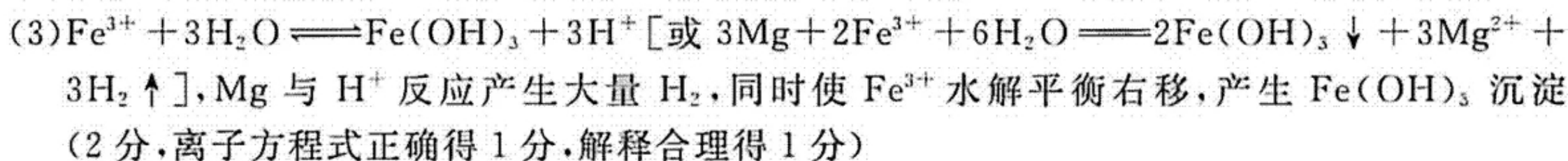
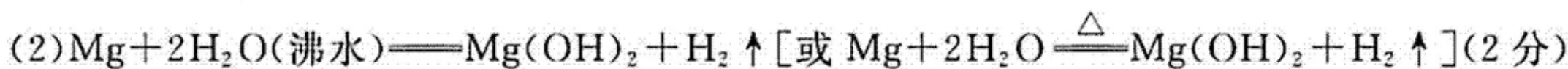


9. D 【解析】若 X 为盐酸, 甲可为 Na_2SO_3 , 存在转化甲 $(\text{Na}_2\text{SO}_3) + \text{X}(\text{HCl}) \rightarrow \text{乙}(\text{NaHSO}_3)$, 乙 $(\text{NaHSO}_3) + \text{X}(\text{HCl}) \rightarrow \text{丙}(\text{H}_2\text{SO}_3)$, 甲 $(\text{Na}_2\text{SO}_3) + \text{丙}(\text{H}_2\text{SO}_3) \rightarrow \text{乙}(\text{NaHSO}_3)$, 此时乙为 NaHSO_3 , 其水溶液中 HSO_3^- 的电离程度大于水解程度, 溶液显弱酸性, A 项正确; 若 X 为氧气, 甲可为硫化氢 (H_2S) , 存在转化甲 $(\text{H}_2\text{S}) + \text{X}(\text{O}_2) \rightarrow \text{乙}(\text{S})$, 乙 $(\text{S}) + \text{X}(\text{O}_2) \rightarrow \text{丙}(\text{SO}_2)$, 甲 $(\text{H}_2\text{S}) + \text{丙}(\text{SO}_2) \rightarrow \text{乙}(\text{S})$, 丙为 SO_2 , 具有漂白性, 可使品红溶液褪色, B 项正确; 若甲为烧碱, X 可为 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, 存在转化甲 $[\text{NaOH}(\text{足量})] + \text{X}[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3] \rightarrow \text{乙}\{\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]\}$, 乙 $\{\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]\} + \text{X}[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3] \rightarrow \text{丙}[\text{Al}(\text{OH})_3]$, 甲 $[\text{NaOH}] + \text{丙}[\text{Al}(\text{OH})_3] \rightarrow \text{乙}\{\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]\}$, C 项正确。若甲为铁粉 (Fe) , X 为氯气 (Cl_2) , 则转化链为甲 $(\text{Fe}) + \text{X}(\text{Cl}_2) \rightarrow \text{乙}(\text{FeCl}_3)$, Fe^{3+} 无法进一步被 Cl_2 氧化, 乙 (FeCl_3) 与 $\text{X}(\text{Cl}_2)$ 不反应, D 项错误。
10. A 【解析】1 mol 金刚石中含 2 mol σ 键, A 项正确; 标准状况下, 22.4 L CH_4 和 C_3H_8 的混合气体中所含碳原子数目在 $N_A \sim 3N_A$ 之间, 无法确定具体多少, B 项错误; 未注明溶液体积, C 项错误; 常温下, 铝片遇浓硝酸会钝化, D 项错误。
11. C 【解析】浓盐酸与 MnO_2 制 Cl_2 需要加热, A 项错误; 浓盐酸易挥发, 蓝色石蕊试纸变红无法证明氯气溶于水有酸性, B 项错误; 湿润的淀粉-KI 试纸变蓝可证明氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{I}_2$, C 项正确; 氯气不能使干燥的花瓣褪色, 干燥的花瓣不褪色不能证明尾气中不含氯气, D 项错误。
