

可能用到的相对原子质量: H—1 C—12 N—14 O—16 P—31 Fe—56 Mo—96

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。

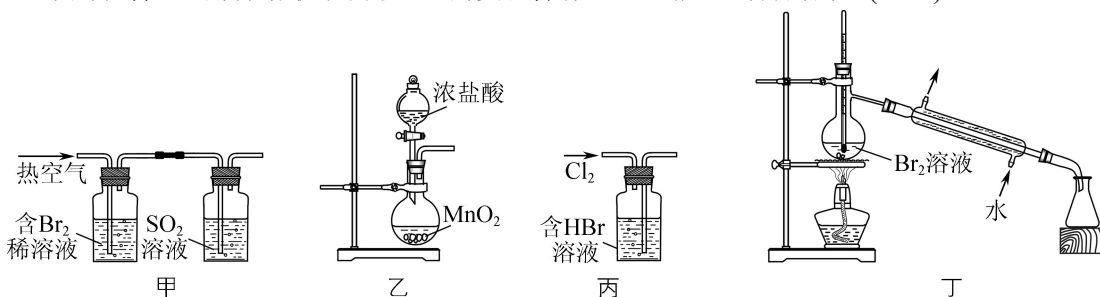
1. 材料在生产生活中有着广泛的应用, 下列不属于合成高分子材料的是()

- A. 聚氯乙烯 B. 光导纤维 C. 聚酯纤维 D. 酚醛树脂

2. 连二亚硝酸($\text{HON}=\text{NOH}$)是一种还原剂, 可由反应 $\text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{NOH} = \text{HON}=\text{NOH} + \text{H}_2\text{O}$ 制备。下列说法正确的是()

- A. 中子数为 8 的氮原子: ${}^8_7\text{N}$ B. H_2NOH 分子含极性键和非极性键
C. H_2O 的电子式为 $\text{H}^+[\ddot{\text{O}}:]^{2-}\text{H}^+$ D. $\text{HON}=\text{NOH}$ 中 N 元素的化合价为 +1

3. 下列从含 Br_2 的稀溶液中提取 Br_2 的实验操作或原理能达到目的的是()



- A. 用装置甲吹出 Br_2 蒸汽并吸收 B. 用装置乙制取 Cl_2
C. 用装置丙制取 Br_2 D. 用装置丁蒸馏回收 Br_2

4. $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 晶体可作激光发射材料。下列说法正确的是()

- A. 半径: $r(\text{Ca}^{2+}) > r(\text{P}^{3-})$ B. 第一电离能: $I_1(\text{P}) > I_1(\text{S})$
C. 沸点: $\text{PH}_3 > \text{HF}$ D. 电负性: $\chi(\text{O}) > \chi(\text{F})$

阅读下列材料, 完成 5~7 题。

周期表中第 VIA 族元素的单质及其化合物应用广泛。 O_3 、 H_2O_2 等都是生产中常见的氧化剂; H_2S 的燃烧热为 $586 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; 单质硒可以用作光敏材料, 工业上可由甲酸与含亚硒酸(H_2SeO_3)的废液在 103°C 反应制得; 我国科学家还研发了一种硒电池, 放电时总反应为 $\text{Se} + 2\text{CuSO}_4 + 2\text{Zn} = \text{Cu}_2\text{Se} + 2\text{ZnSO}_4$, 其表现出了超强的电容量和出色的循环性能。

5. 下列说法正确的是()

- A. H_2O_2 分子中所有原子在同一直线上 B. H_2S 晶体属于共价晶体
C. SeO_3^{2-} 的空间构型是平面三角形 D. $1 \text{ mol H}_2\text{SeO}_3$ 中含有 $5 \text{ mol } \sigma$ 键

6. 下列物质的结构与性质或性质与用途具有对应关系的是()

- A. O_3 是极性分子, O_3 易溶于水
B. Se 最外层有 6 个电子, 单质硒的熔沸点较低
C. CuSO_4 溶液有酸性, 可用于泳池的杀菌消毒
D. H_2O_2 有氧化性, 可用于和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 反应制备 BaO_2

7. 下列化学反应表示正确的是()

- A. H_2S 稀溶液中通入少量 SO_2 气体: $\text{H}_2\text{S} + 3\text{SO}_2 = 2\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{SO}_3$
B. H_2S 燃烧的热化学方程式: $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}); \Delta H = -1172 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

C. H_2SeO_3 制取单质硒的化学方程式： $2\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{SeO}_3 \xrightarrow{103^\circ\text{C}} \text{Se} + 2\text{CO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$

D. 硒电池放电时正极反应式： $\text{Se} + 2\text{Cu}^{2+} - 4\text{e}^- = \text{Cu}_2\text{Se}$

8. 下列有关物质的工业制备方法在指定条件下能实现的是()

