



第2章 化学计量

第1节 物质的量 气体摩尔体积



基础过关练

1. B 必刷题型 阿伏加德罗常数及应用

【解析】未给出 0.448 L CH_4 所处的状态,无法计算 CH_4 的物质的量及其所含原子数, **A 错误**; Na 先与 HCl 反应,后与水

关键点

反应, 0.46 g Na (即 0.02 mol Na) 最终全部转化为 Na^+ , 转移的电子数为 $0.02N_A$, **B 正确**; 标准状况下, 苯不是气体, 且苯中不存在碳碳双键, **C 错误**; 在 2 L $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 H_2S 溶液中含 0.2 mol H_2S , 但 H_2S 为弱酸, 电离出的 H^+ 数目小于 $0.4N_A$, **D 错误**。

易错警示 关于 N_A 应用的几个易错点

(1) 与气体相关的易错点

- ①只给出气体体积, 而未指明气体是否处于标准状况;
- ②物质所处状况为标准状况, 但物质在标准状况下不是气体, 如 CCl_4 、 H_2O 、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 、 HF 、 SO_3 、苯、 NO_2 等。

(2) 与溶液相关的易错点

- ①计算溶质所含粒子数时, 易忽略弱电解质的电离、盐类的水解;
- ②当溶剂中也含所求粒子时, 只考虑溶质中所含粒子, 忽略溶剂中所含粒子。

2. D 必刷题型 阿伏加德罗常数的应用

【解析】1 mol NaOH 固体含有 1 mol Na^+ 、1 mol OH^- , 离子数目为 $2N_A$, **A 正确**; 1 L $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaClO 溶液中, ClO^- 发生水解, 其数目小于 N_A , **B 正确**; 标准状况下, 22.4 L 的 H_2 和 Cl_2 混合气体的物质的量为 1 mol, 共价键数目为 N_A , **C 正确**; $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ 中, 1 mol Cl_2 与足量 NaOH 溶液反应生成 NaClO , 转移电子数为 N_A , **D 错误**。

3. B 必刷题型 阿伏加德罗常数的应用

【解析】氯气与水的反应是可逆反应, 0.5 mol Cl_2 溶于足量水, 反应中转移的电子数小于 $0.5N_A$, **A 错误**; 乙烯和丙烯的最简式均为 CH_2 , 故 7.0 g 混合物中含有的 CH_2 的物质的量为 0.5 mol, 含 N_A 个 H 原子, **B 正确**; CO_3^{2-} 发生水解, 1 L $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Na_2CO_3 溶液中含有的 CO_3^{2-} 数目小于 N_A , **C 错误**; 标准状况下, CH_3OH 不是气体, 故不能根据气体摩尔

关键点

体积来计算其物质的量, **D 错误**。

4. D 必刷题型 阿伏加德罗常数的应用

【解析】 NH_4Cl 中 NH_4^+ 和 Cl^- 之间形成离子键, 一个 NH_4^+ 中含 4 个 $\text{N}-\text{H}$ 共价键, 则 1 mol NH_4Cl 含有的共价键数目为 $4N_A$, **A 错误**; Na_2O_2 和水反应的化学方程式为 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$, Na_2O_2 既作氧化剂, 又作还原剂, 则 1 mol Na_2O_2 与水完全反应时转移的电子数为 N_A , **B 错误**; SiO_2 晶体中, 1 个 Si 与 4 个 O 原子形成 4 个 $\text{Si}-\text{O}$ 共价键, 60 g

关键点

SiO_2 的物质的量为 $\frac{60 \text{ g}}{60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \text{ mol}$, 则 60 g 该晶体中含有 $4N_A$ 个 $\text{Si}-\text{O}$ 键, **C 错误**; 1 mol NaCl 或 NH_4Cl 中均含有 28 mol 质子, 含 1 mol Cl^- 的 NaCl 和 NH_4Cl 混合物的总物质的量为 1 mol, 则混合物中质子数为 $28N_A$, **D 正确**。

5. C 必刷题型 阿伏加德罗常数的应用

【解析】溶液体积未知, 无法计算 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NH_4Cl 溶液中

关键点



NH_4^+ 数目, **A 错误**; SO_3 在标准状况下不是气体, 不能通过气体摩尔体积来计算 11.2 L SO_3 的物质的量, **B 错误**; 乙炔结构式为 $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$, 1 个单键为 1 个 σ 键, 1 个三键中含 1 个 σ 键和 2 个 π 键, 则 1 个乙炔分子中含有 3 个 σ 键, 常温常压下, 26 g 乙炔的物质的量为 $\frac{26 \text{ g}}{26 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \text{ mol}$, 含有的 σ 键数目为 $3N_A$, **C 正确**; 金刚石中碳原子采取 sp^3 杂化轨道, 每个 C 原子形成 4 个 C—C 键, 每个 C—C 键被两个 C 原子共用, 所以平均每个 C 原子形成 2 个 C—C 键, 故 1 mol 金刚石中含 C—C 键的个数为 $2N_A$, **D 错误**。

易错点

6. D 必刷题型 ⊙阿伏加德罗常数的应用

【解析】未说明稀盐酸的体积, 无法计算 H^+ 总数, **A 错误**; O_2 和 O_3 均由 O 原子构成, 3.2 g 由 O_2 和 O_3 组成的混合气体中所含的氧原子数为 $\frac{3.2 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times N_A \text{ mol}^{-1} = 0.2N_A$, **B 错误**; C_2H_4 和 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 的物质的量未知, 无法计算消耗 O_2 的分子数目, **C 错误**; 2.4 g Mg 在空气中燃烧, 生成的产物有 MgO 、 Mg_3N_2 , Mg 元素化合价由 0 价上升到 +2 价, 转移的电子数为 $\frac{2.4 \text{ g}}{24 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2N_A \text{ mol}^{-1} = 0.2N_A$, **D 正确**。

7. A 必刷题型 ⊙阿伏加德罗常数的应用

【解析】每个 $-\text{NO}_2$ 和 NO_2 均含有 $7+2\times 8=23$ 个电子, 46 g 二氧化氮的物质的量 $n = \frac{m}{M} = \frac{46 \text{ g}}{46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \text{ mol}$, 故 1 mol 硝基 ($-\text{NO}_2$) 与 46 g 二氧化氮 (NO_2) 所含的电子数均为 $23N_A$, **A 正确**; 1 L $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ K}_2\text{SO}_3$ 溶液中 K_2SO_3 的物质的量 $n = cV = 1 \text{ L} \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.1 \text{ mol}$, K_2SO_3 为强碱弱酸盐, SO_3^{2-} 发生水解, 数目小于 $0.1N_A$, **B 错误**; 0.1 mol 氧气与足量的 Na 充分反应, 在常温下生成 Na_2O , 转移的电子数为 $0.4N_A$, 加热时生成 Na_2O_2 , 转移的电子数为 $0.2N_A$, **C 错误**; 1 个 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 中含有的 6 个 H_2O 中有 2×6 个共价单键和 6 个配位键, 则 1 mol $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 含 σ 键数为 $18N_A$, **D 错误**。

8. D 必刷题型 ⊙阿伏加德罗常数的应用

【解析】三氟甲苯分子中, 苯环上 6 个 C 原子间形成 6 个 σ 键, 5 个 C—H 键、3 个 C—F 键和 1 个 C—C 键均为 σ 键, 即 1 个三氟甲苯分子中含 15 个 σ 键, 则 1 mol 三氟甲苯中含 σ 键数目为 $15N_A$, **A 错误**; 三氟乙酸的 $-\lg K_a = 0.23$ 可说明三氟乙酸为弱酸, 则该三氟乙酸溶液中, H^+ 数目小于 N_A , **B 错误**; 该溶液中含 57 g (即 0.5 mol) 三氟乙酸, 三氟乙酸中 O—H 键数目为 $0.5N_A$, 溶液中还含有 H_2O , 则溶液中 O—H 键的数目

易错点

大于 $0.5N_A$, **C 错误**; 标准状况下, 2.24 L H_2 和 CO_2 的混合气体的物质的量为 0.1 mol, CO_2 分子中含 2 个 O 原子, 可看作

关键点

O_2 , 则混合气体中含 H、O 原子总数为 $0.2N_A$, **D 正确**。

9. C 必刷知识 ⊙阿伏加德罗定律及其推论

【解析】根据 $n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}$, 若 $M(\text{甲}) > M(\text{乙})$, 则 $n(\text{甲}) < n(\text{乙})$, 气体的分子数: 甲 $<$ 乙, **A 错误**; 已知它们的密度、质量相等, 则甲、乙两种气体的体积相等, 根据 $n = \frac{m}{M}$, 若 $M(\text{甲}) < M(\text{乙})$, 则 $n(\text{甲}) > n(\text{乙})$, 气体摩尔体积 $V_m = \frac{V}{n}$, 则气体摩尔体积: 甲 $<$ 乙, **B、D 错误**; 根据 $n = \frac{m}{M}$, 若 $M(\text{甲}) < M(\text{乙})$, 则 $n(\text{甲}) > n(\text{乙})$, 已知它们的密度、质量相等, 则甲、乙两种气体的体积相等, 温度相同时根据 $pV = nRT$ 可知, 气体的压强: 甲 $>$ 乙, **C 正确**。



进阶突破练

10. A 必刷知识 ⊙ $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 适用条件、物质结构基础与 N_A 相关推算

【解析】 H_2O_2 水溶液中, 每个 H_2O_2 和 H_2O 均含有 2 个 $\text{H}-\text{O}$ 键, 则 $100 \text{ mL } 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ H}_2\text{O}_2$ 水溶液中含有的 $\text{H}-\text{O}$ 键数目大于 $0.2N_A$, **A 错误**; 0°C 、 101 kPa 为标准状况, 22.4 L Cl_2 的物质的量为 1 mol , 含有氯原子的数目为 $2N_A$, **B 正确**; 1 个 O_2 分子中含有 16 个质子, 常温常压下 1.6 g O_2 的物质的量为 $\frac{1.6 \text{ g}}{32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.05 \text{ mol}$, 含有质子的数目为 $0.05 \text{ mol} \times 16N_A \text{ mol}^{-1} = 0.8N_A$, **C 正确**; 根据反应 $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{Cl}^- + \text{O}_2 + 2\text{H}^+$ 可知, Cl 元素化合价由 0 价下降到 -1 价, 通过上述反应除去 0.5 mol Cl_2 , 转移电子的数目为 $0.5 \text{ mol} \times 2N_A \text{ mol}^{-1} = N_A$, **D 正确**。

