

氧化还原反应计算题分类例析

河南省鲁山县第三高级中学

(467300)

师殿峰

一、通过计算求氧化产物或还原产物的化学式

例1 硫代硫酸钠可作为脱氯剂,已知 25.0 mL 0.100 mol · L⁻¹ Na₂S₂O₃ 溶液恰好把 224 mL (标准状况下) Cl₂ 完全转化为 Cl⁻ 离子,则 S₂O₃²⁻ 将转化成()。

A. S²⁻ B. S C. SO₃²⁻ D. SO₄²⁻

解析 设 S₂O₃²⁻ 离子的氧化产物中硫元素的化合价为 x 。因 $\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 - 2(x-2)\text{e}^- \rightarrow 2\text{S}$; 则根据得失电子守恒原则得, $\frac{0.224 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 = 0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 25.0 \times 10^{-3} \text{ L} \times 2(x-2)$, 解得 $x = +6$ 。故答案为 D。

例2 (2012 年高考海南化学卷) 将 0.195 g 锌粉加入到 20.0 mL 的 0.100 mol · L⁻¹ MO₂⁺ 溶液中, 恰好完全反应, 则还原产物可能是()。

A. M B. M²⁺ C. M³⁺ D. MO₂⁺

解析 设还原产物中 M 的化合价为 x 。因 Zn

$-2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}^{2+}$, $\text{MO}_2^+ + (5-x)\text{e}^- \rightarrow \text{M}$; 则根据得失电子守恒原则得, $\frac{0.195 \text{ g}}{65 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 = 0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 20.0 \times 10^{-3} \text{ L} \times (5-x)$, 解得 $x = +2$, 即还原产物可能为 M²⁺。故答案为 B。

二、计算氧化产物或还原产物中某元素的化合价

例3 24 mL 0.05 mol · L⁻¹ XO₃²⁻ 离子的溶液, 恰好与 20 mL 0.02 mol · L⁻¹ K₂Cr₂O₇ 溶液完全反应; 已知 K₂Cr₂O₇ 被还原得到 Cr³⁺ 离子, 则元素 X 在氧化产物中的化合价为()。

A. +2 B. +4 C. +6 D. +7

解析 设元素 X 在氧化产物中的化合价为 x 。因 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2 \times 3\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+}$, $\text{XO}_3^{2-} - (x-4)\text{e}^- \rightarrow \text{X}$; 则根据得失电子守恒原则得, $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 20 \times 10^{-3} \text{ L} \times 6 = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 24 \times 10^{-3} \text{ L} \times (x-4)$, 解得 $x = +6$ 。故答案为 C。

► 5. 熔融碳酸盐燃料电池(MCFS), 发明于 1889 年。现有一个碳酸盐燃料电池, 以一定比例 Li₂CO₃ 和 Na₂CO₃ 低熔混合物为电解质, 操作温度为 650℃, 在此温度下以镍为催化剂, 以煤气(CO、H₂) 的体积比为 1:1 直接作燃料, 其工作原理如图 10 所示。A 电极的电极反应方程式为 _____。

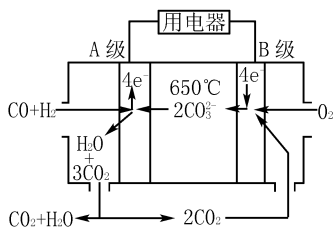


图 10

6. 由 MgO 可制成“镁—次氯酸盐”燃料电池, 其装置示意图如图 11, 则正极的电极反应式为 _____。

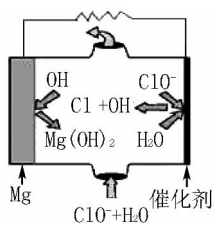


图 11

7. 某实验小组依据甲醇燃烧的反应原理, 设计如图 12 所示的电池装置。(1) 该电池正极的电极反应为 _____。(2) 以甲醇为燃料还可制作新型燃料电池, 电池的正极通入 O₂, 负极通入甲醇, 用熔融金属氧化物 MO 作电解质(可传导 O²⁻)。该电池负极发生的电极反应是 _____。

