

可能用到的相对原子质量: H—1 C—12 N—14 O—16 Na—23 S—32

Fe—56 Ni—59 Cu—64

一、单项选择题: 本题共 13 小题, 每小题 3 分, 共 39 分。每小题只有一个选项最符合题意。

1. “世界棉花看中国, 中国棉花看新疆”。棉花的主要成分属于()

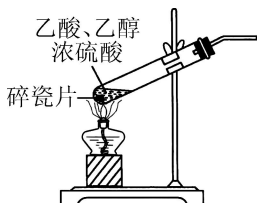
A. 油脂 B. 糖类 C. 蛋白质 D. 核酸

2. 反应 $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_3\text{Cl} + \text{HCl}$ 用于制备氯乙烯($\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$)。下列说法正确的是()

A. $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$ 的名称为 1, 2 二氯乙烷 B. $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$ 分子中所有原子共平面

C. $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$ 的结构简式为 CH_2CHCl D. HCl 的电子式为 $\text{H}^+[\text{Cl}:\text{Cl}:]^-$

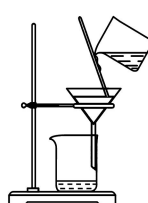
3. 实验室制备乙酸乙酯。下列相关原理、装置及操作均正确的是()



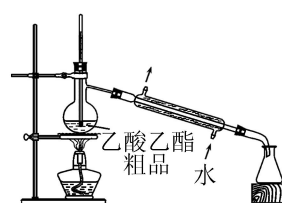
A. 制备乙酸乙酯



B. 收集乙酸乙酯



C. 分离乙酸乙酯



D. 提纯乙酸乙酯

阅读下列资料, 完成 4~5 题。

CO_2 的资源化利用具有重要意义。 CO_2 用 NaOH 溶液吸收可得 NaHCO_3 , NaHCO_3 可用于治疗胃酸过多; 通过电催化法可将 CO_2 转化为 CH_3OH 、 HCOOH 等有机物; CO_2 和 CH_4 催化重整可获得水煤气(CO 与 H_2 的混合气体)。 CO_2 与 NH_3 合成尿素 [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$] 的反应为 $2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$, 合成过程中还发生尿素水解、尿素缩合生成缩二脲 [$(\text{NH}_2\text{CO})_2\text{NH}$] 等副反应。

4. 下列说法不正确的是()

A. NaHCO_3 溶液显碱性, 可用于治疗胃酸过多

B. 两分子尿素缩合, 生成缩二脲和水

C. 电催化法中, CO_2 发生还原反应转化为甲醇

D. 其他条件相同, 增大 $\frac{n(\text{NH}_3)}{n(\text{CO}_2)}$, CO_2 的转化率增大

5. 下列反应表示不正确的是()

A. 过量 NaOH 溶液吸收 CO_2 的反应: $\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3$

B. 酸性条件下, CO_2 转化为 HCOOH 的电极反应: $\text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{HCOOH}$

C. CO_2 和 CH_4 催化制水煤气的反应: $\text{CO}_2 + \text{CH}_4 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{CO} + 2\text{H}_2$

D. 尿素发生水解的反应: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow$

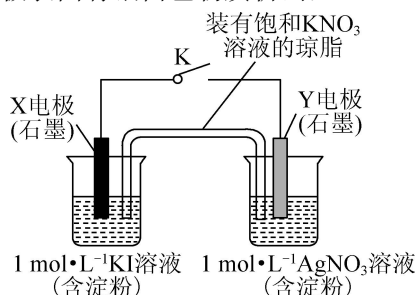
6. 工业生产 HNO_3 过程中发生反应 $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ 。下列说法正确的是()

A. 该反应 $\Delta S > 0$

B. 该反应的平衡常数 $K = \frac{c^2(\text{NO}) \cdot c(\text{O}_2)}{c^2(\text{NO}_2)}$

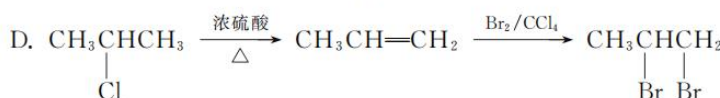
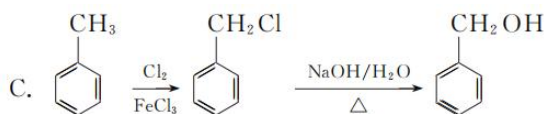
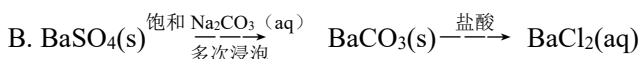
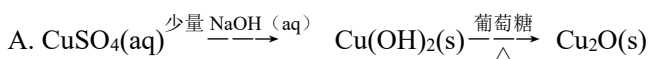
- C. 其他条件不变, 升高温度, NO 的平衡转化率下降
 D. 上述反应中每消耗 1 mol O₂, 转移电子的数目约为 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$