11. C 必刷知识 ⊙ $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 适用条件、氧化还原反应、物质结构与 N_A 相关推算

【解析】1 个 CO_2 分子含有 2 个 π 键, 题中没有说是在标准状况下, 气体摩尔体积未知, 无法计算 π 键个数, **A 错误**; C 元素化合价由 0 价升高到 +4 价, 生成 1 mol N_2 转移的电子数为 $12N_A$, 则生成 0.1 mol N_2 转移的电子数为 $1.2N_A$, **B 错误**; KNO_3 晶体含有 K^+ 、 NO_3^- , 0.1 mol KNO_3 晶体含有离子数目为 $0.2N_A$, **C 正确**; 因为 S^{2-} 发生水解, 溶液中 S^{2-} 的数目小于 $0.1N_A$, **D 错误**。

12. A 必刷知识 ⊙ $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 适用条件、物质结构

【解析】 $3.4 \text{ g } ^{14}\text{NH}_3$ 的物质的量为 0.2 mol , 含有中子的物质的量为 $0.2 \text{ mol} \times 7 = 1.4 \text{ mol}$, 所以中子数为 $1.4N_A$, **A 正确**; 没有说明所处状态, 所以无法计算 11.2 L NH_3 的物质的量, **B 错误**; 反应②中, 1 mol NO 与 0.5 mol O_2 在密闭容器中充分反应生成 1 mol NO_2 , 部分二氧化氮会转化为四氧化二氮, 所以分子数小于 N_A , **C 错误**; 未知所处温度, 无法确定 $\text{pH}=9$ 的 NaNO_2 溶液中的 $c(\text{OH}^-)$, 且没有说明溶液的体积, 所以无法计算含有 OH^- 的数目, **D 错误**。

13. B 必刷题型 ⊙ 氧化还原反应与 N_A 相关推算

【解析】 12.0 g FeS_2 的物质的量为 0.1 mol , FeS_2 中 S_2^{2-} 是一个整体, 离子总数为 $0.2N_A$, **A 错误**; ①中生成 $2 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3$, 转移 44 mol 电子, 则生成 $1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3$ 时转移电子数为 $22N_A$, **B 正确**; 标准状况下, SO_3 不为气体, $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 不适用, **C 错误**; $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$ 是可逆反应, 不能进行到底, **D 错误**。

14. D 必刷题型 ⊙ 阿伏加德罗常数的应用

【解析】 12 g NaHSO_4 的物质的量为 0.1 mol , NaHSO_4 固体由 Na^+ 和 HSO_4^- 构成, 其中阳离子只有 Na^+ , 即 0.1 mol 固体中含阳离子数目为 $0.1N_A$, **A 错误**; 盐酸是 HCl 的水溶液, HCl 在溶液中完全电离出 H^+ 和 Cl^- , 水会部分电离出 OH^- , 水的电离程度未知, 无法计算该盐酸中含有的阴离子总数, **B 错误**; 碘蒸气与 H_2 的反应为可逆反应, 生成的 HI 分子数小于 $2N_A$, **C 错误**; 该 FeCl_3 溶液中含 0.01 mol Fe^{3+} , 加入足量 Cu 粉充分反应, Fe^{3+} 被还原为 Fe^{2+} , 则反应中转移电子数目为 $0.01N_A$, **D 正确**。

易错警示 NaHSO_4 只有在水溶液中才能电离出 Na^+ 、 H^+ 和 SO_4^{2-} 。

15. A 必刷题型 ⊙ 阿伏加德罗常数的应用

【解析】混合物中含 1 mol Cl^- , 则含 Na^+ 和 NH_4^+ 的总物质的



量为 1 mol , 而 Na^+ 和 NH_4^+ 的质子数均为 11, 故混合物中质子数为 $11N_A + 17N_A = 28N_A$, **A 正确**; 标准状况下, HF 呈液态, 无法根据体积计算物质的量, **B 错误**; 电解 CuCl_2 溶液时, 阴极反应为 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$, 阴极增重的 6.4 g 为 0.1 mol Cu 的质量, 外电路中通过 0.2 mol 电子, 即转移电子数目为 $0.2N_A$, **C 错误**; NH_3 溶于水后存在平衡 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$, 故溶液中 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 分子的数目小于 $0.1N_A$, **D 错误**。

16. C 必刷题型 ⊙ 阿伏加德罗常数的应用

【解析】 P_4 分子为正四面体结构, N_A 个 P_4 分子中含共价键数目为 $6N_A$, 22.4 L 甲烷(标准状况)的物质的量为 1 mol , 所含共价键数目为 $4N_A$, 共价键数目之比为 $3:2$, **A 错误**; 18 g 的 D_2O ($^2_1\text{H}_2\text{O}$) 中, $n(^2_1\text{H}_2\text{O}) = \frac{18 \text{ g}}{20 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.9 \text{ mol}$, 则所含质子数目为 $9N_A$, 中子数目为 $9N_A$, **B 错误**; NO_2 、 N_2O_4 共 23 g , $n(\text{N}) = \frac{23 \text{ g}}{46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$, 1 mol N 元素化合价从 +5 价降为 +4 价, 转移 1 mol e^- , 则 0.5 mol N 元素转移 $0.5N_A$ 个电子, **C 正确**; 此反应为可逆反应, 生成的 NH_3 分子数小于 $0.2N_A$, **D 错误**。

17. A 必刷题型 ⊙ 阿伏加德罗常数的应用

【解析】标准状况下, 11.2 L Cl_2 为 0.5 mol , 1 个 Cl_2 分子含 34 个质子, 则 0.5 mol Cl_2 含有的质子数为 $17N_A$, **A 正确**; HClO 为弱酸, 在溶液中部分电离, 该 HClO 溶液中含有的 ClO^- 数小于 $0.04N_A$, **B 错误**; KCl 溶液呈中性, 溶液中水电离出的 $c(\text{H}^+) = 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 即水电离出的 $N(\text{H}^+) = 0.1 \text{ L} \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times N_A \text{ mol}^{-1} = 1 \times 10^{-8} N_A$, **C 错误**; 反应②为 $3\text{Cl}_2 + 6\text{KOH} \xrightarrow{\Delta} \text{KClO}_3 + 5\text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$, 即每消耗 3 mol Cl_2 转移 5 mol 电子, 在 3 mol Cl_2 中有 2.5 mol 为氧化剂, 即 0.25 mol Cl_2 作氧化剂时转移电子数为 $0.5N_A$, 故 0.3 mol Cl_2 作氧化剂时转移电子数为 $0.6N_A$, **D 错误**。

18. B 必刷题型 ⊙ 氧化还原反应与 N_A 相关推算

思路分析 NH_3 与 O_2 在加热、催化剂存在条件下反应生成 X, NH_3 与 X 反应生成 N_2 , 则 X 为 NO , NO 与 O_2 反应生成 NO_2 , NO_2 部分转化为 N_2O_4 , 即存在平衡 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$, Z 为 NO_2 和 N_2O_4 , NO 与还原酶 I 反应生成 Y, Y 与还原酶 II 反应生成 N_2 , Y 为 N_2O 。

【解析】常温下 $1 \text{ L pH} = 11$ 的氨水中 OH^- 的物质的量为 $10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ mol}$, 含 OH^- 的数目为 $10^{-3} N_A$, **A 正确**; 常温常压下, Z 为 NO_2 和 N_2O_4 , 4.6 g NO_2 、 $4.6 \text{ g N}_2\text{O}_4$ 的物质的量分别为 0.1 mol 、 0.05 mol , 则 4.6 g Z 中含有的分子数小于 $0.1N_A$, **B 错误**; 反应①为 NH_3 与 NO 反应生成 N_2 和 H_2O : $4\text{NH}_3 + 6\text{NO} \xrightarrow{\text{一定条件}} 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$, 每生成 5 mol N_2 转移 12 mol 电子, 则生成 1 mol N_2 转移电子的物质的量为 2.4 mol , 转移电子数为 $2.4N_A$, **C 正确**; 1 个 N_2O 分子中有 22 个质子, 标准状况下 $2.24 \text{ L N}_2\text{O}$ 的物质的量为 0.1 mol , 含质子物质的量为 2.2 mol , 所含质子数为 $2.2N_A$, **D 正确**。

19. C 必刷题型 ⊙ 物质结构基础与 N_A 相关推算

【解析】异氰尿酸($\text{C}_3\text{H}_3\text{N}_3\text{O}_3$) 中不含有 p-p σ 键, **A 错误**; $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaClO 溶液的体积未知, Na^+ 数目无法计算, **B 错误**; 固态 H_2O 中每个 H_2O 与最近的 4 个 H_2O 形成氢键, 则每个 H_2O 分子平均含 2 个氢键, **C 正确**; 1 mol Cl_2 与 2 mol NaOH 发生歧化反应生成 1 mol NaCl 和 1 mol NaClO 时, 转移电子数目为 N_A , **D 错误**。


**20. B 必刷题型**◎阿伏加德罗常数的应用

【解析】40 g SiC 的物质的量为 1 mol, 每个 Si 原子与相邻的 4 个 C 原子形成 4 个 Si—C 共价键, 每个 C 原子与相邻的 4 个 Si 原子形成 4 个 Si—C 共价键, 所以 1 mol SiC 中 Si—C 共价键的数目为 $4N_A$, **A 正确**; 用石墨电极电解 CuSO_4 溶液, 在阴极上先发生反应 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}$, 之后发生反应 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 \uparrow$, 当阴极产生标准状况下 11.2 L (0.5 mol) 气体时, 电路中转移电子数大于 N_A , **B 错误**; 1 个 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 中含有 4 个配位键, 配位键属于 σ 键, 含有的 4 个水分子中含有 8 个 σ 键, 所以 1 mol $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 中 σ 键的个数为 $12N_A$, **C 正确**; 苯和苯乙烯的最简式均为 CH, 78 g 苯和苯乙烯的混合液中含有 6 mol CH, 完全燃烧消耗 $(6 + \frac{6}{4}) \text{ mol} = 7.5 \text{ mol O}_2$, **D 正确**。

易错点

知识拓展 晶体中的化学键

1 mol 金刚石中含有 2 mol C—C 键, 1 mol SiO_2 中含有 4 mol Si—O 键, 1 mol SiC 中含有 4 mol Si—C 键, 1 mol 石墨中含有 1.5 mol C—C 键, 1 mol P_4 中含有 6 mol P—P 键,