8. 据报道, 以硼氢化合物 NaBH₄ (B 元素的化合价为 +3 价) 和 H₂O₂ 作原料的燃料电池, 负极材

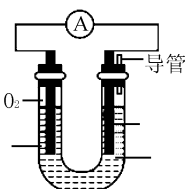


图 12

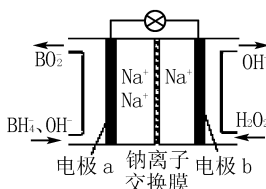


图 13

料采用 Pt/C, 正极材料采用 MnO₂, 可用作空军通信卫星电源, 其工作原理如图 13 所示。电池的负极反应为: _____。

参考答案:

1. $\text{CH}_4 - 8\text{e}^- + 10\text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + 7\text{H}_2\text{O}$

2. $2\text{CH}_3\text{OCH}_3 - 12\text{e}^- + 16\text{OH}^- = 2\text{CO}_3^{2-} + 11\text{H}_2\text{O}$

3. $\text{N}_2\text{H}_4 + 4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

4. $\text{H}_2 - 2\text{e}^- + \text{CO}_3^{2-} = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

5. $\text{CO} + \text{H}_2 - 4\text{e}^- + 2\text{CO}_3^{2-} = 3\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

6. $\text{Mg} + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{Cl}^- + \text{Mg}(\text{OH})_2$

7. (1) $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$

(2) $\text{CH}_3\text{OH} - 6\text{e}^- + 3\text{O}^{2-} = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

8. $\text{BH}_4^- + 8\text{OH}^- - 8\text{e}^- = \text{BO}_2^- + 6\text{H}_2\text{O}$

(收稿日期: 2014-02-12)

例4 已知: $R_2O_8^{2-}$ 离子在一定条件下可以把 Mn^{2+} 离子氧化为 MnO_4^- 离子,若反应中氧化剂与还原剂的物质的量之比为5:2,则元素R在还原产物中的化合价为().

A. +6 B. +4 C. +2 D. 0

解析 设元素R在还原产物中的化合价为x. 因 $R_2O_8^{2-} + 2(7-x)e^- \rightarrow 2R^{x+} + 5e^- \rightarrow MnO_4^-$; 则根据得失电子守恒原则得, $5 \times 2 \times (7-x) = 2 \times 5$, 解得 $x = +6$. 故答案为 A.

三、计算氧化产物或还原产物的量

例5 已知过量的氨气与氯气反应生成 NH_4Cl 固体和 N_2 ; 当有4.5 mol Cl_2 被还原时, 所得氧化产物在标准状况下的体积为().

A. 22.4 L B. 33.6 L C. 44.8 L D. 67.2 L

解析 设所得氧化产物在标准状况下的体积为V(N_2). 因 $Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$, $2NH_3 - 6e^- \rightarrow N_2$; 根据得失电子守恒原则得关系式“ $3Cl_2 \sim N_2$ ”, 则 3 mol : 22.4 L = 4.5 mol : V(N_2), 解得 V(N_2) = 33.6 L. 故答案为 B.

例6 用w g铁与含n mol H_2SO_4 的稀硫酸反应, 当二者恰好完全反应时, 则所得还原产物的量可能为().

A. $\frac{w}{56}$ mol B. $\frac{w}{28}$ mol C. 2n g D. n g

解析 设所得还原产物的物质的量为n(H_2), 质量为m(H_2). 由反应 $Fe + H_2SO_4(稀) = FeSO_4 + H_2 \uparrow$ 得, $56 g : 1 mol = w g : n(H_2)$ 或 $1 mol : 2 g = n mol : m(H_2)$, 解得 $n(H_2) = \frac{w}{56} mol$, $m(H_2) = 2n g$. 故答案为 A、C.