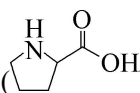
7. 为探究 AgNO₃ 与 KI 溶液能否发生氧化还原反应, 设计了如图所示的原电池装置, 闭合 K 一段时间后, 观察到 Y 电极表面有银白色物质析出,

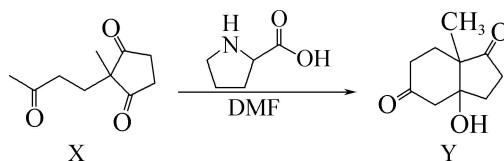


左侧烧杯中溶液变蓝。下列说法正确的是()

- A. X 电极为正极
 B. 盐桥中的 NO₃⁻ 移向右侧烧杯
 C. 闭合 K 一段时间后, 右侧烧杯中溶液 pH 降低
 D. 该原电池总反应为 $2\text{AgNO}_3 + 2\text{KI} = 2\text{Ag} + \text{I}_2 + 2\text{KNO}_3$
 8. 在给定条件下, 下列选项所示的物质转化可以实现的是()



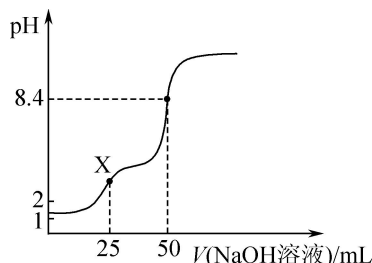
9. 脯氨酸()是 X 转化为 Y 反应的重要催化剂。下列说法不正确的是()



- A. X 和 Y 互为同分异构体
 B. 脯氨酸既能与盐酸反应, 也能与 NaOH 反应
 C. Y 分子中存在 2 个手性碳原子
 D. Y 发生消去反应能生成的有机产物有 3 种
 10. 下列有关化学反应原理的应用不能达到目的的是()
 A. 为加快锌粒和稀硫酸反应速率: 各反应体系中滴加少量 CuSO₄ 溶液
 B. 为增大氯水中 HClO 浓度: 向新制氯水中加入 CaCO₃
 C. 为减缓海水中钢铁水闸腐蚀: 水闸与外加直流电源的正极相连
 D. 为除去锅炉水垢中的 CaSO₄: 用饱和 Na₂CO₃ 溶液浸泡预处理
 11. 室温下, 根据下列实验过程及现象, 能得到相应实验结论的是()

选项	实验过程及现象	实验结论
A	向淀粉溶液中加入适量 20% H ₂ SO ₄ 溶液，加热，冷却后滴加少量碘水，溶液变蓝	淀粉未水解
B	用 pH 计分别测定 CH ₃ COONa 溶液和 NaNO ₂ 溶液 pH，CH ₃ COONa 溶液 pH 大	结合 H ⁺ 能力：CH ₃ COO ⁻ > NO ₂ ⁻
C	将溴乙烷、乙醇和烧碱的混合溶液加热，产生的气体通入酸性 KMnO ₄ 溶液中，溶液褪色	溴乙烷发生了消去反应
D	分别向等浓度的 FeSO ₄ 和 CuSO ₄ 溶液中通入 H ₂ S 气体至饱和，前者无明显现象，后者出现黑色沉淀	$K_{sp}(\text{FeS}) > K_{sp}(\text{CuS})$

12. 室温下，通过下列实验探究草酸(H₂C₂O₄)的性质。已知 $K_{a1}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 5.90 \times 10^{-2}$ ， $K_{a2}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 6.30 \times 10^{-5}$ ， $K_{sp}(\text{CoC}_2\text{O}_4) = 6.30 \times 10^{-8}$ 。



实验 1：用 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液滴定 $25.00 \text{ mL } 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ H₂C₂O₄ 溶液，滴定曲线如图所示。

实验 2：向 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ H₂C₂O₄ 溶液中滴加 CoSO₄ 溶液，产生沉淀。

实验 3：向酸性 KMnO₄ 溶液中滴加 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ H₂C₂O₄ 溶液至溶液恰好褪色。

