

第二章 物质的量

第1节 物质的量 气体摩尔体积

刷基础

1. C 考查点 有关阿伏加德罗常数的计算

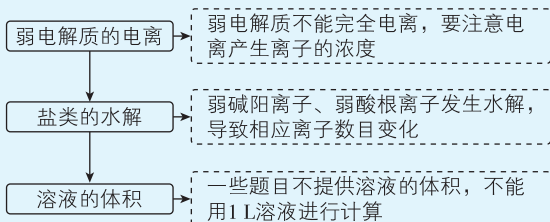
【解析】 NH_4Cl 中 $\text{N}-\text{H}$ 为共价键, NH_4^+ 与 Cl^- 之间形成离子键, $1 \text{ mol } \text{NH}_4\text{Cl}$ 含有的共价键数目为 $4N_A$, A 错误; $1 \text{ mol } \text{NaHCO}_3$ 完全分解, 生成 0.5 mol 二氧化碳, 得到的 CO_2 分子数目为 $0.5N_A$, B 错误; Na^+ 和 NH_4^+ 含有的质子数都是 11, Cl^- 所含质子数为 17, NaCl 和 NH_4Cl 的混合物中含 $1 \text{ mol } \text{Cl}^-$, 则含 Na^+ 和 NH_4^+ 的总物质的量为 1 mol , 混合物中质子数为 $28N_A$, C 正确; HCO_3^- 既发生水解又发生电离, 体积为 1 L 的

关键点

$1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaHCO}_3$ 溶液中, HCO_3^- 数目小于 N_A , D 错误。

考点拓展

紧扣“电解质变化”, 跳出“电解质溶液”陷阱



2. A 考查点 阿伏加德罗常数相关计算

【解析】 $0.1 \text{ mol } \text{Na}_2\text{O}_2$ 中含 0.2 mol 阳离子 (Na^+) 和 0.1 mol 阴离子 (O_2^{2-}), A 正确; 标准状况下, CH_3OH 为液体, 不能用气体摩尔体积计算, B 错误; SO_2 与 O_2 发生可逆反应生成 SO_3 , $0.5 \text{ mol } \text{SO}_2$ 不能完全反应, 转移的电子数小于 N_A , C 错误; 计算 Na_2SO_4 溶液中含有的氧原子数时, 还需要考虑水中的氧原子, D 错误。

3. A 考查点 有关阿伏加德罗常数的计算

【解析】 $1 \text{ mol } \text{NH}_4\text{NO}_3$ 完全溶于水, 所得溶液中含氮微粒为 NH_4^+ 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 NO_3^- , 根据氮元素守恒, 含氮元素微粒总数为 $2N_A$, A 正确; $1 \text{ mol } \text{Cu}$ 和足量浓硝酸反应生成 NO_2 的物质的量为 2 mol , 但部分二氧化氮会在常温下转化为四氧化二氮, 所以收

关键点

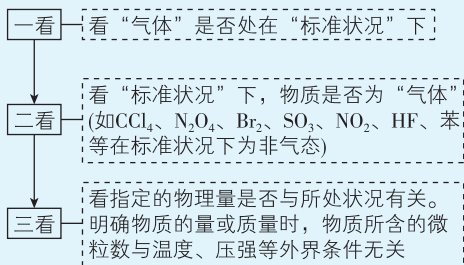
集的 NO_2 分子数小于 $2N_A$, B 错误; $\text{pH}=13$ 的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中 $c(\text{OH}^-) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $1.0 \text{ L } \text{pH}=13$ 的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中, 含有 OH^- 的数目为 $0.1N_A$, C 错误; CCl_4 在标准状况下为液体, 且其为

关键点

分子晶体, 不存在 Cl^- , D 错误。

方法技巧

跳出利用“气体摩尔体积”进行计算的陷阱



4. D 考查点 有关阿伏加德罗常数的计算

【解析】 NaF 溶液中, F^- 发生水解, 故含有 $0.1 \text{ mol } \text{F}^-$ 的 NaF 溶液中, Na^+ 的数目大于 $0.1N_A$, A 错误; $0.1 \text{ L } 3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NH_4NO_3 溶液中存在电荷守恒 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{NO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$, 则物质的量也满足 $n(\text{NH}_4^+) + n(\text{H}^+) = n(\text{NO}_3^-) + n(\text{OH}^-)$, 因 $n(\text{NO}_3^-) = 0.1 \text{ L} \times 3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.3 \text{ mol}$, 所以该溶液中 NH_4^+ 与 H^+ 的数目之

和大于 $0.3N_A$, B 错误; CH_4 和 Cl_2 在光照下反应可以生成 CH_3Cl 、 CH_2Cl_2 、 CHCl_3 和 CCl_4 四种有机产物,则 $1.0 \text{ mol } \text{CH}_4$ 与 $1.0 \text{ mol } \text{Cl}_2$ 在光照下反应生成的 CH_3Cl 分子数小于 N_A , C 错误;核反应 ${}_Z^N\text{X} + {}_0^1\text{n} \longrightarrow {}_P^7\text{Y} + {}_2^4\text{He}$, Y 的质量数为 7 且 Y 的质子数比中子数少 1,可知 $P=3$, X 的质量数 N 为 $4+7-1=10$, X 的质子数 $Z=3+2-0=5$,由质量数=质子数+中子数得 X 的中子数是 5, 10 g (即 1 mol) X 对应的中子数为 $5N_A$, D 正确。