例7 0.03 mol铜完全溶于硝酸, 产生氮的氧化物(NO 、 NO_2 、 N_2O_4)混合气体共0.05 mol. 该混合物的平均相对分子质量可能是().

A. 30 B. 46 C. 50 D. 66

解析 假设混合气体为 NO 和 NO_2 . 设 NO 和 NO_2 的物质的量分别为x和y, 则 $x + y = 0.05 mol$ ①; 因0.03 mol Cu被氧化为 Cu^{2+} 失去0.06 mol电子, HNO_3 被还原为 NO 和 NO_2 分别得到电子的物质的量为3x和y, 则根据得失电子守恒原则得 $3x + y = 0.06 mol$ ②; 解方程组①、②得, $x = 0.005 mol$, $y = 0.045 mol$; 从而得混合气体的平均摩尔质量 $\bar{M} = \frac{0.005 mol \times 30 g \cdot mol^{-1} + 0.045 mol \times 46 g \cdot mol^{-1}}{0.05 mol} = 44.4 g \cdot mol^{-1}$.

假设混合气体为 NO_2 和 N_2O_4 . 设 NO_2 和 N_2O_4 的物质的量分别为x和y, 则 $x + y = 0.05 mol$ ③; 因0.03 mol Cu被氧化为 Cu^{2+} 失去0.06 mol电子, HNO_3 被还原为 NO_2 和 N_2O_4 分别得到电子的物质的量为x和2y, 则根据得失电子守恒原则得 $x + 2y = 0.06 mol$ ④; 解方程组③、④得, $x = 0.04 mol$, $y = 0.01 mol$. 从而得混合气体的平均摩尔质量 $\bar{M} = \frac{0.04 mol \times 46 g \cdot mol^{-1} + 0.01 mol \times 92 g \cdot mol^{-1}}{0.05 mol} = 55.2 g \cdot mol^{-1}$.

③; 因0.03 mol Cu被氧化为 Cu^{2+} 失去0.06 mol电子, HNO_3 被还原为 NO_2 和 N_2O_4 分别得到电子的物质的量为x和2y, 则根据得失电子守恒原则得 $x + 2y = 0.06 mol$ ④; 解方程组③、④得, $x = 0.04 mol$, $y = 0.01 mol$. 从而得混合气体的平均摩尔质量 $\bar{M} = \frac{0.04 mol \times 46 g \cdot mol^{-1} + 0.01 mol \times 92 g \cdot mol^{-1}}{0.05 mol} = 55.2 g \cdot mol^{-1}$.

因原混合气体为 NO 、 NO_2 和 N_2O_4 的混合气体, 则原混合气体的平均摩尔质量介于 $44.4 g \cdot mol^{-1}$ 与 $55.2 g \cdot mol^{-1}$ 之间, 即原混合气体的平均相对分子质量介于44.4与55.2之间. 故答案为 B、C.

四、计算氧化产物与还原产物的有关量之比

例8 在反应 $KClO_3 + 6HCl = KCl + 3Cl_2 \uparrow + 3H_2O$ 中, 所得氧化产物和还原产物的物质的量之比为().

A. 1 : 3 B. 1 : 5 C. 5 : 1 D. 1 : 1

解析 因 $HCl - e^- \rightarrow \frac{1}{2}Cl_2$, $KClO_3 + 5e^- \rightarrow Cl_2$. 则根据得失电子守恒原则可知, 所得氧化产物和还原产物的物质的量之比为 $\frac{5}{2} : \frac{1}{2} = 5 : 1$. 故答案为 C.

例9 硫酸铵在强热条件下分解, 生成氨、二氧化硫、氮气和水的. 反应中生成的氧化产物和还原产物的质量之比是().