1 mol 冰中含有 2 mol 氢键, 1 mol S_8 () 中含有 8 mol S—S 键。

21. B 必刷题型◎阿伏加德罗常数的应用

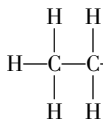
【解析】1 mol 苯胺中含有 1 mol $-\text{NH}_2$, 含有的 N—H 键数目为 $2N_A$, **A 错误**; LiH 中 H 显 -1 价, 苯胺与 LiH 发生归中反应生成 H_2 , 故苯胺消耗 1 mol LiH 时电子转移数目为 N_A , **B 正确**; 1 个 $-\text{NH}_2$ 含有 9 个电子, 1 mol $-\text{NH}_2$ 中约含电子数目为 $9N_A$, **C 错误**; 没有给出苯的密度或所处状况及该状况下的气体摩尔体积, 无法根据苯的体积进行计算, **D 错误**。

22. B 必刷题型◎阿伏加德罗常数的应用

【解析】A 选项中总反应的离子方程式左右两边电荷不守恒, **A 错误**; S_8 (八元环结构) 中每两个 S 原子共用一个电子对, 每个 S 原子平均含有一个共用电子对, 3.2 g S_8 中 S 原子的物质的量为 0.1 mol, 含 $0.1N_A$ 个 S 原子, 故 3.2 g S_8 含有共用电子对数为 $0.1N_A$, **B 正确**; 没有给出溶液体积, 不能计算溶液中含有的 SO_3^{2-} 数目, **C 错误**; 根据电荷守恒有 $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} - 2\text{e}^- \longrightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$, 故 1 mol $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 发生反应 1 时转移 N_A 个电子, **D 错误**。

23. C 必刷题型◎阿伏加德罗常数的应用

【解析】Pb 是第 IV A 族元素, 价电子数为 4, 即 1 mol Pb 含有的价电子数目为 $4N_A$, **A 正确**; $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ 的结构式为



, 即 1 mol $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ 中所含共价键的数目为

$7N_A$, **B 正确**; 乙基中碳原子的价层电子对数均为 4, 均采取 sp^3 杂化, Pb 与乙基碳原子形成共价键, 有 4 个乙基, 即 Pb 也采取 sp^3 杂化, 则 1 mol $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{Pb}$ 中 sp^3 杂化的原子数目为 $9N_A$, **C 错误**; $4\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} + 4\text{Na} + \text{Pb} \longrightarrow (\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{Pb} + 4\text{NaCl}$ 中, Na 失去电子生成 Na^+ , Pb 元素化合价由 0 价升至 +4 价, 反应消耗 4 mol Na 时共转移 8 mol 电子, 每消耗 2.3 g (即 0.1 mol) Na, 反应中转移的电子数目为 $0.2N_A$, **D 正确**。

24. D 必刷知识◎阿伏加德罗定律

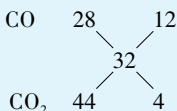
【解析】同温同压下, 气体的体积之比等于物质的量之比, 左右两侧的体积比为 4:1, 所以物质的量之比为 4:1, 左边充入



1 mol N_2 , 则右侧 CO 与 CO_2 的混合气体的总物质的量为 0.25 mol, **A 正确**; 同温同压下, 气体密度之比等于其摩尔质量之比, 右侧气体的质量为 8 g、物质的量为 0.25 mol, 则平均摩尔质量为 $32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 所以右侧气体的密度等于相同条件下氧气的密度, **B 正确**; 设右侧气体中 CO 的物质的量为 $x \text{ mol}$ 、 CO_2 的物质的量为 $y \text{ mol}$, 则 $\begin{cases} x+y=0.25 \\ 28x+44y=8 \end{cases}$, 解得 $x = \frac{3}{16}$, 所以右侧混合气体中 CO 的质量为 $\frac{3}{16} \text{ mol} \times 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 5.25 \text{ g}$, **C 正确**; 若改变右侧混合气体的充入量而使隔板处于距离右端 $\frac{1}{6}$ 处, 则右侧充入气体的物质的量为 0.2 mol, 气体总物质的量为 1.2 mol, 同温同体积下, 压强之比等于物质的量之比, 则前后两次充入容器内的气体的压强之比为 $1.25:1.2=25:24$, **D 错误**。

一题多解 C 选项也可以用“十字交叉法”快速判断混合气体组分的物质的量分数。

$$\text{混合气体 } \bar{M} = \frac{8 \text{ g}}{0.25 \text{ mol}} = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$n(\text{CO}) : n(\text{CO}_2) = 12 : 4 = 3 : 1$$

$$m(\text{CO}) = \frac{3}{4} \times 0.25 \text{ mol} \times 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 5.25 \text{ g}$$

真题风向练

25. B 必刷题型 ①阿伏加德罗常数的应用, 涉及氢键、阳离子、原子、转移电子的数目计算

【解析】 18 g H_2O 即 1 mol H_2O , 1 mol H_2O 平均能形成 2 mol 氢键, 即 18 g H_2O 晶体中氢键数目为 $2N_A$, **A 正确**; 1 L 1 mol $\cdot \text{L}^{-1}$ NaF 溶液中阳离子有 Na^+ 、 H^+ , 则阳离子总数大于 N_A , **B 错误**; 环己烷与戊烯的最简式均为 CH_2 , $N(C) =$

关键点

$1 \times \frac{28 \text{ g}}{(12+2) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \cdot N_A \text{ mol}^{-1} = 2N_A$, **C 正确**; 放电时, 铅酸蓄电池负极反应式为 $Pb + SO_4^{2-} - 2e^- = PbSO_4$, 负极生成 $PbSO_4$ 沉淀, 电池负极增加的质量即消耗 SO_4^{2-} 的质量,

关键点

$n_{\text{消耗}}(SO_4^{2-}) = \frac{\Delta m}{M} = \frac{96 \text{ g}}{96 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \text{ mol}$, 由负极反应式可知, 消耗 1 mol SO_4^{2-} 时, 转移电子数为 $2N_A$, **D 正确**。

26. A 必刷题型 ②钠及其化合物的转化、阿伏加德罗常数的应用

【解析】 反应①为电解熔融 NaCl, 化学方程式为 $2NaCl(\text{熔融}) \xrightarrow{\text{通电}} 2Na + Cl_2 \uparrow$, 反应生成的气体为 Cl_2 (双原子分子), 标准状况下 11.2 L Cl_2 的物质的量为 0.5 mol, 含有的原子数为 N_A , **A 正确**; 反应②为 $2Na + O_2 \xrightarrow{\Delta} Na_2O_2$, 2.3 g Na 完全反应生成 0.05 mol Na_2O_2 , 1 个 Na_2O_2 中含有 1 个 O—O 非极性键, 故产物中含非极性键的数目为 $0.05N_A$, **B 错误**; 反应③为 $2Na_2O_2 + 2H_2O = 4NaOH + O_2 \uparrow$, Na_2O_2 发生歧化反应, 部分 O 得电子化合价降至 -2 价, 部分

易错点

O 失电子化合价升至 0 价, 1 mol Na_2O_2 与足量 H_2O 反应转移的电子数为 N_A , **C 错误**; NaClO 为强碱弱酸盐, 水溶液中存在水解平衡 $ClO^- + H_2O \rightleftharpoons HClO + OH^-$, 100 mL 1 mol $\cdot \text{L}^{-1}$ NaClO 溶液中 ClO^- 数目小于 $0.1N_A$, **D 错误**。



第2节 物质的量浓度及一定物质的量浓度溶液的配制



基础过关练

1. A 必刷知识 ①溶液配制实验的步骤及操作

【解析】用浓硫酸配制 $0.100\ 0\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 H_2SO_4 溶液,不需要用天平称量浓硫酸,故**选 A**;配制 $0.100\ 0\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 H_2SO_4 溶液,需要用容量瓶定容,故**不选 B**;配制 $0.100\ 0\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 H_2SO_4 溶液,需要在烧杯中稀释,故**不选 C**;配制 $0.100\ 0\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 H_2SO_4 溶液,需要用量筒量取一定体积的浓硫酸,故**不选 D**。

2. D 必刷知识 ①溶液配制实验的步骤及操作、误差分析

【解析】需要 $1\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液 $90\ \text{mL}$,应选择 $100\ \text{mL}$ 容量瓶,需要氢氧化钠固体的质量为 $0.1\ \text{L} \times 1\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 40\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 4.0\ \text{g}$,且称量时不能使用滤纸,**A 错误**;浓溶液稀释过程应在烧杯中进行,冷却至室温后转移到容量瓶中,**B 错误**;俯视容量瓶的刻度线会导致溶液体积偏小,依据 $c = \frac{n}{V}$ 可知溶液浓度偏高,**C 错误**;配制一定物质的量浓度溶液的步骤为计算、称量、溶解(冷却)、转移、洗涤、定容、摇匀等,正确的操作顺序为③②④⑥①⑤,**D 正确**。

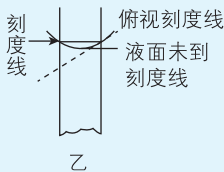
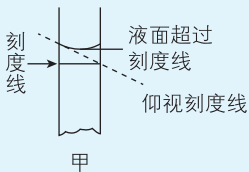
3. B 必刷知识 ①配制一定物质的量浓度溶液的误差分析

【解析】 NaOH 固体易潮解且具有腐蚀性,应在小烧杯中称量,不能直接放到滤纸上称量,**A 正确**;配制该溶液需 $m(\text{NaOH}) = 0.1\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.5\ \text{L} \times 40\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.0\ \text{g}$,即称量 NaOH 固体时不需要使用游码,故砝码和物品的位置放反,对结果没有影响,**B 错误**;如果没有冷却至室温就定容,会使溶液体积偏小,导致所配溶液浓度偏高,**C 正确**;仰视定容会使溶液的体积偏大,导致所配溶液浓度偏低,**D 正确**。

关键点拨 视线引起误差的分析方法

(1) 仰视容量瓶刻度线(图甲),导致溶液体积偏大,结果偏低。

(2) 俯视容量瓶刻度线(图乙),导致溶液体积偏小,结果偏高。



4. C 必刷知识 ①一定物质的量浓度溶液的配制

【解析】量筒只能读到小数点后一位,则计算后用 $10\ \text{mL}$ 量筒量取 $5.4\ \text{mL}$ 浓硫酸;应将稀释后的溶液先冷却至室温,再转移入容量瓶;用蒸馏水洗涤时,只能洗涤烧杯内壁和玻璃棒 $2\sim 3$ 次,不能洗涤量筒,否则会造成所配溶液浓度偏高。综合以上分析,实验中存在的错误有 3 处,**C 正确**。