5. D 考查点 有关阿伏加德罗常数的计算

【解析】 FeSO_4 是强酸弱碱盐, Fe^{2+} 在溶液中水解 $\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+$, 使溶液中的阳离子数目增多, 则 $1 \text{ L } 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 FeSO_4 溶液含有的阳离子数大于 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 \text{ L} \times N_A \text{ mol}^{-1} = N_A$, A 正确; 由题给结构可知, 1 个三聚 SO_3 分子中含有的 σ 键数目为 12, 则 0.5 mol 三聚 SO_3 分子中含有的 σ 键数目为 $0.5 \text{ mol} \times 12 \times N_A \text{ mol}^{-1} = 6N_A$, B 正确; 由题意可知, 绿矾受热分解的化学方程式为 $2\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{SO}_3 \uparrow + 14\text{H}_2\text{O} \uparrow$, 反应生成 $1 \text{ mol } \text{Fe}_2\text{O}_3$ 时, 转移 2 mol 电子, 则生成 $16 \text{ g } \text{Fe}_2\text{O}_3$ 时, 转移电子数为 $\frac{16 \text{ g}}{160 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 \times N_A \text{ mol}^{-1} = 0.2N_A$, C 正确; SO_2 所处状况未知, 无法用标准状况下气体摩尔体积来计算 22.4 L 二氧化硫的物质的量, 且二氧化硫与水的反应为可逆反应, 不可能进行完全, 所以无法计算溶液中 H_2SO_3 、 HSO_3^- 、 SO_3^{2-} 的数目总和, D 错误。

6. B 考查点 有关阿伏加德罗常数的计算

【解析】题目没有标明是在标准状况下, 无法计算 22.4 L 氯气的

关键点

物质的量, 且氯气与水的反应为可逆反应, 氯气不能全部转化, 无法计算转移电子数, A 错误; $1 \text{ mol } \text{SiO}_2$ 晶体中含有 $4N_A$ 个

关键点

$\text{Si}-\text{O}$ 键, 1 个 Si 原子形成 4 个 $\text{Si}-\text{O}$ 键, 且不与其他 Si 原子共用, $6 \text{ g } \text{SiO}_2$ 晶体的物质的量为 0.1 mol , 含有的 $\text{Si}-\text{O}$ 键数目为 $0.4N_A$, B 正确; 乙醇的质量为 $100 \text{ g} \times 46\% = 46 \text{ g}$, 物质的量是 $\frac{46 \text{ g}}{46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \text{ mol}$, 含 $\text{O}-\text{H}$ 键的数目为 N_A , 水的质量为 $100 \text{ g} - 46 \text{ g} = 54 \text{ g}$, 物质的量是 $\frac{54 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 3 \text{ mol}$, 含 $\text{O}-\text{H}$ 键的数目为 $6N_A$, 则该溶液中含 $\text{O}-\text{H}$ 键的数目为 $7N_A$, C 错误; O_2 和 O_3 均是氧原子构成的分子, 常温常压下, $64 \text{ g } \text{O}_2$ 和 O_3 的混合气体所含氧原子的物质的量是 $\frac{64 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 4 \text{ mol}$, 所含氧原子数目为 $4N_A$, D 错误。

知识归纳

一些特殊物质中的化学键数目

物质	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$	P_4 (P—P)	Si (Si—Si)	SiO_2 (Si—O)	石墨	金刚石
每摩尔含共价键数目	$(3n+1)N_A$	$6N_A$	$2N_A$	$4N_A$	$1.5N_A$	$2N_A$

刷提分

1. A 考查点 有关阿伏加德罗常数的计算

【解析】1 个甲醇分子中有 5 个共价键 (1 个 $\text{C}-\text{O}$ 键、3 个 $\text{C}-\text{H}$ 键和 1 个 $\text{O}-\text{H}$ 键), 1 mol 甲醇中含有共价键数目为 $5N_A$, A 正确; 标准状况下, NO_2 会与 N_2O_4 形成动态平衡, 且二者混合物主要呈现液态, 则标准状况下, 2.24 L NO 和 NO_2 混合气体中气体组成不确定, 无法计算氮原子数目, B 错误; NO_2^- 完全转化为 N_2 ,

N 元素从 +3 价降低到 0 价, 得到 3 个电子, 4.6 g NO_2^- (即 0.1 mol) 完全转化为 N_2 转移的电子数为 $0.3N_A$, C 错误;
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 被还原为 Cr^{3+} 时, Cr 元素由 +6 价降低到 +3 价, 则 1 mol

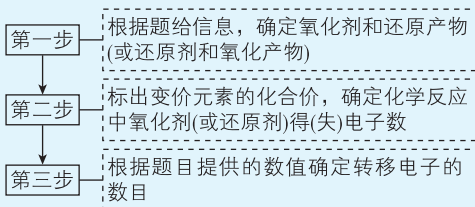
关键点

$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 被还原为 Cr^{3+} 转移的电子数为 $6N_A$, D 错误。

方法技巧

抓住“价态变化”, 跳出“转移电子”陷阱

三步确定氧化还原反应中转移电子数目:



2. D 考查点 ▶ 阿伏加德罗常数的应用

【解析】 4.6 g Na 的物质的量为 0.2 mol , $0.1 \text{ L } 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸中含有 0.1 mol HCl , Na 与 HCl 等比例反应生成氢气后还有剩余, Na 再与水反应生成氢气, 由于两个反应中的化学计量关系均为 $n(\text{Na}) : n(\text{H}_2) = 2 : 1$, 故充分反应后产生气体的分子数目为 $0.1N_A$, A 错误; 标准状况下, 2.24 L NO 与 1.12 L O_2 的物质的量分别为 0.1 mol 、 0.05 mol , 二者恰好反应生成 0.1 mol NO_2 , NO_2 部分转化为 N_2O_4 , 因此混合后的分子数目小于 $0.1N_A$, B 错误; 电解 CuCl_2 溶液, 阴极首先发生还原反应 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}$, 当阴极产生气体, 说明 Cu^{2+} 已完全放电, 后续发生反应 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 \uparrow$, 由 H^+ 放电生成 0.1 mol H_2 转移电子数为 $0.2N_A$, 所以整个过程外电路中通过电子的数目大于 $0.2N_A$, C 错误; CH_3COOH 和 HCHO 的最简式均为 CH_2O , $3 \text{ g "CH}_2\text{O"}$ 的物质的量为 0.1 mol , 故含有的碳原子数目为 $0.1N_A$, D 正确。