A. 1 : 3 B. 7 : 48 C. 3 : 1 D. 48 : 7

解析 因 $(NH_4)_2SO_4 - 6e^- \rightarrow N_2$, $(NH_4)_2SO_4 + 2e^- \rightarrow SO_2$; 则根据得失电子守恒原则可知, 反应中生成氧化产物(N_2)和还原产物(SO_2)的物质的量之比为1:3, 即反应中生成的氧化产物和还原产物的质量之比为 $1 \times 28 : 3 \times 64 = 7 : 48$. 故答案为 B.

例10 在一定条件下硝酸铵受热分解的未配平化学方程式为: $NH_4NO_3 \rightarrow HNO_3 + N_2 + H_2O$, 则所得氧化产物与还原产物中氮原子数之比为().

A. 5 : 3 B. 5 : 4 C. 1 : 1 D. 3 : 5

解析 因 $NH_4^+ - 3e^- \rightarrow \frac{1}{2}N_2$, $NO_3^- + 5e^- \rightarrow \frac{1}{2}N_2$, 则根据得失电子守恒原则可知, 所得氧化产物与还原产物中氮原子数之比(即物质的量之比)为5:3. 故答案为 A.

五、计算参加反应的氧化剂或还原剂的量

例11 将1.92 g铜粉与一定量浓硝酸反应, 当铜粉完全作用时收集到气体1.12 L(标准状况). 则所消耗硝酸的物质的量是().

- A. 0.12 mol B. 0.11 mol
C. 0.09 mol D. 0.08 mol

解析 因随着反应的进行浓硝酸变为稀硝酸,则收集到的 1.12 L 气体(即 $\frac{1.12 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.05 \text{ mol}$)为 NO_2 与 NO 的混合气体;而 1.92 g (即 $\frac{1.92 \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.03 \text{ mol}$) Cu 生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 需硝酸的物质的量为 $0.03 \text{ mol} \times 2 = 0.06 \text{ mol}$;根据反应前后氮原子的物质的量守恒的原则可知,反应所消耗硝酸的物质的量为 $0.06 \text{ mol} + 0.05 \text{ mol} = 0.11 \text{ mol}$,故答案为 B.

例 12 用二氧化锰和足量的浓盐酸在加热条件下反应制取氯气,当生成 33.6 L (标准状况)氯气时,参加反应的 HCl 的物质的量为().

- A. 2 mol B. 3 mol C. 4 mol D. 6 mol

解析 设参加反应的 HCl 的物质的量为 $n(\text{HCl})$. 由反应 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 可得, $4 \text{ mol} : 22.4 \text{ L} = n(\text{HCl}) : 33.6 \text{ L}$,解得 $n(\text{HCl}) = 6 \text{ mol}$. 故答案为 D.

例 13 在 100 mL 含等物质的量的 HBr 和 H_2SO_3 的溶液里通入 0.01 mol Cl_2 ,有一半 Br^- 变为 Br_2 (已知 Br_2 能氧化 H_2SO_3). 则原溶液中 HBr 和 H_2SO_3 的浓度都等于().

- A. $0.0075 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $0.008 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
C. $0.075 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ D. $0.08 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

解析 设原溶液中 HBr 和 H_2SO_3 的浓度都为 c . 因 $\text{Br}^- - \text{e}^- \rightarrow \frac{1}{2}\text{Br}_2$, $\text{H}_2\text{SO}_3 - 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$, $\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$; 则根据得失电子守恒原则得, $0.01 \text{ mol} \times 2 = c \times 0.1 \text{ L} \times 2 + \frac{1}{2} \times c \times 0.1 \text{ L} \times 1$, 解得 $c = 0.08 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. 故答案为 D.

例 14 在标准状况下,往 100 mL $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 FeBr_2 溶液中通入一定体积的 Cl_2 ,充分反应后,溶液中有 50% 的 Br^- 被氧化. 则通入氯气的体积是().

