

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 ▶ 阿伏加德罗常数的应用

【解析】题中未指明软脂酸分子的物质的量,无法准确计算所含 π 键数目, A 错误;标准状况下, 2.24 L CO_2 的物质的量为 $\frac{2.24 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$, 每个 CO_2 分子含 22 个质子, 则标准状况下 2.24 L CO_2 含质子的物质的量为 2.2 mol , B 错误; 32 g O_2 的物质的量为 $\frac{32 \text{ g}}{32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \text{ mol}$, 燃烧过程中, O 从 0 价降低到 -2 价, 1 mol O_2 转移 4 mol 电子, 即转移电子数为 $4N_A$, C 正确;根据热化学方程式判断, 每生成 16 mol 液态水放出热量 9 977 kJ, 若燃烧生成的是气态水, 则放出的热量会减少, 即生成

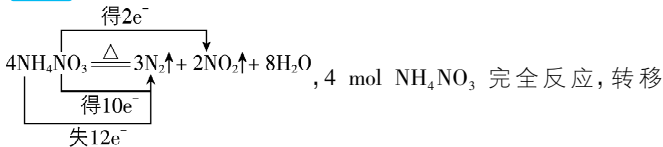
关键点

$1.6N_A$ 气态水, 放出的热量低于 997.7 kJ, D 错误。

2. B 考查点 ▶ 阿伏加德罗常数的应用

【解析】 $8.0 \text{ g NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$ 的物质的量为 $\frac{8.0 \text{ g}}{80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$, 则含有的 NH_4^+ 的物质的量为 0.1 mol , 数目为 $0.1N_A$, A 错误;标准状况下, 4.48 L N_2 的物质的量为 $\frac{4.48 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$, N_2 的结构式为 $\text{N} \equiv \text{N}$, 一个 N_2 分子中有 1 个 σ 键和 2 个 π 键, 则标准状况下 4.48 L N_2 含有的 σ 键的物质的量为 0.2 mol , 数目为 $0.2N_A$, B 正确; NH_3 分子中的 N 原子提供 1 个孤电子对形成配位键, 则 1 mol NH_3 能提供的孤电子对数为 N_A , C 错误;用双线桥法表示反应 II 中转移电子的情况:

关键点



12 mol 电子, 则 $1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3$ 完全反应转移的电子数为 $3N_A$, D 错误。

3. B 考查点 ▶ 阿伏加德罗常数的应用

【解析】题中未指明 NH_4^+ 、 OH^- 的物质的量, 无法准确计算二者含有的电子数, A 错误; 1 mol (58 g) 正丁烷含有 $13N_A$ 个 σ 键,

关键点

1 mol (58 g) 异丁烷含有 $13N_A$ 个 σ 键, 二者的质量与 σ 键个数之比为定值, 可以等效为同一物质, 则 48 g 正丁烷和 10 g 异丁烷共

58 g , 物质的量为 $\frac{58 \text{ g}}{58 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \text{ mol}$, 则所含 σ 键的物质的量为

13 mol , 个数为 $13N_A$, B 正确; $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液中存在平衡 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$, 无法准确计算该溶液中 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的物质的量, C 错误; Fe 与 Cl_2 反应生成 FeCl_3 , Cl 的化合价由 0 价变为 -1

价, 标准状况下 22.4 L Cl_2 的物质的量为 $\frac{22.4 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \text{ mol}$,

Cl_2 不足, 则与 Fe 完全反应时转移电子的物质的量为 2 mol , D 错误。

关键点拨

判断混合物的物质的量时, 需要考虑各物质的比例关系是否会对计算数据产生影响。如 B 选项中: 需判断两物质的质量与 σ 键个数之间的比例是否相同, 若不相同, 则两个物质不能等效, 无法计算; 若相同, 则可以将两个物质等效成同一物质进行计算。

