

参考答案

第1章 化学计量在实验中的应用

第1节 物质的量 气体摩尔体积

1. B 【解析】从物质的量入手, $n = X/N_A$, 则 $m = MX/N_A$, 所以 MX/VN_A 表示密度, 即以 g 为单位 1 L 该气体的质量。
2. A 【解析】每个水分子中有 10 个质子, 18 g 水为 1 mol, 所以 18 g 水中含有 $10N_A$ 个质子, A 正确。每个甲苯分子中含有 8 个 C—H 键, 1 mol 甲苯中含有 $8N_A$ 个 C—H 键, B 错。22.4 L · mol⁻¹ 是气体在标准状况下的摩尔体积, 不适用于液体, 同时氨水中的溶质是 NH₃ · H₂O, NH₃ 含量很小, C 错。铁在浓硫酸中发生钝化, D 错。
3. B 【解析】因为 $n(\text{气体}) = \frac{11.2 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$, 所以 $n[\text{M}(\text{NO}_3)_2] = 0.5 \text{ mol} \times \frac{2}{5} = 0.2 \text{ mol}$, 由此推出 $M = 29.6 \text{ g} \div 0.2 \text{ mol} - 124 \text{ g/mol} = 24 \text{ g/mol}$ 。
4. C 【解析】根据题意, 当容器中充入 1 mol 氢气和 4 mol 氧气时, 气体密度最大, 发生反应 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$ 。所以最终气体组成为 3.5 mol O₂, 则 $\rho = \frac{3.5 \text{ mol} \times 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{10 \text{ L}} = 11.2 \text{ g/L}$ 。
5. B 【解析】根据 $m = n \cdot M$, 又 $M(\text{H}_2) = \frac{1}{2}M(\text{He})$, 故若质量相等, 则 $n(\text{H}_2) = 2n(\text{He})$; 相同条件下物质的量之比等于粒子数之比, 只有 B 项符合。
6. A 【解析】8 g O₂ 的物质的量是 0.25 mol, 每个 O₂ 分子所含电子数是 16, 则 8 g O₂ 含有 $4N_A$ 个电子, A 项正确; NH₃ · H₂O 是弱电解质, 在水溶液中不能完全电离, 故溶液中 NH₄⁺ 小于 N_A 个, B 项错误; 标准状况下, 盐酸是液体, 不能利用气体摩尔体积进行计算, 且 HCl 是强电解质, 在水溶液中完全电离, 盐酸中无 HCl 分子, C 项错误; 1 mol Na 被完全氧化时, 不论生成 Na₂O 还是 Na₂O₂, 都失去了 N_A 个电子, D 项错误。
7. C 【解析】ClO⁻ 能发生水解, 故 1 L 1 mol/L 的 NaClO 溶液中 ClO⁻ 的数目小于 N_A , 故 A 错误。苯分子中不含碳碳双键, B 错误。14 g 由 N₂ 与 CO 组成的混合气体的物质的量为 0.5 mol, 所含原子数等于 N_A , C 正确。在反应 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 中, 若有 3 mol NO₂ 与水反应转移 2 mol 电子, 标况下 6.72 L NO₂ 为 0.3 mol, 转移电子数为 $0.2N_A$, 故 D 错误。
- 【技巧点拨】物质的质量与外界条件无关, 给出质量求物质的量时, 不必考虑温度、压强等条件, 但若给出气体体积则必须考虑外界条件。
8. B 【解析】温度和压强相同时, 气体摩尔体积相同, 又等质量且甲的密度大于乙的密度, 所以甲中气体的体积小于乙中气体体积。因此甲的分子数比乙的分子数少; 甲的物质的量比乙的物质的量少; 甲的相对分子质量比乙的相对分子质量大。
9. B 【解析】C 项, 浓硫酸随着反应的进行, 浓度会变小, 变为稀硫酸就不能再与铜反应, 所以, 当铜足量时与 50 mL 18.4 mol · L⁻¹ 浓硫酸反应生成 SO₂ 的分子数少于 $0.46 N_A$ 个。D 项, 氮气与氢气的反应是可逆反应, 进行不彻底, 所以转移电子数少于 $0.6 N_A$ 个。
10. A 【解析】B 项, 铁与足量稀硝酸反应生成 Fe³⁺; C 项, NaHCO₃ 会发生水解, HCO₃⁻ 个数少于 $0.1 N_A$ 个; D 项, 在常温常压下不能用 22.4 L/mol 进行计算。
11. B 【解析】A 项中无 NaCl 分子; C 项中不是溶于 1.00 L 水, 而应是配成 1.00 L 溶液; D 项中产生的氯气只有 0.5 mol 即 11.2 L (标准状况)。
12. B 【解析】此题考查了阿伏加德罗常数知识。阿伏加德罗常数是指 1 mol 任何微粒中含有的微粒数, 等物质的量不一定是 1 mol, A 错; H₂O₂ 的相对分子质量为 34, 故 1.7 g H₂O₂ 的物质的量为 0.05 mol, 其每个分子中含有的电子为 18 个, 则 1.7 g H₂O₂ 中含有的电子的物质的量为 0.9 mol, 数目为 $0.9N_A$, B 对; Na₂O₂ 固体中含有 Na⁺ 和 O₂²⁻ 两种离子, 1 mol 固体中含有 3 mol 离子, 故其中的离子总数为 $3N_A$, C 错; 戊烷在标准状况下为液态, 故 2.24 L 不是 0.1 mol, D 错。

【易错警示】阿伏加德罗常数正误判断的主要考查点有: ①判断一定量的物质所含的某种粒子数目的多少; ②物质的组成; ③通过阿伏加德罗常数进行一些量之间的换算等。在解题时要抓住其中的易错点, 准确解答。

13. A 【解析】A 项, 18 g ¹⁸O₂ 正好是 0.5 mol, 一个氧分子正好含有两个氧原子, 所以氧原子的物质的量为 1 mol, 即为 N_A ; B 项, 空气是混合物; C 项, 在氯气与水的反应中, 1 mol Cl₂ 只转移 N_A 个电子; D 项, 所得溶液中含 N_A 个 Na⁺, 但这时候溶液不是 1 L, 所以物质的量浓度不是 1 mol/L。
14. B 【解析】1 mol Cl₂ 与足量 Fe 反应, 一定转移电子 2 mol, 即 $2N_A$ 个电子, ①错; $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, 易知②正确; ③中, 可把 N₂O₄ 看做 2NO₂, 则有 1 mol NO₂, 所以有 3 mol 原子; 用极端方法, 全部看做 NO₂ 或全部看做 N₂O₄ 考虑, 也可得出结果, 正确; $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$, 由方程式可知④错误。
15. 【解析】(1) 根据题意, $n(\text{CO}_2) = n(\text{BaCO}_3) = \frac{11.82 \text{ g}}{197 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.06 \text{ mol}$ 。若 CO₂ 全部来自于 CaCO₃ 的分解, 则 $m(\text{CaCO}_3) = 0.06 \text{ mol} \times 100 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 6.00 \text{ g} > 5.78 \text{ g}$, 不合题意。所以, A 中一定含有 MgCO₃。
- (2) $m(\text{CO}_2) = 0.06 \text{ mol} \times 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.64 \text{ g}$, $m(\text{H}_2\text{O}) = 2.82 \text{ g} - 2.64 \text{ g} = 0.18 \text{ g}$, $n[\text{Mg}(\text{OH})_2] = n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0.18 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.01 \text{ mol}$, $m[\text{Mg}(\text{OH})_2] = 0.01 \text{ mol} \times 58 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.58 \text{ g}$ 。
- $$\begin{cases} n(\text{MgCO}_3) + n(\text{CaCO}_3) = 0.06 \text{ mol} \\ n(\text{MgCO}_3) \times 84 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + n(\text{CaCO}_3) \times 100 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 0.58 \text{ g} = 5.78 \text{ g} \end{cases}$$
- 解得: $n(\text{MgCO}_3) = 0.05 \text{ mol}$, $n(\text{CaCO}_3) = 0.01 \text{ mol}$ 。
- $$\frac{0.05 \text{ mol} \times 84 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 0.01 \text{ mol} \times 100 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{6.32 \text{ g}} \times 100\% = 82.3\%$$
- 【答案】(1) 一定含有 MgCO₃。(2) A 中含 Mg(OH)₂ 0.01 mol, MgCO₃ 0.05 mol, CaCO₃ 0.01 mol, 水垢中碳酸盐的质量分数为 82.3%。

第2节 物质的量在化学实验中的应用

1. C 【解析】A 项, $c = \frac{1000\rho \frac{S}{100+S}}{M}$;
- B 项, $c = \frac{n}{V} = \frac{m(\text{溶液}) - m(\text{溶剂})}{V} = \frac{1000 \frac{m}{V} \frac{S}{100+S}}{M}$;
2. C 【解析】因为氨水密度小于 1, 所以 50 g 氨水体积大于 50 mL; 氨水与等体积水混合, 物质的量浓度为 0.5c mol/L, 所以加水体积大于 50 mL。
3. C 【解析】若 100 g 溶液, 溶液体积为 $100 \text{ g} / \rho \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} = 0.1/\rho \text{ L}$, 溶质的物质的量为 $100\omega/160 \text{ mol}$, 则 $c = (100\omega/160) \text{ mol} \div 0.1/\rho \text{ L} = 1000\rho\omega/160$, A、B 错; 设溶液质量为 x , 当蒸发 $a \text{ g}$ 水后获得晶体, 则 $[x(1-\omega) - a]/x\omega = 90/160$, 当加入 $b \text{ g}$ 无水硫酸铜时获得晶体, 则 $x(1-\omega)/(x\omega + b) = 90/160$, 联立两式得 $16a = 9b$, C 正确, D 错误。
4. A 【解析】A 中, 根据 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$, 剩余 0.05 mol 氧气; B 中 $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$, 剩余气体为 0; C 中, $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$, 剩余气体的物质的量为 0.2 mol; D 中, $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$, 剩余氧气 0.05 mol, 生成 0.1 mol 的 CO₂, 总共是 0.15 mol。根据同温同体积气体, 压强比等于物质的量比, A 项压强降低为开始时的 $\frac{1}{4}$ 。
5. C 【解析】① $1 \times 98\% \times 100\% / (1+4) = 19.6\%$; ② 没有误差; ③ 10% 的硫酸和 90% 的硫酸的密度分别为 ρ_1, ρ_2 且 $\rho_1 < \rho_2$, $(V\rho_1 \times 10\% + V\rho_2 \times 90\%) / (V\rho_1 + V\rho_2) = \rho_1 \times 10\% + \rho_2 \times 80\% / (\rho_1 + \rho_2)$, 将该式与 50% 作差: $\frac{\rho_1 \times 10\% + \rho_2 \times 90\%}{\rho_1 + \rho_2} - 50\% = \frac{(\rho_2 - \rho_1) \times 40\%}{\rho_1 + \rho_2} > 0$, 则混合后所得溶液浓度大于 50%;



④混合后溶液的体积小于 100 mL, 浓度偏高; ⑤解法同③, 偏低。
6. D 【解析】A 错, 因为 HBr 比水容易挥发, 所以加热蒸发, 浓度更低; B 错, 同温同压下 $\rho(\text{H}_2)/\rho(\text{He}) = M(\text{H}_2)/M(\text{He}) = 2/4 = 1/2$; C 错, 根据 $n = N/N_A$, 物质的量相等, 无论在什么条件下分子数都相等; D 正确, 蒸发掉 m g 水, 溶质的质量分数为蒸发前的 2 倍, 则原来溶液质量为 $2m$ g, $n = \frac{2m \times \alpha\%}{M} \text{ mol} = \frac{2m}{50M} \text{ mol}$, $c = n/V = \frac{2m}{50MV} \text{ mol/L}$ 。

7. 【答案】 $n(\text{NH}_3) = \frac{V(\text{NH}_3)}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{700 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 31.25 \text{ mol}$;
 $V(\text{aq}) = \frac{m(\text{aq})}{\rho(\text{aq})} = \frac{m(\text{NH}_3) + m(\text{H}_2\text{O})}{\rho(\text{aq})} = \frac{n(\text{NH}_3) \cdot M(\text{NH}_3) + 1000 \text{ g}}{0.85 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}} \times 10^{-3} \text{ L} \approx 1.801 \text{ L}$;
 $c(\text{NH}_3) = \frac{n(\text{NH}_3)}{V(\text{aq})} = \frac{31.25 \text{ mol}}{1.801 \text{ L}} \approx 17.35 \text{ mol/L}$ 。

8. 【答案】(1) 500 mL 容量瓶, 烧杯, 胶头滴管 (2) 10.0 (3) C
(4) ①搅拌, 加速氢氧化钠固体的溶解 ②引流液体
9. B 【解析】用托盘天平称量物体的质量时, 应“左物右码”, A 错误。转移溶液时应使用玻璃棒引流, C 错误。定容时胶头滴管不能插入容量瓶内部, D 错误。

10. A 【解析】本题考查基本概念。同学们只要对基本概念熟悉, 严格按照基本概念来做, 弄清质量分数与物质的量浓度及密度等之间的转化关系即可。

11. C 【解析】设氯化物的化学式为 MCl_x ,
$$\begin{array}{ccc} \text{MCl}_x & \sim & x \text{ AgNO}_3 \\ 1 & & x \end{array}$$

 $5 \text{ mL} \times 0.05 \text{ mol/L} \quad 0.1 \text{ mol/L} \times 7.5 \text{ mL}$
有 $0.1 \text{ mol/L} \times 7.5 \text{ mL} = x \cdot 5 \text{ mL} \times 0.05 \text{ mol/L}$, 解得 $x = 3$ 。

12. 【解析】(1) 若滴定管未用 EDTA 标准溶液润洗, 则 EDTA 标准溶液会被稀释, 滴定过程中消耗标准溶液的体积增大, 使滴定结果偏高。(2) 氨气是碱性气体, 溶于水生成弱碱 ($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), 能够使红色石蕊试纸变蓝。(3) 根据题目给出的数据, 分别计算 Ni^{2+} 、 NH_4^+ 、 SO_4^{2-} 的物质的量, 然后由 Ni^{2+} 、 NH_4^+ 、 SO_4^{2-} 的物质的量确定结晶水的物质的量。

【答案】(1) 偏高
(2) 湿润的红色石蕊试纸 试纸颜色由红变蓝
(3) $n(\text{Ni}^{2+}) = 0.04000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 31.25 \text{ mL} \times 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{mL}^{-1} = 1.250 \times 10^{-3} \text{ mol}$
 $n(\text{NH}_4^+) = \frac{56.00 \text{ mL} \times 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{mL}^{-1}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2.500 \times 10^{-3} \text{ mol}$
 $n(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{2n(\text{Ni}^{2+}) + n(\text{NH}_4^+)}{2} = \frac{2 \times 1.250 \times 10^{-3} \text{ mol} + 2.500 \times 10^{-3} \text{ mol}}{2} = 2.500 \times 10^{-3} \text{ mol}$
 $m(\text{Ni}^{2+}) = 59 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1.250 \times 10^{-3} \text{ mol} = 0.07375 \text{ g}$
 $m(\text{NH}_4^+) = 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2.500 \times 10^{-3} \text{ mol} = 0.04500 \text{ g}$
 $m(\text{SO}_4^{2-}) = 96 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2.500 \times 10^{-3} \text{ mol} = 0.2400 \text{ g}$
 $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{2.3350 \text{ g} \times \frac{25.00 \text{ mL}}{100.00 \text{ mL}} - 0.07375 \text{ g} - 0.04500 \text{ g} - 0.2400 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1.250 \times 10^{-2} \text{ mol}$

$x:y:m:n = n(\text{NH}_4^+) : n(\text{Ni}^{2+}) : n(\text{SO}_4^{2-}) : n(\text{H}_2\text{O}) = 2:1:2:10$
硫酸镍铵的化学式为 $(\text{NH}_4)_2\text{Ni}(\text{SO}_4)_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 。

【易错点拨】该题后续实验中利用的样品溶液为 25 mL, 而配制的溶液体积为 100 mL, 如果计算结晶水时只考虑 25 mL, 则会导致结果错误。

13. 【解析】(1) 由题图分析可知, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 受热到 102°C 时开始脱水分解, 113°C 时可得到较稳定的一种中间产物, 到 258°C 时才会继续分解。在 200°C 时失去的水的质量为 $0.80 \text{ g} - 0.57 \text{ g} = 0.23 \text{ g}$, 由差量法可以计算。

(2) 570°C 灼烧得到的主要产物是黑色粉末和一种氧化性气体, 是 CuO 和 SO_3 。 CuO 与稀硫酸反应的产物是硫酸铜和水, 蒸发浓缩得到的晶体为 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 。其存在的最高温度为 102°C 。

(3) SO_3 与水反应生成硫酸, 与铜加热发生反应: $2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) + \text{Cu} \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(4) 根据溶度积的概念可以直接计算。pH = 8 时, $c(\text{OH}^-) = 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 由 $c(\text{Cu}^{2+}) \cdot c^2(\text{OH}^-) = K_{\text{sp}}[\text{Cu}(\text{OH})_2]$ 可得, $c(\text{Cu}^{2+}) = (2.2 \times 10^{-20})/10^{-12} = 2.2 \times 10^{-8}$ 。在 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸铜溶液中通入过量 H_2S 气体, 使 Cu^{2+} 完全沉淀为 CuS , 溶液中溶质为硫酸, $c(\text{SO}_4^{2-})$ 不变, 为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{H}^+)$ 为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

【答案】(1) $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
$$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{200^\circ\text{C}} \text{CuSO}_4 \cdot (5-n)\text{H}_2\text{O} + n\text{H}_2\text{O}$$

$$\begin{array}{ccc} 250 & & 18n \\ 0.80 \text{ g} & & 0.80 \text{ g} - 0.57 \text{ g} = 0.23 \text{ g} \end{array}$$

可列式: $\frac{250}{0.80 \text{ g}} = \frac{18n}{0.23 \text{ g}}$, 求得 $n \approx 4$ 。
故 200°C 时的产物为 $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 晶体。

(2) $\text{CuSO}_4 \xrightarrow{570^\circ\text{C}} \text{CuO} + \text{SO}_3 \uparrow \quad \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{102^\circ\text{C}}$
(3) $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
(4) $2.2 \times 10^{-8} \quad 0.2$

第 1 章质量评估

1. B
2. D 【解析】物质的量浓度与溶液的体积大小无关, 题干中 $c(\text{Cl}^-) = 1 \text{ mol/L} \times 3 = 3 \text{ mol/L}$ 。A 项中 $c(\text{Cl}^-) = 1 \text{ mol/L}$; B 项中 $c(\text{Cl}^-) = 2 \text{ mol/L}$; C 项中 $c(\text{Cl}^-) = 1 \text{ mol/L}$; D 项中 $c(\text{Cl}^-) = 1 \text{ mol/L} \times 3 = 3 \text{ mol/L}$, 故只有 D 符合题意。

3. A 【解析】因为 $\frac{a \text{ g}}{M} \cdot N_A \text{ mol}^{-1} = b$, 所以 $M = \frac{aN_A}{b} \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; 因此 $c \text{ g}$ 该气体在标准状况下的体积为 $\frac{c \text{ g}}{\frac{aN_A}{b} \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = \frac{22.4 bc}{aN_A} \text{ L}$ 。

4. D 【解析】根据 $m = \rho V$, 由题目告诉的条件可知, O_2 和 O_3 的质量相等, 但 O_2 的摩尔质量小于 O_3 的摩尔质量, 故 O_2 的物质的量大于 O_3 的物质的量, 所以 A、B、C 均错误。因二者的质量相等, 而 O_2 与 O_3 均由氧原子构成, 所以两种气体的氧原子数目相等, D 正确。

5. D 【解析】 NO_2 和 CO_2 分子中均含有 2 个氧原子, 故分子总数为 N_A 的 NO_2 和 CO_2 混合气体中含有的氧原子数为 $2N_A$, A 项正确; 28 g 乙烯和环丁烷 (C_4H_8) 的混合气体中含“ CH_2 ”的物质的量为 2 mol, 故含碳原子数为 $2N_A$, B 项正确; 92 g 的 NO_2 和 N_2O_4 混合气体中含“ NO_2 ”的物质的量为 $\frac{92 \text{ g}}{46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2 \text{ mol}$, 含有原子的物质的量为 6 mol, 即原子数为 $6N_A$, C 项正确; 常温常压下, 22.4 L 氯气的物质的量不是 1 mol, D 项错误。

6. A 【解析】①中原子的物质的量为 $0.5 \text{ mol} \times 4 = 2 \text{ mol}$; ②中原子的物质的量为 1 mol; ③中原子的物质的量为 $\frac{9 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 3 = 1.5 \text{ mol}$; ④中原子的物质的量为 $0.2 \text{ mol} \times 8 = 1.6 \text{ mol}$, 故原子个数由大到小排列为①④③②。

7. D 【解析】7.1 g 氯气, 即 0.1 mol, 与足量的氢氧化钠溶液反应转移的电子数为 $0.1 \times 6.02 \times 10^{23}$, A 项错误; B 项忽视了 NO_2 转化为 N_2O_4 的可逆反应; C 项忽视了粗铜中比铜活泼的金属优先失去电子; 因 Fe^{3+} 的水解, 故氯化铁溶液中 Cl^- 数目大于 Fe^{3+} 数目的 3 倍, D 项正确。

8. D 【解析】 $t_1^\circ\text{C}$ 时, 甲、乙的饱和溶液中溶质的质量分数均约为 23.1%; 100 g 水中溶解的甲、乙的质量相等, 但物质的量不一定相等; $t_2^\circ\text{C}$ 时, 甲的饱和溶液中溶质的质量分数比乙的大。故 A、B、C 均错。

9. A 【解析】 $n(\text{Fe}^{3+}) = 0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.2 \text{ L} \times 2 = 0.24 \text{ mol}$, $n(\text{Cu}^{2+}) = 1.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.2 \text{ L} = 0.24 \text{ mol}$ 。
当 Fe^{3+} 全部与 Fe 反应, 而 Cu^{2+} 不反应时,
$$2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$$

$$0.24 \text{ mol} \quad 0.12 \text{ mol} \quad 0.36 \text{ mol}$$

此时 $n(\text{Fe}^{2+}) : n(\text{Cu}^{2+}) = 0.36 \text{ mol} : 0.24 \text{ mol} = 3 : 2 < 2 : 1$, 所以部分 Cu^{2+} 也参与反应。

设参加反应的 Cu^{2+} 的物质的量为 x ,



则 $\frac{0.36+x}{0.24-x} = 2:1$, 解得 $x = 0.04 \text{ mol}$, 所以加入铁粉的物质的量为

$$0.12 \text{ mol} + 0.04 \text{ mol} = 0.16 \text{ mol}.$$

10. B 【解析】根据题中给出的已知量及各选项的要求, 利用待求量的最

基本计算关系代入求解即可。A 不正确, $w = \frac{a}{V\rho} \times 100\%$; 根据公式 $c =$

$\frac{n}{V}$ 进行计算知 B 正确; 由溶液中的电荷守恒可知 $c(\text{OH}^-) =$

$\frac{1\,000\,b}{V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + c(\text{H}^+)$, C 错误; 因为氨水的密度小于水的密度, 故

上述溶液再加 $V \text{ mL}$ 水后, 所得溶液溶质的质量分数小于 $0.5w$, 故 D 不

正确。

11. C 【解析】蒸发掉 100 g 水后质量分数加倍, 说明溶液质量为 200 g , 则

$$\text{溶质质量} = 200 \times 14\% = 28 \text{ g}, \text{ 所以 } c = \frac{28 \text{ g}}{56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.08 \text{ L}} =$$

$$6.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

【方法总结】质量守恒定律表示: 参加化学反应的各物质的质量总和等于反应后生成的各物质的质量总和。依据该定律和有关情况, 可得出下列等式:

(1) 反应物的质量之和 = 生成物的质量之和。

(2) 反应物减少的总质量 = 生成物增加的总质量。

(3) 溶液在稀释或浓缩过程中, 原溶质质量 = 稀释或浓缩后溶质质量 (溶质不挥发、不析出)。

12. 【答案】(1) $\text{NaOH} \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3$ 3:1 33.6

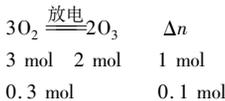
(2) $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3$ 1:1 112

(3) 图示表明, 向溶液中滴加 0.1 mol/L 的盐酸至不再放出 CO_2 气体时, 消耗盐酸的体积为 75 mL 。

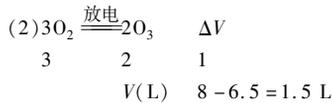
所以原 NaOH 溶液的物质的量浓度为:

$$\frac{0.1 \text{ mol/L} \times 0.075 \text{ L} \times 5}{0.05 \text{ L}} = 0.75 \text{ mol/L}.$$

13. 【解析】(1) 设有 1 mol O_2 ,



$$\bar{M} = \frac{m_{\text{总}}}{n_{\text{总}}} = \frac{32 \text{ g}}{0.9 \text{ mol}} \approx 35.6 \text{ g/mol}.$$



可得 $V = 3 \text{ L}$ 。

(3) 加热条件下, O_3 、 O_2 都能和铜粉反应, 故粉末增加的质量即为 O_2 和 O_3 的总质量。

设混合气体中含有 $\text{O}_2 x \text{ mol}$, 含有 $\text{O}_3 y \text{ mol}$ 。

$$\text{则有 } \begin{cases} x + y = \frac{0.896 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 0.04 \text{ mol}, \\ 2x + 3y = \frac{1.6 \text{ g}}{16 \text{ g/mol}} = 0.1 \text{ mol}, \end{cases} \text{ 解得 } \begin{cases} x = 0.02 \text{ mol}, \\ y = 0.02 \text{ mol}. \end{cases}$$

所以混合气体中臭氧的体积分数为 50% 。

【答案】(1) 35.6 (2) 3 (3) 50%

14. 【解析】五种气体的物质的量均为 $\frac{0.293 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 0.013 \text{ 08 mol}$,

烧瓶中空气的质量 = $0.013 \text{ 08 mol} \times 29 \text{ g/mol} = 0.379 \text{ 3 g}$,

烧瓶的质量 = $48.421 \text{ 2 g} - 0.379 \text{ 3 g} = 48.041 \text{ 9 g}$,

气体 A、B、C 的质量为 $48.408 \text{ 2 g} - 48.041 \text{ 9 g} = 0.366 \text{ 3 g}$,

气体 A、B、C 的摩尔质量为 $\frac{0.366 \text{ 3 g}}{0.013 \text{ 08 mol}} = 28 \text{ g/mol}$;

气体 D 的质量为 $48.434 \text{ 2 g} - 48.041 \text{ 9 g} = 0.392 \text{ 3 g}$,

D 的摩尔质量为 $\frac{0.392 \text{ 3 g}}{0.013 \text{ 08 mol}} = 30 \text{ g/mol}$;

气体 E 的质量为 $48.876 \text{ 2 g} - 48.041 \text{ 9 g} = 0.834 \text{ 3 g}$,

E 的摩尔质量为 $\frac{0.834 \text{ 3 g}}{0.013 \text{ 08 mol}} = 64 \text{ g/mol}$;

则 A、B、C 可能为 N_2 、 CO 、 C_2H_4 中的一种, D 为 NO , E 为 SO_2 。

【答案】(1) SO_2 (2) 30 (3) $3.5N_A$ 或 2.107×10^{24} (4) N_2 、 CO 、 C_2H_4 (顺序可不一致)

15. 【解析】(2) 由题意得 $\frac{n(\text{FeCl}_2) + n(\text{FeCl}_3)}{2n(\text{FeCl}_2) + 3n(\text{FeCl}_3)} = 1:2.1$, 解得 $\frac{n(\text{FeCl}_3)}{n(\text{FeCl}_2)} = \frac{1}{9}$, 故样品中 FeCl_3 的物质的量分数为 $\frac{1}{1+9} = 0.10$ 。

(3) Fe^{3+} 将 I^- 氧化成 I_2 (或 I_3^-), 书写离子方程式时要注意碘酸为强酸, 反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ 。

(4) 据化合价升降总数相等及电荷守恒可写出反应的离子方程式: $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3$, $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{ClO}^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{FeO}_4^{2-} + 5\text{H}_2\text{O} + 3\text{Cl}^-$; 类比 $\text{MnO}_2 - \text{Zn}$ 电池电极反应式的书写, $\text{K}_2\text{FeO}_4 - \text{Zn}$ 电池负极反应式为 $\text{Zn} + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{OH})_2$, 正极反应式为 $\text{FeO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 5\text{OH}^-$, 负极反应式乘 3 与正极反应式乘 2 相加得电池总反应的离子方程式为 $3\text{Zn} + 2\text{FeO}_4^{2-} + 8\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 3\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 4\text{OH}^-$ 。

【答案】(1) $n(\text{Cl}) = 0.0250 \text{ L} \times 0.40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.010 \text{ mol}$,

$$0.54 \text{ g} - 0.010 \text{ mol} \times 35.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.19 \text{ g},$$

$$n(\text{Fe}) = \frac{0.19 \text{ g}}{56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.003 \text{ 4 mol},$$

$$n(\text{Fe}):n(\text{Cl}) = 0.003 \text{ 4}:0.010 \approx 1:3, x = 3$$

(2) 0.10 盐酸 氯气

(3) $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ (或 $2\text{Fe}^{3+} + 3\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_3^-$)

(4) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3$,

$2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{ClO}^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{FeO}_4^{2-} + 5\text{H}_2\text{O} + 3\text{Cl}^-$

$\text{FeO}_4^{2-} + 3\text{e}^- + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 5\text{OH}^-$

$2\text{FeO}_4^{2-} + 8\text{H}_2\text{O} + 3\text{Zn} \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{Zn}(\text{OH})_2 + 4\text{OH}^-$

第 2 章 化学物质及其变化

第 1 节 物质的分类

1. C 【解析】A 选项, 溶液和胶体的本质区别是分散质颗粒直径不同; B 选项, 制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体应将饱和 FeCl_3 溶液加入沸水中, 加热至溶液变为红褐色; D 选项, 渗析是提纯胶体的方法。

2. D 【解析】①②④是胶体中加电解质发生聚沉。③利用电泳原理静电除尘。⑤中土壤胶粒带负电, 易吸收带正电的铵根离子, 所以施用铵态氮肥效果更佳。⑥服用牛奶或豆浆等蛋白质, 会和 MgCl_2 作用发生聚沉, 解毒。

3. C

4. C 【解析】A 项错, 比如 SiO_2 与氢氟酸、氢氧化钠溶液均能反应, 但不是和所有的强酸强碱都能反应, 因此不是两性氧化物。B 项, 酸性氧化物还能与碱性氧化物反应, 大部分酸性氧化物还能与水反应。D 项, 酸式盐也可以电离出 H^+ 。

5. B 【解析】A 项, 酸酐中心原子的化合价应与酸中的相同; C 项, 结晶水合物都是化合物; D 项, CO 、 NO 都是不成盐氧化物。

6. A 【解析】因为聚沉能力主要取决于与胶体粒子带相反电荷的离子所带的电荷数, 电荷数越大, 聚沉能力越大。 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶粒带正电, 应选择阴离子带电荷数多的, 所以选 A 项。

7. 【答案】(1) ① SO_2 常温常压下是气体, 其余是固体

② Na_2O_2 是过氧化物, 其余为酸性氧化物或碱性氧化物 (答案不唯一, 合理即可)

(2) $\text{CaO} + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSiO}_3$ (或 $\text{MgO} + \text{SO}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{MgSO}_3$ 等其他合理答案)
 $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4$

(3) 氧化还原反应 离子反应 (意思正确、能表示二者的交叉关系即



可)

(4)溶液 胶体 丁达尔效应

8. D 【解析】酸性氧化物是指能和碱反应生成盐和水的氧化物,CO 不属于酸性氧化物,A 项错误;氯化铁溶液不是胶体,B 项错误;四氯化碳为非电解质,C 项错误;福尔马林是 35% ~ 40% 的甲醛水溶液,属于混合物,水玻璃是硅酸的水溶液,属于混合物,氨水是氨气溶于水形成的混合物,D 项正确。
9. D 【解析】②中水煤气是用炭制备的,炭不可再生,所以水煤气也不可再生。⑤盐酸和食醋都是混合物。⑥纯碱是盐。
10. D 【解析】A 项错在胶体不带电,而胶粒带电。B 项错在溶液中的溶质未必都以离子形式存在,如酒精,此时的溶质在电场作用下不移动;而且胶粒也不是都带电,如淀粉胶粒就不带电,因此在电场作用下也不移动。C 项错在溶液中溶质粒子的运动是无规律的。

第 2 节 离子反应

1. B 【解析】加水冲稀时 $c(\text{H}^+)/c(\text{OH}^-)$ 的值明显减小,说明 $c(\text{H}^+)$ 减小, $c(\text{OH}^-)$ 增大,说明溶液显酸性。①中 CH_3COO^- 与 H^+ 不共存,④中 HCO_3^- 与 H^+ 不共存,⑤中 SO_3^{2-} 与 H^+ 不共存, NO_3^- 在酸性条件下也会氧化 SO_3^{2-} ,不共存。
2. C 【解析】A 项,无色透明溶液中不可能有 MnO_4^- ;B 项, NO_3^- 、 Fe^{2+} 、 H^+ 三者不能大量共存;C 项, HCO_3^- 与 Na^+ 、 K^+ 、 CO_3^{2-} 、 Br^- 之间均无任何反应,能共存;D 项,强碱性溶液中不存在 HSO_3^- ,且该条件下 ClO^- 与 S^{2-} 之间能发生氧化还原反应。
3. C 【解析】加入 0.5 mol Na_2O_2 , Na_2O_2 与水反应生成 1 mol NaOH、0.25 mol O_2 ,此时,共产生气体 0.45 mol,则其余 0.2 mol 气体为氨气,所以 NH_4^+ 的物质的量为 0.2 mol。不溶于 NaOH 的沉淀有 0.1 mol,该沉淀应为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$,所以含 Mg^{2+} 0.1 mol。A 点共产生 0.3 mol 沉淀,去掉 0.1 mol $\text{Mg}(\text{OH})_2$,可推出 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 为 0.2 mol,所以含 Al^{3+} 0.2 mol。 $n(\text{Mg}^{2+}):n(\text{NH}_4^+):n(\text{Al}^{3+}) = 0.1:0.2:0.2 = 1:2:2$ 。
4. B 【解析】次氯酸是弱酸,在书写离子方程式时不能拆写,A 项错误;双氧水有氧化性,KI 有还原性,两者发生氧化还原反应,B 项正确;用铜作电极,阳极铜直接失电子生成 Cu^{2+} ,溶液中氢离子得电子,有氢气生成,C 项错误;硫代硫酸钠溶液中加入稀硫酸生成二氧化硫和硫单质, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$,D 项错误。
5. C 【解析】A 项,由于试液中外加了 NaOH 和 Na_2CO_3 溶液,故不能确定原试液中是否含 Na^+ ;B 项,试液中有没有葡萄糖酸根,都无银镜产生;C 项,滤液加氨水无沉淀,说明无 Mg^{2+} ,加 Na_2CO_3 有白色沉淀,说明有 Ca^{2+} ;D 项,试液中有可能含有 Fe^{2+} ,也有可能只含有 Fe^{3+} 。
6. A 【解析】C 项, Fe^{3+} 与 SCN^- 发生络合反应, Fe^{3+} 与 I^- 发生氧化还原反应;D 项, $c(\text{H}^+)/c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{14}$ 说明溶液显酸性, ClO^- 与 H^+ 不共存。
7. C 【解析】A 项电荷不守恒;B 项 CH_3COOH 是弱电解质,不能写成离子形式;D 项铁粉过量应生成 Fe^{2+} 。
8. D 【解析】0.1 mol/L 乙溶液中 $c(\text{H}^+) > 0.1 \text{ mol/L}$,说明乙是二元强酸,所以乙是 H_2SO_4 ;甲与乙反应能生成沉淀,推出甲中含 Ba^{2+} ;丙中加 AgNO_3 溶液生成不溶于稀 HNO_3 的白色沉淀,推出丙中含 Cl^- 。丙和甲反应能产生沉淀,推出此沉淀应为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$,故甲为 $\text{Ba}(\text{OH})_2$,丙为 MgCl_2 ,所以丁为 NH_4HCO_3 。
9. D 【解析】A 项,稀硝酸应氧化 FeS 生成 Fe^{3+} 和硫沉淀。B 项,因为 NaOH 溶液过量,所以还应有反应 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。C 项, HSO_3^- 酸性强于苯酚,故 SO_2 少量时应该生成 SO_3^{2-} 。
10. BC 【解析】当 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液少量时, OH^- 应先跟 Fe^{3+} 反应,因此 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液少量时,反应的 Fe^{3+} 的量大于或等于 NH_4^+ 的量,故 A、D 都是错误的。C 为 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液少量的情况,B 为 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液过量的情况。
11. B 【解析】③中加入硝酸酸化的 AgNO_3 溶液产生白色沉淀,说明含有 Cl^- ,无黄色沉淀生成说明不含 I^- ;产生有色刺激性气体,说明发生反应: $2\text{H}^+ + 3\text{NO}_2^- = 2\text{NO} \uparrow + \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$,所以含有 NO_2^- 。④中加足量 BaCl_2 溶液,产生白色沉淀,该沉淀溶于稀硝酸且放出气体,将气体

通入品红溶液,溶液不退色,说明没有 SO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} ,含有 CO_3^{2-} 。

12. 【解析】首先 A、C、E 呈碱性,且碱性强弱为 $\text{A} > \text{E} > \text{C}$,说明 A 是强碱,E 是碳酸盐,而六种阳离子中能与 CO_3^{2-} 共存的只有 K^+ ,所以 E 是碳酸钾,那么 A 就只能为 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 。②向 B 溶液中滴加稀氨水,先出现沉淀,继续滴加氨水,沉淀消失,说明 B 为 AgNO_3 溶液。④向 F 溶液中滴加氨水,生成白色絮状沉淀,沉淀迅速变成灰绿色,最后变成红褐色,说明 F 中有 Fe^{2+} 。③向 D 溶液中滴加 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液,无明显现象,说明 D 中没有 SO_4^{2-} ,那么 F 中就应含 SO_4^{2-} ,所以 F 是 FeSO_4 。综上可知 C 是 $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 。

【答案】(1) $\text{AgNO}_3 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{AgOH} + \text{NH}_4\text{NO}_3$,

$\text{AgOH} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH} + 2\text{H}_2\text{O}$

(2) 碳酸钾 由①中碱性强弱的顺序可知,E 是碳酸盐。六种阳离子中可以与碳酸根形成可溶性盐的只有钾离子,所以 E 是碳酸钾

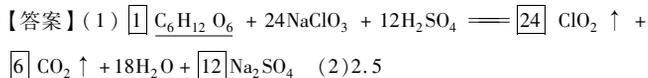
(3) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ AlCl_3 FeSO_4

第 3 节 氧化还原反应

1. B 【解析】明确反应的实质,同种元素发生氧化还原反应时化合价变化要遵循“只靠近不交叉”的原则,即“价态归中”。由于该反应属于归中反应,反应机理为 KClO_3 中 Cl 得到 5 个电子转化为 Cl_2 (被还原),同样 HCl 中的 Cl 失去一个电子转化为 Cl_2 (被氧化),反应中氧化产物和还原产物均为 Cl_2 ,且氧化产物和还原产物的物质的量之比等于氧化剂得电子数和还原剂失去电子数之比,即 5:1。
2. AB 【解析】解答本题要考虑两个问题,一是三种阴离子 Br^- 、 I^- 、 SO_3^{2-} 的还原性强弱顺序为 $\text{SO}_3^{2-} > \text{I}^- > \text{Br}^-$;二是 Br_2 受热易挥发、 I_2 具有升华的特性。这样再考虑氯气的用量不同时各种情况,可知答案为 A、B。
3. C 【解析】根据题意,“要加入还原剂实现”此变化,则说明各选项变化为氧化剂的变化,即变化中有元素化合价的降低,判断各项知 A、C 项符合这一点;但对于 A 项还要注意,实现 $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl}$ 的变化有多种方式,如 KClO_3 受热分解也能得到 KCl ,即实现 A 项转化不一定要加入还原剂。故答案为 C。
4. A 【解析】本题考查离子间的有关反应,注意两个限制条件的运用。选项 A 中 H^+ 、 HS^- 之间可发生复分解反应, H^+ 、 NO_3^- 、 HS^- 之间可发生氧化还原反应,因此选项 A 符合;选项 B 中只发生氧化还原反应,选项 C 中无明显反应,选项 D 中只发生复分解反应。
5. A 【解析】从题干叙述可以看出,铜还原硝酸得到的气体恰好又与 1.68 L O_2 完全反应,所以可以使用电子得失守恒先求 $n(\text{Cu}):n(\text{Cu}) \times 2 = n(\text{O}_2) \times 4$,得 $n(\text{Cu}) = 2n(\text{O}_2) = \frac{2 \times 1.68 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.15 \text{ mol}$,所以 $n(\text{NaOH}) = 0.3 \text{ mol}$, $V(\text{NaOH}) = \frac{0.3 \text{ mol}}{5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 60 \text{ mL}$,故选 A。
6. 【解析】根据化合价升降总数相等的原则配平方程式,再依据质量守恒,确定未知物质为 H_2O 。根据得失电子的情况确定氧化剂、氧化产物;因 H_2SO_4 中各元素化合价均未变化,故只表现出酸性。有 11 g CO_2 生成,转移电子的数目为 $\frac{11 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 4 \times 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 6.02 \times 10^{23}$ 个。
- 【答案】(1) 3 2 8 3 2 2 8 H_2O (2) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ CO_2
(3) A (4) 6.02×10^{23}
7. A 【解析】A 项,根据铁元素守恒可得硫酸亚铁铵的物质的量为 $n(1+y) \text{ mol}$,故 A 错;根据铬元素守恒可知 B 项正确;C 项和 D 项利用的是得失电子守恒的原理,铁失去的电子为 $ny \text{ mol}$,铬得到的电子为 $3nx \text{ mol}$,二者相等,所以 C、D 正确。
8. B 【解析】在碱性条件下,不可能产生 CO_2 气体,而应是 CO_3^{2-} ,故 B 项错。
9. 【解析】(1) 纤维素的最终水解产物为葡萄糖($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$),葡萄糖具有还原性,在 H_2SO_4 环境中与 NaClO_3 反应生成 ClO_2 、 CO_2 、 H_2O ,根据原子守恒可推出另一产物为 Na_2SO_4 ,根据得失电子守恒和原子守恒配平反应方程式为: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 24\text{NaClO}_3 + 12\text{H}_2\text{SO}_4 = 24\text{ClO}_2 \uparrow + 6\text{CO}_2 \uparrow + 18\text{H}_2\text{O} + 12\text{Na}_2\text{SO}_4$ 。(2) 由题意知 CN^- 转化为无毒的 N_2 、 CO_2 , ClO_2 或 Cl_2 转化为 Cl^- ,反应中 1 mol ClO_2 得到 5 mol 电子,1 mol Cl_2 得到 2 mol



电子,所以处理相同量的 CN^- 时,所需 Cl_2 的物质的量是 ClO_2 的 2.5 倍。



【技巧点拨】氧化还原反应方程式的书写,首先要写出氧化剂、还原剂及其产物,然后依据得失电子守恒配平,注意反应环境(H^+ 或 OH^-),用 H^+ 或 OH^- 调整电荷数,最后配平 H_2O 即可。氧化还原反应计算一定要紧扣得失电子守恒建立等式求解。

10. 【解析】本题属于物质组成分析与化学综合计算题。利用氧化还原反应进行分析,运用元素守恒进行推理计算,兼有溶度积常数的计算和离子方程式的书写。

【备考提示】高三复习还要紧紧抓住元素守恒、质量守恒、电荷守恒和极端分析等化学常用分析方法。

【答案】(1) 1.1×10^{-4}



(3) $n(\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{5}{2} \times (0.020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 25.00 \text{ mL}) / 1000 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1} = 1.25 \times 10^{-3} \text{ mol}$

$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n(\text{BaSO}_4) = 0.5825 \text{ g} / 233 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.50 \times 10^{-3} \text{ mol}$

$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2.50 \times 10^{-3} \text{ mol} = 0.355 \text{ g}$

$m(\text{H}_2\text{O}_2) = 34 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1.25 \times 10^{-3} \text{ mol} = 0.0425 \text{ g}$

$n(\text{H}_2\text{O}) = [(1.7700 \text{ g} \times 25.00 \text{ mL} / 100 \text{ mL}) - 0.355 \text{ g} - 0.0425 \text{ g}] / 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$

$x:y:z = n(\text{Na}_2\text{SO}_4):n(\text{H}_2\text{O}_2):n(\text{H}_2\text{O}) = 2:1:2$

硫酸钠-过氧化氢加合物的化学式为 $2\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。

11. 【解析】(1) 配方程式,或者根据电子得失守恒计算。 $2\text{As}_2\text{S}_3 + 2\text{SnCl}_2 + 4\text{HCl} \xrightarrow{\quad} \text{As}_4\text{S}_4 + 2\text{SnCl}_4 + 2\text{H}_2\text{S} \uparrow$ 。

(2) 氧化剂为 As_2S_3 , 还原剂为 SnCl_2 , H_2S 可用氢氧化钠溶液或硫酸铜溶液来吸收。

(3) As_2S_3 做还原剂,转移电子的个数是 $2 \times (5-3) + 3 \times (0+2) = 10$ 。 NO_2 属于还原产物,在正极生成。

(4) 根据电子守恒可知生成 CO_2 的量是 $0.5 \text{ mol} \times 4/4 = 0.5 \text{ mol}$,但考虑到随着反应的进行,硝酸的浓度会降低,而稀硝酸不与碳反应。

【答案】(1) 1:1 (2) As_2S_3 氢氧化钠溶液或硫酸铜溶液

(3) 10 mol 正极 (4) a

第2章质量评估

1. B 【解析】燃料燃烧过程中会释放少量的 N_2O_4 (或 NO_2), 造成大气污染, A 项错; 反应中 N_2O_4 是氧化剂, 偏二甲肼是还原剂, CO_2 是氧化产物, N_2 既是氧化产物又是还原产物, B 项正确, C 项错误; 根据 N_2O_4 分析, 每有 3 mol N_2 生成时, 电子转移数目为 $16N_A$, 则 D 项中转移电子数目应为 $3.2N_A$, D 项错。

2. C 【解析】Fe 与不足量的稀硫酸反应生成的 FeSO_4 属于强酸弱碱盐, 溶液呈酸性, Na 与硫酸反应后得到的 Na_2SO_4 溶液为中性, 而过量的 Na 继续与水反应生成 NaOH , 因此最后溶液显碱性, A 项错; Na_2O_2 与 CO_2 反应时, Na_2O_2 既做氧化剂, 又做还原剂, 1 mol Na_2O_2 转移 1 mol 电子, 故 7.8 g (即 0.1 mol) Na_2O_2 与 CO_2 完全反应转移 0.1 mol 电子, B 项错; FeCl_2 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 都可通过化合反应 $\text{Fe} + 2\text{FeCl}_3 \xrightarrow{\quad} 3\text{FeCl}_2$, $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ 制得, C 项正确; Na_2CO_3 热稳定性强, 受热不分解, D 项错。

3. C 【解析】本题考查离子方程式书写的正误判断。A 项, 酸性环境中, 不能生成 OH^- , 错; B 项, NaOH 过量, HCO_3^- 与 OH^- 会反应生成 CO_3^{2-} 和 H_2O , 错; C 项, SO_2 过量则生成 HSO_3^- , 正确; D 项, 氧原子不守恒, 得失电子也不守恒, 错。

4. A 【解析】向该溶液中加入过量的稀硫酸, 有气泡产生, 且溶液中阴离子种类不变, 说明溶液中含有 Fe^{2+} 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} , 根据电荷守恒可知, 溶液中还含有 Na^+ 。向该溶液中加入足量的 NaOH 溶液, 充分反应后, 过滤、洗涤、灼烧, 最终所得的物质是 Fe_2O_3 , 其质量为 80 g, 故 A 项错。

5. C 【解析】反应依次为 ① $\text{SO}_3^{2-} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Cl}^- + 2\text{H}^+$,

0.1 mol SO_3^{2-} 消耗 2.24 L 氯气;

② $2\text{I}^- + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{Cl}^- + \text{I}_2$, 0.1 mol I^- 消耗 1.12 L 氯气;

③ $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{Cl}^- + 2\text{Fe}^{3+}$, 0.1 mol Fe^{2+} 消耗 1.12 L 氯气;

④ $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{Cl}^- + \text{Br}_2$, 0.1 mol Br^- 消耗 1.12 L 氯气。所以, A 项从 2.24 L 氯气开始反应, B 项到 2.24 L 停止反应, D 项从 4.48 L 开始反应。故只有 C 项正确。

6. C 【解析】A 项中因 Fe^{2+} 与 ClO^- 发生氧化还原反应而不能大量共存; B 项中酸性条件下, ClO^- 与 H^+ 结合成弱电解质 HClO ; C 项中各离子之间不能发生化学反应, 因此能在水溶液中大量共存; D 项中离子能发生反应: $2\text{H}^+ + \text{SiO}_3^{2-} \xrightarrow{\quad} \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow$ 。

7. B 【解析】① 纯碱是 Na_2CO_3 , 属于盐; ③ 根据电解质在水溶液中能否完全电离将电解质分为强电解质和弱电解质; ④ 将分散系分为溶液、胶体和浊液的依据是分散系中分散质粒子的直径大小; ⑥ 将元素分为金属元素和非金属元素的依据是元素的化学性质。

8. D 【解析】设还原产物中 N 的化合价为 a, 由电子守恒可得 $\frac{5.6 \text{ g}}{56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 1 = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 50 \times 10^{-3} \text{ L} \times (5-a)$, 解得 $a=1$, 所以还原产物为 N_2O ; 由得失电子守恒和原子守恒配平化学方程式得 $8\text{FeSO}_4 + 2\text{KNO}_3 + 5\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\quad} \text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{N}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O}$, 由化学方程式可知氧化产物和还原产物的物质的量之比为 4:1, 反应过程中转移的电子数为 $0.1 \times 6.02 \times 10^{23}$ 。

9. A 【解析】淀粉不能透过半透膜, 只有半透膜破损, 溶液中才有淀粉, 加入碘水才会变蓝, 故 A 项正确。 I^- 本身就能通过半透膜, 所以 B、C、D 不能作为判断依据。

10. D 【解析】胶体不显电性, 胶体粒子带电荷; 过氧化钠中含氧氧非极性键, 但是过氧化钠为离子化合物; 当是同类晶体且晶体结构相似时键越强熔点越高, 二氧化硅分子中硅氧键比晶体硅中的硅硅键键长短, 故二氧化硅熔点高些; 金属晶体中含有阳离子但是不含阴离子, 而是含有带负电的自由电子。

11. B 【解析】① $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{HClO}$, $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$;

② $\text{AlCl}_3 + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4\text{Cl}$, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 不溶于弱碱, 故沉淀不溶解;

③ $\text{CuSO}_4 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 + 4\text{H}_2\text{O}$;

④ $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{HCl} \xrightarrow{\quad} \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$, H_2SiO_3 不溶于酸, 故沉淀不溶解。

12. 【解析】 H_2 和 CO_2 都不是电解质, CO_2 和 Na_2O 都是氧化物, Na_2O 和 NaCl 都是钠的化合物, NaCl 和 FeCl_3 都是盐。 FeCl_3 溶液滴入沸水中可制得胶体。

【答案】(1) A C B D

(2) ① $\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}(\text{OH})_3 (\text{胶体}) + 3\text{HCl}$

② 若该分散系能产生丁达尔效应, 则制备成功; 否则, 不成功

13. 【解析】 Ag^+ 只能与五种阴离子中的 NO_3^- 组成可溶性化合物 AgNO_3 , 据实验 ② 知, B 为 AgNO_3 ; CO_3^{2-} 只能与 Na^+ 组成可溶性化合物 Na_2CO_3 , Na_2CO_3 溶液显碱性, 且 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Na_2CO_3 溶液的 pH 小于 13, 故 A 为 Na_2CO_3 ; 剩下的三种阴离子和三种阳离子中, OH^- 只能与 Ba^{2+} 组成可溶物 $\text{Ba}(\text{OH})_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液显碱性, 且 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液的 pH 大于 13, 故 E 为 $\text{Ba}(\text{OH})_2$; 据实验 ③ 可知, C 中含有 Fe^{3+} , 这样 D 中所含的阳离子只能是 Al^{3+} , 据实验 ④ 可知, D 中无 SO_4^{2-} , 故 D 为 AlCl_3 , 最后可判断出 C 为 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 。

【答案】(1) Na_2CO_3 AgNO_3 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ AlCl_3 $\text{Ba}(\text{OH})_2$

(2) $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$

(3) ③ $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} \xrightarrow{\quad} 3\text{Fe}^{2+}$ ④ $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- \xrightarrow{\quad} \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$

14. 【答案】(1) 17 (2) $4\text{FeS}_2 + 15\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} 2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$
10 1 4 H_2O 10 2 8 1

(3) ① $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \uparrow$ (或其他合理答案)

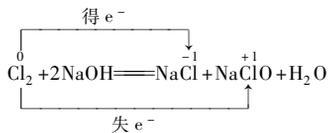
② $2\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$



15. 【解析】(1) 根据 e 处发生反应的化学方程式判断反应中的氧化剂为 KMnO_4 , 还原剂为 HCl , 其中参加反应的氧化剂和还原剂的物质的量之比为 $2:10 = 1:5$ 。

(2) b 处发生的反应为 $2\text{KI} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{KCl} + \text{I}_2$, I_2 遇淀粉变蓝色; d 处发生的反应为 $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{FeCl}_3$, Fe^{3+} 和 SCN^- 反应使溶液变血红色。

(3) Cl_2 与 NaOH 溶液反应的化学方程式:

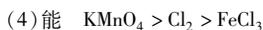
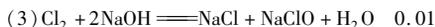


当有 0.01 mol Cl_2 被吸收时, 转移 0.01 mol 电子。

(4) e 处实验说明氧化性 $\text{KMnO}_4 > \text{Cl}_2$, d 处实验说明氧化性 $\text{Cl}_2 > \text{FeCl}_3$, 因此, 三种物质氧化性强弱顺序为 $\text{KMnO}_4 > \text{Cl}_2 > \text{FeCl}_3$ 。

【答案】(1) $2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ + 10\text{Cl}^- \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 1:5

(2) 溶液由无色变为蓝色 溶液变为血红色



16. 【解析】分析沉淀物质的量的变化曲线可知, 混合溶液中一定含有 H^+ 、 NH_4^+ 、 Al^{3+} 、 Mg^{2+} , 一定不含 OH^- 、 CO_3^{2-} 和 AlO_2^- , 溶液中含有阳离子必定含有阴离子, 所以溶液中一定还含有 SO_4^{2-} , 可能含有 K^+ 。8 mol Na_2O_2 与水反应产生 4 mol O_2 和 16 mol NaOH 。 $n(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_4^+) = 6 \text{ mol} - 4 \text{ mol} = 2 \text{ mol}$, 这一反应消耗 OH^- 的物质的量为 2 mol; $n[\text{Mg}(\text{OH})_2] = n(\text{Mg}^{2+}) = 3 \text{ mol}$, $n[\text{Al}(\text{OH})_3] = n(\text{Al}^{3+}) = 2 \text{ mol}$ 。这两个反应共消耗 14 mol OH^- , 与 H^+ 反应的 OH^- 只有 2 mol, 故 $n(\text{H}^+) = 2 \text{ mol}$, 由电荷守恒可知, $n(\text{SO}_4^{2-}) \geq 8 \text{ mol}$ 。

【答案】(1)

离子种类	H^+	Al^{3+}	NH_4^+	Mg^{2+}	SO_4^{2-}
物质的量 (mol)	2	2	2	3	≥ 8

(2) 1 7 9

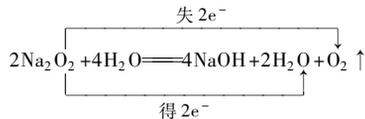
(3) 用一根洁净的铂丝蘸取溶液, 在酒精灯火焰上灼烧, 透过蓝色的钴玻璃观察焰色, 如果火焰呈紫色, 则含有钾离子

