

氧化还原反应计算题妙解透视

■江西

钟辉生



江西省骨干教师,化学竞赛辅导金牌教练(江西省教育学会授予),曾荣获化学竞赛园丁奖(国家级)、赣州市教学设计一等奖。

氧化还原反应类的计算题一直以来都是高考的热点。本文就常见的氧化还原反应选择类型的计算题进行归纳,点评它们的常规解法,力求用不同于常规的方法进行妙解。

例1 将铜和镁的混合物 4.6 g 完全溶于浓硝酸,若反应中硝酸被还原,

产生 4 480 mL 的 NO₂ 气体和 336 mL 的 N₂O₄ 气体(标准状况下),在反应后的溶液中加入足量的 NaOH 溶液,生成沉淀的质量为()g。

- A. 9.02 B. 8.51 C. 8.26 D. 7.04

常解点评:设出铜和镁的物质的量,根据题意列出方程,也能算出生成沉淀的质量,但解题过程较为烦琐。

妙解透视:本题可用整体思维法进行妙解。由整体思维法可知沉淀的质量为 Cu、Mg 的质量加上 OH⁻ 的质量,由电子守恒规律知 Cu、Mg 的物质的量之和为 $n(\text{Cu}, \text{Mg}) = [4.48 \text{ L} \div 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} + (0.336 \text{ L} \div 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}) \times 2] \div 2$, 解得 $n(\text{Cu}, \text{Mg}) = 0.115 \text{ mol}$, 故沉淀的质量为 $4.6 \text{ g} + (0.115 \text{ mol} \times 2) \times 17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 8.51 \text{ g}$ 。本题选 B。

例2 将 5.6 g Fe 投入热的浓硝酸中,产生红棕色气体 A,把所得的溶液减压蒸干,得到 20 g Fe(NO₃)₂ 和 Fe(NO₃)₃ 的混合物。将该固体在高温下加热,得到红棕色的 Fe₂O₃ 和混合气体 B。A、B 气体混合通入足量水中,在标准状况下,剩余气体的体积为()mL。

- A. 2 240 B. 4 480 C. 3 360 D. 1 120

常解点评:分别写出化学方程式,根据所给的数据算出 NO₂ 的物质的量,再根据 NO₂ 与 H₂O 反应生成 NO 的方程式,得出剩余 NO 气体的体积。这样解计算量大,所涉及的方程式也较多,需要耗费很多时间。

妙解透视:本题可以采用终态思维法进行妙解。根据终态思维法可知,5.6 g Fe(0.1 mol)变为 Fe³⁺ 时所失去的电子数等于硝酸中 +5 价氮原子转化为剩余气体 NO 中 +2 价氮原子时得到的电子总数,故有 $n(\text{NO}) \times 3 = n(\text{Fe}) \times 3$, 解得 $n(\text{NO}) = 0.1 \text{ mol}$, 在

标准状况下, $V(\text{NO}) = 2 240 \text{ mL}$ 。本题选 A。

例3 已知 $\text{R}_x\text{O}_4^{2-} + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{RO}_2 + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$, 当 0.2 mol $\text{R}_x\text{O}_4^{2-}$ 参加反应时,共转移 0.4 mol 电子,则 x 等于()。

- A. 1 B. 2 C. 3 D. 无法计算

常解点评:根据 0.2 mol $\text{R}_x\text{O}_4^{2-}$ 失去 0.4 mol 电子,得出消耗 0.08 mol MnO_4^- , 可知 $\text{R}_x\text{O}_4^{2-}$ 与 MnO_4^- 的物质的量之比为 $0.2 : 0.08 = 5 : 2$ 。再根据比值配平题中离子方程式,为 $5\text{R}_x\text{O}_4^{2-} + 2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ \longrightarrow 5x\text{RO}_2 + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$ 。然后根据氧原子守恒求得 $x = 2$, 过程有些复杂。