3. C 考查点 ▶ 有关阿伏加德罗常数的计算

【解析】 $46 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 的物质的量为 1 mol , 乙醇与醋酸的酯化反应为可逆反应, 因此 1 mol 乙醇酯化生成乙酸乙酯分子的数目小于 N_A , A 错误; 标准状况下, SO_3 是固体, 22.4 L SO_3 的物质的量

易错点

不是 0.1 mol , B 错误; 乙烯、丙烯的最简式均为 CH_2 , 则 14 g 乙烯和丙烯的混合气体中原子总数为 $3N_A$, C 正确; 标准状况下 HF

关键点

不是气体, 不能根据标准状况下的气体摩尔体积计算其所含氟原子的数目, D 错误。

4. D 考查点 ▶ 阿伏加德罗常数与物质结构相结合的计算

【解析】 质量为 3.0 g 的 $-\text{CH}_3$ (甲基) 含电子数为 $\frac{3 \text{ g}}{15 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times (6+3)N_A \text{ mol}^{-1} = 1.8N_A$, A 错误; $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_3\text{CO}]^+$ 中 Cu 与 NH_3 、CO 之间的配位键为 σ 键, NH_3 中 N、H 之间的共价键为 σ 键, CO

关键点

中 C、O 之间的共价键为 σ 键, 故 $1 \text{ mol } [\text{Cu}(\text{NH}_3)_3\text{CO}]^+$ 中 σ 键的个数为 $(4+3 \times 3+1)N_A = 14N_A$, B 错误; 浓盐酸与二氧化锰的反应为

$\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 浓盐酸浓度降低

关键点

时不再与二氧化锰反应, 故含 0.2 mol HCl 的浓盐酸不能完全反应, 生成 Cl_2 的物质的量小于 0.05 mol , C 错误; 已知 Na_2HPO_3 为

关键点

正盐, 则 H_3PO_3 为二元酸, $1 \text{ mol H}_3\text{PO}_3$ 含羟基数为 $2N_A$, D 正确。

易错警示

本题 B 选项中, 须注意配位键也属于 σ 键; D 选项中要理解 Na_2HPO_3 为正盐, 则表示 H_3PO_3 为二元酸。

5. B 考查点 ▶ 阿伏加德罗常数的应用

思路分析

NH_3 与 O_2 在催化剂、加热条件下反应生成的 X 为 NO ; NO 与 O_2 反应生成的 Z 为 NO_2 ; NO 被还原酶 I 还原成的 Y 还可以继续被还原酶 II 还原, 则 Y 为 N_2O 。

【解析】 常温下, 1 L $\text{pH} = 11$ 的氨水中, $c(\text{H}^+) = 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $c(\text{OH}^-) = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $n(\text{OH}^-) = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ mol}$, 数目为 $10^{-3} N_A$, A 正确; NO_2 体系中存在平衡: 2NO_2

易错点

$\rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$, 无法准确计算 NO_2 的物质的量, B 错误; 反应①的化学方程式为 $4\text{NH}_3 + 6\text{NO} \xrightarrow{\text{一定条件}} 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$, 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, 转移的电子数为 $2.4 N_A$, C 正确; 标准状况下, 2.24 L N_2O 的物质的量为 0.1 mol, 每个 N_2O 中有 22 个质子, 则 2.24 L N_2O 中含质子的物质的量为 2.2 mol, 数目为 $2.2 N_A$, D 正确。

6. A 创新点 ▶ 混盐的分析

【解析】 混盐 $\text{Na}_4\text{S}_2\text{O}_3$ 可写成 $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{S}$, 由反应 $2\text{Na}_4\text{S}_2\text{O}_3 +$

关键点

$4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 4\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 可知, 混盐 $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{S}$ 中 Na_2S 失去 2 个电子生成 S, Na_2SO_3 得到 4 个电子生成 S, 则每生成 3 mol S 转移电子的物质的量为 4 mol, 故每产生 9.6 g (即 0.3 mol) S, 转移 $0.4 N_A$ 个电子, A 错误; 由 $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{S} \rightleftharpoons 4\text{Na}^+ + \text{SO}_3^{2-} + \text{S}^{2-}$ 可知, 1 mol $\text{Na}_4\text{S}_2\text{O}_3$ 中共含 $6 N_A$ 个离子, B 正确; $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{S}$ 中 SO_3^{2-} 和 S^{2-} 水解使溶液呈碱性, CaOCl_2 可写成

关键点

$\text{CaCl}_2 \cdot \text{Ca}(\text{ClO})_2$, ClO^- 水解使溶液呈碱性, C 正确; 向 $\text{CaCl}_2 \cdot \text{Ca}(\text{ClO})_2$ 中加入足量稀硫酸, Cl^- 和 ClO^- 在酸性条件下发生反应 $\text{Cl}^- + \text{ClO}^- + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 由离子方程式可知被氧化与被还原的原子数相等, D 正确。

第 2 节 物质的量浓度及溶液的配制

刷

基础

1. A 考查点 ▶ 一定物质的量浓度溶液的配制

【解析】 由于 NaOH 固体易潮解, 会吸收空气中的水分, 若称取时间较长, 则称得的质量是 NaOH 固体和吸收的水的质量, 称得固体中所含 NaOH 的质量比 12.0 g 要小一些, 导致配制出的溶液浓度偏低, A 符合题意; 向小烧杯中加水使氢氧化钠溶解并冷却至室温, 对实验结果无影响, B 不符合题意; 把溶液转移到洗净但未干燥的容量瓶中, 洗涤烧杯和玻璃棒 3 次并将洗涤液也转移到容量瓶中, 因为定容过程中也要加水, 故容量瓶干燥与否对结果无影响, C 不符合题意; 定容过程中观察容量瓶内液面时俯视刻度线, 会使溶液体积偏小, 导致所配制溶液浓度偏高, D 不符合题意。

2. C 考查点 ▶ 酸碱中和滴定实验相关仪器、溶液配制实验的步骤及操作

【解析】 NaOH 易潮解, 且容易腐蚀滤纸片, 应用小烧杯或玻璃皿称量, A 错误; 定容操作时应平视刻度线, B 错误; 排碱式滴定管中的气泡时, 把橡胶管向上弯曲, 出口上斜, 挤捏玻璃珠, 使溶液从尖嘴快速喷出, C 正确; NaOH 溶液应用碱式滴定管盛装, D 错误。

