



现用该电池电解含有 0.04 mol CuSO_4 和 0.04 mol NaCl 的混合溶液 400 mL,工作一段时间后测得该电池消耗了 0.72 g H_2O (电解池的电极均为惰性电极)。下列叙述不正确的是()。

A. 该电池充电时电池上标注“+”的电极应与外接电源的正极相连

B. 该电池的负极反应为:



C. 阴极析出的铜为 2.56 g

D. 阳极产生的气体在标准状况下的体积为 0.672 L

解析 因为放电时电池的正极发生还原反应,所以该电极在充电时发生氧化反应(阳极)。应与外接电源的正极相连,A项正确。该电池放电时,负极反应是 Zn 发生的氧化反应,B项错误。当电池消耗 0.04 mol H_2O 时,转移 0.08 mol 电子。根据电子守恒可知,阴极析出 0.04 mol Cu,即 2.56 g 铜,C项正确。阳极上有 0.04 mol Cl^- 被氧化,生成 0.02 mol Cl_2 ,转移 0.04 mol 电子。 Cl^- 反应完全后 H_2O 放电:



根据电子守恒可知, H_2O 放电转移 0.04 mol 电子,生成的 O_2 为 0.01 mol。此时阳极共生成 0.03 mol 气体,在标准状况下的体积为 0.672 L,D项正确。答案: B

例2 羟胺(NH_2OH)是一种还原剂,能将某些氧化剂还原。现用 25.00 mL 0.049 mol/L 的羟胺的酸性溶液与足量的硫酸铁溶液在煮沸条件下

反应,生成的 Fe^{2+} 恰好与 24.5 mL 0.02 mol/L 的高锰酸钾酸性溶液完全反应。(已知 $\text{FeSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ (未配平))则在上述反应中,羟胺的氧化产物是()。

A. N_2 B. NO C. NO_2 D. N_2O

解析 设 NH_2OH 氧化后氮元素的化合价为 +n,由 $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4$,锰元素从 +7 价降为 +2 价, NH_2OH 中氮元素显 -1 价,根据得失电子守恒有: $25.00 \times 10^{-3} \text{L} \times 0.049 \text{ mol/L} \times [n - (-1)] = 24.5 \times 10^{-3} \text{L} \times 0.02 \text{ mol/L} \times 5$

解得 $n = 1$ 即 NH_2OH 的氧化产物为 N_2O 。

答案: D

例3 足量铜与一定量浓 HNO_3 反应,得到硝酸铜溶液和 NO_2 、 N_2O_4 、 NO 的混合气体,这些气体与 1.68 L O_2 (标准状况)混合后通入水中,所有气体完全被水吸收生成硝酸。若向所得硝酸铜溶液中加入 5 mol/L NaOH 溶液至 Cu^{2+} 恰好完全沉淀,则消耗 NaOH 溶液的体积是()。

A. 60 mL B. 45 mL C. 30 mL D. 15 mL

解析 本题主要考查铜与 HNO_3 、 NO_x 与 O_2 在水中的氧化还原反应的基本内容。由题意知: Cu 与浓 HNO_3 的反应中,Cu 失电子的物质的量与这些氮的氧化物在与 O_2 作用又生成硝酸时,失电子的物质的量即与 O_2 得电子的物质的量相等。

所以 $n(\text{Cu}) \times 2 = \frac{1.68 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 4$,即 $n(\text{Cu}) =$

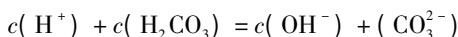
0.15 mol,由 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$ 知, $n(\text{NaOH}) = 0.3 \text{ mol}$,所以,消耗 5 mol/L NaOH 溶液的体积为 60 mL。答案: A

2. 电荷守恒和物料守恒的应用

例4 下列溶液中粒子物质的量浓度关系表述不正确的是()。

A. 在 0.1 mol · L⁻¹ 的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液中: $c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$

B. 在 0.1 mol · L⁻¹ 的 NaHCO_3 溶液中:



C. 在 100 mL NH_4Cl 溶液中: $c(\text{Cl}^-) = c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$

D. 将一定量的氨水和盐酸混合,若混合溶液呈酸性,则 $c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+)$

解析 A 项,水解是微弱的,溶液中粒子的物质的量浓度关系应为 $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$,A 项错误;B 项,根据电荷守恒可得: $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{OH}^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-})$ ①,根据物料守恒可得: $c(\text{Na}^+) = c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{CO}_3^{2-})$ ②,将① - ②可得: $c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) = c(\text{OH}^-) + c(\text{CO}_3^{2-})$,B 项正确;根据物料守恒可知 C 项正确;D 项,根据电荷守恒可得: $c(\text{OH}^-) + c(\text{Cl}^-) = c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+)$,由于溶液呈酸性,即 $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$,所以 $c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+)$,D 项正确。答案: A