12. A 【解析】 Al_2O_3 和 AlCl_3 的晶体类型不同, 熔点大小跟离子所带电荷数及半径无关, A 项错误; H_2S 与 PH_3 的中心原子杂化类型相同, 说明 H_2S 中心原子的孤电子对更多, 键角更小, B 项正确; 石墨和聚乙炔中均存在共轭 π 键体系, 所以两者均有导电性, C 项正确; 焦亚硫酸钠 $(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5)$ 和亚硫酸钠中均含 +4 价的硫, 所以两者均具有较强的还原性, D 项正确。
13. C 【解析】由题意可知 a~i 分别为 C、N、O、F、Ne、Na、Mg、Al、Si、N、Mg 不同族, A 项错误; 基态原子未成对电子数: $\text{F} = \text{Na} > \text{Ne}$, B 项错误; 原子半径: $\text{Mg} > \text{Al} > \text{Si}$, C 项正确; 未强调简单氢化物, D 项错误。
14. C 【解析】d 中无水硫酸铜变蓝可能是氨水中的水挥发导致, A 项错误; a 中溶液变浑浊后再变澄清是因为氢氧化铜与氨气形成络合物, B 项错误; 滴加 95% 乙醇后, a 中有深蓝色晶体生成, 乙醇的极性比水小, 说明此晶体难溶于极性较弱的溶剂, C 项正确; 将 NH_3 通入饱和 NaHCO_3 溶液中, 生成 Na_2CO_3 和 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, Na_2CO_3 溶解度大于 NaHCO_3 , 不会有 Na_2CO_3 晶体产生, D 项错误。
15. D 【解析】pH 越小, CaF_2 溶解的越多, $K_{sp}(\text{CaF}_2)$ 不变, 但溶液中 $c(\text{Ca}^{2+})$ 增大, 所以 $c(\text{F}^-)$ 减小, A 项错误; 已知 $K_a(\text{HF}) = 7.00 \times 10^{-4}$, pH=4 时, 由 $K_a(\text{HF}) = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{F}^-)}{c(\text{HF})}$ 解得 $c(\text{F}^-) : c(\text{HF}) = 7$, B 项错误; 根据电荷守恒知溶液中, $2c(\text{Ca}^{2+}) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{F}^-) + c(\text{OH}^-)$, C 项错误; 根据物料守恒可知溶液中 $2c(\text{Ca}^{2+}) = c(\text{HF}) + c(\text{F}^-)$, pH=4 时, $c(\text{F}^-) : c(\text{HF}) = 7$, 则有 $c(\text{F}^-) : c(\text{Ca}^{2+}) = 7 : 4$, 由 $K_{sp}(\text{CaF}_2) = c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^2(\text{F}^-) = c(\text{Ca}^{2+}) \cdot \left(\frac{7}{4}\right)^2 c^2(\text{Ca}^{2+}) = 1.96 \times 10^{-10}$, 可得 $c(\text{Ca}^{2+}) = 4.00 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, D 项正确。
16. B 【解析】M 极上 $[\text{FeCl}_3]^-$ 失电子, 所以 M 极与电源正极相连, N 极与电源负极相连, 故电势 M 极 $>$ N 极, A 项正确; 根据物质组成分析, I、II、III 三种离子中 Ni 的化合价分别为 +1、+3、+2, B 项错误; 根据反应机理分析可知该过程的总反应为 $\text{R}-\text{CH}_2\text{OH} + \text{C}_6\text{H}_5\text{X} \xrightarrow{\text{电解}} \text{R}-\text{C}_6\text{H}_5 + \text{CH}_2\text{O} + \text{HX}$, C 项正确; 根据电子得失过程分析, 导线上每通过 1 mol e^- , 理论上可获得 1 mol $\text{R}-\text{C}_6\text{H}_5$, D 项正确。