3. D 考查点 ▶ 溶液的配制、标定操作及误差分析

【解析】 容量瓶在使用前要先检查是否漏液, 检查完且洗净后备用, 容量瓶中少量的水对溶液中溶质的量不会造成影响, 无须烘干使用, A 错误; 配制一定物质的量浓度的溶液不需要使用分液漏斗, 最后定容时应用胶头滴管滴加液体, B 错误; 草酸钠溶液呈碱性, 要用碱式滴定管盛装, 高锰酸钾溶液具有强氧化性, 能氧化橡胶管, 因此不能使用碱式滴定管, 要使用酸式滴定管量取, C 错误; 若配制草酸钠溶液定容时仰视读数, 则导致溶液体积偏

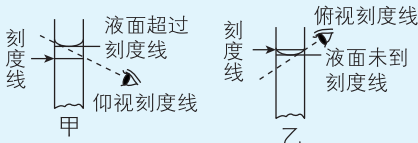
大,浓度偏低,再用该溶液去标定高锰酸钾溶液的浓度,会使消耗该溶液体积偏大,测得的高锰酸钾溶液的浓度偏高,D 正确。

方法技巧

定容时视线引起误差的分析方法

①仰视刻度线[图甲],导致溶液体积偏大,浓度偏低。

②俯视刻度线[图乙],导致溶液体积偏小,浓度偏高。



4. B 考查点 物质的量浓度的相关计算

【解析】某硝酸密度为 $1.42 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 质量分数为 63%, 此硝酸物

质的量浓度 $c = \frac{1\,000 \times 1.42 \times 63\%}{63} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 14.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, A 正

确; 将 100 g 浓度为 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硫酸与一定体积的水混合稀释成 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液, 则混合溶液的体积应是 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硫酸体积的 2 倍, $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硫酸的密度大于 $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 则 100 g 浓度为 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硫酸的体积小于 100 mL , 所以水的体积也应小于 100 mL , B 错误; 2 L 水吸收 44.8 L 氨气(标准

易错点

状况下为 2 mol), 所得氨水的体积不是 2 L , 则浓度不是 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 当 44.8 L (标准状况下为 2 mol) 氨气溶于水制得 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; $V \text{ L Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中含

$a \text{ g Al}^{3+}$, 溶液中 $c(\text{Al}^{3+}) = \frac{\frac{a \text{ g}}{27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}}{V \text{ L}} = \frac{a}{27V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则

$c(\text{SO}_4^{2-}) = \left(\frac{a}{27V} \times \frac{3}{2} \right) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \frac{a}{18V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, D 正确。

易错警示

溶质质量分数和物质的量浓度之间的转换; 溶液混合稀释过程中注意体积的变化。

5. B 考查点 物质的量浓度的相关计算、基于氧化还原反应的计算

思路分析

设铜、镁的物质的量分别为 x 、 $y \text{ mol}$, 根据题意

列方程组: $\begin{cases} 64x + 24y = 1.52 \\ 64x + 24y + 34x + 34y = 2.54 \end{cases}$, 解得 $x = 0.02$ 、 $y = 0.01$ 。

设 N_2O_4 、 NO_2 的物质的量分别为 a 、 $b \text{ mol}$, 则根据得失电子守

恒和题意列方程组: $\begin{cases} 2x + 2y = 2a + b \\ a + b = \frac{1.12}{22.4} \end{cases}$, 解得 $a = 0.01$ 、 $b = 0.04$ 。

【解析】 $c(\text{HNO}_3) = \frac{1\,000\rho w}{M(\text{HNO}_3)} = \frac{1\,000 \times 1.40 \times 63\%}{63} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} =$

$14.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, A 正确; 由思路分析可知, N_2O_4 、 NO_2 的物质的量

分别为 0.01 mol 、 0.04 mol , 相同条件下, 气体的体积之比等于物

质的量之比, 则 NO_2 的体积分数是 $\frac{0.04 \text{ mol}}{0.05 \text{ mol}} \times 100\% = 80\%$, B 错

误; 由思路分析可知, Cu 和 Mg 的物质的量分别为 0.02 mol 、

0.01 mol , 二者物质的量之比为 $2:1$, C 正确; 当金属离子全部沉

淀时, 得到 2.54 g 沉淀, 沉淀量最大, 溶液中溶质只有硝酸钠, 根

据元素守恒: $n(\text{NaOH}) = n(\text{HNO}_3) - (2a + b) \text{ mol} = 0.05 \text{ L} \times$

$14.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0.06 \text{ mol} = 0.64 \text{ mol}$, 则加入氢氧化钠溶液的体积

为 $\frac{0.64 \text{ mol}}{1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 640 \text{ mL}$, D 正确。

刷提分

1. C 考查点 溶液配制实验的步骤及操作、物质的量浓度与溶液

稀释的计算

【解析】由于实验室没有 180 mL 的容量瓶,需要选用 250 mL 的容量瓶,所以 $V \text{ mL} \times 1.84 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times 98\% = 0.250 \text{ L} \times 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $V \approx 27.2$,应用 50 mL 量筒量取 27.2 mL 浓硫酸,A 错误;稀释浓硫酸时应将浓硫酸缓慢注入水中,并不断搅拌,将水倒入浓硫酸中容易导致液体飞溅,造成安全事故,B 错误;将稀释并冷却后的溶液用玻璃棒引流至容量瓶中,并用蒸馏水洗涤玻璃棒和烧杯 2~3 次,洗涤液也转入容量瓶,使溶质全部转移至容量瓶中,C 正确;容量瓶不可用于贮存溶液,定容、摇匀后,应将溶液倒入试剂瓶,并贴上标签,注明溶液成分及浓度,D 错误。