第 3 章 金属及其化合物

第 1 节 钠及其重要化合物

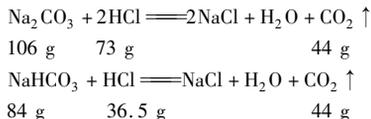
1. D 【解析】 $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NaOH}$, 虽去除了 Na_2SO_4 , 但又增加了新的杂质 NaOH 。

2. B 【解析】A 中, 因 Na_2O_2 有强氧化性, SO_2 有还原性, 故反应为: $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$; B 中, Na_2O_2 与 H_2O 反应显碱性, 而使溶液变蓝(先复分解), 褪色体现了 Na_2O_2 的强氧化性(后氧化还原); C 中, 能和酸反应生成盐和水的氧化物叫碱性氧化物。而 Na_2O_2 和酸的反应, 除生成盐和水外, 还有氧气生成, 如 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 4\text{HCl} \longrightarrow 4\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$; D 中, Na_2O_2 与水反应的实质是:



Na_2O_2 既做氧化剂, 又做还原剂, H_2O 是还原产物, O_2 是氧化产物。

3. A 【解析】 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 分别与盐酸反应, 有关物质的质量关系是:



等质量的 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 分别与盐酸反应, NaHCO_3 产生的二氧化碳多, Na_2CO_3 消耗盐酸多, 故 A 选项正确, B 选项不正确。向 NaHCO_3 溶液中滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 有如下反应: $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \longrightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, $\text{CO}_3^{2-} + \text{Ba}^{2+} \longrightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow$, C 选项不正确。 Na_2CO_3 溶液不能与 NaOH 反应, D 选项不正确。

4. D 【解析】焰色反应成功的关键是避免杂质和其他颜色的干扰。这就必须有①滤去黄光; ②③除去铂丝上的杂质; ④本身颜色越微弱的火焰焰色反应时干扰越小, 被检验物质的火焰颜色越明显; ⑤焰色反应除用铂丝外, 还可用光洁无锈的铁丝、镍丝、铬丝、钨丝等。

5. D 【解析】对各物质的反应来说, 物质联系如下: $\text{CO} \sim \text{CO}_2 \sim \text{Na}_2\text{CO}_3$, 对 Na_2O_2 而言, $\text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{Na}_2\text{O}_2 = \text{CO}$, 正好与 CO 相同, 即 CO 反应的质量与 Na_2O_2 增加的质量相等, $\text{H}_2 \sim \text{H}_2\text{O} \sim 2\text{NaOH}$, 而 $2\text{NaOH} - \text{Na}_2\text{O}_2 = 2\text{H}$ (可看作 H_2), 即 Na_2O_2 增加的质量为 H_2 的质量; 所以凡是分子式符合 $(\text{CO})_x(\text{H}_2)_y$ 的物质都符合题意, 选 D。

6. C 【解析】 Na_2O_2 投入盐溶液中首先考虑与水反应, 生成大量 NaOH , 则 OH^- 增多; 而 HCO_3^- 与 OH^- 能反应生成 CO_3^{2-} 和 H_2O , 因此 HCO_3^- 减少, CO_3^{2-} 增多; 注意 SO_3^{2-} 被 Na_2O_2 氧化为 SO_4^{2-} 而减少。

7. 【解析】分析图中曲线和各个量的关系, A 曲线表明先加入的 25 mL 盐酸, 含有的氢离子的物质的量为 $0.1 \text{ mol/L} \times 0.025 \text{ L} = 0.0025 \text{ mol}$, 此时发生的反应为 $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ \longrightarrow \text{HCO}_3^-$, 所以可知溶液中含有的 CO_3^{2-} 物质的量为 0.0025 mol , 后加的 50 mL 盐酸和 HCO_3^- 反应生成 CO_2 , 因为后加的氢离子的物质的量为 $0.1 \text{ mol/L} \times 0.050 \text{ L} = 0.005 \text{ mol}$, 所以 CO_2

的体积为 $0.005 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1000 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1} = 112 \text{ mL}$ 。B 曲线表明先加入的 60 mL 盐酸都没有气体生成, 又加入 15 mL 盐酸才生成气体, 也就是说 HCO_3^- 为 $0.1 \text{ mol/L} \times 0.015 \text{ L} = 0.0015 \text{ mol}$, 则原溶液中只有 $0.0015 \text{ mol CO}_3^{2-}$, 含有 OH^- 的物质的量为 $0.006 - 0.0015 = 0.0045 \text{ mol}$, 即原溶液中的溶质是 NaOH 和 Na_2CO_3 。根据钠守恒, 可计算氢氧化钠的物质的量浓度。在图中, 如果在开始生成 CO_2 前后消耗盐酸的比为 1:1, 则原溶质为碳酸钠; 若小于 1:1, 则原溶质为 NaHCO_3 和 Na_2CO_3 的混合物; 若大于 1:1, 则为 NaOH 和 Na_2CO_3 的混合物。

【答案】(1) ① NaOH 、 Na_2CO_3 ② Na_2CO_3 ③ Na_2CO_3 、 NaHCO_3

④ NaHCO_3

(2) ①112 ② NaOH 、 Na_2CO_3 ③0.150 mol/L

8. 【解析】 NaHCO_3 水解的离子方程式为 $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$ 。

(1) 丙同学加入足量试剂 X 是为了检验溶液中是否有 CO_3^{2-} , 而即使无 Na_2CO_3 , NaHCO_3 也会与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应分别产生白色沉淀; 而 BaCl_2 与 NaHCO_3 不反应, 能与 Na_2CO_3 反应产生 BaCO_3 沉淀, 故 BaCl_2 可以检验加热煮沸后的溶液中是否有 Na_2CO_3 , 从而做出判断。

(2) 因水的沸点为 100°C , 有水存在, 溶液温度一般不超过 100°C , 故 NaHCO_3 不会发生分解, 所以乙的判断是错误的。

【答案】 $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$ (1) 乙 (2) 乙 水的沸点为 100°C , 有水存在溶液温度不超过 100°C , NaHCO_3 不会发生分解

9. AC 【解析】浓硫酸有脱水性, 使蔗糖炭化变黑, 生成的碳与有强氧化性的浓硫酸发生氧化还原反应, 产生气体而膨胀, A 项正确; 常温下 Al 遇浓硝酸发生钝化, 在铝表面形成致密的氧化膜, B 项错误; 金属钠能与乙醇发生置换反应而产生氢气, 是由于乙醇中的羟基氢比较活泼, C 项正确; 铁与水在高温下反应生成黑色的四氧化三铁和氢气, D 项错误。

10. B 【解析】石灰乳与 Cl_2 的反应中氯发生歧化反应, Cl_2 既是氧化剂, 又是还原剂。常温下干燥的 Cl_2 能用钢瓶贮存仅代表常温 Cl_2 不与铁反应, 加热、高温则不然。

11. C 【解析】①②溶于水, 溶质 NaOH 都是 0.02 mol/L , 消耗水也一样, 所以有①=②; ③中碳酸根水解使得阴离子浓度稍大于④, 因此 C 项正确。

12. C 【解析】本题考查同学们对常见元素及其化合物知识的掌握情况, 可用代入法, 即把各选项中的 X, Y, Z 带入题图的圆圈中进行判断, C 中镁在 CO_2 中燃烧生成 C 和 MgO 。

13. C 【解析】此题考查了元素化合物知识和图像数据的处理能力。向 NaOH 和 Na_2CO_3 混合溶液中滴加盐酸时, HCl 首先和 NaOH 反应生成水和氯化钠, 当滴入 0.1 L 时, 两者恰好反应完全; 继续滴加时, HCl 和 Na_2CO_3 开始反应, 首先发生反应: $\text{HCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$, 不放出气体, 当再加入 0.1 L 时, 此步反应进行完全; 继续滴加时, 发生反应: $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, 此时开始放出气体。分析图像, 可知 C 项正确。

第2节 铝及其重要化合物

1. D 【解析】实验中发生的反应主要是铝置换汞，铝在空气中被氧化，都是氧化还原反应。从“红墨水柱右端上升”可知，铝与氧气反应放出大量的热。铝箔表面生出的“白毛”是氧化铝。
2. A 【解析】据 $2\text{Al} + 6\text{HCl} \rightleftharpoons 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$, $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2 \uparrow$ 知，等质量的 Al 与过量盐酸和 NaOH 溶液完全反应时生成 H_2 的体积比为 1:1，等物质的量的盐酸和 NaOH 溶液与足量的 Al 完全反应时生成 H_2 的体积比为 1:3，今二者生成的 H_2 的体积比为 1:2，故铝与盐酸反应时，铝过量盐酸不足，铝与氢氧化钠溶液反应时，铝不足而氢氧化钠过量。现在 $n(\text{HCl}) = 0.2 \text{ L} \times 3 \text{ mol/L} = 0.6 \text{ mol}$ ，所以盐酸完全反应生成的 H_2 为 0.3 mol，则 NaOH 与 Al 反应时生成的 H_2 为 $0.3 \text{ mol} \times 2 = 0.6 \text{ mol}$ ，因此铝的质量为 $0.6 \text{ mol} \times \frac{2}{3} \times 27 \text{ g/mol} = 10.8 \text{ g}$ 。
3. B 【解析】在 Al、 Cl_2 、 Al_2O_3 、 $\text{HCl}(\text{aq})$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{NaOH}(\text{aq})$ 中，只有 $\text{NaOH}(\text{aq})$ 能与 Al、 Cl_2 、 Al_2O_3 、 $\text{HCl}(\text{aq})$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 五种物质反应，对照转化关系，可知 Y 为 $\text{NaOH}(\text{aq})$ 。只有 $\text{HCl}(\text{aq})$ 能与 Al、 Al_2O_3 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{NaOH}(\text{aq})$ 四种物质反应，对照图示转化关系可知 N 为 $\text{HCl}(\text{aq})$ ，故选项 A、C 正确。选项 B，若 X 为 Al，Al 能与 Cl_2 、 $\text{HCl}(\text{aq})$ 、 $\text{NaOH}(\text{aq})$ 三种物质反应，而图示给出的是与两种物质反应，所以 X 不可能是 Al，但可能是 Cl_2 。选项 D， Al_2O_3 既能与 $\text{HCl}(\text{aq})$ 反应，也能与 $\text{NaOH}(\text{aq})$ 反应，故 Q、Z 中的一种必定为 Al_2O_3 。
4. 【解析】(3) $2\text{Al} + 6\text{HCl} \rightleftharpoons 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$, $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2 \uparrow$ ，由上述两个方程式可以看出，当盐酸与 NaOH 的物质的量相同时，产生 H_2 的体积为 1:3，现为 5:6 > 1:3，故加入的 Al 相对盐酸过量，对 NaOH 不足。0.2 mol 的 HCl 需 Al 的质量为 $\frac{1}{3} \times 27 \text{ g/mol} \times 0.2 \text{ mol} = 1.8 \text{ g}$ ，对应 5 份 H_2 ，当 H_2 为 6 份时，铝的质量为 $\frac{6}{5} \times 1.8 \text{ g} = 2.16 \text{ g}$ ，即为所求。
- 【答案】(1) 第 3 周期 III A 族 (2) $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$
 (3) $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2 \uparrow$ 2.16 g
 (4) 加热浓缩，冷却结晶，过滤 $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ ，在干燥的 HCl 气流中，抑制 AlCl_3 的水解，且带走 $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 晶体受热产生的水蒸气，故能得到 AlCl_3 。
5. A 【解析】②中硫燃烧不能直接生成 SO_3 ；④中加热氯化铁溶液，氯化铁会发生水解，最终得到的是氢氧化铁。
6. BC
7. BD 【解析】此题考查了元素化合物知识。根据氢氧化铝的性质，其能溶于氢氧化钠但不溶于氨水，故两烧杯中生成的都是氢氧化铝沉淀；相同体积相同 pH 的两溶液中，氨水的溶质大于氢氧化钠中的，当两者均不足量时，氨水生成的沉淀多；氨水过量，氢氧化钠不足量时，氨水生成的沉淀多；氨水过量，氢氧化钠恰好时，生成的沉淀一样多；氨水和氢氧化钠都过量时，氨水生成的沉淀多；可知 B、D 正确。
- 【解法点拨】此题解答时，选用的是讨论法。此法多用于计算条件不足，据此求解时需要在分析推理的基础上通过某些假设条件，加以讨论才能正确解答；故在应用讨论法解题时，关键是先要分析条件与求解问题之间的联系，形成正确的解题方法。
8. A 【解析】由图像可知，两个反应中生成的氢气一样多，说明两种金属提供的电子数目一样多，则镁、铝的物质的量之比为 3:2，质量之比为 4:3，故 A 项正确，B 项错误。镁、铝的摩尔质量之比为 8:9，C 项错。由图像镁、铝与稀硫酸反应需要的时间之比为 2:3，知二者的速率之比为 3:2，D 项错。
9. 【答案】(1) ① $a + b$ ② $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{HCl} \rightleftharpoons 4\text{AlCl}_3 + 3\text{CH}_4 \uparrow$ (2) ①防止 Mg、Al 被空气氧化
 ② 52 mol (3) $2\text{Al} + 3\text{AgO} + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{Ag} + \text{H}_2\text{O}$
10. 【解析】(1) 根据题意和已知的铝热反应方程式，得到反应的化学方程式。
 (2) 高温下，氯气可与氢气、金属钠和金属铝反应得到 HCl、NaCl 和 AlCl_3 ，此时反应的温度控制在 $700 \text{ }^\circ\text{C}$ ，所以气体含有氯化氢和氯化铝；

- 由于此时温度没有超过氯化钠的熔点，所以固体杂质一定含有 NaCl。
- (3) 溶液呈碱性，过量的氯气和氯化氢都可以和氢氧化钠发生反应，注意题目要求为离子方程式。
- (4) 既然电镀铝，铝一定做阳极；因为题目提示熔融盐中铝元素和氯元素主要以 AlCl_4^- 和 Al_2Cl_7^- 形式存在，所以不能简单地写为铝单质变成铝离子，因为溶液中没有铝离子。
- (5) 铝在空气中易形成一层极薄的致密而坚固的氧化膜，它能阻止氧化深入内部，起到防腐和保护的作用。
- 【答案】(1) ① $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightleftharpoons \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$ ② $4\text{Al} + 3\text{SiO}_2 \rightleftharpoons 3\text{Si} + 2\text{Al}_2\text{O}_3$
 (2) HCl 、 AlCl_3 NaCl
 (3) $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$, $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$
 (4) 阳 阳极: $\text{Al} + 7\text{AlCl}_4^- - 3\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{Al}_2\text{Cl}_7^-$
 (5) 铝在空气中易形成一层极薄的致密而坚固的氧化膜，它能阻止氧化深入内部，起到防腐和保护的作用
11. 【解析】(1) ①冒气泡的原因是 Al 与 NaOH 发生了反应，反应的离子方程式为 $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2 \uparrow$ ；使 AlO_2^- 生成沉淀，最好是通入 CO_2 ，加 HNO_3 沉淀容易溶解。
 ②阳极是 Al 发生氧化反应，要生成氧化膜还必须有 H_2O 参加，故电极反应式为 $2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{O} - 6\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+$ ；加入 NaHCO_3 溶液后产生气泡和白色沉淀，是由于废电解液中含有 Al^{3+} ，和 HCO_3^- 发生了相互促进的水解反应。
 (2) 电镀时，阳极 Cu 可以发生氧化反应生成 Cu^{2+} 。
 (3) 铁被保护，可以是做原电池的正极，或者电解池的阴极，故若 X 为碳棒，开关 K 应置于 N 处，Fe 做阴极受到保护；若 X 为锌，开关 K 置于 M 处，铁做正极，称为牺牲阳极保护法。
- 【答案】(1) ① $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2 \uparrow$ b
 ② $2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{O} - 6\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+$ 因为 Al^{3+} 和 HCO_3^- 发生了相互促进的水解反应， $\text{Al}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$
 (2) 阳极 Cu 可以发生氧化反应生成 Cu^{2+} (3) N 牺牲阳极保护法
12. 【解析】根据化学方程式 $2\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 + 3\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{BaSO}_4 \downarrow + \text{K}_2\text{SO}_4$ 和 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 + 2\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{KAlO}_2 + 2\text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 可知：向明矾中加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ，当 Al^{3+} 沉淀完全时，生成沉淀的物质的量最大，此时有 $3aM = 2bN$ ，则 $b = \frac{3aM}{2N}$ ；当 SO_4^{2-} 沉淀完全时，沉淀质量最大，此时 $2aM \leq bN$ ，即 $b \geq \frac{2aM}{N}$ 。
- (2) 计算可知，参与反应的 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 为 1 mol， $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 为 1.8 mol，所以生成 BaSO_4 1.8 mol， $\text{Al}(\text{OH})_3$ 0.4 mol。所以 $m(\text{沉淀}) = 78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.4 \text{ mol} + 1.8 \text{ mol} \times 233 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 450.6 \text{ g}$ 。
- 【答案】(1) $b = \frac{3aM}{2N}$ $b \geq \frac{2aM}{N}$ (2) 450.6 g

第3节 铁及其重要化合物

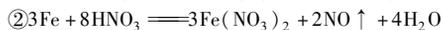
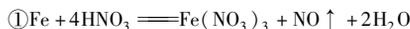
1. AD 【解析】A 项，溶液中还含有 NO_3^- ；B 项，是否含有 Fe^{3+} 取决于 Fe 和 HNO_3 的量；C 项，溶液中还含有 NO_3^- ；D 项，由于溶液中只有 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} ，说明 HNO_3 足量，故其浓度可由下面两个反应求得： $\text{Fe} + 4\text{HNO}_3 \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ； $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \rightleftharpoons 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。
2. C 【解析】①②③均发生氧化还原反应， Fe^{3+} 表现氧化性，与 Fe^{3+} 的水解无关；④ Fe^{3+} 水解生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体： $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}(\text{沸水}) \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}^+$ ；⑤ 水解相互促进： $\text{Fe}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$ ；⑥ 由于 FeCl_3 水解显酸性，滴入石蕊试液变红色： $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ 。
3. C 【解析】粗看题目，这是一利用关系式进行多步计算的题目，操作起来相当繁琐，但如能仔细阅读题目，挖掘出隐含条件，不难发现，反应后只有 Na_2SO_4 存在于溶液中，且反应过程中 SO_4^{2-} 并无损耗。根据 Na^+ 守恒，非常容易求得 SO_4^{2-} 即原硫酸的物质的量浓度为 2 mol/L，故选 C。
4. B 【解析】因加入 Fe 后， Fe^{3+} 、 Ag^+ 首先被还原，说明 Cu^{2+} 氧化能力比 Fe^{3+} 和 Ag^+ 弱，故 B 项不正确；A 项中 $n(\text{Cu}^{2+}) = 0.1 \text{ mol}$ ，而 $n(\text{Fe}^{2+})$



$= n(\text{Fe}^{3+}) + n(\text{Fe}) = 0.2 \text{ mol}$, 故 A 项正确; C 项由于氧化性 $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+}$, 故 FeCl_3 溶液可腐蚀铜板; D 项由 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$ 可知, 1 mol Fe 可还原 2 mol Fe^{3+} 。

5. B 【解析】将过量 NaOH 溶液分别加入上述几种溶液, 无明显现象的是 NaCl, 生成白色沉淀且迅速变为灰绿色最后变为红褐色的是 FeCl_2 , 生成红褐色沉淀的是 FeCl_3 , 生成白色沉淀不溶解的是 MgCl_2 , 生成白色沉淀又溶解的是 AlCl_3 。而氨水虽然能区分出 NaCl、 FeCl_2 、 FeCl_3 , 但不能将 MgCl_2 与 AlCl_3 区分开。

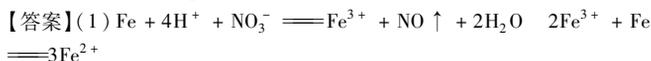
6. 【解析】铁与稀硝酸反应规律



(2) 当 $\frac{n(\text{Fe})}{n(\text{HNO}_3)} \leq \frac{1}{4}$ 时, 按反应①进行; 当 $\frac{n(\text{Fe})}{n(\text{HNO}_3)} \geq \frac{3}{8}$ 时, 按反应②进行;

当 $\frac{1}{4} < \frac{n(\text{Fe})}{n(\text{HNO}_3)} < \frac{3}{8}$ 时, 则①②两反应都发生, 且 Fe、 HNO_3 均反应完全。

(3) 上述反应可以认为先发生反应①, 若 Fe 有剩余则发生 $2\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{Fe} = 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 。

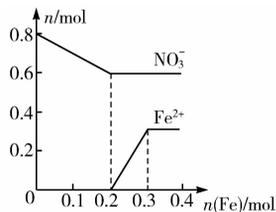


(2) ①加入 Fe 粉为 0~0.2 mol 时, 存在形式为 Fe^{3+} ;

②加入铁粉为 0.2~0.3 mol 时, 存在形式为 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} ;

③加入 Fe 粉为 $n(\text{Fe}) \geq 0.3 \text{ mol}$ 时, 存在形式为 Fe^{2+} 。

(3) 如图所示



7. A 【解析】高铁酸钾中的铁元素显 +6 价, 具有强氧化性, 可消毒杀菌, 被还原后生成的 +3 价铁离子可发生水解生成氢氧化铁胶体, 从而可吸附水中的杂质。

8. BC 【解析】此题考查了化学计算知识。分析题给混合物和高温下发生的反应, 可知当发生反应 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Fe} = 3\text{FeO}$ 时, 反应后混合物中含有 6 mol FeO、4 mol Fe_2O_3 , 则 FeO 与 Fe_2O_3 的物质的量之比为 3:2; 当发生反应 $4\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Fe} = 3\text{Fe}_3\text{O}_4$ 时, 反应后混合物中含有 3 mol FeO、1 mol Fe_2O_3 , 则 FeO 与 Fe_2O_3 的物质的量之比为 3:1。

9. 【解析】(1) 结合已知信息可知, 用 NaOH 溶液处理废旧镀锌铁皮, 既可以去除铁皮表面的油污, 又可以溶解镀锌层。(2) 由 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 到 ZnO, 后续的操作步骤是抽滤、洗涤、灼烧。(3) 持续通入 N_2 , 是为了防止 Fe^{2+} 被 O_2 氧化。(4) 抽滤不宜用于过滤胶状沉淀或颗粒太小的沉淀。(5) 0.735 0 g 的 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 固体需要用电子天平称量, 直接配制一定物质的量浓度的溶液时, 不必要用到移液管和量筒。(6) 滴定前滴定管尖端部分有气泡, 滴定后消失, 说明消耗的标准液体积读数偏大, 故测定结果偏大。

【答案】(1) A、B (2) 抽滤、洗涤、灼烧

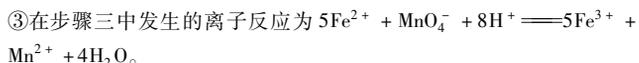
(3) N_2 气氛下, 防止 Fe^{2+} 被氧化

(4) 不能 胶体粒子太小, 抽滤时容易透过滤纸

(5) 0.735 0 ③⑦ (6) 偏大

10. 【解析】(1) ①在配制一定物质的量浓度的溶液时, 要经过: 计算→称量→溶解→移液、洗涤→振荡→定容→摇匀等步骤。

②加入锌粉的目的是将 Fe^{3+} 恰好还原成 Fe^{2+} 。



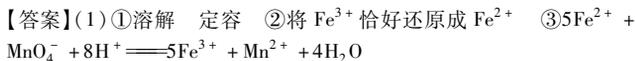
④根据步骤三中的离子反应可知: $n(\text{Fe}) = 5n(\text{MnO}_4^-) = 5 \times \frac{20.02 \text{ mL} + 19.98 \text{ mL}}{2} \times 0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 10^{-3} \times 10 = 0.01 \text{ mol}$, $m(\text{Fe})$

$= 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.01 \text{ mol} = 0.56 \text{ g}$ 。晶体中铁的质量分数 $= \frac{0.56}{5.00} \times$

$100\% = 11.2\%$ 。

若在步骤二中滴入的酸性高锰酸钾溶液的量不足, 则会有部分草酸根未被氧化, 在步骤三中则会造成消耗酸性高锰酸钾溶液的量偏大, 从而计算出的铁的量增多, 含量偏高。

(2) 加热后的晶体要在干燥器中冷却, 防止重新吸收空气中的水分。另外在加热时至少要称量两次质量差, 到两次称量质量差不超过 0.1 g。



④ 11.2% 或 0.112 偏高

(2) 加热后的晶体要在干燥器中冷却 两次称量质量差不超过 0.1 g

11. 【答案】(1) ade (2) $\text{Fe}^{3+} + \text{Ag} = \text{Fe}^{2+} + \text{Ag}^+$

(3) ①测定上述实验用的 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液的 pH; ②配制相同 pH 的稀硝酸, 将此溶液加入有银镜的试管内

(4) 不同意; 甲同学检验出了 Fe^{2+} , 可确定 Fe^{3+} 一定氧化了 Ag; 乙同学虽然验证了此条件下 NO_3^- 能氧化 Ag, 但在硝酸铁氧化 Ag 时, 由于没有检验 NO_3^- 的还原产物, 因此不能确定 NO_3^- 是否氧化了 Ag

第 4 节 用途广泛的金属材料

1. B

2. C 【解析】Fe 与足量 HCl 充分反应后, 转移 1 mol 电子消耗铁的质量为 28 g; 因为反应转移 1 mol 电子时, 消耗杂质的质量为 $m(\text{Al}) = 9 \text{ g}$, $m(\text{Mg}) = 12 \text{ g}$, $m(\text{Cu}) > 28 \text{ g}$, 因此铁片中一定含有 Cu、Mg 和 Al 两种杂质至少存在其中的一种。

3. B 【解析】铁矿石炼铁和生铁炼钢都是化学变化, A 错误; 用铁制容器盛放硫酸铜溶液, 因为发生化学反应要消耗铁, 所以容器易被腐蚀, B 正确; 生铁和钢都是铁、碳合金, 它们含碳量不同, 在机械性能和用途上存在很大的差异, C 错误; 因生铁和钢中的碳常温下稳定性好, 不与稀盐酸反应, 故生铁和钢不能全部溶于盐酸中。

4. B 【解析】 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 不溶于过量的氨水, 故 A 项方案可行; Cu 和浓 H_2SO_4 反应会生成 SO_2 , 污染环境, B 方案不可行; 磁铁可以吸引铁单质, 所以 C 方案可行; 黄铜中的 Zn 和稀盐酸反应, 而铜不反应, 可以通过测量产生的 H_2 的体积, 计算出黄铜中 Zn 的含量, 故 D 方案可行。

5. 【解析】因合金中铁和铜至少含有其中一种, 所以可能只有铜、只有铁或铁、铜都有。检验铁的方法是转化为 Fe^{3+} 后与 KSCN 发生特征反应; 而铜的检验主要是靠含 Cu^{2+} 溶液的颜色和 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 蓝色沉淀。为防止二者之间干扰, 先用非氧化性酸溶解固体, 过滤, 再用强氧化性酸(稀硝酸)处理不溶物, 分别对溶液进行检验即可通过相关现象分析得出结论。

【答案】(1) Cu Fe(顺序可交换)

(3)

编号	实验操作	预期现象与结论
①	用药匙取少许样品, 加入试管 A 中, 再用滴管取过量 NaOH 溶液并滴加到试管 A 中, 充分反应后, 静置, 弃去上层清液, 剩余固体备用	样品部分溶解, 并有气体放出
②	往试管 A 的剩余固体中加过量稀硫酸, 充分反应后, 静置。取上层清液于试管 B 中, 剩余固体备用	固体部分溶解, 并有气体放出, 溶液呈浅绿色, 可能含铁
③	往试管 B 中加入少许稀硝酸, 再滴加 KSCN 溶液	溶液先变成黄色, 加 KSCN 后显血红色, 结合②可知, 一定含铁
④	往②剩余固体中加入稀硝酸, 再滴加 NaOH 溶液	固体溶解, 有无色刺激性气体产生并很快变成红棕色, 溶液显蓝色, 加 NaOH 溶液后有蓝色沉淀产生, 一定含铜

6. B 【解析】本题考查化学计算。根据题意知最后得到的沉淀是 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ，其质量是 39.2 g，则 $n[\text{Cu}(\text{OH})_2] = 0.4 \text{ mol}$ ， $n(\text{Cu}) = 0.4 \text{ mol}$ ，即原化合物中的 $n(\text{Cu}) = 0.4 \text{ mol}$ 。设原化合物中的 Cu 和 Cu_2O 的物质的量分别是 x, y ，则有 $x + 2y = 0.4 \text{ mol}$ ， $64x + 144y = 27.2 \text{ g}$ ，解得 $x = 0.2 \text{ mol}$ ， $y = 0.1 \text{ mol}$ ，物质的量之比等于 2:1，A 正确；反应后得到溶质是 NaNO_3 ，则表现酸性的硝酸与氢氧化钠的物质的量相等，即 1 mol，0.2 mol Cu 和 0.1 mol Cu_2O 被硝酸氧化时共失去 $(0.4 + 0.2) \text{ mol e}^-$ ，则有 0.2 mol 硝酸被还原为 NO，所以硝酸的总物质的量是 1.2 mol，浓度是 2.4 mol/L，B 错；产生的 NO 为 0.2 mol，标准状况下体积是 4.48 L，C 正确；原混合物与硝酸反应生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ， $n(\text{Cu}) = 0.4 \text{ mol}$ ，所以 $n(\text{NO}_3^-) = 0.8 \text{ mol}$ ，被还原的硝酸是 0.2 mol，硝酸的总物质的量是 1.2 mol，所以剩余硝酸 0.2 mol，D 正确。

7. D 【解析】A 项中是 Mg 与 CO_2 反应；B 项中 Al 与 Fe_2O_3 发生铝热反应；C 项中是金属 Na 与 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 反应，这三个反应都是置换反应。D 项中是发生 $\text{Cu} + 2\text{FeCl}_3 = \text{CuCl}_2 + 2\text{FeCl}_2$ ，不是置换反应，但同学们可能将此反应记错，认为生成了铁单质。此题难度不大，但素材来自教学一线，考查同学们平时学习时易犯的错误，对实际教学有一定的指导作用。

8. BC 【解析】锡青铜属于合金，根据合金的特性，熔点比任何一种纯金属的低，A 错；由于锡比铜活泼，故在发生电化学腐蚀时，锡失电子保护铜，B 正确；潮湿的环境将会加快金属的腐蚀速率，C 正确；电化学腐蚀过程实质是有电子的转移，属于化学反应过程，D 错。

9. 【解析】(1) 电解精炼银时，阴极反应式为 $\text{Ag}^+ + \text{e}^- = \text{Ag}$ ；气体变色是因为发生反应： $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ 。(2) 结合工艺流程及 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 的分解温度和固体混合物 B 含有 CuO 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ，若 NaOH 过量，则 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 会转化为 NaAlO_2 。(3) 该反应为氧化还原反应，根据得失电子守恒、原子守恒确定缺项物质并配平方程式。(4) 生成 CuAlO_2 的物质的量为 $\frac{5.0 \times 1000 \times 63.5\%}{63.5} = 50 \text{ (mol)}$ ，至少需要 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 的物质的量为 25 mol，即至少需要 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液 25 L。(5) 由 CuSO_4 溶液制备胆矾需要的操作为蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤和干燥。

【答案】(1) $\text{Ag}^+ + \text{e}^- = \text{Ag}$ $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$
 (2) CuO 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$
 (3) 4 2 4 O_2 (4) 50 25
 (5) 蒸发浓缩、冷却结晶

10. 【解析】(2) 第②步加 H_2O_2 的作用是把 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ，该氧化剂的优点是不引入杂质，产物对环境无污染。调溶液 pH 的目的是使 Fe^{3+} 和 Al^{3+} 形成沉淀。所以滤液 2 的成分是 Cu^{2+} ，滤渣 2 的成分为氢氧化铁和氢氧化铝。

(3) 第③步由五水硫酸铜制备无水硫酸铜的方法应是在坩埚中加热脱水。

(4) 制备硫酸铝晶体的甲、乙、丙三种方法中，甲方案在滤渣中只加硫酸会生成硫酸铁和硫酸铝，冷却、结晶、过滤得到的硫酸铝晶体中混有大量硫酸铁杂质，方法不可行。乙和丙方法均可行。乙方案先在滤渣中加 H_2SO_4 ，生成 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ，再加 Al 粉，和 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 反应生成 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ，蒸发、冷却、结晶、过滤可得硫酸铝晶体。丙方案先在滤渣中加 NaOH，和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 反应生成 NaAlO_2 ，再在滤液中加 H_2SO_4 生成 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ，蒸发、冷却、结晶、过滤可得硫酸铝晶体。但从原子利用率角度考虑方案乙更合理，因为丙加 NaOH 和制备的 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 的原子组成没有关系，造成原子浪费。

(5) 考查中和和滴定的简单计算和误差的分析， $\omega = \frac{c \text{ mol/L} \times b \times 10^{-3} \text{ L} \times 250 \text{ g/mol} \times 5}{a \text{ g}} \times 100\%$ 。a 项无影响；b 项导致 b 偏小，结果偏低；c 项导致 b 偏大，结果偏高。

【答案】(1) $\text{Cu} + 4\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \xrightarrow{\Delta} \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 或 $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \xrightarrow{\Delta} 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ Au、Pt

(2) 把 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} 不引入杂质，产物对环境无污染 Fe^{3+} 和 Al^{3+}

(3) 在坩埚中加热脱水

(4) 甲 得到的硫酸铝晶体中混有大量硫酸铁杂质 乙

$$(5) \frac{c \text{ mol/L} \times b \times 10^{-3} \text{ L} \times 250 \text{ g/mol} \times 5}{a \text{ g}} \times 100\% \quad c$$

第3章质量评估

1. C 【解析】A 项硝酸会氧化 SO_3^{2-} ；B 项高锰酸钾会氧化盐酸；D 项硝酸会氧化氯化亚铁。

2. B 【解析】 $n(\text{H}^+) = 0.4 \text{ mol/L} \times 0.1 \text{ L} + 0.1 \text{ mol/L} \times 2 \times 0.1 \text{ L} = 0.06 \text{ mol}$ ；

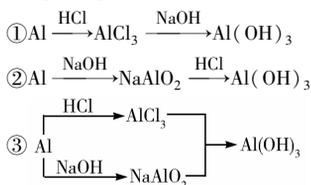
$$n(\text{NO}_3^-) = 0.4 \text{ mol/L} \times 0.1 \text{ L} = 0.04 \text{ mol}, n(\text{Cu}) = 1.92 \text{ g} \div 64 \text{ g/mol} = 0.03 \text{ mol}.$$

依据离子方程式 $3\text{Cu} + 2\text{NO}_3^- + 8\text{H}^+ = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 可知， H^+ 不足，以 H^+ 为准进行计算。

3. B 【解析】A 项硝酸氧化 Fe^{2+} 生成 Fe^{3+} ；C 项将生成氢氧化铝，且沉淀不溶解；D 项 SO_2 被酸化的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 氧化，生成硫酸钡沉淀。

4. B 【解析】加入盐酸后 NO_3^- 在酸性环境下氧化 S^{2-} 生成硫单质； SiO_3^{2-} 、 AlO_2^- 在酸性环境下生成沉淀，加过量碱后溶解变回原成分。

5. B 【解析】由 Al、HCl、NaOH 制备 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 有三条路线：



其中路线③最节省原料，本题可将 4 mol Al 分成两部分，其中 1 mol Al 与 3 mol HCl 反应生成 1 mol AlCl_3 ，另外 3 mol Al 与 3 mol NaOH 反应生成 3 mol NaAlO_2 ，然后再将 1 mol AlCl_3 与 3 mol NaAlO_2 混合即可，此时 $a + b = 6$ 。

6. A 【解析】加入的金属与硫酸电离出的 H^+ 反应，反应掉的 $n(\text{H}^+) = 0.1 \text{ L} \times (2 - 1) \text{ mol/L} \times 2 = 0.2 \text{ mol}$ ；0.2 mol H^+ 可分别消耗 Al 1.8 g，Zn 6.5 g，Fe 5.6 g，可知若为 5 g Al 时会有剩余，Cu 与稀硫酸不反应。

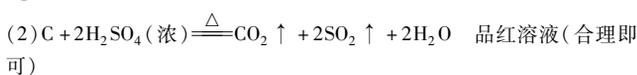
7. D 【解析】制备氨气应当用氯化铵与氢氧化钙固体混合加热，若用氯化铵，则分解后的物质到管口又重新凝结成氯化铵；C 项应将滴管深入液面下。

8. B 9. C

10. B 【解析】金属与稀硝酸反应时，参加反应的 HNO_3 中被还原的 HNO_3 占总量的 1/4，未被还原的占 3/4，因为 $n(\text{NO}) = n(\text{被还原的 } \text{HNO}_3) = 2.24 \text{ L} \div 22.4 \text{ L/mol} = 0.1 \text{ mol}$ ，且溶液中剩余的 HNO_3 有 $1 \text{ L} \times 0.1 \text{ mol/L} = 0.1 \text{ mol}$ ，所以 $c(\text{NO}_3^-) = (0.1 \text{ mol} \times 3 + 0.1 \text{ mol}) \div 1 \text{ L} = 0.4 \text{ mol/L}$ 。

11. C 【解析】溶液无色，所以无 MnO_4^- ；加入过量盐酸，有气体生成，说明有 CO_3^{2-} ，所以无 Ag^+ 、 Ba^{2+} 、 Al^{3+} ，那么必然有 Na^+ ；在 (1) 所得溶液中加入过量 NH_4HCO_3 溶液，有气体生成，同时析出白色沉淀甲，说明有 AlO_2^- ，故选 C。

12. 【答案】(1) $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} = \text{Ca}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$



(3) 2:1 氯气和水反应生成的次氯酸具有漂白性

(4) 1.5 mol

(5) 取少量 A 置于试管中，向其中加入 NaOH 溶液，加热，将湿润的红色石蕊试纸置于试管口，若试纸变蓝，则证明 A 中阳离子为 NH_4^+

13. 【解析】(1) 固体与过量浓 NaOH 反应生成的白色沉淀久置无明显变化，说明不含 FeCl_2 ，含 MgCl_2 ， $m(\text{MgCl}_2) = \frac{5.80 \text{ g}}{58 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 95 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 9.5 \text{ g}$ 。

(2) 11.2 L 气体通过浓 H_2SO_4 后剩余 6.72 L，说明 NH_3 占 4.48 L， H_2 占 6.72 L； $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 为 $\frac{4.48 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 1/2 \times 132 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 13.2 \text{ g}$ 。



(3) Al 为 $6.72 \text{ L} \div 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \times \frac{2}{3} \times 27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 5.4 \text{ g}$, Al、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 MgCl_2 共 28.1 g , 故混合物中不含 AlCl_3 。

【答案】(1) 否 (2) 是 气体通过浓硫酸减少 4.48 L

(3) 由题中信息可推得一定含有 Al、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 和 MgCl_2 三种物质, 而计算出这三种物质的质量之和刚好等于 28.1 g , 所以一定没有 AlCl_3

(4) 在 HCl 气流中将氯化铝溶液加热浓缩, 冷却结晶

14. 【答案】(1) 赶出装置内的空气, 防止爆炸

(2) 在导管口将尾气点燃

(3) 撤掉酒精灯, 并继续通入 CO 气体至固体冷却

(4) Fe_3O_4

(5) $\text{Fe} + \text{CO} + 3\text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2$

15. 【解析】(1) 由 $\text{Z} + \text{O}_2 \rightarrow \text{X} + \text{H}_2\text{O}$ 可推知 Z 中必含氢元素, 再由 X 为无色无味气体, 且是由 V 与 O_2 反应所得, 结合生成 X 的两个转化反应可初步判断 X 为一种氧化物, 符合要求的只有 CO 或 CO_2 , 所以 Z 中可能含有碳元素, 即 Z 为碳氢化合物。再通过 $\text{V}(\text{固体}) + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Y}(\text{白色固体}) + \text{Z}(\text{无色气体})$, 以及所有元素原子序数之和等于 35 , 可推知 V 为 CaC_2 , Y 为 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, Z 为 C_2H_2 , 从而验证以上推断。 CaC_2 与 O_2

反应可生成 CaO 和 CO_2 , W 为 CaO , X 为 CO_2 。

(2) 5 种化合物中某 2 种可反应生成一种新化合物, 且包含 5 种元素, 则该新化合物为 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 。

【答案】(1) CaC_2 CaO CO_2 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ C_2H_2

(2) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{CO}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

(3) $\text{Ca}^{2+}[\text{:C}::\text{C:}]^{2-}$

16. 【解析】明矾是 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, 它与足量的 NaOH 反应时, 实质是 Al^{3+} 与足量 OH^- 的反应, 生成物 A 是 NaAlO_2 、 Na_2SO_4 、 K_2SO_4 的混合液。孔雀石是 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$, 受热分解: $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CuO} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, 而 F 与 NaAlO_2 作用可产生沉淀, F 必为 CO_2 ; 沉淀为 $\text{Al}(\text{OH})_3$, 受热分解得 B 为 Al_2O_3 , Al_2O_3 电解: $2\text{Al}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{电解}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2 \uparrow$, 则 D 为 Al , E 为 O_2 。铝与氧化铜的反应为铝热反应。

【答案】(1) CO_2 (2) $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- \rightarrow \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$

(3) $2\text{Al} + 3\text{CuO} \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{Cu} + \text{Al}_2\text{O}_3$ (4) 0.75

第 4 章 非金属及其化合物

第 1 节 无机非金属材料的主角——硅

1. D 【解析】光纤的成分是 SiO_2 , A 错; 晶体硅是人类将太阳能转变为电能的常用材料, B 错; 水晶、玛瑙的主要成分是 SiO_2 , C 错。

2. D 【解析】常温下, 硅能与氟气、氢氟酸和强碱溶液反应; 二氧化硅能与 NaOH 溶液、氢氟酸反应。

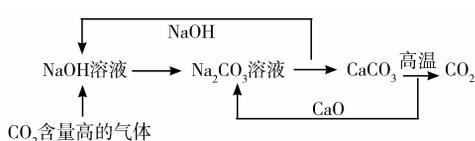
3. B 【解析】① CO_2 通入 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液中的现象是先生成白色沉淀, 后沉淀消失, 最终无沉淀; ② CO_2 与 Na_2SiO_3 溶液反应最终会有 H_2SiO_3 沉淀生成; ③ CO_2 与饱和 Na_2CO_3 溶液反应会生成 NaHCO_3 沉淀, 因为 NaHCO_3 的溶解度小于 Na_2CO_3 的溶解度, 且反应消耗了水; ④ CO_2 与 CaCl_2 溶液不发生反应, 一直无沉淀产生; ⑤ 足量 CO_2 与漂白粉溶液中的 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 反应, 最终生成 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 和 HClO , 无沉淀产生; ⑥ 足量 CO_2 与 NaAlO_2 溶液反应, 最终生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀和 NaHCO_3 。①④⑤ 符合题意。

4. B 【解析】合金是两种或两种以上的金属或金属与非金属熔合而成的, A 正确; 光纤主要成分是 SiO_2 , 属于无机物, B 错误; 加热会使蛋白质发生变性, C 正确; 在汽车排气管上加装“催化转化器”能将有毒的 CO 和 NO 转化为无毒的 CO_2 和 N_2 , D 正确。

5. A 【解析】向 NaOH 溶液中通入 CO_2 时, 所得溶液中的溶质可能有: ① 只有 Na_2CO_3 ; ② 只有 NaHCO_3 ; ③ Na_2CO_3 与 NaHCO_3 ; ④ Na_2CO_3 与 NaOH 。而 NaOH 、 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 分别与 HCl 反应的方程式为 $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$; $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NaHCO}_3$ 和 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。设未产生气体时消耗盐酸的体积为 V_1 , 产生 CO_2 气体时消耗盐酸的体积为 V_2 , 由 I 图可知, 开始就有 CO_2 生成, 故溶质应为 NaHCO_3 , ① 正确; 由 II 图可知, 开始无 CO_2 生成, 且 $V_2 = 2V_1$, 可知溶质为 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 , 且 $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{NaHCO}_3)$, ② 正确; 由 III 图可知, $V_1 = V_2$, 所以溶质为 Na_2CO_3 , ③ 错; 由 IV 图知, $V_1 = 2V_2$, 溶质为 NaOH 、 Na_2CO_3 , 且 $n(\text{NaOH}) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3)$, ④ 错。

6. D 【解析】A 选项中 NO 易被空气氧化, A 错误; B 选项中 KSCN 溶液变血红色只能说明红砖中含有 +3 价的铁, 并不能说明铁以氧化铁形式存在, B 错误; C 选项中通过该反应可判断还原性 $\text{C} > \text{Si}$, 但实际上非金属性: $\text{C} > \text{Si}$, C 错误; D 选项正确。

7. C 【解析】将流程图细化为下图, 问题可迎刃而解。



碳酸钙需要高温才能分解, 故 A 正确; 循环利用的应该有 CaO 和 NaOH 两种物质, 故 B 正确; “反应、分离”环节中, 分离的是 NaOH 溶液和碳酸钙沉淀的混合物, 只需过滤即可, 用不到蒸发结晶, 故 C 错误; D 选项中工业上可用 CO_2 制备甲醇, 故 D 正确。

8. A 【解析】将足量 CO_2 气体通入水玻璃中, 发生反应: $2\text{CO}_2 + \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{NaHCO}_3$; 加热蒸干, 高温灼烧时发生反应:

$\text{H}_2\text{SiO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{H}_2\text{O} + \text{SiO}_2$; $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$; $\text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$, 各反应物存在如下关系: $\text{H}_2\text{SiO}_3 \sim 2\text{NaHCO}_3$, $\text{H}_2\text{SiO}_3 \sim \text{SiO}_2$, $2\text{NaHCO}_3 \sim \text{Na}_2\text{CO}_3 \sim \text{SiO}_2$, 由上述关系可知, 最后所得固体物质是 Na_2SiO_3 , 故选 A 项。

9. B 【解析】硅酸盐指的是硅、氧与其他化学元素 (主要是铝、铁、钙、镁、钾、钠等) 结合而成的化合物的总称, 故青石棉是一种硅酸盐产品; 青石棉是一种纯净物, 不可能含有一定量的石英晶体; $1 \text{ mol Na}_2\text{O} \cdot 3\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 跟硝酸反应时失去 3 mol 电子, 故能使 1 mol HNO_3 被还原。

10. C

11. C 【解析】将 CO_2 通入 KOH 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 KAlO_2 的混合溶液中, 依次发生如下反应:

- ① $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$;
- ② $2\text{KOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$;
- ③ $2\text{KAlO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{K}_2\text{CO}_3$;
- ④ $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KHCO}_3$;
- ⑤ $\text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ 。

根据沉淀生成和溶解的情况对照题图可知 C 正确。

12. 【解析】(1) A 元素单质可做半导体材料, 含 A 元素的某化合物是制造光纤的原料, 可知 A 为硅元素, 比硅相对原子质量小的同族元素为碳。

(2) C 为 SiO_2 , 能与 SiO_2 反应的酸只有氢氟酸。

(3) SiO_2 与 NaOH 反应生成 Na_2SiO_3 和 H_2O , 故含 SiO_2 的材料 (普通玻璃、石英玻璃) 以及 Al_2O_3 等都能与 NaOH 在高温下反应, 故不能用以上材质的坩埚熔化 NaOH 。

(4) 根据反应 $\text{SiO}_2 + \text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$, $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$ 可知, 无论 SiO_2 和 CaCO_3 是否恰好完全反应, 均有关联式 $\text{CaCO}_3 \sim \text{CO}_2$ 存在, 故 $n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CO}_2) = 0.5 \text{ mol}$, $m(\text{CaCO}_3) = 50 \text{ g}$ 。

【答案】(1) IVA $(+6) \begin{matrix} 2 \\ 4 \end{matrix}$ 最外层均有 4 个电子, 最内层均有 2 个电子

(2) 氢氟酸 $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} \rightarrow \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(3) ① $\text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$ $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow$

② ABC

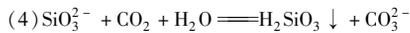
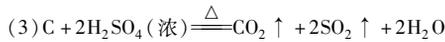
(4) 50%

13. 【解析】本题的题眼是“化合物 C 是一种形成酸雨的大气污染物”, 结合

C 的形成是 A 与浓硫酸反应的产物,可以确定 C 是 SO_2 ;“B、C、H 在通常情况下为气体”说明 A 与浓硫酸反应同时产生了两种气体,故 A 是非金属单质,且 A 在高温下能置换出 G,“A、G 为同一主族元素的单质”,符合条件的只有碳元素和硅元素,故 A 为碳单质、G 为硅单质、B 为 CO_2 ;进一步分析知 E 为 SiO_2 、H 为 CO 、F 为 Na_2SiO_3 、D 为 H_2SiO_3 。

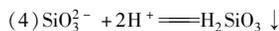
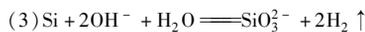
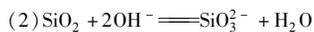
【答案】(1)一氧化碳

(2)生产玻璃 制粗硅(其他合理答案均可)



14. 【解析】C 与过量的盐酸反应生成白色沉淀 E,则 E 可能是硅酸或氯化银;若 E 是氯化银,则 C 是硝酸银,A 为银,则根据已有知识,银可以与硝酸反应生成硝酸银,但银与硝酸反应生成三种产物,不符合框图中物质间的转化关系。则 E 只能为硅酸,则 C 为硅酸盐,A 为硅,a 溶液为强碱的水溶液,进一步推出 B 为二氧化硅。

【答案】(1) SiO_2 光纤



15. 【解析】(1)装置 B 用来除去 HCl,最适宜的试剂是饱和 NaHCO_3 溶液。

(2)装置 D 中发生反应的化学方程式是 $\text{CO}_2 + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$ 。

(3)水蒸气进入 D 中在高温下能跟碳反应产生 H_2 , H_2 也能使 CuO 还原,故不能证明 CO 具有还原性,所以必须用装置 C 除去气体中的水蒸气。

(4)若根据 F 中石灰水变浑浊的现象也能确定 CO 具有还原性,应在上图中装置 D 与 E 之间连接装置④,以除去其中的 CO_2 。

【答案】(1)饱和 NaHCO_3 溶液



(3)水蒸气进入 D 中在高温下能跟碳反应产生 H_2 , H_2 也能使 CuO 还原,不能证明 CO 具有还原性

(4)D E ④

第 2 节 富集在海水中的元素——氯

1. C 【解析】 Cl_2 与变价金属反应生成高价金属氯化物,其产物与氯气和金属的相对量无关,A 错误;氯水中含有漂白作用的 HClO ,不能用 pH 试纸测定氯水的 pH,B 错误; $2\text{NaBr} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{NaCl} + \text{Br}_2$, Br_2 易溶于 CCl_4 而被萃取,故上层颜色变浅,下层颜色变橙红色,C 正确; HClO 有强氧化性,能将 CaSO_3 氧化为 CaSO_4 ,D 错误。

2. A 【解析】①中产生 Cl_2 ,呈黄绿色;②中生成 Br_2 ,呈橙色;③中生成的 I_2 使淀粉变蓝色;④中反应生成的 NaCl 和 NaClO ,均为无色,但棉球本身是白色。本题易错选 C,错因主要是忽视棉球本身是白色的。在漂白性实验中,若漂白剂使溶液退色了,一般是变为无色溶液;若漂白剂将棉花、试纸等物品漂白了,一般是变为白色。

3. B 【解析】浓硫酸不能提供水蒸气,浓 NaOH 溶液和浓 NaBr 溶液都能吸收氯气。

4. D 【解析】A 项浓盐酸变稀后,反应不再发生,故浓盐酸不可能全部被消耗;B 项发生取代反应;C 项生成棕黄色的烟;D 项 Cl_2 能使湿润的有色布条退色。

5. D 【解析】无色气体中一定不含有 NO_2 ;气体与氯水反应后得无色透明溶液,气体中一定不含 HBr ;加入盐酸酸化了的 BaCl_2 溶液和硝酸酸化了的 AgNO_3 溶液,均出现白色沉淀,说明溶液中含有 SO_4^{2-} 和 Cl^- ,证明气体中一定含 SO_2 , $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$,则原气体中不一定含有 HCl ;没有现象证明 CO_2 是否存在,A、B、C 错误,D 正确。

6. D 【解析】 Cl_2 与水发生反应: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$,反应达平衡后,再通入 Cl_2 ,溶液仍然是饱和溶液,各离子浓度以及离子浓度比均不发生变化;通入 SO_2 发生反应: $\text{Cl}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$,故溶液漂白性降低;往氯水中加入少量 NaOH 固体,溶液 pH 会增大,且溶液中存在电荷守恒: $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{Cl}^-) + c(\text{ClO}^-)$,由于 NaOH 固体少量,故溶液显酸性, $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$,所以 $c(\text{Na}^+) < c(\text{Cl}^-) + c(\text{ClO}^-)$ 。

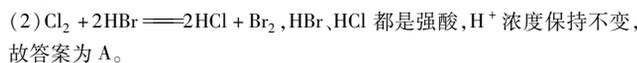
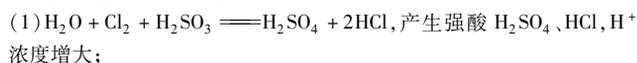
7. C 【解析】装置③的导气管长短错误,应长进短出。

8. B 【解析】此题考查化学实验、元素化合物的性质等知识。分析装置图,可知氨气和氯气接触时发生反应: $8\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 6\text{NH}_4\text{Cl} + \text{N}_2$,烧瓶中出现白烟,A 对;不会出现红棕色气体,B 错;该反应中氨气中的氮元素化合价升高,表现还原性,C 对;烧杯中的氢氧化钠可以吸收多余的有害气体,D 对。

9. D 【解析】反应后,当 $\frac{c(\text{Cl}^-)}{c(\text{ClO}^-)} = 11$ 时,根据得失电子守恒有: $c(\text{Cl}^-) = c(\text{ClO}^-) + 5c(\text{ClO}_3^-)$,由此可求出 $\frac{c(\text{ClO}^-)}{c(\text{ClO}_3^-)} = \frac{1}{2}$,A 项正确;根据元素守恒知 B 项正确;因反应中肯定有 Cl^- 生成,当价态升高的氯元素全部以 ClO^- 形式存在时, $a \text{ mol KOH}$ 需要消耗 $\frac{1}{2}a \text{ mol Cl}_2$,此时转移电子 $\frac{1}{2}a \text{ mol}$,当价态升高的氯元素全部以 ClO_3^- 形式存在时,由 $6\text{KOH} + 3\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 知,此时转移电子 $\frac{5}{6}a \text{ mol}$,C 项正确;由反应方程式知, KClO_3 的最大理论产量为 $\frac{1}{6}a \text{ mol}$,D 项错误。

10. B 【解析】“84”消毒液由氯气通入氢氧化钠溶液中制备,溶液中含有氯化钠和次氯酸钠, $c(\text{Na}^+) > c(\text{Cl}^-) + c(\text{ClO}^-)$,A 项错误;温度不变,氢氧化钙溶液浓度不变,即饱和溶液浓度不变,碱性不变,B 项正确;加热促进次氯酸钠水解,“84”消毒液碱性增强,但是升温,氢氧化钙溶解度减小,溶液浓度减小,即 OH^- 浓度减小,pH 减小,C 项错误;“84”消毒液具有漂白性,不能用试纸测定溶液 pH,另外 pH 试纸只能粗略整数,不能精确至 0.1,D 项错误。

11. A 【解析】缓缓通入 Cl_2 发生的反应依次为:



12. B 【解析】还原性强弱顺序为 $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$,所以 Cl_2 最先氧化 I^- ,然后氧化 Fe^{2+} ,最后氧化 Br^- 。图中 AB 段表示 I^- 的变化情况,氧化 I^- 需氯气 1 mol,则 I^- 为 2 mol;BC 段表示 Fe^{3+} 的变化情况,氧化 Fe^{2+} 需氯气 2 mol,则 Fe^{2+} 为 4 mol;DE 段表示 Br^- 的变化情况,氧化 Br^- 需氯气 3 mol,则 Br^- 为 6 mol。当通入 Cl_2 2 mol 时,氧化的 I^- 和 Fe^{2+} 均为 2 mol,所以 C 项中的离子方程式是正确的。因不知溶液的体积,B 项错误。

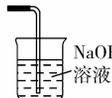
13. 【解析】干燥的氯气没有漂白性,氯气与水发生反应 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$,产生的次氯酸具有漂白性。氯气有毒,对化学实验和工业生产产生的含氯尾气都要做无害化处理。