4. C 考查点 ▶ 阿伏加德罗常数的应用

【解析】题中未指明 C_2H_2 、 C_2H_6 的比例, 无法准确计算标准状况

下 22.4 L 二者混合气体中的原子总数, A 错误; pH=14 的 NaOH 溶液中 $c(\text{H}^+) = c_{\text{水}}(\text{H}^+) = c_{\text{水}}(\text{OH}^-) = 10^{-14} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则水电离出的 $n_{\text{水}}(\text{OH}^-) = 10^{-14} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 \text{ L} = 10^{-14} \text{ mol}$, 个数为 $10^{-14} N_A$, B 错误; 1 个 $^{12}\text{C}^{16}\text{O}$ 分子中含 $6+8=14$ 个中子, 1 个 $^{14}\text{N}_2$ 分子中含 $7+7=14$ 个中子, 两种分子中中子数和原子数的差值均为 12, 二者可以等效, 标准状况下, 11.2 L 的混合气体的物质的量为

关键点

$\frac{11.2 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$, 则 11.2 L 的 $^{12}\text{C}^{16}\text{O}$ 和 $^{14}\text{N}_2$ 的混合气体

中所含中子和原子的物质的量之差为 6 mol, 个数之差为 $6N_A$, C 正确; 胶体是多个微粒的集合体, 无法准确计算胶体粒子的物

易错点

质的量, D 错误。

5. B 考查点 ▶ 阿伏加德罗常数的应用

【解析】 Na_2HPO_3 为正盐, 证明 H_3PO_3 中只有两个羟基, 结构式

关键点

为 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$, 则 1 mol H_3PO_3 中含羟基的物质的量为

2 mol, 数目为 $2N_A$, A 正确; 5.8 g $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ 的物质的量为

$\frac{5.8 \text{ g}}{58 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$, $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ 的不饱和度为 1, 当 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ 为环状

有机物时, 分子中所含的 σ 键最多, 个数为 10, 则 5.8 g (即 0.1 mol) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ 中含有的 σ 键最多为 1 mol, 数目为 N_A , B 错误;

I_3^- 中, 中心 I 原子价层有 $\frac{1}{2} \times (7+1-2 \times 1) = 3$ 个孤电子对, 2 个成

键电子对, 则 1 mol I_3^- 的中心原子价层电子对的物质的量为 5 mol, 数目为 $5N_A$, C 正确; 50 g 质量分数为 64% 的甲醇水溶液

中, CH_3OH 的质量为 32 g, 物质的量为 $\frac{32 \text{ g}}{32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \text{ mol}$, H_2O

的质量为 18 g, 物质的量为 $\frac{18 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \text{ mol}$, 则共含 O 原子的

物质的量为 2 mol, 数目为 $2N_A$, D 正确。

6. 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 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: $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$,

易错点

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。

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】 配制 100 mL $2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液, 操作 1 需要称量 NaOH 固体的质量为 $0.1 \text{ L} \times 2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 8.0 \text{ g}$, 但是称量氢氧化钠固体要在烧杯中进行, 故 A 错误; 操作 2 是移液操作, NaOH 溶解后需要先冷却, 然后用玻璃棒引流, 转移到容量瓶中, 故 B 正确; 操作 4 是定容操作, 用胶头滴管逐滴滴加蒸馏水至溶液的凹液面与容量瓶颈部的刻度线相切, 故 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,不能补加蒸馏水,若补加蒸馏水,会使配得的溶液浓度偏低,故 D 正确。

2. A 考点 ▶ 一定物质的量浓度溶液配制实验操作

【解析】配制溶液所需 $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0.100 \text{ L} \times 0.1200 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.012 \text{ mol}$, 质量为 $0.012 \text{ mol} \times 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.2720 \text{ g}$, 但托盘天平的精确度为 0.1 g , 实验中应选用电子分析天平, A 错误; 称量后固体应该在烧杯中溶解, 并用玻璃棒搅拌, B 正确; 溶解后待所得溶液恢复到室温, 用玻璃棒引流, 将烧杯中溶液转移至容量瓶中, 注意玻璃棒下端要靠在容量瓶内壁刻度线以下, C 正确; 滴定时, 用酸式滴定管盛装盐酸, 锥形瓶中盛放 Na_2CO_3 溶液和指示剂, D 正确。

易错点

3. B 考点 ▶ 气体溶于水的浓度计算

【解析】标准状况下, $V \text{ L}$ 气体的物质的量为 $\frac{VL}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{V}{22.4} \text{ mol}$,