二、非选择题:本题共 4 小题,共 56 分。

17. (14 分)(1)MgO(1 分)



(4)①100 mL 容量瓶和胶头滴管(2 分, 每个 1 分)

② NaHCO_3 溶液和 Na_2CO_3 溶液均为碱性, 但镁条在 NaHCO_3 溶液和 Na_2CO_3 溶液中的反应速率均大于在中性的水中的反应速率(合理即可, 1 分)

(5)① $\frac{5.6 \times 10^{-12} \times (5.6 \times 10^{-11})^2}{(1.0 \times 10^{-11})^2}$ (2 分)

②50(1 分) 0.5(1 分)

(6)反应体系中 CO_3^{2-} 浓度较高, 使 Mg^{2+} 与 CO_3^{2-} 的离子积大于 MgCO_3 的溶度积, 从而析出 MgCO_3 (2 分)

【解析】(1)使用镁条完成置换氢气的实验前需用砂纸打磨镁条的目的是除去镁条表面的 MgO。

(2)常温下, 将镁条投入水中, 镁条表面无明显变化, 将水煮沸后, 镁条表面会有气泡产生, 发生反应的化学方程式为 $\text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O}(\text{沸水}) \xrightarrow{\Delta} \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{H}_2 \uparrow$ 。

(3) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$, Mg 与 H^+ 反应产生大量 H_2 , 同时使 Fe^{3+} 水解平衡右移, 产生 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀。

(4)①实验室配制 100 mL $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2CO_3 溶液, 需用到 100 mL 容量瓶和胶头滴管。

② NaHCO_3 溶液和 Na_2CO_3 溶液均为碱性, 但由现象可知, 与镁条反应产生气泡的速率:

NaHCO_3 溶液 $>$ Na_2CO_3 溶液 $>$ 水 $>$ NaOH 溶液, 与猜想不符。

(5)① $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ 的平衡常数 K , 表达式为 $K = \frac{c(\text{Mg}^{2+}) \cdot c^2(\text{CO}_3^{2-})}{c^2(\text{HCO}_3^-)}$

$$= \frac{c(\text{Mg}^{2+}) \cdot c^2(\text{CO}_3^{2-}) \cdot c^2(\text{H}^+) \cdot c^2(\text{OH}^-)}{c^2(\text{HCO}_3^-) \cdot c^2(\text{H}^+) \cdot c^2(\text{OH}^-)} = [c(\text{Mg}^{2+}) \cdot c^2(\text{OH}^-)] \cdot \left[\frac{c^2(\text{H}^+) \cdot c^2(\text{CO}_3^{2-})}{c^2(\text{HCO}_3^-)} \right] \cdot \frac{1}{[c^2(\text{H}^+) \cdot c^2(\text{OH}^-)]} = \frac{K_{\text{sp}}[\text{Mg}(\text{OH})_2] \cdot K_{\text{a2}}^2}{K_{\text{w}}^2}$$

代入常数数值: $K_{\text{sp}}[\text{Mg}(\text{OH})_2] = 5.6 \times 10^{-12}$, $K_{\text{a2}}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 5.6 \times 10^{-11}$, $K_{\text{w}} = 1.0 \times 10^{-14}$, 可得 $K = \frac{5.6 \times 10^{-12} \times (5.6 \times 10^{-11})^2}{(1.0 \times 10^{-14})^2}$;

②该实验的自变量为阴离子种类, 控制的无关变量为镁片规格、溶液体积与浓度、反应温度等相同, 即 50 mL $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(6)从溶度积分析, 理论上 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 更易沉淀, 但碳酸钠与镁反应体系中 CO_3^{2-} 浓度较高, 使 Mg^{2+} 与 CO_3^{2-} 的离子积大于 MgCO_3 的溶度积, 从而析出 MgCO_3 。

18. (14 分)(1)将菱镁矿粉碎、适当增大硫酸浓度、适当升高温度、不断搅拌(2 分, 每条 1 分, 答案合理即可)

(2)① SiO_2 (1 分) $(\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4})$ (1 分) ②12(2 分)

(3)BD(2 分, 错选不得分, 少选得 1 分)

