

# 化学

## 参考答案、提示及评分细则

### 1.【答案】C

【解析】铝合金密度小、强度高,具有较强的抗腐蚀性能,是制造飞机和宇宙飞船的理想材料,A正确;利用 $\text{CO}_2$ 合成淀粉,消耗空气中 $\text{CO}_2$ 气体,有助于实现“碳达峰”和“碳中和”,B正确;燃煤中加入 $\text{CaO}$ ,能除去 $\text{SO}_2$ 气体,减少酸雨的形成,不能减少 $\text{CO}_2$ 气体的排放,C错误;丝绸的主要原料为蚕丝,其主要成分是蛋白质,D正确。

### 2.【答案】B

### 3.【答案】C

【解析】氢氧化钡不与氧化铜反应,盐酸不能转化为氢氧化钡,盐酸不与硫酸铜反应,A不符合题意;氯化铁和碳酸钠均为盐,属于相同类别的化合物,B不符合题意;盐酸和氢氧化钠、碳酸钾都能反应,和硝酸银反应生成硝酸,硝酸和氢氧化钠、碳酸钾都能反应,C符合题意;盐酸不能转化为硝酸钡,盐酸不与硫酸反应,氢氧化钠与硝酸钡不反应,D不符合题意。

### 4.【答案】D

【解析】醋酸是弱酸,醋酸分子在水中不能全部电离出氢离子,A错误;酸碱中和反应是放热反应,所以反应未开始时的温度一定是最低的,该反应过程可以认为开始的10 mL氨水与盐酸反应,反应放热,后10 mL氨水与醋酸反应,而醋酸电离是吸热的,所以氨水与醋酸反应放出的热量低于与盐酸反应放出的热量,所以溶液温度高低为②点>③点>①点,B错误;③点后,溶液中离子数目增大,但离子浓度逐渐减小,故溶液的电导率逐渐降低,C错误;③点时氨水与混酸完全反应生成氯化铵和醋酸铵,因为醋酸根离子水解,而氯离子不水解,所以 $c(\text{Cl}^-) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ ,D正确。

### 5.【答案】A

【解析】向 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液中滴入少量 $\text{NaOH}$ 溶液,反应的离子方程式为 $\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ,A正确; $\text{Al}^{3+}$ 的水解程度较小,离子方程式应为 $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}^+$ ,B错误; $\text{Na}_2\text{O}_2$ 溶于水产生 $\text{O}_2$ ,反应的离子方程式为 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Na}^+ + 4\text{OH}^- + \text{O}_2 \uparrow$ ,C错误; $\text{HCl}$ 是强电解质,要拆成离子形式,反应的离子方程式为 $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ,D错误。

### 6.【答案】B

【解析】①中, $\text{K}_2[\text{Cu}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{KCuO}_2$ 中,Cu元素化合价升高, $\text{K}_2[\text{Cu}(\text{OH})_4]$ 是还原剂, $\text{HBrO} \rightarrow \text{KBr}$ 中,Br元素化合价降低, $\text{HBrO}$ 是氧化剂,根据得失电子守恒可知,还原剂和氧化剂的物质的量之比为2:1,A正确;反应②的化学方程式为 $4\text{KCuO}_2 + 6\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{CuSO}_4 + 6\text{H}_2\text{O} + 2\text{K}_2\text{SO}_4$ ,生成1 mol  $\text{O}_2$ 转移4 mol电子,标准状况下生成5.6 L  $\text{O}_2$ (即0.25 mol  $\text{O}_2$ ),则转移电子1 mol,B错误;反应②中Cu元素化合价升高,O元素化合价降低, $\text{KCuO}_2$ 既表现氧化性,又表现还原性,C正确;氧化剂的氧化性强于氧化产物,由①可得氧化性 $\text{HBrO} > \text{KCuO}_2$ ,由②可得氧化性 $\text{KCuO}_2 > \text{O}_2$ ,则氧化性强弱顺序为 $\text{HBrO} > \text{KCuO}_2 > \text{O}_2$ ,D正确。

### 7.【答案】B

【解析】1 mol  $\text{Na}_2\text{O}_2$ 中含有2 mol  $\text{Na}^+$ 和1 mol  $\text{O}_2^{2-}$ ,3.9 g  $\text{Na}_2\text{O}_2$ 的物质的量为0.05 mol,故3.9 g  $\text{Na}_2\text{O}_2$ 晶体中阴离子的数目为0.05 $N_A$ ,A正确;标准状况下, $\text{H}_2\text{O}$ 是液体,不能用气体摩尔体积进行有关计算,B错误;18 g  $\text{C}_{60}$ 和石墨的混合物中含有的碳原子数目为1.5 $N_A$ ,C正确;根据反应 $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2 \uparrow$ 可知,1 L 0.2 mol·L<sup>-1</sup>  $\text{NaOH}$ 溶液与足量的Al反应,生成的 $\text{H}_2$ 分子数为0.3 $N_A$ ,D正确。