2. D 考查点 ▶ 溶液浓度相关计算

【解析】 $a \text{ g}$ 晶体溶于 $b \text{ g}$ 水中恰好形成 $V \text{ mL}$ 饱和溶液,则饱和溶液的质量为 $(a+b) \text{ g}$,密度 $\rho = \frac{a+b}{V} \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$,A 正确; $a \text{ g}$ 晶体中含有 R 的质量为 $a \times \frac{M-18n}{M} \text{ g}$, $a \text{ g}$ 晶体溶于 $b \text{ g}$ 水中恰好形成饱和溶液,此时形成的溶液中水的质量为 $\left(b + a \times \frac{18n}{M}\right) \text{ g}$,则有

$$\frac{a \times \frac{M-18n}{M}}{b + a \times \frac{18n}{M}} = \frac{S}{100 \text{ g}}, \text{解得 } S = \frac{100a(M-18n)}{18na + Mb} \text{ g}, \text{B 正确;饱和溶液中含有溶质 R 的质量为 } a \times \frac{M-18n}{M} \text{ g}, \text{溶液总质量为 } (a+b) \text{ g}, \text{则溶质的质量分数 } w = \frac{a(M-18n)}{M(a+b)} \times 100\%, \text{C 正确;饱和溶液中溶质的物质的量为 } \frac{a}{M} \text{ mol}, \text{则其浓度 } c = \frac{\frac{a}{M} \text{ mol}}{V \times 10^{-3} \text{ L}} = \frac{1000a}{MV} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{D 错误。}$$

3. D 考查点 ▶ 化学方程式中物质的量的运用、基于氧化还原反应的计算

【解析】 NO_x 与 O_2 通入水中生成 HNO_3 ,根据题意可知, $n(\text{Cu}_2\text{O}) = \frac{28.8 \text{ g}}{144 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$,在反应中, Cu_2O 中的 Cu 元素由 +1 价升高到 +2 价,则反应中转移 0.4 mol 电子,这些电子最终被 O_2 获得,因此消耗 0.1 mol O_2 ,标准状况下的体积为 2.24 L,A 正确;

根据 $c = \frac{1000 \times \rho w}{M}$ 可知,原 HNO_3 溶液的浓度 $c = 12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,B 正确;由 A 项分析可知, HNO_3 被还原时得到 0.4 mol 电子,

$n(\text{NO}_x) = \frac{4.48 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$, HNO_3 中生成 NO_x 的 N 元素由 +5 价降低为 +2x 价,依据得失电子守恒可得 $0.4 \text{ mol} = 0.2 \text{ mol} \times (5-2x)$, $x = 1.5$,C 正确;加入 $V \text{ L}$ $4.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液,当沉淀质量达到最大时,溶液中溶质为 NaNO_3 ,则

$n(\text{NaOH}) = n(\text{NO}_3^-)$,从而得出 $4.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V(\text{NaOH}) = n(\text{HNO}_3) - n(\text{NO}_x) = 0.100 \text{ L} \times 12.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0.2 \text{ mol}$, $V(\text{NaOH}) = 0.25 \text{ L}$, $V \geq 0.25$,D 错误。

【解析】(1) 由题图知,操作①中高锰酸钾是有强氧化性的粉末状固体,应用烧杯(或其他玻璃容器)称量,操作⑤定容时应平视刻度线,至溶液凹液面与刻度线相切,故操作①⑤错误。

4. (1) ①⑤ (2) 50 mL 容量瓶 (3) 偏小 (4) 2

(5) 当滴入最后半滴酸性 KMnO_4 溶液,溶液恰好由无色变为紫红色,且半分钟内不褪色

(6) 1.2

考查点 ▶ 一定物质的量溶液的配制与氧化还原滴定相结合的实验设计

【解析】(1) 由题图知,操作①中高锰酸钾是有强氧化性的粉末状固体,应用烧杯(或其他玻璃容器)称量,操作⑤定容时应平视刻度线,至溶液凹液面与刻度线相切,故操作①⑤错误。

(2) 配制 50 mL 酸性 KMnO_4 标准溶液需要规格为 50 mL 的容量瓶。

(3) 如题图所示, 在操作①中 KMnO_4 不能直接在托盘中称量, 应用小烧杯 (或其他玻璃容器) 进行称量, 否则会造成 KMnO_4 损失, 质量偏小, 所配制的溶液浓度偏小; 在操作⑤中由于仰视刻度线, 使所配制溶液的体积偏大, 溶质的物质的量不变, 由 $c = \frac{n}{V}$, 所配制的溶液浓度将偏小。

(4) 根据电荷守恒, $(-1) \times 2 + (+1) \times 6 = (+x) \times 2$, 解得 $x = 2$ 。

(5) 草酸溶液无色, Mn^{2+} 无色, 当滴入最后半滴酸性高锰酸钾溶液, 溶液恰好由无色变为紫红色, 且半分钟内不褪色, 说明草酸已完全反应, 即可确定达到滴定终点。

(6) 20.00 mL 血样经过题述处理后得到草酸, 草酸消耗的高锰酸钾的物质的量为 $0.020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.012 \text{ L} = 2.4 \times 10^{-4} \text{ mol}$, 根据反应的离子方程式 $5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 及草酸钙的化学式 CaC_2O_4 可知, $n(\text{Ca}^{2+}) = n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = \frac{5}{2}n(\text{MnO}_4^-) = \frac{5}{2} \times 2.4 \times 10^{-4} \text{ mol} = 6 \times 10^{-4} \text{ mol}$, Ca^{2+} 的质量为 $40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 6 \times 10^{-4} \text{ mol} = 0.024 \text{ g}$, Ca^{2+} 的浓度为 $\frac{0.024 \times 10^3 \text{ mg}}{20 \text{ cm}^3} = 1.2 \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