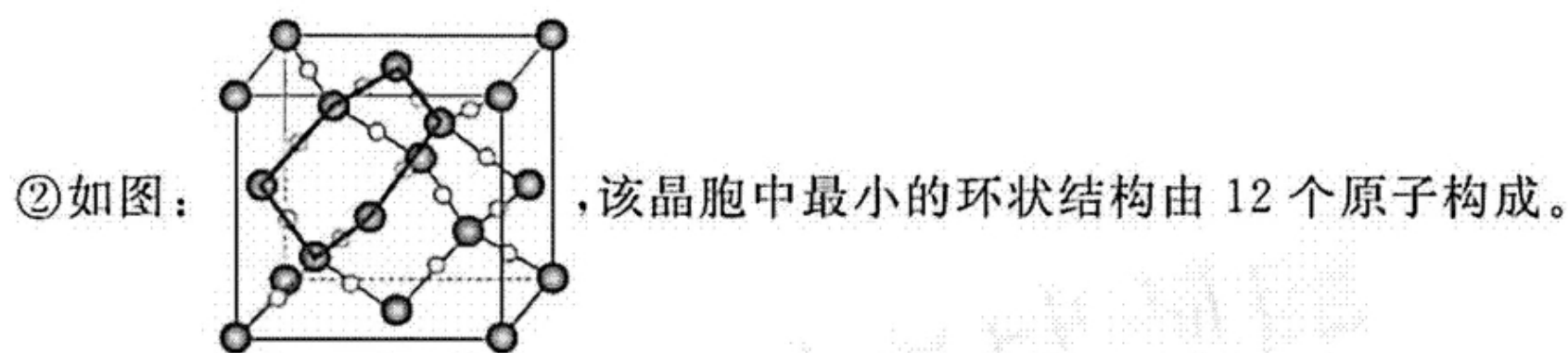
(4) $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ \xrightarrow{\quad} 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$, 便于除去溶液中的 Fe 元素(2 分)

(5) Fe^{3+} (1 分) $4.7 \leq \text{pH} < 8.3$ (或 $[4.7, 8.3)$, 1 分)

(6)阴离子(1 分) 电解液 1(1 分)

【解析】(1)将菱镁矿粉碎、适当增大硫酸浓度、适当升高温度、不断搅拌等均可提高浸取速率。

(2)①该晶胞的化学式为 SiO_2 ；由图可知 c 点原子的坐标为 $(\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4})$ 。



(3)该配合物能从水中进入有机相的原因是能溶于有机溶剂，不溶于水，从结构角度分析应该是该配合物的对称性较强，极性弱，且含有大量具有疏水性的烷基链，故选 BD。

(4)“氧化”的目的是将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ，便于除去溶液中的 Fe 元素，离子方程式为 $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(5)“调 pH”可以分步沉淀的两种金属离子分别为 Fe^{3+} 和 Al^{3+} ，根据信息可知先沉淀的离子是 Fe^{3+} ；最后需控制溶液的 pH 范围为 $4.7 \leq \text{pH} < 8.3$ 。

(6)“滤液 2”中溶质的主要成分为 MgSO_4 ，通电时， Mg^{2+} 向阴极移动， SO_4^{2-} 向阳极移动，所以膜 I 应选用阴离子交换膜，获得的电解液 1 为硫酸，可返回至“溶浸”循环利用。

19. (14 分)(1)p(2 分)

(2)较低温度(1 分)

(3) $-90.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (2 分)

(4)①a(2 分)

主反应为放热反应，温度升高平衡逆向移动，副反应为吸热反应，温度升高平衡正向移动，综合两个反应，温度对主反应的影响大于对副反应的影响(2 分，答案合理即可)

②21.4%(3 分，步骤合理得 2 分，见解析，结果正确得 1 分)

③主反应活化能较低，反应速率较快，消耗 CO_2 更多， CH_3OH 选择性提高(2 分，答案合理即可)