### 8.【答案】D

【解析】配制100 mL 2.0 mol·L<sup>-1</sup>  $\text{NaOH}$ 溶液,需要 $\text{NaOH}$ 的质量为2.0 mol·L<sup>-1</sup>×0.1 L×40 g·mol<sup>-1</sup> = 8.0 g,A正确;用容量瓶配制溶液要求在室温下进行,则操作2是将恢复至室温的 $\text{NaOH}$ 溶液转移到容量瓶中,B正确;操作4是定容,用胶头滴管滴加蒸馏水至溶液的凹液面与容量瓶颈部的刻度线相切,C正确;

操作 5 中,将容量瓶颠倒、摇匀后,发现液面低于刻度线,属于正常现象,不能继续滴加蒸馏水,若继续滴加蒸馏水,则会使所配制的溶液的浓度偏低,D 错误。

9.【答案】B

【解析】过氧化钠本身与稀盐酸反应生成氧气,有气泡冒出,不能证明过氧化钠已经变质,A 错误;钠与二氧化碳反应生成碳和碳酸钠,产生黑、白两种固体,该反应为置换反应,B 正确; $\text{CO}_3^{2-}$  结合  $\text{H}^+$  的能力强于  $\text{HCO}_3^-$ ,稀盐酸少量, $\text{Na}_2\text{CO}_3$  与盐酸反应生成  $\text{NaHCO}_3$ ,无明显现象,不会产生气泡,C 错误;向  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液中加入一定量  $\text{NaOH}$  固体,由于  $\text{NaOH}$  固体溶于水放热,所以不能根据温度计示数增大说明该反应是放热反应,D 错误。

10.【答案】C

【解析】高温下,铁与水蒸气反应生成黑色的四氧化三铁固体和氢气,①错误;将饱和氯化铁溶液滴入浓  $\text{NaOH}$  溶液中,生成红褐色的氢氧化铁沉淀,不能制得氢氧化铁胶体,②错误;氧化铁是一种红棕色粉末,常用作油漆、涂料、油墨和橡胶的红色颜料,③正确;高温下,用一氧化碳还原铁的氧化物,发生氧化还原反应生成铁和二氧化碳,用来冶炼铁,④正确,故选 C。

11.【答案】D

【解析】氯化铜水解生成氢氧化铜和氯化氢,X 气体是  $\text{HCl}$ ,可抑制  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  加热时水解,A 正确;氯气能被饱和氢氧化钠溶液吸收,防止污染,也可以回收利用,B 正确;途径 2 中  $200\text{ }^\circ\text{C}$  时反应生成氧化铜,由原子守恒可知,还生成氯化氢,该反应的化学方程式为  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{Cl}_2 \xrightarrow{200\text{ }^\circ\text{C}} 2\text{CuO} + 2\text{HCl} \uparrow$ ,C 正确;酸性条件下, $\text{Cu}^+$  不稳定, $\text{CuCl}$  在稀硫酸中生成  $\text{CuCl}_2$  和  $\text{Cu}$ ,反应的离子方程式为  $2\text{CuCl} = \text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^- + \text{Cu}$ ,D 错误。