气体质量为 $\frac{V}{22.4} \text{ mol} \times M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = \frac{VM}{22.4} \text{ g}$, $0.1 \text{ L H}_2\text{O}$ 的质量为

$100 \text{ mL} \times 1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} = 100 \text{ g}$, 则溶液的总质量为 $\left(100 + \frac{VM}{22.4}\right) \text{ g}$, 溶

液的体积为 $\frac{\left(100 + \frac{VM}{22.4}\right) \text{ g}}{1000\rho \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}} = \frac{2240 + VM}{22400\rho} \text{ L}$, 溶液的物质的量浓度

$c = \frac{n}{V} = \frac{\frac{V}{22.4} \text{ mol}}{\frac{2240 + VM}{22400\rho} \text{ L}} = \frac{1000\rho V}{2240 + VM} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 答案为 B。

4. (1) $0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (2) BD (3) 62.5

(4) ②③ (5) B

考点 ▶ 一定物质的量浓度溶液的配制、浓度计算等

【解析】(1) 原溶液中 $c(\text{Na}^+) = c(\text{NaClO}) = \frac{1000\rho w}{M} = \frac{1000 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1} \times 1.192 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \times 25\%}{74.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则稀释 100 倍后浓度为 $0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(2) 用固体 NaClO 配制溶液时, 需要使用烧杯、托盘天平、500 mL 容量瓶, 还缺少玻璃棒和胶头滴管, A 错误; 配制 480 mL 含

NaClO 质量分数为 25% 的消毒液需选用 500 mL 容量瓶, 结合 (1) 分析可知, 所需 $m(\text{NaClO}) = 4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.5 \text{ L} \times 74.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 149.0 \text{ g}$, B 正确; 容量瓶不能用于溶解固体, 应先在烧杯中溶解, 冷却至室温后转移至容量瓶中, C 错误; 定容时俯视容量瓶刻度线, 会导致溶液体积偏小, 所配溶液浓度偏高, D 正确。

(3) 根据稀释前后溶质的物质的量保持不变可知, $18.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V(\text{浓}) = 2.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.500 \text{ L}$, $V(\text{浓}) = 0.0625 \text{ L} = 62.5 \text{ mL}$ 。

(4) 量取浓硫酸时俯视刻度线会导致量取的浓硫酸体积偏小, 所配溶液浓度偏低, ①错误; 量取浓硫酸后, 量筒不需要洗涤, 洗涤会导致量取的 H_2SO_4 物质的量偏大, 所配溶液浓度偏高, ②正确; 稀释后的 H_2SO_4 溶液未冷却至室温就转移到容量瓶中会导致加水体积偏小, 所配溶液浓度偏高, ③正确; 容量瓶中含少量水不影响配制结果, ④错误。

(5) $18 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的浓硫酸体积变为原来的 2 倍时, 浓度会变为 $9 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 但硫酸的密度大于 $1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 则 $100 \text{ g } 18 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的浓硫酸的体积小于 100 mL , 则加水的体积也小于 100 mL 。

刷提分

1. A 考点 ▶ 钠单质的保存与取用、溶液配制实验的步骤及操作、滴定实验基本操作

【解析】钠容易和空气中多种成分反应, 实验时用剩的钠块应该

放回原试剂瓶, A 正确; 配制溶液时, 用玻璃棒引流, 将烧杯内溶液转移至容量瓶中, B 错误; 湿润的 pH 试纸会导致待测液的浓度偏低, 所测结果不准确, C 错误; 滴定读数时, 应手持滴定管上端, 自然垂下, 眼睛视线与凹液面最低处相平, D 错误。

2. D 考查点 根据溶液电中性计算溶液中离子的浓度

【解析】第一份溶液中加入含 $a \text{ mol BaCl}_2$ 的溶液, 恰好使 SO_4^{2-} 完全沉淀, 即该份溶液中含 $a \text{ mol SO}_4^{2-}$, 则原溶液中含 $2a \text{ mol SO}_4^{2-}$; 第二份溶液中加入含 $b \text{ mol NaOH}$ 的溶液, 恰好使 Mg^{2+} 完全沉淀, 即该份溶液中含 $\frac{b}{2} \text{ mol Mg}^{2+}$, 则原溶液中含 $b \text{ mol Mg}^{2+}$ 。