下列说法正确的是()

- A. 实验 1 中 X 点的溶液中： $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) > c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$
- B. 实验 1 中 pH 为 8.4 的溶液中： $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$
- C. 实验 2 中发生反应 $\text{Co}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CoC}_2\text{O}_4(\text{s}) + 2\text{H}^+(\text{aq})$ 的平衡常数 $K = 59$
- D. 实验 3 中发生反应的离子方程式为 $5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$

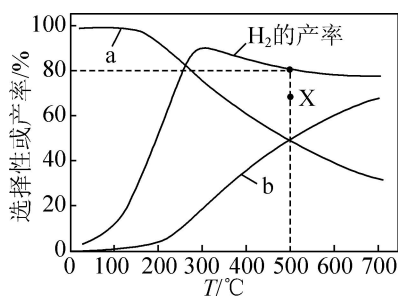
13. 乙醇—水催化重整可获得 H₂，其主要反应如下：()

反应 I： $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2(\text{g})$ ； $\Delta H_1 = 173.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

反应 II： $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ； $\Delta H_2 = 41.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

在 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、 $n_{\text{始}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) : n_{\text{始}}(\text{H}_2\text{O}) = 1 : 3$ 条件下，仅考虑上述反应，平衡时 CO₂ 和 CO 的选择性及 H₂ 的产率随温度的变化如图所示。CO 的选择性 =

$$\frac{n_{\text{生成}}(\text{CO})}{n_{\text{生成}}(\text{CO}_2) + n_{\text{生成}}(\text{CO})} \times 100\%。$$



下列说法正确的是()

A. 曲线 a 表示平衡时 CO 的选择性随温度的变化

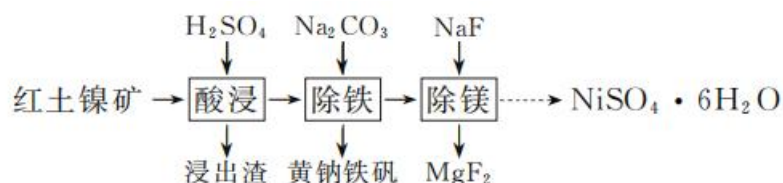
B. 300 °C 以后, 随着温度的升高, 反应 I、II 正向进行的程度均增大, 且反应 II 增大的幅度大于反应 I

C. 其他条件不变, 500 °C 时, 反应至 H₂ 的产率达到 X 点, 延长反应时间, H₂ 的产率能大于 80%

D. 工业上为提高 H₂ 的产率, 需要研发低于 150 °C 的高效催化剂

二、非选择题: 本题共 4 小题, 共 61 分。

14. (16 分) 由红土镍矿(主要成分为 Fe₂O₃、NiO 和 SiO₂, 还含有少量 MgO 等)为原料制取 NiSO₄·6H₂O, 同时获得副产品黄钠铁矾[Na₂Fe₆(SO₄)₄(OH)₁₂]。部分流程如下:



(1) 红土镍矿经粉碎后, 用 2.0 mol·L⁻¹ H₂SO₄ 在 95 °C 下浸取 2 h, 经过 4~5 次循环酸浸后过滤, 镍、铁的浸出率分别达到 91.95% 和 67.96%。浸出渣的主要成分为 _____ (填化学式)。

(2) “除铁”时, 用 Na₂CO₃ 溶液调节浸出液的 pH, 控制终点 pH 不超过 2.5, 形成黄钠铁矾。

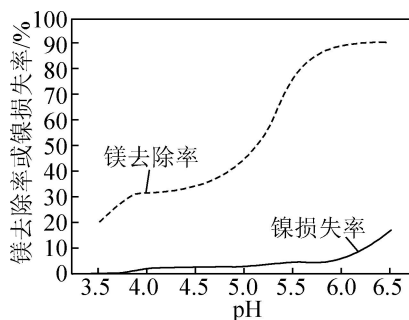
已知: i. 此方法沉淀速率快、形成大颗粒固体易过滤, 不易造成溶液中其他离子损失;

ii. Fe(OH)₃ 沉淀完全的 pH 约为 3.5, Ni(OH)₂ 开始沉淀的 pH 约为 6.4。

① 生成黄钠铁矾的离子方程式为 _____。

② “除铁”时, 若 pH 调至 3.0, 则 NiSO₄ 产率偏低, 其原因是 _____。

(3) “除镁”时, 镁去除率和镍损失率随 pH 的变化如图所示。



已知: 室温 $K_{sp}(\text{MgF}_2) = 7.4 \times 10^{-11}$, $K_a(\text{HF}) = 6.3 \times 10^{-4}$ 。