- A. 0.224 L B. 0.336 L
C. 0.448 L D. 0.672 L

解析 设通入氯气的物质的量为 $n(\text{Cl}_2)$. 因 $\text{Fe}^{2+} - \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{3+}$, $\text{Br}^- - \text{e}^- \rightarrow \frac{1}{2}\text{Br}_2$, $\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$; 则根据得失电子守恒原则得, $n(\text{Cl}_2) \times 2 = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.1 \text{ L} \times 1 + 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.1 \text{ L} \times 1$, 解得 $n(\text{Cl}_2) = 0.02 \text{ mol}$, 则 $V(\text{Cl}_2) = 0.02 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.448 \text{ L}$. 故答案为 C.

六、计算被还原的氧化剂或被氧化的还原剂的量

例 15 (2008 年高考海南化学卷) 锌与很稀的

硝酸反应生成硝酸锌、硝酸铵和水. 当生成 1 mol 硝酸锌时,被还原的硝酸的物质的量为().

- A. 2 mol B. 1 mol C. 0.5 mol D. 0.25 mol

解析 设被还原的硝酸的物质的量为 $n(\text{HNO}_3)$. 因 $\text{Zn} - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}^{2+}$, $\text{HNO}_3 + 8\text{e}^- \rightarrow \text{NH}_4^+$; 则根据得失电子守恒原则得, $1 \text{ mol} \times 2 = n(\text{HNO}_3) \times 8$, 解得 $n(\text{HNO}_3) = 0.25 \text{ mol}$. 故答案为 D.

例 16 高锰酸钾与浓盐酸可发生下列反应: $\text{KMnO}_4 + \text{HCl}(\text{浓}) \rightarrow \text{KCl} + \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$; 若消耗 0.15 mol 氧化剂,则被氧化的还原剂的物质的量为().

- A. 0.30 mol B. 0.50 mol
C. 0.75 mol D. 1.25 mol

解析 设被氧化的还原剂的物质的量为 $n(\text{HCl})$. 因 $\text{KMnO}_4 + 5\text{e}^- \rightarrow \text{MnCl}_2$, $2\text{HCl} - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2$; 根据得失电子守恒原则得关系式“ $2\text{KMnO}_4 \sim 10\text{HCl}$ ”, 则 $2 \text{ mol} : 10 \text{ mol} = 0.15 \text{ mol} : n(\text{HCl})$, 解得 $n(\text{HCl}) = 0.75 \text{ mol}$. 故答案为 C.

七、计算氧化剂与还原剂(或还原剂与氧化剂)的有关量之比

例 17 已知硫与氢氧化钾溶液反应生成硫化钾、亚硫酸钾和水,则被还原与被氧化的硫原子数之比为().

- A. 1 : 2 B. 2 : 1 C. 1 : 1 D. 3 : 2

解析 因 $\text{S} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{K}_2\text{S}$, $\text{S} - 4\text{e}^- \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_3$; 则根据得失电子守恒原则可知,被还原与被氧化的硫原子数之比为 2 : 1, 答案 B.

例 18 纺织工业中常用氯气作漂白剂, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 可作为漂白布匹后的“脱氯剂”, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 和 Cl_2 反应的产物是 H_2SO_4 、 NaCl 和 HCl , 则还原剂与氧化剂的物质的量之比为().

- A. 1 : 1 B. 1 : 2 C. 1 : 3 D. 1 : 4

解析 设还原剂与氧化剂的物质的量分别为 $n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ 和 $n(\text{Cl}_2)$. 因 $\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 - 2 \times 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_4$; 则根据得失电子守恒原则得, $n(\text{Cl}_2) \times 2 = n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \times 2 \times 4$, 解得 $n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) : n(\text{Cl}_2) = 1 : 4$. 故答案为 D.

例 19 在 NO_2 被水吸收的反应中,发生还原反应和发生氧化反应的物质,其质量之比为().

- A. 3 : 1 B. 1 : 3 C. 1 : 2 D. 2 : 1

解析 因 $\text{NO}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{NO}$, $\text{NO}_2 - \text{e}^- \rightarrow \text{HNO}_3$; 则根据得失电子守恒原则可知,发生还原反应和发生氧化反应的物质的物质的量之比为 1 : 2, 即发生还原反应和发生氧化反应的物质的质量之比为

1 : 2. 故答案为 C.