【答案】(1)干燥氯气

(2)B 中有色布条不退色,而 C 中有色布条退色

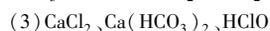
(3)将盐酸滴到有色布条上 有色布条不退色

(4)尾气中的 Cl_2 污染大气



14. 【解析】饱和氯水中存在: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$ 的平衡,加入过量 CaCO_3 后, $2\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{CaCl}_2$, $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$,使 HCl 浓度降低,平衡右移, Cl_2 浓度降低,溶液黄绿色退去; HClO 浓度增大,溶液漂白性增强。由于滤液中含有 HClO 、 CaCl_2 、 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 等成分, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应生成 CaCO_3 沉淀;与 HCl 反应产生 CO_2 气体; $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 受热分解生成 CaCO_3 沉淀和 CO_2 气体。

【答案】(1)由于饱和氯水中存在: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$,加入 CaCO_3 后, $2\text{HCl} + \text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$,使平衡右移, HClO 的浓度增大



15. 【解析】(1) MnO_2 与浓盐酸反应的化学方程式为 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。



(2)用该方法制得的氯气中含有 HCl 和水蒸气,分别用饱和食盐水和浓硫酸除去。

(3)氯气与 FeCl₂ 溶液反应的离子方程式是 2Fe²⁺ + Cl₂ = 2Fe³⁺ + 2Cl⁻。氯气将 KI 氧化为单质碘,单质碘使淀粉变蓝色。

(4)对比 a、b、c、d、e 五个实验方案可以看出,五个实验中都有 MnO₂ 和 Cl⁻,只有 a、c、e 中有较大浓度的 H⁺,这三个实验产生了 Cl₂,b、d 中有较大浓度的 Cl⁻,但无 H⁺,没有产生 Cl₂,说明影响氯气生成的原因是 H⁺ 浓度的大小。实验 b 的目的是探究 c(Cl⁻) 对反应的影响,实验 c 的目的是探究 c(H⁺) 对反应的影响。

【答案】(1) MnO₂ + 4HCl(浓) $\xrightarrow{\Delta}$ MnCl₂ + Cl₂ ↑ + 2H₂O

(2) 饱和食盐水 浓硫酸

(3) 2Fe²⁺ + Cl₂ = 2Fe³⁺ + 2Cl⁻ 溶液变蓝

(4) ①探究 c(Cl⁻) 对反应的影响 探究 c(H⁺) 对反应的影响

②c(H⁺) 的大小

16. 【解析】若没有 B、C 装置,则 HCl 和水蒸气随 Cl₂ 一同进入 D 装置,HCl 与 Al 反应生成 H₂,H₂ 与 Cl₂ 的混合物受热可能爆炸,水蒸气与 AlCl₃ 作用也可能爆炸;Cl₂ 有毒,不能直接排放到空气中,可用碱石灰吸收,又因为 AlCl₃ 易水解,所以碱石灰也起到干燥的作用,防止空气中的水蒸气进入 D 装置,使 AlCl₃ 水解。

【答案】(1) 酒精灯、圆底烧瓶、分液漏斗

(2) 饱和食盐水 除去氯气中的水蒸气

(3) 生成的 AlCl₃ 受热升华,在 E 处凝结析出

(4) 未除去的 HCl 和水蒸气随 Cl₂ 一同进入 D 装置,与铝反应生成 H₂,H₂ 与 Cl₂ 的混合物受热可能爆炸,水蒸气与 AlCl₃ 作用也可能爆炸

(5) 吸收尾气中未反应的 Cl₂,以免污染空气;还能起干燥作用,防止外部空气中的水蒸气进入 D 装置,使 AlCl₃ 水解

第 3 节 硫及其重要化合物

1. D 【解析】SO₂ 和 CO₂ 与澄清石灰水反应的现象是相同的,SO₂ 和 CO₂ 均不能与 CaCl₂ 溶液反应,故①⑦不能区别;SO₂ 与 H₂S 溶液反应产生黄色沉淀,SO₂ 能使酸性 KMnO₄ 溶液、溴水和品红溶液褪色,SO₂ 与酸化的 Ba(NO₃)₂ 溶液反应产生白色沉淀,CO₂ 与②③④⑤⑥五种溶液均不发生反应。

2. C 【解析】SO₂ 溶于水后形成酸性溶液,随雨水降下就会形成酸雨,A 正确;使用清洁能源能减少 SO₂ 的排放量,在煤中加入生石灰后燃烧可发生反应 SO₂ + CaO = CaSO₃, 2CaSO₃ + O₂ = 2CaSO₄,能减少 SO₂ 的排放量,B 正确;使用催化剂只能加快反应速率,并不能影响 SO₂ 的含量,C 错误;植树造林能够减少大气中 SO₂ 的含量,因为有些树种和植物能吸收 SO₂,D 正确。

3. D 【解析】SO₂ 是酸性氧化物,能与 Ba(OH)₂ 反应产生沉淀;H₂SO₃ 属于中强酸,不能与 BaCl₂ 溶液反应;H₂SO₃ 中 S 元素为 +4 价,因此 H₂SO₃ 在反应中既表现酸性,又表现还原性与氧化性,SO₂ 与 Ba(NO₃)₂、Na₂S 反应的方程式分别为 3SO₂ + 2H₂O + Ba(NO₃)₂ = BaSO₄ ↓ + 2NO ↑ + 2H₂SO₄, 3SO₂ + 2Na₂S = 3S ↓ + 2Na₂SO₃。

4. C 【解析】A 和 D 选项中产生的气体(分别为 NO₂、Cl₂)与 SO₂ 通入 BaCl₂ 溶液中生成 BaSO₄ 沉淀;选项 B 中产生的气体(NH₃)与 SO₂ 通入 BaCl₂ 溶液中生成 BaSO₃ 沉淀。

5. A 【解析】稀氨水与过量 CO₂ 反应生成 NH₄HCO₃,A 项正确;B 项中生成的 HClO 有强氧化性,而 CaSO₃ 有还原性,发生氧化还原反应生成 CaSO₄,B 项错误;C 项中 HNO₃ 有强氧化性,会与 Fe²⁺、H₂S 发生氧化还原反应,生成 Fe³⁺、S,C 项错误;D 项中 NH₄HCO₃ 与足量 Ba(OH)₂ 溶液反应,其 NH₄⁺ 与 HCO₃⁻ 都与 OH⁻ 反应,正确的离子方程式为 NH₄⁺ + HCO₃⁻ + Ba²⁺ + 2OH⁻ = BaCO₃ ↓ + NH₃ ↑ + 2H₂O,D 项错误。

6. C 【解析】Na₂SO₃ 与盐酸反应产生气泡,Na₂SiO₃ 与盐酸反应生成白色沉淀,Na₂SO₄ 与盐酸混合无现象,A 正确;CO₂ 与 Na₂SO₃ 溶液、Na₂SO₄ 溶液都不反应,CO₂ 与 Na₂SiO₃ 溶液反应产生白色沉淀 H₂SiO₃,B 正确;硝酸能将 Na₂SO₃ 氧化为 Na₂SO₄,不能确定固体 M 一定是 Na₂SO₄,也可能是 Na₂SO₃,C 错误;Na₂SO₃ 和 Na₂SiO₃ 水解都显碱性,Na₂SO₄ 不水解,其溶液的 pH = 7,D 正确。

7. B 【解析】SO₂ 饱和溶液显酸性使石蕊试液变红;SO₂ 具有漂白性,能使品红溶液褪色;SO₂ 溶液与 Ba(NO₃)₂ 溶液混合时 H⁺、NO₃⁻ 将 SO₂ 氧化为 SO₄²⁻,故可产生 BaSO₄ 沉淀;NaOH 与 SO₂ 反应生成 SO₃²⁻,在碱性条件下生成 BaSO₃ 沉淀。

8. C 由于 SO₂ 溶于水生成 H₂SO₃,只能使指示剂变色,而不能褪色,A 项错误;SO₂ 能使酸性 KMnO₄ 溶液等有色无机物褪色,是发生氧化还原反应的结果,B 项错误;除去多余的 SO₂ 应用 NaOH 溶液而非 NaCl 溶液,D 项错误;淀粉 - KI 试纸未变蓝,即无 I₂ 生成,故 SO₂ 的氧化性弱于 I₂ 的氧化性。

9. A

10. D A 项中 HNO₃ 会氧化 SO₃²⁻,生成 SO₄²⁻,干扰 SO₄²⁻ 的检验;B 项中用盐酸酸化,KMnO₄ 被 Cl⁻ 还原;C 项中 Fe²⁺ 会被氧化为 Fe³⁺,故 A、B、C 项均不正确。

11. C 设气体 A 中 SO₂、H₂ 的物质的量分别为 x、y。

则根据两个反应方程式可知

$$\begin{cases} x + y = 33.6 \text{ L} / 22.4 \text{ L/mol} = 1.5 \text{ mol} \\ 2x + y = 18.5 \text{ mol/L} \times 0.1 \text{ L} - \frac{1}{2} \times 0.1 \text{ mol/L} \times 1 \text{ L} = 1.8 \text{ mol} \end{cases}$$

解得 x = 0.3 mol y = 1.2 mol

消耗 Zn 的质量为 (x + y) × 65 g/mol = 97.5 g,转移电子数为 3 mol,被还原的元素有 S、H 两种。

【一题多解】金属锌与浓硫酸反应的计算可利用守恒法

(1) 由于生成 1 mol SO₂ 或 1 mol H₂ 转移的电子数目均为 2 mol,故参加反应的锌与 SO₂ 和 H₂ 的总物质的量一定相等,对于本题而言,n(Zn) = 1.5 mol。

(2) H₂SO₄ 的作用为酸性(生成 ZnSO₄)和强氧化性(生成 SO₂),由硫元素守恒可得,生成的 SO₂ 的物质的量等于硫酸的总物质的量减去剩余的硫酸的物质的量减去 ZnSO₄ 的物质的量。即 n(SO₂) = 1.85 mol - 0.05 mol - 1.5 mol = 0.3 mol。

12. 【解析】本题考查氮、硫及其化合物的转化关系。由 D 的相对分子质量比 C 的相对分子质量大 16,容易联想 D 比 C 分子增加 1 个氧原子,则 D 可能是氧化物,而 E 为酸,则应为含氧酸,而 Y 是能提供“O”的物质。A 为正盐,与碱反应放出的物质能连续两次氧化最后得一含氧酸,可推知 A 可能是铵盐: A $\xrightarrow{\text{OH}^-}$ NH₃ $\xrightarrow{[\text{O}]}$ NO $\xrightarrow{[\text{O}]}$ NO₂ $\xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$ HNO₃ 是可能的;而 A 与强酸反应时,生成的物质也会连续氧化两次,最后生成含氧酸,则 A 可能为硫化物(含 S²⁻): A $\xrightarrow{\text{H}^+}$ H₂S $\xrightarrow{[\text{O}]}$ SO₂ $\xrightarrow{[\text{O}]}$ SO₃ $\xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$ H₂SO₄。综合上面分析可确定 A 是 (NH₄)₂S。

【答案】(1) (NH₄)₂S O₂ H₂O

(2) H₂SO₄ 2H₂S + 3O₂ $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 2SO₂ + 2H₂O

(3) HNO₃ 4NH₃ + 5O₂ $\xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}}$ 4NO + 6H₂O

13. 【解析】Ⅱ. (1) ①仪器 a 为分液漏斗。②E 中试剂用于吸收尾气 SO₂, 应选择 NaOH 溶液。(3) 过滤后滤液经蒸发、结晶、过滤、洗涤、干燥得到产品。Ⅲ. (1) 稀溶液中加入足量 BaCl₂ 溶液得到沉淀,过滤后,加入足量稀 HCl,若沉淀没有完全溶解,并有刺激性气味的气体产生,则原沉淀为 BaSO₃ 和 BaSO₄,由此可以确定产品中含有 Na₂SO₃ 和 Na₂SO₄。(2) 减少 C 中生成 Na₂SO₄ 的量,关键是排出装置中的空气,因此可以先制备 SO₂,排出装置中的空气后,再加入 Na₂S 和 Na₂CO₃ 的混合溶液。(3) 选择重结晶的方法对 Na₂S₂O₃ · 5H₂O 进行提纯。

【答案】Ⅱ. (1) ①分液漏斗 ②B (3) 蒸发

Ⅲ. (1) 过滤,用蒸馏水洗涤沉淀,向沉淀中加入足量稀 HCl

(2) 先向 A 中烧瓶滴加浓 H₂SO₄,产生的气体将装置中空气排尽后,再向 C 中烧瓶加入 Na₂S 和 Na₂CO₃ 混合溶液

(3) 重结晶

14. 【解析】Ⅰ. (1) 证明 SO₂ 的存在用品红溶液,故 A 中试剂为品红溶液。酸性 KMnO₄ 溶液的作用是除去 SO₂。D 的作用是证明有 H₂O 产生,E 中碱石灰的作用是防止空气中的 H₂O(g) 进入 D 中干扰检验。

(2) Zn + 2H₂SO₄(浓) $\xrightarrow{\Delta}$ ZnSO₄ + SO₂ ↑ + 2H₂O。

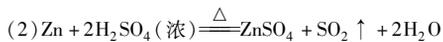


(3) B中浓硫酸的作用是除去气体中的水蒸气,若去掉,则D中现象就无法说明有无H₂产生。

(4) C中黑色粉末(CuO)变成红色物质,D中白色粉末变为蓝色,证明有H₂生成。

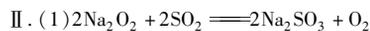
II. 稀硫酸或稀盐酸与SO₃²⁻反应生成能使品红溶液退色的SO₂,利用该性质可检验SO₃²⁻的存在(在无干扰的情况下)。亚硫酸钡具有还原性,能被稀硝酸氧化;若Na₂O₂过量,过量的Na₂O₂会将Na₂SO₃氧化为Na₂SO₄,故题中设计的检验Na₂SO₄存在的实验方案不合理。

【答案】I. (1) 品红溶液 检验气体X中是否含有SO₂
防止空气中的水蒸气进入D中干扰检验 除去气体X中的SO₂



(3) 不能 经酸性KMnO₄溶液洗气后的气体中含有水蒸气,会干扰氢气的检验

(4) 黑色粉末(CuO)变成红色物质 白色粉末变为蓝色

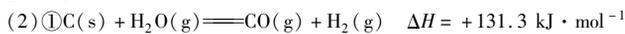


(2) 取白色固体,加稀硫酸或稀盐酸,产生能使品红溶液退色的气体

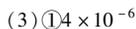
(3) 不合理 ①稀硝酸能将亚硫酸钡氧化为硫酸钡

②如果反应后的固体中还残留Na₂O₂,它溶于水后能将亚硫酸根氧化成硫酸根

15. 【答案】(1) 酸性 4



② a, b



温度升高,反应速率加快,平衡右移

② 该反应是焓增、熵减的反应,任何温度下均不自发进行



第4节 氮及其重要化合物

1. C 【解析】浓硝酸与Cu反应剧烈,生成的NO₂体积大;但由于参加反应的铜相同,故转移的电子数相等;溶液体积相同,得到的Cu²⁺浓度相同。

2. C 【解析】A项,氨气不溶于CCl₄,不会发生倒吸;B项,导管末端连接倒置漏斗,漏斗下沿刚好没入水中可有效防止倒吸;C项,可发生倒吸;D项,导管末端连接干燥管,干燥管细口没入水中少许可有效防止倒吸。

3. B 【解析】由于氨气极易溶于水,若铵盐和强碱在稀溶液中反应且不加热时,产生的氨气不会挥发出来,红色石蕊试纸就不会变蓝色,A错;在酸性溶液中NO₃⁻具有氧化性,被Fe²⁺还原成NO气体,NO气体在管口遇空气氧化成NO₂,B正确;Fe粉与稀硝酸反应生成物是Fe³⁺,但过量的铁会继续和Fe³⁺反应,将其还原成Fe²⁺,所以滴入KSCN溶液不可能显血红色,C错;假设46 g气体全为NO₂,则其含有的原子数为3N_A,含有的分子数为N_A,实际存在反应2NO₂(g) ⇌ N₂O₄(g),导致分子数减少,原子数不变,D错。

4. C 【解析】发生的反应有①3NO₂ + H₂O = 2HNO₃ + NO;②HNO₃ + NaHCO₃ = CO₂ ↑ + H₂O + NaNO₃;③2CO₂ + 2Na₂O₂ = 2Na₂CO₃ + O₂;④2NO + O₂ = 2NO₂。可假设开始有3 mol NO₂,那么最后收集到1 mol NO₂和1 mol O₂。

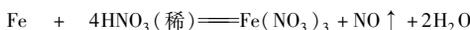
5. B 【解析】①NO不与水反应,设原有NO、NO₂各3体积,则3体积的NO₂与水反应后,体积变为1体积,此时剩余NO的总体积与原来气体的体积比为4:6。②由反应4NO₂ + O₂ + 2H₂O = 4HNO₃,可知等体积的NO₂和O₂混合溶于水时O₂过量,若二者皆为4体积则剩余3体积氧气,与原来总体积的比为3:8。③N₂不与水反应,NH₃完全溶于水,气体剩余体积为原来的一半。显然有V₁ > V₃ > V₂。

6. B 【解析】NO₂为污染性气体,是引起光化学烟雾的物质之一,用催化剂处理汽车尾气中的CO和NO不再生成污染性气体,发生的反应为2NO + 2CO $\xrightarrow{\text{催化剂}}$ 2CO₂ + N₂,A错;C项,NH₄⁺也能与OH⁻发生反应,C错;D项,NO₃⁻与H⁺组合成HNO₃能将Fe²⁺氧化,不能大量共存,D错。

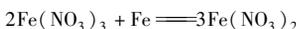
7. C 【解析】假设两个容器的状况均为标准状况,①中物质的量浓度c = (V L ÷ 22.4 L · mol⁻¹) ÷ V L = 1/22.4 mol · L⁻¹;②中物质的量浓度c = (2/3 × V/22.4) mol ÷ 2/3V L = 1/22.4 mol · L⁻¹;因此C选项正确。

8. C 【解析】 $n(\text{Fe}) = \frac{22.4 \text{ g}}{56 \text{ g/mol}} = 0.4 \text{ mol}$,铁粉加入稀HNO₃溶液中,首先

被氧化为Fe³⁺,即:



NHO₃完全反应后,过量的铁还会被Fe(NO₃)₃氧化,则:

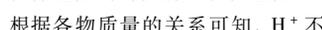
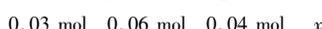
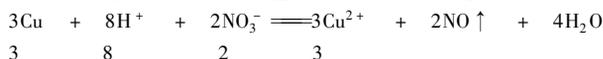


所以共溶解铁粉0.3 mol,但后来没有气体放出。

9. A 【解析】氮氧化物与灼热铜粉反应的化学方程式为2N_xO_y + 2yCu $\xrightarrow{\Delta}$ 2yCuO + xN₂。根据题目给定的数据有 $\frac{2}{2-x} = \frac{2}{1}$,故x = 1。可知该氮氧化物为NO₂。

10. D 【解析】A选项中,NO₂与H₂O反应生成HNO₃,HNO₃将SO₂氧化为H₂SO₄,H₂SO₄与BaCl₂溶液反应生成BaSO₄沉淀;B选项中,NH₃与Al₂(SO₄)₃溶液反应生成Al(OH)₃沉淀;C选项中,NH₃与CO₂、H₂O反应可能生成(NH₄)₂CO₃或NH₄HCO₃,若生成(NH₄)₂CO₃,则(NH₄)₂CO₃与CaCl₂反应会生成CaCO₃沉淀,若生成NH₄HCO₃,则无沉淀产生;D选项中,CO₂和SO₂均不与CaCl₂发生反应,一定无沉淀生成。

11. B 【解析】溶液中同时存在H⁺和NO₃⁻时就能够与Cu发生反应。该溶液中H⁺实际为0.06 mol,应该根据离子方程式进行计算。



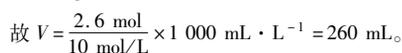
根据各物质量的关系可知,H⁺不足,应根据H⁺进行计算。x = 3 × 0.06 mol ÷ 8 = 0.022 5 mol,因此,铜离子浓度为0.225 mol/L。

12. D 【解析】在此反应中硝酸分两部分参加反应即硝酸的总量 = 被还原的硝酸的量 + 未被还原的硝酸的量,由铁原子守恒和氮原子守恒可知n(未被还原的硝酸) = 3n[Fe(NO₃)₃],m(未被还原的硝酸) = (a + b) × 3 × 63 = (a + b) × 189 g;由得失电子相等可以求出被还原的硝酸的物质的量:a × (3 - 2) + a × [6 - (-2)] + b × (3 - 2) = n(被还原的硝酸) × (5 - 2),n(被还原的硝酸) = (9a + b)/3 mol,n(未被还原的硝酸) = n(总硝酸) - n(被还原的硝酸) = [Vc - (9a + b)/3] mol,因此D项正确。

13. 【解析】(1)依题意,氮的氧化物与氢氧化钠反应恰好生成硝酸钠和亚硝酸钠,由电荷守恒及原子个数守恒可知,氮的氧化物中氮原子的物质的量n(N) = n(NO₃⁻) + n(NO₂⁻) = n(Na⁺) = 0.50 L × 2.0 mol/L = 1.0 mol。 $n(\text{Cu}) = \frac{51.2 \text{ g}}{64 \text{ g/mol}} = 0.80 \text{ mol}$ 。

硝酸铜溶液中含NO₃⁻的物质的量n(NO₃⁻) = 1.6 mol。

由于硝酸与铜恰好完全反应,根据氮原子个数守恒可知,硝酸的物质的量等于氮的氧化物中氮的物质的量与硝酸铜中氮的物质的量之和,n(HNO₃) = 1.0 mol + 1.6 mol = 2.6 mol。



(2)根据得失电子守恒,铜失去的电子的物质的量等于转化为NaNO₂的那部分硝酸得到的电子的物质的量。由HNO₃ → NaNO₂得到2e⁻可知,n(NaNO₂) × 2 = n(Cu) × 2, n(NaNO₂) = 0.80 mol, n(NaNO₃) = 1.0 mol - 0.80 mol = 0.20 mol,故c(NaNO₃) = $\frac{0.20 \text{ mol}}{0.50 \text{ L}} = 0.40 \text{ mol/L}$ 。

【答案】(1) 260 (2) 0.40 mol/L

14. 【解析】(1)实验目的是进行“氨的催化氧化”实验,故A、B装置是用来制取NH₃和O₂的。根据制取NH₃只用一种药品和制取NH₃的同时必须产生能与Na₂O₂反应生成O₂的物质的要求,选用碳酸铵或碳酸氢铵。选用给固体物质加热所需要的仪器e、f、g、h。

(2)从安全和环保的角度来考虑,应该在C、D之间增加一个防倒吸装置,在D后增加一个尾气吸收装置。因为从C中导出的气体主要是NO₂,NO₂与水反应生成稀硝酸和NO,易倒吸,且尾气对环境有污染。

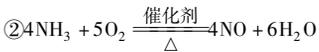
【答案】(1) ②或③ e、f、g、h



(2)①在装置 C 与 D 之间增加一个防倒吸装置

②在 D 后增加一个尾气吸收装置

(3)①吸收 CO₂ 和水蒸气,并生成 O₂



③铜片逐渐减少直至溶解,溶液变蓝色,生成无色气体并在广口瓶上方变成红棕色

15.【解析】根据实验目的和所放置的试剂可以推断,Ⅰ装置的作用是制备 NO,Ⅲ装置的作用是制备 O₂,Ⅱ装置的作用是证明 NO 也可以与氧气和水共同作用生成 HNO₃。

(1)NO₂ 经多次氧化、用水吸收的循环操作,充分转化为硝酸的化学方程式为 4NO₂ + O₂ + 2H₂O = 4HNO₃。

(2)①注入稀硝酸应至 U 形管右侧胶塞下沿,迅速关闭 K₁ 后,U 形管左端液面高于右端,铜丝慢慢溶解,产生无色气体,溶液逐渐变蓝。

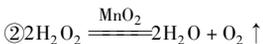
②装置Ⅲ中发生反应的化学方程式为 2H₂O₂ $\xrightarrow{\text{MnO}_2}$ 2H₂O + O₂ ↑。

③蘸 NaOH 溶液的棉花团的作用是吸收氮的氧化物,防止污染环境。

④再打开 K₃,若观察到长玻璃管中气体迅速变为红棕色,则证明余气含 NO,若无颜色变化,则证明不含 NO。

【答案】(1)4NO₂ + O₂ + 2H₂O = 4HNO₃ (或分成两个方程式写)

(2)①U 形管右侧胶塞下沿 U 形管左端液面高于右端,铜丝慢慢溶解,产生无色气体,溶液逐渐变蓝(至少答三点)



③吸收氮的氧化物,防止污染环境

④再打开 K₃,若观察到长玻璃管中气体迅速变为红棕色,则证明余气含 NO,若无颜色变化,则证明不含 NO(其他合理答案也可)

16.【解析】本题主要考查 HNO₃ 的性质、化学实验设计和评价的能力。

(1)根据装置特点和实验目的,装置⑤收集 NO,装置⑥中盛放 NaOH 溶液吸收 NO₂,因为要验证稀硝酸不能氧化 NO,所以装置③中应该盛放稀硝酸。

(2)由于装置中残存的空气能氧化 NO 而对实验产生干扰,所以滴加浓硝酸之前需要通入一段时间 CO₂ 赶走装置中的空气,同时也需将装置⑤中导管末端伸入倒置的烧瓶内,防止反应产生的 NO 气体逸出。

(3)Cu 与浓 HNO₃ 反应生成 Cu(NO₃)₂、NO₂、H₂O: Cu + 4HNO₃(浓) = Cu(NO₃)₂ + 2NO₂ ↑ + 2H₂O。

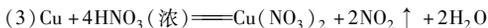
(4)装置②中盛放蒸馏水,使 NO₂ 与 H₂O 反应生成 NO: 3NO₂ + H₂O = 2HNO₃ + NO。

(5)NO 通过稀 HNO₃ 溶液后,若无红棕色 NO₂ 产生,说明稀 HNO₃ 不能氧化 NO,所以盛放稀 HNO₃ 装置的液面上方没有颜色变化即可说明。装置④中盛放的是浓 HNO₃,若浓 HNO₃ 能氧化 NO,则装置④液面的上方会产生红棕色气体。

(6)要证明是 Cu(NO₃)₂ 浓度过高或是溶解了 NO₂ 导致装置①中溶液呈绿色,可设计将溶解的 NO₂ 赶走(a、c 方案)再观察颜色变化,也可在 Cu(NO₃)₂ 浓溶液中通入 NO₂ 进行比较观察反应后的颜色变化(d 方案),确定是否是因溶有 NO₂ 引起的。方案 b 中加水稀释,由于 Cu(NO₃)₂ 和溶解在其中的 NO₂ 浓度均可发生变化,无法确定是哪一种因素引起的。

【答案】(1)3 mol · L⁻¹ 稀硝酸、浓硝酸、氢氧化钠溶液

(2)通入 CO₂ 一段时间,关闭弹簧夹,将装置⑤中导管末端伸入倒置的烧瓶内



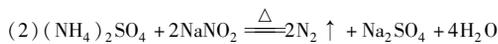
(5)装置③中液面上方气体仍为无色,装置④中液面上方气体由无色变为红棕色

(6)acd

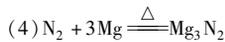
17.【解析】(1)加热装置 b,装置 b 中的气体受热膨胀,若整套装置气密性良好,则 G 中会有气泡冒出,停止加热冷却后,G 中插入溶液里的玻璃管中会形成一段水柱。装置 a、b 分别为分液漏斗、圆底烧瓶。(2)亚硝酸钠与硫酸铵反应制备氮气的实质是 NO₂⁻ 与 NH₄⁺ 发生氮元素之间的氧化还原反应,生成氮气和水。(3)装置 C 中盛装的是具有还原性

的硫酸亚铁饱和溶液,故该试剂的作用是除去氧化剂(氧气、氮氧化物);装置 D 中的试剂为浓硫酸,目的是除去水蒸气,干燥 N₂;因装置 C 为 FeSO₄ 饱和溶液,若干燥装置在之前,则干燥了的气体经过此溶液后又会带入水蒸气。(4)装置 E 中发生的是镁粉与氮气在加热条件下生成氮化镁的反应。(5)利用 Mg₃N₂ 水解生成氨气和氢氧化镁的现象可以设计实验检验 Mg₃N₂ 的存在;利用镁与盐酸反应放出氢气可以设计实验检验金属镁的存在。

【答案】(1)微热 b,这时 G 中有气泡冒出,停止加热冷却后,G 中插在溶液里的玻璃管形成一段水柱,则气密性良好 分液漏斗 圆底烧瓶



(3)除去氧气(及氮氧化物) 除去水蒸气 不能,对调后无法除去水蒸气



(5)取少量产物于试管中,加少量蒸馏水,试管底部有沉淀生成,可闻到刺激性氨味(把润湿的红色石蕊试纸放在管口,试纸变蓝),证明产物中含有氮化镁,弃去上清液,加入盐酸,若观察到有气泡产生,则证明产物中含有未反应的镁。

【易错点拨】本题第一空考生会错误地选取分液漏斗“注水法”进行装置气密性检查。因为需要检查整套装置的气密性,而且 G 装置出气管处无乳胶管及止水夹,故不能用分液漏斗“注水法”检查整套装置的气密性。

第 5 节 海水资源的开发利用 环境保护与绿色化学

1. A 【解析】绿色化学的原子经济性要求在生产中所有原子均转化为产物,没有副产物。A 项没有副产物符合;B 项有 HCl 等副产物;C 项有 NO₂ 等副产物;D 项有 CO 等副产物。

2. A 【解析】A 项,灼烧干海带应在坩埚中进行,且盖子盖上,不用搅拌,选项 A 错误。B 项,双氧水在酸性介质中把 I⁻ 氧化为 I₂, 2I⁻ + H₂O₂ + 2H⁺ = 2H₂O + I₂;C 项,I₂ 遇淀粉变蓝是 I₂ 的特征反应;D 项,I₂ 在 CCl₄ 中的溶解度远大于在水中的溶解度,故 CCl₄ 能够将 I₂ 从碘水中萃取出来。

3. C 【解析】将反应按①×2 + ②×2 + ③×2 + ④叠加处理可得方程式 2H₂O = 2H₂ ↑ + O₂ ↑,因此 CaBr₂、Hg 为催化剂,CaO、HBr、HgBr₂、HgO 皆为中间产物,总反应为 H₂O 分解产生 H₂ 和 O₂,故选 C。

4. D N₂ 不是造成温室效应的气体,A 错;Ba²⁺ 是重金属离子,能使蛋白质变性,对人体有毒,B 错;用二氧化碳生产肥料,可以消耗二氧化碳,故可以缓解温室效应,C 错;D 正确,如模拟生物固氮,细菌法炼铜等。

5. C 过程①中除去 Mg²⁺、CO₃²⁻ 和 SO₄²⁻ 需要用化学方法,A 错误;根据信息可知 B 错误;过程⑤发生的反应为 SO₂ + 2H₂O + Br₂ = H₂SO₄ + 2HBr,溶液呈强酸性,C 正确;每氧化 0.2 mol Br⁻ 需消耗 Cl₂ 0.1 mol,但不一定是 2.24 L,在标准状况下才是 2.24 L。

6. D ①溴水易挥发有毒的溴蒸气,改用碘水可减少有毒气体的挥发;②铜与浓硝酸剧烈反应产生有毒的 NO₂ 气体,将铜片改为可调节高度的铜丝可及时终止反应,减少 NO₂ 气体的排放量;③将实验室的废酸液和废碱液中和后再排放可以减少对水的污染;④用双氧水制氧气副产物为水,不产生污染;⑤既杜绝了产生 SO₂ 而导致的污染,又提高了硫原子的利用率。以上过程均做到了从源头上减少或杜绝污染,符合绿色化学的思想。

7. C 卤素互化物性质与卤素单质性质相似,遇还原性物质显示强氧化性,ICl、IBr 与 NaI 反应可生成 NaCl、NaBr 和 I₂,NaCl 和 NaBr 受热不分解,也不升华。

8. B 2AtI + 2Zn = ZnI₂ + ZnAt₂,At 由 +1 价 → -1 价,Zn 由 0 价 → +2 价,故 ZnAt₂ 既是氧化产物又是还原产物,ZnI₂ 是氧化产物,A 项错,B 项正确;AtI + 2NH₃(l) = NH₄I + NH₂At,所有元素化合价均无变化,是非氧化还原反应,C、D 项错。

9. B SO₃²⁻ 具有强还原性,可被 ClO⁻ 和 I₂ 氧化,第二步溶液蓝色消失是 SO₃²⁻ 还原 I₂ 的结果。

10. C 【解析】侯氏制碱法的主要反应原理是 NaCl + NH₃ + H₂O + CO₂ = NaHCO₃ ↓ + NH₄Cl,该反应就利用了物质溶解度的差异,故 A 正



确。浓盐酸挥发出来的氯化氢气体遇氨气能生成固体氯化铵,现象为有白烟出现,故可检验氨气是否泄漏,B正确。高碘酸是一种强酸,况且补碘过多实际上对人体有害,故C错误。黑火药的组成是“一硫(S)、二硝(KNO₃)、三木炭(C)”,D正确。

11.【解析】题中的工艺流程图由海水晒盐、海水提镁和工业制纯碱三部分组成。分析工艺流程图中的转化关系可得:B、C、D、E、F、G、H、I、J、K、L、M、N分别是NaCl、CaO、CO₂、NH₄Cl、NaHCO₃、CaCl₂、Mg(OH)₂、MgO、HCl、MgCl₂、H₂、Cl₂、Mg。

(1)物质G和L的化学式分别为CaCl₂和H₂。

(2)在用贝壳制生石灰时同时生成CO₂,在将NaHCO₃加热分解制纯碱时也生成CO₂,CO₂可循环利用。

(3)反应①是用NaCl、NH₃、CO₂和H₂O反应制取NaHCO₃和NH₄Cl的反应,化学方程式为NaCl+NH₃+CO₂+H₂O=NaHCO₃↓+NH₄Cl。NH₃在水溶液中的溶解度大,利于吸收较多量的CO₂使其转化为NH₄HCO₃。

(4)工业上用NaHCO₃受热分解可制得纯碱,化学方程式为2NaHCO₃ $\xrightarrow{\Delta}$ Na₂CO₃+CO₂↑+H₂O。

(5)MgCl₂溶液必须在氯化氢气体中进行蒸发制得无水MgCl₂,再电解熔融MgCl₂可制得金属镁。

【答案】(1)CaCl₂ H₂

(2)CO₂

(3)NaCl+NH₃+CO₂+H₂O=NaHCO₃↓+NH₄Cl

NH₃在溶液中的溶解度大,利于吸收CO₂,使其转化为NH₄HCO₃

(4)2NaHCO₃ $\xrightarrow{\Delta}$ Na₂CO₃+CO₂↑+H₂O

(5)MgCl₂溶液必须在氯化氢气体中进行蒸发制得无水MgCl₂,再熔融电解MgCl₂可制取金属镁

12.【解析】A中滴加浓盐酸后,发生反应:2KMnO₄+16HCl(浓) $\xrightarrow{\Delta}$ 2KCl+2MnCl₂+5Cl₂↑+8H₂O,生成黄绿色气体Cl₂,在A、B、C中分别发生反应:Cl₂+2KI=2KCl+I₂,Cl₂+2NaBr=2NaCl+Br₂,Cl₂+2NaBr=2NaCl+Br₂,由于B、C中生成了Br₂而使溶液变为黄色,打开活塞b,C中生成的Br₂在D中发生反应:Br₂+2KI=2KBr+I₂。若B中黄色溶液继续通入过量Cl₂时,溶液变为棕红色,以此为对照,说明C中黄色溶液无Cl₂,从而排除Cl₂对溴置换碘实验的干扰。

【答案】(1):Cl:Cl:

(2)湿润的淀粉-KI试纸变蓝

(3)Cl₂+2Br⁻=Br₂+2Cl⁻

(4)打开活塞b,将少量C中溶液滴入D中,关闭活塞b,取下D,振荡,静置后CCl₄层溶液变为紫红色

(5)确认C的黄色溶液中无Cl₂,排除Cl₂对溴置换碘实验的干扰

(6)原子半径逐渐增大

13.【解析】海洋是资源的宝库,海水化工是高考的热点。占地球储量99%的溴分布在海洋中,从海水中提取溴,一般要经过浓缩、氧化、提取三个步骤。

步骤①的氯气氧化发生的反应是Cl₂+2Br⁻=2Cl⁻+Br₂,生成的溴仍溶解在海水中,怎样才能把溴提取出来呢?根据溴的沸点比水低的性质,可以鼓入热空气(步骤②),使它和热空气一起挥发出来,再用SO₂吸收(步骤③):Br₂+SO₂+2H₂O=4H⁺+2Br⁻+SO₄²⁻,这样可以得到较大浓度的含Br⁻的溶液,进一步用氯气氧化(步骤④)得到Br₂,然后蒸馏便得到了液溴。

【答案】(1)Br₂+SO₂+2H₂O=4H⁺+2Br⁻+SO₄²⁻

(2)分液漏斗

(3)溴化铁(或其他含Br⁻的盐类物质)

(4)温度过高,大量水蒸气随溴蒸出,溴蒸气中的水增加;温度过低,溴不能完全蒸出,吸收率低

(5)酸化可抑制Cl₂、Br₂与水反应

(6)将“溴水混合物I”转变为“溴水混合物II”是Br₂的浓缩过程,可提高效率,减少能耗,降低成本

第4章质量评估

1. B 【解析】SiO₂属于酸性氧化物,A错;Na₂CO₃溶液水解显碱性,能与玻璃中的SiO₂反应生成矿物胶Na₂SiO₃,从而使瓶塞与瓶口黏在一起不易开启,B正确;硅胶吸水后可以用加热等方法使其再生,C错;图中的反应只有最上边一行的转化属于氧化还原反应,其余都是非氧化还原反应,D错。

2. D 【解析】A项,在光照、烟尘、金属氧化物等作用下,SO₂与O₂反应生成SO₃,所以火山喷发产生的火山灰中可能含有SO₃气体;B项,等物质的量的SO₂与Cl₂同时通入水中,发生反应Cl₂+SO₂+2H₂O=H₂SO₄+2HCl,所得溶液的pH减小,但不再具有漂白性;C项,虽然BaSO₃能够溶于稀盐酸,但SO₂与Ba(NO₃)₂溶液和稀盐酸混合反应生成BaSO₄沉淀,所以不能用Ba(NO₃)₂溶液、稀盐酸鉴别SO₂和SO₃;D项,过量的铁粉与浓硫酸反应,可以得到SO₂和H₂两种气体。

3. C 【解析】A项,浓硝酸和氯水见光都易分解,所以用棕色试剂瓶保存;B项,硫化钠和亚硫酸钠固体长期暴露在空气中都易被氧气氧化变质;C项,Cl₂使品红溶液退色的原因是其具有强氧化性,SO₂使品红溶液退色的原因是其与有色物质结合成无色物质;D项,SO₂和Na₂SO₃溶液都具有还原性,都能使溴水退色。

4. D 【解析】A项,第①步中除去粗盐中的SO₄²⁻、Ca²⁺、Mg²⁺、Fe³⁺等杂质,加入的药品顺序为NaOH溶液→BaCl₂溶液→Na₂CO₃溶液→过滤后加盐酸,Na₂CO₃溶液一定要在BaCl₂溶液之后加;B项,第②步中结晶出的MgCl₂·6H₂O应在HCl气氛中受热分解制无水MgCl₂,以抑制MgCl₂的水解;C项,在第③⑤步中溴元素被氧化,在第④步中溴元素被还原;D项从第③步到第⑤步的目的是浓缩。

5. C 【解析】升温时,Cl₂的溶解度迅速变小,溶液中c(H⁺)变小,A错;SO₂与氯水发生反应:Cl₂+SO₂+2H₂O=H₂SO₄+2HCl,溶液中c(H⁺)变大,B错;降温,Cl₂的溶解度迅速变大,继续通入Cl₂时,溶液中c(H⁺)增大,C正确;pH=7时,c(H⁺)=c(OH⁻),根据电荷守恒可得c(Na⁺)=c(Cl⁻)+c(ClO⁻),故c(Na⁺)>c(Cl⁻),c(Na⁺)>c(ClO⁻),由于HClO不完全电离,故c(Cl⁻)>c(ClO⁻),D错。

6. B 【解析】活性炭、SO₂、Na₂O₂能使品红溶液退色的原因分别是吸附作用、化合漂白和氧化漂白,A正确;根据反应Fe+H₂SO₄=FeSO₄+H₂↑可得,铁粉与足量稀硫酸反应时,1 mol Fe完全反应产生1 mol H₂,根据反应Fe+4HNO₃=Fe(NO₃)₃+NO↑+2H₂O可得,1 mol Fe完全反应产生1 mol NO,二者产生气体的体积相等,B错;C选项,NO₂与水反应生成HNO₃,HNO₃能将SO₂氧化为H₂SO₄,H₂SO₄与BaCl₂反应生成BaSO₄沉淀,C正确;Cl₂通入NaBr、NaI的混合溶液中生成NaCl、Br₂、I₂,蒸干并充分灼烧时,Br₂挥发、I₂升华,剩余NaCl,D正确。

7. D 【解析】不能用分液法分离碘酒中的碘和酒精,因为二者互溶。NH₄Cl受热分解,冷却后又重新生成NH₄Cl,故很难收集到NH₃。C项中Cl₂和HCl均可与NaOH溶液反应,故不能用NaOH溶液除去Cl₂中的HCl,而应采用饱和食盐水除去Cl₂中的HCl。

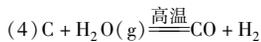
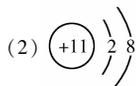
8. A 【解析】还原性Fe²⁺>Br⁻,氯气不足时,氯气先氧化Fe²⁺,A正确;亚硫酸氢铵和氢氧化钠反应时,优先进行反应HSO₃⁻+OH⁻=SO₃²⁻+H₂O,NaOH过量时再发生反应:NH₄⁺+OH⁻ $\xrightarrow{\Delta}$ NH₃↑+H₂O,B错;HClO具有强氧化性,能氧化CaSO₃,C错;NaOH溶液少量时的离子方程式是Ca²⁺+HCO₃⁻+OH⁻=CaCO₃↓+H₂O,D错。

9. C 【解析】无论是NaNO₃还是NaNO₂,n(Na):n(N)=1:1,则n(Na)=n(N)=a+b+2c。

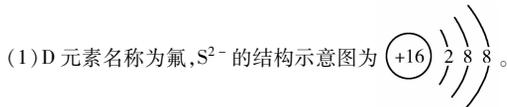
10. D 【解析】由反应2NO+O₂=2NO₂可知,反应后气体为NO₂,其密度在标准状况下为 $\frac{46 \text{ g/mol}}{22.4 \text{ L/mol}}=2.054 \text{ g/L}$,实际上体系中还存在2NO₂⇌N₂O₄这一动态平衡,故密度大于2.054 g/L。

11. A 12. D

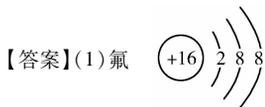
13. 【解析】NaOH吸收氮的氧化物时发生的反应为2NO₂+2NaOH=NaNO₃+NaNO₂+H₂O①,NO+NO₂+2NaOH=2NaNO₂+H₂O②,可设NO的物质的量为1,NO₂的物质的量为b,则可认为二者发生反应②时NO₂过量,然后发生反应①,将二者的物质的量代入方程式进行计算可得:($\frac{b-1}{2}$):($\frac{b-1}{2}$ +2)=1:b,解得b=3,则n(NO):n(NO₂)=



14. 【解析】E 原子半径在短周期主族元素中最大, E 为 Na; A 与 E 最外层电子数相同, A、E 同主族, A 为 H; C 元素在第 2 周期, A 元素与 C 元素形成两种常见的液态化合物, C 为氧元素; F 质子数是 C 原子质子数的 2 倍, F 为 S; B、C 同周期且相邻, B 为 N; D 为 F; G 为 Cl。



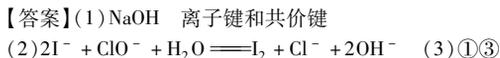
- (2) 化合物 Y 为 H_2O_2 , 可以做医用消毒剂和漂白剂等。
 (3) Al 与 NaOH 溶液反应产生 H_2 , 反应的化学方程式为 $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2 \uparrow$ 。氢气球存在的问题是易燃、易爆。
 (4) H、O、Na、S 形成的化合物都显酸性, 则为 NaHSO_4 和 NaHSO_3 , 反应的离子方程式为 $\text{H}^+ + \text{HSO}_3^- = \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。
 (5) H、N、Cl 三种元素形成的 NH_3 与 HCl 反应的化学方程式为 $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$ 。



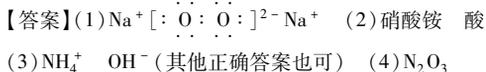
- (2) 一定浓度的 H_2O_2 溶液做消毒剂
 (3) $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2 \uparrow$ 易燃、易爆
 (4) $\text{H}^+ + \text{HSO}_3^- = \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
 (5) $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$

15. 【解析】C 的最高价氧化物对应的水化物能够电离出电子数相等的阴、阳离子, C 为钠元素; A、C 位于同一主族, 且 A 为非金属元素, 则 A 为氢元素; B 原子最外层电子数是次外层电子数的 3 倍, B 为氧元素; B、C 的最外层电子数之和为 $1 + 6 = 7$, D 元素原子最外层有 7 个电子, D 为 Cl; E 为常见金属且在潮湿空气中容易被腐蚀, E 为 Fe。

- (1) NaOH 中存在的化学键为离子键和共价键。
 (2) H、O、Na、Cl 四种元素中的三种形成的盐, 是家用消毒剂的主要成分, 溶液显碱性, 该盐为 NaClO, 与 KI 反应的离子方程式为 $2\text{I}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{I}_2 + \text{Cl}^- + 2\text{OH}^-$ 。
 (3) 保存 FeCl_2 溶液加入少量铁粉的原因是防止 Fe^{2+} 被氧化, ①对; FeCl_2 可以通过置换反应制得 $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$, 也可以通过化合反应制得 $\text{Fe} + 2\text{FeCl}_3 = 3\text{FeCl}_2$, ②错; Cu、碳棒、 FeCl_3 溶液形成原电池, 碳棒做正极, 电子由铜片流向碳棒, ③对; 淀粉 - KI 溶液中加入 FeCl_3 浓溶液, 溶液显蓝色, 苯酚溶液中加入 FeCl_3 溶液, 溶液显紫色, ④错。



16. 【解析】A 是原子最外层有一个电子的非金属元素, 则必为 H; C 原子的最外层电子数是次外层电子数的 3 倍, 故为 O; C 和 D 可形成两种固态化合物, 其中一种为淡黄色固体, 则 D 是 Na, 淡黄色固体是 Na_2O_2 ; B 和 C 可形成多种气态化合物, 则 B 为 N。



第 2 节 元素周期表 元素周期律

1. C 【解析】根据五种元素在周期表中的位置关系可知, 甲、乙元素位于第 2 周期, 且分别为 Li、Be; 丙、丁、戊分别为第 3 周期的 Na、Mg、Al。
 2. B 【解析】由于四种离子具有相同的电子层结构, 可以推知四种元素在周期表中的位置关系如图:

		D	C
A	B		

原子序数 $b > a > c > d$; 具有相同电子层结构的离子, 核电荷数越大, 离子半径越小; 原子半径 $A > B > D > C$; A 和 B 可以为第 4 周期元素。故选 B。

3. B 【解析】 ^{137}Cs 与 ^{133}Cs 质子数相同, 中子数相差 4 个, A 错; 同周期元素从左到右, 原子半径逐渐减小, B 对; VIIA 族元素, 从上到下氯化物的稳定性逐渐减弱, C 错; 同主族元素的单质, 金属元素从上到下单质熔点逐渐降低, 非金属元素单质熔点逐渐升高, D 错。
 4. B 【解析】B 和 C 都是第 2 周期的元素, 核外电子数越多, 非金属性越强, 即非金属性: $C > B$, 所以酸性: $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{H}_3\text{BO}_3$, A 错; Be 和 Mg 都是 II A 族的元素, 电子层数越多, 金属性越强, 即金属性: $\text{Mg} > \text{Be}$, 所以碱性 $\text{Mg}(\text{OH})_2 > \text{Be}(\text{OH})_2$, B 对; Cl、Br、I 的非金属性逐渐减弱, 所以 HCl、HBr、HI 的热稳定性逐渐减弱, C 错; M 失去 1 个电子和 R 得到 2 个电子后核外电子总数相同, 所以 M 的原子序数比 R 的大, D 错。
 5. C 【解析】A 项, 对于主族元素而言, 元素原子的最外层电子数等于元素的最高化合价, 对于过渡元素而言, 如铁, 最外层只有 2 个电子, 而最高价态却为 +3 价, A 错误; B 项, 根据能量最低原理, 在多电子原子中, 在离核较近的区域内运动的电子能量较低, B 错误; D 项, 元素周期表中位于金属元素和非金属元素分界线附近的元素具有一定的金属性和非金属性, 过渡元素是元素周期表中所有的副族元素和 VIII 族元素, D 错误。
 6. C 【解析】由题给条件可以推知 A、B、C、D 分别为 H、O、Na、S。在地壳中氧元素的含量居于第一位, A 错; H、O、S 三种元素可以形成 H_2SO_4 和 H_2SO_3 , H_2SO_3 为弱酸, B 错; H 与 Na 形成的化合物 NaH, 与水反应的化学方程式为 $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$, 溶液显碱性, C 对; Na_2O 、 Na_2O_2 中阴离子与阳离子的个数比均为 1:2, D 错。
 7. C 【解析】根据 L、Q 的主要化合价为 +2 及两者的半径大小关系可知, L、Q 分别为 II A 族的 Mg 与 Be, 单质与稀盐酸反应的速率 $\text{Mg} > \text{Be}$, B 错; 根据 R、T 的负价均为 -2 价和两者的原子半径关系可知, T 为 O, R 为 S, 气态氯化物的稳定性 $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$, A 错; M 的正价为 +3, 且原子半径在 Mg 与 S 之间, 故 M 为 Al, Al_2O_3 具有两性, C 对; Mg^{2+} 与 S^{2-} 的核外电子数不相等, D 错。
 8. A 【解析】因为 A 与 D, B 与 E 同主族, A、B、D、E 均为短周期元素, 所以 B、E 一定在 2、3 周期, A 可能在第 1 周期, 也可能在第 2 周期。若 A 在第 1 周期, A 为 H, D 为 Na, 设 B 的原子序数为 x, 则 E 的原子序数为 $x + 8$, 根据题意可知, $(1 + 11) \times 2 = x + x + 8$, 解得 $x = 8$, 所以 B 为 O, E 为 S。若 A、B 在第 2 周期, D、E 在第 3 周期, 设 A、B 的原子序数分别为 x、y, 则 $(x + x + 8) \times 2 = y + y + 8$, 解得 $y = 2x + 4$, 因为 $x \geq 3, y \geq 10$, 不符合 B 在第 2 周期主族的假设, 故 A 不可能在第 2 周期。A、B、D、E 分别为 H、O、Na、S, 则 C 为 F。非金属性 $\text{F} > \text{O} > \text{S}$, 稳定性 $\text{HF} > \text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$, A 对; 离子半径 $\text{S}^{2-} > \text{O}^{2-} > \text{Na}^+$, B 错; Na 与 O_2 常温下反应生成 Na_2O , C 错; F 无含氧酸, D 错。
 9. D 【解析】P 与 S 为同周期元素, P 的原子序数比 S 小, 原子半径 $P > S$, A 错; 同周期 II A 族与 III A 族元素的原子序数差可能为 1、11、25, B 错; ${}_a\text{A}^{2+}$ 、 ${}_b\text{B}^+$ 、 ${}_c\text{C}^{3-}$ 、 ${}_d\text{D}^-$ 都具有相同的电子层结构, 则原子序数由大到小为 $A > B > D > C$, 原子半径由大到小为 $B > A > C > D$, 还原性由大到小为 $B > A > C > D$, C 错; Cl 与 Br 同主族, Cl 的原子序数比 Br 小, 非金属性比 Br 强, HClO_4 比 HBrO_4 的酸性强, D 对。
 10. A 【解析】由化学式 X_2Y_3 可知, X 为 +3 价, Y 为 -2 价, 即 X 可能为 III A 族或 V A 族元素。X、Y 的原子序数一个为奇数一个为偶数, 根据“序、价”规律可判断 A 项符合题意。
 11. B 【解析】由题目可知, XYZ_3 可能的物质有 NaNO_3 、 MgCO_3 、 AlBO_3 , A 项错; 若 XYZ_3 为 MgCO_3 , 微溶于水, XZ 可形成离子化合物 MgO , B 项正确; 若 XYZ_3 为 NaNO_3 , 易溶于水的盐, YZ (NO) 不是离子化合物, C 项错; 若 XYZ_3 为离子化合物, YZ_2 为 NO_2 、 CO_2 , 均不是离子化合物, D 项错。
 12. A 【解析】由题意可知, W 是 N 元素, X 是 O 元素, Y 是 S 元素, Z 是 Cl 元素。 H_2S 的稳定性小于 H_2O 的稳定性, 也小于 HCl 的稳定性, A 项正确; HClO 的酸性弱于 H_2SO_4 的酸性, B 项错误; S^{2-} 的还原性大于 O^{2-} 的, C 项错误; Cl_2 和 H_2O 反应时, Cl_2 既是氧化剂, 又是还原剂, D 项错误。



13. 【解析】根据 J 的最低负化合价的绝对值与其原子最外层电子数相等,可知 J 为碳元素,则 R 为硫元素,T 为氯元素;M 是地壳中含量最多的金属元素,M 为铝元素;根据(4)中,L 的最简单气态氢化物甲的水溶液显碱性,知 L 为氮元素。

(1) Al^{3+} 的结构示意图为 $(+13) \begin{matrix} 2 \\ 8 \end{matrix}$, Cl 在元素周期表中位于 VIIA 族。

(2) C 与 H 形成的 6 原子分子为 C_2H_4 , 结构简式为 $CH_2=CH_2$ 。

(3) Al 与 Cl 形成的 $AlCl_3$ 在空气中容易与水蒸气发生反应: $AlCl_3 + 3H_2O \rightleftharpoons Al(OH)_3 + 3HCl$, 因为有 HCl 生成, 所以有白雾产生。

(4) ①甲为 NH_3 , 与 H_2O_2 反应生成不污染环境的产物, 则产物为 N_2 和 H_2O , 反应的化学方程式为 $2NH_3 \cdot H_2O + 3H_2O_2 = N_2 \uparrow + 8H_2O$ 或 $2NH_3 + 3H_2O_2 = N_2 \uparrow + 6H_2O$ 。

②氢化物乙中 N 与 H 的原子数目之比为 1:2, 则乙为 N_2H_4 。

【答案】(1) $(+13) \begin{matrix} 2 \\ 8 \end{matrix}$ VIIA (2) $CH_2=CH_2$

(3) $AlCl_3 + 3H_2O \rightleftharpoons Al(OH)_3 + 3HCl$

(4) ① $2NH_3 \cdot H_2O + 3H_2O_2 = N_2 \uparrow + 8H_2O$ 或 $2NH_3 + 3H_2O_2 = N_2 \uparrow + 6H_2O$

② N_2H_4

14. 【解析】根据白色沉淀 D 既能溶于强酸, 也能溶于强碱, 确定 D 为两性氢氧化物 $Al(OH)_3$, 从而确定非金属固体单质 A 为 S, 金属单质 B 为 Al, C 为 Al_2S_3 , E 为 H_2S , F 为 Na_2S , G 为 SO_2 。

(1) S 在元素周期表中的位置为第 3 周期 VIA 族。

(2) Al 的原子结构示意图为 $(+13) \begin{matrix} 2 \\ 8 \\ 3 \end{matrix}$ 。

(3) SO_2 与 $NaClO_3$ 在酸性条件下反应生成 ClO_2 , 从化合价的角度分析可知, 氯元素的化合价从 +5 降低到 +4, 所以 $NaClO_3$ 为氧化剂。