妙解透视:本题可以采用捆绑法进行妙解。由 0.2 mol $\text{R}_x\text{O}_4^{2-}$ 失去 0.4 mol 电子,可知 1 mol $\text{R}_x\text{O}_4^{2-}$ 失去 2 mol 电子。得出关系式 $\text{R}_x\text{O}_4^{2-} \sim 2e^- \sim x\text{RO}_2$, 根据捆绑法原理,将 R_x 看成一个整体,则 $\text{R}_x\text{O}_4^{2-}$ 中 R_x 的化合价总和为 +6 价,而生成物中 $x\text{RO}_2$ 中 $x\text{R}$ 的化合价总和为 +4 x 价。所以 $(+4x) - (+6) = 2$, 解得 $x = 2$ 。本题选 B。

例4 硫代硫酸钠可作为脱氯剂,已知 25.0 mL 0.100 mol · L⁻¹ 的 Na₂S₂O₃ 溶液恰好把 224 mL(标准状况下) Cl₂ 完全转化为 Cl⁻, 则 S₂O₃²⁻ 将转化为()。

- A. S²⁻ B. S C. SO₃²⁻ D. SO₄²⁻

常解点评:一般计算是依据化学方程式进行的,但本题的难点在于不知道氧化产物为何物,因此无法写出所依据的化学方程式,常规解法行不通。

妙解透视:本题可以采用一步到位法进行妙解。设 Na₂S₂O₃ 在反应过程中 1 mol S 失去 m 个电子,根据氧化剂得电子数与还原剂失电子数相等,得 $0.224 \text{ L} \div 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2 \times 1 = 0.025 \text{ L} \times 0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 \times m$, 解得 $m = 4$ 。因为 Na₂S₂O₃ 中 S 的化合价为 +2 价,被 Cl₂ 氧化后,失 4 个电子,应变为 +6 价。所以 S₂O₃²⁻ 将被氧化为 SO₄²⁻。本题选 D。

例5 在 100 mL HNO₃ 和 H₂SO₄ 的混合溶液中,两种酸的物质的量浓度之和为 0.60 mol · L⁻¹。向该溶液中加入足量的铜粉,加热,充分反应后,所得溶液中 Cu²⁺ 的物质的量浓度最大值为()mol · L⁻¹。

- A. 0.225 B. 0.30 C. 0.36 D. 0.45

常解点评:采用极端假设法求解。假设酸全为硝酸,则根据方程式 $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \longrightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO} \uparrow$, 算出 $c(\text{Cu}^{2+}) = 0.225 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。此种解法看似有理,殊不知这样极端计算后,溶液中还存在着 NO₃⁻ 和 H₂SO₄ 电离出来的 H⁺, 应该还可以再溶解一部分 Cu。因此所得溶液中 Cu²⁺ 的物质的量浓度最大值要比 0.225 mol · L⁻¹ 大。

妙解透视:本题可以采用统一思维法进行妙解。



 * 做题不能追求数量,而要讲究质量,要学会以点带面,多角度理解,只有这样才能跳出题海的怪圈.选
 * 择好题,选择成功!为此,我们特推荐以下习题,希望同学们能够融会贯通,学以致用,从多种角度去分析
 * 思考问题,积极探索解题规律,探索出获得最优解法的途径.
 * *****

金属及其化合物单元知识训练

■广西 刘忠明

一、选择题

1. 下列有关基本概念的判断依据正确的是().
- A. 酸:电离时生成 H^+ 的化合物
 B. 氧化物:化学式中含有氧元素
 C. 胶体:分散质粒子直径在 $1\text{ nm} \sim 100\text{ nm}$ 之间
 D. 电解质:物质本身有导电性
2. 设 N_A 为阿伏加德罗常数的数值,下列说法正确的是().
- A. 1 mol Al 与足量的稀硝酸反应,转移 N_A 个电子
 B. $1\text{ L } 0.1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaHCO_3 溶液中含有的 HCO_3^- 数小于 $0.1N_A$
 C. $0.1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NH_4NO_3 溶液中含有的氮原子数为 $0.2N_A$
 D. 在常温常压下, 22.4 L 氯气与足量镁粉充分反应,转移的电子数为 $2N_A$
3. 下列反应的离子方程式书写正确的是().
- A. 稀盐酸滴在石灰石上:
 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
 B. 向氯化铝溶液中加入过量氨水:



- C. 向碳酸氢钠溶液中加入稀硝酸:
 $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
 D. 铜与硝酸银溶液反应: $\text{Cu} + \text{Ag}^+ \longrightarrow \text{Ag} + \text{Cu}^{2+}$
4. 某溶液中存在较多的 H^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- , 则溶液中还可能大量存在的离子组是().
- A. Mg^{2+} 、 Ba^{2+} 、 Br^- B. Al^{3+} 、 I^- 、 Cl^-
 C. Mg^{2+} 、 Cl^- 、 Fe^{2+} D. Na^+ 、 NH_4^+ 、 Cl^-
5. 铁和铁合金是生活中常见的材料,下列说法正确的是().
- A. 铁与盐酸反应,铁合金与盐酸也不反应
 B. 一定条件下,铁粉可与水蒸气反应
 C. 不锈钢是铁合金,只含金属元素
 D. 纯铁的硬度和强度一定高于铁合金
6. 下列关于钠的化合物的叙述错误的是().
- A. 过氧化钠可用于呼吸面具中作为氧气的来源
 B. 过氧化钠与水反应放出氢气
 C. 碳酸钠进行焰色反应时,火焰呈黄色
 D. 向碳酸钠溶液中滴入酚酞试液,溶液显红色

HNO_3 和 H_2SO_4 皆为强电解质,在溶液中全部电离,该溶液反应的实质是 NO_3^- 和 H^+ 共同把 Cu 氧化.因此我们可以把 HNO_3 电离出的 H^+ 和 H_2SO_4 电离出来的 H^+ 进行统一,用离子方程式 $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \longrightarrow 3\text{Cu}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO} \uparrow$ 进行求解,设 HNO_3 、 H_2SO_4 的物质的量分别为 x 、 y ,要满足所得溶液中 Cu^{2+} 的物质的量浓度有最大值,必须让 H^+ 与 NO_3^- 的物质的量之比为 $8:2$,则有 $x+y=0.06\text{ mol}$, $(x+2y):x=8:2$,解得 $x=0.024\text{ mol}$, $y=0.036\text{ mol}$. 所以 $c(\text{Cu}^{2+})=0.36\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. 本题选 C.

些物质氧化足量的 KI ,得到 I_2 最多的是().

- A. H_2O_2 B. IO_3^- C. MnO_4^- D. HNO_2

2. 已知反应 $3\text{Cl}_2 + 6\text{KOH} \xrightarrow{\Delta} 5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$, 则该反应中发生氧化反应和还原反应的物质的质量之比是().

- A. $1:2$ B. $2:1$ C. $1:5$ D. $5:1$

参考答案与提示:1. B 提示:根据“得失电子总数相等”可知, 1 mol 的 H_2O_2 、 IO_3^- 、 MnO_4^- 、 HNO_2 分别得 2 mol 、 5 mol 、 5 mol 、 1 mol 电子氧化 I^- , 得到的 I_2 为 1 mol 、 2.5 mol 、 2.5 mol 、 0.5 mol , 而 IO_3^- 本身被还原还能产生 0.5 mol I_2 . 2. C 提示:根据题给反应可知氯气既是氧化剂,又是还原剂,其中 $\frac{1}{6}$ 的氯元素化合价升高,发生氧化反应,有 $\frac{5}{6}$ 的氯元素化合价降低,发生还原反应. (责任编辑 王琼霞)

感悟与启示

1. 已知下列分子或离子在酸性条件下都能氧化 KI , 自身发生如下变化: $\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$, $\text{IO}_3^- \longrightarrow \text{I}_2$, $\text{MnO}_4^- \longrightarrow \text{Mn}^{2+}$, $\text{HNO}_2 \longrightarrow \text{NO}$. 如果分别用等物质的量的这