例 5 11.87 g 金属锡跟 100 mL 12 mol/L HNO_3 共热一段时间,完全反应后测定溶液中 $c(\text{H}^+) = 8 \text{ mol/L}$,溶液体积仍为 100 mL,放出的气体在标准状况下为 8.96 L,由此推断氧化产物可能是()。

- A. $\text{Sn}(\text{NO}_3)_2$ B. $\text{SnO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
C. $\text{Sn}(\text{NO}_3)_4$ D. $\text{Sn}(\text{NO}_3)_2$ 和 $\text{Sn}(\text{NO}_3)_4$

解析 由题意 $n(\text{Sn}) = 0.1 \text{ mol}$,加入的 HNO_3 其物质的量为 1.2 mol,剩余的 HNO_3 物质的量 $n(\text{HNO}_3) = n(\text{H}^+) = 0.8 \text{ mol}$,生成 NO 、 NO_2 的总的物质的量为: $\frac{8.96 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.4 \text{ mol}$ 。

由氮元素守恒,参加反应的 HNO_3 ,全部生成气体 Sn 不与 NO_3^- 结合,即只有 B 项符合要求。

答案: B

3. 能量守恒的应用

例 6 在微生物作用的条件下, NH_4^+ 经过两步反应可被氧化成 NO_3^- ,两步反应过程中的能量变化示意图如图 1 和图 2 所示。第一步反应是____(填“放热”或“吸热”)反应,判断依据是____。1 mol $\text{NH}_4^+(\text{aq})$ 全部被氧化成 $\text{NO}_3^-(\text{aq})$ 的热化学方程式是____。

解析 从第一步反应过程中的能量变化示意图看,反应物的总能量比生成物的总能量高,根据能量守恒可知,该反应是放出热量。根据两步反

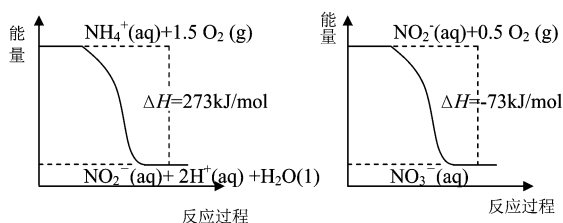
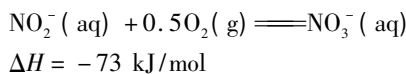
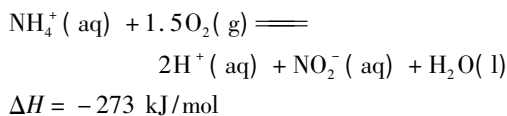
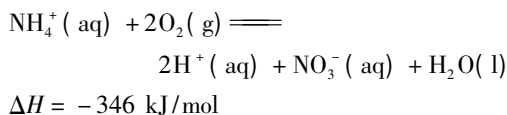


图 1 图 2

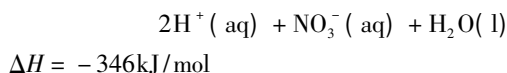
应过程中的能量变化示意图可以写出两个热化学方程式:



将以上两个热化学方程式相加得:



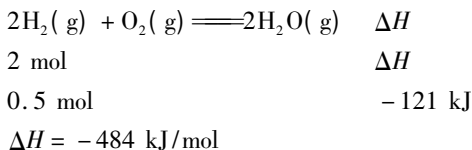
答案: 放热 反应物的总能量高于生成物的总能量 $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons$



例 7 已知 1 g 氢气完全燃烧生成水蒸气时放出热量 121 kJ,且氧气中 1 mol $\text{O}=\text{O}$ 键完全断裂时吸收热量 496 kJ,水蒸气中 1 mol $\text{H}-\text{O}$ 键形成时放出热量 463 kJ,则氢气中 1 mol $\text{H}-\text{H}$ 键断裂时吸收热量为()。

- A. 920 kJ B. 557 kJ C. 436 kJ D. 188 kJ

解析 ①由题意知:



②设 1 mol $\text{H}-\text{H}$ 断裂吸收的热量为 Q ,则 $2Q + 496 \text{ kJ} - 4 \times 463 \text{ kJ} = \Delta H$
故 $Q = 436 \text{ kJ}$ 。答案: C