突破 1 化学定量计算

刷 难关

1. BD 考查点 ▶ 阿伏加德罗常数有关计算

【解析】正戊烷、异戊烷和新戊烷互为同分异构体, 分子式均为

关键点

C_5H_{12} , 正戊烷、异戊烷和新戊烷各 24 g 混合, 即 C_5H_{12} 的质量为 72 g (物质的量为 1 mol), 1 mol C_5H_{12} 中含有 4 mol C—C 和 12 mol C—H, 共 16 mol σ 键, 所以正戊烷、异戊烷和新戊烷各 24 g 的混合物中 σ 键数目为 $16N_A$, A 正确; 标准状况下 NH_3 和足量 O_2 在 Pt—Rh 作用下发生反应 $4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, 由于该反应为可逆反应, 反应进行不彻底, 故无法判断转移电子数, B 错误; 葡萄糖和果糖的化学式均为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, 故 180 g 混合物的物质的量为 $\frac{180 \text{ g}}{180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \text{ mol}$, 1 个葡萄糖分子和 1 个果糖分子中均含 5 个羟基, 故 1 mol 混合物中含有的羟基的个数为 $5N_A$, C 正确; 没有说明混合溶液的体积, 无法计算含有 Cl^- 的总数, D 错误。

2. C 考查点 ▶ 阿伏加德罗常数的应用、与氧化还原反应相结合的计算

【解析】根据方程式, 8 mol NH_3 中有 2 mol 的 N 元素化合价从 -3 价升高至 0 价, 发生氧化反应, 共失去 6 mol 电子, Cl 元素化合价从 0 价降低至 -1 价, 发生还原反应, 共得到 6 mol 电子, 若有 33.6 L Cl_2 (标准状况下 1.5 mol) 参加反应, 则被氧化的氨气 (转化为 N_2 的部分) 为 1 mol, 数目为 N_A , A 错误; 生成的氧化产物为氮气 ($:\text{N}::\text{N}:$), 每个氮气分子中含孤电子对数目为 2, 生成 0.5 mol N_2 , 含有的孤电子对数目为 N_A , B 错误; 1.5 mol 氯气参加反应转移的电子为 3 mol, 数目为 $3N_A$, C 正确; 氯化铵是离子化合物, 1 mol NH_4Cl 含有 4 mol 共价键, 1.5 mol 氯气参加反应, 生成的还原产物氯化铵为 3 mol, 则还原产物中含有的共价键数目为 $12N_A$, D 错误。

3. B 考查点 ▶ 利用离子方程式的计算

【解析】当溶液中 I^- 与 I_2 的物质的量相等时, 根据得失电子守恒和原子守恒, 配平离子方程式为 $3\text{IO}_3^- + 8\text{HSO}_3^- \longrightarrow \text{I}^- + \text{I}_2 + 8\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 6\text{H}^+$, 故 5 mol NaHSO_3 消耗 NaIO_3 的物质的量为 $\frac{5}{8} \times 3 \text{ mol} = 1.875 \text{ mol}$, 故选 B。

快解

$n(\text{I}^-) = n(\text{I}_2)$ 时, I 的平均化合价为 $-\frac{1}{3}$, NaHSO_3 被氧化为 SO_4^{2-} , 化合价由 +4 价升到 +6 价, 由得失电子守恒可得, $n(\text{IO}_3^-) \times [(+5) - (-\frac{1}{3})] = 5 \text{ mol} \times [(+6) - (+4)]$, 解得 $n(\text{IO}_3^-) = 1.875 \text{ mol}$ 。

4. C 创新点 ▶ 阿伏加德罗定律的推论、“手持”技术

【解析】根据 $pV = nRT$ 推断, $pV = \frac{m}{M}RT$, 则 $pM = \frac{m}{V}RT = \rho RT$, 同温

关键点

同压下, 存在关系: $\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{M_1}{M_2}$, 则实验开始时 O_2 和 N_2 的密度之比为 $32:28 = 8:7$, A 正确; 四个容器初始容积、压强、温度均相等, 即气体物质的量相等, 12:30~13:30 时间范围内 CO_2 温度最高, 则对应瓶中压强最大, B 正确; 题中气体初始环境未知, 22.4 L CO_2 的物质的量不一定为 1 mol, 该容器内原子数目不一定是 $3N_A$, C 错误; 光照相同时间, CO_2 的温度变化最大, 因此是四种气体中温室效应最显著的, D 正确。

5. A 创新点 ▶ 结合反应机理考查电化学分析、阿伏加德罗常数的应用

【解析】通常可认为多硫化物离子的形成过程为 $\text{S}^{2-} + x\text{S} \rightleftharpoons$

关键点

S_{x+1}^{2-} 。1 个 S_{x+1}^{2-} 中含 x 个 S—S σ 键, 则 1 mol S_{x+1}^{2-} 中含有 σ 键数目为 xN_A , A 正确; 1 L 0.1 mol · L⁻¹ Na_2S 溶液中 $n(\text{Na}_2\text{S}) = 1 \text{ L} \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.1 \text{ mol}$, Na_2S 溶液中存在水解平衡 $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{OH}^-$, 导致溶液中阴离子的物质的量大于 0.1 mol, 数目大于 $0.1N_A$, B 错误; 用电低谷期, S_{x+1}^{2-} 转化为 S_x^{2-} 、 S^{2-} , 根据化合价

易错点

变化可知, 生成 1 mol S_x^{2-} 转移 2 mol 电子, 转移电子数目为 $2N_A$, C 错误; 题中未指明气体所处的温度和压强, 11.2 L H_2 的物质的量未知, 无法计算生成 H_2O 的物质的量, D 错误。

6. D 考查点 ▶ 热重曲线图像分析、氧化还原反应方程式的书写与配平、探究物质组成或测量物质的含量

【解析】8.34 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 样品的物质的量为 $\frac{8.34 \text{ g}}{278 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} =$

0.03 mol, 其中 $m(\text{H}_2\text{O}) = 0.03 \text{ mol} \times 7 \times 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 3.78 \text{ g}$, 如果晶体失去全部结晶水, 固体的质量应为 $8.34 \text{ g} - 3.78 \text{ g} = 4.56 \text{ g}$, 可知在加热到 373 °C 之前, 晶体失去部分结晶水。加热到 373 °C 之后 FeSO_4 发生分解反应, 加热至 373 °C 之后发生氧化还原反应, 故 A 错误; 温度为 159 °C 时, 固体 N 的质量为 5.10 g, 其中 $m(\text{FeSO}_4) = 0.03 \text{ mol} \times 152 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 4.56 \text{ g}$, $m(\text{H}_2\text{O}) = 5.10 \text{ g} - 4.56 \text{ g} = 0.54 \text{ g}$,