12.【答案】D

【解析】将  $\text{NaOH}$ 、 $\text{MgCl}_2$ 、 $\text{AlCl}_3$  三种固体组成的混合物溶于足量的水后,产生 1.16 g 白色沉淀,再向所得悬浊液中逐滴加入  $\text{HCl}$  溶液。A 点前,1.16 g 白色沉淀的质量保存不变,说明溶液中  $\text{NaOH}$  过量,则  $\text{Al}^{3+}$  完全转化为  $\text{AlO}_2^-$ ,悬浊液中存在的 1.16 g 白色沉淀为  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 。A 点到 B 点,盐酸和偏铝酸钠反应生成氢氧化铝沉淀,离子方程式为  $\text{AlO}_2^- + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ ,B 点时,沉淀为  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,上层清液中存在的溶质是  $\text{NaCl}$ 。B 点到 C 点过程中, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$  与盐酸反应生成  $\text{MgCl}_2$  和  $\text{AlCl}_3$ ,所以 C 点溶液中的溶质是  $\text{NaCl}$ 、 $\text{MgCl}_2$  和  $\text{AlCl}_3$ 。从以上分析可知,1.16 g 白色沉淀为  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,B 点的沉淀为  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  和  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,A 正确;A 点到 B 点发生反应的离子方程式为  $\text{AlO}_2^- + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ ,B 正确;1.16 g 白色沉淀是氢氧化镁,则  $n[\text{Mg}(\text{OH})_2] = \frac{1.16\text{ g}}{58\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.02\text{ mol}$ ,根据镁离子守恒,可知原混合物中  $n(\text{MgCl}_2) = 0.02\text{ mol}$ 。A 点到 B 点,盐酸和偏铝酸钠反应生成氢氧化铝沉淀,离子方程式为  $\text{AlO}_2^- + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ ,根据  $\text{HCl}$  溶液的体积可知, $n(\text{AlO}_2^-) = n(\text{HCl}) = 1.00\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times (0.03 - 0.01)\text{ L} = 0.02\text{ mol}$ ,根据铝原子守恒,可知原混合物中  $n(\text{AlCl}_3) = 0.02\text{ mol}$ 。由  $\text{Na}^+$  和  $\text{Cl}^-$  守恒,可知原混合物中  $n(\text{NaOH}) = n(\text{NaCl}) = n(\text{Cl}^-) = 2n(\text{MgCl}_2) + 3n(\text{AlCl}_3) + n(\text{HCl}) = 0.02\text{ mol} \times 2 + 0.02\text{ mol} \times 3 + 0.03\text{ L} \times 1.00\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.13\text{ mol}$ 。C 点溶液为  $\text{MgCl}_2$ 、 $\text{AlCl}_3$  和  $\text{NaCl}$  的混合溶液,到 C 点时所加的全部盐酸可看成是用于中和原固体混合物中的  $\text{NaOH}$ ,此时所加的全部  $\text{HCl}$  的物质的量为  $n(\text{HCl}) = n(\text{NaOH}) = 0.13\text{ mol}$ ,C 点时,加入  $\text{HCl}$  溶液的总体积为  $\frac{0.13\text{ mol}}{1.00\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 0.13\text{ L} = 130\text{ mL}$ ,C 正确;由 C 项分析可知,原混合物中  $\text{MgCl}_2$  和  $\text{AlCl}_3$  物质的量之比为  $0.02 : 0.02 = 1 : 1$ ,D 错误。

13.【答案】D

【解析】左、右两侧气体的温度、压强相同,相同条件下,气体的体积之比等于其物质的量之比,左、右两侧气体的体积之比为  $4 : 1$ ,则左、右两侧气体的物质的量之比也为  $4 : 1$ ,则右侧气体的物质的量为  $\frac{1\text{ mol}}{4} = 0.25\text{ mol}$ ,A 正确;相同条件下,气体的密度之比等于气体的摩尔质量之比,右侧气体的平均摩尔质量  $= \frac{8\text{ g}}{0.25\text{ mol}} = 32\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,氧气的摩尔质量也为  $32\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,则右侧气体的密度等于相同条件下氧气的密

度, B 正确; 右侧 CO 和 CO<sub>2</sub> 的总质量为 8 g, CO 和 CO<sub>2</sub> 的总物质的量为 0.25 mol, 设 CO 的物质的量为  $x$  mol, 二氧化碳的物质的量为  $(0.25-x)$  mol, 则有  $28x+44\times(0.25-x)=8$ , 解得  $x=\frac{3}{16}$  mol, 则 CO 的质量  $=\frac{3}{16}$  mol $\times 28$  g $\cdot$ mol<sup>-1</sup> $=5.25$  g, C 正确; 若改变右侧混合气体的充入量而使隔板处于距离右端  $\frac{1}{6}$  处, 则左、右侧气体体积之比为 5 : 1, 右侧充入的 CO 和 CO<sub>2</sub> 的混合气体的物质的量为  $\frac{1}{5}$  mol $=0.2$  mol, 相同条件下气体的压强之比等于气体的物质的量之比, 则前后两次充入容器内的气体的压强之比  $=\frac{(1+0.25)\text{ mol}}{(1+0.2)\text{ mol}}=25:24$ , D 错误。