4. 质量守恒的应用

例 8 在一定条件下,把 1 mol N_2 、1 mol H_2 通入一个容积不变的密闭容器中,发生如下反应: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ 。当此反应达到平衡状态时,容器内气体的压强为 p 。若保持温

深挖隐含条件 走出解题误区

山东省肥城市第一高级中学 271600 贾同全

化学题的解答离不开对已知条件的分析与应用。但是不少化学题目的已知条件(或部分已知条件)隐蔽在题目的叙述中,稍不注意就被忽视,使得解题陷入困境甚至误入歧途,因此必须对此加以重视。下面通过典型例题介绍几种挖掘隐含条件的方法。

一、从关键用语中挖掘隐含条件

认真审题,领会关键词语,挖掘隐含条件,常常是解题成功的关键所在。

例 1 已知某不饱和烃 A 中含碳 85.7%, 1 mol 该有机物充分燃烧后生成的 CO₂ 恰好和 4 mol/L 的 NaOH 溶液 1.5 L 反应完全。写出 A 可能的分子式。

解析 C、H 个数比为 $\frac{85.7\%}{12} : \frac{14.3}{1} = 1:2$ 。

CO₂ 和 NaOH 反应有三种情况:

- (1) 若刚好生成 NaHCO₃, A 为 C₆H₁₂;
- (2) 若刚好生成 Na₂CO₃, A 为 C₃H₆;
- (3) 若生成的是 Na₂CO₃ 和 NaHCO₃ 的混合物 A 为 C₄H₈ 或 C₅H₁₀。

► 度不变,在与上述完全相同容器中通入 $\frac{1}{3}$ mol NH₃、___ mol H₂、___ mol N₂, 则当反应达到平衡状态时也能使容器内气体的压强为 p。

解析 此题可以利用质量守恒求解。原体系中总共含 2 mol 氮原子、2 mol 氢原子,已知充入 $\frac{1}{3}$ mol NH₃, N 只有 $\frac{1}{3}$ mol, H 只有 1 mol, 所以需通入 $\frac{5}{6}$ mol N₂ 和 $\frac{1}{2}$ mol H₂。

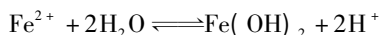
答案: $\frac{1}{2}$ $\frac{5}{6}$

例 9 有一混合物由下列物质组成: Fe、Fe₂O₃、FeO、Fe₃O₄、Fe(OH)₂、Fe(OH)₃ 共 m g, 加入 1 mol/L 100 mL 盐酸溶液, 固体恰好溶解, 向溶

二、从明显条件的背后挖掘隐含条件

答题者要找出隐含在明显条件背后的条件, 并正确转化为明显条件, 问题便会迎刃而解。

例 2 浅绿色的 Fe(NO₃)₂ 溶液中存在着如下平衡:



若在此溶液中加入盐酸, 则溶液的颜色是()。

- A. 变黄
- B. 变得更浅
- C. 不变
- D. 绿色变深

解析 题中的水解方程式是明显条件, 仔细观察, 还有一个非常重要的隐含条件, 即 Fe²⁺、NO₃⁻、H⁺ 三者发生氧化还原反应, 生成 Fe³⁺ 而显黄色, 故为 A。若挖掘不出这个隐含条件, 定会坠入命题者布下的“陷阱”, 误选 D。

答案: A。

例 3 向某一饱和硫酸铜溶液中加入含¹⁸O 的带标记的无水硫酸铜粉末 a g, 则如果保持温度不变, 其结果是()。

- A. 无水硫酸铜不再溶解, a g 粉末不变
- B. 溶液中可找到带标记的 SO₄²⁻, 而且白色粉

解后溶液中加入 KSCN, 不显红色。若再取 m g 上述混合物, 在高温下通入足量的 CO 气体, 则最后得到固体多少克?

- A. 2.8 g
- B. 5.6 g
- C. 1.4 g
- D. 7 g

解析 本题应当抓住铁元素守恒。

首先, 溶解后的溶液中加入 KSCN 不显红色, 证明无 Fe³⁺, 溶液中溶质全是 FeCl₂。

$$n(\text{Cl}^-) = 1 \text{ mol/L} \times 0.1 \text{ L} = 0.1 \text{ mol}$$

$$n(\text{Fe}^{2+}) = \frac{0.1 \text{ mol}}{2} = 0.05 \text{ mol}$$

同质量该混合物高温下用 CO 还原可得:

$$m(\text{Fe}) = 0.05 \text{ mol} \times 56 \text{ g/mol} = 2.8 \text{ g}$$

答案: A。

(收稿日期: 2014-03-05)