溶液呈电中性, 存在关系: $n(\text{K}^+) + 2n(\text{Mg}^{2+}) = 2n(\text{SO}_4^{2-})$, 可求得

关键点

溶液中 $n(\text{K}^+) = 2 \times (2a - b) \text{ mol}$, $c(\text{K}^+) = \frac{2(2a - b)}{V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 答案为 D。

3. C 考查点 物质的量浓度的计算, 溶液混合后质量分数、浓度的变化规律

【解析】25 °C 时 NaCl 饱和溶液的 $c = \frac{1\,000\rho w}{M} =$

$$\frac{1\,000 \times 1.17 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times \frac{36 \text{ g}}{100 \text{ g} + 36 \text{ g}}}{58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 5.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{A 正确;}$$

NaOH 溶液的密度大于 $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 20% 的 NaOH 溶液和 30% 的

关键点

NaOH 溶液等体积混合, 则混合后溶液的溶质质量分数大于 $\frac{20\% + 30\%}{2} = 25\%$, B 正确; $c_1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\rho_1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 的硫酸与

$c_2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\rho_2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 的硫酸等体积混合, 设体积为 $V \text{ L}$, 则混合溶液中 $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = (c_1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + c_2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}) \times V \text{ L}$, 混合后溶

$$\text{液体积 } V' = \frac{(\rho_1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} + \rho_2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}) \times V \text{ L}}{\rho_3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}} = \frac{(\rho_1 + \rho_2) \times V}{\rho_3} \text{ L}, \text{则混}$$

$$\text{合后溶液浓度} = \frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{V'} = \frac{(c_2 + c_1)\rho_3}{\rho_1 + \rho_2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{C 错误; H}_2\text{SO}_4$$

溶液的密度大于 $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, H_2SO_4 的质量分数越大, 密度越大,

$$\text{则 } \rho_{98\%} > \rho_{49\%}, 98\% \text{ 的浓硫酸的物质的量浓度 } c = \frac{1\,000\rho_{98\%}w}{M} =$$

$$\frac{1\,000\rho_{98\%} \times 0.98}{98} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, 49\% \text{ 的硫酸的物质的量浓度 } c =$$

$$\frac{1\,000\rho_{49\%}w}{M} = \frac{1\,000\rho_{49\%} \times 0.49}{98} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{则 } 98\% \text{ 的浓硫酸的物质的}$$

量浓度大于 49% 的硫酸的物质的量浓度的 2 倍, D 正确。

知识归纳

质量分数分别为 $a\%$ 、 $b\%$ 的同种溶液混合

等质量混合: 混合后, 溶质的质量分数为 $0.5(a\% + b\%)$ 。

等体积混合: 若溶液密度小于 $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 混合后, 溶质的质量分数小于 $0.5(a\% + b\%)$, 如氨水、乙醇溶液等, 该类溶液溶质的质量分数越大, 密度越小; 若溶液密度大于 $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 混合后, 溶质的质量分数大于 $0.5(a\% + b\%)$, 如酸、碱、盐的水溶液, 该类溶液溶质的质量分数越大, 密度越大。

4. A 考查点 NaHCO_3 和 Na_2O_2 混合物成分的探究、钠及其化合物的相互转化、定量计算

思路分析

将 NaHCO_3 和 Na_2O_2 的固体混合物在密闭容

器中加热至 $250\text{ }^\circ\text{C}$, 可认为依次发生反应: ① $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow$; ② $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$; ③ $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ 。将反应后的固体溶于水, 无气体放出 (证明无 Na_2O_2), 再逐滴加入盐酸, $0 \sim 175\text{ mL}$ 内不产生 CO_2 , $175 \sim 275\text{ mL}$ 内产生 448 mL CO_2 气体, 证明反应后的固体成分为 NaOH 、 Na_2CO_3 。根据物质的量的关系计算: ① 滴加 $175 \sim 275\text{ mL}$ 盐酸时: $n(\text{CO}_2) = n(\text{HCl}) = \frac{448 \times 10^{-3}\text{ L}}{22.4\text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.02\text{ mol}$, 则 $c(\text{HCl}) = \frac{0.02\text{ mol}}{0.1\text{ L}} = 0.2\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。② 滴加 275 mL 盐酸时, 溶液中的溶质只有 NaCl , 即