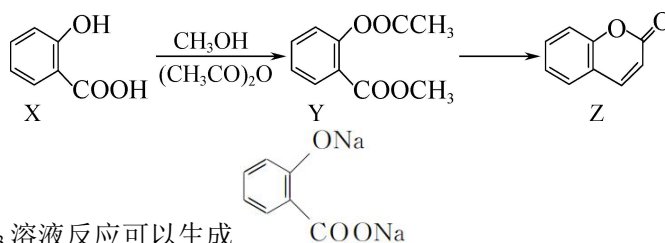
A. 制纯碱： $\text{NaCl}(\text{aq}) \xrightarrow{\text{CO}_2} \text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3$

B. 制硫酸： $\text{FeS}_2 \xrightarrow[\text{高温}]{\text{O}_2} \text{SO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_2\text{SO}_4$

C. 制硝酸： $\text{NH}_3 \xrightarrow[\text{催化剂}, \Delta]{\text{O}_2} \text{NO} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{HNO}_3$

D. 制漂白粉： $\text{NaCl}(\text{aq}) \xrightarrow{\text{电解}} \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{石灰乳}} \text{Ca}(\text{ClO})_2$

9. 某抗凝血作用的药物 Z 可用下列反应合成。下列说法正确的是()



A. X 与 NaHCO_3 溶液反应可以生成

B. 1 mol Y 与 NaOH 溶液反应，最多消耗 2 mol NaOH

C. Z 中所有碳原子可能共平面

D. X、Y、Z 均易溶于水

10. 反应 $2\text{NO}(\text{g}) + 2\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{CO}_2(\text{g})$ 一定条件下能自发进行，可用于处理汽车尾气。下列说法正确的是()

A. 反应的温度越高，平衡常数 K 的数值越小

B. 正反应的活化能大于逆反应的活化能

C. 该反应的平衡常数表达式 $K = \frac{c^2(\text{NO}) \cdot c^2(\text{CO})}{c(\text{N}_2) \cdot c^2(\text{CO}_2)}$

D. 反应中每消耗 11.2 L NO ，转移电子数目为 6.02×10^{23}

11. 室温下，下列实验方案能达到实验目的的是()

选项	实验方案	实验目的
A	向 5 mL $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeI}_2$ 溶液中先滴加几滴新制氯水，再滴加几滴 KSCN 溶液，观察现象	验证氧化性： $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+}$
B	测量 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CH}_3\text{COONH}_4$ 溶液的 pH	比较 $K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$ 与 $K_a(\text{CH}_3\text{COOH})$ 的大小
C	向 Na_2CO_3 稀溶液中通入足量 CO_2 气体，观察现象	验证溶解度： $\text{Na}_2\text{CO}_3 > \text{NaHCO}_3$
D	向 pH=10 的 CH_3COONa 溶液中加入少量 NaCl 固体，充分溶解后测量 pH	验证 CH_3COONa 溶液中存在水解平衡

12. 室温下，通过下列实验探究 NaClO 的性质。已知： $K_a(\text{HClO}) = 3 \times 10^{-8}$ ， $K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4 \times 10^{-7}$ ， $K_{a2}(\text{HCO}_3^-) = 5 \times 10^{-11}$ 。

实验 1：测定 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaClO}$ 溶液的 pH。

实验 2: 向 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaClO 溶液中加入稀硫酸至 $\text{pH}=7$ 。

实验 3: 向 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaClO 溶液中通入少量 CO_2 。

实验 4: 向 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaClO 溶液中通入少量 SO_2 , 再加入 BaCl_2 溶液, 产生白色沉淀。

下列说法正确的是()

A. 实验 1 所测 NaClO 溶液的 $\text{pH}>11$

B. 实验 2 所得的溶液中: $c(\text{HClO})=2c(\text{SO}_3^{2-})$

C. 实验 3 所得溶液中: $c(\text{CO}_3^{2-})>c(\text{HCO}_3^-)$

D. 实验 4 所得的溶液中: $c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_3^{2-})=K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_3)$

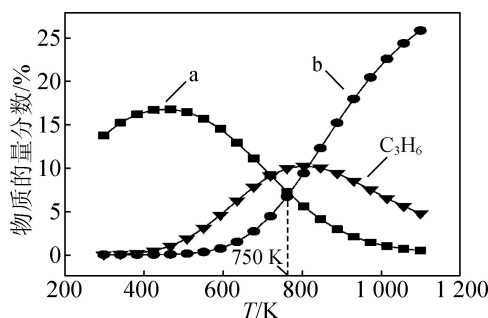
13. 一碘甲烷(CH_3I)热裂解可制取乙烯等低碳烯烃化工原料。 CH_3I 热裂解时发生如下反应。