易错警示 配制一定物质的量浓度溶液时,需注意用蒸馏水洗涤时,只能洗涤烧杯和玻璃棒,不能洗涤量筒。

5. AD 0.019 6

必刷知识 ①一定物质的量浓度溶液的配制

【解析】配制一定物质的量浓度的溶液,所需的步骤有计算、称量、溶解(冷却)、转移、洗涤、定容、摇匀、装瓶贴签,需要用到所给仪器中的烧杯、胶头滴管;配制 $80\ \text{mL}$ $c(\text{Fe}^{2+}) = 5.0 \times 10^{-4}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液,实验室没有 $80\ \text{mL}$ 规格的容量瓶,需要用 $100\ \text{mL}$ 容量瓶进行配制,则用分析天平称取该晶体的质量为 $5.0 \times 10^{-4}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.10\ \text{L} \times$



$$392 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.0196 \text{ g}.$$



进阶突破练

6. A 必刷知识 ①一定物质的量浓度溶液的配制

【解析】配制该溶液需 $m(\text{NaOH}) = 0.1 \text{ L} \times 2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 8.0 \text{ g}$, 操作 1 中称量 NaOH 固体应在烧杯中进行, **A 错误**; 操作 2 是移液, NaOH 溶解后需冷却至室温, 然后用玻璃棒引流转移到容量瓶中, **B 正确**; 操作 4 是定容, 用胶头滴管逐滴滴加蒸馏水至溶液凹液面与容量瓶颈部的刻度线相切, **C 正确**; 操作 5 中将容量瓶颠倒摇匀后, 发现液面低于刻度线, 属于正常现象, 不能继续滴加蒸馏水, 若继续滴加蒸馏水, 会使溶液浓度偏低, **D 正确**。

易错点

7. A 必刷知识 ②一定物质的量浓度溶液的配制、溶液的稀释等

【解析】20 °C、101 kPa 时 SO_3 呈液态, 等体积的 CO_2 与 SO_3 的物质的量不相等, 无法计算质量比, **A 错误**; 配制该 Na_2CO_3 溶液应选择 500 mL 容量瓶, 需称量 $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) =$

关键点

$0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.5 \text{ L} \times 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 5.3 \text{ g}$, **B 正确**; 乙醇溶液的密度比水小, 则等体积的水的质量大于乙醇溶液的质量, 质量分数为 46% 的乙醇溶液与水等体积混合后, 所得溶液中溶质的质量分数小于 23%, **C 正确**; Na_2O_2 、 Na_2O 加入水中分别发生反应 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ 、 $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH}$, Na_2O_2 和 Na_2O 均为 0.1 mol, 反应后都生成了 0.2 mol NaOH, 反应消耗等量的水, 则所得溶液中 NaOH 的质量分数相同, **D 正确**。

关键点

8. D 必刷题型 ③物质的量浓度计算

【解析】 BaCl_2 和 NaCl 的混合溶液 $a \text{ L}$, 将它均分成两份, 每一份 0.5a L, 一份滴加稀硫酸使钡离子完全沉淀, 消耗 $x \text{ mol}$ 硫酸, 说明 0.5a L 溶液中氯化钡的物质的量为 $x \text{ mol}$, 另一份滴加硝酸银溶液使氯离子完全沉淀消耗 $y \text{ mol}$ 硝酸银, 说明 0.5a L 溶液中氯离子的物质的量为 $y \text{ mol}$, $x \text{ mol}$ 氯化钡中氯离子的物质的量为 $2x \text{ mol}$, 则氯化钠中的氯离子的物质的量为 $(y - 2x) \text{ mol}$, 原溶液中钠离子的物质的量为 $2(y - 2x) \text{ mol}$, 故钠离子的浓度为 $\frac{2y - 4x}{a} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, **D 正确**。

9. D 必刷知识 ④物质的量浓度与溶质质量分数的相互换算

【解析】溶质的质量分数 $w = \frac{a}{a+b} \times 100\% = \frac{100a}{a+b}\%$, **A、C 错误**;

$$\text{溶质的物质的量浓度 } c = \frac{1000\rho w}{M} = \frac{1000\rho a}{M(a+b)} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1},$$

B 错误、D 正确。

10. B 必刷题型 ⑤关于物质的量浓度的综合计算

【解析】根据 $c = \frac{1000\rho w}{M}$, 可计算溶液中 $c(\text{HNO}_3) =$

$$\frac{1000 \times 1.42 \times 63\%}{63} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 14.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{A 正确};$$

稀释后溶液中 $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则溶液体积变为原来的 2 倍, 硫酸的密度大于 $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 则原硫酸的体积小于

关键点

100 mL, 稀释时加入水的体积也小于 100 mL, **B 错误**; 2 L 水吸收 2 mol NH_3 , 所得氨水体积不是 2 L, 则浓度不是



$1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 而 2 mol NH_3 溶于水制得 2 L 氨水时, 其浓度为 $\frac{2 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, **C 正确**; $V \text{ L}$ 溶液中 $c(\text{Al}^{3+}) = \frac{a \text{ g}}{27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot V \text{ L}} = \frac{a}{27V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则溶液中 $c(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{a}{27V} \times \frac{3}{2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \frac{a}{18V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, **D 正确**。

刷有所得 关于物质的量浓度计算的常见类型

(1) 标准状况下气体溶于水的计算

$$\left. \begin{array}{l} \text{溶质的物质的量 } n = \frac{V_{\text{气体}}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \\ \text{溶液的体积 } V = \frac{m}{\rho} = \frac{m_{\text{气体}} + m_{\text{溶剂}}}{\rho} \end{array} \right\} c = \frac{n}{V}$$

(2) 溶液稀释

① 溶质的质量在稀释前后保持不变, 即 $m_1 w_1 = m_2 w_2$ 。

② 溶质的物质的量在稀释前后保持不变, 即 $c_1 V_1 = c_2 V_2$ 。

③ 溶液质量守恒, 即 $m(\text{稀}) = m(\text{浓}) + m(\text{水})$ (体积一般不守恒)。

(3) 同种溶质不同物质的量浓度的溶液混合

① 混合前后溶质的质量保持不变, 即 $m_1 w_1 + m_2 w_2 = m_{\text{混}} w_{\text{混}}$ 。

② 混合前后溶质的物质的量保持不变, 即 $c_1 V_1 + c_2 V_2 = c_{\text{混}} V_{\text{混}}$ 。

11. (1) 27.1

(2) AC 浓盐酸

必刷知识 ① 一定物质的量浓度溶液的配制

【解析】 (1) 先算出 FeCl_3 的物质的量 $n(\text{FeCl}_3) = cV = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 \text{ L} = 0.1 \text{ mol}$, 所需 $m(\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = nM = 0.1 \text{ mol} \times 270.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 27.05 \text{ g}$, 托盘天平的精确度为 0.1 g , 故需称量 $27.1 \text{ g FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 配制一定物质的量浓度的溶液需要的仪器有一定规格的容量瓶、烧杯、玻璃棒、胶头滴管等, 用不到坩埚和酸式滴定管; Fe^{3+} 水解的离子方程式为 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$, 加入浓盐酸, 增大 H^+ 浓度, 抑制 Fe^{3+} 水解。

12. (1) 6.3 250 mL 容量瓶

(2) ac

必刷知识 ① 溶液配制实验及误差分析

【解析】 (1) 配制 $240 \text{ mL } 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 CuSO_4 溶液需选择 250 mL 容量瓶, 配制溶液体积为 250 mL , $n(\text{CuSO}_4) = 0.25 \text{ L} \times 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.025 \text{ mol}$, 所需胆矾 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 的质量为 $0.025 \text{ mol} \times 250 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 6.25 \text{ g}$, 托盘天平的精确度为 0.1 g , 故需称量胆矾 6.3 g ; 配制该溶液需要使用的玻璃仪器除烧杯、量筒、玻璃棒、胶头滴管外, 还有 250 mL 容量瓶。

(2) 称取已失去部分结晶水的晶体, 溶质 CuSO_4 偏多, 所配溶液浓度偏高, **a 符合题意**; 未用蒸馏水洗涤烧杯和玻璃棒, 导致部分溶质损失, 所配溶液浓度偏低, **b 不符合题意**; 定容时俯视刻度线, 溶液体积偏小, 所配溶液浓度偏高, **c 符合题意**; 摇匀后液面低于刻度线, 继续滴加蒸馏水, 溶液体积偏大, 所配溶液浓度偏低, **d 不符合题意**。



13. (1) $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

(2) ② ④ ③

(3) A

(4) 250 mL

(5) 偏大

必刷知识 ①离子方程式的书写、溶液配制实验及误差分析等

【解析】(1) 碳酸钙与盐酸反应生成氯化钙、水和二氧化碳, 离子方程式为 $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

(2) 先将研碎的石块置于烧杯中, 配制所需盐酸和 NaOH 溶液, 再向烧杯中加入过量的盐酸使石块溶解, 最后加入 NaOH 溶液中和过量的盐酸, 故正确的操作顺序为①→②→④→③。

(3) 配制 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 稀盐酸时, 需用到量筒、烧杯、玻璃棒、胶头滴管、容量瓶等玻璃仪器, 不需要使用圆底烧瓶。

(4) 进行 4 次实验, 需消耗盐酸 100 mL, 考虑到损失等因素, 配制的盐酸体积应大于 100 mL, 故选择 250 mL 容量瓶。

(5) 定容时仰视刻度线, 会导致配制的盐酸浓度偏低, 消耗 NaOH 溶液体积偏小, 最终测得的碳酸钙的质量分数偏大。

14. (1) 4.0

(2) ACD

(3) ①④⑤

必刷知识 ①物质的量浓度的计算及配制一定物质的量浓度溶液所需的仪器及操作

【解析】(1) 该“84”消毒液中 NaClO 的物质的量浓度为 $\frac{1\ 000\rho w}{M} = \frac{1\ 000 \times 1.19 \times 25\%}{74.5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(2) 取 10 mL 该“84”消毒液稀释至 1 000 mL, 需要的仪器有①烧杯、②玻璃棒、④1 000 mL 容量瓶、⑤量筒、⑥胶头滴管, **A 符合题意**; 配制溶液时需要摇匀溶液, 所以使用前要检查容量瓶是否漏液, **B 不符合题意**; 容量瓶上标有容积、温度和刻度线, 没有浓度, **C 符合题意**; 容量瓶用蒸馏水洗净后, 不需干燥, 可以直接使用, **D 符合题意**; 容量瓶只能用来配制溶液, 不能存放溶液, 使用完毕后, 应洗净、晾干, 对于玻璃磨口瓶塞, 应在瓶塞与瓶口处垫一张纸条, 以免瓶塞与瓶口粘连, **E 不符合题意**。