① 应控制反应体系的 pH 约为 _____。

② 在 pH=4.5~6.0 范围内, pH 越小, 镁去除率越低, 其原因是 _____。

(4) 测定 $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 产品中镍元素含量。

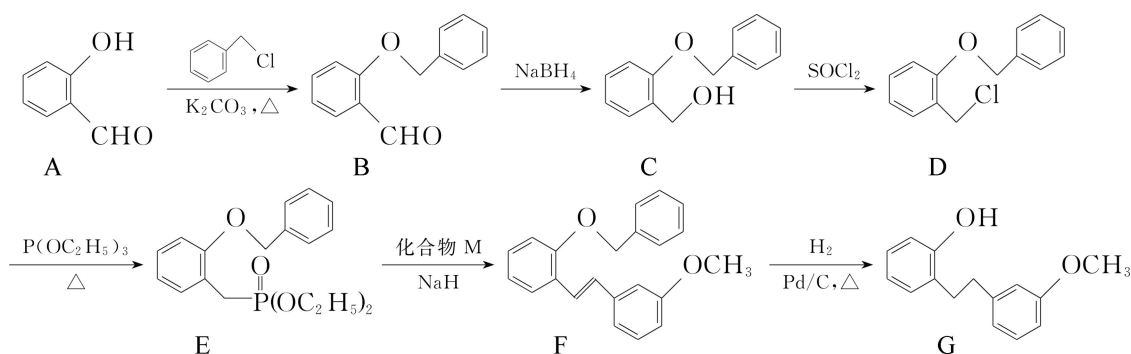
取 3.000 g 样品，酸溶后配成 100 mL 溶液，取 20.00 mL 于锥形瓶中，滴入几滴紫脲酸胺指示剂，用浓度为 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$ 标准液滴定，重复操作 2~3 次，平均消耗 $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$ 标准液 17.40 mL。

已知： i. $\text{Ni}^{2+} + \text{H}_2\text{Y}^{2-} \rightleftharpoons [\text{NiY}]^{2-} + 2\text{H}^+$ ； ii. 紫脲酸胺为紫色试剂，遇 Ni^{2+} 显橙黄色。

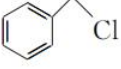
① 滴定至终点时溶液的颜色变化为_____。

② 计算样品中镍元素的质量分数(写出计算过程)。

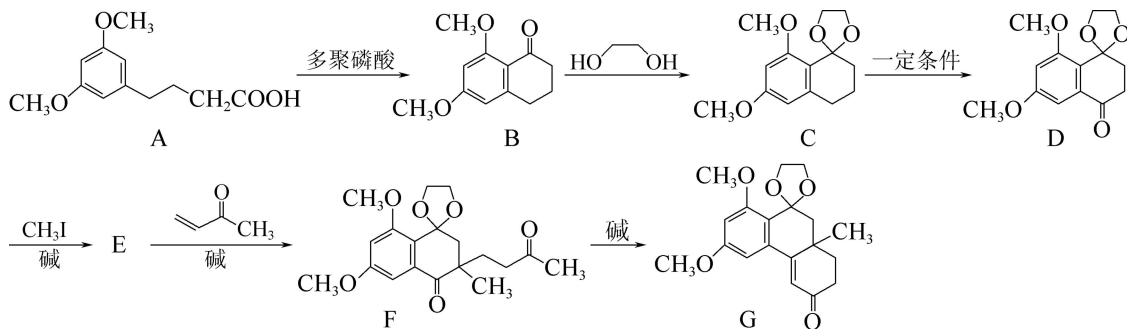
15. (14 分) 化合物 G 是合成药物盐酸沙格雷酯的重要中间体, 其合成路线如下:



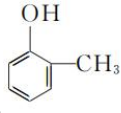
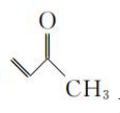
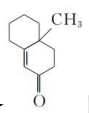
- (1) A→B 中加入 K_2CO_3 的目的是_____。
- (2) B 分子中碳原子的杂化轨道类型为_____。
- (3) C 转化为 D 时, 还生成 SO_2 和_____ (填无机物化学式)。
- (4) 写出同时满足下列条件的 C 的一种芳香族同分异构体的结构简式: _____。
① 能与 Na 反应; ② 核磁共振氢谱有 4 组峰, 且峰面积之比为 2:2:2:1。
- (5) E→F 的转化中, 加入的化合物 M 能发生银镜反应, M 的结构简式为_____。