(4) Na_2S 在空气中长期放置产物与 Na_2O_2 的结构类似, 则 H 的化学式应为 Na_2S_2 , 根据元素守恒和电荷守恒可知 Na_2S 反应生成 Na_2S_2 的化学方程式为 $4Na_2S + O_2 + 2H_2O = 2Na_2S_2 + 4NaOH$ 。

(5) 根据 Na_2O_2 与 H_2SO_4 反应的方程式为 $2Na_2O_2 + 2H_2SO_4 = 2Na_2SO_4 + O_2 \uparrow + 2H_2O$ 可知, Na_2S_2 与 H_2SO_4 反应的方程式应为 $2Na_2S_2 + 2H_2SO_4 = 2Na_2SO_4 + 2S \downarrow + 2H_2S \uparrow$, 所以现象为溶液由黄色变为无色, 产生浅黄色沉淀和臭鸡蛋气味的气体。

【答案】(1) 第 3 周期 VIA 族 (2) $(+13) \begin{matrix} 2 \\ 8 \\ 3 \end{matrix}$

(3) 氯酸钠 ($NaClO_3$)

(4) $4Na_2S + O_2 + 2H_2O = 4NaOH + 2Na_2S_2$ (或 $2Na_2S + O_2 + 2H_2O = 4NaOH + 2S \downarrow$, $Na_2S + S = Na_2S_2$)

(5) 溶液由黄色变为无色, 产生浅黄色沉淀和臭鸡蛋气味的气体

15. 【解析】根据元素在周期表中的位置可以确定各元素。

(1) 由元素周期表中原子半径递变规律可知, 原子半径 $Na > Cl > F$ 。

(2) 非金属性 $S < Cl$, 故酸性 $H_2SO_4 < HClO_4$ 。

(3) H、O 按 1:1 组成 H_2O_2 , 可氧化 Fe^{2+} , 反应的离子方程式: $H_2O_2 + 2Fe^{2+} + 2H^+ = 2Fe^{3+} + 2H_2O$ 。

(4) 黄绿色气体 B 为 Cl_2 , 由图中转化关系可知 A 为 $NaCl$, C 为 H_2 , D 为 $NaOH$, 由 D ($NaOH$) 可以和 G 反应生成 C (H_2) 可知, G 为 Al。

① $2Al + 2NaOH + 2H_2O = 2NaAlO_2 + 3H_2 \uparrow$ 。

② 检验 Cl^- 应取少量试液, 滴加硝酸酸化的硝酸银溶液。

③ $2NaCl + 2H_2O \xrightarrow{\text{电解}} 2NaOH + H_2 \uparrow + Cl_2 \uparrow$, 产生 OH^- 的物质的量为 $0.01 \text{ mol/L} \times 1 \text{ L} = 0.01 \text{ mol}$, 每生成 1 mol $NaOH$ 转移 1 mol 电子。故转移电子为 0.01 mol。

④ 由各步反应恰好完全转化可知 HCl 和 $NaAlO_2$ 溶液等物质的量混合,

发生反应: $HCl + NaAlO_2 + H_2O = Al(OH)_3 \downarrow + NaCl$ 。

【答案】(1) $Na > Cl > F$ (2) $HClO_4$ H_2SO_4

(3) $H_2O_2 + 2Fe^{2+} + 2H^+ = 2Fe^{3+} + 2H_2O$

(4) ① $2Al + 2NaOH + 2H_2O = 2NaAlO_2 + 3H_2 \uparrow$

② 取少量 A 溶液滴加几滴稀硝酸酸化的硝酸银溶液, 看是否有白色沉淀生成

③ 0.01 ④ $Al(OH)_3$ 、 H_2O 、 $NaCl$

16. 【答案】(1) 钙 $(+16) \begin{matrix} 2 \\ 8 \\ 6 \end{matrix}$: $S :: C :: S$:

(2) CaO CO (3) ① $CS_2(l) + 3O_2(g) = CO_2(g) + 2SO_2(g) \quad \Delta H = -2a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

② $CaC_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_2 \uparrow + Ca(OH)_2$

第 3 节 化学键

1. D 【解析】 NH_4Cl 中既含有共价键, 也含有离子键, A 错; 非金属原子以共价键结合形成的可能为共价化合物如 HCl , 也可能为单质如 H_2 、 O_2 , B 错; NH_4NO_3 为离子化合物, C 错; 共价化合物最少含有两种不同的非金属元素, 非金属元素原子是通过共用电子对形成共价化合物的, D 对。

2. D 【解析】 HCl 中只有共价键, $MgCl_2$ 中只有离子键, NH_4Cl 中既有离子键又有共价键, A 不同; Na_2O 中只有离子键, 而 H_2O 、 CO_2 中只有共价键, B 不同; $CaCl_2$ 、 $NaOH$ 中都有离子键, 但是 $NaOH$ 中还有共价键, C 不同; D 中都只含有共价键, D 相同。

3. A 【解析】含有阴离子的化合物一定是离子化合物, 一定含有阳离子, ①对; 非金属元素组成的化合物可能为离子化合物, 如 NH_4Cl 、 NH_4NO_3 , ②错; 不同元素组成的多原子分子含有的化学键可能含有非极性共价键如 H_2O_2 、 C_2H_2 , ③错; $NaHSO_4$ 中存在离子键和共价键, ④对。

4. B 【解析】由 Y^{2-} 与 Z^+ 核外电子层的结构相同, 可知 Y 在 Z 的上一周期; 因为 X、Y、Z 的原子序数之和为 20, 所以 Y 为氧元素, Z 为钠元素, X 为氢元素。 Na_2O 中只有离子键, A 错; H_2O_2 中既有非极性共价键, 也有极性共价键, B 对; Na_2O_2 中有离子键、非极性共价键, 没有极性共价键, C 错; $NaOH$ 中有离子键、极性共价键, D 错。

5. B 【解析】根据 S_2Cl_2 的结构可知, S_2Cl_2 为共价化合物, A 对; 存在极性共价键和非极性共价键, B 错; S_2Cl_2 与水反应, 生成使品红溶液退色的气体, 可知为 SO_2 , S—S 和 S—Cl 键都断裂, C 对; 共价键的形成都是通过共用电子对的相互作用形成的, D 对。

6. A 【解析】因为 NH_3 中存在阴阳离子, 所以为离子化合物, A 对、B 错; NH_3 中 H^- 与 NH_4^+ 之间存在离子键, NH_4^+ 内部存在共价键, C、D 错。

7. C 【解析】短周期元素 X 原子的最外层电子数为 1, 则 X 可能为 H、Li、Na; 短周期元素 Y 的最外层电子数为 6, 则 Y 可能为 O、S。X、Y 可形成只含极性键的共价化合物 H_2O , A 对; X、Y 形成的含非极性键的共价化合物为 H_2O_2 , B 对; X、Y 形成的离子化合物为 Na_2O 、 Na_2O_2 、 Na_2S 等, 阴阳离子个数比都为 1:2, C 错; X、Y 形成的双核离子为 OH^- , 形成的四核离子为 H_3O^+ , D 对。

8. D 【解析】设 W 的最外层电子数为 x, 根据表中各元素的位置关系及题干信息可知, $4x + 6 = 22$, $x = 4$ 。由此可推知 W 为 Si, X 为 N, Y 为 O, Z 为 Cl, T 为 Ge; NH_3 、 H_2O 和 HCl 中 H_2O 的沸点最高, A 项错误; N、H、O 可形成含有离子键的化合物, 如 NH_4NO_3 等, B 项错误; $SiCl_4$ 为共价化合物, 熔、沸点较低, C 项错误; Ge 与 Si 为相邻的同主族元素, 单质能作半导体, Ge 也能与 Cl 形成 $GeCl_4$, D 项正确。

9. C 【解析】判断原子满足最外层 8 电子结构的方法为最外层电子数 + 所成键数 = 8, 故 A、D 项错; P_4 为单质, 而非化合物, 故 B 项错; C 项中 C 和 Cl 的原子最外层均为 8 电子稳定结构, C 项正确。

10. D 【解析】本题考查物质结构知识。选项 A, 甲是 18 电子的氢化物, 且其水溶液为二元弱酸, 不难得出甲为 H_2S , 其中 $NaHS$ 溶液中含有 HS^- 、 S^{2-} , 但 $NaHS$ 既能与盐酸反应, 又能与 $NaOH$ 反应; 选项 B, O_2 的摩尔质量为 $32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 乙的摩尔质量也为 $32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 且含有 18 个电子, 若为 N_2H_4 时既含极性键, 又含非极性键, 但若为 CH_3OH 时, 只含有极性键无非极性键; 选项 C, 第 2 周期 IVA 族元素为 C, 如

CH₃OH 符合,但 CH₃OH 不是 CH₄ 的同系物;选项 D, H₂S 中氢元素与硫元素的质量比为 1/16, H₂O₂ 中氢元素与氧元素的质量比也为 1/16, H₂O₂ 中氧元素的价态为 -1 价,符合。

11. D
12. D 【解析】K、L、M 三种元素最外层电子数逐渐增多,原子半径逐渐减小,应都为第 3 周期元素,则金属性逐渐减弱;R 应为第 2 周期,化合价为 +2,则应该是 Be, BeCl₂ 中 Be 不满足 8 电子稳定结构;Q 就为 S,其最高价氧化物是 SO₃,是非电解质;T 应为氧元素, K 为钠元素,燃烧后生成 Na₂O₂,既有非极性共价键又有离子键。

13. 【解析】由反应 C + G $\xrightarrow{\text{高温}}$ B + H 曾应用于铁轨的焊接,推出 C、G 为 Al 和 Fe₂O₃, B、H 为 Fe 和 Al₂O₃。又知 G、H 分别是 B、C 和 A 形成的二元化合物,那么 G 为 Fe₂O₃, H 为 Al₂O₃,从而推知 B 为 Fe, C 为 Al, A 为 O₂。I 是一种常见的温室气体,则 I 为 CO₂,又知 I(CO₂)是 D 和 A(O₂)形成的二元化合物,则 D 为碳。结合反应 2E + I $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 2F + D, F 中 E 元素的质量分数为 60%,可知 E 为 Mg, F 为 MgO。
Fe₂O₃ 溶于盐酸生成 Fe³⁺, Fe³⁺ 与铜粉发生反应 2Fe³⁺ + Cu = 2Fe²⁺ + Cu²⁺。n(Fe₂O₃) = $\frac{1.6 \text{ g}}{160 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$ = 0.010 mol, 0.010 mol Fe₂O₃ 生成 0.020 mol Fe³⁺, Fe³⁺ 与铜粉反应时消耗 0.010 mol Cu, 即 0.64 g。

【答案】(1) 2Al + Fe₂O₃ $\xrightarrow{\text{高温}}$ 2Fe + Al₂O₃

(2) :O::C::O: 直线形

(3) Fe₂O₃ + 6H⁺ = 2Fe³⁺ + 3H₂O

2Fe³⁺ + Cu = 2Fe²⁺ + Cu²⁺, n(Cu) = n(Fe₂O₃) = $\frac{1.6 \text{ g}}{160 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$ =

0.010 mol, 铜粉的质量 = 0.010 mol × 64 g · mol⁻¹ = 0.64 g

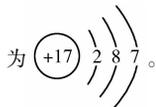
(4) 2Al + 2OH⁻ + 2H₂O = 2AlO₂⁻ + 3H₂ ↑

AlO₂⁻ + CO₂ + 2H₂O = Al(OH)₃ ↓ + HCO₃⁻ (注不要求写 OH⁻ + CO₂ = HCO₃⁻)

(5) 镁条剧烈燃烧,生成白色粉末,反应器内壁附着有黑色的固体

14. 【解析】B 形成的化合物种类繁多, B 为 C 元素。C、D 为空气中含量最多的两种元素,且原子序数 D 大于 C, D 为 O 元素, C 为 N 元素。D、E 形成两种不同的离子化合物, E 为 Na, F 的原子序数比 Na 大, 在第 3 周期且在同周期中原子半径最小, F 为 Cl 元素, 根据 A、B、C、D、E、F 的原子核外电子层数之和为 13, 可知 A 为 H。

(1) Na₂O₂ 的电子式为 Na⁺[:O:O:]²⁻Na⁺, 氯原子的结构示意图



(2) CO₂ 中存在共价键, NH₄Cl 为离子化合物。

(3) NaOH 与 NaHCO₃ 反应的离子方程式为 OH⁻ + HCO₃⁻ = CO₃²⁻ + H₂O。

(4) H、N、O、Na 的原子半径由大到小的顺序为 Na > N > O > H。

(5) 证明 C、Cl 的非金属性强弱可通过比较最高价氧化物对应水化物的酸性, 反应为 Na₂CO₃ + 2HClO₄ = CO₂ ↑ + H₂O + 2NaClO₄ 或 NaHCO₃ + HClO₄ = CO₂ ↑ + H₂O + NaClO₄。

【答案】(1) Na⁺[:O:O:]²⁻Na⁺

(2) 共价 离子

(3) OH⁻ + HCO₃⁻ = CO₃²⁻ + H₂O

(4) Na > N > O > H

(5) 弱 Na₂CO₃ + 2HClO₄ = CO₂ ↑ + H₂O + 2NaClO₄ 或 NaHCO₃ + HClO₄ = CO₂ ↑ + H₂O + NaClO₄

15. 【解析】由题意可知, T 为 Al, Q 为碳, R 为氮, W 为硫。

(1) 铝的原子结构示意图为

(2) 因为 H₂CO₃ 的酸性比 H₂SO₄ 的酸性弱, 所以元素的非金属性: 硫大于碳。

(3) S 单质在加热的条件下能被浓 H₂SO₄ 氧化, 氧化产物和还原产物都是 SO₂。

(4) 原子序数比氮元素多 1 的元素是氧元素, 它的两种氢化物分别是 H₂O 和 H₂O₂, 其中 2H₂O₂ $\xrightarrow{\text{MnO}_2}$ 2H₂O + O₂ ↑。

(5) 氮的氧化物中相对分子质量最小的是 NO, 2NO + O₂ = 2NO₂, 反应后的混合气体为物质的量之比为 1:1 的 NO 和 NO₂, 由得失电子守恒可知, 产物中的含氧酸盐为 NaNO₂。

(6) 由题意可知:

C(s) + O₂(g) = CO₂(g) ΔH₁ = -a kJ/mol ①

4Al(s) + 3O₂(g) = 2Al₂O₃ ΔH₂ = -4b kJ/mol ②

② - ① × 3 为 4Al(s) + 3CO₂(g) = 3C(s) + 2Al₂O₃(s), 则 ΔH = ΔH₂ - 3ΔH₁ = (3a - 4b) kJ/mol

【答案】(1)

(2) 弱于

(3) S + 2H₂SO₄(浓) $\xrightarrow{\Delta}$ 3SO₂ ↑ + 2H₂O

(4) 2H₂O₂ $\xrightarrow{\text{MnO}_2}$ 2H₂O + O₂ ↑ (或其他合理答案)

(5) NaNO₂ (6) (3a - 4b) kJ · mol⁻¹

16. 【解析】A 与 B、D、E 均能形成共价型化合物, 故 A、B、D、E 为非金属元素, 非金属元素 A 和 B 形成的化合物的水溶液呈碱性, 故该化合物为 NH₃, 结合短周期元素及原子序数依次增大的信息可知 A 为 H, B 为 N; 由 A、C 同主族及 B、D 同主族且 C 离子和 B 离子具有相同的电子层结构, 可知 C、D 分别为 Na、P; P 元素之后的短周期元素只有 S、Cl、Ar, Cl 与 Na 形成的化合物的水溶液呈中性, 故 E 为 Cl。(1) 同周期主族元素从左到右原子半径逐渐减小, 同主族元素从上到下原子半径逐渐增大, 故原子半径最大的是 Na; 分别可知, 非金属性最强的是 Cl。(2) N、P 的非金属性强弱为 P < N, P、Cl 的非金属性强弱为 P < Cl, 非金属性越强, 其简单氢化物越稳定, 故热稳定性最差的是 PH₃。(3) A 和 E 形成的化合物为 HCl, A 和 B 形成的化合物为 NH₃, 氯化氢与氨气反应生成氯化铵, 该化合物中 NH₄⁺ 与 Cl⁻ 之间的化学键为离子键, N 与 H 之间的化学键为共价键。(4) D 为 P, 其最高价氧化物为 P₂O₅, 最高价氧化物的水化物为 H₃PO₄。(5) P 在氯气中燃烧时, 若氯气足量, 则生成 PCl₅; 若氯气不足, 则生成 PCl₃。(6) 单质 E(氯气) 与水反应生成次氯酸和盐酸, 注意次氯酸为弱电解质, 在离子方程式中用分子式表示。

【答案】(1) Na Cl (2) PH₃

(3) NH₄Cl 离子键和共价键

(4) H₃PO₄ (5) 2P + 5Cl₂ $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 2PCl₅ PCl₃

(6) Cl₂ + H₂O = H⁺ + Cl⁻ + HClO

第 5 章质量评估

1. C 【解析】Xⁿ⁺ 核外有 x 个电子, X 原子核外电子数为 x - n, X 原子的核内中子数为 A - x + n, 所以 w g X 的原子核内中子的物质的量为 w(A - x + n)/A mol, C 项正确。

2. D 【解析】本题的解题关键是熟知每周元素种数。

解法一: 元素周期表 1~6 周期的元素种数分别为 2, 8, 8, 18, 18, 32, 因此同一主族的两种元素原子序数之差可能为 8 + 8 = 16, 8 + 18 = 26, 18 + 18 = 36, 18 + 32 = 50, 8 + 8 + 18 = 34, 8 + 18 + 18 = 44, 18 + 18 + 32 = 68 等, 不可能为 46。

解法二: 0 族定位法。以惰性元素的原子序数为特例, 惰性元素的原子序数分别为 2、10、18、36、54、86, 则 16 = 18 - 2, 26 = 36 - 10, 36 = 54 - 18, 即可得答案选 D。



3. D 【解析】根据题中信息可确定 X、Y、Z 分别为 S、Na 和 F。原子最外层电子数： $F > S > Na$ ，A 项错误；单质沸点： $Na > S > F_2$ ，B 项错误；离子半径： $S^{2-} > F^- > Na^+$ ，C 项错误；原子序数： $S > Na > F$ ，D 项正确。

4. B 【解析】非金属原子之间可以形成离子化合物，如 NH_4Cl 、 NH_4NO_3 等，A 错；同周期的 I A 族元素金属性比 II A 族元素的金属性强，不是同一周期的不一定，如 Ca 的金属性比 Na 强，B 对；同一主族元素形成的可能为离子化合物，如 NaH，C 错；化学变化的最小微粒为原子， ^{18}O 与 ^{16}O 都为原子，不可能通过化学反应实现相互转化，D 错。

5. C 【解析】L 层电子数为奇数的元素有 Li、B、N、F，其中 Li 为金属元素，A 错；第 3、4、5、6 周期元素数目分别为 8、18、18、32，B 错；从左到右的第 8、9、10 三列为 VIII 族元素，全部为金属元素，C 正确；最外层有 2 个电子的元素除 II A 族外，还有 He 和 Fe 等，D 错。

6. A 【解析】根据五种元素在周期表中的位置关系可知，X、Y、Z、W、Q 分别为 N、O、Al、S、Cl。X(N) 的最高正价为 +5，Z(Al) 的最高正价为 +3，X(N)、Z(Al) 的最高正价之和为 8，A 对；原子半径 $r(Al) > r(N)$ ，B 错； Y^{2-} 为 O^{2-} ， Z^{3+} 为 Al^{3+} ，它们的核外电子数和电子层数均相同，C 错；元素 W 的最高价氧化物对应的水化物为 H_2SO_4 ，其酸性比 Q 的最高价氧化物对应的水化物 ($HClO_4$) 弱，D 错。

7. C 【解析】根据 A、B、C 的位置关系可知，A、B 为第 2 周期元素，C 为第 3 周期元素；设 A 的原子序数为 a，B 的原子序数为 a+1，C 的原子序数为 a+8， $a+a+1=a+8$ ， $a=7$ 。A 为 N，B 为 O，C 为 P。O 与 P 都存在同素异形体，A 错；N 与 O 形成的化合物，有的是酸性氧化物如 N_2O_5 ，有的不是酸性氧化物如 NO_2 、NO 等，B 错；O 的非金属性比 N、P 强，所以 H_2O 的稳定性比 NH_3 和 PH_3 强，C 对；N 与 O 可形成 N_2O 、NO、 NO_2 、 N_2O_3 、 N_2O_4 、 N_2O_5 等多种化合物，D 错。

8. C 【解析】由 X、Y、Z 为主族元素且三种原子的 M 层电子数均为奇数可知，X、Y、Z 均为第 3 周期元素，最外层电子数可能为 1、3、5、7；由 X、Y、Z 形成的离子及 $m > n$ 可知，X 为 Na，Y 为 Al，Z 为 Cl。三种离子的半径关系为 $Y^{m+} < X^{n+} < Z^{n-}$ ，A 对；Z(Cl) 的最高价氧化物对应水化物的分子式为 $HClO_4$ ，B 对；X、Y、Z 在同一周期，原子半径关系为 $X > Y > Z$ ，C 错；NaOH、 $Al(OH)_3$ 、 $HClO_4$ 两两之间会发生反应，D 对。

9. C 【解析】A 与 C 在周期表中位置上下相邻，A、C 同主族，且 A 在第 2 周期；B 原子最外层电子数等于 A 原子次外层电子数，B 为镁；据 A、B、C 三原子的最外层电子数之和为 10，知 A 为碳，C 为硅。A 与 C 可形成共价化合物 SiC ， CH_4 稳定性大于 SiH_4 稳定性，MgO 为离子晶体，A 的氧化物为分子晶体，原子半径 $B > C > A$ 。

10. D 【解析】短周期元素 X、Y、Z 所在的周期数依次增大，故 X、Y、Z 所在的周期分别是第 1 周期、第 2 周期和第 3 周期，又因为 Y^{2-} 与 Z^+ 核外电子层结构相同，所以 Y 是 O 元素，Z 为 Na 元素，根据它们的原子序数之和为 20，可知 X 的原子序数为 $20 - 8 - 11 = 1$ ，即为 H 元素；A、B、C、D 四项中的物质及含有的化学键如下表：

选项	A	B	C	D
物质	Na_2O	H_2O_2	Na_2O_2	NaOH
含有的化学键	离子键	共价键	离子键和共价键	离子键和共价键

故只有 B 项符合题意。

11. D 【解析】根据题意知：A 为氢，B 为氮，C 为氟，D 为铝，则 D 选项错误。

12. D 【解析】短周期元素中，原子最外层电子数与其电子层数之比为 1:1 的有 H、Be、Al，为 2:1 的有 He、C、S，为 3:1 的有 O，共有 7 种。

13. B 【解析】根据题意不难判断 X、Y 分别为 Na、Al 元素，根据“M 为 Y、Z 形成的化合物，其溶液显酸性”的信息可知 Z 为 Cl 元素，因为 Al_2S_3 在水溶液中是不存在的。

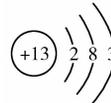
14. 【解析】A 的最高正价与最低负价的绝对值之差为 2，设 A 原子最外层有 x 个电子，则 $x - (8 - x) = 2$ ， $x = 5$ ，A 为氮族元素。因为 A、B、C、D、E 的原子序数依次增大，A 为 N。C 能与冷水反应，且 1 mol C 能够生成标准状况下 11.2 L H_2 ，C 为 Na。D 在第 3 周期，且最外层电子数等于周期序数，D 为 Al。E 的负一价阴离子的电子层结构与 Ar 相同，E 为 Cl，B 为 F。

(3) F^- 与 Al^{3+} 电子层数相同，但是核电荷数 F^- 小于 Al^{3+} ，所以离子半

径 $F^- > Al^{3+}$ 。

(4) 比较非金属性的强弱可以通过同主族元素的性质递变来分析，c 对；阴离子的还原性越弱，单质的氧化性越强，元素非金属性越强，所以 d 对；还可以根据单质与 H_2 化合的难易程度来比较，b 对；但是不能根据单质的颜色和最高价氧化物对应水化物的酸性强弱来比较，因为 F 没有含氧酸，a、e 不可行。

(5) 因为 Cl 与另外四种元素中的一种形成的化合物中原子数之比为 1:3。若另一种元素的原子数为 3，则该原子的相对原子质量为 $(120.5 - 35.5) / 3 \approx 28.3$ ，N、F、Na、Al 都不符合，因此应是 Cl 的原子数为 3，则另一种原子的相对原子质量为 $120.5 - 35.5 \times 3 = 14$ ，所以另一种元素为 N，该化合物的化学式为 NCl_3 。

【答案】(1)  第 2 周期 V A 族

(2) $Na^+ [\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{F}}}]^-$ (3) $F^- > Al^{3+}$
(4) ae (5) NCl_3

15. 【解析】A、B 同主族，且能形成 BA_3 型化合物，则 A 为 O、B 为 S；根据 B、C、D 的离子电子层结构相同，可知都为 18 电子微粒，离子半径按照 B、C、D 的顺序减小，说明 B、C、D 三元素的原子序数关系为 $B(S) < C < D$ ，因为 D 的原子序数小于 20，则 C 为 Cl、D 为 K。

(1) K 在元素周期表中的位置为第 4 周期 I A 族。

(2) S 与 K 形成化合物的电子式为 $K^+ [: \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{S}}} :]^{2-} K^+$ 。

(3) 将氯水滴加到 K_2S 溶液中发生反应 $K_2S + Cl_2 = 2KCl + S \downarrow$ 。

(4) 除去 SO_2 气体可以用酸性高锰酸钾溶液或 NaOH 溶液，A、C 对；但是不能用浓硫酸吸收， SO_2 不溶于浓硫酸，B 错；品红只是用来检验 SO_2 的存在，一般不用来除去 SO_2 ，D 错。

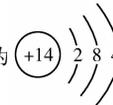
(5) K_2SO_3 溶液显碱性的原因是 SO_3^{2-} 的水解， $SO_3^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HSO_3^- + OH^-$ 。

【答案】(1) 第 4 周期 I A 族 (2) $K^+ [: \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{S}}} :]^{2-} K^+$

(3) $K_2S + Cl_2 = 2KCl + S \downarrow$ (4) AC

(5) $SO_3^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HSO_3^- + OH^-$

16. 【解析】A 是原子半径最小的元素，A 为 H；B 的最高价氧化物的水化物与其氢化物可以反应生成离子化合物甲，B 为 N，甲为 NH_4NO_3 ；E 与 B 同主族，E 为 P；A 与 D 按照 4:1 形成化合物乙，乙分子中含有 18 个电子，D 为 Si，乙为 SiH_4 ；F 的原子序数比 E(P) 大，且 F 的阴离子与 C 的阳离子差一个电子层，C 与 F 都在第 3 周期，F 可能为 S 或 Cl，C 与 F 能按照 2:1 形成离子化合物丙，C 只能为 Na，F 为 S，丙为 Na_2S 。

(1) Si 的原子结构示意图为 ， Na_2S 的电子式为 $Na^+ [: \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{S}}} :]^{2-} Na^+$ ，

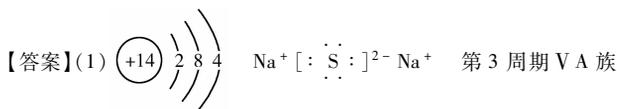
P 在元素周期表中的位置为第 3 周期 V A 族。

(2) SiH_4 分子中只含有极性共价键，①对；Na、Si、P、S 的原子半径按照原子序数递增的顺序依次减小，所以原子半径 $Na > Si > P > S$ ，②对；N 的非金属性大于 P， NH_3 的稳定性大于 PH_3 ，③对； NH_4NO_3 中含有共价键和离子键， Na_2S 中只含有离子键，④错。

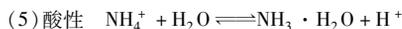
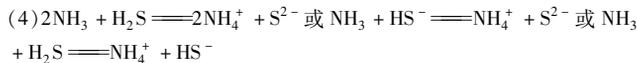
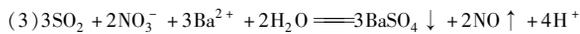
(3) SO_2 通入 $BaCl_2$ 和 HNO_3 的混合溶液中， HNO_3 将 SO_2 氧化为 SO_4^{2-} ， NO_3^- 本身被还原为 NO， SO_4^{2-} 与 Ba^{2+} 结合生成白色沉淀，反应的离子方程式为 $3SO_2 + 2NO_3^- + 3Ba^{2+} + 2H_2O = 3BaSO_4 \downarrow + 2NO \uparrow + 4H^+$ 。

(4) 以上元素组成的 10 电子微粒有 NH_3 、 Na^+ 、 NH_4^+ ；18 电子微粒有 SiH_4 、 PH_3 、 H_2S 、 HS^- 、 S^{2-} 。能相互反应的有 $2NH_3 + H_2S = 2NH_4^+ + S^{2-}$ 或 $NH_3 + HS^- = NH_4^+ + S^{2-}$ 或 $NH_3 + H_2S = NH_4^+ + HS^-$ 。

(5) NH_4NO_3 溶液显酸性，原因是 NH_4^+ 发生水解反应 $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 \cdot H_2O + H^+$ 。



(2) ①②③



第6章 化学反应与能量转化

1. D 【解析】 H_2 与 CH_4 的混合气体的物质的量为 $112 \text{ L} / 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 5 \text{ mol}$, 设 H_2 的物质的量为 x , CH_4 的物质的量为 y , 则反应过程中放出的热量可表示为 $285.8x + 890.3y = 3242.5 \text{ kJ}$, 且 $x + y = 5 \text{ mol}$, 解得 $x = 2 \text{ mol}$, $y = 3 \text{ mol}$, 所以 H_2 与 CH_4 的物质的量之比为 $2:3$, D 项正确。

2. B 【解析】中和热指的是生成 $1 \text{ mol H}_2\text{O}$ 反应所放出的热量, 与发生反应的 H^+ 、 OH^- 的物质的量和生成 H_2O 的物质的量的多少无关, A 错; CO 的燃烧热为 $283.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 CO 燃烧的热化学方程式为 $\text{CO}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -283.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 反应 $2\text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H = 2 \times (+283.0) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, B 对; C 与 CO_2 的反应为吸热反应, $\Delta H > 0$, C 错; 甲烷的燃烧热指的是 1 mol CH_4 完全燃烧生成 CO_2 气体和液态 H_2O 时放出的热量, D 错。

3. B 【解析】由于 $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H < 0$, 故 A 正确; CH_4 在反应 ①② 中的氧化产物均是 CO_2 , 因此转移电子数相同, B 错; 由 ①② 可知标准状况下 4.48 L CH_4 与 NO_2 反应生成 N_2 时, 放出的热量为 $\frac{574 + 1160}{2} \times 0.2 = 173.4 \text{ (kJ)}$, 转移的电子数为 $8 \times 0.2 \text{ mol} = 1.6 \text{ mol}$, C、D 正确。故选 B。

4. C 【解析】 H_2 的燃烧反应都是放热反应, $\Delta H < 0$, a、b、c、d 都小于 0, B、D 错; 反应 ③ 与反应 ① 相比较, 产物的状态不同, $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 转化为 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 为放热反应, 所以 $a > c$, A 错; 反应 ② 的化学计量数是 ① 的 2 倍, 反应热 ② 也是 ① 的 2 倍, $b = 2a < 0$, C 对。

5. D 【解析】 0.5 mol KOH 与 0.25 mol CO_2 恰好反应生成 K_2CO_3 ; 丁烷完全燃烧生成 0.25 mol CO_2 放出 $Q \text{ kJ}$ 热量, 则生成 4 mol CO_2 放出的热量为 $16Q \text{ kJ}$, 所以 $\Delta H = -16Q \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, D 对。

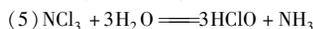
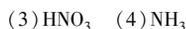
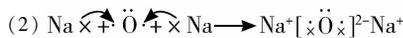
6. B 【解析】酒精液体完全燃烧恢复到室温, 生成的产物为 $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$, 根据已知的热化学方程式可知:
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -a \text{ kJ/mol}$
 ①, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) \quad \Delta H_2 = -b \text{ kJ/mol}$ ②, $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_3 = -c \text{ kJ/mol}$ ③。常温下 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$ 完全燃烧生成 $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的热化学方程式为 ① - ② + 3 × ③, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -(a - b + 3c) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $92 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 的物质的量为 2 mol , 反应放出的热量为 $(2a - 2b + 6c) \text{ kJ}$, B 项正确。

7. A 【解析】根据题图所示可知, $\text{C}(\text{s}, \text{金刚石}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = \Delta H_2 = -395.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\text{C}(\text{s}, \text{石墨}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = \Delta H_1 = -393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 所以石墨转化为金刚石的热化学方程式为 $\text{C}(\text{s}, \text{石墨}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{s}, \text{金刚石}) \quad \Delta H = +1.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, A 对; 石墨转化为金刚石, 因为有新物质生成, 所以为化学反应, B 错; 因为金刚石的能量比石墨的能量高, 所以石墨更稳定, C、D 错。

8. D 【解析】 Na_2O 、 Na_2O_2 中阴阳离子个数比都为 $1:2$, A 错; 在反应中 Na 都做还原剂, 反应的 Na 的物质的量相同, 反应前后 Na 元素的化合价变化也相同, 所以转移电子的物质的量相同, B 错; Na 与 O_2 常温下反应生成 Na_2O , 随着温度升高后 Na 与 O_2 反应生成 Na_2O_2 , C 错; 根据热化学方程式 ①② 可知, 由 ① × 2 - ② 可得 $\text{Na}_2\text{O}_2(\text{s}) + 2\text{Na}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{Na}_2\text{O}(\text{s}) \quad \Delta H = -317 \text{ kJ/mol}$, D 对。

9. C 【解析】 100 g C 的物质的量为 $100 \text{ g} / 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = \frac{25}{3} \text{ mol}$, 所以 CO 的物质的量为 $\frac{25}{3} \text{ mol} \times \frac{1}{3} = \frac{25}{9} \text{ mol}$ 。故损失的热量为 $282.57 \text{ kJ/mol} \times$

17. 【解析】根据元素形成化合物的特点, 分析元素的种类, 进而分析化合物的化学键类型、化学性质等。要熟练掌握短周期元素形成化合物的特点。



$\frac{25}{9} \text{ mol} \approx 784.92 \text{ kJ}$, C 项正确。

10. C 【解析】当放出热量为 314.624 kJ 时, 参加反应的 SO_2 的物质的量为 $\frac{314.624 \text{ kJ}}{196.64 \text{ kJ}} \times 2 \text{ mol} = 3.2 \text{ mol}$, 故 SO_2 的转化率为 $\frac{3.2 \text{ mol}}{4 \text{ mol}} \times 100\% = 80\%$ 。

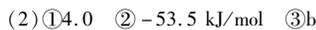
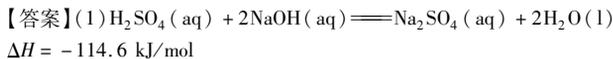
11. C 【解析】A 项不符合中和热的定义; B 项中浓 H_2SO_4 与水作用放出热量, 中和热应大于 $57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; D 项中辛烷的物质的量不是 1 mol , 且应为液态。

12. B 【解析】水分解过程吸热, 反应物的总能量小于生成物的总能量; 加入催化剂, 可以降低反应的活化能, B 项正确。

13. 【解析】(2) ①第 2 组数据偏差较大, 应舍去, 其他三组的平均值为 $4.0 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

② $\Delta H = -\frac{80 \times 1 \times 4.0 \times 4.18 \times 10^{-3}}{0.025} \approx -53.5 \text{ kJ/mol}$ 。③ 放出的热量

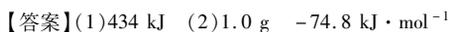
小可能是散热、多次加入碱或起始温度读得较高等原因。



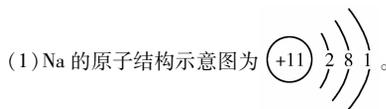
14. 【解析】(1) $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = -185 \text{ kJ/mol}$, 该反应的 $\Delta H =$ 旧键断裂吸收的能量 - 新键形成放出的能量, 设形成 1 mol H-Cl 键放出的能量为 x , 则每发生这样的反应 1 mol , $\Delta H = 436 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 247 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 2x = -185 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 解得 $x = 434 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 所以每形成 1 mol H-Cl 键放出 434 kJ 的热量。

(2) 设混合气体中 CH_4 的物质的量为 a , H_2 的物质的量为 b , 得 $a + b = 1 \text{ mol}$ 和 $890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times a + 571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times b/2 = 588.05 \text{ kJ}$, 解得 $a = 0.5 \text{ mol}$, $b = 0.5 \text{ mol}$, 所以 H_2 的质量为 $0.5 \text{ mol} \times 2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.0 \text{ g}$ 。

根据反应 $\text{C}(\text{s}, \text{石墨}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_4(\text{g})$ 可知, 由 ② + ③ - ① 即得, 所以该反应的反应热为 $\Delta H = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -74.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

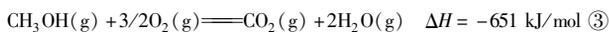
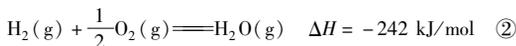
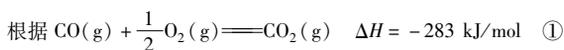


15. 【解析】短周期元素中同主族的 C、E 两种元素, E 的原子序数是 C 的 2 倍, E 为 S, C 为 O; B 的最外层电子数是电子层数的两倍, 且 B 的原子序数小于 C, B 为碳元素; A 与 O 形成两种常见的液态化合物, A 为 H, D 为 Na, 乙为 H_2O_2 , 甲为 H_2O 。



(2) H_2O_2 中含有的化学键为极性共价键和非极性共价键。

(3) H_2 与 CO 反应制备 CH_3OH 的热化学方程式。



可知, ① + ② × 2 - ③ 即得该热化学方程式 $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \quad \Delta H = -116 \text{ kJ/mol}$ 。

(4) SO_2 与 Na_2O_2 发生氧化还原反应生成 Na_2SO_4 , 反应的化学方程式为 $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4$ 。

不相等,而其他条件相等。故应使 $V_2 = 2 \text{ mL}$,从而使 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 的浓度不等,而其他物质的浓度都相等。

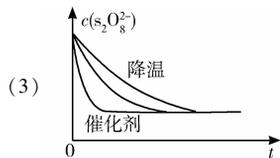
(3) 催化剂可以加快反应速率,故反应时间缩短,而 $c(\text{S}_2\text{O}_8^{2-})$ 不变;降低温度会减慢反应速率,但该反应不是可逆反应,故反应时间延长,而 $c(\text{S}_2\text{O}_8^{2-})$ 不变。

(4) 根据盖斯定律,将两个热化学方程式相减除以 2 得: $2\text{Li}(s) + \text{I}_2(s) \rightleftharpoons 2\text{LiI}(s) \quad \Delta H = \frac{\Delta H_1 - \Delta H_2}{2}$ 。判断原电池的正负极时,可以根据原

电池的反应原理判断:碘在反应中化合价降低,发生还原反应,故碘为正极。

【答案】(1) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 < 2$

(2) 2 保证其他条件不变,只改变反应物 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 的浓度,从而达到对照实验的目的



(3) $\frac{\Delta H_1 - \Delta H_2}{2}$ 正

第 2 节 化学平衡状态 化学平衡的移动

1. D 【解析】增加 A 气体的物质的量,平衡向正反应方向移动,B 的转化率增大,A 对;降低温度,平衡向正反应方向移动,混合气体的体积减小,容器的体积减小,混合气体的总质量不变,混合气体的密度增大,B 对;增大压强平衡向正反应方向移动,A 的转化率增大,C 对;升高温度,平衡向逆反应方向移动,混合气体的总物质的量增大,总质量不变,混合气体的平均摩尔质量减小,D 错。

2. C 【解析】当增加某反应物的浓度平衡正向移动,生成物的质量分数可能减小,该反应物的浓度增大;当多种物质做反应物时增加一种反应物浓度,平衡正向移动,该反应物的转化率降低,其余反应物的转化率增大;使用催化剂不改变化学平衡移动的方向。

3. B 【解析】第 4 ~ 6 min,各组分的浓度不再改变,所以化学反应处于平衡状态,A 正确;第 2 min 到第 4 min 反应速率比起始到第 2 min 的快,所以不可能是降低温度,可能是加入催化剂,故 B 错误,C 正确;升高温度,不论吸热反应还是放热反应,其反应速率均增大,D 正确。

4. A 【解析】由合成氨的反应 $\text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(g)$ 可知:反应过程中缩小的体积等于生成的氨的体积,若设反应前气体的总体积为 V ,达到平衡后有 x 体积的 N_2 转化,则生成氨的体积为 $2x$,反应后气体的总体积为 $V - 2x$,据题意知: $\frac{2x}{V-2x} \times 100\% = 25\%$,解得 $\frac{2x}{V} = \frac{1}{5}$ 。

5. B 【解析】由于温度升高,B 的转化率增大,说明平衡正向移动,推知该反应是吸热反应,A 错;在 T_1 温度下,由 a 点达平衡时,B 的转化率不断减小,若采取加压措施,结合化学方程式可知 B 的转化率会不断增大,故 C 错;在 T_2 温度下, c 点在达到平衡状态过程中 B 的转化率不断增大,说明该过程 $v(\text{正}) > v(\text{逆})$,D 错。

6. 【解题指南】解答该题注意两点:

(1) 固体物质的量对平衡移动没有影响。

(2) 改变条件反应速率发生变化,再次达到平衡的过程中,只要正逆反应速率的改变不一致,则一定有 $v(\text{正})$ 或 $v(\text{逆})$ 中的一种大于或小于新平衡时的反应速率。

【解析】(1) $t_1 \sim t_2$ 时间段内 H_2 物质的量的变化为 $0.35 \text{ mol} - 0.20 \text{ mol} = 0.15 \text{ mol}$, $v(\text{H}_2) = \frac{0.15 \text{ mol}}{5 \text{ L} \times (t_2 - t_1) \text{ s}} = \frac{0.03}{t_2 - t_1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

(2) Fe 为固体,加入 Fe 对平衡无影响,平衡不移动。根据反应 $3\text{Fe}(s) + 4\text{H}_2\text{O}(g) \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4(s) + 4\text{H}_2(g)$ 可知,加入 $1 \text{ mol H}_2\text{O}$ 达到平衡时 H_2 的物质的量为 0.35 mol , $\text{H}_2\text{O}(g)$ 的物质的量为 0.65 mol ,该反应的平衡常数 $K = (7/13)^4$ 。再加入 $1 \text{ mol H}_2\text{O}(g)$,相当于开始加入 $2 \text{ mol H}_2\text{O}(g)$,设达到平衡时 H_2 的物质的量为 x ,平衡时 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 的物质的量为 $2 \text{ mol} - x$,根据 $Q = x^4 / (2-x)^4 = (7/13)^4$,解得 $x = 0.7 \text{ mol}$ 。

(3) 根据图像可知, t_1 时改变条件,逆反应速率瞬间增大,且根据速率图

像可知,采取的措施一定不是改变浓度,也不可能是增大压强所引起的,因为增大压强,平衡不发生移动,因此只能是升高温度或使用了催化剂。

【答案】(1) $\frac{0.03}{t_2 - t_1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ (2) 不 0.7

(3) 升高温度 使用催化剂

7. 【解题指南】解答该题要注意以下三点:

(1) 根据 CO 与 CO_2 的浓度比值关系得出平衡移动的方向,然后再进行判断。

(2) 增大反应物的浓度,反应物的转化率不一定减小;转化率等于转化浓度比起始浓度。

(3) 气体的平均相对分子质量 $\bar{M} = \frac{m_{\text{总}}}{n_{\text{总}}}$,其变化与 $m_{\text{总}}$ 、 $n_{\text{总}}$ 均有关。

【解析】I. (1) 使平衡时 $c(\text{CO})/c(\text{CO}_2)$ 增大,则需要使平衡向正反应方向移动, CO_2 的浓度减小,CO 的浓度增大,比值增大。反应为吸热反应,升高温度平衡向正反应方向移动,A 对;反应前后气体的物质的量不变,增大压强平衡不移动,B 错;充入 N_2 对平衡没有影响,C 错;铁粉的量对平衡没有影响,D 错。

(2) 增大 CO_2 的浓度,反应物中只有 CO_2 为气体,且反应前后气体体积相等,相当于增大压强,平衡不发生移动, CO_2 的转化率不变。

II. (1) 因为在恒压容器中进行,压强一直不变,A 错;当 $v_{\text{正}}(\text{CO}) = v_{\text{逆}}(\text{H}_2\text{O})$ 时,反应达到平衡,B 对;任何时刻生成的 CO 与 H_2 的物质的量都相等,C 错;1 mol H—H 键断裂说明有 1 mol H_2 的反应,断裂 2 mol H—O 键说明有 1 mol H_2O 反应,反应达到平衡,D 对。

(2) 原平衡状态中 CO、 H_2 的平均相对分子质量为 $28 \times \frac{1}{2} + 2 \times \frac{1}{2} = 15$ 。加压时平衡逆向移动, $\text{H}_2\text{O}(g)$ (相对分子质量为 18) 的含量增大,混合气体的平均相对分子质量增大。

【答案】I. (1) A (2) 不变 II. (1) BD (2) 变大

8. A 【解析】本题考查外界条件对化学平衡的影响及有关图像的分析 and 识别。温度越高,反应越快,到达平衡的时间就越少,因此 $T_2 > T_1$;同理压强越大,反应越快,到达平衡的时间就越少,因此 $p_1 > p_2$;反应 A 是一个气体体积减小的、放热的可逆反应,因此升高温度平衡向逆反应方向移动,水蒸气的含量降低;而增大压强平衡向正反应方向移动,水蒸气的含量增大,所以 A 正确;反应 B 是一个体积不变的、吸热的可逆反应,压强对水蒸气的含量没有影响;升高温度平衡向正反应方向移动,水蒸气的含量增大,因此不符合;反应 C 是一个体积增大的、吸热的可逆反应,同样分析也均不符合;反应 D 是一个体积增大的、放热的可逆反应,压强不符合。

9. D 【解析】这是一个反应前后气体体积不变的可逆反应,由于容器恒容,因此压强不影响反应速率,所以在本题中只考虑温度和浓度的影响。由题图可以看出随着反应的进行正反应速率逐渐增大,因为只要开始反应,反应物浓度就要降低,反应速率应该降低,但此时正反应速率却是升高的,这说明此时温度的影响是主要的,由于容器是绝热的,说明该反应是放热反应,从而导致容器内温度升高反应速率加快,所以选项 C 不正确;但当到达 c 点后正反应速率降低,此时反应物浓度的影响是主要的,因为反应物浓度越来越小了,但反应不一定达到平衡状态,选项 A、B 均不正确;正反应速率越快,消耗的二氧化硫就越多,因此选项 D 是正确的。

10. BD 【解析】恒容状态下,在五个相同的容器中同时通入等量的 NO_2 ,反应相同时间,则有两种可能:一是已达到平衡状态;二是还没有达到平衡状态,仍然在向正反应方向移动。若五个容器在反应相同时间下均已达到平衡,因为该反应是放热反应,温度升高,平衡向逆反应方向移动, NO_2 的百分含量随温度升高而升高,所以 B 正确。若五个容器中有未达到平衡状态的,那么温度越高,反应速率越快,会出现温度高的 NO_2 转化得快,导致有 NO_2 的百分含量少的情况,在 D 图中转折点为平衡状态,转折点左侧为未达平衡状态,右侧为平衡状态,D 正确。

11. 【解析】(1) 反应 (I) 中 N_2O_4 中的 N 由 +4 价变为 0 价,作为氧化剂。(2) 温度升高时,气体颜色加深,说明平衡向正反应方向移动,则正反应为吸热反应。(3) 该反应由正方向开始进行,气体分子数逐渐增大,而压强保持不变,则容器体积增大,气体密度减小,达平衡时保持不变,



a 对;该反应的 ΔH 始终保持不变,不能说明达到平衡状态,b 错;该反应由正方向开始进行, N_2O_4 逐渐减小,恒压过程中容器体积增大, N_2O_4 浓度减小, $v(\text{正})$ 逐渐减小,达平衡时保持不变,c 错;该反应由正方向开始进行, N_2O_4 转化率逐渐增大,达平衡时保持不变,d 对。平衡常数只与温度有关,温度保持不变,平衡常数不变。 $v(N_2O_4) = \frac{1}{2}v(NO_2) = \frac{1}{2} \times \frac{0.6 \text{ mol/L}}{3 \text{ s}} = 0.1 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$ 。(4) NH_4NO_3 溶液由于 NH_4^+ 水解而显酸性,滴加氨水后溶液由酸性变为中性,水的电离平衡向逆反应方向移动。 $K_b = \frac{c(NH_4^+) \cdot c(OH^-)}{c(NH_3 \cdot H_2O)}$,而 $c(OH^-) = 10^{-7} \text{ mol/L}$,则 $c(NH_4^+) = 200c(NH_3 \cdot H_2O)$,故 $n(NH_4^+) = 200n(NH_3 \cdot H_2O)$,根据电荷守恒有 $n(NH_4^+) = n(NO_3^-)$,则 $n(NH_3 \cdot H_2O) = \frac{a}{200} \text{ mol}$,滴加氨水的浓度为 $\frac{a}{200} \text{ mol} \div b \text{ L} = \frac{a}{200b} \text{ mol/L}$ 。

【答案】(1) N_2O_4 (2) 吸热 (3) ad 不变 0.1 (4) $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 \cdot H_2O + H^+$ 逆向 $\frac{a}{200b}$

12. C 【解析】温度降低时,反应①中气体的物质的量减少,说明平衡向正反应方向移动,因此正反应是放热反应;平衡时,右边物质的量不变,由图可以看出达平衡(I)时体系的压强与反应开始时体系的压强之比为 $\frac{2}{2.2} = \frac{10}{11}$;反应达平衡(I)时,右边气体的物质的量不变,仍为 2 mol,左右两边气体压强相等,设平衡时左边气体的物质的量为 $x \text{ mol}$,则有 $\frac{2}{x} = \frac{2.2}{2.8}$, $x = \frac{2 \times 2.8}{2.2} = \frac{28}{11} \text{ mol}$,即物质的量减少了 $3 - \frac{28}{11} = \frac{5}{11} \text{ mol}$,所以达平衡(I)时,X 的转化率为 $\frac{5}{11}$;由于温度变化,反应②的平衡已经被破坏,因此在平衡(I)和平衡(II)中 M 的体积分数不相等。

第 3 节 化学平衡常数 化学反应进行的方向

1. BC 【解析】 $CO_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g) + H_2O(g)$
 起始(mol/L): 1 3 0 0
 10 min 时(mol/L): 0.25 0.75 0.75 0.75
 变化量(mol/L): 0.75 2.25 0.75 0.75
 则有 0~10 min 内, $v(H_2) = \frac{2.25 \text{ mol/L}}{10 \text{ min}} = 0.225 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$; $K = \frac{c(CH_3OH) \cdot c(H_2O)}{c(CO_2) \cdot c^3(H_2)} = \frac{0.75 \text{ mol/L} \times 0.75 \text{ mol/L}}{0.25 \text{ mol/L} \times (0.75 \text{ mol/L})^3} = 5.3 \text{ mol}^{-2} \cdot \text{L}^2$,则 B、C 对;3 min 时,未达平衡, $v_{\text{正}} \neq v_{\text{逆}}$,A 错;此反应为放热反应,升高温度平衡左移, CO_2 的平衡转化率降低,D 错。

2. D 【解析】由题意可知反应物、生成物的浓度增大相同的倍数,所以此题相当于增大压强,正逆反应速率均增大,平衡右移,所以 A、B、C 均错误。

3. D 【解析】a、b、c 三点在同一温度下,但是对应的 B_2 的起始物质的量不同,c 点对应的 B_2 的物质的量多,反应速率快,所以 a、b、c 的速率关系为 $c > b > a$,A 错;在 A_2 物质的量不变的条件下,增加 B_2 的物质的量, A_2 的转化率增大,所以 A_2 的转化率大小关系为 $c > b > a$,B 错;因为曲线上的点都代表平衡时 AB_3 的体积分数,可以选在 b 点后面的 B_2 的起始量相同的两点,可以看出在升高温度的条件下, AB_3 的体积分数减小,说明升高温度,平衡向逆反应方向移动,所以正反应为放热反应,C 错;在其他条件不变的情况下, B_2 的起始物质的量越多,平衡向正反应方向移动的程度越大,生成的 AB_3 的物质的量越多,D 对。

4. B 【解析】在温度不变的情况下将容器的体积扩大 10 倍,A 的转化率没有发生改变,说明该反应为反应前后气体体积不变的反应,所以 $a = 1$ 。B 的转化率也没有发生变化,所以与没有扩大容器体积前一样。设容器的体积为 V ,转化的 A 的物质的量为 $x \text{ mol}$,则达到平衡时 A、B、C、D 的物质的量的数值分别为 $2-x$ 、 $3-x$ 、 x 、 x 。根据 $c^a(A) \cdot c(B) = c(C) \cdot c(D)$ 可知, $(x/V)^2 = (2/V-x/V)(3/V-x/V)$,解得 $x = 1.2$,所以 B 的转化率为 $\frac{1.2 \text{ mol}}{3 \text{ mol}} \times 100\% = 40\%$,B 正确。

5. C 【解析】反应的先后顺序为先①后②,由②知 $c(H_2) = c(I_2) =$

$0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则反应②分解的 $c(HI) = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,由①知 $c(NH_3) = c(HI)_{\text{总}} = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + 4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则反应①的化学平衡常数 $K = c(NH_3) \cdot c(HI) = 5 \times 4 = 20$ 。

6. C 【解析】一般说来,如果选择题中涉及计算,这样的选项可以最后考虑。首先看 D 选项,因为丙中反应物的起始浓度是甲中反应物起始浓度的 2 倍,因此反应速率丙大于甲,乙居中,但甲和丙的转化率是相等的,且丙中反应的 H_2 和 CO_2 是甲中的 2 倍;乙可以看做是在甲的基础上多加了 H_2 ,平衡向右移动,因此乙中 CO_2 的转化率大于甲中 CO_2 的转化率,这样初步断定 A、B、D 项正确,C 错误。再通过平衡常数来计算转化率和平衡时 $c(CO_2)$,进一步确认。

7. 【解题指南】解答该题应注意以下三点:

- (1) 根据 t_1 与 t_2 时刻的数据确定平衡状态。
- (2) 平衡常数不变,计算 CO_2 的物质的量。
- (3) 根据平衡常数随温度的变化确定反应热正负。

B 【解析】 $t_1 \text{ min}$ 内 H_2 的平均反应速率与 CO 的平均反应速率相同, CO 的物质的量的变化为 0.40 mol ,反应在 $t_1 \text{ min}$ 内的平均速率为 $v(CO) = \frac{0.20}{t_1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,A 错;对比表中数据可知 t_1 时已达平衡,根据 t_1 时的数据可求得 $n(CO_2) = 0.40 \text{ mol}$, $n(H_2) = 0.40 \text{ mol}$,所以该温度下的平衡常数为 $K = \frac{0.2 \times 0.2}{0.4 \times 0.1} = 1$ 。因为在相同温度下,所以平衡常数不变,由平衡常数解得平衡时 $n(CO_2) = 0.40 \text{ mol}$,B 对;增大反应物水蒸气的浓度,平衡正向移动, CO 的转化率增大,水蒸气的转化率降低,水蒸气的体积分数增大,C 错;温度升高,平衡常数减小,说明温度升高平衡逆向移动,说明正反应为放热反应,D 错。

8. C 【解析】A 项,由题意知正反应为放热反应,当升高温度时,平衡向逆反应方向移动,所以 K 减小;B 项,增加一种反应物的浓度时,这种反应物的转化率减小,而其他反应物的转化率增大;C 项, NO 是反应物, N_2 是生成物,当用 NO 的消耗表示正反应速率, N_2 的消耗表示逆反应速率时,其数值之比为 1:2,反应达到平衡;D 项,使用催化剂,能缩短达到平衡所需要的时间,而不能影响平衡的移动。