(3) 用 $18.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的浓硫酸配制 500 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的稀硫酸时, ①用量筒量取 98% 的硫酸时俯视, 导致量取浓硫酸体积偏小, 溶质物质的量偏小, 所配溶液浓度偏低, 符合题意; ②未等稀释后的 H_2SO_4 溶液冷却至室温就转移到容量瓶中, 冷却后溶液体积偏小, 所配溶液浓度偏高, 不符合题意; ③转移前, 容量瓶中含有少量蒸馏水, 对溶质物质的量和溶液体积都不产生影响, 对溶液浓度无影响, 不符合题意; ④转移过程中, 有少量液体溅出, 导致溶质物质的量偏小, 所配溶液浓度偏低, 符合题意; ⑤定容时, 加蒸馏水超过刻度线, 溶液体积偏大, 所配溶液浓度偏低, 符合题意。

教材回溯

配制一定物质的量浓度溶液: ①实验步骤: 计算、称量、溶解(冷却)、移液、洗涤、定容、摇匀、装瓶。②用到的玻璃仪器: 烧杯、玻璃棒、容量瓶(标注规格)、胶头滴管。



真题风向练

15. C 必刷知识 ① 配制实验的步骤及操作

【解析】用 NaCl 固体和浓硫酸制备 HCl 气体需要加热,题图中无加热装置, **A 错误**; 由于 HCl 气体极易溶于水,通入饱和 NaCl 溶液中时应注意防倒吸(可加倒置漏斗),且 HCl 气体应与饱和 NaCl 溶液充分作用,因此 HCl 气体应该从右侧导管通入, **B 错误**; 向饱和 NaCl 溶液中通入大量的 HCl 气体后,饱和 NaCl 溶液中的氯离子浓度大大提升,因此氯化钠溶解平衡向着析出晶体方向移动,若分离晶体和母液,可采取过滤操作, **C 正确**; 配制一定物质的量浓度溶液,定容时,视线应与容量瓶的刻度线相平,题图中俯视刻度线,会让配制的溶液浓度偏高, **D 错误**。

专题 2 以物质的量为中心的计算



基础过关练

1. D 必刷知识 ① 守恒法的应用

【解析】根据质量守恒定律,7.5 mol 氟气反应剩余 4.5 mol,反应了 3 mol 氟气,1.5 mol Xe 与 3 mol 氟气反应,生成物中 Xe 原子与氟原子的物质的量之比为 $1.5 : (3 \times 2) = 1 : 4$,故产物的最简式为 XeF_4 ,分子式无法确定,选 **D 项**。

2. D 必刷题型 ① 与氧化还原反应有关的计算

思路分析

据步骤 II 可知步骤 I 所得溶液 Y 中一定含 Fe^{2+} ,结合 Fe^{2+} 与 Cl_2 的反应 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$,可知 Y 中含 0.02 mol Fe^{2+} ,相当于 X 中含 0.02 mol “FeO”,质量为 1.44 g;则含 $m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 3.04 \text{ g} - 1.44 \text{ g} = 1.6 \text{ g}$,即 $n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0.01 \text{ mol}$ 。

【解析】由思路分析可知,步骤 II 反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$, **A 正确**; 由思路分析可知 Y 中含 0.02 mol Fe^{2+} ,则 X 中也含 0.02 mol Fe^{2+} , **B 正确**; 结合 X 中含 0.02 mol “FeO”和 0.01 mol “ Fe_2O_3 ”,即溶液 Y 中 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 均为 0.02 mol,则 $c(\text{Fe}^{2+}) : c(\text{Fe}^{3+}) = 1 : 1$, **C 正确**; X 中含 0.02 mol “FeO”和 0.01 mol “ Fe_2O_3 ”,则 X 中 Fe、O 原子个数比为 4 : 5,即 X 的组成可表示为 Fe_4O_5 , **D 错误**。

3. B 必刷知识 ① 根据 $n = \frac{m}{M}$ 的相关计算

思路分析

根据 $n = \frac{m}{M}$,假设 NH_4VO_3 的物质的量为 1 mol,则 NH_4VO_3 的质量和相对分子质量的数值是相等的,可以进行质量分数的计算。

【解析】 NH_4VO_3 的相对分子质量为 117, V_2O_5 的相对分子质量为 182,失重质量分数为 $\frac{117 - 182 \times \frac{1}{2}}{117} \times 100\% \approx 22.22\%$, **A 不符合题意**; HVO_3 的相对分子质量为 100,失重质量分数为 $\frac{117 - 100}{117} \times 100\% \approx 14.53\%$, **B 符合题意**; VO_2 的相对分子质量为 83,失重质量分数为 $\frac{117 - 83}{117} \times 100\% \approx 29.06\%$, **C 不符**



合题意; V_2O_3 的相对分子质量为 150, 失重质量分数为 $\frac{117-150 \times \frac{1}{2}}{117} \times 100\% \approx 35.90\%$, **D** 不符合题意。

4. B 必刷题型 ④运用关系式法的相关计算

【解析】步骤 1 加入 $KMnO_4$ 溶液将样品中的 Fe^{2+} 和 $C_2O_4^{2-}$ 氧化为 Fe^{3+} 和 CO_2 , 步骤 2 加入适量锌粉的目的是将溶液中的 Fe^{3+} 完全还原为 Fe^{2+} , 用高锰酸钾溶液滴定滤液中的 Fe^{2+} , 由得失电子守恒, 可得关系式: $5Fe^{2+} \sim KMnO_4$, 滴定消耗 $c \text{ mol} \cdot L^{-1} KMnO_4$ 溶液 $V_2 \text{ mL}$, 则样品中铁元素的质量分数为 $\frac{c \text{ mol} \cdot L^{-1} \times 10^{-3} V_2 L \times 5 \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{m \text{ g}} \times 100\% = \frac{5cV_2 \times 56}{m \times 1000} \times 100\%$, **B** 正确。

5. 25.00(计算过程见解析)

必刷题型 ④运用关系式法的相关计算

【解析】由题干信息可知, 滴定完毕后, 25 mL 样品中所有氯元素均转化为 Cl^- , 反应的关系式为 $2Cl^- \sim (CNO)_3Cl_2Na \sim 2I_2 \sim 4S_2O_3^{2-}$, 即 $n(Cl^-) = \frac{1}{2}n(Na_2S_2O_3) = 0.5 \times 0.1000 \times 20 \times 10^{-3} \text{ mol} = 1 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 则 1.420 0 g 样品中 $n(Cl) = 1 \times 10^{-3} \text{ mol} \times \frac{250.00 \text{ mL}}{25.00 \text{ mL}} = 1 \times 10^{-2} \text{ mol}$, 所以样品的有效氯 = $\frac{1 \times 10^{-2} \text{ mol} \times 35.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1.4200 \text{ g}} \times 100\% = 25.00\%$ 。



进阶突破练

6. B 必刷题型 ④热重曲线分析

题图解读

8.34 g $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 的物质的量为 $\frac{8.34 \text{ g}}{278 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.03 \text{ mol}$, 样品中共含 $m(H_2O) = 0.03 \text{ mol} \times 7 \times 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 3.78 \text{ g}$, 则完全失去结晶水得 $m(FeSO_4) = 8.34 \text{ g} - 3.78 \text{ g} = 4.56 \text{ g}$, 即 373 °C 前为晶体脱水过程; 633 °C 时 $FeSO_4$ 开始分解。

【解析】由铁原子守恒可知, Q 中 Fe 和 O 原子的物质的量之比为 0.03 : $\frac{2.40 - 0.03 \times 56}{16} = 2 : 3$, 即 Q 中的固体为

Fe_2O_3 , 则 $P \rightarrow Q$ 发生的反应为 $2FeSO_4 \xrightarrow{\text{高温}} Fe_2O_3 + SO_2 \uparrow + SO_3 \uparrow$, 产生的是 SO_2 和 SO_3 的混合气体, **A** 错误。由 $FeSO_4 \cdot 7H_2O \rightarrow M$ 过程中, 脱去水分子个数为 $\frac{(8.34 - 6.72) \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.03 \text{ mol}} = 3$, 即 M 为 $FeSO_4 \cdot 4H_2O$; $M \rightarrow N$

过程中, 脱去水分子的个数为 $\frac{(6.72 - 5.10) \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.03 \text{ mol}} = 3$,

即 N 为 $FeSO_4 \cdot H_2O$, 则 $x=4, y=1$, **B** 正确。由以上分析可知, 加热到 633 °C 得到红棕色的 Fe_2O_3 , **C** 错误。检验 Fe_2O_3 中 Fe^{3+} 应用稀硫酸溶解后滴加 KSCN 溶液, **D** 错误。

关键点拨

解答热重曲线类试题, 根据“加热过程中失去结晶水或分解出气体时会引起质量变化, 而金属元素一般留在剩余固体中, 质量始终不变”, 可灵活选择差量法、假设法、相对分子质量法等方法分析。



7. A 必刷题型 ①框图式推断计算

思路分析 结合已知②可知 B 为 O_2 , 红褐色沉淀 D 为 $Fe(OH)_3$, 且 $n[Fe(OH)_3] = 0.1 \text{ mol}$; 根据 Fe^{3+} 守恒可知溶液 C 中含 $n[Fe_2(SO_4)_3] = 0.05 \text{ mol}$, 结合 SO_4^{2-} 守恒得 $n(K_2SO_4) = (0.25 - 0.05 \times 3) \text{ mol} = 0.1 \text{ mol}$, $n(K) = 0.2 \text{ mol}$, 化合物 A 中 $n(O) = \frac{19.8 - 0.2 \times 39 - 0.1 \times 56}{16} \text{ mol} = 0.4 \text{ mol}$, 即 $n(K) : n(Fe) : n(O) = 0.2 : 0.1 : 0.4 = 2 : 1 : 4$, 故 A 的化学式为 K_2FeO_4 。

【解析】根据 A 的化学式并配平化学方程式 $4K_2FeO_4 + 10H_2SO_4 = 2Fe_2(SO_4)_3 + 4K_2SO_4 + 3O_2 \uparrow + 10H_2O$ 可知, 产生 $V(O_2) = n[Fe_2(SO_4)_3] \times \frac{3}{2} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.68 \text{ L}$, **A 正确**; 结合思路分析可知, **B 错误**; 由分析可知溶液中 $n(K_2SO_4) = 0.1 \text{ mol}$, **C 错误**; 钾元素的焰色试验要透过蓝色钴玻璃滤去黄光才能观察到紫色, **D 错误**。