关键点

$n(\text{Na}^+) = n(\text{Cl}^-) = 0.2\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 275 \times 10^{-3}\text{ L} = 0.055\text{ mol}$ 。

③ 根据 C 原子守恒关系判断, 原固体中 $n(\text{NaHCO}_3) =$

关键点

$n(\text{CO}_2) = 0.02\text{ mol}$, 则根据 Na 原子守恒得 $n(\text{Na}_2\text{O}_2) =$

关键点

$(0.055 - 0.02)\text{ mol} \times \frac{1}{2} = 0.0175\text{ mol}$ 。

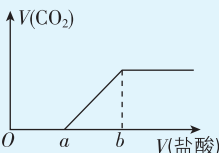
【解析】由思路分析可知, 原混合物中 NaHCO_3 和 Na_2O_2 的物质的量之比为 $\frac{0.02\text{ mol}}{0.0175\text{ mol}} = \frac{8}{7}$, A 正确; 反应后的固体成分为 NaOH 、 Na_2CO_3 , B 错误; 0.02 mol NaHCO_3 完全分解为 0.01 mol CO_2 和 0.01 mol 水蒸气, $0.0175\text{ mol Na}_2\text{O}_2$ 能消耗 0.01 mol CO_2 和 0.0075 mol 水蒸气, 则密闭容器中排出气体的成分为 O_2 和水蒸气, C 错误; 由思路分析可知, 盐酸的浓度为 $0.2\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, D 错误。

方法技巧

NaOH 溶液中通 CO_2 的经典解题模型

向 NaOH 溶液中通入 CO_2 , 溶质可能存在四种情况: ① NaOH 、 Na_2CO_3 ; ② Na_2CO_3 ; ③ Na_2CO_3 、 NaHCO_3 ; ④ NaHCO_3 。当溶质只有 Na_2CO_3 时, 加入盐酸会先后发生反应: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$ 、 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。则根据方程式中化学计量数之比判断可知, 前后反应消耗 HCl 的体积相

等, 则可提取解题模型:



。 $Oa > ab$, 则溶质为

NaOH 、 Na_2CO_3 ; $Oa = ab$, 则溶质为 Na_2CO_3 ; $Oa < ab$, 则溶质为 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 ; $Oa = 0$, 则溶质为 NaHCO_3 。

5.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 $c = \frac{1\,000 \times \rho w}{M}$ 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 $V\text{ L } 4.00\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{ NaOH}$

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。

6. B 突破点 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

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

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

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

【解析】 $c(\text{HNO}_3) = \frac{1000\rho w}{M(\text{HNO}_3)} = \frac{1000 \times 1.40 \times 63\%}{63} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 14.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 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。

突破 1 化学定量计算

刷 难关

1. C 考点 氧化还原反应相关计算、阿伏加德罗常数的应用

思路分析

根据反应 $2\text{NaNO}_3 + 10\text{Na} \longrightarrow 6\text{Na}_2\text{O} + \text{N}_2 \uparrow$ 可

知, 0.3 mol NaNO_3 与 1 mol Na 充分反应, Na 不足, 完全反应, NaNO_3 过量, 只消耗 0.2 mol , 转移电子数目为 N_A , 剩余 0.1 mol NaNO_3 。

【解析】根据反应方程式可知, 当有 1 mol Na 反应时, 会有 $0.6 \text{ mol Na}_2\text{O}$ 生成, A 正确; NaNO_3 过量, 只消耗 0.2 mol , 剩余 0.1 mol , B 正确; NaNO_3 过量, 1 mol Na 完全反应, 则转移电子数目为 N_A , C 错误; 根据反应方程式可知, 当有 1 mol Na 反应时, 生成 0.1 mol N_2 , 在标准状况下的体积为 2.24 L , D 正确。

2. 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, $12:30 \sim 13:30$ 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。

3. 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 $\text{S}^{2-} + x\text{S} \longrightarrow \text{S}_{x+1}^{2-}$ 。

关键点

1 个 S_{x+1}^{2-} 中含 x 个 $\text{S}-\text{S}$ σ 键, 则 $1 \text{ mol S}_{x+1}^{2-}$ 中含有 σ 键数目为

xN_A , A 正确; 1 L $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{S}$ 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。