9. C 【解析】反应在前 50 s 内的平均速率应该是前 50 s 内 PCl_3 浓度变化与时间的比值,而不是 PCl_3 物质的量的变化与时间的比值,A 错。保持其他条件不变,升高温度,达平衡时 PCl_3 的浓度 ($0.11 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 大于原平衡时 PCl_3 的浓度 ($0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$),说明平衡正向移动,正反应为吸热反应, $\Delta H > 0$,B 错。根据已知条件可知,温度 T 时反应的平衡常数 $K = \frac{0.10 \times 0.10}{0.40} = 0.025$,又 $Q = \frac{0.10 \times 0.10}{0.50} = 0.02 < K$,故反应向右进行,C 正确。从等效平衡的角度,先建立原容器两倍关系的模型,即与原平衡完全等效,再把容器两倍关系压缩成原容器,则平衡向逆反应方向移动, PCl_3 的转化率应大于 80%,D 错。

10. 【解析】(1) 因反应中的物质都是气体,据平衡常数的定义可知 $K = \frac{c(C)c(D)}{c(A)c(B)}$;由表中数据可知,温度升高, K 值减小,故正反应为放热反应, $\Delta H < 0$ 。

(2) $v(A) = 0.003 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$,则 A 减少的浓度 $c(A) = v(A) \cdot t = 0.018 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,故剩余的 A 的浓度为 $\frac{0.2 \text{ mol}}{5 \text{ L}} - 0.018 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.022 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;A 减少的物质的量为 $0.018 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 5 \text{ L} = 0.09 \text{ mol}$,根据方程式可知,生成的 C 的物质的量也为 0.09 mol 。设 $830 \text{ }^\circ\text{C}$ 达平衡时,转化的 A 的浓度为 x ,则:

	$A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g) + D(g)$			
起始浓度(mol · L ⁻¹)	0.04	0.16	0	0
转化浓度(mol · L ⁻¹)	x	x	x	x
平衡浓度(mol · L ⁻¹)	0.04 - x	0.16 - x	x	x

$\frac{x \cdot x}{(0.04 - x) \cdot (0.16 - x)} = 1.0$,解得 $x = 0.032$,故 A 的转化率 $\alpha(A) = \frac{0.032 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} \times 100\% = 80\%$;由于容器的体积是固定的,通入氩气后各组分的浓度不变,反应速率不改变,平衡不移动。

(3) 由于该反应是气体分子数不变的反应,容器中压强、气体的密度都

一直不变,故 a、b 错;c(A) 随反应的进行要减小,故 c 可以;不论是否达平衡,单位时间里生成 C 和 D 的物质的量一直相等,故 d 错。

(4) 反应“ $C(g) + D(g) \rightleftharpoons A(g) + B(g)$ ”与“ $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g) + D(g)$ ”互为逆反应,平衡常数互为倒数关系,故 1 200 °C 时, $C(g) + D(g) \rightleftharpoons A(g) + B(g)$ 的 $K = \frac{1}{0.4} = 2.5$ 。

【答案】(1) $\frac{c(C)c(D)}{c(A)c(B)} < (2) 0.022 \quad 0.09 \quad 80\% \quad 80\% \quad (3) c$
(4) 2.5

11. 【解析】(1) 根据盖斯定律,将三个反应相加,可得总反应: $2I^{-}(aq) + O_3(g) + 2H^{+}(aq) \rightleftharpoons I_2(aq) + O_2(g) + H_2O(l)$, 则 $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$ 。(2) 该反应的平衡常数 $K = \frac{c(I_2)}{c(I_2) \cdot c(I^{-})}$ 。(3) ①第 1 组实验中,pH 升高是因为反应消耗了 H^{+} 。②图甲中 A 为 $Fe(OH)_3$, 由 Fe^{3+} 生成 $Fe(OH)_3$ 的过程中消耗 OH^{-} , 溶液中 $c(H^{+})$ 增大, 促进 I^{-} 转化, 因此 I^{-} 的转化率显著提高。③导致 I_3^{-} 下降的直接原因是 $I_2(g)$ 不断生成, $c(I^{-})$ 减小。

【答案】(1) $2I^{-}(aq) + O_3(g) + 2H^{+}(aq) \rightleftharpoons I_2(aq) + O_2(g) + H_2O(l) \quad \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$

$$K = \frac{c(I_2)}{c(I_2) \cdot c(I^{-})}$$

(3) ①溶液中 H^{+} 被消耗, 生成 H_2O , 溶液 pH 上升 ② $Fe(OH)_3$ Fe^{3+} 形成 $Fe(OH)_3$ 过程中消耗 OH^{-} , 使溶液中 $c(H^{+})$ 上升、促进 I^{-} 转化 ③ BC

(4) $t = 3$ s 时, $c(I_3^{-}) = 3.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $t = 18$ s 时, $c(I_3^{-}) = 11.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,

$$v(I_3^{-}) = \frac{(11.8 - 3.5) \text{ mol/L}}{(18 - 3) \text{ s}} = 0.55 \text{ mol/(L} \cdot \text{s)}$$

第 7 章质量评估

1. A 【解析】5 min 末时 $v(W) = \frac{0.2 \text{ mol/2 L}}{5 \text{ min}} = 0.02 \text{ mol/(L} \cdot \text{min)}$, 则 $n: 2 = 0.01: 0.02$, 解得 $n = 1$ 。

2. C 【解析】C 项, 该反应只有一种反应物, 只有一种产物, 所以增加任意物质的浓度都相当于加压, 平衡正移, 所以 C 正确。

3. D

4. D 【解析】本题解题的关键:(1) 根据实验②没有热量变化, 判断出此种情况下的混合气体是平衡时的混合气体;(2) 平衡常数表达式中各气体通常是用物质的量浓度表示, 题中只提供了各气体的物质的量, 无法知道各气体的浓度, 不能求得平衡常数的具体数值, 实际应为 $0.058/V^2$, 故选 D。只要明确实验②是平衡状态, 立即判断 A、B、C 正确。

5. B 【解析】A 项, 相当于向容器中充入 1.5 mol CO 和 3 mol H_2O , 与原比例 1:2 相同, 与原平衡等效, CO 体积分数不变; B 项, 相当于先向容器中充入 1 mol CO 和 2 mol $H_2O(g)$, 再充入 1 mol CO, 前一步旨在建立等效平衡, 再充入 1 mol CO, 虽使平衡正向移动, 但移动是由 CO 的浓度增加引起的, CO 的体积分数增大; C 项, 相当于先向容器中充入 0.9 mol CO 和 1.8 mol H_2O (两者比值 1:2), 再充入 0.1 mol H_2O , 使平衡正向移动, CO 的体积分数减小; D 项, 相当于向容器中充入 1 mol CO 和 2 mol H_2O , 与原平衡等效, CO 体积分数不变。

6. C 7. C 8. C

9. C 【解析】先根据原平衡列出“三段式”, 求出平衡时 NH_3 的物质的量分数, 再列出新投料下的“三段式”, 根据热量和物质的量分数求出 x, y 。

10. B

11. B 【解析】A 项, C 的反应速率为 $\frac{0.11 \text{ mol/L} - 0.05 \text{ mol/L}}{15 \text{ s}} =$

$0.004 \text{ mol/(L} \cdot \text{s)}$, 正确; B 项, 起始加入 0.3 mol A 物质, 题图显示 A 物质起始浓度为 0.15 mol/L, 则容器的容积为 2 L; 由乙图 $t_3 \sim t_4$ 阶段为使用催化剂, 而 $t_4 \sim t_5$ 阶段平衡也不移动, 则 $t_4 \sim t_5$ 阶段改变的条件只能为减小压强, 进一步说明该反应是反应前后气体体积不变的反应; 根据甲图中的变化量关系可知, A 为反应物, 浓度减少 0.09 mol/L, C 为生成物, 浓度增加 0.06 mol/L, 则 B 应为生成物, 浓度增加 0.03 mol/L, 故起始时 B 的浓度为 0.02 mol/L, 物质的量为 0.04 mol, 则 B 项不正确, C 项正确, 且该反应的化学方程式为 $3A(g) \rightleftharpoons B(g) + 2C(g)$; 由乙图可知 $t_5 \sim t_6$ 阶段为升温, 但 A 的物质的量减少, 则正反应为吸热反应, 故 D 项正确。

12. B

13. 【答案】(1) 增大 逆反应 (2) $> \frac{c(CO) \cdot c^3(H_2)}{c(CH_4) \cdot c(H_2O)} \quad 1.35 \times 10^{-3}$
(3) $150 \quad \frac{1}{3} \quad \frac{1}{3}$

14. 【解析】(1) ①根据 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$, 其中 $\Delta H > 0, \Delta S > 0$, 在较低温度下, ΔG 大于 0, 该反应不能自发进行。②该反应容积可变, 随着反应的进行, 不论是否达到平衡, 容器中的压强始终不变, 故不能判断是否达到平衡; 1 mol H—H 键断裂的同时会生成 2 mol H—O 键, 如果 2 mol H—O 键也同时断裂, 则表明达到了平衡状态; 不论反应是否达到平衡, 均有 $c(CO) = c(H_2)$ 存在, 故不能判断反应是否达到平衡; 该反应未达到平衡时, 容器的容积会发生变化, 如果容器的容积不再变化, 则表明达到化学平衡状态。(2) ①实验 1 中以 $v(CO)$ 表示的反应速率为 $\frac{4 \text{ mol} - 2.4 \text{ mol}}{6 \text{ min}}$

$$\approx 0.13 \text{ mol/(L} \cdot \text{min)}$$

, 而反应速率之比等于反应方程式中的化学计量数之比, 故 $v(CO_2) = 0.13 \text{ mol/(L} \cdot \text{min)}$ 。②由实验 1、2 比较可知, 1 中平衡时 CO 的转化率为 $\frac{4 \text{ mol} - 2.4 \text{ mol}}{4 \text{ mol}} \times 100\% =$

$$40\%$$

, 2 中平衡时 CO 的转化率为 $\frac{2 \text{ mol} - 1.6 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} \times 100\% = 20\%$, 说明

升高温度反应物的转化率降低, 即正反应是放热反应; 实验 2 中, CO 与 H_2O 均转化了 0.4 mol, 故平衡时 H_2O 为 0.6 mol, CO 为 1.6 mol, H_2 与 CO_2 各为 0.4 mol, 则平衡常数 $K = \frac{c(CO_2) \cdot c(H_2)}{c(CO) \cdot c(H_2O)} \approx$

$$\frac{0.4 \text{ mol} \times 0.4 \text{ mol}}{\frac{2 \text{ L}}{2} \times \frac{2 \text{ L}}{2}} \approx 0.17$$

。③实验 3 达平衡时与实验 2 平衡状态中各物质的质量分数分别相等, 则起始投入量 $b = 2a$, 因为 $t < 3 \text{ min}$, 则反应速率比实验 2 中大, 则 a 必须大于 1。(3) 根据反应图像知反应物的总能量大于生成物的总能量, 则该反应为放热反应。升温, 平衡向逆反应方向移动, $c(CH_3OH)$ 减小; 恒容容器中充入 $He(g)$, 平衡不移动, 即 $c(CH_3OH)$ 不变; 将 $H_2O(g)$ 从体系中分离出来, 平衡向正反应方向移动, 则 $c(CH_3OH)$ 增大; 再充入 1 mol CO_2 和 3 mol H_2 , 相当于增大压强, 则平衡向正反应方向移动, 故 $c(CH_3OH)$ 增大。

【答案】(1) ①不能 ②bd

(2) ① $0.13 \text{ mol/(L} \cdot \text{min)}$ ②放 0.17 ③ $b = 2a, a > 1$

(3) cd

15. 【答案】(1) $\frac{2n_B}{3t_B} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (2) cd (3) cd (4) $> <$

16. 【答案】(1) 正反应 7

(2) 不相等 因为这两种情况是在不同温度下达到的化学平衡, 平衡状态不同, 所以 A 的物质的量也不同

第 8 章 水溶液中的离子平衡

第 1 节 弱电解质的电离

1. A 【解析】既有弱电解质分子存在, 又有离子存在时, 弱电解质的电离不一定达到平衡状态。温度一定时, 一定浓度的弱电解质电离达平衡时, 其电离程度最大。对于两种相同类型的弱酸, 浓度相同时, 电离程度大, 酸性才强。

2. D 【解析】① HCl 为强电解质, CH_3COOH 为弱电解质, 滴加 $NH_3 \cdot H_2O$

溶液先与 HCl 反应, 生成同样为强电解质的 NH_4Cl , 但溶液体积不断增大, 溶液被稀释, 所以电导率下降。

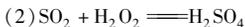
② 当 HCl 被中和完后, $NH_3 \cdot H_2O$ 继续与 CH_3COOH 反应, 生成强电解质 CH_3COONH_4 , 所以电导率增大。

③ HCl 与 CH_3COOH 均反应完后, 继续滴加 $NH_3 \cdot H_2O$ 溶液, 电导率变化不大, 因为溶液被稀释, 有下降趋势, 综上所述, 答案选 D。



3. A 【解析】由图可知 H_2CO_3 的存在范围约为 0 到 8.2, HCO_3^- 的存在范围约为 4 到 12, CO_3^{2-} 的存在范围约为 8.2 以上,故 C、D 正确, A 错误。
4. A 【解析】A 项,常温下,0.1 mol/L 的一元碱的 $\text{pH} = 10$ 表明该一元碱是弱碱,在溶液中不能完全电离;根据电荷守恒, B 项正确的表达式应为 $c(\text{Cl}^-) = c(\text{NH}_4^+) > c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$; C 项醋酸是弱酸,消耗的 NaOH 较多;根据水的离子积常数可知,盐酸稀释后, OH^- 浓度逐渐增大。
5. 【解析】(1) 温度升高,促进电离,所以 K 值增大。
 (2) 根据题意及表中数据可知,对应的 K 值越大,酸性越强。
 (3) 利用 K 值进行比较。
 (4) 利用 H_3PO_4 三步电离的 K 值进行判断。
 【答案】(1) 增大
 (2) K 值越大,对应的弱酸性越强
 (3) $\text{H}_3\text{PO}_4 \quad \text{HPO}_4^{2-}$
 (4) $K_1 > K_2 > K_3$ 上一级电离产生的 H^+ 对下一级电离有抑制作用
6. 【解析】(1) 根据表中的电离平衡常数可知酸性: $\text{CH}_3\text{COOH} > \text{HCO}_3^- > \text{HClO} > \text{CO}_3^{2-}$, 因此对应钠盐溶液的碱性: $\text{CH}_3\text{COONa} > \text{NaHCO}_3 > \text{NaClO} > \text{Na}_2\text{CO}_3$ 。
 (2) CH_3COOH 加水稀释,电离程度增大, $n(\text{H}^+)$ 增大,但 $c(\text{H}^+)$ 减小, A 错;由于温度不变,电离平衡常数不变,水的离子积不变, C、E 错; $c(\text{H}^+)/c(\text{CH}_3\text{COOH}) = K_a/c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$, 因此 $c(\text{H}^+)/c(\text{CH}_3\text{COOH})$ 增大, B 对; $c(\text{H}^+)$ 减小,而水的离子积常数不变,则 $c(\text{OH}^-)$ 增大,因此 $c(\text{OH}^-)/c(\text{H}^+)$ 增大, D 对。
 【答案】(1) $a < d < c < b$
 (2) BD
 (3) 大于 稀释相同倍数,一元酸 HX 的 pH 变化比 CH_3COOH 的 pH 变化大,故 HX 酸性较强,电离平衡常数较大
7. B 【解析】A 项,加水稀释有利于醋酸的电离,故溶液中导电粒子的数目增加, A 错误; B 项,在稀释的过程中,温度不变,故 $K_a = \frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}$ 不变,又因为 $c(\text{H}^+) = K_w/c(\text{OH}^-)$, 故 $\frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-) \cdot K_w}{c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot c(\text{OH}^-)} = K_a$, K_w 在室温下也是常数,故 B 正确; C 项,电离程度虽然增大,但 $c(\text{H}^+)$ 减小, C 错误; D 项,加入 10 mL $\text{pH} = 11$ 的 NaOH 溶液,混合液中和后,因醋酸还有大量剩余,故 pH 应小于 7, D 错误。
8. B 【解析】醋酸是弱酸,电离方程式是 $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$, 故稀释 10 倍, pH 增加不到一个单位, A 项错误;加入适量的醋酸钠固体,抑制醋酸的电离,使其 pH 增大,可以使其 pH 由 a 变成 $(a + 1)$, B 项正确;加入等体积 0.2 mol \cdot L⁻¹ 盐酸,虽然抑制醋酸的电离,但增大了 $c(\text{H}^+)$, 溶液的 pH 减小, C 项错误;提高溶液的温度,促进了醋酸的电离, $c(\text{H}^+)$ 增大,溶液的 pH 减小, D 项错误。
9. C 【解析】相同体积、相同 pH 的一元强酸和一元弱酸,弱酸的物质的量浓度大于强酸的物质的量浓度,故与足量的锌粉反应,弱酸产生的氢气多,曲线的纵坐标大;初始时二者的 $c(\text{H}^+)$ 相同,反应一旦开始,弱酸还会电离出新的 H^+ , 即弱酸电离出的 $c(\text{H}^+)$ 大于强酸,故弱酸与锌粉的反应速率大于强酸与锌粉反应的速率,曲线的斜率大。结合题中图像可知, C 项正确。
10. 【解析】题给信息较多,可以对信息进行初步分析,也可以根据问题再取舍信息。
 信息分析:① HSCN 比 CH_3COOH 易电离, CaF_2 难溶。② F^- 在 $\text{pH} = 6$, $\text{pH} = 0$ 时以 HF 存在; F^- 与 HF 总量不变。
 问题引导分析(解题分析):
 (1) 相同的起始条件,只能是因为两种酸的电离度不同导致反应起始时的 H^+ 浓度不同引起反应速率的不同。反应结束后,溶质为 CH_3COONa 和 NaSCN , 因 CH_3COOH 酸性弱于 HSCN, 故 CH_3COONa 水解程度大, $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) < c(\text{SCN}^-)$ 。
 (2) HF 电离平衡常数 $K_a = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{F}^-)}{c(\text{HF})}$, 其中 $c(\text{H}^+)$ 、 $c(\text{F}^-)$ 、 $c(\text{HF})$ 都是电离达到平衡时的浓度,选择两曲线的交点处即 $c(\text{F}^-) =$

- $c(\text{HF})$ 处求解。
 (3) 根据图像: $\text{pH} = 4.0$ 时, $c(\text{F}^-) = 1.6 \times 10^{-3}$, 而溶液中的 $c(\text{Ca}^{2+}) = 2.0 \times 10^{-4}$ 。 $c^2(\text{F}^-) \cdot c(\text{Ca}^{2+}) = 5.12 \times 10^{-10} > K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2) = 1.5 \times 10^{-10}$, 此时有少量沉淀产生。
 【答案】(1) HSCN 的酸性比 CH_3COOH 强, HSCN 溶液中 $c(\text{H}^+)$ 较大, 与 NaHCO_3 溶液的反应速率较快 <
 (2) $10^{-3.24}$ (或 3.5×10^{-4}) $K_a = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{F}^-)}{c(\text{HF})}$, 当 $c(\text{F}^-) = c(\text{HF})$ 时 $K_a = c(\text{H}^+)$, 查图中的交点处即为 $c(\text{F}^-) = c(\text{HF})$, 故所对应的 pH 即为 K_a 的负对数
 (3) 当 $\text{pH} = 4.0$ 时, 溶液中的 $c(\text{F}^-) = 1.6 \times 10^{-3}$ mol/L, 溶液中 $c(\text{Ca}^{2+}) = 2 \times 10^{-4}$ mol/L;
 $c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^2(\text{F}^-) = 5.12 \times 10^{-10} > K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2)$, 有沉淀产生。
- ### 第 2 节 水的电离和溶液的酸碱性
1. C 【解析】甲基橙的变色范围是 3.1 ~ 4.4, 达到滴定终点时溶液显酸性, 而原氨水显碱性, 所以滴定过程中溶液酸碱性的变化为碱性 \rightarrow 中性 \rightarrow 酸性, A、B、D 都有可能出现。C 项不符合电荷守恒。
2. D
3. C 【解析】 $\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{ClO}^- + \text{Cl}^-$ $K = K_1 \times K_2 \times K_a$, 由图可得 $K_a = 10^{-7.5}$, 故 K 值为 $10^{-12.1}$, A 项错误; 根据电荷守恒得, $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{ClO}^-) + c(\text{Cl}^-)$, 而 $c(\text{HClO})$ 由于部分电离而不等于 $c(\text{Cl}^-)$, B 项错误; 已知 HClO 的杀菌能力比 ClO^- 强, 从图中可知, $c(\text{HClO})$ 在 $\text{pH} = 7.5$ 时比在 $\text{pH} = 6.5$ 时低, 则杀菌效果较差, C 项正确; 夏季温度高, 氯的溶解能力变差, 杀菌效果也变差, D 项错误。
4. A 【解析】A 项, 用酚酞做指示剂, 滴定终点显弱碱性, 盐酸不会与 BaCO_3 反应, 不会影响 NaOH 含量的测定; B 项, 若滴定管中滴定液一直下降到活塞处则无法读取数据; C 项, 若用甲基橙做指示剂, 滴定终点显酸性, 部分盐酸与 BaCO_3 反应, 则测定结果偏大; D 项, 当直接滴加标准盐酸至不再有气泡产生时, 盐酸过量, 不能测定 NaOH 的含量。
5. B 【解析】本题考查了 pH 的综合计算和从图表中获取关键信息的能力。 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液的 $\text{pH} = 8$, 即 $a = 8$, 再根据 $a + b = 12$, 则 $b = 4$, 该温度下 $K_w = 10^{-12}$; 当恰好完全中和时, 溶液的 $\text{pH} = 6$, 即加盐酸的体积为 22.00 mL 时恰好完全中和, 根据 $c(\text{H}^+) \times 22.00 \text{ mL} = c(\text{OH}^-) \times 22.00 \text{ mL}$, 又 $c(\text{OH}^-) = 10^{-4}$ mol/L, 则盐酸中 $c(\text{H}^+) = 10^{-4}$ mol/L, $\text{pH} = 4$, 即 $c = 4$ 。
6. B 【解析】0.100 0 mol/L 醋酸的 $\text{pH} > 1$, 故图(2)是滴定醋酸的曲线, A 错; 在 B、D 状态时, $\text{pH} = 7$, $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, 根据电荷守恒有 $c(\text{Na}^+) = c(\text{A}^-)$, B 正确; B 点是 NaOH 和盐酸恰好完全反应, 而 NaOH、 CH_3COOH 完全反应时, 溶液 $\text{pH} > 7$, 故 E 点时有可能 NaOH 和 CH_3COOH 恰好完全反应, 此时 $n(\text{HCl}) = n(\text{CH}_3\text{COOH})$, C 项错; 当 $V(\text{NaOH})$ 接近 20.00 mL 时, CH_3COOH 几乎完全反应, 溶液可能显碱性, $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$, 故 D 项错。
7. 【解析】(1) 仪器 A 为起冷凝作用的冷凝管(或冷凝器)。为使整个冷凝管中充满冷凝水, 水应该从下端(b 端)进入。(2) SO_2 被 H_2O_2 氧化为 H_2SO_4 , 反应方程式为 $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4$ 。(3) 盛放 NaOH 溶液, 应用带有橡皮管的碱式滴定管, 可通过折弯橡胶管的方法(③)排出滴定管中的气泡。滴定终点时溶液的 $\text{pH} = 8.8$, 溶液呈弱碱性, 应该选用酚酞作指示剂。由于滴定管下端充满溶液且没有刻度, 所以滴定管中 NaOH 溶液的体积大于 50 mL - 10 mL = 40 mL。(4) 根据 $\text{SO}_2 \sim \text{H}_2\text{SO}_4 \sim 2\text{NaOH}$, $n(\text{SO}_2) = \frac{1}{2} \times 0.090 0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 25.00 \times 10^{-3} \text{ L} = 1.125 0 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 则 $m(\text{SO}_2) = 1.125 0 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 64 \text{ g/mol} = 7.2 \times 10^{-2} \text{ g}$, 故 SO_2 的含量 = $\frac{7.2 \times 10^{-2} \text{ g}}{0.3 \text{ L}} = 0.24 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。(5) 测定结果偏高应该从消耗 NaOH 溶液体积进行分析, 如 B 中加入的盐酸具有挥发性, 加热时进入装置 C 中, 导致溶液中 H^+ 的量增多, 消耗 NaOH 溶液体积增大, 导致测定结果偏高, 要消除影响, 可用难挥发性酸(如稀硫酸)代替盐酸; 也可从滴定管读数方面进行分析。
 【答案】(1) 冷凝管或冷凝器 b



(3) ③ 酚酞 ④

(4) 0.24

(5) 原因:盐酸的挥发;改进措施:用不挥发的强酸如硫酸代替盐酸,或用蒸馏水代替葡萄酒进行对比实验,扣除盐酸挥发的影响

8. 【解析】(2) 稀释前 $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{SO}_4^{2-}) = 2 \times 5 \times 10^{-4} \text{ mol/L} = 1 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$; 稀释 10 倍后, $c(\text{Na}^+) = 1 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$, 而溶液仍呈中性, 故 $c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$, 则 $c(\text{Na}^+) : c(\text{OH}^-) = 10^{-4} \text{ mol/L} : 10^{-7} \text{ mol/L} = 10^3 : 1$ 。

(3) 据 $\frac{0.1 \text{ mol/L } V_2 - 0.1 \text{ mol/L } V_1}{V_1 + V_2} = 10^{-2}$, $\frac{V_1}{V_2} = \frac{9}{11}$ 。

设 NaOH 、 H_2SO_4 的体积分别为 9 L、11 L, 则混合溶液中 $n(\text{Na}^+) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 9 \text{ L} = 0.9 \text{ mol}$ 。

$n(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{2} \times 11 \text{ L} = 0.55 \text{ mol}$ 。

$n(\text{H}^+) = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 20 \text{ L} = 0.2 \text{ mol}$ 。

故离子浓度由大到小排列顺序为 $c(\text{Na}^+) > c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ 。

【答案】(1) $>$ 温度升高, 水的电离程度增大, 离子积增大

(2) 1 000 : 1

(3) 9 : 11 $c(\text{Na}^+) > c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$

9. C 【解析】A 项, 水的离子积 K_w 仅是温度的函数, 温度越高, K_w 越大, 与溶液中的溶质无关, A 错误; B 项, I_2 具有较强氧化性, 能将 SO_2 氧化, 正确的离子方程式是 $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{I}^-$, B 错误; C 项, 加入铝粉能产生氢气的溶液可能是强碱性溶液, 也可能是酸性溶液, 若是强碱性溶液, Na^+ 、 Ba^{2+} 、 AlO_2^- 、 NO_3^- 可以大量共存, 正确; D 项, 100°C 时, $K_w = 1.0 \times 10^{-12}$, $\text{pH} = 2$ 的盐酸 $c(\text{H}^+) = 0.01 \text{ mol/L}$, $\text{pH} = 12$ 的 NaOH 溶液 $c(\text{OH}^-) = 1 \text{ mol/L}$, 若等体积混合溶液显碱性, D 错误。

10. A 【解析】① $\text{pH} = 0$ 的 H_2SO_4 溶液中 $c(\text{H}^+) = 1 \text{ mol/L}$, 根据 $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ 可求得溶液中 $c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$, 故由水电离出的 $c(\text{H}^+)_{\text{水}} = c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$; ② 0.05 mol/L 的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中 $c(\text{OH}^-) = 0.1 \text{ mol/L}$, 根据 $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ 可求得溶液中 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$, 故 $c(\text{H}^+)_{\text{水}} = 1 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$; ③ $\text{pH} = 10$ 的 Na_2S 溶液中 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$, 根据 $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ 可求得溶液中 $c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$, 溶液中 OH^- 完全来自于水的电离, 故由水电离出的 $c(\text{OH}^-)$ 和 $c(\text{H}^+)$ 都是 $1 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$; ④ $\text{pH} = 5$ 的 NH_4NO_3 溶液中 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$, 溶液中 H^+ 完全来自于水的电离, 故由水电离出的 H^+ 是 $1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$; 综上所述: ①中 $c(\text{H}^+)_{\text{水}} = 1 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$, ②中 $c(\text{H}^+)_{\text{水}} = 1 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$, ③中 $c(\text{H}^+)_{\text{水}} = 1 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$, ④中 $c(\text{H}^+)_{\text{水}} = 1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$, 求比值可得 $1 : 10 : 10^{10} : 10^9$, 即 A 项正确。

11. C 【解析】A 项, 酸与碱恰好中和, 混合溶液的酸碱性取决于酸、碱的相对强弱, 可能呈酸性、中性或碱性; B 项, 温度不一定是 25°C , 因此也无法说明溶液呈中性; C 项, $c(\text{H}^+) = \sqrt{K_w} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = c(\text{OH}^-)$, 无论何种情况, 溶液一定呈中性; D 项为电荷守恒, 无论溶液呈何种性质, 均成立, 故不能说明溶液就显中性。

12. AC 【解析】盐酸含有的离子是 H^+ 、 Cl^- 、 OH^- , 它们遵循电荷守恒原理, 使盐酸呈电中性, 故 A 正确; 未混合前 $\text{pH} = 2$ 的盐酸中 $n(\text{H}^+)$ 等于 $\text{pH} = 12$ 的氨水中 $n(\text{OH}^-)$, 二者混合发生酸碱中和反应 $\text{HCl} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$, 因此减小了氨水平衡体系中 $c(\text{OH}^-)$, 使 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ 的电离平衡向右移动, 导致 $n(\text{H}^+)$ 小于 $n(\text{OH}^-)$, 即 OH^- 过量, 所以混合后溶液显碱性, 故 B 错; 常温下 $\text{pH} = 2$ 的盐酸中, $c(\text{H}^+) = 1.0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{OH}^-) = \frac{K_w}{c(\text{H}^+)} = \frac{10^{-14}}{10^{-2}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1.0 \times 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则由水电离出的 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) = 1.0 \times 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故 C 正确; $\text{pH} = 2$ 的盐酸与等体积

$0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 乙酸钠溶液刚好完全反应生成等浓度的 NaCl 和 CH_3COOH , NaCl 是盐且为强电解质, CH_3COOH 是弱酸且为弱电解质, 二者存在电离: $\text{NaCl} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ 、 $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$, 因此混合后所得溶液中 $c(\text{Cl}^-) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$, 故 D 错。

第 3 节 盐类的水解

1. D 【解析】 FeSO_4 溶液加热过程中被氧化为 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液的水解方程式为 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4$, 由于 H_2SO_4 不是挥发性酸, 故最终产物为 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$; $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 受热会分解生成 CaCO_3 ; KMnO_4 受热分解会生成 K_2MnO_4 和 MnO_2 ; FeCl_3 受热水解生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 故选项 D 正确。

2. A 【解析】由于④中 NH_4^+ 与 HCO_3^- 互相促进水解, 故 $c(\text{HCO}_3^-)$ 大小关系③ $>$ ④, B 错; 将各溶液蒸干后①③④⑤都分解, 得不到原来的物质, C 错; Na_2CO_3 只能与盐酸反应, 而不与 NaOH 溶液反应, D 错。

3. C 【解析】 AlCl_3 溶液和 NaAlO_2 溶液的水解方程式分别为 $\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl}$, $\text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH}$, 加热促进水解, 由于盐酸是挥发性酸, 因此前者最终产物为 Al_2O_3 , 后者仍为 NaAlO_2 , 选项 A 错。选项 B 中很显然所配得的 FeCl_3 溶液中混有杂质 SO_4^{2-} , 因此不合题意。由于 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$, 升高温度可促进水解而产生沉淀, 从而除去 Fe^{3+} 杂质, C 项正确。选项 D 中, 为了加快产生 CO_2 气体的速率, 泡沫灭火器中常使用的原料是碳酸氢钠和硫酸铝。

4. B 【解析】A 项, 正确的离子浓度顺序为 $c(\text{Na}^+) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$; B 项, 加入 0.1 mol/L 盐酸后, 生成等浓度的 NaCl 和醋酸混合液, 故有 $c(\text{Na}^+) = c(\text{Cl}^-)$, 考虑水的电离, 故有 $c(\text{H}^+) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$, B 正确; C 项, 电离程度大于水解程度, 正确的离子浓度顺序为 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{Na}^+) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$; D 项, 正确的离子浓度顺序为 $c(\text{Na}^+) > c(\text{OH}^-) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{H}^+)$ 。

5. C 【解析】阳离子均为 Na^+ 和 H^+ , Na_2CO_3 溶液中 Na^+ 浓度是其他两种溶液的两倍, 阳离子浓度最大, NaCN 溶液和 NaHCO_3 溶液中 Na^+ 浓度相等, NaCN 溶液中 H^+ 浓度小于 NaHCO_3 溶液, 故阳离子浓度大小顺序为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 > \text{NaHCO}_3 > \text{NaCN}$, A 项错误; HCO_3^- 的水解能力小于 CN^- , 故酸性: $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{HCN}$, B 项错误; 升高 Na_2CO_3 溶液的温度, 促进其水解, $\frac{c(\text{HCO}_3^-)}{c(\text{CO}_3^{2-})}$ 增大, D 项错误。

6. 【解析】本题重点研究电离平衡和盐的水解平衡。

(1) 向醋酸中加入少量醋酸钠固体, 由于醋酸根离子浓度增大, 醋酸的电离平衡逆向移动, 使 $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}$ 减小。

(2) 向醋酸中加入稀 NaOH 溶液使其恰好完全反应, 生成 CH_3COONa , 由于 CH_3COO^- 水解而使溶液显碱性。(3) 混合前, CH_3COOH 与 NaOH 溶液中的 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 、 $c(\text{H}^+)$ 、 $c(\text{Na}^+)$ 、 $c(\text{OH}^-)$ 大致相等; 混合后, 由于发生了中和反应, $n(\text{H}^+)$ 、 $n(\text{OH}^-)$ 减少, 进而导致 CH_3COOH 进一步电离, 使 $n(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 增大, 溶液显酸性。(4) 向醋酸中加 NaOH 溶液至恰好是中性的, 此时溶液中 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, 又由于溶液中电荷守恒, 即 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$, 所以有 $c(\text{Na}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 。(5) 向醋酸中加入 NaOH 溶液至混合液 $\text{pH} = 6$, 即 $c(\text{H}^+) = 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{OH}^-) = 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。由电荷守恒可知 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) - c(\text{Na}^+) = c(\text{H}^+) - c(\text{OH}^-) = (10^{-6} - 10^{-8}) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

【答案】(1) 减小 (2) $>$ $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$
(3) $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{Na}^+) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$
(4) = (5) $(10^{-6} - 10^{-8})$

7. 【解析】(1) 步骤 A 加入 H_2O_2 的目的是将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} 便于除去, 同时不引入新的杂质。由流程图看出该步操作只生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, 结合表中数据可知需控制溶液 pH 为 $3.2 \sim 5.2$ 之间。(2) 硫酸锌溶液中加入碳酸氢铵后生成碱式碳酸锌沉淀和硫酸铵。

(3) 反应自发, 所以 $\Delta H - T\Delta S < 0$, 且 $\Delta H > 0$, 则 ΔS 必大于 0。
(4) 由 $c(\text{Zn}^{2+}) \cdot c^2(\text{OH}^-) = K_{\text{sp}}$, 得 $c(\text{Zn}^{2+}) = \frac{K_{\text{sp}}}{c^2(\text{OH}^-)} =$



$$\frac{1.2 \times 10^{-17}}{(10^{-6})^2} = 1.2 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{即 } 1.2 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times$$

$$65 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 7.8 \times 10^{-4} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}, \text{即 } 0.78 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}.$$

【答案】(1) $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 3.2~5.2

(2) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (3) > (4) 0.78

8. C 【解析】A项, a点: $7 < \text{pH} < 14$, 因此水电离出的 $c(\text{H}^+) > 1 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$, A错误; B项, b点处, 加入盐酸的体积未知, 不能进行比较, B错误; C项, c点溶液呈中性, 根据电荷守恒此等式成立, C正确; D项, d点时盐酸和氨水恰好完全反应, 放热最多, 再加盐酸, 已无 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 剩余, 温度降低是由于加入盐酸的温度低, 造成溶液温度下降, D错误。

9. C 【解析】A项, CH_3COOH 是弱电解质, 存在电离平衡, 稀释10倍, pH变化小于1, 错误; B项, NaHA 溶液 $\text{pH} > 7$, 则 HA^- 水解大于电离, $\text{pH} < 7$, HA^- 电离大于水解, 或者只有电离没有水解, 错误; C项, 若恰好完全反应, 生成 NaCl 和 CH_3COONa , 呈碱性, 要使溶液呈中性, 则酸过量, 所以没有完全中和, 正确; D项, 氯化银是难溶电解质, 溶液中 $c(\text{Ag}^+)$ 很小, 所以④中 Ag^+ 浓度最大, 而②和③中氯离子对 AgCl 的溶解平衡起抑制作用, 且 Cl^- 浓度越大, 抑制作用越强, 所以正确顺序为④ > ① > ② > ③, 错误。

10. D 【解析】本题通过电解质溶液知识考查同学们的思维能力。A项因不知强酸、强碱是几元酸、几元碱而无法判断混合溶液的 pH, 如同浓度、同体积的 H_2SO_4 与 NaOH 溶液混合后溶液 $\text{pH} < 7$, A项错误; B项加入 Na_2SO_4 固体后, 溶液中 $c(\text{SO}_4^{2-})$ 增大, 使 BaSO_4 的沉淀溶解平衡向左移动, $c(\text{Ba}^{2+})$ 减小, B项错误; C项充分反应后溶液中溶质为 KHCO_3 , 由于 HCO_3^- 水解导致溶液中 $c(\text{K}^+) > c(\text{HCO}_3^-)$, C项错误; 向 CH_3COONa 溶液中加入 CH_3COOH 至溶液呈中性时, 利用“电荷守恒”可知溶液中 $c(\text{Na}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$, D项正确。

11. BC 【解析】本题考查溶液中离子浓度之间的关系。A项, 随着 pH 的增大, 碱性增强, $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 增大, $c(\text{CH}_3\text{COOH})$ 减小, 当 $\text{pH} = 5.5$ 时, 从图中可判断出, $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{CH}_3\text{COOH})$, 错; B项, W点存在的电荷守恒有 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$, 从图中看出 W处 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = c(\text{CH}_3\text{COOH})$, 代入电荷守恒式得 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{OH}^-)$, 正确; C项, 由电荷守恒知 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) - c(\text{OH}^-) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$, 而 $c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 所以 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) - c(\text{OH}^-) + c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 正确; D项, W处的 1 L 溶液中, CH_3COOH 和 CH_3COONa 均为 0.05 mol, 通入 0.05 mol HCl , 刚好与 CH_3COONa 完全反应生成 CH_3COOH , 即混合溶液为 CH_3COOH 和 NaCl , 根据质子守恒有 $c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$, 错。

12. D 【解析】A项, $\text{pH} = 12$ 的溶液呈碱性, 含有比较多的 OH^- , 不能与 HCO_3^- 共存; B项, $\text{pH} = 0$ 的溶液呈酸性, 含有较多的 H^+ , 在 NO_3^- 存在的情况下, SO_3^{2-} 容易被氧化成 SO_4^{2-} , 无法共存; C项, 0.1 mol/L 的一元碱的 $\text{pH} = 10$, 表明该一元碱是弱碱, 在溶液中不能完全电离; D项, 由题意可得该酸是弱酸, 在 NaA 溶液中 A^- 会发生水解而使溶液呈碱性。

13. 【解析】(1) 酸雨形成的原因是二氧化硫与水反应生成亚硫酸, 亚硫酸被空气中的氧气氧化为硫酸。(3) 由表给数据 $n(\text{SO}_3^{2-}) : n(\text{HSO}_3^-) = 9:91$ 时, 溶液 $\text{pH} = 6.2$, 所以亚硫酸氢钠溶液显酸性。亚硫酸氢钠溶液中存在两种趋势, 电离趋势使溶液显酸性, 水解趋势使溶液显碱性, 溶液显酸性显而易见是电离趋势大于水解趋势的结果; 由表给数据 $n(\text{SO}_3^{2-}) : n(\text{HSO}_3^-) = 1:1$ 时, 溶液 $\text{pH} = 7.2$, 可知吸收液显中性时溶液中 $c(\text{SO}_3^{2-}) < c(\text{HSO}_3^-)$, 所以②中 b 项正确; 依电荷守恒: $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$ 及 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ 可判断 a 项正确。(4) 阳极发生氧化反应, 所以 HSO_3^- 在阳极失去电子生成 SO_4^{2-} 和 H^+ 。应抓住电解再生的目的——把 HSO_3^- 变成 SO_3^{2-} 分析。

【答案】(1) $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3$ $2\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{H}_2\text{SO}_4$

(2) $2\text{OH}^- + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3^{2-}$

(3) ①酸 HSO_3^- 存在: $\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$ 和 $\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons$

$\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{OH}^-$, HSO_3^- 的电离程度强于水解程度

②ab

(4) ① $\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} - 2e^- \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}^+$

② H^+ 在阴极得电子生成 H_2 , 溶液中 $c(\text{H}^+)$ 降低, 促使 HSO_3^- 电离生成 SO_3^{2-} , 且 Na^+ 进入阴极室, 吸收液得以再生

第4节 难溶电解质的溶解平衡

1. B 【解析】A中可通过计算分别求出 $c(\text{Ag}^+)$, 再比较大小; D中还由于生成弱酸使得沉淀溶解。

2. C 【解析】在 AgCl 和 AgBr 两饱和溶液中, 前者 $c(\text{Ag}^+)$ 大于后者 $c(\text{Ag}^+)$, $c(\text{Cl}^-) > c(\text{Br}^-)$ 。当将 AgCl 、 AgBr 两饱和溶液混合时, 发生沉淀的转化, 生成更多的 AgBr 沉淀, 与此同时, 溶液中 $c(\text{Cl}^-)$ 比原来 AgCl 饱和溶液中大, 当加入足量的浓 AgNO_3 溶液时, AgBr 沉淀有所增多, 但 AgCl 沉淀增加得更多。

3. D 【解析】A错, 因为对于三种难溶物, K_{sp} 越小, 溶解度越小, 故 CuS 的溶解度小于 ZnS 的。B错, 因为 H_2S 属于弱电解质, $c(\text{S}^{2-})$ 远远小于 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (极限最大值), 故不能由此计算 Cu^{2+} 能达到的最大浓度。C错, 因为尽管 H_2SO_4 是强酸, 但不溶解 CuS , 故反应能发生。D对, 因为相对于 FeS , CuS 的 K_{sp} 更小, 故而能够实现沉淀的转化。

4. B 【解析】③中 $c(\text{Ba}^{2+}) \approx 0.01 \text{ mol/L}$; ④中 BaCO_3 和盐酸发生反应后 $c(\text{Ba}^{2+}) \approx 0.005 \text{ mol/L}$; ②中存在同离子效应, 故其中的 $c(\text{Ba}^{2+})$ 小于在纯水中的 $c(\text{Ba}^{2+})$ 。

5. B 【解析】根据图中 c 点的 $c(\text{Ag}^+)$ 和 $c(\text{Br}^-)$ 可得该温度下 AgBr 的 K_{sp} 为 4.9×10^{-13} , A 正确。在 AgBr 饱和溶液中加入 NaBr 固体后, $c(\text{Br}^-)$ 增大, 溶解平衡逆向移动, $c(\text{Ag}^+)$ 减小, 故 B 错。在 a 点时 $Q_c < K_{\text{sp}}$, 故为 AgBr 的不饱和溶液, C 正确。选项 D 中 $K = c(\text{Cl}^-) / c(\text{Br}^-) = K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) / K_{\text{sp}}(\text{AgBr})$, 代入数据得 $K \approx 816$, D 正确。

【方法技巧】巧用沉淀溶解平衡曲线解决问题:

(1) 沉淀溶解平衡曲线上各个点都是平衡点。各个点对应的横坐标和纵坐标分别为此平衡状态时的离子浓度。

(2) 曲线外各点都不是平衡状态, 曲线以下是不饱和状态, 可以判断使之达到平衡的方法; 曲线以上的各点已经过饱和, 必然有固体析出。

(3) 利用曲线中的数据, 根据 K_{sp} 公式计算得出 K_{sp} 的值。

6. C 【解析】加入等体积的溶液后, CaCl_2 溶液被稀释。A 溶液中 $c(\text{OH}^-) = 10^{-9} \text{ mol/L}$, 则 $c(\text{H}^+) = 10^{-5} \text{ mol/L}$, 而 $c(\text{F}^-) \approx c(\text{H}^+) = 10^{-5} \text{ mol/L}$, 混合后, $c(\text{F}^-) < 10^{-5} \text{ mol/L}$, 即便是按 10^{-5} mol/L 计算, $(10^{-5})^2 \times 0.1$ 也小于 1.5×10^{-10} , 因而无沉淀生成。B 中也无沉淀生成, 计算方法同上。C 中 $c(\text{HCO}_3^-) \approx 0.5 \text{ mol/L}$, 由于溶液呈碱性, 则 $c(\text{H}^+) < 10^{-7} \text{ mol/L}$, 再根据 K_a 估算 $c(\text{CO}_3^{2-}) > 2.8 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ 。而 $c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) > 0.1 \times 2.8 \times 10^{-4} > 2.8 \times 10^{-9}$, 因而有沉淀生成。同样可分析知 D 中无沉淀生成。

7. B 【解析】由实验现象和反应原理可知, 浊液 a 为含有 AgCl 及硝酸银的浊液, 滤液 b 为硝酸银溶液 (含极少量的 Ag^+ 、 Cl^-), 白色沉淀 c 为 AgCl , ②中出现的浑浊为 AgI , ③中的黄色沉淀为 AgI 。浊液 a 中存在 AgCl 的溶解平衡, A 项正确; 由选项 A 可知滤液 b 中含有 Ag^+ , B 项错误; ③中的黄色沉淀为 AgI , 是由 AgCl 电离出的 Ag^+ 与 I^- 结合生成的, C 项正确; 实验②和实验③均说明 AgI 比 AgCl 更难溶, D 项正确。

8. C 【解析】 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-)$, $c(\text{Ag}^+) = c(\text{Cl}^-) = \sqrt{K_{\text{sp}}(\text{AgCl})}$; $K_{\text{sp}}(\text{AgI}) = c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{I}^-)$, $c(\text{Ag}^+) = c(\text{I}^-) = \sqrt{K_{\text{sp}}(\text{AgI})}$; $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-})$, $c^2(\text{Ag}^+) = c(\text{CrO}_4^{2-})$, $c(\text{Ag}^+) = \sqrt[3]{K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)}$ 。即 Ag^+ 浓度: $\text{Ag}_2\text{CrO}_4 > \text{AgCl} > \text{AgI}$ 。

9. B 【解析】A 中氢氧化镁溶解度积小, 所以饱和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 溶液中 Mg^{2+} 少; B 中 NH_4^+ 结合 OH^- 使氢氧化镁溶解平衡正向移动, $c(\text{Mg}^{2+})$ 增大; C 中 K_{sp} 不随浓度变化, 只与温度有关; D 中二者 K_{sp} 接近, 使用浓 NaF 溶液可以使氢氧化镁转化为 MgF_2 。

10. B 【解析】b、c 两点的金属阳离子的浓度相等, 设浓度都为 x, c 点 $c(\text{OH}^-) = 10^{-9.6}$, b 点 $c(\text{OH}^-) = 10^{-12.7}$, 则 $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = x \cdot (10^{-12.7})^3$, $K_{\text{sp}}[\text{Cu}(\text{OH})_2] = x \cdot (10^{-9.6})^2$, 故 $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] <$

$K_{sp}[\text{Cu}(\text{OH})_2]$;由 a 点变到 b 点,碱性增强,而 NH_4Cl 溶于水后,溶液呈酸性,故 B 错误;只要温度一定, K_w 就一定, C 正确;溶度积曲线上的点表示溶液达到饱和,曲线左下方表示不饱和,右上方 $Q > K$,表示沉淀要析出,故 D 正确。

11. 【解析】(1)①由于所加物质都是过量的,前面加入的物质必须经后面的物质除去,所以首先应加入过量的 BaCl_2 溶液来沉淀 SO_4^{2-} ,过量的 BaCl_2 可经后面加入的 Na_2CO_3 溶液除去。观察 BaSO_4 和 BaCO_3 的 K_{sp} 不难发现,二者相差不大,在 CO_3^{2-} 浓度比较大时, BaSO_4 会转化为 BaCO_3 而生成 SO_4^{2-} 。②根据工艺图, HCl 合成塔中发生的是 H_2 与 Cl_2 的反应,所以该工艺可以利用的单质应是 H_2 和 Cl_2 。 NaClO_3 为氧化剂, HCl 为还原剂, ClO_3^- 的还原产物为 ClO_2 , Cl^- 的氧化产物为 Cl_2 ,则有: $2\text{NaClO}_3 + 4\text{HCl} = 2\text{ClO}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

【答案】(1)① BaCl_2 BaSO_4 和 BaCO_3 的 K_{sp} 相差不大,当溶液中存在大量 CO_3^{2-} 时, $\text{BaSO}_4(\text{s})$ 会部分转化为 $\text{BaCO}_3(\text{s})$ (或其他合理答案) ② H_2 、 Cl_2 $2\text{NaClO}_3 + 4\text{HCl} = 2\text{ClO}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$

12. 【解析】 $c(\text{H}^+)$ 增大,平衡 $2\text{CrO}_4^{2-}(\text{黄色}) + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{橙色}) + \text{H}_2\text{O}$ 右移,溶液呈橙色;平衡时各物质的浓度不再改变,即溶液的颜色不再改变;根据电子得失守恒可知,还原 1 mol $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 需要 6 mol 的 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$;当 $c(\text{Cr}^{3+}) = 10^{-5}$ mol/L 时,溶液的 $c(\text{OH}^-) = \sqrt[3]{\frac{10^{-32}}{10^{-5}}} = 10^{-9}$ mol/L, $\text{pH} = 5$,即要使 $c(\text{Cr}^{3+})$ 降至 10^{-5} mol/L,溶液的 pH 应调至 5。在电解法除铬中,铁做阳极,以提供还原剂 Fe^{2+} ;在阴极附近溶液 pH 升高的原因是水电离产生的 H^+ 放电生成 H_2 的同时,产生大量的 OH^- ,所以溶液中的 Fe^{3+} 也将转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀。

【答案】(1)橙 (2)c (3)6 (4)5 (5)阳极反应为 $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$,提供还原剂 Fe^{2+}

(6) $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ $\text{Fe}(\text{OH})_3$

第 8 章质量评估

1. B 【解析】由①甲溶液 $\text{pH} = 9$ 呈碱性,可知必为 NaOH 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 和 Na_2CO_3 中的一种,则乙、丁溶液分别为 HCl 、 CH_3COOH 中的一种,由中和时乙、丁的体积关系可知乙的酸性比丁的弱,则乙为 CH_3COOH ,丁为 HCl 。由②可知丙必为弱碱 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。由③可知戊的碱性比甲的强,则戊为 NaOH ,则甲为 Na_2CO_3 。

2. A 【解析】A 项,①中 Al^{3+} 与 NH_4^+ 相互抑制水解,③中 CH_3COO^- 和 NH_4^+ 相互促进水解,④中 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 只有极少量电离,故 A 项正确;B 项中是抑制水的电离,但不知道溶液所处的温度是否为常温,故无法确定溶液的 pH ,B 项错误;C 项中命题意图是考查溶液中的电荷守恒,但忽视了每个 S^{2-} 带 2 个单位负电荷,C 项错误;D 项,根据越弱越水解,弱酸强碱盐对应的酸越弱,其水解程度越大,可知 D 项错误。

3. B 【解析】A 项中接近滴定终点时,其 pH 变化迅速,反映在图像上 pH 发生突变,A 项错误。B 项,(1) HCl 为强电解质, CH_3COOH 为弱电解质,滴加的弱电解质 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 先与 HCl 反应,生成同样为强电解质的 NH_4Cl ,但溶液体积不断增大,溶液稀释,所以电导率下降;(2) 当 HCl 被中和完后, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 继续与弱电解质 CH_3COOH 反应,生成强电解质 $\text{CH}_3\text{COONH}_4$,所以电导率增大;(3) HCl 与 CH_3COOH 均反应完后,继续滴加 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$,电导率变化不大,但因溶液被稀释,电导率有下降趋势,B 项正确。C 项中反应为反应前后气体体积减小的反应,增大压强化学反应速率增大,平衡正向移动,C 项错误;D 项中由曲线看出,应调节 pH 在 4 左右。

4. C 【解析】氨水呈碱性,稀释时碱性减弱, $c(\text{OH}^-)$ 减小,根据水的离子积常数只与温度有关,可知 $c(\text{H}^+)$ 增大,A 项错误;0.1 mol \cdot L $^{-1}$ NaHA 溶液的 $\text{pH} = 4$,说明 HA^- 的电离程度大于水解程度,故离子浓度大小顺序为 $c(\text{HA}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{A}^{2-}) > c(\text{H}_2\text{A})$,B 项错误;D 项忽视了醋酸为弱酸,只有部分电离,错误。

5. D 【解析】新制氯水中加入固体 NaOH 得到的溶液中存在电荷守恒,即 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{ClO}^-) + c(\text{OH}^-)$,A 不正确; NaHCO_3 溶液中, HCO_3^- 水解呈碱性,水解大于电离,即 $c(\text{H}_2\text{CO}_3) > c(\text{CO}_3^{2-})$,B 不正确; $\text{pH} = 11$ 的氨水与 $\text{pH} = 3$ 的盐酸等体积混合,溶液应呈碱性,C

不正确;0.2 mol/L CH_3COOH 溶液与 0.1 mol/L NaOH 溶液等体积混合反应得到 0.05 mol/L CH_3COOH 和 0.05 mol/L CH_3COONa ,溶液中存在电荷守恒 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$ 和物料守恒 $2c(\text{Na}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{CH}_3\text{COOH})$,将两式中的 $c(\text{Na}^+)$ 消去得 $2c(\text{H}^+) - 2c(\text{OH}^-) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) - c(\text{CH}_3\text{COOH})$,D 正确。

【考点定位】本题考查离子浓度大小的比较,涉及单一溶液和混合溶液中离子浓度大小的比较。

6. A 【解析】当 $x = 10$ 时, Al^{3+} 过量,溶液中存在 Al^{3+} ,过量的 Al^{3+} 为 $\frac{10^{-3}}{3}$ mol,而 NH_4^+ 没有参与反应,少量水解,A 项正确,B 项错误;当 $x = 30$ 时, OH^- 过量,溶液中存在 AlO_2^- ,D 项错误;此时 $c(\text{OH}^-) > c(\text{AlO}_2^-)$,C 项错误。

7. C 【解析】此题考查了实验操作、化学反应中的能量变化、溶液的 pH 、元素化合物等知识。测定硫酸铜晶体中结晶水含量时,灼烧至固体发黑,说明部分硫酸铜分解生成了氧化铜,测定值大于理论值,A 错;氢原子转化为氢分子,形成化学键放出能量,说明 2 mol 氢原子的能量大于 1 mol H_2 ,B 错;碳酸的酸性弱于醋酸,故碳酸钠溶液的 pH 大于醋酸钠溶液,C 对;1 L 1 mol \cdot L $^{-1}$ 的溶液中含有溶质 1 mol,前者发生: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHSO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$;后者发生: $2\text{Na}_2\text{S} + 5\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaHSO}_3 + 3\text{S} \downarrow$ 。分析可知,后者大于前者,D 错。

8. C 【解析】本题考查盐类水解知识。盐类水解促进水的电离,且 Na_2CO_3 的水解程度更大,碱性更强,故水中电离出的 H^+ 个数更多,A 项正确;②中钠离子的物质的量浓度为 0.2 mol/L,而①中钠离子的物质的量浓度为 0.1 mol/L,根据物料守恒及电荷守恒可知溶液中阴离子的物质的量浓度之和:② $>$ ①,B 项正确;C 项 NaHCO_3 水解程度大于电离程度,所以 $c(\text{H}_2\text{CO}_3) > c(\text{CO}_3^{2-})$;D 项中 CO_3^{2-} 分步水解,第一步水解占主要地位且水解大于电离,D 正确。C、D 两项只要写出它们的水解及电离方程式即可判断。

9. A 【解析】由表中数据可知, H_2CO_3 的酸性大于 HClO ,则 ClO^- 的水解程度大于 HCO_3^- ,故 A 项正确,B 项错误。根据物料守恒和电荷守恒判断,C 项等式右边漏掉了 CO_3^{2-} 的浓度,D 项等式右端漏掉了 CO_3^{2-} 所带的电荷,均错误。