(6) 在合成化合物 G 路线中,  的作用为_____。

16. (15 分) 化合物 G 是一种有机合成中间体。该化合物的合成路线如下:



- (1) G 中的含氧官能团名称为_____。
- (2) F→G 的反应需经历 F→X→G 的过程, F→X 的反应类型为_____。
- (3) E 的分子式是 $C_{15}H_{18}O_5$, 其结构简式为_____。
- (4) 写出同时满足下列条件的 A 的一种同分异构体的结构简式: _____。
① 不能与 $FeCl_3$ 溶液发生显色反应; ② 碱性条件水解后酸化生成两种产物, 一种能与 $FeCl_3$ 溶液发生显色反应, 另一种能被银氨溶液氧化; ③ 分子中含有 4 种不同化学环境的氢原子。

(5) 写出以  和  为原料制备  的合成路线流程图(无机试剂和有机溶剂任用, 合成路线流程图示例见本题题干)。

17. (16 分) 氢气是清洁能源, 氢能产业链包括制氢、储氢和用氢。

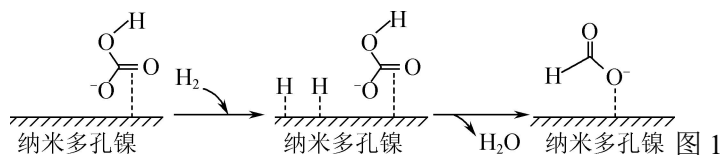
(1) 铁酸铜(CuFe_2O_4)是有良好前景的分解水制氢的材料。制氢反应中, 首先铁酸铜在较低的温度下分解形成氧缺位铁酸铜($\text{CuFe}_2\text{O}_{4-x}$), 然后氧缺位铁酸铜从水中夺取氧恢复至原状态并释放出氢气, 且氧缺位值(即式中 x)越大, 产氢量越大。

① 氧缺位铁酸铜与水反应的化学方程式为_____。

② 反应过程中, 若产生 $2 \text{ mol CuFe}_2\text{O}_{4-x}(x=0.15)$, 理论上能制得标准状况下 H_2 体积为_____。

(2) 反应 $\text{H}_2 + \text{HCO}_3^- \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{HCOO}^- + \text{H}_2\text{O}$ 可用于储氢。

① “纳米多孔镍”催化碳酸氢盐和氢气反应生成 HCOO^- 的部分机理如图 1 所示。 HCO_3^- 转化为 HCOO^- 的过程可描述为_____。



② 密闭容器中, 其他条件不变, 向含有催化剂的 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaHCO}_3$ 溶液中通入 H_2 , 测得反应时间对 HCOO^- 产率的影响如图 2 所示。2 h 后 HCOO^- 产率随时间延长而减少的可能原因是_____。

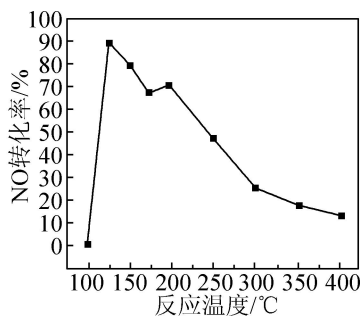
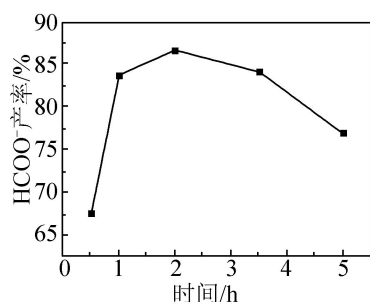


图 2

图 3

(3) H_2 选择性催化还原汽车尾气中 NO 主要经历“吸附→氧化→还原”的过程。将一定比例的 H_2 、 NO 、 O_2 、 He (作平衡气)气体匀速通过装有 $\text{Pd}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 催化剂的反应器, 测得 NO 转化率随温度的变化如图 3 所示。

① 当 $n(\text{NO}) : n(\text{O}_2) = 2 : 1$ 参加反应时, H_2 催化还原 NO 转化为 N_2 的化学方程式为_____。

② 温度高于 125°C , NO 转化率随温度升高而呈下降趋势, 可能的原因是_____。

1.