4. D 考点 ▶ 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】 $8.34 \text{ g FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 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 $373 \text{ }^\circ\text{C}$ 之前, 晶体失去部分结晶水, 加热到 $373 \text{ }^\circ\text{C}$ 之后 FeSO_4 发生分解反应, 加热至 $633 \text{ }^\circ\text{C}$ 之后发生氧化还原反应, 故 A 错误; 温度为 $159 \text{ }^\circ\text{C}$ 时, 固体 N 的质量为 5.10 g , 其中 $m(\text{FeSO}_4) = 0.03 \text{ mol} \times 152 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 4.56 \text{ g}$, $m(\text{H}_2\text{O}) = 5.10 \text{ g} -$

$4.56 \text{ g} = 0.54 \text{ g}$, $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0.54 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.03 \text{ mol}$, $n(\text{H}_2\text{O}) :$

$n(\text{FeSO}_4) = 0.03 \text{ mol} : 0.03 \text{ mol} = 1 : 1$, 则 N 的化学式为 $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 故 B 错误; 加热至 $633 \text{ }^\circ\text{C}$ 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

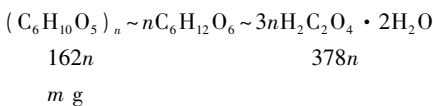
的化学方程式为 $2\text{FeSO}_4 \xrightarrow{660^\circ\text{C}} \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{SO}_3 \uparrow$, Q 为红褐色固体, 故 C 错误; N 为 $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, P 为 FeSO_4 , 在隔绝空气条件下, N 得到 P 的化学方程式为 $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \uparrow$, 故 D 正确。

5. 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

$\frac{m_1}{\frac{378m}{162}} \times 100\% = \frac{162m_1}{378m} \times 100\% = \frac{3m_1}{7m} \times 100\%$, 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

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

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

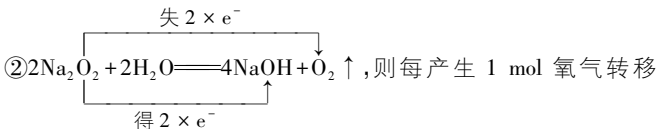
6. (1) 67.2 (2) ①5 ②2 ③6 ④0

考查点 ▶ 氧化还原反应的相关计算

【解析】 (1) 130 g NaN_3 的物质的量是 2 mol , NaN_3 分解的化学方

程式为 $2\text{NaN}_3 \xrightarrow{\text{撞击}} 2\text{Na} + 3\text{N}_2 \uparrow$, 所以 130 g NaN_3 受到撞击分解生成氮气的物质的量是 3 mol , 在标准状况下的体积为 $3 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 67.2 \text{ L}$ 。

(2) ①反应 $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl}(\text{浓}) = 3\text{Cl}_2 \uparrow + \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$ 中, KClO_3 中氯元素的化合价由 $+5$ 降低为 0 , KClO_3 为氧化剂, HCl 为还原剂, 每生成 3 mol 氯气转移 5 mol 电子。



③已知将过氧化钠加入硫酸亚铁溶液中发生反应 $4\text{Fe}^{2+} + 4\text{Na}_2\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{O}_2 \uparrow + 8\text{Na}^+$, Fe 元素从 $+2$ 价升高到 $+3$ 价, O 元素从 -1 价升高到 0 价, 因此每 $4 \text{ mol Na}_2\text{O}_2$ 发生反应转移 $6 \text{ mol } e^-$ 。

④某强氧化剂 $\text{XO}(\text{OH})_2^+$ 可以被 Na_2SO_3 还原, 还原 $2.4 \times 10^{-3} \text{ mol XO}(\text{OH})_2^+$ 需用 $30 \text{ mL } 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2SO_3 溶液, 设 X 元素降低 a 价, 根据化合价升降守恒有 $2.4 \times 10^{-3} \text{ mol} \times a = 0.030 \text{ L} \times 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2$, 解得 $a = 5$, 则 X 元素从 $+5$ 价降低 5 价后变为 0 价。

7. (1) 防止浓硫酸的分解

(2) ① O_2 ② $2:1$ (计算过程见解析)