八、计算被还原的氧化剂与未被还原的氧化剂或被氧化的还原剂与未被氧化的还原剂的有关量之比

例 20 (2009 年高考全国理综卷 II) 物质的量之比为 2 : 5 的锌与稀硝酸反应, 若硝酸被还原的产物为 N_2O , 反应结束后锌没有剩余, 则该反应中被还原的硝酸与未被还原的硝酸的物质的量之比是().

A. 1 : 4 B. 1 : 5 C. 2 : 3 D. 2 : 5

解析 设参加反应的 Zn 的物质的量为 2 mol, 则参加反应的 HNO_3 的物质的量为 5 mol. 因 Zn 反应后生成了 $Zn(NO_3)_2$, 根据氮原子的物质的量守恒原则可知, 未被还原的硝酸的物质的量 = $2n(Zn) = 2 \times 2 \text{ mol} = 4 \text{ mol}$, 则被还原的硝酸的物质的量 = $5 \text{ mol} - 4 \text{ mol} = 1 \text{ mol}$; 从而可知该反应中被还原的硝酸与未被还原的硝酸的物质的量之比是 1 : 4, 故答案为 A.

例 21 (2010 年高考全国理综卷 II) 若 $(NH_4)_2SO_4$ 在强热时分解的产物是 SO_2 、 N_2 、 NH_3 和 H_2O , 则该反应中化合价发生变化和未发生变化的 N 原子数之比为().

A. 1 : 4 B. 1 : 2 C. 2 : 1 D. 4 : 1

解析 由题意得, $(NH_4)_2SO_4 \rightarrow SO_2 + N_2 + NH_3 + H_2O$; 因 $(NH_4)_2SO_4 - 6e^- \rightarrow N_2$, $(NH_4)_2SO_4 + 2e^- \rightarrow SO_2$; 则根据得失电子守恒原则得, $3(NH_4)_2SO_4 \rightarrow 3SO_2 + N_2 + NH_3 + H_2O$; 再根据氮原子守恒原则得, $3(NH_4)_2SO_4 \rightarrow 3SO_2 + N_2 + 4NH_3 + H_2O$; 则该反应中化合价发生变化和未发生变化的 N 原子数之比为 2 : 4 = 1 : 2. 故答案为 B.

例 22 高锰酸钾与氢溴酸可发生下列反应: $KMnO_4 + HBr \rightarrow KBr + MnBr_2 + Br_2 + H_2O$; 则反应中被氧化与未被氧化的 HBr 的物质的量之比是().

A. 5 : 3 B. 3 : 5 C. 2 : 1 D. 4 : 5

解析 因 $KMnO_4 + 5e^- \rightarrow MnBr_2$, $2HBr - 2e^- \rightarrow Br_2$; 则根据得失电子守恒原则得 $2KMnO_4 + 10HBr \rightarrow 2KBr + 2MnBr_2 + 5Br_2 + H_2O$, 再根据原子守恒原则得 $2KMnO_4 + 16HBr \rightarrow 2KBr + 2MnBr_2 + 5Br_2 + H_2O$; 从而可知反应中被氧化与未被氧化的 HBr 的物质的量之比为 5 : 3. 故答案为 A.

九、计算金属的相对原子质量或通过计算确定是何种金属

例 23 $b \text{ g}$ 某金属与足量的稀硫酸反应, 生成该金属的三价正盐和 $a \text{ g}$ 氢气, 则该金属的相对原子质量为().

A. $\frac{2b}{a}$ B. $\frac{3b}{2a}$ C. $\frac{3b}{a}$ D. $\frac{a}{3b}$

解析 设该金属的元素符号为 R, 其相对原子质量为 Ar. 因 $R - 3e^- \rightarrow R^{3+}$, $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2 \uparrow$; 则根据得失电子守恒原则得, $\frac{b \text{ g}}{Ar \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 3 =$

$\frac{a \text{ g}}{2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2$, 解得 $Ar = \frac{3b}{a}$. 故答案为 C.