【解析】(1) $_{49}\text{In}$ 位于第 III A 族，位于元素周期表中的 p 区。

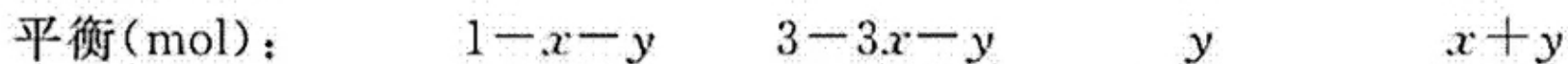
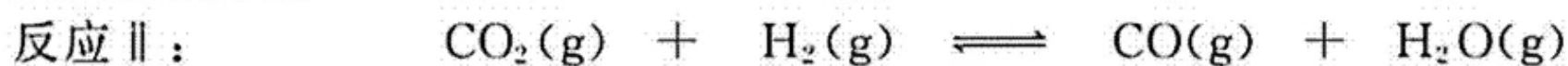
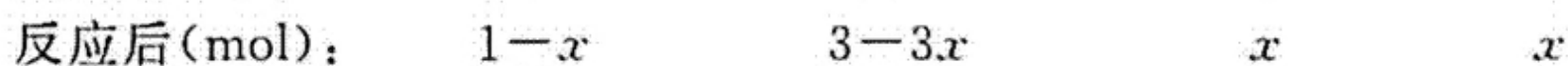
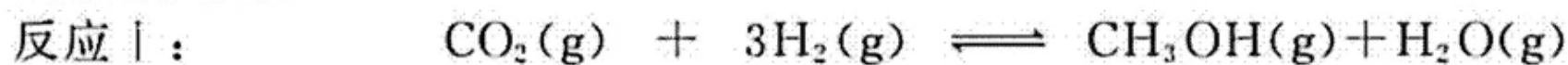
(2)反应 I 的 $\Delta H < 0$ ，分子数目减少 $\Delta S < 0$ ，由 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 可知，当 $\Delta G < 0$ 时，即在较低温度下能自发进行。

(3)根据反应 III = 反应 I - 反应 II 可知，反应 III 的 $\Delta H_3 = \Delta H_1 - \Delta H_2 = -90.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(4)①两物质选择性相加应该是 100%，所以 b 表示的是 $\text{CO}_2(\text{g})$ 的平衡转化率，反应 i 为放热反应，温度升高 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 选择性下降，所以表示 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 选择性的曲线为 a；主反应为放热反应，温度升高平衡逆向移动，副反应为吸热反应，温度升高平衡正向移动，综合两个反应，温度对主反应的影响大于对副反应的影响，故 CO_2 转化率随温度升高而降低。

②解法 1：设反应前总气体物质的量为 4 mol，即 1 mol CO_2 与 3 mol H_2 ，设反应 I 生成 CH_3OH x mol，反应 II 生成 CO y mol。

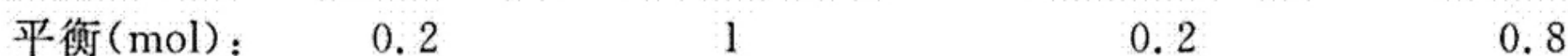
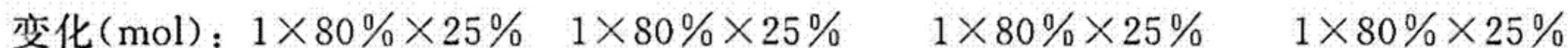
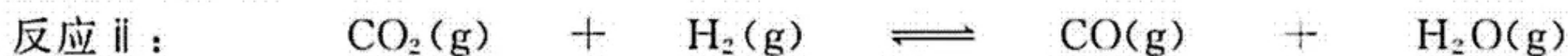
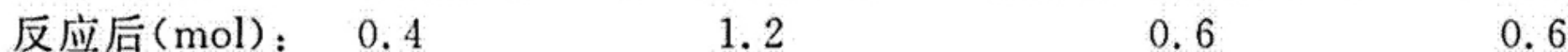
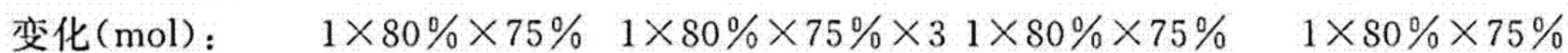
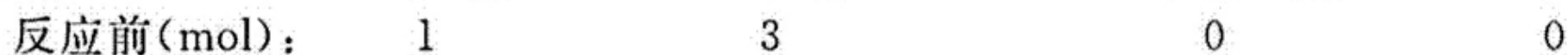
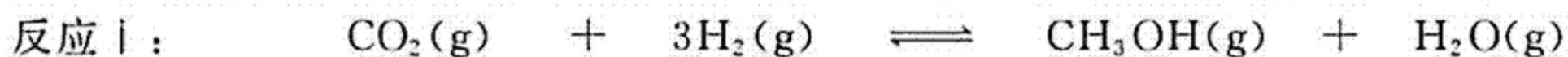
根据三段式:



根据 CO_2 转化率为 80% 可知, $1-x-y=1 \times (1-80\%)$, 根据 CH_3OH 的选择性为 75%, CO 的选择性为 25% 可知, $x:y=3:1$, 解得 $x=0.6, y=0.2$, 则平衡时 $n(\text{CO}_2)=1-0.6-0.2=0.2 \text{ mol}$, $n(\text{H}_2)=3-0.6 \times 3-0.2=1 \text{ mol}$, $n(\text{CH}_3\text{OH})=0.6 \text{ mol}$, $n(\text{CO})=0.2 \text{ mol}$, $n(\text{H}_2\text{O})=0.6+0.2=$

$$0.8 \text{ mol, 则 } \text{CH}_3\text{OH} \text{ 的平衡体积分数} = \frac{x}{1-x-y+3-3x-y+x+y+x+y} \times 100\% = \frac{0.6 \text{ mol}}{(0.2+1+0.6+0.2+0.8) \text{ mol}} \times 100\% \approx 21.4\%。$$

解法 2: 设反应前总气体物质的量为 4 mol, 即 1 mol CO_2 与 3 mol H_2 。



则 CH_3OH 的平衡体积分数为 $0.6 \text{ mol} \div (0.2+1+0.6+0.2+0.8) \text{ mol} \times 100\% \approx 21.4\%$ 。

解法 3: 设反应前总气体物质的量为 4 mol, 即 1 mol CO_2 与 3 mol H_2 。参加主反应的 $n(\text{CO}_2)=0.8 \text{ mol} \times 0.75=0.6 \text{ mol}$, 所以总气体减少 1.2 mol, CH_3OH 的平衡体积分数为 $0.6 \text{ mol} \div (4-1.2) \text{ mol} \times 100\% \approx 21.4\%$ 。

解法 4: 设初始原料 CO_2 为 1 mol, H_2 为 3 mol。设平衡时 H_2 为 $x \text{ mol}$, H_2O 为 $y \text{ mol}$ 。

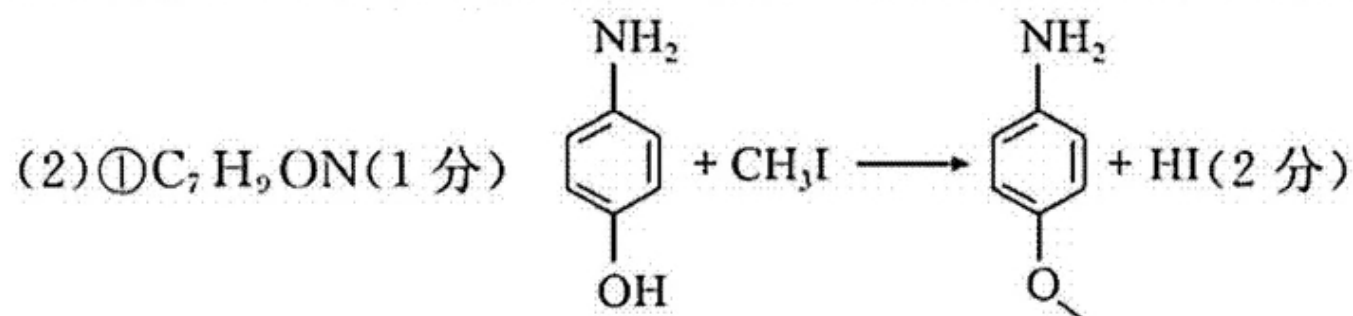
根据 CO_2 的转化率为 80%, 可得平衡时 CO_2 为 0.2 mol, 根据 CH_3OH 和 CO 的选择性分别为 75% 和 25%, 可得 CH_3OH 为 $0.8 \text{ mol} \times 0.75=0.6 \text{ mol}$, CO 为 $0.8 \text{ mol} \times 0.25=0.2 \text{ mol}$ 。