③将 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 转化为难溶的 Fe_2O_3 , 与 $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ 分离

(3) ① 0.017 ② 2×10^{-4}

考查点 物质的量在化学方程式中的运用、常见无机物的制备

思路分析

该工艺流程原料为催化剂废料(主要成分为 CeO_2 、 Fe_2O_3 及少量惰性杂质), 目的是回收制备 Ce^{3+} , 步骤为硫酸焙烧→选择性分解→浸取、萃取、转化。

【解析】(1) “硫酸焙烧”过程控制焙烧温度在 $200 \sim 300 \text{ }^\circ\text{C}$ 的目的是使催化剂废料中的 CeO_2 、 Fe_2O_3 与浓硫酸反应生成 $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, 控制温度不超过 $300 \text{ }^\circ\text{C}$ 的主要原因是防止浓硫酸发生分解。

(2) ①“选择性分解”时 $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 分别转化为 $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 Fe_2O_3 , 根据元素化合价变化知, 反应的化学方程式分别为 $4\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{SO}_3 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{SO}_3 \uparrow$, 因此生成的两种气体为 SO_3 、 O_2 。

②根据题图, 结合 $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 分解温度可知, $450 \sim 500 \text{ }^\circ\text{C}$ 固体质量变化的原因为 $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ 分解, $550 \sim 625 \text{ }^\circ\text{C}$ 固体质量变化的原因为 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 分解。

$4\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 \xrightarrow{\text{焙烧}} 2\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{SO}_3 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow \quad \Delta m$

$4 \text{ mol} \qquad \qquad \qquad 2 \times 80 \text{ g} \quad 32 \text{ g} \quad 192 \text{ g}$
 $n[\text{Ce}(\text{SO}_4)_2] \qquad \qquad \qquad (12 - 10.08) \text{ g}$

$\frac{4 \text{ mol}}{n[\text{Ce}(\text{SO}_4)_2]} = \frac{192 \text{ g}}{(12 - 10.08) \text{ g}}, n[\text{Ce}(\text{SO}_4)_2] = 0.04 \text{ mol}$, 根据元素守恒, $n(\text{Ce}^{3+}) = n[\text{Ce}(\text{SO}_4)_2] = 0.04 \text{ mol}$;

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \xrightarrow{\text{焙烧}} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{SO}_3 \uparrow \quad \Delta m$

$1 \text{ mol} \qquad \qquad \qquad 3 \times 80 \text{ g} \quad 240 \text{ g}$
 $n[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3] \qquad \qquad \qquad (10.08 - 7.68) \text{ g}$

$\frac{1 \text{ mol}}{n[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3]} = \frac{240 \text{ g}}{(10.08 - 7.68) \text{ g}}, n[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3] = 0.01 \text{ mol}$, 根据元素守恒, $n(\text{Fe}^{3+}) = 2n[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3] = 0.02 \text{ mol}$, 则 $n(\text{Ce}^{3+}) : n(\text{Fe}^{3+}) = 0.04 \text{ mol} : 0.02 \text{ mol} = 2 : 1$ 。

③“选择性分解”后用蒸馏水将 $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ 从产物中浸取出来, 则“选择性分解”将 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 转化为 Fe_2O_3 的目的是将

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 转化为难溶的 Fe_2O_3 , 与 $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ 分离。