8. BC 必刷知识 ②化学方程式中物质的量的运用

思路分析 由题意可知, 铁和氧化亚铁混合物与稀硝酸反应生成硝酸铁, 反应的化学方程式分别为 $Fe + 4HNO_3 = Fe(NO_3)_3 + NO \uparrow + 2H_2O$ 、 $3FeO + 10HNO_3 = 3Fe(NO_3)_3 + NO \uparrow + 5H_2O$, 反应得到的硝酸铁溶液与氢氧化钠溶液反应生成氢氧化铁沉淀, 设混合物中铁和氧化亚铁的物质的量分别为 $a \text{ mol}$ 、 $b \text{ mol}$, 由混合物的质量可得: $56a + 72b = 27.2$, 由铁原子个数守恒可得: $107(a + b) = 42.8$, 解得 $a = 0.1$ 、 $b = 0.3$; 由化学方程式可知, 反应消耗硝酸的物质的量为 $0.4 \text{ mol} + 1 \text{ mol} = 1.4 \text{ mol}$, 生成一氧化氮的物质的量为 $0.1 \text{ mol} + 0.1 \text{ mol} = 0.2 \text{ mol}$, 过量的硝酸为 $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.5 \text{ L} - 1.4 \text{ mol} = 0.1 \text{ mol}$ 。

【解析】由分析可知, 混合物中铁和氧化亚铁的物质的量之比为 $0.1 \text{ mol} : 0.3 \text{ mol} = 1 : 3$, **A 错误**; 由分析可知, 铁和氧化亚铁混合物与稀硝酸反应得到硝酸和硝酸铁的混合溶液, 向混合溶液中滴加氢氧化钠溶液时, 氢氧化钠溶液先与硝酸反应生成硝酸钠和水, 再与硝酸铁溶液反应生成硝酸钠和氢氧化铁沉淀, 所以沉淀达到最大量时, 溶液中的溶质是硝酸钠, **B 正确**; 由分析可知, 铁和氧化亚铁混合物与稀硝酸反应生成一氧化氮的物质的量为 0.2 mol , 则标准状况下一氧化氮的体积为 $0.2 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 4.48 \text{ L}$, **C 正确**; 由分析可知, 铁和氧化亚铁混合物与稀硝酸反应时, 过量硝酸的物质的量为 0.1 mol , **D 错误**。

9. D 必刷题型 ③氧化还原反应的相关计算

思路分析 根据 $c = \frac{1000\rho w}{M}$ 可知 $c(HNO_3) = \frac{1000 \times 1.40 \times 63\%}{63} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 14 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 50 mL 浓硝酸中含 $n(HNO_3) = 14 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.05 \text{ L} = 0.7 \text{ mol}$ 。合金质量为 1.52 g , 设合金中 Cu 、 Mg 分别为 $x \text{ mol}$ 、 $y \text{ mol}$, 金属离子全部沉淀得到 2.54 g 沉淀, 可得 $64x + 24y = 1.52$ 、 $1.52 + 2 \times 17(x + y) = 2.54$, 联立解得 $x = 0.02$ 、 $y = 0.01$; 设混合气体中 NO_2 和 N_2O_4 分别为 $a \text{ mol}$ 、 $b \text{ mol}$, 由题意得 $a + b = 0.05$, 由得失电子守恒得 $a + 2b = 0.02 \times 2 + 0.01 \times 2$, 解得 $a = 0.04$ 、 $b = 0.01$; 反应中共消耗硝酸为 $0.03 \text{ mol} \times 2 + 0.04 \text{ mol} + 0.01 \text{ mol} \times 2 = 0.12 \text{ mol}$ 。

【解析】溶液中含 $0.7 \text{ mol } HNO_3$, 反应中实际消耗 0.12 mol



HNO_3 , 即与铜镁合金反应后浓硝酸过量, **A 正确**; 由以上分析可知, 混合气体中 $n(\text{NO}_2) = 0.04 \text{ mol}$, **B 正确**; 沉淀达最大量时, 溶液中溶质只有 NaNO_3 , 根据溶液中氮原子守恒, 反应结束后所得溶液中 $n(\text{Na}^+) = 0.7 \text{ mol} - 0.06 \text{ mol} = 0.64 \text{ mol}$, 需加入 NaOH 溶液的体积为 $\frac{0.64 \text{ mol}}{3.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 0.2 \text{ L}$, 即 $V = 200$, **C**

正确; 反应后溶液中 $c(\text{NaNO}_3) \approx \frac{3.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.2 \text{ L}}{0.25 \text{ L}} =$

$2.56 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, **D 错误**。

10. B 必刷知识 ◎ 以物质的量为中心的计算

【解析】酸性条件下铁与硝酸根离子反应生成铁离子、一氧化氮和水, 反应的离子方程式为 $\text{Fe} + \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 由题意可知, 反应前溶液中氢离子、硝酸根离子、铁单质的物质的量分别为 $(1.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 \text{ L} \times 2 + 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.5 \text{ L}) = 3.2 \text{ mol}$ 、 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.5 \text{ L} = 1 \text{ mol}$ 、

$\frac{22.4 \text{ g}}{56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.4 \text{ mol}$, 由离子方程式可知, 反应中铁不足

量, 则反应后溶液中氢离子、硝酸根离子、铁离子的物质的量分别为 $3.2 \text{ mol} - 0.4 \text{ mol} \times 4 = 1.6 \text{ mol}$ 、 $1 \text{ mol} - 0.4 \text{ mol} =$

0.6 mol 、 0.4 mol , 再加入过量的铜发生的反应为 $3\text{Cu} + 2\text{NO}_3^- + 8\text{H}^+ \longrightarrow 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 、 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$, Cu 过量, 且 H^+ 完全反应, NO_3^- 还有剩余, 则反应消耗

铜的质量为 $(1.6 \text{ mol} \times \frac{3}{8} + 0.4 \text{ mol} \times \frac{1}{2}) \times 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} =$

51.2 g , 生成一氧化氮的物质的量为 $1.6 \text{ mol} \times \frac{2}{8} = 0.4 \text{ mol}$,

则最终溶液质量一共增加 $22.4 \text{ g} + 51.2 \text{ g} - (0.4 \text{ mol} + 0.4 \text{ mol}) \times 30 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 49.6 \text{ g}$, **A 错误**; 向稀硝酸与稀硫酸

的混合溶液中加入铁, 可能发生的反应为①酸性条件下铁与硝酸根离子反应生成铁离子、一氧化氮和水, 反应的离子方程式为 $\text{Fe} + \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, ②过量的铁

与溶液中的铁离子先反应生成亚铁离子, 反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \longrightarrow 3\text{Fe}^{2+}$, ③铁单质与溶液中氢离子反应生成亚铁离子和氢气, 反应的离子方程式为 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{2+} +$

$\text{H}_2 \uparrow$, 设加入 1.4 mol 铁生成一氧化氮的物质的量和加入

1.6 mol 铁生成氢气的物质的量都为 $a \text{ mol}$, 由①②离子方程式可知, 加入 1.4 mol 铁, 反应后溶液中的铁离子的物质的量

为 $a \text{ mol} - (1.4 - a) \text{ mol} \times 2 = (3a - 2.8) \text{ mol}$, 由②离子方程式可知, 加入 1.6 mol 铁, 反应消耗铁离子的物质的量为 $(3.2 -$

$2a) \text{ mol}$, 由加入 1.4 mol 铁反应后剩余铁离子的物质的量等于加入 1.6 mol 铁反应消耗的铁离子的物质的量可得 $3a -$

$2.8 = 3.2 - 2a$, 解得 $a = 1.2$, 则加入 1.8 mol 铁反应后, 由③

离子方程式可知, 消耗铁的物质的量为 $a \text{ mol} = 1.2 \text{ mol}$, 则溶液质量增加 $(1.4 + 1.6 + 1.2) \text{ mol} \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} - (1.2 \text{ mol} \times$

$30 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 2.4 \text{ mol} \times 2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) = 194.4 \text{ g}$, **B 正确**;

铁和铝能与盐酸反应生成氢气, 硼和铝能与氢氧化钠溶液

关键点 反应生成氢气, 设合金中铁、铝、硼的物质的量分别为 $a \text{ mol}$ 、 $b \text{ mol}$ 、 $c \text{ mol}$, 由题意可得: ① $a + b + c = 5.9$, 由得失电子守恒和生成氢气的质量可得: ② $2a + 3b = 8.25$ 、③ $3b +$

$3c = 8.25$, 联立解方程可得: $a = 3.15$ 、 $b = 0.65$ 、 $c = 2.1$, 则合金中铁的质量分数为

$\frac{3.15 \text{ mol} \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{3.15 \text{ mol} \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 0.65 \text{ mol} \times 27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 2.1 \text{ mol} \times 11 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 100\% \approx 81.27\%$, **C 错误**; 铁与盐酸反应生成氯化亚铁和氢气, 反应的离子方程式为 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$, 由题意可



知,铁的物质的量为 $\frac{33.6 \text{ g}}{56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.6 \text{ mol}$,若 a 为 1.2,盐酸中氢离子的物质的量为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1.2 \text{ L} = 0.12 \text{ mol}$,反应消耗的铁和生成的亚铁离子的物质的量都为 $0.12 \text{ mol} \times \frac{1}{2} = 0.06 \text{ mol}$,再向溶液中加入稀硝酸,铁先与硝酸反应生成硝酸亚铁、一氧化氮和水,反应的离子方程式为 $3\text{Fe} + 2\text{NO}_3^- + 8\text{H}^+ = 3\text{Fe}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$,反应消耗硝酸的物质的量为 $0.54 \text{ mol} \times \frac{8}{3} = 1.44 \text{ mol}$,生成的亚铁离子能与稀硝酸反应生成硝酸铁、一氧化氮和水,反应的离子方程式为 $3\text{Fe}^{2+} + \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ = 3\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$,反应消耗硝酸的物质的量为 $0.6 \text{ mol} \times \frac{4}{3} = 0.8 \text{ mol}$,则消耗稀硝酸的体积为 $\frac{2.24 \text{ mol}}{0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 22.4 \text{ L}$, $b = 22.4$,所以 $\frac{4}{3}a + b = 1.2 \times \frac{4}{3} + 22.4 = 24$, **D** 错误。

11. (1) $m_3 + m_1 - 2m_2$

(2) $\frac{cVM}{120(m_3 + m_1 - 2m_2)}\%$ 不变 偏大

必刷题型 ⊙ 关系式法在计算中的应用

【解析】(1) CS_2 易挥发,开盖时部分挥发,开盖并计时 1 分钟,挥发出 CS_2 的质量为 $(m_1 - m_2) \text{ g}$,再开盖加入待测样品并计时 1 分钟,又挥发出 $(m_1 - m_2) \text{ g}$ 的 CS_2 ,盖紧称重为 $m_3 \text{ g}$,则样品质量为 $m_3 \text{ g} - m_1 \text{ g} + 2(m_1 - m_2) \text{ g} = (m_3 + m_1 - 2m_2) \text{ g}$ 。