例 24 (2004 年高考全国理综卷 III) 若 1.8 g 某金属跟足量盐酸充分反应, 放出 2.24 L (标准状况) 氢气, 则该金属是().

A. Al B. Mg C. Fe D. Zn

解析 设均为二价金属, 其相对原子质量为 Ar. 则根据得失电子守恒原则得, $\frac{1.8 \text{ g}}{Ar \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 =$

$\frac{2.24 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2$, 解得 $Ar = 18$; 若 Al 为二价金

属, 其相对原子质量为 $27 \times \frac{2}{3} = 18$, 而 Mg、Fe 和 Zn

的相对原子质量分别为 24、56 和 65, 则该金属为 Al. 故答案为 A.

十、计算阿伏伽德罗常数

例 25 工业上将氨气和空气的混合气体通过铂-铑合金网发生氨氧化反应, 若有标准状况下 V L 氨气完全反应, 并转移 n 个电子, 则阿伏伽德罗常数 (N_A) 可表示为().

A. $\frac{11.2n}{5V}$ B. $\frac{5V}{11.2n}$ C. $\frac{22.4V}{5n}$ D. $\frac{22.4n}{5V}$

解析 因 $NH_3 - 5e^- \rightarrow NO$ (NH₃ 被催化氧化生成 NO, 转移电子数为 5), 由题意可得

$\frac{V \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 5 \times N_A = n$, 解得 $N_A = \frac{22.4n}{5V}$. 故答

案为 D.

十一、氧化还原反应的综合计算

例 26 (2004 年高考天津理综卷) 将 32.64 g 铜与 140 mL 一定浓度的硝酸反应, 铜完全溶解产生的 NO 和 NO_2 混合气体在标准状况下的体积为 11.2 L. 请回答:

(1) NO 的体积为 _____ L, NO_2 的体积为 _____ L.

(2) 待产生的气体全部释放后, 向溶液中加入 V mL $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液, 恰好使溶液中的 Cu^{2+} 全部转化成沉淀, 则原硝酸溶液的浓度为 _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

(3) 欲使铜与硝酸反应生成的气体在 NaOH 溶液中全部转化为 $NaNO_3$, 至少需要 30% 的双氧水 _____ g.

解析 (1) 设混合气体中 NO 和 NO_2 的物质的量分别为 $n(NO)$ 和 $n(NO_2)$, 则 $n(NO) + n(NO_2) = \frac{11.2 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$ ①; 因 $n(Cu) \blacktriangleright$

原电池知识点透析

湖北省枣阳市第二中学

(441200) 王星元

一、原电池基本知识要点

1. 定义

将化学能转变为电能的装置叫原电池(将通常能自发进行的氧化还原反应,设计一个装置,使转移的电子沿同一途径定向移动而产生电流,这样的装置叫原电池.)

2. 原电池的形成条件(一般情况)

(1)电极:有活泼性不同的两种金属(或金属与非金属导体等)作电极.

(2)电解质溶液(或熔融的电解质等):导电,且电

解质溶液中必须溶有或接触到可氧化较活泼金属电极的离子或分子等.

(3)闭合回路:两金属直接接触或用导线连接插入电解质溶液中构成闭合回路(两个容器还需盐桥连接).

(4)自发的氧化还原反应:一电极本身或接触到的物质与另一电极本身或接触到的物质能进行自发的氧化还原反应.