10. C 【解析】将稀氨水逐滴加入稀硫酸中,当溶液 $\text{pH} = 7$ 时,即 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$,则 $c(\text{NH}_4^+) = 2c(\text{SO}_4^{2-})$,A 项错。醋酸是弱酸,浓度越大,电离程度越小,当两溶液 pH 相差 1 时, $c_1 > 10c_2$,B 项错。 $\text{pH} = 11$ 的 NaOH 溶液与 $\text{pH} = 3$ 的醋酸溶液等体积混合时,醋酸过量,溶液显酸性,因此滴入石蕊试液呈红色,C 项正确。当向氨水中加入少量 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 固体时, $c(\text{NH}_4^+)$ 增大,使氨水电离平衡向逆反应方向移动, $c(\text{OH}^-)$ 减少, $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$ 增大,因此 $\frac{c(\text{OH}^-)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})}$ 减小,D 项错误。

11. C 【解析】若 HA 为强酸,按题意两溶液混合后,所得溶液中 $c(\text{A}^-) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。由图知 A^- 浓度小于 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,表明 A^- 发生水解。根据水解原理,溶液中主要微粒的浓度大小关系应为 $c(\text{Na}^+) > c(\text{A}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{HA}) > c(\text{H}^+)$,可以判断 X 表示 OH^- ,Y 表示 HA ,Z 表示 H^+ 。则 A、B、D 项错误,C 项满足物料守恒,正确。

12. D 【解析】本题以中和滴定为载体考查同学们对溶液中各离子浓度大小关系的比较方法的掌握程度。由于草酸为二元中强酸,故 HC_2O_4^- 不能完全电离产生 H^+ ,所以 $V(\text{NaOH}) = 0$ 时, $c(\text{H}^+) < 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,A 项不正确;根据电荷守恒关系有 $c(\text{H}^+) + c(\text{Na}^+) = 2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{OH}^-)$,当 $V(\text{NaOH}) = 10 \text{ mL}$ 时, NaHC_2O_4 与 NaOH 恰好完全反应,因 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 水解而呈碱性,C 项不正确;当 $V(\text{NaOH}) < 10 \text{ mL}$ 而 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ 时,由上述关系知 B 项不正确;由于 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 的水解是微弱的,故当 $V(\text{NaOH}) > 10 \text{ mL}$ 时, $c(\text{Na}^+) > c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) > c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$,D 项正确。

13. 【答案】(1)碱性 $\text{A}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA}^- + \text{OH}^-$

(2)BCD

(3) $<$ H_2A 第一步电离产生的 H^+ ,抑制了 HA^- 的电离

(4) $c(\text{Na}^+) > c(\text{HA}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{A}^{2-}) > c(\text{OH}^-)$



14. 【解析】(1)从图中可以看出,①中加铁屑的目的是得到富含 TiO^{2+} 的溶液和绿矾($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$),所以加入铁屑的目的是将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} ;同时生成的 Ti^{3+} 能还原 Fe^{3+} 为 Fe^{2+} ,故其另一个作用是防止 Fe^{2+} 被氧化成 Fe^{3+} 。
- (2)胶体的分散质微粒直径的大小在 $10^{-9} \sim 10^{-7} \text{ m}$ 之间。
- (3) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 中存在如下沉淀溶解平衡:

$$\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{OH}^{-}(\text{aq}),$$

$$K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = c(\text{Fe}^{3+}) \cdot c^3(\text{OH}^{-}) = 2.79 \times 10^{-39};$$

$$\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^{+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O},$$

$$K = \frac{c(\text{Fe}^{3+})}{c^3(\text{H}^{+})} = \frac{c(\text{Fe}^{3+}) \times c^3(\text{OH}^{-})}{c^3(\text{H}^{+}) \times c^3(\text{OH}^{-})} = \frac{K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3]}{[\text{K}_{\text{w}}(\text{H}_2\text{O})]^3} = \frac{2.79 \times 10^{-39}}{(1 \times 10^{-14})^3} = 2.79 \times 10^3.$$
- (4)先写出该反应的化学方程式: $\text{TiO}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{TiCl}_4(\text{l}) + 2\text{CO}(\text{g})$,将题给两个热化学方程式相加即得目标方程式,所以 $\Delta H = 140 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 221 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -81 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。
- (5)该反应产生废渣、废液和废气,不符合绿色化学的零排放要求。
- (6) TiCl_4 和 SiCl_4 的沸点相差较大,可以用蒸馏的方法将二者分离。
- 【答案】(1)使 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} ;生成的 Ti^{3+} 保护 Fe^{2+} 不被氧化
 (2) $10^{-9} \sim 10^{-7} \text{ m}$ (或其他合理答案)
 (3) 2.79×10^3
 (4) $\text{TiO}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{TiCl}_4(\text{l}) + 2\text{CO}(\text{g})$
 $\Delta H = -81 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 (5)产生三废(或其他合理答案)
 (6)蒸馏(或分馏或精馏)
15. 【解析】甲、乙反应生成白色沉淀和气体,且乙溶液呈碱性,甲溶液呈酸

- 性,因此乙中含有 CO_3^{2-} ,甲中含有 Al^{3+} ,二者反应生成氢氧化铝和 CO_2 ,所以乙是碳酸钠。 Ag^{+} 只能与 NO_3^{-} 结合,即一定有物质是硝酸银。丁可分别与甲、乙、丙反应生成白色沉淀,且丁的溶液是中性的,所以丁是氯化钡,则甲是硫酸铝,丙是硝酸银,因此戊是溴化铵。
- (2) NH_4^{+} 水解显酸性,离子方程式为 $\text{NH}_4^{+} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^{+}$ 。
- (3)铝离子水解显酸性, CO_3^{2-} 水解显碱性,二者相互促进,反应的离子方程式为 $2\text{Al}^{3+} + 3\text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$ 。
- (4)检验 SO_4^{2-} 要排除其他阴离子的干扰,所以要先加入盐酸,再加入氯化钡溶液,如果产生白色沉淀,则证明 SO_4^{2-} 存在。
- (5)根据题意,反应后溶液中氯离子浓度是 0.5 mol/L ,所以根据溶度积常数表达式可知,溶液中 Ag^{+} 浓度是 $\frac{1.8 \times 10^{-20}}{0.5} = 3.6 \times 10^{-20} (\text{mol/L})$ 。
- 【答案】(1) Na_2CO_3 BaCl_2
 (2) $\text{NH}_4^{+} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^{+}$
 (3) $2\text{Al}^{3+} + 3\text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$
 (4)足量的盐酸 BaCl_2 白色沉淀
 (5) $3.6 \times 10^{-20} \text{ mol/L}$
16. 【答案】(1) $\text{MnO}_2 + \text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 4\text{H}^{+} \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 2\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 (2)将烧杯中的溶液沿玻璃棒转移到 100 mL 容量瓶中,再用蒸馏水洗涤烧杯 2~3 次,洗涤液均沿玻璃棒倒入容量瓶中
 (3)B 否 当滴入最后一滴待测液时,锥形瓶中的溶液由紫红色变为无色,且半分钟不恢复
 (4)87.0%

第 9 章 电化学基础

第 1 节 原电池 化学电源

1. D 【解析】该电池所用材料都是生活中常见的,电极材料和电解质用完后可以更换,A 项正确;金属铝是原电池的负极,发生氧化反应,B 正确;在正极上发生还原反应,电极反应式为 $3\text{ClO}^{-} + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{e}^{-} \rightleftharpoons 3\text{Cl}^{-} + 6\text{OH}^{-}$,C 正确;电子只能流经导线,不能流经电解液,D 不正确。
2. A 【解析】NiMH 电池在充电过程中的总反应方程式是 $\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{M} \rightleftharpoons \text{NiOOH} + \text{MH}$,说明该电池放电时负极为 MH 放电,电极反应式为 $\text{MH} - \text{e}^{-} + \text{OH}^{-} \rightleftharpoons \text{M} + \text{H}_2\text{O}$;正极活性物质为 NiOOH,放电时的电极反应式为 $\text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{OH}^{-}$,A 项正确;充电过程中,电子从阴极(放电时为负极)进入,溶液中的阴离子则从阴极向阳极移动,B 项错误;MH 极为负极,充电过程中该电极为阴极,对应的电极反应式为 $\text{M} + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{MH} + \text{OH}^{-}$, H_2O 中的 H 是由于电解而被还原,不是 M 还原所得,C 项错误;若用氨水作为电解质溶液,则 NiOOH 会与 NH_3 反应,D 项错误。
3. B 【解析】A 中 Li-Al 在电池中作为负极材料,但该材料中的 Li 是单质,化合价为 0;该电池的负极反应为 $\text{Li} - \text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Li}^{+}$,电池反应为 $2\text{Li} + \text{FeS} \rightleftharpoons \text{Li}_2\text{S} + \text{Fe}$,故 B 正确,C 不正确;充电时,阴极上发生还原反应,电极反应为 $\text{Li}_2\text{S} + \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons 2\text{Li} + \text{FeS}$,D 不正确。
4. B 【解析】该电池为酸性电池,不可能产生 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 。总反应为 $\text{Mg} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^{+} \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。
5. A 【解析】在该电池中, O^{2-} 需要在负极与丁烷发生氧化反应,生成二氧化碳,所以 O^{2-} 流动方向应该是由正极移向负极,A 错;这个原电池的原理就是丁烷与氧气之间的氧化还原反应,B 正确;通入空气,其中的氧气发生还原反应,生成 O^{2-} ,该电极是正极,C 正确;丁烷是还原剂,失电子,D 正确。
6. 【解析】(1)负极是失电子的一极,Zn 失去的电子由负极经外电路流向正极。(2)锌与还原出来的 Cu 构成铜锌原电池而加快腐蚀,除杂的基本要求是不能引入新杂质,所以应选 Zn 将 Cu^{2+} 置换为单质而除去。(3)阴极上得电子,发生还原反应, H^{+} 得电子生成氢气。因为 $\text{MnSO}_4 \sim \text{MnO}_2 \sim 2\text{e}^{-}$,通过 2 mol 电子产生 1 mol MnO_2 ,质量为 87 g。
- 【答案】(1)Zn(或锌) 正极
 (2)锌与还原出来的 Cu 构成铜锌原电池而加快锌的腐蚀 b

- (3) $2\text{H}^{+} + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow$ 87 g
7. D 【解析】a 和 b 不连接时,铁比铜活泼,从溶液中置换出铜,A 项正确;a 和 b 连接时,形成原电池,铁做负极而溶解,铜做正极,溶液中的 Cu^{2+} 得到电子被还原成铜单质,所以 B 项正确;无论 a 和 b 是否连接,装置中都发生 $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}$ 的反应,溶液会由蓝色逐渐变为浅绿色,C 项正确;如果 a 和 b 分别连接直流电源正、负极,该装置为电解池,Cu 为阳极,Fe 为阴极,则溶液中的阳离子向阴极移动,即 Cu^{2+} 向铁电极移动,D 项不正确。
8. C 【解析】首先标化合价,看价变化, $\overset{+4}{\text{C}}\text{O}_2 \longrightarrow \overset{+2}{\text{H}}\text{C}\overset{+2}{\text{O}}\text{OOH}$, CO_2 中 C 的化合价降低,得电子;由图示装置中电子转移的方向可知催化剂 a 表面发生失电子的反应,催化剂 b 表面发生得电子的反应,所以在催化剂 b 表面发生的电极反应为 $\text{CO}_2 + 2\text{H}^{+} + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{HCOOH}$;在 a 表面 H_2O 失电子生成 O_2 ,电极反应为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^{-} \rightleftharpoons 4\text{H}^{+} + \text{O}_2 \uparrow$;由电极反应式可知 a 极附近酸性增强,b 极附近酸性减弱,C 项错误。
9. 【解析】本题以银锌碱性电池正极活性物质 Ag_2O_2 的制备、检验洗涤是否完全的实验方法、电池反应以及成分分析与相关计算为背景,试图引导同学们关注化学与社会生活,考查同学们用化学的思维方式来解决现实生活中的具体问题的能力。高三复习重视化学与社会生活问题联系,要拓展搞活学科知识。化学计算要以物质的量为基本,适当关注化学学科思想(如质量守恒、电荷守恒、极端分析等)等在化学计算中的运用。
- 【答案】(1)取少许最后一次洗涤液,滴入 1~2 滴 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液,若不出现白色浑浊,表示已洗涤完全(取少许最后一次洗涤液,滴入 1~2 滴酚酞试液,若试液不显红色,表示已洗涤完全)
 (2) $\text{Ag}_2\text{O}_2 + 2\text{Zn} + 4\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{K}_2\text{Zn}(\text{OH})_4 + 2\text{Ag}$
 (3) $n(\text{O}_2) = \frac{224.0 \text{ mL}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1000 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}} = 1.000 \times 10^{-2} \text{ mol}$ 。
- 设样品中 Ag_2O_2 的物质的量为 x , Ag_2O 的物质的量为 y 。
- $$\begin{cases} 248 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times x + 232 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times y = 2.588 \text{ g} \\ x + \frac{1}{2} y = 1.000 \times 10^{-2} \text{ mol} \end{cases}$$
- 解之得, $\begin{cases} x = 9.500 \times 10^{-3} \text{ mol}, \\ y = 1.000 \times 10^{-3} \text{ mol}. \end{cases}$

$$w(\text{Ag}_2\text{O}_2) = \frac{m(\text{Ag}_2\text{O}_2)}{m(\text{样品})} = \frac{9.500 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 248 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{2.588 \text{ g}} = 0.91$$

10. 【解析】(1) 在碱性溶液中, 甲烷燃料电池的总反应为 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$, 正极反应是 $2\text{O}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 8\text{e}^- \rightleftharpoons 8\text{OH}^-$, 负极反应是 $\text{CH}_4 - 8\text{e}^- + 10\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + 7\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) b 电极与通入甲烷的电极相连, 做阴极, 是 H^+ 放电, 生成 H_2 ; 电解氯化钠溶液的总反应方程式为 $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$ 。

(3) 根据得失电子守恒, 可得 $1 \text{ mol CH}_4 \sim 8 \text{ mol e}^- \sim 4 \text{ mol Cl}_2$, 故若每个电池甲烷通入量为 1 L (标准状况), 生成 4 L Cl_2 ; 电解池通过的电量为 $\frac{1 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 8 \times 9.65 \times 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1} = 3.45 \times 10^4 \text{ C}$ (题中虽然有两个燃料电池, 但电子的传递量只能用一个池的甲烷量计算)。

【答案】(1) $2\text{O}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 8\text{e}^- \rightleftharpoons 8\text{OH}^-$ $\text{CH}_4 - 8\text{e}^- + 10\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + 7\text{H}_2\text{O}$ (2) H_2 $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$ (3) $3.45 \times 10^4 \text{ C}$ 4

11. 【解析】KClO 作为氧化剂, 还原产物为 KCl。 $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{FeO}_4^{2-}$, 失 3e^- , $\text{ClO}^- \rightarrow \text{Cl}^-$, 得 2e^- , 根据得失电子守恒及电荷守恒可写出其离子方程式: $2\text{Fe}^{3+} + 3\text{ClO}^- + 10\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{FeO}_4^{2-} + 5\text{H}_2\text{O} + 3\text{Cl}^-$ [或 $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{ClO}^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{FeO}_4^{2-} + 5\text{H}_2\text{O} + 3\text{Cl}^-$]。在 $\text{K}_2\text{FeO}_4 - \text{Zn}$ 碱性电池中, 正极得电子被还原, 其电极反应式为 $\text{FeO}_4^{2-} + 3\text{e}^- + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 5\text{OH}^-$, 负极 Zn 被氧化, 其电极反应式为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{OH})_2$, 将两极得失电子数守恒后合并可得总反应式: $2\text{FeO}_4^{2-} + 8\text{H}_2\text{O} + 3\text{Zn} \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{Zn}(\text{OH})_2 + 4\text{OH}^-$ 。

【答案】 $2\text{Fe}^{3+} + 3\text{ClO}^- + 10\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{FeO}_4^{2-} + 5\text{H}_2\text{O} + 3\text{Cl}^-$ (或 $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{ClO}^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{FeO}_4^{2-} + 5\text{H}_2\text{O} + 3\text{Cl}^-$) $\text{FeO}_4^{2-} + 3\text{e}^- + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 5\text{OH}^-$ $2\text{FeO}_4^{2-} + 8\text{H}_2\text{O} + 3\text{Zn} \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{Zn}(\text{OH})_2 + 4\text{OH}^-$

12. 【解析】(2) 正极的电极反应式为 $x\text{S} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{S}_x^{2-}$, M 的作用: 一是导电, 二是因钠与硫易反应, 故它起到隔离作用; 钠高能电池中负极为钠, 有 23 g 钠消耗释放 1 mol e^- , 则 207 g 钠消耗时转移 $207/23 \text{ mol e}^-$, 铅蓄电池的电极反应为 $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$, 铅蓄电池中铅是负极, 207 g 铅消耗时转移 2 mol e^- , 故钠硫电池的理论放电量是铅蓄电池的 $(207/23) : 2 = 4.5$ 倍。

(3) 根据电离与水解的知识可判断: $c(\text{Na}^+) > c(\text{S}^{2-}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{HS}^-) > c(\text{H}^+)$, 加入少量固体 CuSO_4 后, 溶液中发生离子反应: $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{CuS} \downarrow$, 由于 $c(\text{S}^{2-})$ 降低, 故由 S^{2-} 水解产生的 OH^- 量减小, $c(\text{OH}^-)$ 变小, $c(\text{H}^+)$ 变大, 溶液的 pH 减小; Na_2S 溶液长期放置所发生的化学反应方程式为 $2\text{Na}_2\text{S} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{NaOH} + 2\text{S} \downarrow$, 故离子方程式为 $2\text{S}^{2-} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{OH}^- + 2\text{S} \downarrow$ 。

【答案】(1) $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa} + \text{H}_2 \uparrow$ CS_2 (或热的 NaOH 溶液)

(2) $x\text{S} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{S}_x^{2-}$ (或 $2\text{Na}^+ + x\text{S} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{S}_x$) 导电和隔离钠与硫 4.5

(3) $c(\text{Na}^+) > c(\text{S}^{2-}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{HS}^-) > c(\text{H}^+)$ 减小 $2\text{S}^{2-} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{OH}^- + 2\text{S} \downarrow$

第 2 节 电解池 金属的电化学腐蚀与防护

1. A 【解析】该混合溶液用石墨做电极电解, 阳极反应为 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$, 生成 1 mol O_2 失去 4 mol 电子, 阴极反应先为 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$, 后为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow$, 生成 1 mol H_2 得到 2 mol 电子, 而阴阳两极得失电子数相等, 故 Cu^{2+} 得 2 mol e^- 生成 1 mol 铜。由电荷守恒式: $c(\text{K}^+) + 2c(\text{Cu}^{2+}) = c(\text{NO}_3^-)$ 得, $c(\text{K}^+) = 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。电解后 $c(\text{H}^+)$ 应为 $4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

2. A 【解析】紫红色斑即 MnO_4^- 向 d 端扩散, 根据阴离子向阳极移动的原理, 可知 d 端为阳极, 即 b 为正极, a 为负极, c 为阴极; NaCl 溶液中 H^+ 放电, 产生 OH^- , c 点附近会变红色, A 正确; 电解硫酸铜溶液时, Pt 为阳极, 溶液中的 OH^- 放电: $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, Cu 为阴极, 溶液

中的 Cu^{2+} 得电子, 生成铜, 总反应式为 $2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Cu} + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{SO}_4$; Pt 电极附近生成 H^+ , 则 SO_4^{2-} 向 Pt 电极移动, B、D 不正确。随着电解的进行, Z 中溶液变为硫酸, 再电解则为电解水, 硫酸浓度增大, pH 减小, C 不正确。

3. 【解析】(2) ①用惰性电极电解 K_2SO_4 溶液, 阳极反应式为 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$, 阴极反应式为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow$, 由电子守恒可知最左边池中 H^+ 减少的物质的量与最右边池中 OH^- 减少的物质的量相等, 即减少的正、负电荷数相等, 为保证电解质溶液的电中性, 通过阴离子交换膜 SO_4^{2-} 数目是通过阳离子交换膜 K^+ 数目的一半, 即通过阴离子交换膜的离子数小于通过阳离子交换膜的离子数。

②氢氧化钾在阴极室生成 (最右边), 故氢氧化钾溶液从出口 D 导出。

③由于 H^+ 在阴极上放电, 促进水的电离产生 OH^- , 所以阴极附近溶液 pH 会增大。

④氢氧燃料电池中通 O_2 的电极为正极, 发生还原反应, 电极反应式为 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$ 。

【答案】(1) ⑤④①②③⑥

(2) ① $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ 小于 ② D ③ H^+ 放电, 促进水的电离, OH^- 浓度增大

④ $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$

4. 【解析】(1) 用惰性电极电解 AlCl_3 溶液, 起始时总反应方程式可表示为 $2\text{AlCl}_3 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2 \uparrow$, 阴极区产物为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 H_2 , 故阴极区有白色沉淀 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 生成; 随着电解的进行, AlCl_3 消耗完, 这时相当于电解水, 阴极上 H^+ 放电, 导致阴极区碱性增强, 之前生成的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 又慢慢溶解, 离子方程式可表示为 $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 本题是对混合溶液的电解, 可对 4 种离子进行重新组合, 由题意, 电解 NaCl 和 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 的混合溶液相当于电解 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ AlCl_3 溶液, 电解过程中总反应式可表示为 $2\text{AlCl}_3 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}_2 \uparrow + 3\text{Cl}_2 \uparrow$, 由此可知选项 A、D 正确。

【答案】(1) 白色沉淀逐渐溶解至消失 $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$

(2) AD

5. D 【解析】装置图中左侧电极为阳极, I^- 失去电子生成 I_2 , 右侧电极为阴极, H_2O 得到电子生成 H_2 , A、C 项正确; 分析可知, B 项正确; D 项, 如果将阴离子交换膜换为阳离子交换膜, 那么阴极产生的 OH^- 不会与 I_2 发生反应, 故电解槽内发生的总化学反应要变化, D 项错误。

6. D 【解析】本题考查原电池及电解池工作原理, 旨在考查同学们对知识的综合应用能力。断开 K_2 , 闭合 K_1 时, 装置为电解池, 两极均有气泡产生, 则反应为 $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^- + \text{Cl}_2 \uparrow$, 石墨为阳极, 铜为阴极, 因此石墨电极处产生 Cl_2 , 在铜电极处产生 H_2 , 附近产生 OH^- , 溶液变红, 故 A、B 两项均错误; 断开 K_1 , 闭合 K_2 时, 装置为原电池, 铜电极反应为 $\text{H}_2 - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$, 为负极, 而石墨电极反应为 $\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-$, 为正极, 故 C 项错误, D 项正确。

7. B 【解析】图 a 中, 铁棒发生化学腐蚀, 靠近底端的部分与氧气接触少, 腐蚀程度较轻, A 项错误; 图 b 中开关由 M 置于 N, Cu-Zn 做正极, 腐蚀速率减小, B 对; 图 c 中接通开关时 Zn 做负极, 腐蚀速率增大, 但氢气在 Pt 上放出, C 项错误; 图 d 中干电池放电时 MnO_2 发生还原反应, 体现还原性, D 项错误。

8. C 【解析】A 项, 未通电前题述镀锌装置可构成原电池, 原电池反应为吸氧腐蚀反应, 而电镀时所发生的反应为 $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}$, 它们是不同的两个反应, 故电镀过程不是该原电池的充电过程, A 错误; B 项, 电解过程中确实存在电能转化成热能的情况, 但电镀时通过的电量与析出的锌的量存在确定的关系, 与能量的转化形式无关, B 错误; C 项, 电解速率与电流强度有关, 与温度无关, C 正确; D 项, 镀锌层破损后, 能形成锌铁原电池, 铁为正极, 锌为负极, 同样起到保护铁的作用, D 错误。

9. 【解析】该题考查物质结构、元素周期律、热化学方程式的书写、电化学等基本理论知识。由已知条件首先推断 X、Y、Z、M、G 元素分别为 H、O、



Na、S、Cl。(1)Y 为第 2 周期 VIA 族元素。(2)最高价氧化物对应水化物酸性最强的是 HClO_4 ；非金属性越弱，气态氢化物还原性越强，气态氢化物还原性最强的是 H_2S 。(3)Y 的单质 O_3 ，G 的单质 Cl_2 ，Y、G 形成的 ClO_2 可做消毒剂。(4)根据燃烧热的含义，写出 H_2S 燃烧的热化学方程式，生成物应该是 SO_2 。 $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

$\Delta H = -2a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。(6) $2\text{Na} + \text{FeCl}_2 \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} \text{Fe} + 2\text{NaCl}$ ，放电时正极发生还原反应，应该是 Fe^{2+} 得电子，电极反应式为 $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Fe}$ 。充电时原电池的负极材料 Na 接电源的负极。该电池的电解质为 $\beta\text{-Al}_2\text{O}_3$ 。

【答案】(1)第 2 周期 VIA 族 (2) HClO_4 H_2S (3) O_3 、 Cl_2 、 ClO_2 (任写 2 种即可)

(4) $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -2a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(5) $\text{Na}^+[\text{:H}]^- + \text{NaH} + \text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + \text{H}_2$

(6) $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Fe}$ Na $\beta\text{-Al}_2\text{O}_3$

10. 【解析】(1)根据原子个数守恒可知，合成尿素的反应还生成 H_2O 。(2)①A 点未达到平衡，此过程中正反应速率减小，逆反应速率增大，B 点达到平衡正逆反应速率相等，对 CO_2 来说逆反应速率达到最大。

②根据反应 $2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 \xrightleftharpoons{\text{一定条件}} \text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O}$ ，可设起始时 CO_2 为 $x \text{ mol}$ ，则参加反应的 CO_2 为 $x \cdot 60\%$ mol， NH_3 为 $4x \text{ mol}$ ，转化的 CO_2 为 $60\%x$ ，则转化的 NH_3 为 $2x \cdot 60\%$ ，所以 NH_3 的转化率 = $\frac{2x \cdot 60\%}{4x} \times 100\% = 30\%$ 。

(3)①由题图中电解产物知：生成氢气的极为阴极，则 B 为负极。②阳极室中 Cl^- 失电子产生 Cl_2 。③阴极减少的 H^+ 可通过质子交换膜补充，而使溶液的 pH 不变。气体物质的量为 $\frac{13.44 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 0.6 \text{ mol}$ ，由得失电子守恒及原子个数守恒得 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \sim 3\text{Cl}_2 \sim \text{N}_2 \sim \text{CO}_2 \sim 3\text{H}_2$ ，则 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 的物质的量为 $\frac{0.6}{5} \text{ mol} = 0.12 \text{ mol}$ ，质量为 $0.12 \text{ mol} \times 60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 7.2 \text{ g}$ 。

【答案】(1) $2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 \xrightleftharpoons{\text{一定条件}} \text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O}$
 (2)①小于 ②30%
 (3)①B ② $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 3\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{N}_2 + \text{CO}_2 + 6\text{HCl}$ ③不变 7.2

第 9 章质量评估

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
C	B	B	D	A	C	B	D	A	C	A

12. 【答案】(1)①正 ② $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ ③水减少的质

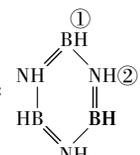
第 10 章 有机化合物

第 1 节 甲烷、乙烯、苯 煤、石油、天然气的综合利用

1. C 【解析】该烃结构中含有苯环、碳碳双键、一个甲基，旋转到一定程度所有碳原子会在同一平面上；甲烷是正四面体结构，甲烷分子中的 C 与 4 个 H 不可能在同一平面上，当 CH_4 分子中的 H 被其他原子或原子团取代时，所有原子是不可能同一直线上的，也不可能都在同一个平面上。

2. C 【解析】此题首先找出 C_5H_{12} 有三种同分异构体：正戊烷、异戊烷和新戊烷，然后用一个氯原子取代氢原子可得： $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHClCH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_2\text{ClCH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CCl}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CHClCH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ 、 $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{Cl}$ ，一共 8 种同分异构体。

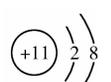
3. C 【解析】可按先后动法进行有序思维而确定：硼氮苯是平面六边

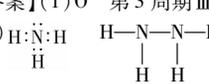
形，分子中有 2 类氢原子：。首先让氯取代硼原子上的一个氢原子(图中①)，让另一个氯原子改变位置，就有邻、间、对三种

量： $100 \text{ g} \times (1 - \frac{10.00\%}{10.47\%}) = 4.5 \text{ g}$ ，生成 O_2 的体积： $\frac{4.5 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times \frac{1}{2} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.8 \text{ L}$ ④16 ⑤碱性增大，因为相当于电解水酸性增大， OH^- 放电， H^+ 增多 不变，相当于电解水， K_2SO_4 是强碱强酸盐，浓度增加不影响溶液的酸碱性

(2)可以 CuSO_4 溶液已转变为 H_2SO_4 溶液，反应也就变为水的电解反应

13. 【答案】(1) $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$ (2)BD
 (3) $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ (4) $\text{Cu} + \text{Cl}^- - \text{e}^- = \text{CuCl} \downarrow$
 (5) CuOH 和 Cu_2O $K_{\text{sp}}(\text{CuOH}) < K_{\text{sp}}(\text{CuCl})$ ， CuCl 转化为黄色的 CuOH 沉淀， CuOH 不稳定分解生成 Cu_2O ，所以橙黄色沉淀的成分为 CuOH 和 Cu_2O 的混合物
 (6) Cu_2O 取少量样品放入试管，滴加少量稀硫酸，观察到沉淀部分溶解且溶液呈蓝色，说明沉淀成分为 Cu_2O

14. 【答案】(1) NaH 1:2
 (2) $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g})$ $\Delta H = -8Q \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 4Q \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 (3) $\text{NaH} + \text{H}^+ = \text{Na}^+ + \text{H}_2 \uparrow$ (4) $c(\text{Na}^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$
 (5)取少量溶液，加入二氧化锰，若有气泡产生证明溶液中存在 H_2O_2 (或其他合理答案)

15. 【答案】(1)O 第 3 周期 III A 族 $\text{Al} > \text{C} > \text{N} > \text{O} > \text{H}$
 (2)
 (3) $34 \text{ H}_2\text{SeO}_4$ b
 (4) $\text{Al} + 3\text{HCO}_3^- - 3\text{e}^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$ (或 $\text{Al} - 3\text{e}^- = \text{Al}^{3+}$ ， $\text{Al}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$)

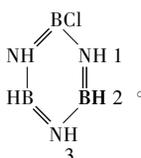
$2\text{Al}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

16. 【答案】(1) CuO 消耗 H^+ 使溶液的 pH 升高， Fe^{3+} 水解生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀 (2)负
 (3)在 B 极有无色无味气体生成，在 A 极有红色物质生成，电解质溶液的蓝色变浅

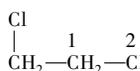
$2\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Cu} + 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$

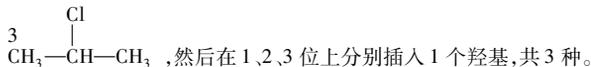
(4)ABDE C

(5) $\frac{11 \cdot 200n}{V}$

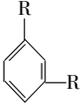
。如果两个氯原子都取代氮原子上的氢原子，又产生一种(图中 4 位置)，因此共 4 种。

4. B 【解析】相对分子质量为 94.5 的氯丙醇的分子式为 $\text{C}_3\text{H}_7\text{OCl}$ ，可以看成是 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ 中的 H 被一个 Cl 和一个羟基($-\text{OH}$)取代后的产物， $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ 有 2 类氢原子，如图 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ，然后在①②位置

上分别插入 1 个氯原子，如图 



5. A 【解析】①苯分子结构中若单、双键交替出现, 则苯的间位二元取代

物也只有一种结构 , 因此不能用以说明苯环不存在单、双键交替结构。

②如果苯环存在单、双键交替结构, 其对位二元取代物也只有一种 $\text{R}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{R}$, 所以②不可以作为证据。

③如果苯环是单、双键交替的结构, 由于碳碳单键的键长和碳碳双键的键长不等, 所以苯环就不可能是平面正六边形结构。实际上, 苯环中的碳碳键是一种介于碳碳单键和碳碳双键之间的独特的共价键。

④苯环中如存在单、双键交替的结构就存在 $\text{C}=\text{C}$, 就会使酸性 KMnO_4 溶液褪色。而实验证实苯不能使酸性 KMnO_4 溶液褪色, 这就证明苯环中不存在单、双键交替的结构。

⑤苯与 H_2 加成生成环己烷, 可说明不饱和键的存在, 不能作为判据。

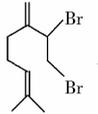
⑥苯与液溴不发生加成反应, 但可发生取代反应, 可以作为判据。

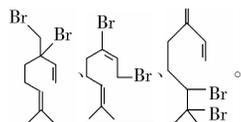
6. A 【解析】由题意可知 $n(\text{烃}):n(\text{C}):n(\text{H})=1:1.5:4$, 该烃的平均分子式为 $\text{C}_{1.5}\text{H}_4$, 这两种气态烃为 CH_4 和 C_2H_4 , 只有 A 符合。

7. D 【解析】题中苯、汽油和水的密度有差别, 其中苯和汽油密度比水小, 且能互溶, 所以分两层, 上下层液体体积比约为 2:1。

8. C 【解析】A 中乙烷只能发生取代反应; B 中乙醇既能发生取代反应, 又能使酸性 KMnO_4 溶液褪色, 但不能发生加成反应; D 中苯能发生取代反应和加成反应, 但不能使酸性 KMnO_4 溶液褪色。

9. C 【解析】 β -月桂烯中存在共轭二烯的结构, 可以发生 1, 2-加成和

1, 4-加成, 其加成产物有 4 种 (只考虑位置异构), 分别为 



10. C 【解析】本题考查乙烯的性质。乙烯的加成反应和氧化反应过程中碳碳双键断裂, A 项叙述正确; 乙烯能与溴的四氯化碳溶液和酸性高锰酸钾溶液反应, 但是乙烷不能, 故能用溴的四氯化碳溶液或酸性 KMnO_4 溶液鉴别乙烯和乙烷, B 项叙述正确; 乙烯和甲烷中氢的质量分数不同, 故相同质量的乙烯和甲烷完全燃烧后产生的水的质量不同, C 项叙述错误; 乙烯分子中含有碳碳双键, 化学性质比乙烷活泼, D 项叙述正确。

11. A

12. D 【解析】苯与浓硝酸、浓硫酸共热发生取代反应, 生成硝基苯, A 项正确; 苯乙烯 () 在合适条件下催化加氢可生成乙基环己烷 () , B 项正确; 乙烯与溴的四氯化碳溶液发生加成反应生成 1, 2-二溴乙烷 ($\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{Br}$) , C 项正确; 甲苯与氯气在光照下发生取代反应, 取代甲基上的 H, 不能生成 2, 4-二氯甲苯, D 项错误。

【误区警示】甲苯与氯气发生取代反应, 在光照下 Cl 原子取代甲基上的氢原子, 在铁粉作催化剂、加热条件下 Cl 原子取代苯环上的氢原子。

13. 【解析】I. 烷烃由 C 和 H 两种元素组成, 大球表示 C, 小球表示 H, 其通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, 所以 A、B、C 的结构简式为 CH_3CH_3 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 。

(1) A、B、C 三者的关系为碳原子数不同的烷烃, 应属同系物。

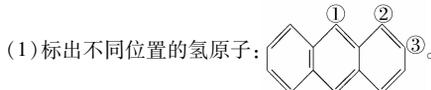
(2) C 的名称为丁烷。



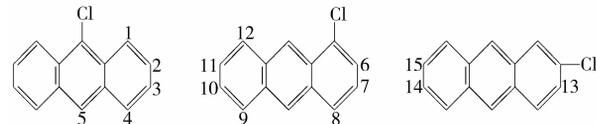
(3) 丁烷的同分异构体的结构简式为 CH_3CHCH_3 , 叫异丁烷。

II. 比例模型表示的是原子的相对大小及连接形式, 更接近分子的真实结构。

III. 萘的二氯代物种数可按先定后动法进行有序思维而确定:



(2) 分别固定一个 Cl 在①②③位, 然后让另一个 Cl 在有氢原子的位置上移动——取代氢原子:

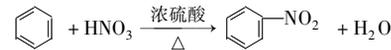


(固定一个 Cl 在①位) (固定一个 Cl 在②位) (固定一个 Cl 在③位)
注意不要重复: 固定一个 Cl 原子在①位时, 这个 Cl 已与所有位置上的 Cl 发生了组合, 所以固定 1 个 Cl 在②(或③)位时, 移动的 Cl 不要再被安排到①位(或①位和②位)上。

【答案】I. (1) 同系物 (2) C_2H_6 丁烷 (3) $\text{CH}_3\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{HCH}_3$
II. D III. 15

14. 【解析】实验室制取硝基苯是常考点, 实验中浓硫酸的作用是催化剂和脱水剂, 本实验需控制温度在 $50 \sim 60^\circ\text{C}$ 之间, 因此需水浴加热。

【答案】(1) 催化剂, 脱水剂



(2) 控制水浴温度在 $50 \sim 60^\circ\text{C}$ 左右

(3) 使试管均匀受热, 便于控制温度

(4) 使反应物蒸气冷却回流, 减少挥发

(5) 将反应后的混合物倒入水中, 再用分液漏斗分离下层硝基苯

15. 【解析】(1) 浓硫酸吸水, 可干燥混合气体。

(2) CH_4 和 Cl_2 在漫射光条件下发生反应: $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光照}} \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$;

$\text{CH}_4 + 2\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光照}} \text{CH}_2\text{Cl}_2 + 2\text{HCl}$; $\text{CH}_4 + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光照}} \text{CHCl}_3 + 3\text{HCl}$; $\text{CH}_4 +$

$4\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光照}} \text{CCl}_4 + 4\text{HCl}$ 。所以 $\frac{V(\text{Cl}_2)}{V(\text{CH}_4)} \geq 4$ 时生成的氯化氢最多, 故 $x \geq 4$ 。

(3) 过量的氯气进入 D 装置, 发生反应: $\text{Cl}_2 + 2\text{KI} = 2\text{KCl} + \text{I}_2$, 所以 D 装置可以吸收过量的 Cl_2 。

(4) E 为防倒吸装置, 烧杯中含有水, 可吸收 HCl。

(5) 盐酸与有机物不互溶, 故可用分液法; 尾气为气体, 故尾气成分是多余的 CH_4 和产物 CH_3Cl 。

【答案】(1) 干燥混合气体 (2) 大于或等于 4 (3) 吸收过量的氯气

(4) CD (5) 分液 AB

16. 【答案】(1) 该烃的摩尔质量 = $3.215 \text{ g/L} \times 22.4 \text{ L/mol} = 72 \text{ g/mol}$, 该烃的相对分子质量为 72。烃完全燃烧生成二氧化碳和水, 通入足量的浓硫酸和碱石灰, 浓硫酸增重 5.4 g, 即生成水 5.4 g, $n(\text{H}_2\text{O}) = 0.3 \text{ mol}$, $n(\text{H}) = 0.6 \text{ mol}$, $m(\text{H}) = 0.6 \text{ g}$, 故 3.6 g 该烃中碳的质量为 3 g, $n(\text{C}) = 0.25 \text{ mol}$, $n(\text{C}):n(\text{H}) = 0.25 \text{ mol}:0.6 \text{ mol} = 5:12$, 再根据该烃的相对分子质量为 72, 确定该烃的分子式为 C_5H_{12} 。

(2) 生成 CO_2 0.25 mol, 质量为 11 g, 通过碱石灰增重 11 g。

(3) 该烃有 3 种同分异构体, 一氯代物只有一种的为 $\text{C}(\text{CH}_3)_4$ 。

第 2 节 乙醇 乙酸 基本营养物质 合成高分子

1. C 【解析】选项 A 中油脂是小分子; 选项 B 中制取乙酸乙酯需要浓硫酸做催化剂; 选项 D 中苯能与氢气发生加成反应。

2. A 【解析】己烯和溴发生加成反应, 生成的有机物能溶于苯, 无法除去。

3. B 【解析】①为加成反应, ②为消去反应, ③为酯化反应, 属于取代反应, ④为苯的硝化反应, 也是取代反应。

4. A 【解析】甲烷与 Cl_2 发生取代反应生成气体 CH_3Cl 、 HCl 和液体 CH_2Cl_2 、 CHCl_3 、 CCl_4 ; 液化石油气主要是 $\text{C}_1 \sim \text{C}_4$ 的烃类, 而天然气的主要成分是甲烷; 苯使溴水层变为无色是因苯萃取了溴的缘故而非加成反应; 煤干馏可得煤焦油, 而不是煤油, 乙烯不能从石油中分馏得到。



5. B 【解析】两个氯原子在同一个碳原子上有 2 种情况： $\text{CHCl}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CCl}_2\text{CH}_3$ ；不在同一个碳原子上有 2 种情况： $\text{CH}_2\text{ClCHClCH}_3$ 、 $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ 。共有 4 种。

6. A 【解析】由球棍模型可知该分子的结构简式为 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_3$ ，其分子式为 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ ，属于酯；在酸性条件下水解生成丙酸；酯中的碳氧双键不能与 H_2 发生加成反应。

7. B 【解析】B 项，油脂虽然相对分子质量比较大，但它不属于高分子化合物，故 B 错误。只有相对分子质量大于 10 000 时，才称得上为高分子化合物。

8. C 【解析】由于反应中 H_2SO_4 仅起催化作用，故反应后体系中的 H_2SO_4 需用 NaOH 溶液中和。淀粉的检验需用碘水（变蓝色）。葡萄糖的检验需用银氨溶液或新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬液。即试剂组合为①②④或①③④。

9. C 【解析】根据酯化反应的断键规律，该反应的化学方程式为 $\text{CH}_3-\overset{18\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_3-\overset{18\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2^{18}\text{O}$ 。故 C 选项正确。

10. D 【解析】

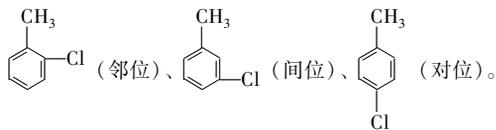
1 mol 下述物质	与足量 Na 反应放出 H_2 的量 (mol)	与足量 NaHCO_3 反应放出 CO_2 的量 (mol)
①	1	1
②	1	2
③	0.5	1
④	1.5	2
⑤	1	0

11. C 【解析】由于乙酸和乙醇都容易挥发，所以得到的乙酸乙酯中一定混有乙酸和乙醇杂质；酯化反应用浓硫酸做催化剂加快反应速率，同时浓硫酸还可以吸收产生的水，使平衡正向移动，提高反应物的转化率；由于乙酸乙酯密度比水小，所以上层是含有乙酸、乙醇的乙酸乙酯溶液层，中层是石蕊溶液层，下层是显碱性的饱和碳酸钠溶液层，从上到下液体分层的颜色依次是红、紫、蓝。

12. A 【解析】A 项，根据键线式的特点和碳原子的四价理论知，该化合物的分子式是 $\text{C}_{17}\text{H}_{20}\text{N}_4\text{O}_6$ ，故 A 错误；B 项，由结构式可知该化合物分子中含有肽键，因此可以发生水解反应，由已知条件可知水解产物有碳酸即水和二氧化碳，故 B 正确；C 项，由结构式可知该化合物中含有肽键，因此可以发生水解反应，由已知条件可知水解产物有氨气生成，故 C 正确；D 项，因为该化合物中含有醇羟基，因此可以发生酯化反应，故 D 正确。

13. A 【解析】香叶醇中含有碳碳双键，能与溴发生加成反应，使溴的四氯化碳溶液褪色，B 错误。碳碳双键和 $-\text{CH}_2\text{OH}$ 都能被酸性高锰酸钾溶液氧化，从而使溶液的紫红色退去，故 C 错误。香叶醇在一定条件下能与卤素单质、乙酸等发生取代反应，故 D 错误。

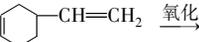
14. 【解析】(1)  和  结构相似，都含苯环，且组成上相差一个“ CH_2 ”原子团，故互为同系物。
(2) 甲苯的分子式为 C_7H_8 ，碳的含量高，故燃烧时火焰明亮，冒浓烟；1 mol C_7H_8 完全燃烧消耗 O_2 为 $7 + 8/4 = 9$ (mol)。
(3) 甲苯苯环上的一氯代物有 3 种：

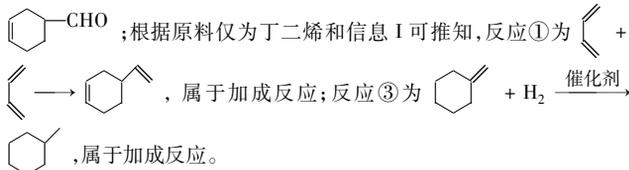


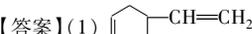
(4) 由题意知甲苯可使酸性高锰酸钾溶液褪色而苯不能，故可用酸性 KMnO_4 溶液区分二者。

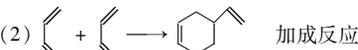
【答案】(1) D (2) 火焰明亮，冒浓烟 9 mol (3) 3

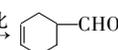
(4) 取无色液体，加入酸性高锰酸钾溶液，振荡后若紫色消失，则该液体为甲苯，若紫色不消失，则该液体为苯

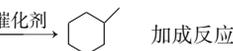
15. 【解析】根据信息 II 可知 A 为，反应②为  氧化

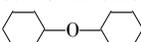


【答案】(1) 

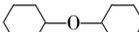
(2)  加成反应

 $\xrightarrow{\text{氧化}}$ 

 + $\text{H}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}}$  加成反应

16. 【解析】(1) 装置 b 为直形冷凝管。(2) 碎瓷片的存在可防止在加热过程中产生暴沸现象；补加碎瓷片时需要待已加热的试液冷却后再加入。(3) 加热过程中，环己醇除可发生消去反应生成环己烯外，还可发生取代反应生成二环己醚()。(4) 由于分液漏斗有活塞开关，故使用前需要检查是否漏液；分液过程中，由于环己烯的密度比水的密度小，故应该从分液漏斗的上口倒出。(5) 无水 CaCl_2 用于吸收产物中少量的水等。(6) 观察题目提供的实验装置图知蒸馏过程中不可能用到吸滤瓶及球形冷凝管。(7) 环己醇为 0.2 mol，理论上可得到 0.2 mol 环己烯，其质量为 16.4 g，故产率为 $\frac{10\text{ g}}{16.4\text{ g}} \times 100\% = 61\%$ 。

【答案】(1) 直形冷凝管 (2) 防止暴沸 B

(3)  (4) 检漏 上口倒出

(5) 干燥(或除水除醇) (6) CD (7) C

【知识归纳】凡是由几个部件构成的度量仪器(如容量瓶、滴定管、分液漏斗等)，使用前均应检查其是否漏水。

17. 【解析】根据信息先推断出 B、C、D 的结构简式，再综合分析，得出答案。(1) B 为 $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ ，是 $\text{CH}=\text{CH}$ 和 HCl 发生加成反应的产物，即反应①为加成反应，反应②是由 C、D 形成高分子化合物的反应，属于加聚反应。

(2) 由后一产物的结构简式可逆推它的两种单体，C 为 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CN}$

为 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{OOCCH}_3$ 。

(3) 由 B 制 PVC 的化学方程式为 $n\text{CH}_2=\text{CHCl} \xrightarrow{\text{引发剂}} \text{[-CH}_2-\text{CHCl-]}_n$ 。

【答案】(1) 加成反应 加聚反应 (2) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CN}$

$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{OOCCH}_3$ (3) $n\text{CH}_2=\text{CHCl} \xrightarrow{\text{引发剂}} \text{[-CH}_2-\text{CHCl-]}_n$

第 11 章 化学实验基础

第 1 节 化学实验的常用仪器和基本操作

1. A 【解析】钠保存在煤油中，可以防止与空气中的水、氧气发生反应；液溴密封保存是因为极易挥发；浓硝酸在实验室里应保存在棕色细口瓶中；烧碱应存放在带橡胶塞的玻璃瓶中，防止腐蚀磨口使之黏结。故 B、C、D 不正确。

2. C 【解析】钠的密度比水小，四氯化碳的密度比水大，所以钠不能用四氯化碳保存，①错误；见光易分解的试剂应放在棕色瓶中，②错误；氯水

腐蚀橡胶，⑤错误；固体应保存在广口瓶中，⑥错误。

3. C 【解析】①反应器中液体倒吸是因为反应器内气压与外界大气压存在较高的压强差所致，松开试管上的橡胶塞使内外大气压相等，倒吸现象就会停止；②点燃可燃性气体之前必须先验纯，但不能用排空气法收集气体，因为排空气法收集的气体中一定混有空气；③实验结束后将废液根据情况回收或倒入废液缸，进行统一处理，不能直接倒入下水道，以免污染环境或腐蚀下水道；④给液体加热时要防止暴沸，使液体均匀受

- 热;⑤氯气有毒,污染空气,必须处理;⑥浓硫酸稀释时要将浓硫酸注入水中,并不断搅拌;⑦泡沫灭火器因有水喷出,不能用来扑灭钠着火。
4. C 【解析】普通漏斗用于过滤;分液漏斗用于分液;蒸馏烧瓶用于蒸馏(或分馏)以分离沸点不同的液体物质。
5. B 【解析】对实验室进行溶液蒸发时,一般先放置酒精灯;根据酒精灯的高度固定铁圈,放置蒸发皿;加热搅拌;停止加热,余热蒸干。
6. C 【解析】A项,不能用燃着的酒精灯点燃另一个酒精灯,容易失火;B项,托盘天平不能称出 10.05 g 固体,其精确度为 0.1 g;D项,量取 9.5 mL 液体时应该用 10 mL 的量筒,100 mL 规格的量筒误差太大。
7. D 【解析】给盛有液体的烧瓶加热时,需要加碎瓷片或沸石以防暴沸,A 正确;开窗通风以减小可燃性气体的浓度,防爆炸,B 正确;灯内酒精量过多,易造成灯内酒精被引燃,可能出现灯内发生剧烈燃烧而爆炸,C 正确;NaOH 具有强腐蚀性,会造成二次伤害,D 错误。
8. D 【解析】过氧化钠与水反应得到 NaOH,溶液浓度不是 2 mol/L,且过氧化钠的价格高,选项 A 错误;量筒或容量瓶不能用来溶解物质,选项 B、C 都错误;选项 D 的浓度约为 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,正确。
9. B 【解析】氢氧化钠溶液能吸收二氧化碳,但洗气瓶进气管和出气管装反,选项 A 错误;选项 B 正确;不能把水注入到浓硫酸中,且不能在量筒中稀释溶液,选项 C 错误;胶头滴管不能插入到试管内部,选项 D 错误。
10. A 【解析】为防止 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 被氧化,制备时用胶头滴管插入液面以下,将 NaOH 溶液滴入 FeSO_4 溶液中;制备氢气时,为防止氢气逸出,长颈漏斗的下端管口插入液面以下;分馏石油时测量温度所用的温度计应在支管口附近;为防止氯气逸出,输送氯气的导气管插入液面以下;氨气极易溶于水,吸收氨气时导气管不能插入液面以下;向试管中滴加溶液时,胶头滴管一般不能插入试管中。
11. D 【解析】蒸发浓缩需要酒精灯,A 项错误;过滤需要漏斗,B 项错误;称量 NaCl 固体需要托盘天平,C 项错误。
12. 【解析】(1)对装置 A,可使试管受热造成体积膨胀而观察;对装置 B,一般通过在关闭弹簧夹后加液形成一段液柱进行观察确定。
(2)装置 C 后由于有不少连续装置,空间较大,用手掌紧贴烧瓶外壁产生的微弱热量不足以产生明显现象,此时可通过提高温度(微热)的方法检查装置气密性。
【答案】(1)对装置 A:将导管的出口浸入水槽的水中,手握住试管,有气泡从导管口逸出,放开手后,有少量水进入导管,且水柱保持一段时间不变,说明装置不漏气;对装置 B:塞紧橡皮塞,夹紧弹簧夹后,从长颈漏斗注入一定量的水,使长颈漏斗内的水面高于试管内的水面,停止加水后,长颈漏斗中与试管中液面差保持不变,说明装置不漏气
(2)反应前点燃酒精灯,加热烧瓶一小会儿。在盛放品红溶液、澄清石灰水、酸性 KMnO_4 溶液的试剂瓶中出现气泡,停止加热后,浸没在溶液中的导管中上升一段水柱,且水柱保持一段时间不变,证明该装置不漏气
13. 【解析】A 装置可以形成气压差;B 装置分液漏斗和烧瓶间有橡皮管相连,使分液漏斗上方和烧瓶上方的压强相同,不能形成气压差;检验 C 装置气密性的方法很多,如①打开分液漏斗的活塞向烧瓶中加水,观察注射器活塞是否变化;②关闭分液漏斗的活塞,微热烧瓶,观察注射器活塞是否变化;③关闭分液漏斗的活塞,向外拉注射器的活塞,松开后观察注射器活塞是否回到原来的位置。比较发现方法③最简单。
【答案】(1)不漏气 长颈漏斗内的水面高出试管内的水面,说明加水后试管内压强增大,此装置不漏气
(2)无法确定 分液漏斗和烧瓶间有橡皮管相连,使分液漏斗上方和烧瓶上方的压强相同,无论是否漏气,液体都能顺利滴入烧瓶
(3)关闭分液漏斗的活塞,向外拉注射器的活塞,松开后观察注射器活塞是否回到原来的位置(合理即可)
14. 【解析】(1)配制一定物质的量浓度的 KMnO_4 溶液需要的仪器有托盘天平(砝码)、药匙、量筒、200 mL 容量瓶、烧杯、玻璃棒、胶头滴管。滴定时 FeSO_4 溶液放在锥形瓶中, KMnO_4 溶液放在酸式滴定管中,据滴定终点颜色变成紫色,停止滴定。
(2)过滤时,需要的玻璃仪器有烧杯、漏斗、玻璃棒;从 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的悬浊液到最后的称量,需过滤、洗涤、灼烧、冷却、称量。
【答案】(1)①200 mL 容量瓶 烧杯 玻璃棒 胶头滴管 量筒

- ②锥形瓶 酸式滴定管 紫
(2)①烧杯、漏斗、玻璃棒 ②ABFE
15. 【解析】从题给装置图分析制备氢化钙的原料是氢气和金属钙,制备出的氢气需要先净化——HCl 气体用 NaOH 溶液吸收,再干燥——选择浓硫酸,盛有无水 CaCl_2 的干燥管连接在装有钙的大玻璃管上,防止外界的水蒸气干扰实验。
(1)按气流方向的连接顺序为 $i \rightarrow e, f \rightarrow d, c \rightarrow j$ (或 k), k (或 j) $\rightarrow a$ 。
(2)氢气易燃烧,反应开始后应先检验其纯度,再加热钙进行反应。反应结束时应先停止加热,此时要保证继续通氢气,防止倒吸入空气,影响氢化钙的纯度,充分冷却后再关闭活塞停止通氢气。所以顺序是 BADC。
(3)①氢化钙中氢元素为 -1 价,发生氧化还原反应: $\text{CaH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2 \uparrow$ 。②活泼金属 Ca 与水反应也生成氢气和氢氧化钙,产生类似的现象。
(4)两者的不同之处在于氢化钙中含有氢元素,区分它们需在干燥环境中,与氧气在加热条件下反应,将生成的气体通入盛有无水硫酸铜的干燥管中,观察产生的现象。
(5)氢化钙为固体,携带方便。
【答案】(1) $i \rightarrow e, f \rightarrow d, c \rightarrow j$ (或 k), k (或 j) $\rightarrow a$
(2)BADC
(3)① $\text{CaH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2 \uparrow$ ②金属钙与水反应也有类似现象
(4)取适量固体,在加热条件下与干燥的氧气反应,将反应气体产物通过装有无水硫酸铜的干燥管,若观察到干燥管内固体由白色变为蓝色,说明该固体为氢化钙;若观察不到干燥管内固体由白色变为蓝色,则说明所取固体为钙
(5)氢化钙是固体,便于携带