$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0.54 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.03 \text{ mol}$, $n(\text{H}_2\text{O}) : n(\text{FeSO}_4) = 0.03 \text{ mol} :$

0.03 mol = 1 : 1, 则 N 的化学式为 $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 故 B 错误; 加热至 633 °C 时, 固体质量为 2.40 g, 其中 $n(\text{Fe}) = n(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0.03 \text{ mol}$, $m(\text{Fe}) = 0.03 \text{ mol} \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.68 \text{ g}$, 则固体中

$m(\text{O}) = 2.40 \text{ g} - 1.68 \text{ g} = 0.72 \text{ g}$, $n(\text{O}) = \frac{0.72 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.045 \text{ mol}$,

$n(\text{Fe}) : n(\text{O}) = 0.03 \text{ mol} : 0.045 \text{ mol} = 2 : 3$, 所以固体 Q 的化学式

为 Fe_2O_3 , 则由 P 得到 Q 的化学方程式为 $2\text{FeSO}_4 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{SO}_3 \uparrow$, Q 为红褐色固体, 故 C 错误; N 为 $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, P 为 FeSO_4 , 在隔绝空气条件下, N 得到 P 的化学方程式为

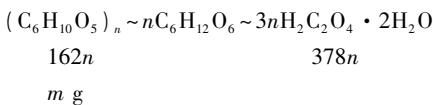
$\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \uparrow$, 故 D 正确。

7. D 突破点 ▶ 利用关系式法计算、氧化还原滴定原理

【解析】65% 硝酸 ($\rho = 1.4 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$) 的物质的量浓度为 $\frac{1\,000\rho w}{M} =$

$\frac{1\,000 \times 1.4 \times 65\%}{63} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 14.44 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故 A 错误; 根据题

意有如下关系:



理论上生成草酸晶体的质量为 $\frac{378m}{162} \text{ g}$, 则草酸晶体的产率为

$$\frac{m_1}{\frac{378m}{162}} \times 100\% = \frac{162m_1}{378m} \times 100\% = \frac{3m_1}{7m} \times 100\%, \text{ 故 B 错误; 根据得失电}$$

子守恒有 $5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \sim 2\text{KMnO}_4$, 则配制的草酸溶液物质的量浓度为 $\frac{5cV \times 10^{-3}}{2 \times 0.020} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.125cV \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故 C 错误; 由 C 项分析

可知草酸溶液的物质的量浓度为 $0.125cV \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则草酸晶体

$$\text{的纯度为 } \frac{0.020 \text{ L} \times 0.125cV \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times \frac{100 \text{ mL}}{20 \text{ mL}} \times 126 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{m_2 \text{ g}} \times$$

$$100\% = \frac{1.575cV}{m_2} \times 100\%, \text{ 故 D 正确。}$$

8. (1) 250 mL 容量瓶、胶头滴管



$$(3) \frac{280cV}{m} \quad \text{偏低}$$

突破点 ▶ 关系式法计算

【解析】 (1) 称取 $m \text{ g}$ 三草酸合铁酸钾样品 (摩尔质量为 $M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$), 溶于水配成 250 mL 溶液, 所需玻璃仪器除烧杯、玻璃棒、量筒外还有 250 mL 容量瓶、胶头滴管。

(2) 酸性 KMnO_4 溶液与 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 发生氧化还原反应, 根据得失电子守恒可得反应的离子方程式为 $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 用 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KMnO_4 溶液滴定至终点, 消耗 KMnO_4 溶液 $V \text{ mL}$, 消耗 MnO_4^- 的物质的量 $n(\text{MnO}_4^-) = c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times \frac{V}{1000} \text{ L} =$

$\frac{cV}{1000} \text{ mol}$, 根据化合价升降守恒可得关系式: $5\text{Fe}^{2+} \sim \text{MnO}_4^-$, 则

$$n(\text{Fe}^{2+}) = 5n(\text{MnO}_4^-) = 5 \times \frac{cV}{1000} \text{ mol}, m(\text{Fe}^{2+}) = 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 5 \times$$

$$\frac{cV}{1000} \text{ mol}, \text{ 所以铁的质量分数} = \frac{5 \times \frac{cV}{1000} \text{ mol} \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times \frac{250}{25}}{m \text{ g}} \times$$

$$100\% = \frac{280cV}{m} \%; \text{ 若配制样品溶液定容时仰视读数会导致溶液体}$$

积偏大, 待测液浓度偏小, 使测定结果偏低。

9. (1) Cu 、 PbSO_4 (2) 0.5

$$(3) 3.2 \leq \text{pH} < 4 \quad (4) \frac{1100w - 59m}{11w}$$

考查点 ▶ 金属离子沉淀 pH 的相关计算、产品损失率的计算

思路分析

湿法炼锌的净化渣含有 Co 、 Zn 、 Fe 、 Cu 、 Pb 等金属的单质及其氧化物。净化渣经过硫酸的酸浸, 生成的硫酸铅沉淀和未反应的铜成为浸出渣, 浸出液中含有 Co^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} , 加入硫化钠生成 CuS 沉淀除去 Cu^{2+} , 然后在除铜液中加入过硫酸钠将溶液中的 Fe^{2+} 转化为 Fe^{3+} 、 Co^{2+} 氧化为 Co^{3+} , 通过加入碳酸钠来调节溶液的 pH 生成氢氧化铁沉淀除去铁元素, 再加入碳酸钠将溶液中的钴元素转化为氢氧化钴沉淀, 从而达到提取钴的目的。