注意:(1)两电极的材料也可以完全相同(如均为铂丝或石墨棒等),但两电极必须接触有不同的

=====

► $\frac{32.64 \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.51 \text{ mol}$, $\text{Cu} - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}^{2+}$,
 $\text{HNO}_3 + 3\text{e}^- \rightarrow \text{NO}$, $\text{HNO}_3 + \text{e}^- \rightarrow \text{NO}_2$, 则根据得失电子守恒原则得 $3n(\text{NO}) + n(\text{NO}_2) = 0.51 \text{ mol} \times 2$ ②;

解方程组①、②得 $n(\text{NO}) = 0.26 \text{ mol}$, $n(\text{NO}_2) = 0.24 \text{ mol}$.

从而得 $V(\text{NO}) = 0.26 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 5.8 \text{ L}$, $V(\text{NO}_2) = 11.2 \text{ L} - 5.8 \text{ L} = 5.4 \text{ L}$.

(2)由题意可知,被还原的 HNO_3 的物质的量为 0.5 mol ;而加入 NaOH 溶液恰好使 Cu^{2+} 全部转化成沉淀后,所得溶液为 NaNO_3 溶液,根据钠离子守恒原则可知 $n(\text{NaNO}_3) = n(\text{NaOH}) = a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V \times 10^{-3} \text{ L} = aV \times 10^{-3} \text{ mol}$;则根据反应前后氮原子的物质的量守恒原则得 $n(\text{HNO}_3) = aV \times 10^{-3} \text{ mol} + 0.5 \text{ mol}$, 从而得 $c(\text{HNO}_3) = \frac{aV \times 10^{-3} \text{ mol} + 0.5 \text{ mol}}{0.14 \text{ L}} = \frac{aV \times 10^{-3} + 0.5}{0.14} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

(3)由题意可知, NO 和 NO_2 在 NaOH 溶液中全部转化为 NaNO_3 失去电子的物质的量=铜与硝酸反应失去电子的物质的量 $= 0.51 \text{ mol} \times 2 = 1.02 \text{ mol}$. 设需要氧化剂 H_2O_2 的物质的量为 $n(\text{H}_2\text{O}_2)$. 因 $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$, 则根据得失电子守恒原则得 $n(\text{H}_2\text{O}_2) \times 2 = 1.02 \text{ mol}$, 解得 $n(\text{H}_2\text{O}_2) = 0.51 \text{ mol}$; 从而得需要 30% 的双氧水的质量为 57.8 g .

故答案为:

(1) 5.8, 5.4;

(2) $\frac{aV \times 10^{-3} + 0.5}{0.14}$;

(3) 57.8.

例 27 为了测定某铜银合金的组成,将 30.0 g 合金溶于 $80 \text{ mL } 13.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的浓 HNO_3 中,待合金完全溶解后,收集到气体 6.72 L (标准状况),并测得溶液的 $\text{pH} = 0$,假设反应后溶液的体积仍为 80 mL ,试计算:

(1)被还原的硝酸的物质的量.

(2)合金中银的质量分数.

解析 (1)因随着反应的进行浓 HNO_3 变为稀 HNO_3 ,则收集到的气体为 NO_2 与 NO 的混合气体,根据氮原子的物质的量守恒原则得,被还原的硝酸的物质的量 = 收集到的气体的物质的量 = $\frac{6.72 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.3 \text{ mol}$.

(2)设合金中银的质量为 x ,则铜的质量为 $(30.0 \text{ g} - x)$. 因反应后溶液中的阳离子有 Ag^+ 、 Cu^{2+} 、 H^+ [HNO_3 过量, $c(\text{H}^+) = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$],阴离子有 NO_3^- (忽略水的电离),根据电荷守恒原理得 $\frac{x}{108 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 1 + \frac{30.0 \text{ g} - x}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 + 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.080 \text{ L} \times 1 = (13.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.080 \text{ L} - 0.3 \text{ mol}) \times 1$, 解得 $x = 10.8 \text{ g}$. 则 $\omega(\text{Ag}) = \frac{10.8 \text{ g}}{30.0 \text{ g}} \times 100\% = 36.0\%$.

故答案为:(1) 0.3 mol; (2) 36.0%.

(收稿日期:2014-05-04)