第2节 物质的检验、分离和提纯

1. B 【解析】加热使碳酸氢钠分解成碳酸钠,引入新的杂质,A 选项错误;双氧水具有氧化性可把 FeCl_2 氧化成 FeCl_3 ,且不引入新的杂质,B 项正确;浓硫酸沾在皮肤上应先用大量水冲洗,再用 NaHCO_3 溶液冲洗,NaOH 溶液有强腐蚀性,所以 C 错误;D 中配制溶液约 216 mL,用 250 mL 烧杯太小,一般配制溶液所选的容量约为所配制溶液体积的 2 倍,所以 D 错误。
2. B 【解析】 FeCl_3 与铁粉反应生成 FeCl_2 ,A 正确;B 选项中除去了 Ag^+ ,引入了 Cl^- ,错误;碘易溶于四氯化碳且水与四氯化碳互不相溶,C 项正确; KNO_3 溶液中含有 NaCl,加热蒸发得浓溶液后,降温, KNO_3 的溶解度随温度变化大,析出,属于降温结晶,选项 D 正确。
3. B 【解析】加入的过量氯化钡要用碳酸钠除去,应先加入过量氯化钡,再加入过量碳酸钠,过滤,滤液中加适量盐酸后加热,A 错误;氯化银和硫化银都难溶,但溶解度氯化银大于硫化银,在氯化银沉淀中滴加 Na_2S 溶液,沉淀颜色由白色变成黑色,选项 B 正确;物质分离是把物质分开,并恢复原来的状态,乙醇和乙酸的混合液中加入氢氧化钠,蒸馏得到乙醇和乙酸钠,在乙酸钠中再加入硫酸,得到乙酸,选项 C 错误;酒精与水互溶,不能做萃取剂,应选苯或四氯化碳做萃取剂,选项 D 错误。
4. C 【解析】选项 A 中若含有 Ag^+ 或 SO_3^{2-} 也有此现象,A 项错误;B 选项中还可能含有 HSO_3^- 和 HCO_3^- ;亚硫酸钠部分氧化成硫酸钠,加入盐酸产生气体,加入氯化钡产生沉淀,C 选项正确; Cl_2 、 Br_2 、 O_3 等都能使湿润的淀粉-KI 试纸变蓝,D 项错误。
5. C 【解析】选项 A 中加入稀硝酸可把 SO_3^{2-} 氧化成 SO_4^{2-} 或溶液中含有 Ag^+ ,均会产生白色沉淀,错误;选项 B 中不能排除 HSO_3^- 的干扰,错误;C 项正确;D 选项中不能排除 SO_3^{2-} 的干扰。
6. C 【解析】检验溶液中有无 NH_4^+ 应用浓 NaOH 溶液和红色石蕊试纸,选项 A 错误;测定某溶液的 pH,不能用蒸馏水润湿 pH 试纸,选项 B 错误;NaNO₃、Al(NO₃)₃ 和 Mg(NO₃)₂ 溶液中分别滴加 NaOH 溶液至过量,无现象的是 NaNO₃,先有沉淀生成后沉淀又溶解的是 Al(NO₃)₃,沉淀不溶解的是 Mg(NO₃)₂,C 正确;分离硝酸钾和氯化钠的混合物(物质的量比为 1:1),KNO₃ 溶解度随温度变化大,NaCl 溶解度随温度变化小,应在高温下配制饱和溶液,降至低温,主要析出 KNO₃,应选用降温



- 结晶法分离,经过多次结晶,才能完全分离 KNO_3 和 NaCl ,选项 D 错误。
7. B 【解析】加入氢氧化钠除去氯化铁的同时, OH^- 也与 NH_4^+ 反应,且引入钠离子很难除去,选项 A 错误; CO_2 可与 NaOH 反应,能被 NaOH 吸收除去,选项 B 正确; H_2 和 O_2 混合气体通过炽热的 CuO ,反应后 O_2 中会带入 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$,而且混合气体加热时易爆炸,选项 C 错误;浓硫酸具有氧化性,除水的同时把硫化氢也氧化了,选项 D 错误。
8. C 【解析】A 中可先利用 FeCl_3 鉴别出 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ [产生 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 红褐色沉淀] 和 KSCN (产生红色溶液),然后再利用 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 鉴别出 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ (产生白色沉淀),最后一种为 NaCl ,故能鉴别;B 中可利用将 H_2SO_4 分别加入四种溶液中,产生无色无味气体的为 NaHCO_3 ,产生白色沉淀的为 Na_2SiO_3 ,产生刺激性气味气体的为 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$,余下的为 NaNO_3 ,故能鉴别;D 中可利用将 KOH 分别逐滴加入四种溶液中,产生蓝色沉淀的为 CuSO_4 ,先产生白色沉淀后又溶解的为 AlCl_3 ,加热有刺激性气味气体产生的为 $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$,余下的为 NaBr ,故能鉴别。
9. A 【解析】由实验步骤(1)该溶液的 pH 大于 7,说明含有强碱弱酸盐,一定有①⑤,无② Ba^{2+} ;由(2)可知一定有④ Br^- ; (3)说明生成硫酸钡沉淀,⑤ SO_3^{2-} 也可被氧化成硫酸根,无法判断;因(2)加入氯水,故(4)无法证明原溶液中是否含有③ Cl^- 。
10. C 【解析】A 项,乙醇与水互溶,不能做碘水的萃取剂;B 项,新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液与多元醇反应可使溶液变为绛蓝色,可用来检验甘油;C 项,纸层析实验中,滤纸上的试样点不能浸入展开剂中;D 项正确。
11. D 【解析】乙醇与水互溶,不能做萃取剂,A 错误。乙酸乙酯与乙醇互溶,不能用分液的方法分离,B 错误。除去硝酸钾中的氯化钠可用重结晶的方法,是由于氯化钠在水中的溶解度受温度变化的影响较小,故 C 错误。乙醚和丁醇互溶,但沸点相差较大,可用蒸馏的方法进行分离,D 正确。
- 【技巧点拨】解答物质的分离和提纯方面的试题,首先要迅速联想物质的性质(例如熔点、沸点、溶解性等),然后根据物质的性质选择合适的方法。
12. 【解析】D 为蓝色溶液,则 D 为铜盐即 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 CuSO_4 之一;由④得 D 为硫酸盐,所以 D 为 CuSO_4 ;由②将 E 溶液滴入到 C 溶液中先出现白色沉淀,继续滴加,沉淀溶解,即铝盐与强碱反应,又由③得 C 为钾盐、由④得 C 为硫酸盐,所以 C 为 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$,且 E 为 NaOH 。由④得 A 为 NaHCO_3 。由③⑤得 B 为 KNO_3 。
- 【答案】(1) KNO_3 CuSO_4 (2) Na_2CO_3
 $(3) 2\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$
13. 【解析】除去粗盐中的杂质,实际上就是除去镁离子(用氢氧化钠)、钙离子(用碳酸钠)、硫酸根离子(用氯化钡),多余的钡离子用碳酸钠除去,故氯化钡加在碳酸钠之前;沉淀一块过滤除去,滤液中多余的氢氧根离子和碳酸根离子用盐酸除去。过滤时用到的主要仪器有:漏斗、玻璃棒、烧杯、铁架台等,题目中要求玻璃仪器,填前三种。
- 【答案】(1) 溶解 BaCl_2
 (2) Na_2CO_3 $\text{CO}_3^{2-} + \text{Ca}^{2+} = \text{CaCO}_3 \downarrow$, $\text{CO}_3^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaCO}_3 \downarrow$
 (3) 漏斗、玻璃棒、烧杯 (4) 有影响
14. 【解析】沉淀反应必须在溶液中进行,以便充分反应,并使杂质完全沉淀,所以首先应当将固体配制成溶液。除去 SO_4^{2-} 、 Mg^{2+} 的方法一般是使它们分别形成 BaSO_4 和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀,所以需要加入稍过量的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 和 KOH 溶液,过量的 Ba^{2+} 可用 K_2CO_3 溶液除去,因此实验时必须先加入 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液,后加入 K_2CO_3 溶液,同时要注意不可加入 BaCl_2 、 Na_2CO_3 和 NaOH 溶液进行除杂,也不可稀盐酸调节溶液的 pH,否则会引进 Na^+ 和 Cl^- 杂质。
- 【答案】(1) 加水溶解
 (2) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 、 K_2CO_3 、 KOH 或 KOH 、 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 、 K_2CO_3 或 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 、 KOH 、 K_2CO_3
 (3) 静置,在上层澄清溶液中再加入少量 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液,若不变浑浊,表明 SO_4^{2-} 已除尽
 (4) 不需要 几个沉淀反应互不干扰,因此最后只过滤一次,可减少操作程序
 (5) 不严密,因为加入盐酸调节溶液的 pH 会引进 Cl^- ,应加入稀硝酸

15. 【解析】铁与浓硫酸加热时,产生的金属离子可能有 Fe^{2+} (铁过量)、 Fe^{3+} ,产生的气体可能有 H_2 (铁过量)、 SO_2 。 Fe^{2+} 可以使酸性 KMnO_4 溶液褪色, Fe^{3+} 具有氧化性,可把 I^- 氧化成 I_2 使淀粉-KI 溶液变为蓝色; SO_2 可以使酸性 KMnO_4 溶液褪色,并被其吸收。
- 【答案】【提出猜想】II. SO_2 和 H_2
 溶液紫红色退去 含有 Fe^{2+} (或溶液紫红色不退去,不含 Fe^{2+})
 另取少量所得溶液,滴加淀粉-KI 溶液 溶液变为蓝色
 甲中酸性 KMnO_4 溶液褪色,乙中酸性 KMnO_4 溶液颜色不变,试管中收集到气体
- 【问题讨论】不正确,若溶液中含有 Fe^{3+} ,则无法检验溶液中是否含有 Fe^{2+}
16. 【解析】最开始加的氧化剂将 Br^- 氧化生成 Br_2 ,由加入 CCl_4 可知,是用萃取剂萃取 Br_2 ,所以操作①是萃取;将 CCl_4 层和水层分开的过程叫做分液;利用蒸馏(操作③)从溴的 CCl_4 溶液中分离得到 CCl_4 和液溴。由溶解度图像知,将得到的溶液进行蒸发浓缩至 90°C 后进行结晶,将固液不相溶的物质进行分离的操作叫过滤,此时所用的玻璃仪器有玻璃棒、烧杯、漏斗;在 90°C 时得到的固体 A 为 MgSO_4 ,而 30°C 时得到的固体 B 为 KCl ,所以应用冷水洗涤固体 B 才可以得到较纯净的氯化钾。在减压条件下进行过滤,可使过滤的速度加快。
- 【答案】(1) 萃取 分液 蒸馏 玻璃棒、漏斗、烧杯
 (2) 冷水 B
 (3) 快速过滤

第 3 节 物质的制备

1. C 【解析】选项 A 中进气和出气方向错误;不能把水注入浓硫酸中,不能在量筒中进行稀释,选项 B 错误;氢氧化钠具有腐蚀性,不能放在纸片上称量,应放在小烧杯中,D 项错误。
2. A 【解析】二氧化氮气体能与水反应,不能用排水法收集,B 错误;二氧化锰只能与浓盐酸在加热条件下反应,C 错误;固体加热时试管口应略向下倾斜,D 错误。
3. D 【解析】干燥剂是固态的,同时尾气吸收使用倒置的漏斗,说明该气体极易溶于水;此外由图中集气瓶进、出气导管的长短分析,该气体密度应小于空气密度。
4. A 【解析】酸式滴定管是精确量器,可量取 25.00 mL KMnO_4 溶液,A 正确;用量筒不能量取 5.00 mL 盐酸,因其精确度最高为 0.1 mL ,B 不正确;苯密度比水小,萃取溴水中的溴时,苯层在上层,应从分液漏斗上口倒出,C 不正确;实验室制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体时,加热时间不能过长,否则会使胶体聚沉,D 不正确。
5. D 【解析】滴定管和移液管残留有水会稀释液体,须干燥或润洗后方可使用,A 正确;利用 SO_2 的还原性,用酸性 KMnO_4 溶液除去,并用浓硫酸除去带出来的水蒸气,B 正确; NaOH 和 MgSO_4 发生复分解反应生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀,故 C 正确;加热蒸干 MgCl_2 溶液,因 MgCl_2 易水解,最终得到 $\text{Mg}(\text{OH})_2$,故 D 不正确。
6. D 【解析】A 项,NO 不能用排空气法收集;B 项, NO_2 不是无色气体;C 项,制取 CO_2 不能用稀硫酸;D 项正确。
7. B 【解析】A、C 生成氮氧化物,浪费原料且污染环境;D 项生成二氧化硫、 BaSO_4 ,浪费原料且污染环境。
8. C 【解析】A 选项 SO_2 能与碱性物质反应,不能用碱石灰干燥;B 选项氧气比空气密度大,应用向上排空气法收集,且应在制取装置的试管中塞一团棉花;C 选项向右拉针筒活塞,装置内气压减小,长颈漏斗管中液面下降,正确;D 选项乙醇和乙酸互溶,不能用分液法分离。
9. B 【解析】制取 NO 和 H_2 都可用固体与液体反应不加热得到,但收集 H_2 不能用向上排空气法,收集 NO 不能用排空气法,A 错误。利用浓盐酸与 KMnO_4 反应得到氯气可证明氧化性 $\text{KMnO}_4 > \text{Cl}_2$,多余的 Cl_2 可用 NaOH 溶液吸收,B 正确。洗涤沉淀时,不能用玻璃棒在漏斗中搅拌,防止玻璃棒戳破滤纸,C 错误。 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体可透过滤纸,不能用过滤法提纯精制,除去胶体中的电解质应使用渗析法,D 错误。
10. A 【解析】 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 和 H_2O 能够以任意比互溶,不能用分液漏斗分离。
11. D 【解析】B 中蓝色溶液褪色,说明 SO_2 的还原性大于 I^- ,选项 A 正确; NaOH 溶液吸收 SO_2 尾气,防止污染空气,选项 B 正确;若 A 中发生

了氧化还原反应,SO₂被氧化生成硫酸,FeCl₃被还原成FeCl₂,检验硫酸根加入用稀盐酸酸化的BaCl₂,产生白色沉淀,C正确;选项D欲用酸性KMnO₄溶液检验FeCl₂,但是SO₂也能与酸性KMnO₄溶液反应,紫红色退去,D项错误。

12. D 【解析】检查装置气密性要形成一密闭体系,且现象明显。
13. 【解析】(1)用排空气法收集气体要注意气体的密度和性质。由于H₂、CH₄、NH₃的密度比空气小,不与空气发生反应,可用向下排空气法来收集,结合本题干燥烧瓶导气管的位置特征,H₂、CH₄、NH₃应从A口进气,把空气从B口赶出。Cl₂、HCl、H₂S、SO₂气体的密度比空气大,与空气不发生反应,应从B口进气,将空气从A口赶出。NO能与空气中的O₂反应,不能用排空气法收集。
- (2)对于难溶于水且不与水反应的气体可用排水集气法收集;可以用来收集、测量的气体有H₂、CH₄、NO。
- (3)当烧瓶中装有某种溶液时,被净化、干燥的气体应从B口进入。

【答案】(1)H₂、CH₄、NH₃ Cl₂、HCl、H₂S、SO₂

(2)H₂、CH₄、NO (3)B

14. 【解析】(1)该制备氯气的原理是固液加热,应选择b装置;(2)洗气瓶C中的Na₂SO₃若被氧化,就会含有硫酸根离子,检验硫酸根离子可加入稀盐酸和氯化钡溶液,看是否产生沉淀;(3)Cl₂+HCO₃⁻====CO₂+Cl⁻+HClO。(4)氯气有毒,不能直接排放到空气中,缺少尾气吸收装置。(5)漂白粉加入过量的KI溶液和过量的H₂SO₄溶液,发生反应ClO⁻+2I⁻+2H⁺====I₂+Cl⁻+H₂O,结合2Na₂S₂O₃+I₂====Na₂S₄O₆+2NaI可得:Ca(ClO)₂~4Na₂S₂O₃,250 mL溶液中Ca(ClO)₂的物质的量为:

0.02 L×0.1 mol/L÷4×10=0.005 mol,漂白粉2.0 g中Ca(ClO)₂的质量分数为35.75%。

【答案】(1)b (2)取C中溶液少量,加入稀盐酸和氯化钡溶液,看是否产生沉淀

(3)Cl₂+HCO₃⁻====CO₂+Cl⁻+HClO

(4)增加尾气吸收装置 (5)35.75%

15. 【解析】该实验是考查气体制取和探究气体性质的实验。A中生成的是Cl₂,D中锥形瓶中加一小试管可以减少液体的用量,同时对长颈漏斗形成液封。若D中用生石灰和浓氨水作用会生成NH₃,NH₃与Cl₂在C中发生反应生成NH₄Cl,产生白烟;若D中用浓硫酸和Na₂SO₃固体粉末反应,生成SO₂,在C中Cl₂、SO₂、BaCl₂溶液发生反应,有BaSO₄生成。该装置缺少尾气处理装置,会对空气产生污染。

【答案】(1)关闭止水夹K,打开分液漏斗活塞,经分液漏斗向蒸馏烧瓶中加水,稍后若水不能加入,说明A的气密性良好(或向B中加适量水,将A的导管出口浸入水中,关闭分液漏斗活塞,用酒精灯给蒸馏烧瓶微热,若B中导管出口有气泡逸出,熄灭酒精灯后,导管内有高出液面的水柱,一段时间不下降,说明气密性良好)

(2)蒸馏烧瓶 减少液体用量并形成液封,防止气体逸出

(3)浓氨水 3Cl₂+8NH₃====6NH₄Cl+N₂(分步写化学方程式也可)

(4)Cl₂+SO₂+Ba²⁺+2H₂O====2Cl⁻+BaSO₄↓+4H⁺(分步写离子方程式也可)

(5)在C管口外接尾气处理装置,防止污染空气

16. 【解析】(1)先通过A装置除去二氧化碳气体,通过C装置检验二氧化碳气体是否除尽,通过B装置浓硫酸干燥,通过E装置用一氧化碳还原氧化铜,再一次通过装置C检验氧化产物二氧化碳,最后进行尾气处理,用酒精灯点燃。

(2)关闭a活塞,打开b活塞,使硫酸与碳酸钠反应产生二氧化碳气体,通过装置E与过氧化钠反应产生氧气,通过装置D除去过量的二氧化碳,干燥后通过装置H,乙醇和氧气在铜作用下发生催化氧化反应,生成乙醛。

【答案】(1)ACBECF AB之间的C装置中溶液保持澄清,EF之间的C装置中溶液变浑浊

(2)关闭 打开 k、m 2CH₃CH₂OH+O₂ $\xrightarrow{\Delta}$ 2CH₃CHO+2H₂O

17. 【解析】(1)应该将浓硫酸倒入水溶液中,否则容易引起酸液飞溅。(2)

加沸石可防止液体暴沸,如果忘记加入,必须等烧瓶冷却后再补加。(4)分液漏斗使用前必须检漏。(5)正丁醛的密度比水小,故水在底层。(6)反应温度过低,不利于反应进行和正丁醛的及时蒸出,温度过高,则易导致正丁醛的进一步氧化,故反应温度应保持在90~95℃。(7)求正丁醛的产率时,将正丁醛的物质的量与正丁醇的物质的量相比即可。

【答案】(1)不能,易迸溅 (2)防止暴沸 冷却后补加

(3)滴液漏斗 直形冷凝管 (4)c (5)下

(6)既可保证正丁醛及时蒸出,又可尽量避免其被进一步氧化

(7)51

【易错点拨】补加沸石时不能立即加入,否则容易引起失火;回答第(6)小题时要考虑全面,不要只答温度过低或过高的后果。

第4节 化学实验方案的设计与评价

1. A 【解析】向Fe(OH)₃胶体中逐滴加入过量H₂SO₄,先使胶体聚沉形成氢氧化铁沉淀,过量H₂SO₄使它溶解,A正确;溶液中含有硝酸根离子,SO₂溶于水形成亚硫酸显酸性,NO₃⁻在酸性条件下有强氧化性,可将SO₂或SO₃²⁻氧化为SO₄²⁻,生成硫酸钡沉淀,B错误;原溶液中含有三价铁离子时,会有同样的现象,C错误;锌粒与稀硝酸反应不产生氢气,D错误。

2. D 【解析】选项A中,铁与盐酸反应生成二价铁,故不论镀锌还是镀锡,遇硫氰化钾都无现象;焰色反应显黄色,说明一定含有钠元素,可能含有钾元素,选项B错误;选项C中水解后应先加酸中和,错误;氯化铜溶液水解显酸性,铝和酸反应放出氢气,促进水解,生成氢氧化铜沉淀,选项D正确。

3. C 【解析】KClO₃中的氯元素以ClO₃⁻的形式存在,无单个的Cl⁻,不能用AgNO₃检验,A选项错误;为提高KMnO₄溶液的氧化能力,用硫酸酸化,选项B错误;检验溶液中是否含有SO₄²⁻时,先加稀盐酸酸化,排除银离子、碳酸根离子等的干扰,再加氯化钡溶液,选项D错误。

4. B 【解析】Na₂SO₃与Ba(NO₃)₂反应生成的BaSO₃可被HNO₃氧化生成BaSO₄,A错误;乙酸能与Na₂CO₃反应,故上层是乙酸乙酯,B正确;在NaI溶液中加入HNO₃酸化,可认为是HNO₃氧化I⁻,C错误;同样,FeBr₂溶液加HNO₃酸化的AgNO₃溶液,有可能反应前就是FeBr₃或FeBr₂和FeBr₃的混合液,故D错误。

5. D 【解析】湿润的淀粉-KI试纸只能检验氯气,不能检验氯化氢气体,A错误;Ca(OH)₂溶液与NaHCO₃溶液或Na₂CO₃溶液都能产生沉淀,无法检验,B错误;选项C检验方法正确,除杂方法不对,CO₂能与饱和Na₂CO₃溶液反应;D选项检验及除杂方法都正确,不引入新的杂质。

6. C 【解析】钠先与水反应,生成H₂和NaOH,不能将铜置换出来,A错误;10 g硫酸铜晶体中含有的硫酸铜质量小于10 g,B错误;选项D中水解液未加硝酸中和碱,错误。

7. D 【解析】证明高锰酸钾的紫红色是MnO₄⁻的颜色,而不是K⁺的颜色,可选择其他离子的钾盐溶液,观察颜色。B项的目的是为C项创造条件,B项说明K⁺与锌不反应,C项加入锌粉褪色,说明不是K⁺作用;只有选项D与本实验目的无关。

8. D 【解析】某物质的水溶液能使红色石蕊试纸变蓝,只能说明该物质的水溶液呈碱性,A错误;选项B中引入硝酸根离子,错误;加入盐酸产生无色无味气体,可能含有碳酸根、碳酸氢根或两者的混合物,选项C错误;向少量浓硝酸、稀硝酸的两支试管中,分别加入大小相同的铜片,根据反应情况判断氧化性强弱,D正确。

9. C 【解析】A项,氯水具有漂白性,不能用pH试纸测定其pH;B项,用图1装置能除去乙烷中混有的乙烯,但会引入新的杂质气体;C项,图2装置滴入水后,气球膨胀,说明HCl气体极易溶于水;D项,不能用碱式滴定管量取酸性溶液及氧化性溶液。

10. 【解析】(1)该方案不合理,因为硝酸有氧化性,即使产物为亚硫酸钠,生成的亚硫酸钡也被氧化成硫酸钡;
- (2)若假设1成立,则发生反应2Na₂O₂+2SO₂====2Na₂SO₃+O₂,(m₂-m₁)不等于参加反应的SO₂的质量,故该推算不合理。
- (3)若假设2成立,则发生反应Na₂O₂+SO₂====Na₂SO₄,二氧化硫的质量为m₂-m₁,n(Na₂O₂)=(m₂-m₁)/64。



【答案】I. 干燥 SO_2 气体,防止水蒸气与 Na_2O_2 反应
防止空气中的水蒸气和二氧化碳进入 C 装置与 Na_2O_2 反应;同时吸收过量的 SO_2 ,以免污染空气

II. 用带火星的木条靠近干燥管口 a,观察木条是否复燃

III. Na_2SO_3 和 Na_2SO_4 的混合物

(1) 否 HNO_3 有氧化性,可将 SO_3^{2-} 氧化为 SO_4^{2-} ,据此不能确定产物是 Na_2SO_3 还是 Na_2SO_4 或二者兼有

(2) 因为该反应中吸收 SO_2 的同时有 O_2 产生,所以 $(m_2 - m_1)$ 不等于参加反应的 SO_2 的质量,故该推算不合理

(3) $(m_2 - m_1)/64$

11. 【解析】【探究一】镁铝合金中只有铝与氢氧化钠反应 $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2 \uparrow$ 。用极值法,假定 5.4 g 合金完全是铝时,根据方程式求出消耗氢氧化钠的体积为 100 mL,故 $V \geq 100$;若未洗涤固体,镁的表面附着其他杂质,质量偏大,测得镁的质量分数将偏高。

【探究二】(1) 因为是排水量气,故不需要在 A、B 之间添加一个干燥、除酸雾的装置;(2) 为使结果准确,应从以下几个方面考虑:检查装置的气密性;合金完全溶解(或加入足量盐酸);调整量气管 C 的高度,使 C 中液面与 B 中液面相平;待冷却至室温再读数等。

【探究三】称量 x g 铝镁合金粉末,要求镁的质量分数,还需要知道灼烧后固体的质量;若用空气代替 O_2 进行实验,部分镁与氮气反应生成氮化镁,燃烧产物的质量减少,通过计算所得镁的质量偏高,测定结果偏高。

【答案】【探究一】 $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2 \uparrow$

(1) 100 (2) 偏高

【探究二】(1) 不需要

(2) 检查装置的气密性 合金完全溶解(或加入足量盐酸) 调整量气管 C 的高度,使 C 中液面与 B 液面相平 待冷却至室温再读数等(写出两点,答案合理即可)

【探究三】(1) 灼烧后固体的质量 (2) 偏高

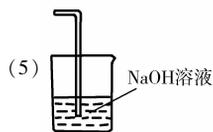
12. 【解析】(2) FeCl_3 受热易升华,因此在沉积的 FeCl_3 固体下方加热即可。(3) 防止 FeCl_3 潮解主要是防止其与水接触,步骤②中通入的是干燥的 Cl_2 ,并把空气赶出装置;步骤⑤中用的是干燥的 N_2 ,并把收集器密封。(4) 装置 B 中的冷水浴显然是为了使升华的氯化铁冷却为固体,便于收集;检验 FeCl_2 是否失效,就是检验溶液中是否含有 Fe^{2+} ,可使用 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液,若生成蓝色沉淀则说明含有 Fe^{2+} ,即未失效。(5) 一般用氢氧化钠溶液吸收多余的氯气,并将导管插入液面下。(6) FeCl_3 具有氧化性, H_2S 具有还原性,二者发生氧化还原反应。(7) 电解池中含有 HCl 和 FeCl_2 。由于阳极发生氧化反应且还原性: $\text{Fe}^{2+} > \text{Cl}^-$,所以是 Fe^{2+} 在阳极放电,生成 Fe^{3+} 。(8) 实验 II 中, FeCl_3 吸收 H_2S 变为 FeCl_2 ,再经过电解重新得到 FeCl_3 , FeCl_3 可以循环使用。

【答案】(1) $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{FeCl}_3$

(2) 在沉积的 FeCl_3 固体下方加热

(3) ②⑤

(4) 冷却,使 FeCl_3 沉积,便于收集产品 干燥管 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液



(5) $2\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{S} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{S} \downarrow + 2\text{H}^+$

(6) $\text{Fe}^{2+} - e^- = \text{Fe}^{3+}$

(7) FeCl_3 得到循环利用

【规律总结】检验 Fe^{2+} 的试剂有多种,例如 NaOH 溶液、酸性高锰酸钾溶液、 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液等。一般来说,用 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液产生的现象最明显,灵敏度最高,尤其是在溶液中含有 Fe^{3+} 的情况下,使用 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$,可避免 Fe^{3+} 的颜色带来的干扰。

第 11 章质量评估

1. C 【解析】A 项中苯和正己烷都是良好的有机溶剂,密度小于水,溴水与两者均发生萃取,溶液分层,溴水层退色。B 项中 BaCl_2 溶液和 SO_4^{2-}

与 SO_3^{2-} 两者分别生成硫酸钡和亚硫酸钡沉淀。D 项中 HCl 和 Cl_2 都与 NaHCO_3 溶液反应,且生成 CO_2 气体。

2. A 【解析】B 项利用液差法:夹紧弹簧夹,从长颈漏斗中向试管内加水,长颈漏斗中会形成一段液柱,停止加水后,通过液柱是否变化即可检查;C 项利用加热(手捂)法:用酒精灯加热(或用手捂热)试管,通过观察烧杯中是否有气泡以及导管中水柱是否变化即可检查;D 项利用抽气法:向外轻轻拉动注射器的活塞,通过观察浸没在水中的玻璃导管口是否有气泡冒出即可检查。

3. B 【解析】A 项苯层中的溴与氢氧化钠发生反应而退色;B 项中浓硫酸使蔗糖炭化,浓硫酸被还原生成二氧化硫气体,通过酸性高锰酸钾溶液发生氧化还原反应,使其退色;C 项中的铜与稀硝酸反应生成一氧化氮,一氧化氮在广口瓶中与氧气反应生成红棕色的二氧化氮;D 项生成了氢氧化铁胶体,能产生丁达尔效应。

4. D 【解析】过量 Fe 粉被稀 HNO_3 氧化为 Fe^{2+} ,加入 KSCN 溶液不显血红色,A 错误;在相同条件下, AgI 比 AgCl 更难溶,B 错误;铝箔表面不能被稀 HNO_3 氧化形成致密的氧化膜,C 错误;红色石蕊试纸遇碱变蓝,D 正确。

5. A 【解析】镀锌铁片浸入稀硫酸时,锌先反应,当产生氢气的速率突然变慢时,说明锌镀层已经反应完,A 项正确;火柴头中的氯元素是存在于 KClO_3 中,不存在 Cl^- ,加硝酸银也不会有白色沉淀产生,B 项错误;硫酸亚铁铵是通过降温结晶的方法来提纯得到,所以是先制成高温饱和溶液,然后冷却,而不是用蒸发结晶的方法获得,C 项错误;受强酸腐蚀致伤时,后续用碳酸氢钠溶液处理,D 项错误。

6. A 【解析】 HNO_3 溶液中混有 H_2SO_4 时,加入氯化钡使得硝酸中又混入了 HCl 杂质,应加入适量硝酸钡溶液过滤,A 错; SO_2 有还原性,可被酸性高锰酸钾溶液氧化为硫酸除去,B 对;硝酸钾的溶解度随温度升高而变大,但食盐的溶解度随温度变化较小,一般用结晶或重结晶法分离,C 对;乙酸具有酸性,能和氧化钙反应,但乙醇不能,且乙醇与乙酸钙沸点相差很大,故加足量氧化钙蒸馏可以分离两者,D 对。

7. A 【解析】提取溴水中溴的方法是萃取,常用的萃取剂是苯或四氯化碳,A 对;乙醇和苯酚均为有机化合物,两者可以互溶,不能用过滤法分离,B 错;从 KI 和 I_2 的固体混合物中回收 I_2 时,利用其升华的特性,但题中装置使碘单质升华余下的是 KI ,C 错;量筒不能用于配制一定体积一定物质的量浓度的溶液,D 错。

8. C 【解析】 CO_2 可以被澄清石灰水吸收,而 CO 不可以,故 A 项错;盐酸可以将 BaCO_3 除去,但不能溶解 BaSO_4 ,故 B 项错;C 项, $2\text{FeCl}_3 + \text{Fe} = 3\text{FeCl}_2$,过量的铁粉过滤即可除去,正确;Cu 和 CuO 均可以与稀硝酸反应,故 D 项错。

9. C 【解析】对香烟烟雾中的气体,应先用无水硫酸铜检验水蒸气;二氧化碳和二氧化硫气体都能使澄清石灰水变浑浊,先用品红溶液检验二氧化硫,再用酸性 KMnO_4 溶液除去二氧化硫,最后用澄清石灰水检验二氧化碳;最后检验一氧化碳。

10. B 【解析】乙装置可以制取 NO_2 ,但不能用淀粉-KI 检验其还原性,可以检验其氧化性。

11. C 【解析】由题干①中可知,收集到气体 1.36 g 一定是氨气,则 $n(\text{NH}_4^+) = 0.08 \text{ mol}$;由题干②中可知,不溶于盐酸的沉淀 4.66 g 为硫酸钡,物质的量为 0.02 mol,另一种沉淀 7.88 g 为碳酸钡,物质的量为 0.04 mol,原溶液 $n(\text{CO}_3^{2-}) = 0.04 \text{ mol}$, $n(\text{SO}_4^{2-}) = 0.02 \text{ mol}$,不含有 Ba^{2+} ,从一定含有的离子 NH_4^+ 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 看,负电荷的物质的量大于正电荷的物质的量,故一定含有钠离子,氯离子不确定,若没有氯离子, $n(\text{Na}^+) = 0.04 \text{ mol}$,当含有 Cl^- 时,不论含多少 Cl^- ,由电荷守恒可知 $n(\text{Na}^+)$ 都大于 0.04 mol,又因体积为 200 mL,故 $c(\text{Na}^+) \geq 0.2 \text{ mol/L}$,只有选项 C 正确。

12. 【解析】此题考查了溶液的配制、气体的除杂、实验设计和评价、蒸发等化学实验知识。(1) 配制一定体积比的溶液时,应选用烧杯、玻璃棒和量筒;(2) 根据实验所用药品,制得的气体中可能含有 H_2S 、 HCl 和水蒸气;根据除杂的要求,除去 H_2S 可选用 CuSO_4 溶液或酸性 KMnO_4 溶液;碳酸氢钠溶液用于吸收 HCl 气体或吸收酸性气体;(3) B 物质用于干燥制得的 CO_2 ,可选用无水 CaCl_2 ;其失效时,二氧化碳气体中会含有

水蒸气,造成测定结果偏低;(4)根据实验步骤,为将石蜡和碳酸钙溶出,可选用稀醋酸溶出碳酸钙、正己烷溶出石蜡;(5)由于醋酸中的乙酸也是有机物,为防止石蜡损失,一般先溶出石蜡再溶出 CaCO_3 。

【答案】(1)abc

(2) CuSO_4 或酸性 KMnO_4 HCl 或酸性气体

(3) 无水 CaCl_2 偏低 (4) d b

(5) 石蜡 醋酸中的乙酸也是有机物,也能溶解石蜡,为防止石蜡损失,一般先溶出石蜡再溶出 CaCO_3 。

13. 【解析】本题主要考查无机物的分离与提纯,意在考查同学们的实验能力。(1)锂离子电池正极材料中的铝箔与 NaOH 溶液反应生成 NaAlO_2 ,在滤液中通入过量 CO_2 时, NaAlO_2 溶液与 CO_2 反应生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀。(2)第③步为 LiMn_2O_4 在酸性条件下与氧气反应,该反应中氧气是氧化剂,反应生成硫酸锂、二氧化锰和水。(3)过滤所用的玻璃仪器有烧杯、漏斗、玻璃棒。若滤液浑浊,则可能是漏斗中液面高于滤纸边缘了,或者是玻璃棒紧靠的不是三层滤纸处,滤纸破损了。(4) LiMn_2O_4 的物质的量为 0.1 mol,最终生成 0.05 mol Li_2CO_3 ;加入 H_2SO_4 一共 0.06 mol,与 LiMn_2O_4 反应后有剩余;加入的 Na_2CO_3 先与剩余的硫酸反应,再与 Li^+ 反应生成 Li_2CO_3 。

【答案】(1) $\text{Al}(\text{OH})_3$

(2) $4\text{LiMn}_2\text{O}_4 + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{Li}^+ + 8\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

(3) 漏斗、玻璃棒、烧杯 玻璃棒下端靠在滤纸的单层处,导致滤纸破

损;漏斗液面高于滤纸边缘(其他合理答案均可) (4) 6.36(或 6.4)

14. 【解析】(1)步骤 1 用热 Na_2CO_3 溶液除去铁屑表面的油污,铁屑不溶于水,可通过过滤的方法予以分离,不必用到的仪器有②④⑤。
(2) FeSO_4 易水解,加入过量 H_2SO_4 可抑制 FeSO_4 的水解。
(3) FeSO_4 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 均易溶于水,欲得到硫酸亚铁铵,可经过蒸发、结晶、过滤等操作。
(4)实验室常用 KSCN (或 NH_4SCN) 溶液来定性检验 Fe^{3+} ,可观察到溶液变成血红色。

【答案】(1)②④⑤ (2)抑制 FeSO_4 水解

(3)加热浓缩 冷却结晶 (4) KSCN 溶液 溶液变成血红色

15. 【解析】(1)由题意知操作 I 为分液,而含溴的溶液从下层分离,所用萃取剂密度比水大,应为 CCl_4 ,分液的主要仪器为分液漏斗。

(2)加入 W 的目的是除去 SO_4^{2-} ;用调节 pH 的方法除去 Mg^{2+} ,故应使 Mg^{2+} 完全沉淀而 Ca^{2+} 不沉淀,故 pH 的最大范围为 11.0~12.2;酸化溶液时为不引入杂质,应选盐酸。

(3) CO_2 的制备应选用固+液 $\xrightarrow{\text{不加热}}$ 气体装置,且收集方法应用向上排空气法,故 b、d 均可。

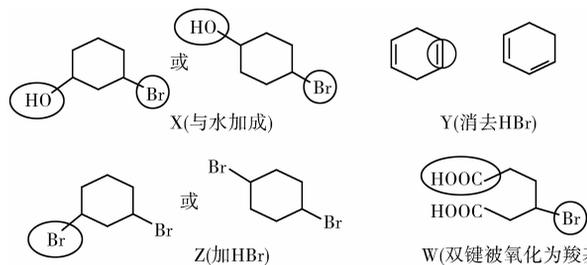
【答案】(1)四氯化碳 分液漏斗

(2)除去溶液中的 SO_4^{2-} 11.0 \leq pH $<$ 12.2 盐酸 (3)bd

选修 有机化学基础

第 1 章 认识有机化合物

1. B 【解析】发生 4 个反应得到的产物如下图所示,显然 Y、Z 中只含一种官能团。



2. C 【解析】因化合物 A 中有 4 类氢原子,个数分别为 1、2、2、3;又因为 A 是一取代苯 ,苯环上有 3 类氢原子,个数分别为 1、2、2,所以剩余侧链上的 3 个氢等效,为 $-\text{CH}_3$,结合红外光谱知, A 分子中含有酯基,可以水解, A 为 。与 A 发生加成反应的 H_2 为 3 mol,与 A 同类的同分异构体应为 5 种。

3. C 【解析】此题考查了化学实验中物质的检验。乙醇、甲苯和硝基苯中,乙醇可以和水互溶,甲苯不和水互溶但比水轻,硝基苯不和水互溶但比水重,可以鉴别,排除 A;苯、苯酚和己烯可以选浓溴水,苯不和溴水反应,苯酚和浓溴水生成白色沉淀,己烯和溴水加成使溴水褪色,可以鉴别,排除 B;苯、甲苯和环己烷三者性质相似,不能鉴别,选 C;甲酸、乙醛、乙酸可以选新制氢氧化铜,甲酸能溶解新制氢氧化铜但加热时生成红色沉淀,乙醛不能溶解氢氧化铜但加热时生成红色沉淀,乙酸能溶解氢氧化铜,可以鉴别,排除 D。

4. B 【解析】本题考查有机物的结构与性质。A 项,扑热息痛含有酚羟基,而阿司匹林没有,而酚羟基可以与 FeCl_3 溶液发生显色反应,正确。B 项,阿司匹林中酯水解生成的酚还要继续与 NaOH 反应,故 1 mol 阿司匹林可消耗 3 mol NaOH ,错误。C 项,贝诺酯中有 2 个酯基,均为憎水基,故其溶解度小,正确。D 项,扑热息痛的水解产物之一为 ,其化学式为 $\text{C}_6\text{H}_7\text{NO}$,正确。

5. B 【解析】由于该有机物完全燃烧时产生等物质的量的 CO_2 和 H_2O ,所以分子中 C 和 H 的原子个数比为 1:2,再结合该分子的相对分子质量可得其分子式为 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ 。又由于是单官能团有机化合物,所以它可能的

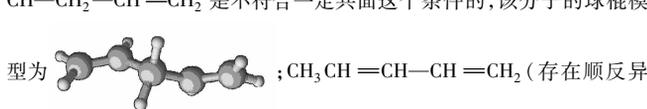
结构有: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ 、 CH_3COCH_3 、、、, 共 5 种, B 项正确。

6. 【解析】(1)由 H 判断 G 中有 5 个碳,进而 A 中有 5 个 C;再看 A 能与 H_2 加成,能与 Br_2 加成,说明 A 中不饱和度至少为 2;又据 1 mol A 燃烧消耗 7 mol O_2 ,故 A 分子式为 C_5H_8 。再据题意 A 中只有一个官能团,且含有支链,可以确定 A 的结构简式为 $(\text{CH}_3)_2\text{CHC}\equiv\text{CH}$,命名:3-甲基-1-丁炔(炔烃的命名超纲);

(2) $(\text{CH}_3)_2\text{CHC}\equiv\text{CH}$ 与等物质的量的 H_2 加成后得到 E: $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}=\text{CH}_2$,E 再与 Br_2 加成的反应就很好写了;

(3)二元醇和二元酸发生酯化反应,注意生成的水不能掉了!反应条件用 $\xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}}$ 或者 $\xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}}$ 都可以。

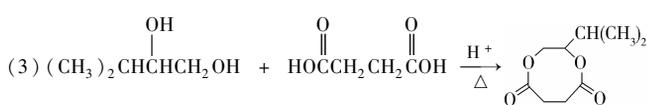
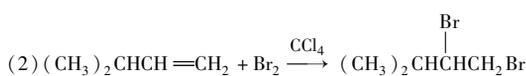
(5)难度增大,考查了共轭二烯烃的共面问题,注意有的同学写 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ 是不符合一定共面这个条件的,该分子的球棍模



构)是共轭二烯烃,中间单键不能旋转可以满足; $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{CCH}_3$ 可以满足,叁键周围的四个碳原子是在同一条直线的,那另外那个碳原子无论在哪个位置都是和这 4 个碳原子共面的(因为一条直线和直线外一点确定一个平面)。

(6)难度更大,要抓住不饱和度为 2,一个叁键不能满足一氯代物只有一种;同样两个双键也不能满足;一个环、一个双键也不能满足,逼得你想到两个环,5 个碳只能是两个环共用一个碳原子。

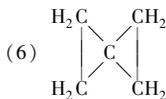
【答案】(1) $(\text{CH}_3)_2\text{CHC}\equiv\text{CH}$ 3-甲基-1-丁炔

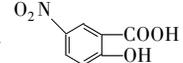
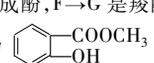


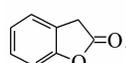
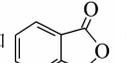
+ $2\text{H}_2\text{O}$

(4)加成反应(或还原反应) 取代反应

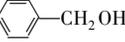
(5) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}=\text{CH}_2$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{CCH}_3$

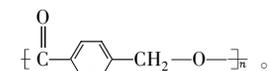


7. 【解析】由 B→C 可知, B 为 CH₃OH, 发生取代反应生成醚 C; 则 D 为 HCHO(官能团是醛基), 与足量银氨溶液反应生成 (NH₄)₂CO₃, 再与 H⁺ 反应生成 CO₂。由 Y 结合信息逆推可知 H 为 , 因为第一步加入的是 NaOH 溶液, 故 E→F 是酚钠生成酚, F→G 是羧酸钠生成羧酸, G→H 是硝化反应, 故 A 的结构简式为 .

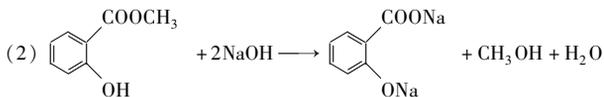
由  和  逆推得 I 和 J 的结构分别是



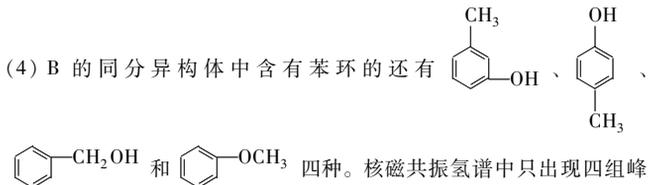
氯化铁溶液或溴水鉴别。HOOC--CH₂OH 要生成聚合物, 必须两个官能团都发生反应, 应发生缩聚反应, 故高聚物为



【答案】(1) 醛基 取代反应

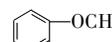


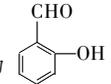
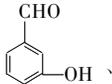
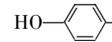
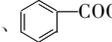
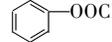
8. 【解析】(1) 根据香豆素的结构简式推出其分子式为 C₉H₆O₂。
(2) A 中有五种不同化学环境的氢, 且由已知条件工业上用水杨醛制香豆素的反应可知, 需要在甲基邻位取代, 由甲苯生成 A 的反应类型为取代反应。因为是邻位取代, 所以 A 的名称为邻氯甲苯或 2-氯甲苯。
(3) B 中甲基上的两个氢原子被氯原子取代生成 C。



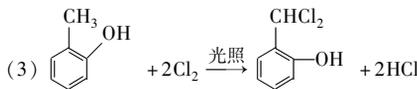
第 2 章 烃和卤代烃

1. B 【解析】有机物分子中碳和氢原子个数比为 3:4, 可排除 C。又因其蒸气密度是相同状况下甲烷密度的 7.5 倍, 则其相对分子质量为 120, 只有 B 和 D 符合。D 在 FeBr₃ 存在时与溴反应, 能生成四种一溴代物, B 在 FeBr₃ 存在时与溴反应, 能生成两种一溴代物(注意: FeBr₃ 存在时苯与溴反应, 溴取代苯环上的氢原子)。
2. B 【解析】A 项, 角鲨烯分子是链状结构, 分子中含有 30 个碳原子, 可设其分子式为 C₃₀H_x, 根据碳、氢元素质量比为 7.2:1, 可求得 x=50, 角鲨烯的分子式为 C₃₀H₅₀, A 项正确; B 项, 角鲨烯分子是链状结构, 完全加氢后应生成烷烃, 即应为 C₃₀H₆₂, B 项错误; C 项, 角鲨烯分子是链状结构, 分子式为 C₃₀H₅₀, 所以 1 mol 角鲨烯最多可与 6 mol 溴单质加成, C 项正确; D 项, 角鲨烯与 C₂₉H₄₈ 相差一个 CH₂, 可能属于同系物, D 项正确。
3. D 【解析】有机物含有碳碳双键, 故可以与 Br₂ 发生加成反应, 又含有甲基, 故可以与 Br₂ 在光照条件下发生取代反应, A 项正确; B 项, 酚羟基要消耗一个 NaOH, 两个酯基要消耗两个 NaOH, 正确; C 项, 苯环可以催化加氢, 碳碳双键可以使酸性 KMnO₄ 溶液退色, 正确; 该有机物分子中不存在羧基, 故不能与 NaHCO₃ 反应放出 CO₂ 气体, D 项错。
4. A 【解析】该有机物含有酚羟基, 还含有两个酯基, 要注意该有机物的酯基与 NaOH 反应生成的酚还要继续消耗 NaOH, 故需要 5 mol NaOH, A 项正确。

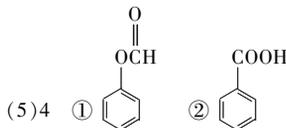
即只有四种氢原子, 观察这四种物质可知, H₃C--OH 和  都有四种氢原子。

(5) D 为 , 其中含有苯环的同分异构体有 、、 和  四种。既能发生银镜反应, 又能发生水解反应的是 ; 能够与饱和碳酸氢钠溶液反应放出 CO₂ 的是 .

【答案】(1) C₉H₆O₂ (2) 取代反应 2-氯甲苯(邻氯甲苯)



(4) 4 2



9. 【解析】本题利用 H₂O₂ 在 MnO₂ 催化下分解产生氧气, 用浓硫酸除去其中的水蒸气后, 纯净的 O₂ 氧化有机物生成 CO₂ 和 H₂O, 利用装置 B 测定 H₂O 的质量, 利用装置 A 测定 CO₂ 的质量, 从而可求出有机物含有的 C、H(或 O) 的质量, 进而求出有机物的实验式。电炉中 CuO 的作用是为了尽可能保证有机物全部氧化生成 CO₂ 和 H₂O。

(5) $n(\text{CO}_2) = \frac{1.32 \text{ g}}{44 \text{ g/mol}} = 0.03 \text{ mol}, n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0.54 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 0.03 \text{ mol};$

$m(\text{O}) = 0.90 \text{ g} - m(\text{C}) - m(\text{H}) = 0.90 \text{ g} - 0.03 \text{ mol} \times 12 \text{ g/mol} - 0.03 \text{ mol} \times 2 \times 1 \text{ g/mol} = 0.48 \text{ g}, n(\text{O}) = \frac{0.48 \text{ g}}{16 \text{ g/mol}} = 0.03 \text{ mol}.$

因 $n(\text{C}):n(\text{H}):n(\text{O}) = 0.03 \text{ mol}:(0.03 \text{ mol} \times 2):0.03 \text{ mol} = 1:2:1$, 故该有机物的实验式为 CH₂O。

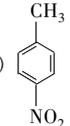
(6) 要确定有机物的分子式, 还需测出有机物的相对分子质量。

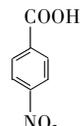
【答案】(1) g-f-e-h-i-c(或 d)-d(或 c)-a(或 b)-b(或 a)

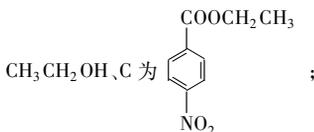
(2) 吸收水分, 得到干燥纯净的氧气
(3) 催化剂, 加快 O₂ 的生成速率
(4) 使有机物充分氧化生成 CO₂ 和 H₂O
(5) CH₂O (6) 有机物的相对分子质量

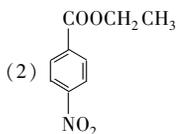
1. B 【解析】有机物分子中碳和氢原子个数比为 3:4, 可排除 C。又因其蒸气密度是相同状况下甲烷密度的 7.5 倍, 则其相对分子质量为 120, 只有 B 和 D 符合。D 在 FeBr₃ 存在时与溴反应, 能生成四种一溴代物, B 在 FeBr₃ 存在时与溴反应, 能生成两种一溴代物(注意: FeBr₃ 存在时苯与溴反应, 溴取代苯环上的氢原子)。
2. B 【解析】A 项, 角鲨烯分子是链状结构, 分子中含有 30 个碳原子, 可设其分子式为 C₃₀H_x, 根据碳、氢元素质量比为 7.2:1, 可求得 x=50, 角鲨烯的分子式为 C₃₀H₅₀, A 项正确; B 项, 角鲨烯分子是链状结构, 完全加氢后应生成烷烃, 即应为 C₃₀H₆₂, B 项错误; C 项, 角鲨烯分子是链状结构, 分子式为 C₃₀H₅₀, 所以 1 mol 角鲨烯最多可与 6 mol 溴单质加成, C 项正确; D 项, 角鲨烯与 C₂₉H₄₈ 相差一个 CH₂, 可能属于同系物, D 项正确。
3. D 【解析】有机物含有碳碳双键, 故可以与 Br₂ 发生加成反应, 又含有甲基, 故可以与 Br₂ 在光照条件下发生取代反应, A 项正确; B 项, 酚羟基要消耗一个 NaOH, 两个酯基要消耗两个 NaOH, 正确; C 项, 苯环可以催化加氢, 碳碳双键可以使酸性 KMnO₄ 溶液退色, 正确; 该有机物分子中不存在羧基, 故不能与 NaHCO₃ 反应放出 CO₂ 气体, D 项错。
4. A 【解析】该有机物含有酚羟基, 还含有两个酯基, 要注意该有机物的酯基与 NaOH 反应生成的酚还要继续消耗 NaOH, 故需要 5 mol NaOH, A 项正确。

5. A 【解析】根据结构简式, 很容易数出 C、H、N、O 的原子个数, 所以题给物质的分子式为 C₂₀H₁₆N₂O₅, A 项对; 因为在苯环上有羟基, 构成酚羟基的结构, 所以能与 FeCl₃ 发生显色反应, B 项错; 从结构简式可以看出, 存在 -OH, 所以能够发生酯化反应, C 项错; D 项, 有三个基团能够和氢氧化钠反应, 苯酚上的羟基、酯基和肽键, 所以消耗的氢氧化钠应该为 3 mol。

6. 【解析】(1)  在 KMnO₄(H⁺) 作用下 -CH₃ 被氧化成 -COOH, 由 C 转化为 D 时为还原反应, 可知是 -NO₂ 转化为 -NH₂, 说明 A 转化为

C 是发生酯化反应, 形成 -COOCH₂CH₃ 结构, 所以 A 为 、B 为



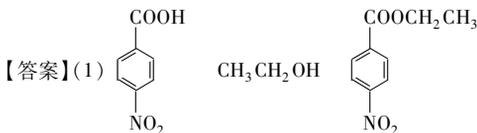


中的取代基处于对位,共有4种氢;

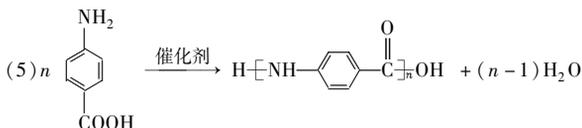
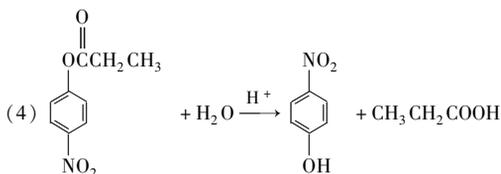
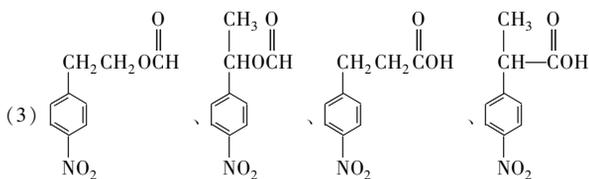


或酸。先考虑酯,先拿出 $-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-$ 结构,再有序思维,最后考虑酸;

(4) 观察E、F、G可知水解后能产生酚羟基的只有F;



(2) 4



7. 【解析】本题考查有机物的推断。F是相对分子质量为70的烃,则可计算 $14n=70$,得 $n=5$,故其分子式为 C_5H_{10} 。E与F的相对分子质量差值为81,从条件看,应为卤代烃的消去反应,而溴的相对原子质量为80,所以E应为溴代烃。D只含有一个氧,与Na反应能放出 H_2 ,则应为醇。A为酯,水解生成的B中含有羟基,则C中应含有羧基,在C、D、E、F的相互转变过程中碳原子数不变,则C中应为5个碳, $102-5 \times 12-2 \times 16=10$,则C的化学式为 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$,又C中核磁共振氢谱中含有4种氢,由此可推出C的结构简式为 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{COOH}$ 。

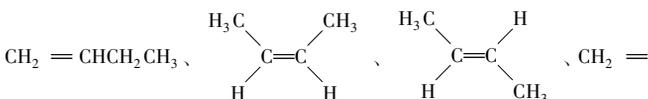
- (1) 从B的结构式看,根据碳四价补全氢原子,即可写出化学式。
- (2) B中有羟基,则可以发生氧化、消去和取代反应。
- (3) C到D为羧基还原成羟基, D到E为羟基被溴取代生成溴代烃。溴代烃也可在NaOH水溶液中取代成醇。
- (4) F为烯烃,其同系物D也应为烯烃,又相对分子质量为56,则 $14n=56$,得 $n=4$ 。所有同分异构体为1-丁烯,2-丁烯(存在顺反异构)和甲基丙烯四种。

(5) B为醇,C为羧酸,两者结合不难写出A的结构简式。F的名称要注意从靠近碳碳双键的一端进行编号命名。

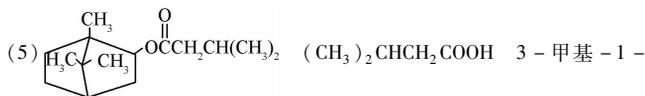
(6) E→D为溴代烃在NaOH水溶液条件下的取代反应。

【答案】(1) $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$ (2) be

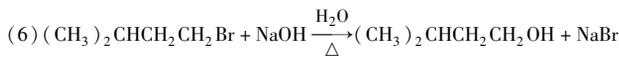
(3) 取代反应 消去反应 (4) C_5H_{10}



$\text{C}(\text{CH}_3)_2$



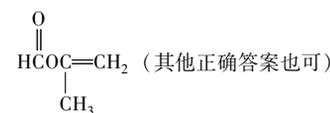
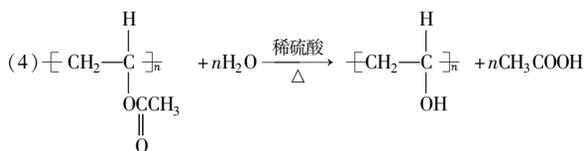
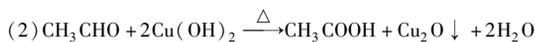
丁烯