(2) 根据关系式: $\text{WO}_4^{2-} \sim 2\text{IO}_3^- \sim 6\text{I}_2 \sim 12\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$,样品中 $n(\text{WCl}_6) =$

关键点

$$n(\text{WO}_4^{2-}) = \frac{1}{12}n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = \frac{1}{12}cV \times 10^{-3} \text{ mol}, m(\text{WCl}_6) = \frac{1}{12}cV \times 10^{-3} \text{ mol} \times M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = \frac{cVM}{12000} \text{ g}, \text{则样品中 } \text{WCl}_6 \text{ 的质量分数}$$

$$\text{为 } \frac{\frac{cVM}{12000} \text{ g}}{(m_3 + m_1 - 2m_2) \text{ g}} \times 100\% = \frac{cVM}{120(m_3 + m_1 - 2m_2)}\%; \text{称量时若}$$

加入待测样品后,开盖时间超过 1 分钟,挥发的 CS_2 质量增大, m_3 偏小,但 WCl_6 的质量不变,则滴定时消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的体积不变,样品中 WCl_6 质量分数测定值将偏大。

刷有所得 利用关系式法进行计算时,关键是能以几个反应中的相关物质为“桥梁”,结合化学计量数的对应关系,找到起始反应物和最终生成物的物质的量关系。

真题风向练

12. C 必刷题型 ⊙ 电子守恒法的应用

【解析】由题中 NO_3^- 转化为对环境无害的物质可知, X 为 N_2 , NO_2 是有害气体, **A** 错误;分析题给反应可知, CH_3OH 变为 CO_2 , 碳元素化合价升高,则 CH_3OH 为还原剂,而臭氧具有强氧化性,常作氧化剂, **B** 错误; NO_3^- 为氧化剂,得电子生成 N_2 , CH_3OH 为还原剂,失电子生成 CO_2 ,根据原子守恒和得失电子守恒可配平反应的化学方程式: $6\text{H}^+ + 5\text{CH}_3\text{OH} + 6\text{NO}_3^- = 5\text{CO}_2 \uparrow + 3\text{N}_2 \uparrow + 13\text{H}_2\text{O}$,则氧化剂和还原剂的物质的量之比为 6:5, **C** 正确;由反应原理可知,生成 1 mol CO_2 ,反应转移 6 mol 电子,若生成标准状况下的 CO_2 气体 11.2 L (即 0.5 mol),反应转移的电子数为 $3N_A$, **D** 错误。

13. 80%

必刷题型 ⊙ 关系式法、守恒法在计算中的应用



【解析】固体加热产生的气体 H_2O 、 CO_2 分别被无水 CaCl_2 和 NaOH 溶液吸收。 NaOH 溶液增重 0.088 g , 那么

$$n(\text{CO}_2) = \frac{0.088\text{ g}}{44\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.002\text{ mol}, \text{ 根据关系式 } 2\text{NaHCO}_3 \sim \text{CO}_2 \text{ 可得, } n(\text{NaHCO}_3) = 0.004\text{ mol}, m(\text{NaHCO}_3) = 0.004\text{ mol} \times 84\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.336\text{ g}, \text{ 则白色晶体中 } \text{NaHCO}_3 \text{ 的质量分数} = \frac{0.336\text{ g}}{0.42\text{ g}} \times 100\% = 80\%。$$

第2章 ▶ 真题综合测试

1. D 必刷知识 ⊙酸碱中和滴定实验基本操作及步骤、配制实验的步骤及操作

【解析】用 HCl 标准溶液滴定 NaOH 溶液时,眼睛应注视锥形瓶中溶液,以便观察溶液颜色的变化从而判断滴定终点, **A 正确**;浓硫酸的密度比水大,且浓硫酸溶于水放热,稀释浓硫酸时应将浓硫酸沿烧杯内壁缓缓倒入水中,并用玻璃棒不断搅拌, **B 正确**; NaCl 的溶解度随温度变化不大,故可利用蒸发结晶从 NaCl 溶液中获得 NaCl 晶体, **C 正确**;配制一定物质的量浓度的溶液时,玻璃棒引流时其下端应靠在容量瓶刻度线以下,且定容时当液面离刻度线 $1 \sim 2\text{ cm}$ 时,应改用胶头滴管滴加蒸馏水, **D 错误**。

2. A 必刷题型 ⊙阿伏加德罗常数的应用

【解析】 $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$ 中单键均为 σ 键,碳碳三键中含有 1 个 σ 键和 2 个 π 键,则 1 个 $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$ 中含有 3 个 σ 键, 26 g 即 1 mol $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$ 中含有 σ 键的数目为 $3N_A$, **A 正确**; NH_4^+ 在水溶液中会发生水解反应,则 $1\text{ L } 1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NH_4NO_3 溶液中含有的 NH_4^+ 数目小于 N_A , **B 错误**; 1 mol CO 和 H_2 的混合气体含有的分子数目为 N_A , **C 错误**;未指明所处的状况,无法用标准状况下的气体摩尔体积计算生成 H_2 的物质的量,故无法计算转移的电子数目, **D 错误**。

3. A 必刷题型 ⊙阿伏加德罗常数的应用

【解析】 $2.2\text{ g } ^3\text{H}_2\text{O}$ (物质的量为 $\frac{2.2\text{ g}}{22\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1\text{ mol}$) 所含的电子的物质的量为 $0.1\text{ mol} \times 10 = 1\text{ mol}$, 电子数目为 N_A , **A 正确**; ClO^- 为弱酸根离子,在溶液中部分水解为次氯酸和氢氧根离子,故 $1\text{ L } 0.1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaClO 溶液中 ClO^- 的数目小于 $0.1N_A$, **B 错误**;过量 C 与 1 mol SiO_2 充分反应生成硅单质和 CO , Si 化合价由 $+4$ 变为 0 , 则反应转移电子数目为 $4N_A$, **C 错误**;甲烷与氯气发生取代反应时,每个 Cl_2 分子参与反应取代烃基中 1 个 H 原子,同时生成 1 分子 HCl , 则 1 mol Cl_2 与足量 CH_4 发生取代反应生成 HCl 分子的数目为 N_A , **D 错误**。

关键点拨 C 项中只需要计算 1 mol SiO_2 充分反应生成硅单质时 Si 原子得到的电子数即可。

4. A 必刷题型 ⊙阿伏加德罗常数的应用

【解析】 44 g (即 1 mol) CO_2 中 σ 键的数目为 $2N_A$, **A 正确**; KO_2 由 K^+ 和 O_2^- 构成, 1 mol KO_2 晶体中离子的数目为 $2N_A$, **B 错误**; CO_3^{2-} 在水溶液中会发生水解: $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$, 故 $1\text{ L } 1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ K_2CO_3 溶液中 CO_3^{2-} 的数目小于 N_A , **C 错误**;该反应中部分氧元素化合价由 -0.5 价升至 0 价,部分氧元素化合价由 -0.5 价降至 -2 价, 则每 4 mol KO_2 参加反应转移 3 mol 电子, 每转移 1 mol 电子生成 O_2 的数目为 N_A , **D 错误**。

5. D 必刷考点 ⊙阿伏加德罗常数的应用

【解析】未说明气体所处状况,无法计算 $^{15}\text{N}_2$ 的物质的量, **A 错误**;石墨中碳原子采取 sp^2 杂化,每个碳原子有 3 个电子参与



杂化,故 12 g(即 1 mol)石墨中 sp^2 杂化轨道含有的电子数为 $3N_A$,**B 错误**;1 个双键中含有 1 个 σ 键、1 个 π 键,则 1 mol $[N \equiv C \equiv N]^{2-}$ 含有的 π 键数为 $2N_A$,**C 错误**;根据题给化学方程式可知,N 元素由 0 价降低到 -3 价,C 元素由 0 价升高到 +4 价,H 元素由 -1 价升高到 0 价,故生成 1 mol H_2 时,总反应转移电子数为 $6N_A$,**D 正确**。

6. A 必刷题型 阿伏加德罗定律的应用

【解析】镁条在空气中充分燃烧时,镁被氧化为 MgO ,根据题

意 $n(Mg) = \frac{2.4 g}{24 g \cdot mol^{-1}} = 0.1 mol$,则转移的电子数目为

$0.2N_A$,**A 正确**; $Fe + 2H^+ \rightleftharpoons Fe^{2+} + H_2 \uparrow$,根据题意 $n(Fe) =$

$\frac{5.6 g}{56 g \cdot mol^{-1}} = 0.1 mol$, $n(H^+) = 1 mol \cdot L^{-1} \times 0.1 L = 0.1 mol$,

由此可知,铁粉过量,应按 $n(H^+)$ 计算产生的气体分子数目,

易错点

根据关系式: $2H^+ \sim H_2 \uparrow$,产生的氢气分子数目为 $0.05N_A$,**B**

错误; SO_2 与 O_2 的反应为可逆反应,反应物不能完全转化为

关键点

生成物,故生成的 SO_3 分子数目无法计算,**C 错误**;1.7 g NH_3

完全溶于 1 L H_2O 发生可逆反应: $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_3 \cdot$

H_2O ,根据题意 $n(NH_3) = \frac{1.7 g}{17 g \cdot mol^{-1}} = 0.1 mol$,则生成的

$NH_3 \cdot H_2O$ 微粒数目小于 $0.1N_A$,**D 错误**。

7. D 必刷题型 阿伏加德罗常数的应用

【解析】 $H_2^{18}O$ 中,H 的中子数为 0, ^{18}O 的中子数为 $18-8=10$,

1 个 $H_2^{18}O$ 分子中含有的中子数为 10,则 0.1 mol $H_2^{18}O$ 中含

有的中子数为 $1.0N_A$,**A 错误**;67.5 g ClO_2 的物质的量为

1 mol,由题给化学方程式可得关系式: $2ClO_2 \sim 2e^-$,则每生成

1 mol ClO_2 转移电子数为 $1.0N_A$,**B 错误**; $H_2C_2O_4$ 溶液的体

积未知,且 $H_2C_2O_4$ 为弱酸,**C 错误**;标准状况下,22.4 L CO_2

的物质的量为 1 mol, CO_2 的结构式为 $O=C=O$,1 个 CO_2 分

子中含有 2 个 σ 键,则 1 mol CO_2 中含 σ 键的数目为 $2.0N_A$,

D 正确。

刷有所得 H、D、T 即 1H 、 2H 、 3H ,质子数均为 1,中子数分别为 0、1、2,三者互为同位素,由于它们的核外电子排布相同,故具有相似的化学性质。