B 2. A 3. A 4. B 5. A 6. C 7. D 8. B 9. D 10. C 11. D 12. C 13. B

14. (16 分)

(1) SiO_2 、 Fe_2O_3 (2 分)(2) ① $2\text{Na}^+ + 6\text{Fe}^{3+} + 4\text{SO}_4^{2-} + 6\text{CO}_3^{2-} + 6\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{Fe}_6(\text{SO}_4)_4(\text{OH})_{12} \downarrow + 6\text{CO}_2 \uparrow$ (3 分)② pH 为 3.0 时, 部分 Fe^{3+} 转化为胶状 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 吸附 Ni^{2+} 而造成 Ni^{2+} 损失 (2 分)

(3) ① 6.0 (2 分)

② pH 越低, $c(\text{H}^+)$ 越大, F^- 和 H^+ 结合生成 HF 越多, 溶液中 $c(\text{F}^-)$ 越小, 越不利于反应 $\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{F}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{MgF}_2(\text{s})$ 正向进行 (2 分)

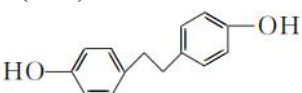
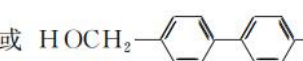
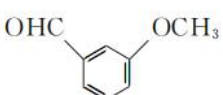
(4) ① 溶液由橙黄色变为紫色 (2 分)

② $n(\text{Ni}^{2+}) = n(\text{H}_2\text{Y}^{2-}) = 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 17.40 \text{ mL} \times 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{mL}^{-1} = 1.740 \times 10^{-3} \text{ mol}$ (1 分)100 mL 溶液中: $m(\text{Ni}) = 1.740 \times 10^{-3} \text{ mol} \times \frac{100 \text{ mL}}{20.00 \text{ mL}} \times 59 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.5133 \text{ g}$ (1 分) $w(\text{Ni}) = \frac{0.5133 \text{ g}}{3.000 \text{ g}} \times 100\% = 17.11\%$ (1 分)

15. (14 分)

(1) K_2CO_3 与生成的 HCl 反应, 有利于 $\text{A} \rightarrow \text{B}$ 的反应正向进行 (2 分)(2) sp^2 、 sp^3 (2 分)

(3) HCl (2 分)

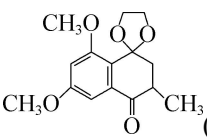
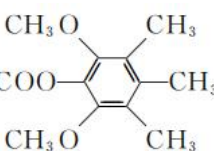
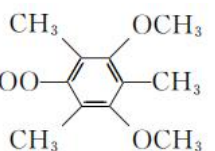
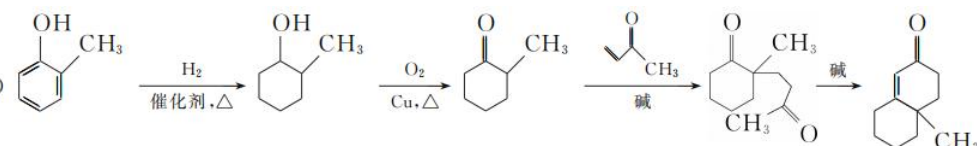
(4)  或  (3 分)(5)  (3 分)

(6) 保护(酚)羟基 (2 分)

16. (15 分)

(1) 醚键、酮羰基 (2 分)

(2) 加成反应 (2 分)

(3)  (3 分)(4)  或  (3 分)(5)  (5 分)

17. (16 分)

(1) ① $\text{CuFe}_2\text{O}_{4-x} + x\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CuFe}_2\text{O}_4 + x\text{H}_2 \uparrow$ (3 分)

② 6.72 L (2 分)

(2) ① H_2 吸附在纳米多孔镍的表面，断键为 H 原子，一个 H 原子与 HCO_3^- 的 C 形成 C—H 键，C 与羟基氧之间的 C—O 键断裂，形成 HCOO^- ；另一个 H 与羟基结合生成 H_2O (3 分)

② HCOO^- 被氢气进一步还原 (2 分)

(3) ① $2\text{NO} + \text{O}_2 + 4\text{H}_2 \xrightarrow{\text{Pt/Al}_2\text{O}_3} \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ (3 分)

② 温度升高，催化剂的活性下降，反应速率减慢；温度升高， H_2 与 O_2 发生反应，使还原 NO (或 NO_x) 的 H_2 的量减少，NO 转化率下降 (3 分)