(3) ① 200 mL Ce^{3+} 浓度为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液中 Ce^{3+} 有 $0.2 \text{ L} \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.02 \text{ mol}$, 设加入 100 mL HT 进行萃取后, 水溶液中 Ce^{3+} 的浓度为 $c(\text{Ce}^{3+})$, HT 萃取剂中 Ce^{3+} 的浓度为 $10c(\text{Ce}^{3+})$, 根据元素守恒, $c(\text{Ce}^{3+}) \times 0.2 \text{ L} + 10c(\text{Ce}^{3+}) \times 0.1 \text{ L} = 0.02 \text{ mol}$, 解得 $c(\text{Ce}^{3+}) \approx 0.017 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。② 根据 $K_{\text{sp}}[\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3] = c^2(\text{Ce}^{3+}) \cdot c^3(\text{CO}_3^{2-}) = 1.0 \times 10^{-28}$, Ce^{3+} 沉淀完全时溶液中 $c(\text{CO}_3^{2-}) = \sqrt[3]{\frac{K_{\text{sp}}[\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3]}{c^2(\text{Ce}^{3+})}} = \sqrt[3]{\frac{1.0 \times 10^{-28}}{(1.0 \times 10^{-5})^2}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1.0 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 溶液 $\text{pH} = 8$, $c(\text{H}^+) = 1.0 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 根据 $K_{\text{a}2}(\text{H}_2\text{CO}_3) = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{CO}_3^{2-})}{c(\text{HCO}_3^-)} = 5.0 \times 10^{-11}$, 溶液中 $c(\text{HCO}_3^-) = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{CO}_3^{2-})}{K_{\text{a}2}(\text{H}_2\text{CO}_3)} = \frac{1.0 \times 10^{-8} \times 1.0 \times 10^{-6}}{5.0 \times 10^{-11}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 2 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

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】 $18 \text{ g H}_2\text{O}$ 即 $1 \text{ mol H}_2\text{O}$, $1 \text{ mol H}_2\text{O}$ 平均能形成 2 mol 氢键, 即 $18 \text{ g H}_2\text{O}$ 晶体中氢键数目为 $2N_A$, A 正确; $1 \text{ L } 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaF}$ 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 , $N(\text{C}) = 1 \times \frac{28 \text{ g}}{(12+2) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \cdot$

$N_A \text{ mol}^{-1} = 2N_A$, C 正确; 放电时, 铅酸蓄电池负极反应式为 $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} - 2\text{e}^- = \text{PbSO}_4$, 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

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. 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。

3. 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 $0.05 \text{ mol Na}_2\text{O}_2$, 1 个 Na_2O_2 中含有 1 个 $\text{O}=\text{O}$ 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 -2

价, 部分 O 失电子化合价升至 0 价, $1 \text{ mol Na}_2\text{O}_2$ 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 $\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{OH}^-$, $100 \text{ mL } 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaClO}$ 溶液中 ClO^- 数目小于 $0.1N_A$, D 错误。

4. B 命题点 阿伏加德罗常数的应用

【解析】 $\text{pH} = 2$ 的 HCl 溶液中 $c(\text{H}^+) = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 1 L 该溶液

中含 $0.01N_A$ 个 H^+ , A 错误; NaH 是离子化合物, 其中 H 元素显 -1 价, 和水中的 $+1$ 价 H 元素发生归中反应, 所以每生成 1 mol 氢气, 转移 N_A 个电子, B 正确; 6 号元素是碳元素, 但碳有同位素存在,

关键点

所以 1 mol 碳原子中一定含 $6N_A$ 个质子, 但不一定含 $6N_A$ 个中子, C 错误; 组成为 C_nH_{2n} 的烃可能是单烯烃, 也可能是环烷烃, 不一定含有碳碳双键, D 错误。

5. 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

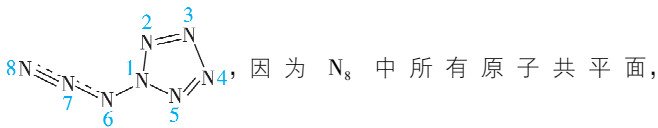
【解析】 44 g (即 1 mol) CO_2 中 σ 键的数目为 $2N_A$, A 正确; KO_2 由 K^+ 和 O_2^- 构成, 1 mol KO_2 晶体中离子的数目为 $2N_A$, B 错误; CO_3^{2-} 在水溶液中会发生水解: $CO_3^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + OH^-$, 故 $1\text{ L } 1\text{ mol} \cdot L^{-1}$ K_2CO_3 溶液中 CO_3^{2-} 的数目小于 N_A , C 错误; 该反应中部分氧元素化合价由 -0.5 价升至 0 价, 部分氧元素化合价由 -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。

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 $^{15}N_2$ 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。

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:



则 1 号 N 原子无 (价层) 孤电子对, 且 7 号 N 原子成 “ 5 个键”, 也

关键点

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, $1 \sim 6$ 号氮原子均为 sp^2 杂化, $7 \sim 8$ 号

关键点

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; $N_8 = 4N_2$, 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。