14. 【答案】C

【解析】8.34 g 七水合硫酸亚铁晶体的物质的量为  $\frac{8.34\text{ g}}{278\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}=0.03$  mol, 若晶体受热完全脱去结晶水所得固体的质量为  $0.03\text{ mol}\times 152\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}=4.56$  g, 则 373 ℃ 前为七水合硫酸亚铁晶体脱去结晶水的过程。失重第一阶段, 为 FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 脱去一部分结晶水的过程, 由题给数据可知 M 中 FeSO<sub>4</sub> 和结晶 H<sub>2</sub>O 的物质的量之比为  $0.03\text{ mol}:\frac{6.72\text{ g}-0.03\text{ mol}\times 152\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}{18\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}=1:4$ , 则固体物质 M 的化学式为 FeSO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O, A 错误; 失重第二阶段, 为 FeSO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O 脱去一部分结晶水的过程, 由题给数据可知 N 中 FeSO<sub>4</sub> 和结晶 H<sub>2</sub>O 的物质的量之比为  $0.03\text{ mol}:\frac{5.10\text{ g}-0.03\text{ mol}\times 152\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}{18\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}=1:1$ , 则固体物质 N 的化学式为 FeSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O, B 错误; 由分析可知, 在隔绝空气条件下, N 得到 P 的反应为 FeSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O 脱去结晶水生成 FeSO<sub>4</sub>, 反应的化学方程式为 FeSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O  $\xrightarrow{\text{高温}}$  FeSO<sub>4</sub>+H<sub>2</sub>O↑, C 正确; 633 ℃ 后为 FeSO<sub>4</sub> 隔绝空气受热分解的过程, 由铁原子个数守恒可知, Q 中铁原子和氧原子的物质的量之比为  $0.03\text{ mol}:\frac{2.40\text{ g}-0.03\text{ mol}\times 56\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}{16\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}=2:3$ , 则 Q 的化学式为 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 由得、失电子守恒可知, 高温条件下硫酸亚铁的分解反应为  $2\text{FeSO}_4 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_2\text{O}_3+\text{SO}_2\uparrow+\text{SO}_3\uparrow$ , D 错误。

15. 【答案】(1)烧杯、漏斗、玻璃棒(2分)

(2)Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>(2分) HCl(2分)

(3)不能(2分)

(4)CuO+H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>═CuSO<sub>4</sub>+H<sub>2</sub>O(2分) CuSO<sub>4</sub>+Fe═FeSO<sub>4</sub>+Cu(2分)

[或 Fe+H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>═FeSO<sub>4</sub>+H<sub>2</sub>↑(2分) CuO+H<sub>2</sub>  $\xrightarrow{\Delta}$  Cu+H<sub>2</sub>O(2分)]

16. 【答案】(1)避免沉淀 Fe<sup>3+</sup>、Al<sup>3+</sup> 时, 消耗过多的 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液(或避免沉淀时消耗过多的 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液或避免后续实验消耗过多的 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液)(2分)

(2)2Fe<sup>2+</sup>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+2H<sup>+</sup>═2Fe<sup>3+</sup>+2H<sub>2</sub>O(2分)

(3)①5.0~6.0(2分。填 5.0~5.5 或 5.5~6.0, 同样给 2分)

②静置, 取少量上层清液于试管中, 滴加 KSCN 溶液, 若溶液不变红, 则 Fe<sup>3+</sup> 已沉淀完全(或静置, 向上层清液中滴加 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液, 若无沉淀生成, 则 Fe<sup>3+</sup> 已沉淀完全)(2分)

(4)AB(2分。全部选对得 2分, 选对但不全的得 1分, 有选错的得 0分)

(5)AlO<sub>2</sub><sup>-</sup>+CO<sub>2</sub>+2H<sub>2</sub>O═Al(OH)<sub>3</sub>↓+HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>(2分)

17. 【答案】(1)三颈烧瓶(1分)

(2)A(1分)

(3)做还原剂, 防止 Fe<sup>2+</sup> 被氧化(2分) 2SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>+O<sub>2</sub>═2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>(2分。填 2Fe<sup>3+</sup>+SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>+H<sub>2</sub>O═2Fe<sup>2+</sup>+SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>+2H<sup>+</sup>, 同样给 2分)

(4)取少量最后一次洗涤液于试管中, 先加盐酸, 再滴加 BaCl<sub>2</sub> 溶液, 若没有沉淀生成, 则说明 LiFePO<sub>4</sub> 已洗涤干净(或其他正确答案)(2分)

(5) 75.9(2分)

**【解析】**(1) 仪器 A 的名称是三颈烧瓶。

(2) 仪器 A 中混合物的体积约为 40~50 mL, 选 100 mL 规格的三颈烧瓶即可。

(3) 抗坏血酸具有还原性, 步骤 II 中加入抗坏血酸, 其作用是做还原剂, 防止  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化。  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  也具有还原性, 反应的离子方程为  $2\text{SO}_3^{2-} + \text{O}_2 = 2\text{SO}_4^{2-}$ 。