8. D 必刷知识 一定物质的量浓度的配制、粗盐提纯实验

【解析】配制一定物质的量浓度 $NaCl$ 溶液时,需要使用托盘

天平称取一定质量的 $NaCl$ 固体,然后在烧杯中溶解,再转移到

一定规格的容量瓶中,①⑤⑥符合题意;粗盐提纯时,过滤

需要用到烧杯,蒸发溶液获得 $NaCl$ 晶体时需用到酒精灯,⑥

⑧符合题意;综上,**D 正确**。

9. D 必刷考点 阿伏加德罗常数的应用

【解析】 NH_4Cl 是离子化合物,由 NH_4^+ 和 Cl^- 构成, NH_4^+ 内部

N 与 H 之间形成共价键,1 mol NH_4^+ 含有的共价键数目为

$4N_A$,**A 错误**; $2NaHCO_3 \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 \uparrow$,1 mol

$NaHCO_3$ 完全分解,得到的 CO_2 分子数目为 $0.5N_A$,**B 错误**;

HCO_3^- 在溶液中会水解,1 L $1 mol \cdot L^{-1} NaHCO_3$ 溶液中 HCO_3^-

的数目小于 N_A ,**C 错误**;1 mol NH_4Cl 或 1 mol $NaCl$ 均含有

1 mol Cl^- 、28 mol 质子, $NaCl$ 和 NH_4Cl 的混合物中含 1 mol

Cl^- 时,混合物中质子数为 $28N_A$,**D 正确**。

10. A 必刷考点 有机醇中羟基含量测定

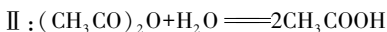
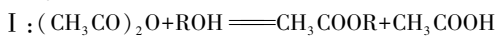
【解析】根据材料信息,实际滴定过程为 $NaOH$ 滴定溶液中的

CH_3COOH , $(CH_3CO)_2O$ 醇解与水解均会生成

CH_3COOH 。设 $m g$ 样品中 ROH 的物质的量为 $a mol$,实验



中加入 $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ 的物质的量为 $b \text{ mol}$, 第一次滴定前 $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ 反应过程如下:



第二次滴定前 $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ 水解生成的 CH_3COOH 的物质的量为 $2b \text{ mol}$; 根据关系式: $\text{NaOH} \sim \text{CH}_3\text{COOH}$, 针对两次滴定可列式如下:

$$\begin{cases} 2(b-a) \text{ mol} + a \text{ mol} = cV_1 \times 10^{-3} \text{ mol} \\ 2b \text{ mol} = cV_2 \times 10^{-3} \text{ mol} \end{cases}$$

解得 $a = c(V_2 - V_1) \times 10^{-3}$, 则 $m \text{ g}$ 样品中 $-\text{OH}$ 的质量为 $c(V_2 - V_1) \times 10^{-3} \text{ mol} \times 17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 17c(V_2 - V_1) \times 10^{-3} \text{ g}$, $m \text{ g}$ 样品中

羟基含量(质量分数)为 $\frac{17c(V_2 - V_1) \times 10^{-3} \text{ g}}{m \text{ g}} \times 100\% =$

$$\frac{17c(V_2 - V_1)}{1000m} \times 100\%, \text{故 A 正确。}$$

11. i. BD ii. $\frac{c_1 V_1}{V_0}$

必刷考点 ⊙ 滴定实验及计算

【解析】i. 用 Na_2CO_3 固体配制溶液, 该过程中需要用到烧杯, 用滴定法测定碳酸钠的浓度, 结合题给信息可知滴定使用的标准液是盐酸, 应用酸式滴定管滴定。ii. 用盐酸标准溶液滴定碳酸钠溶液, 由题给信息可知, 达到滴定终点时, CO_3^{2-} 转化为 HCO_3^- , 则滴定过程中 HCl 与 Na_2CO_3 按物质的量之比 1:1 发生反应, 消耗的 HCl 的物质的量为 $c_1 V_1 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 则 $V_0 \text{ mL}$ 碳酸钠溶液的物质的量浓度为 $\frac{c_1 V_1}{V_0} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

12. $\frac{1000(m_1 - m_2)}{108cV}$ AB

必刷知识 ⊙ 关系式法的应用

【解析】滴定过程中 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} , 自身被还原成 Cr^{3+} , 根据得失电子守恒列关系式: $6\text{Fe}^{2+} \sim \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, 则 $m_1 \text{ g}$ 样品中 $n(\text{FeCl}_2) = 6n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = 6cV \times 10^{-3} \text{ mol}$; $m_1 \text{ g}$ 样品中结晶水的质量为 $(m_1 - m_2) \text{ g}$, 结晶水的物质的量为 $\frac{m_1 - m_2}{18} \text{ mol}$, 则有

$$n(\text{FeCl}_2) : n(\text{H}_2\text{O}) = 1 : n = (6cV \times 10^{-3} \text{ mol}) : \left(\frac{m_1 - m_2}{18} \text{ mol} \right), \text{解得}$$

$$n = \frac{1000(m_1 - m_2)}{108cV}。 \text{样品中含少量 FeO 杂质, 溶于稀硫酸后}$$

生成 Fe^{2+} , 单位质量对应物质的量: $\text{FeO} > \text{FeCl}_2$, 导致消耗的 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液的体积偏大, 使 n 的测量值偏小, **A 正确**; 样品与 SOCl_2 反应时失水不充分, 则 m_2 偏大, 使 n 的测量值偏小, **B 正确**; 实验 I 称重后, 样品发生了潮解, 消耗的 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液的体积不变, n 的测量值不变, **C 错误**; 滴定达到终点时发现滴定管尖嘴内有气泡生成, 导致测得的消耗 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液的体积偏小, V 偏小, 使 n 的测量值偏大, **D 错误**。

13. ①a e d f ②抑制 Fe^{3+} 水解, 减小实验误差 ③99.20%

必刷考点 ⊙ 操作及相关计算等

【解析】①润洗时, 滴定管尖嘴部分也需要润洗, 故选 a。先加 25.00 mL 待测溶液, 后加 25.00 mL $4.000 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ AgNO_3 标准溶液, 两者充分反应后, 再以 NH_4SCN 标准溶液回滴剩余的 Ag^+ , 指示剂应与 NH_4SCN 反应有明显现象, 故选用



$\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液作指示剂,其中的 Fe^{3+} 可以与 NH_4SCN 溶液中的 SCN^- 反应生成红色的配合物 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$,故滴定至溶液呈浅红色。综上所述,补全的操作步骤依次是 a、e、d、f。② Fe^{3+} 和 Al^{3+} 均易发生水解, $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液中含有 Fe^{3+} ,要利用 Fe^{3+} 与 NH_4SCN 标准溶液的反应来判断滴定终点,为防止影响滴定终点的判断,加入稀酸抑制 Fe^{3+} 水解,减小实验误差。③由滴定步骤可知, AgNO_3 标准溶液分别与 AlI_3 溶液中的 I^- 、 NH_4SCN 标准溶液中的 SCN^- 发生反应生成 AgI 和 AgSCN ;由元素守恒可知, $n(\text{AgNO}_3) = n(\text{AgI}) + n(\text{AgSCN})$,则 $n(\text{AgI}) = n(\text{AgNO}_3) - n(\text{AgSCN}) = n(\text{AgNO}_3) - n(\text{NH}_4\text{SCN})$;三次滴定消耗 NH_4SCN 标准溶液的平均体积为 25.60 mL,则 $n(\text{AgI}) = n(\text{AgNO}_3) - n(\text{NH}_4\text{SCN}) = 25.00 \times 10^{-3} \text{ L} \times 4.000 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 25.60 \times 10^{-3} \text{ L} \times 1.000 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 7.440 \times 10^{-4} \text{ mol}$,所以 $n(\text{AlI}_3) = \frac{1}{3}n(\text{AgI}) = \frac{1}{3} \times 7.440 \times 10^{-4} \text{ mol} = 2.480 \times 10^{-4} \text{ mol}$,因此,产品纯度 = $\frac{2.480 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 408 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1.0200 \text{ g} \times \frac{25.00 \text{ mL}}{250 \text{ mL}}} \times 100\% = 99.20\%$ 。

14. (1)AD (2)浓硫酸 防倒吸

(3)保持气流不断,溶液变为浅蓝色后,30 s 内不褪色

0.192V

a

(4)催化 I_2 受热升华 不变

必刷考点 ①实验综合,涉及溶液配制,氧化还原滴定的终点判断、计算及误差分析,实验装置的作用等

【解析】(1)配制 1 000 mL 一定物质的量浓度溶液需要用到的玻璃仪器有玻璃棒、烧杯、胶头滴管、1 000 mL 容量瓶。

(2) O_2 可用浓硫酸干燥,磨砂浮子可起到防倒吸的作用。

(3)当不再有 SO_2 进入 F 且 F 内 SO_2 全部消耗完时,继续滴加 KIO_3 碱性标准溶液,生成的 I_2 不发生反应,则溶液显浅蓝色且不再消退;经稀释后得到的 KIO_3 碱性标准溶液中

$$c(\text{IO}_3^-) = \frac{0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 20.00 \times 10^{-3} \text{ L}}{1000 \times 10^{-3} \text{ L}} = 0.0020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1};$$

据反应的化学方程式可得关系式: $\text{IO}_3^- \sim 3\text{I}_2 \sim 3\text{SO}_2$, 则 $n(\text{SO}_2) = 3n(\text{IO}_3^-) = 3 \times 0.0020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V \times 10^{-3} \text{ L} = 6V \times 10^{-6} \text{ mol}$, 根据原子守恒, 样品中硫元素的质量分数 = $\frac{6V \times 10^{-6} \text{ mol} \times 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{a \times 10^{-3} \text{ g}} = \frac{0.192V}{a}$ 。

(4)根据信息“产生粉尘而促进 SO_3 的生成”可知粉尘是 SO_2 与 O_2 反应的催化剂;气体未充分冷却,温度高使得 I_2 受热升华,逸出溶液,消耗标准溶液增多,测定结果偏大;根据氧化还原反应中得失电子守恒可知,两种途径中分别存在关系式: $\text{IO}_3^- \sim 3\text{SO}_2$ 、 $\text{IO}_3^- \sim 3\text{I}_2 \sim 3\text{SO}_2$, 即不论是否经过 I_2 , 反应 1 mol IO_3^- 均消耗 3 mol SO_2 , 故测定结果不变。