根据 H 原子守恒可得: $2x+2y+0.6 \times 4=6$, 根据 O 原子守恒可得: $y+0.6+0.2+0.2 \times 2=2$, 解得

$$x=1, y=0.8, \text{ 所以 } \text{CH}_3\text{OH} \text{ 的平衡体积分数} = \frac{0.6}{0.2+0.6+0.2+x+y} = \frac{0.6}{0.2+0.6+0.2+1+0.8} \approx 21.4\%。$$

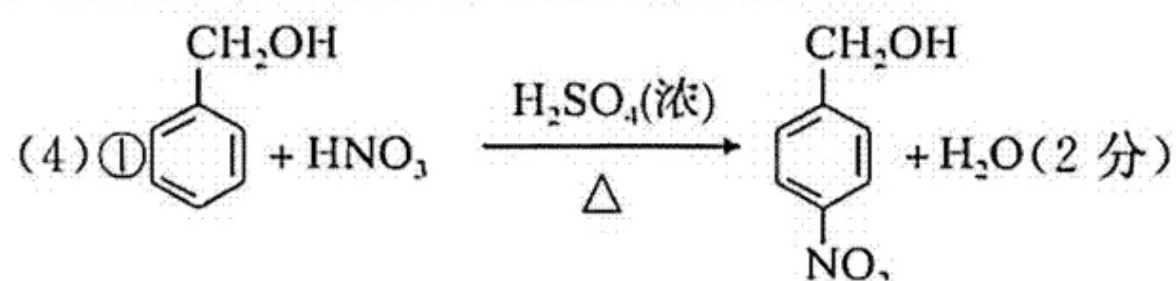
③ $T_0 \text{ K}$ 下, 控制上述压强, 按一定流速通过盛有催化剂的装置, 最终所得 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 的平衡体积分数较上述平衡时的体积分数还要高, 可能的原因为主反应活化能较低, 反应速率较快, 消耗 CO_2 更多, CH_3OH 选择性提高。

20. (14 分) (1) (酮) 羰基 (1 分) 4-氨基苯甲醛 (或对氨基苯甲醛) (1 分)

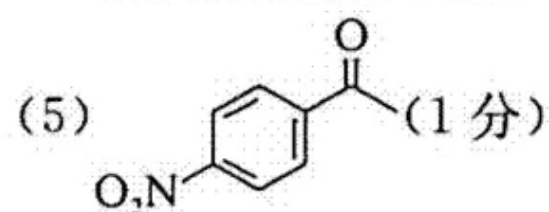


② 16 (2 分)

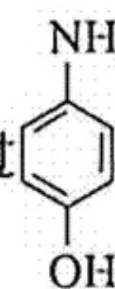
(3) AB(2分,少选得1分,错选不得分)