(4) 步骤 V 检验  $\text{LiFePO}_4$  是否洗涤干净即检验是否存在  $\text{SO}_4^{2-}$ 。

(5) 制备磷酸亚铁锂的原理为  $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{FeSO}_4 + \text{LiOH} = \text{LiFePO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4$ , 以 0.01 mol  $\text{FeSO}_4$  反应物完全反应来计算, 理论上得到 0.01 mol  $\text{LiFePO}_4$ , 产率为  $\frac{1.2 \text{ g}}{1.58 \text{ g}} \times 100\% = 75.9\%$ 。

18. **【答案】**(1)  $\text{Cu}_2\text{S} + 4\text{Fe}^{3+} = 2\text{Cu}^{2+} + 4\text{Fe}^{2+} + \text{S}$ (2分)

(2)  $\text{CuCl} + \text{FeCl}_3 = \text{CuCl}_2 + \text{FeCl}_2$ (2分)

(3) b(2分)

(4) 调节溶液的 pH, 将  $\text{Fe}^{3+}$  完全转化为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀(2分)

(5) 抑制  $\text{Cu}^{2+}$  水解(2分)

(6) 0.2(2分)

**【解析】**辉铜矿(主要成分为  $\text{Cu}_2\text{S}$ , 含少量  $\text{SiO}_2$ ), 加入  $\text{FeCl}_3$  溶液, 可以将  $\text{Cu}_2\text{S}$  氧化生成  $\text{CuCl}_2$  和 S, 过滤除去 S 和  $\text{SiO}_2$ , 加入 Fe 置换出 Cu, 并将剩余的  $\text{Fe}^{3+}$  还原为  $\text{Fe}^{2+}$ , 滤液 M 为  $\text{FeCl}_2$  溶液; 保温除铁过程中, 加入硝酸将过量的铁粉转化为  $\text{Fe}^{3+}$ , 加入 CuO, 调节溶液的 pH, 将  $\text{Fe}^{3+}$  转化为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀, 过滤除去  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , 硝酸铜溶液加入稀硝酸抑制水解, 蒸发浓缩、冷却结晶, 得到硝酸铜晶体。辉铜矿可由黄铜矿(主要成分为  $\text{CuFeS}_2$ ) 通过电化学反应转变而成, 总反应为  $\text{Cu} + \text{CuFeS}_2 + 2\text{H}^+ = \text{Cu}_2\text{S} + \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \uparrow$ 。

19. **【答案】**(1) 增大气体和液体的接触面积, 提高吸收速率(2分)

(2) 氨气(1分)

(3)  $\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ (2分)

(4) 甲基橙溶液(1分) 滴入最后半滴盐酸标准溶液时, 溶液由黄色变橙色, 且半分钟内不变色(2分)

(5) 3.36(2分)

(6) 偏小(2分)

**【解析】**(1) 多孔球泡的作用是为了增大气体和液体的接触面积, 提高吸收速率。

(2) 由于氨气在溶液中的溶解度比较大, 为了防止倒吸, 不能将导管直接插入溶液中, 所以该气体为氨气。

(3) 生成  $\text{NaHCO}_3$  的总反应的化学方程式为  $\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ 。

(4) 在第一次滴定时, 由于达到滴定终点时溶液显碱性, 故指示剂 M 为酚酞溶液; 在第二次滴定时, 由于达到滴定终点时溶液显酸性, 故指示剂 N 为甲基橙溶液。到达第二滴定终点时的现象是: 滴入最后一滴盐酸标准溶液时, 溶液由黄色变橙色, 且半分钟内不变色。

(5) 进行第一次滴定时, 发生的反应为  $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ = \text{HCO}_3^-$ , 消耗盐酸的体积为 22.25 mL, 进行第二次滴定时发生的反应为  $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ , 消耗盐酸的体积为 23.25 mL, 故 0.250 0 g 产品中碳酸氢钠消耗

盐酸的体积为 1.00 mL, 物质的量为  $1.0 \times 10^{-4}$  mol, 故  $\text{NaHCO}_3$  的质量分数 =  $\frac{1.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 84 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{0.250 \text{ g}} \times 100\% = 3.36\%$ 。

(6) 在第一次滴定过程中仰视读数, 会导致产品中碳酸钠含量的测定值偏大, 则碳酸氢钠含量的测定值偏小。