8. 【解析】本题考查有机物的结构推断和性质,注意结构简式、同分异构体、化学方程式的书写。根据题意,A分子中碳原子的个数为4,氢原子的个数为6,则氧原子的个数为2,即A的分子式为 $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$ 。由于A可以发生聚合反应,说明含有碳碳双键,在稀硫酸存在条件下生成两种有机物,则为酯的水解,即A中含有酯基。根据不饱和度,没有其他官能团。由A的水解产物C和D的关系可判断C与D中的碳原子数相等,均为2个。则A的结构为 $\text{CH}_3\text{COOCH}=\text{CH}_2$,因此A在酸性条件下水解后得到 CH_3COOH 和 $\text{CH}_2=\text{CHOH}$,碳碳双键的碳原子上连羟基不稳定,转化为 CH_3CHO 。A聚合反应后得到的产物B为 $[\text{CH}(\text{OOCCH}_3)-\text{CH}_2]_n$,在

酸性条件下水解,生成乙酸和 $[\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2]_n$ 。

【答案】(1) $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$



(6) $\text{HOCH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2\text{OH}$

9. 【解析】(1) 15 min时,甲酸甲酯的转化率为6.7%,所以15 min时,甲酸甲酯的物质的量为 $1-1.00 \text{ mol} \times 6.7\% = 0.933 \text{ mol}$; 20 min时,甲酸甲酯的转化率为11.2%,所以20 min时,甲酸甲酯的物质的量为 $1-1.00 \text{ mol} \times 11.2\% = 0.888 \text{ mol}$,所以15至20 min甲酸甲酯的减少量为 $0.933 \text{ mol} - 0.888 \text{ mol} = 0.045 \text{ mol}$,则甲酸甲酯的平均速率 $= 0.045 \text{ mol} / 5 \text{ min} = 0.009 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

(3) 由图像与表格数据可知,在75 min时达到平衡,甲酸甲酯的转化率为24%,所以甲酸甲酯转化的物质的量为 $1.00 \times 24\% = 0.24 \text{ mol}$,结合方程式可计算平衡时甲酸甲酯物质的量为 0.76 mol ,水的物质的量 1.75 mol ,甲酸的物质的量为 0.25 mol ,甲醇的物质的量为 0.76 mol ,所以 $K = \frac{0.76 \times 0.25}{1.75 \times 0.76} \approx 0.14$ 。

(4) 因为升高温度,反应速率增大,达到平衡所需时间减少,所以绘图时要注意 T_2 达到平衡的时间要小于 T_1 ;又该反应是吸热反应,升高温度平衡向正反应方向移动,甲酸甲酯的转化率增大,所以绘图时要注意 T_2 达到平衡时的平台要高于 T_1 。

【答案】(1) 0.045 9.0×10^{-3}

(2) 该反应中甲酸具有催化作用:

① 反应初期虽然甲酸甲酯的量较大,但甲酸量很小,催化效果不明显,反应速率较慢。

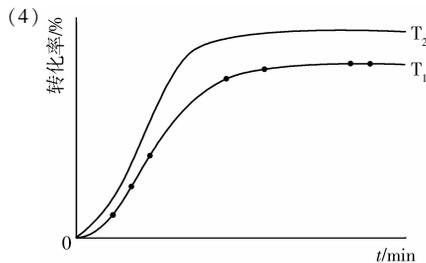
② 反应中期甲酸量逐渐增多,催化效果显著,反应速率明显增大。

③ 反应后期甲酸量增加到一定程度后,浓度对反应速率的影响成主导因

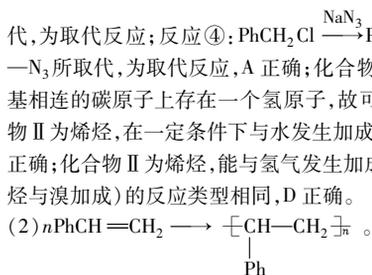


素,特别是逆反应速率的增大,使总反应速率逐渐减小,直至为零

(3) 0.14

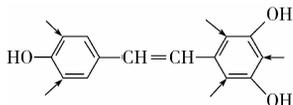


10. 【解析】(1) 反应①: $\text{PhCH}_2\text{CH}_3 \longrightarrow \text{PhCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ 是—H 被—Cl 所取代,为取代反应;反应④: $\text{PhCH}_2\text{Cl} \xrightarrow{\text{NaN}_3} \text{PhCH}_2\text{N}_3$, 可以看作是一—Cl 被—N₃所取代,为取代反应, A 正确;化合物 I 含有羟基,为醇类物质,羟基相连的碳原子上存在一个氢原子,故可以发生氧化反应, B 错;化合物 II 为烯烃,在一定条件下与水发生加成反应,可能会生成化合物 I, C 正确;化合物 II 为烯烃,能与氢气发生加成反应,与反应②(反应②是烯烃与溴加成)的反应类型相同, D 正确。



第 3 章 烃的含氧衍生物

1. D 【解析】若与 H₂ 发生反应,从白藜芦醇的结构可以看出,能发生加成反应的部位有两处,一处是苯环上,一处是在中间的碳碳双键上,总共消耗氢气 3 + 3 + 1 = 7 (mol)。若与 Br₂ 发生反应,中间的碳碳双键与 Br₂ 发生加成反应消耗 Br₂ 1 mol,两端的酚羟基的邻、对位上与 Br₂ 发生取代反应(即下图箭头所指的位置),共消耗 Br₂ 5 mol,所以共消耗 Br₂ 6 mol。



2. A 【解析】A 项,β-紫罗兰酮中含有碳碳双键,可使酸性 KMnO₄ 溶液褪色, A 项正确; B 项,一个中间体 X 分子中含有 2 个碳碳双键和 1 个醛基, 1 mol 中间体 X 最多能与 3 mol H₂ 发生加成反应, B 项错误; C 项,一个维生素 A₁ 分子中只含有 1 个羟基,含较多的碳原子,应难溶于 NaOH 溶液, C 项错误; D 项,β-紫罗兰酮比中间体 X 少 1 个碳原子,它们不是同分异构体, D 项错误。

3. C 【解析】乳酸薄荷醇酯不仅能发生水解、氧化、消去反应,也能发生取代反应, A 项错误;乙醛和丙烯醛与氢气充分反应后的产物分别为乙醇和丙醇,属于同系物, B 项错误;淀粉和纤维素在酸催化下完全水解后的产物都是葡萄糖, C 项正确; CH₃COOCH₂CH₃ 与 CH₃CH₂COOCH₃ 的 ¹H-NMR 谱有区别,可用 ¹H-NMR 区分两者, D 项错误。

4. A 【解析】该有机物分子中有 7 类氢原子,应有 7 个吸收峰,故 A 错误; B 正确;该有机物分子中含苯环,能发生加成反应,含有羟基,能发生取代反应、氧化反应和酯化反应, C 正确;氨基、羟基具有亲水性,该有机物能溶于水,氨基使其水溶液显碱性, D 正确。

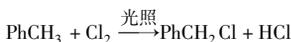
5. D 【解析】A 项,草酸二酯的分子式为 C₂₆H₂₄Cl₆O₈; B 项,最多消耗 6 mol NaOH(苯环上的卤素不水解); C 项,完全水解可以得到三种有机物; D 项, 1 mol 草酸二酯与氢气完全反应,需要氢气 6 mol。

6. D 【解析】分子式为 C₅H₁₀O₂ 的酯可能是 HCOOC₄H₉、CH₃COOC₃H₇、C₂H₅COOC₂H₅、C₃H₇COOCH₃, 其水解得到的醇分别是 C₄H₉OH(有 4 种)、C₃H₇OH(有 2 种)、C₂H₅OH、CH₃OH, 水解得到的酸分别是 HCOOH、CH₃COOH、CH₃CH₂COOH、C₃H₇COOH(有 2 种)。C₄H₉OH 与上述酸形成的酯有 4 + 4 + 4 + 4 × 2 = 20 种; C₃H₇OH 与上述酸形成的酯有 2 + 2 + 2 + 2 × 2 = 10 种; C₂H₅OH、CH₃OH 与上述酸形成的酯都是 1 + 1 + 1 + 1 × 2 = 5 种,以上共有 40 种。

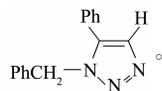
【技巧点拨】解答本题时,运用烷基异构是一种快速解题的方法。常见的烷基异构数目: C₃H₇—有 2 种, C₄H₉—有 4 种, C₅H₁₁—有 8 种。

7. 【解析】(1) 由“B 的蒸气密度是同温同压下氢气密度的 23 倍”可知, B

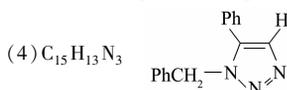
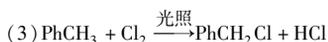
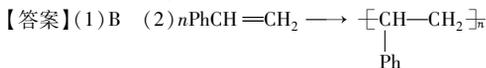
(3) 反应③是光照条件下进行的,发生的是取代反应:



(4) 书写分子式应该没有问题,因为同分异构体的分子式是相同的,但要注意苯基上的原子个数不要计算错误,分子式为 C₁₄H₁₃N₃。书写同分异构体要从结构式出发,注意碳碳双键上苯基位置的变化,即



(5) 合成 C(N₃)₄ 的反应可能为 $\text{NaN}_3 + \text{NC}-\text{CCl}_3 \longrightarrow \text{C}(\text{N}_3)_4 + \text{NaCN} + 3\text{NaCl}$, 属于取代反应, A 正确; C(N₃)₄ 相当于甲烷(CH₄)分子中的四个氢原子被—N₃所取代,故它的空间结构与甲烷类似, B 正确;该分子存在与 PhCH₂N₃ 相同的基团—N₃, 故该化合物可能发生加成反应, C 错;根据题意 C(N₃)₄ 可分解成单质,故 D 正确。



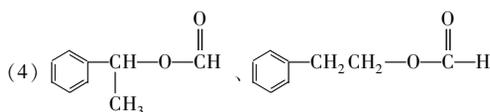
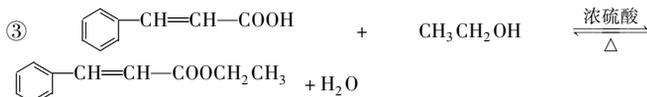
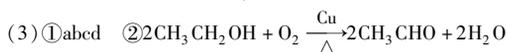
(5) ABD

的相对分子质量为 46, 又由“分子中碳、氢原子个数比为 1:3”可知, B 为 C₂H₆O。

(2) C 的分子式为 C₇H₈O, 能与钠反应, 不与碱反应, 也不能使 Br₂ 的 CCl₄ 溶液褪色, 说明该物质结构中没有碳碳双键和碳碳叁键, 有苯环结构, 有醇羟基而无酚羟基, 所以该有机物为苯甲醇。

(3) 从合成 A 的流程图及反应条件可以看出, D 和 E 均含有醛基, 它们通过题目提供的信息“醛分子间能发生如下反应”连接在一起, 然后去掉羟基, 将醛基转化为羧基并在最后一步与 B(乙醇)酯化为 A。

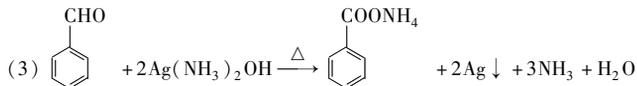
(4) 由题意可知要写的同分异构体中有一个苯环(只有 9 个碳), 苯环上只有一个取代基, 是甲酸形成的酯。



8. 【解析】(2) ②和③有一步是氧化反应, 有一步是还原反应, 氧化反应是氧化甲基到羧基, 还原反应是还原硝基到—NH₂; 根据题给信息—NH₂ 也能被氧化, 所以必须先氧化再还原。(4) 书写同分异构体注意顺序性, 该题可以先定 2 个羟基的位置, 有邻、间、对三种, 再移动醛基即可。

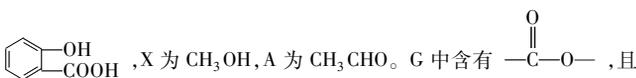


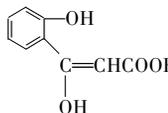
(2) 还原 氧化反应是氧化甲基到羧基, 还原反应是还原硝基到—NH₂, 根据题给信息—NH₂ 也能被氧化, 所以必须先氧化再还原



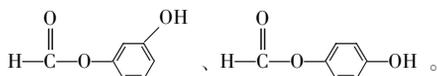
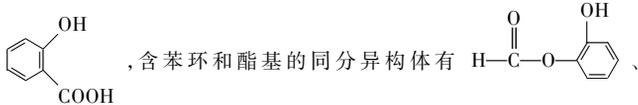
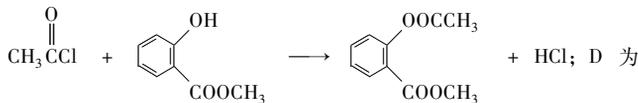
(4) 6

9. 【解析】本题采用逆推法, 由 F 可倒推出 E 为

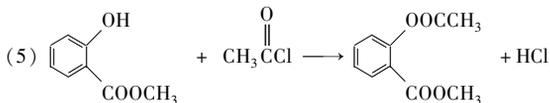


水解后生成  ,该物质能消耗 2 mol NaOH。G 中没有

对称轴,则一共有 6 种氢。根据 C 与 E 生成 F 的反应方程式为



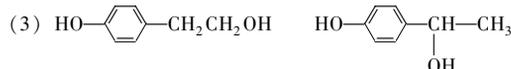
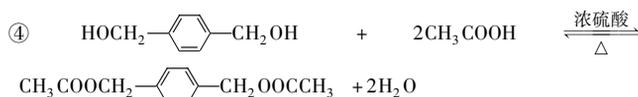
【答案】(1) CH_3CHO (2) 取代反应 (3) 2 (4) 6



(6) 3

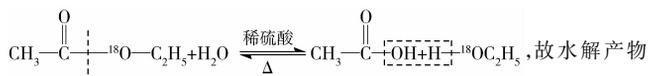
10. 【解析】A 在稀硫酸加热的条件下反应生成 $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2$ 和 $\text{HOCH}_2\text{-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_2\text{OH}$,则 $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2$ 中含有羧基,利用所给信息判断 $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2$ 中含有苯环且含甲基,即 $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2$ 中含有羧基、苯环、甲基,只是不知相对位置。则 F 中含有苯环和两个羧基。再根据框图可知 E 为乙醇,D 为乙醛,C 为乙酸,又知 W 和 Z 互为同分异构体,则 W 为 F 与 2 mol 乙醇酯化的产物,Z 为 $\text{HOCH}_2\text{-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_2\text{OH}$ 与 2 mol 乙酸酯化的产物。

【答案】(1) ① 加成反应 ② 水解反应或取代反应



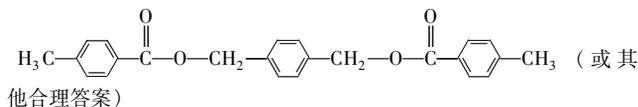
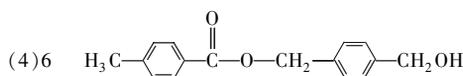
第 4 章 生命中的基础有机化学物质 有机合成与推断

1. C 【解析】麦芽糖及其水解产物葡萄糖的结构中均含有醛基(—CHO),因此均能发生银镜反应,A 项正确。将苯酚溶液滴入溴水中,可产生白色沉淀;将 2,4-己二烯与溴水混合并振荡,可使溴水褪色;将甲苯与溴水混合并振荡、静置,溶液发生分层现象,下层几乎无色,上层为橙红色,B 项正确。在酸性条件下, $\text{CH}_3\text{CO}^{18}\text{OC}_2\text{H}_5$ 的水解反应为



故水解产物为 CH_3COOH 和 $\text{C}_2\text{H}_5^{18}\text{OH}$,C 项错误。甘氨酸与丙氨酸发生反应时,氨基与羧基可相互结合生成肽键和水。组合方式有:甘-甘、丙-丙、甘-丙、丙-甘 4 种,即形成 4 种二肽,D 项正确。

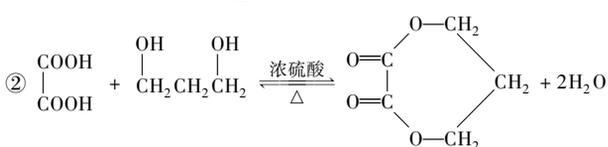
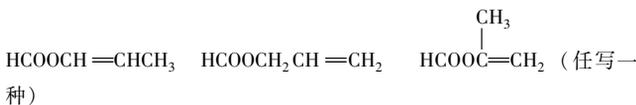
2. A 【解析】A 项, α -鸮尾酮中含有 1 个环、2 个 $\text{C}=\text{C}$ 和 1 个 $\text{C}=\text{O}$,可与某种酚互为同分异构体,A 项正确;B 项, α -鸮尾酮中含有 2 个碳碳双键和 1 个羰基,1 mol α -鸮尾酮最多可与 3 mol H_2 加成,B 项错误;C 项, α -鸮尾酮中含有 2 个手性碳原子(加框的两个碳原子,



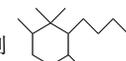
11. 【解析】由 A 的分子式为 $\text{C}_7\text{H}_{12}\text{O}_3$ 判断,A 的结构中存在一个酯基,再根据其水解产物 C 的分子式为 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$,得到 B 的分子式为 $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$;由于 C 中的氢已经完全饱和,故 C 为醇,B 为羧酸。B 可能的结构简式: $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{COOH}$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCOOH}$ 、 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$,前两种物质中碳碳双键被臭氧氧化所得到的物质均可以发生银镜反应,不合题意。 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ 被臭氧氧化可以得到 HCHO 和 $\text{CH}_3\text{COCO}(\text{OH})$ 。 $\text{CH}_3\text{COCO}(\text{OH})$ 不能发生银镜反应,所以 B 的结构简式为 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$,D 为 HCHO ,E 为 $\text{CH}_3\text{COCO}(\text{OH})$ 。E 与 H_2 发生加成反应得到 F,F 为 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ 。G 也可以被臭氧氧化,判断 F 到 G 为消去反应,G 的结构简式为 $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$ 。G 被臭氧氧化后得到 HCHO 和 OHCCOOH ,即 H 为 OHCCOOH ,H 再被氧化得到 HOCCOOH 。由于 M 分子内含有七元环状结构,判断 C 为二元醇,且其结构简式为 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 。由 B 和 C 的结构确定 A 的结构简式为 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 。

【答案】(1) $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

(2) B 和 G



$\text{C}=\text{C}$ 和 $\text{C}=\text{O}$ 变为单键,再通过消去去掉—OH,得到碳碳双键,

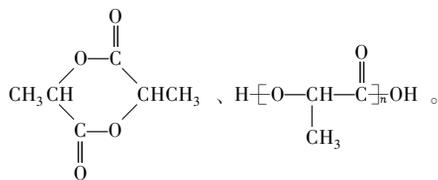
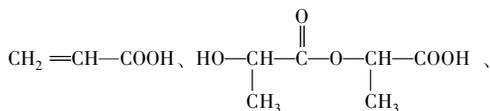
再与氢气加成,使碳碳双键变为单键得到  ,D 项错误。

3. 【解析】(1) 由框图可以知道淀粉水解生成 A,A 是葡萄糖,A 转化为乳酸 B,根据所学知识知道淀粉是一种多糖。(2) 乙醛的制备方法较多,可以用乙烯水化法转化为乙醇,乙醇氧化成乙醛,或用乙炔与水发生加成反应也可。(3) 由 D、E 的化学式可以看出 E 比 D 多 2 个 H,加氢为还原反应,加氢也是加成反应;1 mol D 能与 2 mol $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$ 反应,说明 1 mol D 中有 1 mol —CHO,D 结构中有 3 个相同的基团,经分析 3 个相同的基团为— CH_2OH ,分子式 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_4$,就剩下一个 C,D 的结构简式为 $\text{C}(\text{CH}_2\text{OH})_3\text{CHO}$,D 与银氨溶液反应的化学方程式为 $\text{C}(\text{CH}_2\text{OH})_3\text{CHO} + 2\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH} \xrightarrow{\Delta} \text{C}(\text{CH}_2\text{OH})_3\text{COONH}_4 + 2\text{Ag} \downarrow + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。

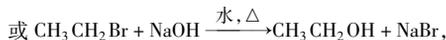
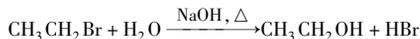
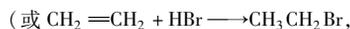
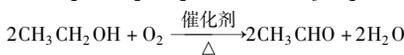
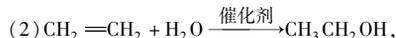
(4) B 的直链同分异构体 G 的分子中不含甲基,G 既不能与 NaHCO_3 溶液反应,又不能与新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液反应,且 1 mol G 与足量 Na 反应生成 1 mol H_2 ,G 中无— COOH ,无— CHO ,1 mol G 中有 2 mol —OH,可

得 G 的结构简式为 $\text{HOCH}_2\text{-C}(=\text{O})\text{-CH}_2\text{OH}$ 。

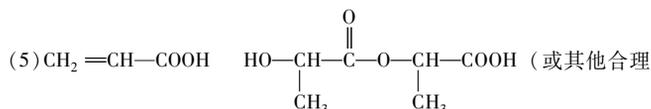
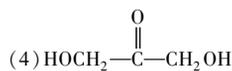
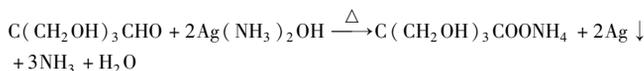
(5) B 是乳酸,由其官能团的反应机理即可得到答案。



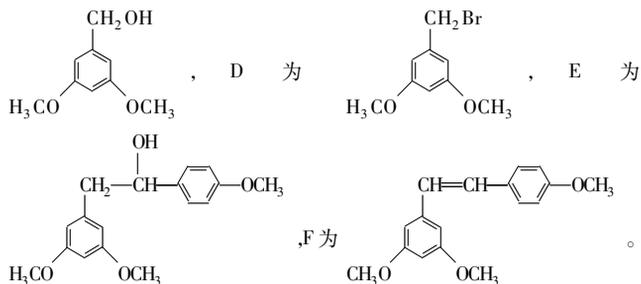
【答案】(1)多 葡萄糖



(3)加成(或还原) $\text{C}(\text{CH}_2\text{OH})_3\text{CHO}$

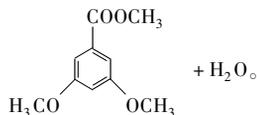
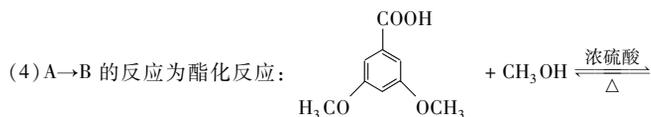
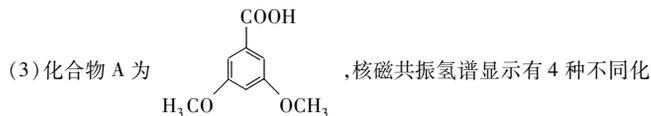


4.【解析】本题考查有机合成和推断,意在考查同学们运用提供信息进行有机推断的能力。根据图示转化关系,可以推断 C 为



(1)根据白藜芦醇的结构简式,可知其分子式为 $\text{C}_{14}\text{H}_{12}\text{O}_3$ 。

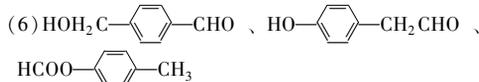
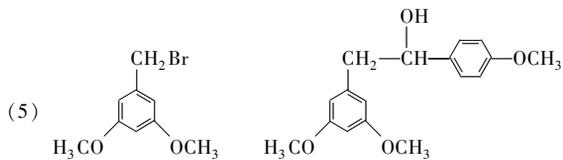
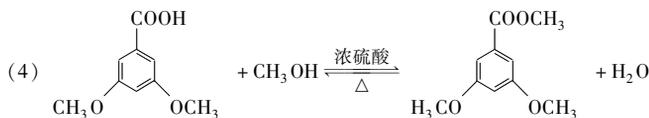
(2) $\text{C} \rightarrow \text{D}$ 为取代反应, $\text{E} \rightarrow \text{F}$ 为消去反应。



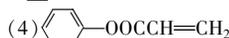
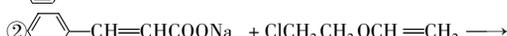
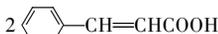
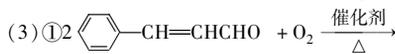
(6)根据能发生银镜反应,则含有醛基(或甲酸酯基),结合苯环上只有 2 种不同化学环境的氢原子,则为 $\text{HOH}_2\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$ 、 $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\text{CHO}$ 、 $\text{HCOO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_3$ 。

【答案】(1) $\text{C}_{14}\text{H}_{12}\text{O}_3$ (2)取代反应 消去反应

(3)4 1:1:2:6

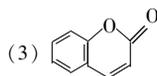
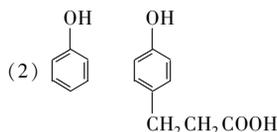


5.【答案】(1)乙醛 消去反应 (2) $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

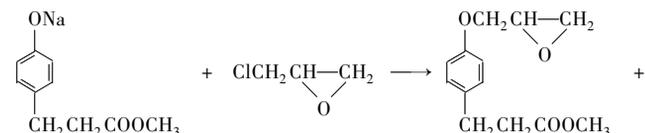
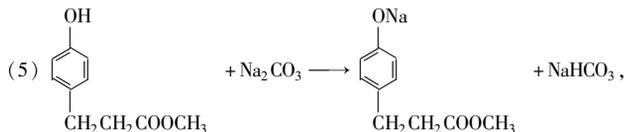


6.【解析】本题主要考查有机物的合成、有机物结构简式的书写、有机反应条件的判断、有机反应方程式书写以及有机官能团的检验等。

【答案】(1)加成反应 氧化反应

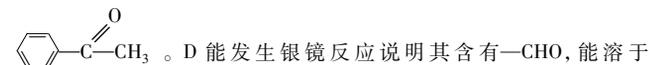


(4) CH_3OH 浓硫酸、加热

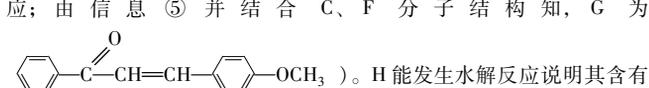


(6)取样,加入 FeCl_3 溶液,颜色无明显变化

7.【解析】由 1 mol A 完全燃烧生成 4 mol H_2O 知,1 个 A 分子中有 8 个氢原子,再结合 A 是芳香烃及相对分子质量在 100~110 之间知,1 个 A 分子中有 8 个碳原子,故 A 是苯乙烯;苯乙烯与水加成生成醇 B,因 B 的氧化产物 C 不能发生银镜反应,故 B 为 $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ 、C 为

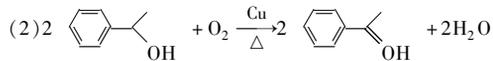


Na_2CO_3 溶液中,说明还含有一OH,结合核磁共振氢谱中氢原子种数知,羟基与醛基在苯环上处于对位,故 D 为 $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$ 。E 是 D 与 NaOH 发生中和反应的产物,为 $\text{NaO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$,分子式为 $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2\text{Na}$;由信息④知 E 转化为 F ($\text{OHC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OCH}_3$ 属于取代反应;由信息⑤并结合 C、F 分子结构知, G 为



酯基,故 H 是甲酸苯酯,在酸催化下发生水解反应时生成苯酚与甲酸。F 的同分异构体中含有一OH、—CHO。当—CHO 直接连接在苯环上时,苯环上还有一个—OH、一个—CH₃,共三个取代基,它们共有 10 种不同的结构;当苯环上的取代基为—CH₂CHO 与—OH 时,二者在苯环上有 3 种不同的位置关系,故共有 13 种同分异构体。其中符合题设要求的结构中苯环上应存在等位氢原子,故苯环上的两个取代基应处于对位,由此可写出相应的结构简式:HO——CH₂CHO。

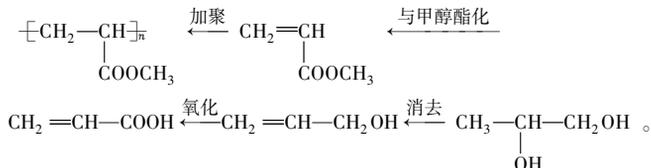
【答案】(1)苯乙烯



有机化学基础质量评估

1. B 【解析】根据有机物中含有的官能团可以判断,该物质易溶于水,但不能用于食品加工。

2. B 【解析】经四种反应合成高聚物,逆推过程为:



3. B 【解析】由转化图可知,B、C 两物质分子中的碳原子数相等。酯(C₁₀H₂₀O₂)在 NaOH 溶液中发生碱性水解后生成 B(C₄H₉COONa)和 C(C₄H₉CH₂OH),D 是醛(C₄H₉CHO),E 是羧酸(C₄H₉COOH),所以原来的酯为 C₄H₉COOCH₂C₄H₉,由于丁基(C₄H₉)有 4 种结构,所以原来的酯的结构也是 4 种。

4. C 【解析】由①知,该有机物的分子中含有一OH 和—COOH,A 不符合题意;由②知分子发生消去反应只有一种脱水方式,B 不符合题意;由③知,D 不符合题意。

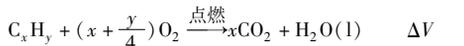
5. D 【解析】A 为乙烯,B 为 CH₃CH₂OH,C 为 CH₃CHO,D 为 CH₃COOH,E 为 CH₃——OC₂H₅。B + D → E 的反应方程式为 CH₃CH₂OH + CH₃COOH $\xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}}$ H₂O + CH₃COOC₂H₅。

6. D 【解析】水杨酸分子中的 6 个 H 的化学环境均不相同,故其核磁共振氢谱应有 6 个峰;环己醇不含酚羟基,不能与 FeCl₃ 溶液发生显色反应;1 mol 水杨酸环己酯在 NaOH 溶液中水解,最多消耗 2 mol NaOH;水杨酸在与浓溴水反应时,发生酚羟基邻、对位的取代反应,故 1 mol 水杨酸跟浓溴水反应时,最多消耗 2 mol Br₂。

7. A 【解析】本题只要可改写为通式 C_nH_m · xH₂O · yCO₂ 的物质,其中分子式改写后 C_nH_m 相同,x、y 不同(或相同)的均符合题意。

8. C 【解析】先考虑二元取代产物有 6 种,其中邻二代物有 4 种氢,间二代物有 4 种氢,对二代物有 2 种,共 10 种。

9. B 【解析】设混合烃为 C_xH_y,则由题意可得



1	1 + $\frac{y}{4}$
32 mL	72 mL

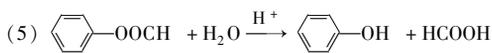
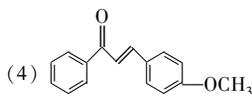
$$\frac{1}{32} = \frac{1 + \frac{y}{4}}{72}, \text{解得 } y = 5.$$

再将混合烃设为 C_nH₆ 与 C₂H₂ 的混合物,可由十字交叉法求得两者物质的量之比为 3:1,则可得乙炔的体积分数为 25%。

10. A 【解析】甲(C₁₁H₁₄O₂,相对分子质量 178)的 Ω 为 5,丙中有 X—C₆H₄OH 结构,其 Ω 为 4,则乙中必有 Y—COOH,Ω 为 1,二者 Ω 之和与甲相等,则残基为烷基。再由 X—C₆H₄OH 的相对分子质量为(93 + X),Y—COOH 的相对分子质量为(Y + 45),由题意知(93 + X) - 20 = Y + 45,结合一元酯水解关系:178 + 18 = (93 + X) + (Y + 45),则两式联立可解得 X = 15。

可知丙的残基为甲基,即丙为甲基苯酚(邻、间、对 3 种异构),进而可

(3) C₇H₅O₂Na 取代反应



(6) 13 HO——CH₂CHO

【技巧点拨】当苯环上有三种不同的取代基时,共有 10 种同分异构体,当苯环上有两种不同的取代基时,共有 3 种同分异构体。

得乙为 C₃H₇COOH(丙基有 2 种异构),因此本题答案为 6 种。

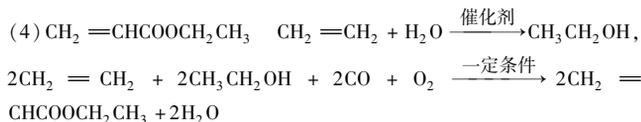
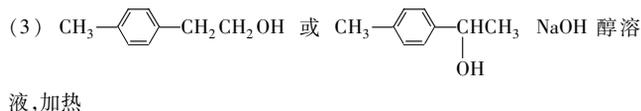
11. B 【解析】观察表格发现表中物质是按炔烃、烯烃、烷烃的顺序按碳原子数递增排列的,每三项为一周期,首项碳原子数为 2,因此 15 位碳原子数为 $\frac{15}{3} + 1 = 6$,刚好整数,因此物质类别为烷烃,即应为 C₆H₁₄。本

题拓展:如果求 16 位,则其计算方法为 $\frac{16}{3} + 1 = 6$ 余 1,则应向上取整为 7 个碳原子的炔烃,分子式为 C₇H₁₂。如求 17 位,其计算方法为 $\frac{17}{3} + 1 = 6$ 余 2,则应为 7 个碳原子的烯烃,分子式为 C₇H₁₄。

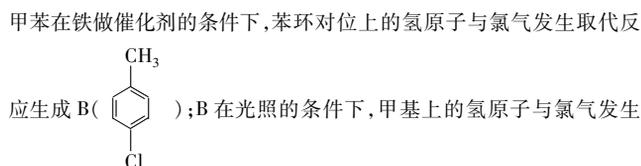
12. A 【解析】a 处有红色物质生成,说明 CuO 被还原了,b 处变蓝说明生成了水,c 处得到液体说明原物质经冷却后为液体,即与 CuO 反应后生成了常温下除水外(水被吸收)的液体。

13. 【解析】(1)由所给化合物 I 的结构简式可知该化合物含有的官能团为酚羟基、酯基、C=C 键,同时含有苯环,所以该化合物遇 FeCl₃ 溶液显紫色,可与溴发生取代反应和加成反应,不含醛基,不能发生银镜反应;1 mol 化合物 I 含有 2 mol 酚羟基和 1 mol 酯基,故 1 mol 该化合物最多可与 3 mol NaOH 反应,因此 A、C 两项正确。(2)由化合物 II 的结构简式可知其分子式为 C₉H₁₀,1 mol 该物质中的苯环可与 3 mol H₂ 加成,C=C 键可与 1 mol H₂ 加成,故 1 mol 该物质最多可与 4 mol H₂ 反应生成饱和烃类化合物。(3)通过消去反应生成烯烃的物质有醇或卤代烃,其中能与钠反应产生氢气的是醇,所以 III 为醇,IV 为卤代烃。(4)由聚合物的结构简式可知其单体的结构简式为 CH₂=CHCOOCH₂CH₃。对比反应①及目标产物的结构简式,可知反应中的醇应为乙醇,先用乙烯水化法制得乙醇,然后利用反应①生成目标产物。

【答案】(1)AC (2)C₉H₁₀ 4



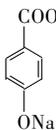
14. 【解析】由 A 的分子式为 C₇H₈,结合题意,可推断 A 为甲苯();甲苯在铁做催化剂的条件下,苯环对位上的氢原子与氯气发生取代反



取代反应生成 C();C 在氢氧化钠水溶液的条件下,甲基上的氯原子发生水解反应,结合题目信息①,生成 D

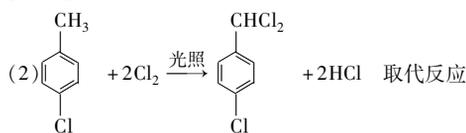


(Cl——CHO); D 在催化剂的条件下醛基被氧化生成 E
); E 在稀碱、高压、高温条件下, 苯环上的氯原子被羟基取

代生成 F (); F 经酸化后生成 G (HO——COOH), 即

对羟基苯甲酸。

【答案】(1) 甲苯



(3) Cl——CHO

(4) C₇H₄O₃Na₂

(5) HO——COOH

(6) 13 Cl——OCHO

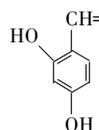
15. 【解析】(1) B 能与乙醇发生反应, 结合其分子式知, B 为乙酸。乙酸的同分异构体中能发生银镜反应的有羟醛及甲酸形成的酯。(2) C 中的碳原子数为 $\frac{180 \times 60.0\%}{12} = 9$, 氢原子数为 $\frac{180 \times 4.4\%}{1} = 8$, 氧原子数为 $\frac{180 - 12 \times 9 - 1 \times 8}{16} = 4$, 所以 C 的分子式为 C₉H₈O₄。(3) 使溴水褪色, 应含有“”, 与 NaHCO₃ 放出气体, 应含有“—COOH”。分子中共含有四个氧原子, 其余的两个氧原子应为酚羟基。(4) A 在碱中水解生成 B 和乙酸, 则 A 应为乙酸形成的酯。

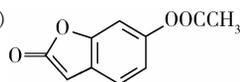
【考点定位】有机反应类型, 同分异构体, 有机物分子式的确定。

【答案】(1) CH₃COOH CH₃COOH + CH₃CH₂OH $\xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓硫酸}}$

CH₃COOCH₂CH₃ + H₂O 酯化(或取代)反应 HOCH₂CHO、HCOOCH₃

(2) C₉H₈O₄

(3) 碳碳双键、羧基


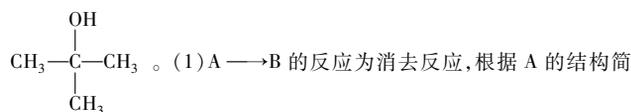
(4) 

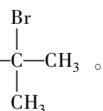
选修 物质结构与性质

第 1 章 原子结构与性质

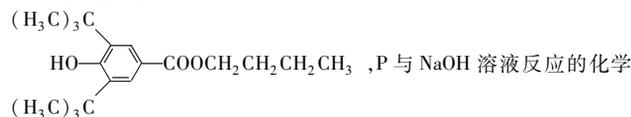
1. C
 2. A 【解析】此题考查元素核外电子排布与元素化合价知识。A 的价电子构型为 nsⁿ, 而 n ≤ 2, 因而 A 为 H 或 Be; B 的 M 层即价电子排布只可能为 3s²3p² 或 3s²3p⁴, 为 S 或 Si; C 为第 2 周期元素, 符合条件的为 2s²2p⁴, 为 O; 然后根据元素可能的化合价判断, 可能形成 H₂SO₄ 或 H₂SO₃ 或 BeSO₄ 或 BeSO₃ 四种化合物。
 3. D 【解析】此题通过逐级电离能综合考查元素价电子、化合价、在周期表中位置和有关化学性质。根据各级电离能的变化, 知道元素 X 的 I₁、I₂ 差别很大, 故 X 显 +1 价, A、C 两项正确。元素 Y 的 I₃、I₄ 有极大变化, 所以 Y 应是 IIIA 族元素, B 正确。若 Y 在 IIIA 族且为第 3 周期, 则 Y 为 Al, 它不可能和冷水剧烈反应, D 项错误。
 4. 【解析】(1) 表中给出第 2、第 3 周期元素的 X 值(其中缺少了氮、镁两种元素的 X 值), 可根据元素性质的周期性变化来推测氮、镁元素的 X 值。(2) 从表中数值可推测出, 同周期中元素的 X 值随原子半径的减小而增

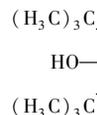
16. 【解析】根据 A 分子中含有 3 个甲基, 可以推断 A 的结构简式为

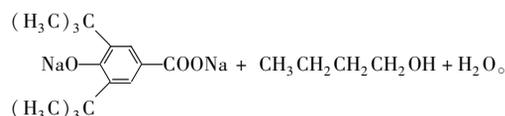


A 与 HBr 发生取代反应的产物, 结构简式为 。

(3) C 为苯酚, 苯酚遇 FeCl₃ 溶液呈紫色, 与浓溴水发生取代反应生成白色沉淀, 因此可以用 FeCl₃ 溶液或浓溴水检验 C。(4) F 与 A 互为同分异构体, 且分子内只含 1 个甲基, 则 F 的结构简式为 CH₃CH₂CH₂CH₂OH, P 为 E 与 F 发生酯化反应的产物, P 的结构简式为

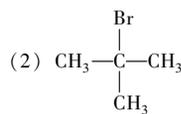


方程式为  + 2NaOH →

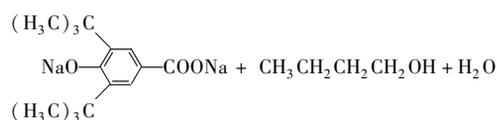
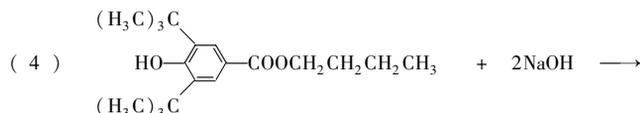


【考点定位】有机化学基础知识, 反应类型、结构简式和化学方程式等。

【答案】(1) 消去反应 2-甲基丙烷



(3) bd



大, 同主族元素的 X 值随原子半径的增大而减小, X 值的变化体现了元素性质的周期性变化。
 (3) 用 X 值的大小可判断共价键中共用电子对偏向哪一方。对于 S—N 键, 由于 N 的 X 值大于 S 的 X 值, 所以其共用电子对偏向氮原子。
 (4) 表中查不到溴的 X 值, 可根据元素周期律来推测, 氯元素与溴元素同主族, 氯元素的 X 值必定比溴元素的 X 值大, 而 X(Cl) - X(Al) = 3.16 - 1.61 = 1.55 < 1.7, 所以溴元素与铝元素的 X 值的差值必定小于 1.55, 所以溴化铝肯定属于共价化合物。
 (5) X 值越小, 元素的金属性越强, X 值最小的元素应位于第 6 周期的 I A 族。
 【答案】(1) 0.93 1.61 2.55 3.44 (2) 同周期中元素的 X 值随原子半径的减小而增大, 同主族元素的 X 值随原子半径的增大而减小 周期性 (3) 氮原子 (4) 共价键 (5) 第 6 周期 I A 族
 5. B 【解析】本题考查原子结构, 意在考查同学们对元素周期表知识记忆



- (2) C、N、O 三种元素第一电离能由大到小的顺序是 $N > O > C$ 。
- (3) ① NH_3 分子的空间构型是三角锥形, NH_3 中氮原子轨道的杂化类型是 sp^3 , 而胍(N_2H_4) 分子可视为 NH_3 分子中的一个氢原子被 $-\text{NH}_2$ (氨基) 取代形成的, 所以 N_2H_4 分子中氮原子轨道的杂化类型是 sp^3 , 这点与 H_2O 、 H_2O_2 中 O 的杂化类型都是 sp^3 的道理是一样的。
- ② 反应中有 4 mol N—H 键断裂, 即有 1 mol N_2H_4 参加反应, 生成 1.5 mol N_2 , 则形成的 π 键有 3 mol。
- ③ $\text{N}_2\text{H}_6\text{SO}_4$ 晶体类型与硫酸铵相同, 可见它是离子晶体, 晶体内肯定不存在范德华力。
- (4) 要形成氢键, 就要掌握形成氢键的条件: 一是要有氢原子; 二是要有电负性比较强、半径比较小的原子, 比如 F、O、N 等。符合这样的选项就是 c 和 d, 但题中要求形成 4 个氢键, 氢键具有饱和性, 这样只有选 c。
- 此题中的 (3) (4) 两问亮点较多, 让人耳目一新, 其中第 (4) 问耐人回味, 通过这样的方式就把氢键的来龙去脉和特点考查彻底了!
- 【答案】(1) $2\text{s}^22\text{p}^3$ (2) $N > O > C$ (3) ①三角锥形 sp^3 ②3 ③d (4) c

10. 【解析】(1) 同周期从左到右第一电离能有逐渐增大的趋势, II A 和 V A 族则反常。所以铝的第一电离能小于硅, 一般题目是比较镁铝的电离

第 3 章 晶体结构与性质

1. A 【解析】 Na_2O_2 晶体中的阴阳离子是 O_2^{2-} 和 Na^+ , 个数比为 1:2; 因每个 Si 与相邻 4 个氧原子以共价键相结合, 故 1 mol SiO_2 中含有 4 mol Si—O 键; 金刚石在一定条件下可以与 O_2 反应生成 CO_2 。
2. D 【解析】因为第 2 周期的非金属元素的气态氢化物中, NH_3 、 H_2O 、HF 的分子之间存在氢键, 它们的沸点高于同主族中其他元素的气态氢化物的沸点, A、B、C 均不对, 而甲烷分子间不存在氢键, 所以 a 点应该是 SiH_4 。
3. BD 【解析】对于分子晶体来说, 分子的稳定性取决于化学键, 物质的熔沸点与分子间的作用力有关, 而与化学键无关。 SO_2 不同于 CO_2 , 对于由两种元素形成的多原子分子来说, 只有当中心原子的化合价的绝对值与其最外层电子数相等时, 分子才为非极性分子, 所以 SO_2 应为极性分子。分子晶体熔化时, 共价键不发生断裂。
4. C 【解析】图中三个立方体合在一起才是一个晶胞。每个晶胞体内含有 1 个钇原子和 2 个钡原子。图中共有铜原子 16 个, 其中位于顶点(最上层平面和最下层平面)的共 8 个, 这个晶胞中只分摊到 $8 \times 1/8 = 1$ 个; 位于棱线(中间两个平面)的也是 8 个, 这个晶胞分摊到 $8 \times 1/4 = 2$ 个, 所以每个晶胞单独占有的铜原子数为 3 个。图中共含氧原子 13 个, 位于晶胞面上(不含棱)的是 7 个, 位于晶胞棱上的是 6 个, 所以, 每个晶胞单独含有的氧原子数共为 $7 \times 1/2 + 6 \times 1/4 = 5$ 个。至此可知, 该晶体每个晶胞中平均分摊到(即单独占有)的钇原子、钡原子、铜原子和氧原子个数分别为 1、2、3、5, 所以化学式为 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_5$ 。
5. 【答案】(1) 单键数: 70; 双键数: 35。
(2) 设 C_{70} 分子中五边形数为 x 个, 六边形数为 y 个。依题意可得方程组:
 $1/2(5x + 6y) = 1/2(3 \times 70)$ (键数, 即棱边数)
 $70 + (x + y) - 1/2(3 \times 70) = 2$ (欧拉定理)
解得 $x = 12, y = 25$ 。即 C_{70} 分子中五边形有 12 个, 六边形有 25 个。
6. 【解析】(1) 同时吸引的原子个数指在某原子(离子)周围距其最近的其他种类的原子(离子)个数, 观察题图可知, Y 位于立方体的体心, X 位于立方体的顶点, 每个 Y 同时吸引着 4 个 X; 再分析每个 X 周围的 Y 数目, 每个 X 同时为八个立方体共用, 而每个立方体的体心都有一个 Y, 所以每个 X 同时吸引着 8 个 Y, 晶体的化学式可用阴、阳离子的个数比来表示, 为 XY_2 。
- (2) 晶体中每个 X 周围与它最近的 X 之间的距离应为图中立方体的面对角线, 与 X 的位置关系分别为此 X 的上层、下层和同一层, 每层有 2 个, 共 6 个。
- (3) 若将 4 个 X 原子连接起来, 则构成一个正四面体, Y 原子位于正四面体的体心, 可类比 CH_4 分子中的键角, 则可知该键角的度数为 $109^\circ 28'$ 。
- (4) 设图中立方体的边长为 a cm, 两个距离最近的 X 中心间的距离为

- 能, 这样设问可见出题求异。
- (2) 基态 Mn^{2+} 的核外电子排布式为 $[\text{Ar}]3\text{d}^5$ 或 $1\text{s}^22\text{s}^22\text{p}^63\text{s}^23\text{p}^63\text{d}^5$ 。
- (3) 硅烷是分子晶体, 结构相似, 相对分子质量越大, 分子间的范德华力越大, 沸点越高。
- (4) ① 1, 3, 5, 6 代表氧原子, 2, 4 代表硼原子, 2 号 B 形成 3 个键, 则硼原子为 sp^2 杂化, 4 号 B 形成 4 个键, 则硼原子为 sp^3 杂化; B 一般是形成 3 个键, 4 号 B 形成 4 个键, 其中 1 个键很可能就是配位键, 配位键存在于 4 号与 5 号原子之间。
- 观察模型, 可知 X^{m-} 是 $(\text{H}_4\text{B}_4\text{O}_9)^{m-}$, 依据化合价 H 为 +1, B 为 +3, O 为 -2, 可得 $m = 2$, 这问有一定难度, 思维能力、空间想像能力要求比较高。
- ② 钠离子与 X^{m-} 形成离子键, 结晶水分子间存在氢键和范德华力。若没仔细读题, 题目是问钠离子、 X^{m-} 、水分子之间的作用力, 而不是硼砂晶体中的作用力, 可能会多选 B。
- 【答案】(1) <
(2) $1\text{s}^22\text{s}^22\text{p}^63\text{s}^23\text{p}^63\text{d}^5$ 或 $[\text{Ar}]3\text{d}^5$
(3) 结构相似的分子晶体, 相对分子质量越大, 沸点越高
(4) ① sp^2, sp^3 4, 5 2 ② ADE

- b cm。图中一个立方体实际含一个 Y 和 $\frac{1}{2}$ 个 X, 则可得出: $M = 2N_A a^3 \rho, b = \sqrt{2}a$, 从而可求出 b 。
- 【答案】(1) 4 8 XY_2 (2) 6 (3) $109^\circ 28'$ (4) $\sqrt{2} \times \sqrt{\frac{M}{2\rho N_A}}$ 。
7. D 【解析】原子晶体熔点很高, 离子晶体熔点较高, 分子晶体熔点较低, A 项错。二氧化硫的溶解度大于硫化氢, B 项错。随着碳原子数增多, 烷烃的沸点升高, C 项错。非金属元素的得电子能力越强, 其氢化物越稳定, D 项正确。
8. D 【解析】本题考查化学键、物质结构, 意在考查同学们对晶体类型和化学键等概念的掌握。 AlON 与石英(SiO_2) 均为原子晶体, 所含化学键均为共价键, 故 A、B 项正确; Al_2O_3 是离子晶体, 晶体中含离子键, 不含共价键, 故 C 项正确、D 项错误。
9. D 【解析】二氧化硅是原子晶体, 结构为空间网状, 存在硅氧四面体结构, 硅处于中心, 氧处于 4 个顶角, 所以 A 项错误; 在 SiO_2 晶体中, 每 6 个 Si 和 6 个 O 形成一个 12 元环(最小环), 所以 D 对, B、C 都错。
10. 【解析】(1) Cu (电子排布式 $[\text{Ar}]3\text{d}^{10}4\text{s}^1$) $\rightarrow \text{Cu}^{2+}$ 的过程中, 参与反应的电子是最外层的 4s 及 3d 上各一个电子, 故 Cu^{2+} 的电子排布式是 $[\text{Ar}]3\text{d}^9$ 或 $1\text{s}^22\text{s}^22\text{p}^63\text{s}^23\text{p}^63\text{d}^9$; (2) 从图中可以看出阴离子在晶胞有四类: 顶点(8 个)、棱上(4 个)、面上(2 个)、体心(1 个), 根据立方体的分摊法, 可知该晶胞中有 4 个阴离子; (3) 胆矾是由水合铜离子及硫酸根离子构成的, 属于离子化合物, C 不正确; (4) N、F、H 三种元素的电负性: $F > N > H$, 所以 NH_3 中共用电子对偏向 N, 而在 NF_3 中, 共用电子对偏向 F, 偏离 N; (5) 由于半径 $\text{O}^{2-} < \text{S}^{2-}$, 所以 Cu^+ 与 O^{2-} 形成的离子键强于 Cu^+ 与 S^{2-} 形成的离子键, 所以 Cu_2O 的熔点比 Cu_2S 的高。
- 【答案】(1) $[\text{Ar}]3\text{d}^9$ 或 $1\text{s}^22\text{s}^22\text{p}^63\text{s}^23\text{p}^63\text{d}^9$ (2) 4 (3) BD
(4) N、F、H 三种元素的电负性: $F > N > H$, 在 NF_3 中, 共用电子对偏向 F, 偏离 N, 使得氮原子上的孤对电子难以与 Cu^{2+} 形成配位键
(5) 高 Cu_2O 与 Cu_2S 相比阳离子相同, 阴离子所带的电荷数也相同, 但 O^{2-} 的半径小于 S^{2-} 的半径, 所以 Cu_2O 的晶格能更大, 熔点更高
11. 【解析】(1) 铜是 29 号元素, 其基态原子的电子排布式为 $1\text{s}^22\text{s}^22\text{p}^63\text{s}^23\text{p}^63\text{d}^{10}4\text{s}^1$ 。
- (2) 铜的晶胞为面心立方最密堆积, 一个晶胞能分摊到 4 个铜原子; $1 \text{ pm} = 10^{-10} \text{ cm}$, 故一个晶胞的体积为 $(361 \times 10^{-10} \text{ cm})^3 \approx 4.7 \times 10^{-23} \text{ cm}^3$; 一个晶胞的质量为 $4.7 \times 10^{-23} \text{ cm}^3 \times 9.00 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 4.23 \times 10^{-22} \text{ g}$; 由 $A(\text{Cu}) = 63.6 \text{ g/mol} = \frac{4.23 \times 10^{-22} \text{ g}}{4} \times N_A$, 得 $N_A = 6.01 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 。
- (3) KCuCl_3 中 Cu 元素的化合价为 +2, 则另一种无限长链结构中的 Cu



元素的化合价为 +1, CuCl_3 原子团的化合价为 -2, 故其化学式为 K_2CuCl_3 。

(4)“金属铜单独与氨水或单独与过氧化氢都不能反应,但可与氨水和过氧化氢的混合溶液反应”,这是两种物质共同作用的结果:过氧化氢具有强氧化性,而氨水能与 Cu^{2+} 形成配合物。

【答案】(1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ 或 $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^1$

(2) $4.7 \times 10^{-23} \text{ cm}^3$ $4.23 \times 10^{-22} \text{ g}$ $63.6 \text{ g/mol} = \frac{4.23 \times 10^{-22} \text{ g}}{4} \times$

N_A , 得 $N_A = 6.01 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

(3) sp^3 K_2CuCl_3

(4)过氧化氢为氧化剂,氨与 Cu 形成配离子,两者相互促进使反应进行 $\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+} + 2\text{OH}^-$

12.【解析】本题主要考查核外电子排布式、等电子体原理、杂化轨道、分子的平面构型、晶体结构等。

(1)根据等电子体原理可知, O_2^{2+} 的电子式为 $[:\text{O}:::\text{O}:]^{2+}$, 1 mol 叁

键中含有 2 mol π 键和 1 mol σ 键,故 1 mol O_2^{2+} 中含有 $2N_A$ 个 π 键。

(2)Cu 为 29 号元素,要注意 3d 轨道写在 4s 轨道的前面, Cu^+ 的基态核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$ 。

(3)通过丙烯腈的结构可以知道碳原子的杂化轨道类型为 sp^1 和 sp^2 杂化,同一直线上有 3 个原子。

(4)从晶胞结构图中可以看出,1 个 Ca^{2+} 周围距离最近的 C_2^{2-} 有 4 个,而不是 6 个,要特别注意题给的信息。

【答案】(1) $[:\text{O}:::\text{O}:]^{2+}$ $2N_A$ (2) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$ 或 $[\text{Ar}] 3d^{10}$ (3) sp^1 杂化 sp^2 杂化 3 (4) 4

13.【答案】(1) sp^1 杂化 3 mol 或 $3 \times 6.02 \times 10^{23}$ 个

(2) NH_3 分子存在氢键

(3) N_2O (4) $\text{CuCl} \quad \text{CuCl} + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CuCl}_3$ (或 $\text{CuCl} + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{H}_2[\text{CuCl}_3]$)