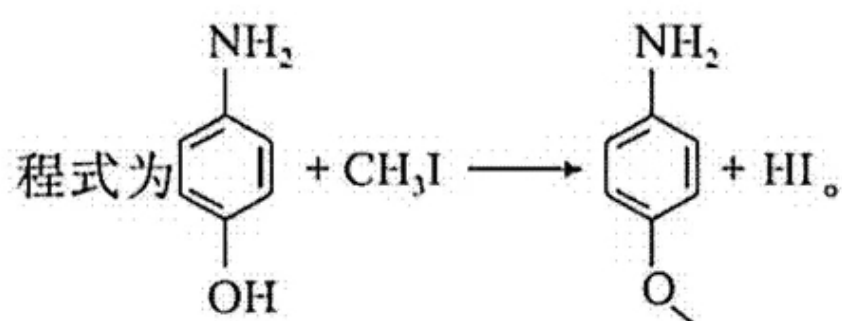


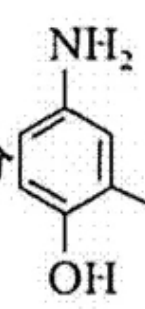
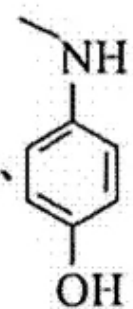
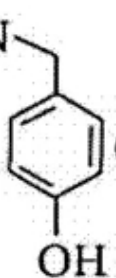
② 氧化反应(1分) 氨基(-NH₂)极易被氧化,应该先氧化羟基后再还原硝基(1分)



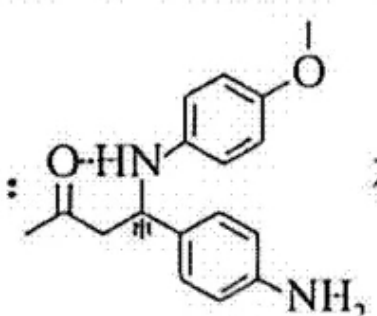
【解析】(1) 化合物 1a 中所含官能团的名称为(酮)羰基;化合物 3a 的化学名称为 4-氨基苯甲醛(对氨基苯甲醛)。

(2) ① 化合物 2a 的分子式为 C₇H₉ON, 可通过  和 CH₃I 通过取代反应获得, 反应的化学方



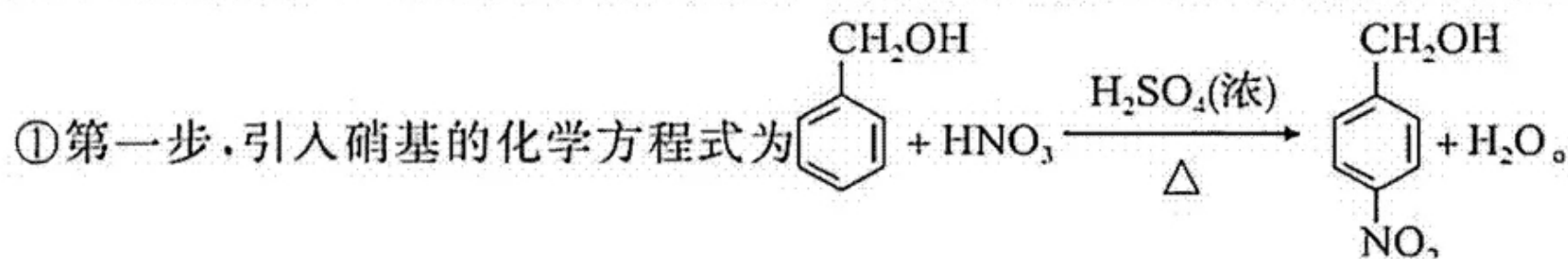
② 能与 FeCl₃ 溶液发生显色反应说明含酚羟基, 化合物 2a 的同分异构体分  (10种)、 (3种)、 (3种)三类, 共 16 种。

(3) 在 1a、2a 和 3a 生成 4a 的过程中, 有 π 键(醛基)与 σ 键(氮氢键、碳氢键)断裂, A 项正确; 在

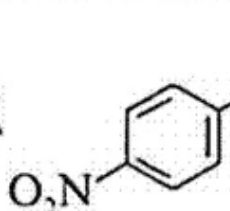
4a 分子中, 如图所示:  存在手性碳原子, 其中氮氢键与氧原子(酮羰基)可能形成

分子内氢键, B 项正确; 在生成副产物 5a 的反应中, 2a 未参与反应, C 项错误; 4a 与 5a 官能团不同, 没有相差若干个 CH₂, 不属于同系物, D 项错误。

(4) 已知: 氨基(-NH₂)极易被氧化。利用苯甲醇分三步合成化合物 3a。



② 第二步, 进行氧化反应, 原因是氨基(-NH₂)极易被氧化, 应该先氧化羟基后再还原硝基。

(5) 根据上述信息, 参考上述反应, 直接合成化合物 6a, 需要以 、2a 和 3a 为反应物。