【解析】 (1) 铅和铅的氧化物可以和硫酸反应生成硫酸铅沉淀, 铜单质不溶于硫酸, “浸出渣”的主要成分为 Cu 、 PbSO_4 。

(2) $K_{sp}(\text{CoS}) = 1.8 \times 10^{-22}$, “除铜液”中 Co^{2+} 浓度为 $0.18 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 在“除铜”流程中, 为保证 Co^{2+} 不会被消耗, 应使 $c(\text{S}^{2-}) < \frac{1.8 \times 10^{-22}}{0.18} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1 \times 10^{-21} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c^2(\text{H}^+) \cdot c(\text{S}^{2-}) = 1.0 \times$

$$10^{-22} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})^3, c(\text{H}^+) > \sqrt{\frac{1 \times 10^{-22}}{1 \times 10^{-21}}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-0.5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1},$$

所以此时溶液的 $\text{pH} < 0.5$ 。

(3) 溶液中 Fe^{3+} 浓度为 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时开始沉淀的 pH 为 2.2,

$$K_{sp}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 0.01 \times \left(\frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-2.2}} \right)^3 = 1 \times 10^{-37.4}, \text{Fe}^{3+} \text{ 完全沉淀}$$

$$\text{时 } c(\text{OH}^-) = \sqrt[3]{\frac{10^{-37.4}}{1 \times 10^{-5}}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1 \times 10^{-10.8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, c(\text{H}^+) =$$

$10^{-3.2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{pH} = 3.2$, Co^{3+} 开始生成沉淀的 $\text{pH} = 4.0$, 所以调节溶液 pH 的范围是 $3.2 \leq \text{pH} < 4.0$ 。

(4) 1 t 湿法炼锌净化渣 (Co 的质量分数为 $w\%$) 理论上生成

$$\text{Co}(\text{OH})_3 \text{ 的质量为 } 1000 \text{ kg} \times w\% \times \frac{110}{59} = \frac{110w}{59} \text{ kg}, \text{实际提取出 } m \text{ kg}$$

$$\text{Co}(\text{OH})_3, \text{在提取过程中钴的损失率为 } \frac{\frac{110w}{59} \text{ kg} - m \text{ kg}}{\frac{110w}{59} \text{ kg}} \times 100\% =$$

$$\frac{110w - 59m}{110w} \times 100\% = \frac{110w - 59m}{11w} \%$$

全章真题训练

刷真题

1. B **命题点** 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 晶体内氢键数目为 $2N_A$, 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;

$$\text{环己烷与戊烯的最简式均为 } \text{CH}_2, N(\text{C}) = 1 \times \frac{28 \text{ g}}{(12+2) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \cdot$$

关键点 $N_A \text{ mol}^{-1} = 2N_A$, C 正确; 放电时, 铅酸蓄电池负极反应式为 $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} - 2e^- = \text{PbSO}_4$, 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, $n_{\text{消耗}}(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{\Delta m}{M} = \frac{96 \text{ g}}{96 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \text{ mol}$, 由

关键点 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。

2. A **命题点** 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 $2\text{NaCl}(\text{熔融}) \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{Na} + \text{Cl}_2 \uparrow$, 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 $2\text{Na} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{O}_2$, 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 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$, Na_2O_2 发生歧化反应, 部分 O 得电子化合价降至

易错点 -2 价, 部分 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 $\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{OH}^-$, 100 mL 1 mol $\cdot \text{L}^{-1}$ NaClO 溶液中 ClO^- 数目小于 $0.1N_A$, D 错误。

3. D **命题点** 氧化还原反应、阿伏加德罗常数的应用

【解析】 标准状况下, 11.2 L SO_2 的物质的量为 0.5 mol, 1 个 SO_2 分子中含有 3 个原子, 则 0.5 mol SO_2 中原子总数为 $1.5N_A$, A 错

误;亚硫酸为弱酸, Na_2SO_3 溶液中 SO_3^{2-} 会发生水解反应, 故 SO_3^{2-} 数目小于 $0.01N_A$, B 错误; 反应①的化学方程式为 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$, 则每消耗 3.4 g (即 0.1 mol) H_2S , 生成 0.15 mol 硫单质, 生成物中硫原子数目为 $0.15N_A$, C 错误; 反应②的离子方程式为 $3\text{S} + 6\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{SO}_3^{2-} + 2\text{S}^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$, 其中还原产物为 S^{2-} , 则每生成 1 mol 还原产物, 转移电子数目为 $2N_A$, D 正确。

4. A 命题点 ▶ 阿伏加德罗常数的应用, 涉及离子数目、转移电子数目等

【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. A 命题点 ▶ 阿伏加德罗常数及其应用, 涉及化学键、盐类水解、分子数、转移电子数

【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。

6. D 命题点 ▶ 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 $[\text{N}=\text{C}=\text{N}]^{2-}$ 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。

7. B 命题点 ▶ 阿伏加德罗常数的应用, 涉及 σ 键电子数目、孤电子对数、杂化类型、物质转化等

【解析】 由题图可知, 每 2 个邻接 N 原子之间均存在 1 个 σ 键, 共有 8 个 σ 键, 1 个 σ 键中含 2 个电子, 所以 1.0 mol N_8 的 σ 键电

子数为 $16N_A$, A 正确; 给题图中 N 编号: 

因为 N_8 中所有原子共平面, 则 1 号 N 原子无 (价层) 孤电子对,

关键点

且 7 号 N 原子成 “ 5 个键”, 也无 (价层) 孤电子对, 其他 N 原子均存在 1 个 (价层) 孤电子对, 所以 1.0 mol N_8 的 (价层) 孤电子对数为 $6N_A$, B 错误; N_8 分子中所有原子共平面, $1\sim 6$ 号氮原子均

关键点

为 sp^2 杂化, $7\sim 8$ 号 N 原子为 sp 杂化, 则 1.0 mol N_8 的 sp^2 杂化 N 原子数为 $6N_A$, C 正确; $\text{N}_8 = 4\text{N}_2$, 112.0 g N_8 的物质的量为 1 mol , 完全分解产生的 N_2 分子数为 $4N_A$, D 正确。