反应 I: $2\text{CH}_3\text{I}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 2\text{HI}(\text{g}); \Delta H_1 > 0$

反应 II: $3\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}_3\text{H}_6(\text{g}); \Delta H_2 < 0$

反应 III: $2\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_4\text{H}_8(\text{g}); \Delta H_3 < 0$

$p=0.1 \text{ MPa}$, 向密闭容器中起始投入 $1 \text{ mol CH}_3\text{I}(\text{g})$, 维持压强恒定, 平衡时容器内 C_2H_4 、 C_3H_6 和 C_4H_8 所占容器内气体的物质的量分数(X)与温度的关系如右图所示。



C_2H_4 的分压 $p(\text{C}_2\text{H}_4)=p_{\text{总}} \cdot X(\text{C}_2\text{H}_4)$, 反应 I 的压强平衡常数 $K_p = \frac{p(\text{C}_2\text{H}_4) \cdot p^2(\text{HI})}{p^2(\text{CH}_3\text{I})}$ 。

下列说法正确的是()

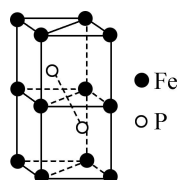
A. 图中 a 对应的物质是 C_2H_4

B. 750 K 时, 反应 III 的 $K_p=1$

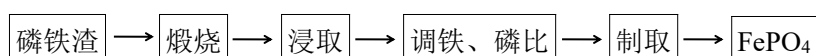
C. 300 K 时, 要提高 C_3H_6 的物质的量分数可以使用 C_3H_6 选择性高的催化剂

D. 1 000 K 时, 其他条件不变, 若增大容器的压强, C_2H_4 平衡时的物质的量分数一定会减小

二、非选择题: 共 4 题, 共 61 分。

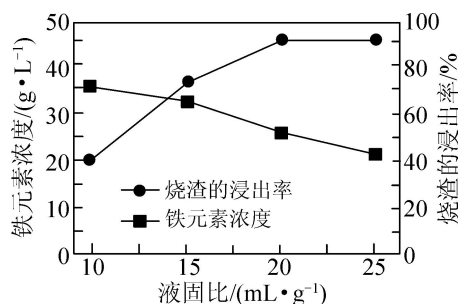


14. (17 分)用磷铁渣(含 FeP 、 Fe_2P 及少量杂质)制备 FePO_4 的工艺流程如下:



(1) 右图所示为某种磷铁化合物的晶胞, 该磷铁化合物的化学式为_____。

(2) 将磷铁渣在空气中煅烧, 有 Fe_3O_4 、 Fe_2O_3 和 P_2O_5 生成(杂质不反应)。若生成 Fe_3O_4 、 Fe_2O_3 和 P_2O_5 的物质的量之比为



1:1:2, 则反应的 FeP 和 Fe_2P 物质的量之比为_____。

(3) 将煅烧所得烧渣用盐酸浸出, 控制浸出时间、温度和盐酸浓度一定, 测得烧渣的浸出率和浸出液中铁元素浓度与液固比的关系如右图所示。当液固比大于 $20 \text{ mL} \cdot \text{g}^{-1}$, 所得浸出液中铁元素浓度降低的原因是_____。

[已知烧渣的浸出率 = $\frac{m(\text{溶解的烧渣})}{m(\text{原烧渣})} \times 100\%$, 液固比 = $\frac{V(\text{盐酸的体积})}{m(\text{原烧渣})}$]

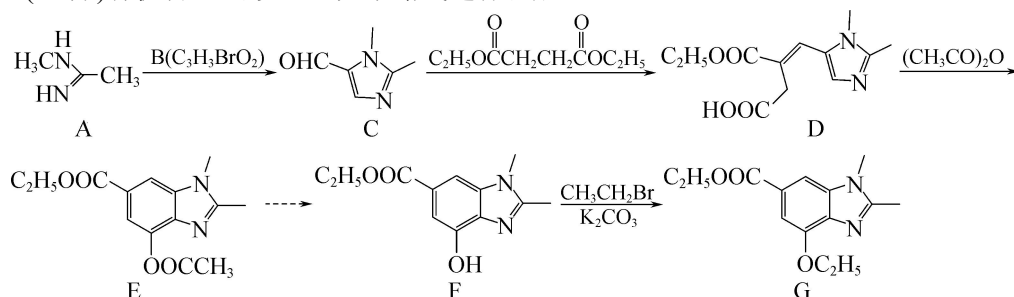
(4) 调铁、磷比的目的是加入 H_3PO_4 让溶液中铁、磷两种元素的比例接近 1:1。调铁、磷比前须先测定溶液中的铁、磷浓度, 测定过程如下: 量取 10.00 mL 浸取液, 加水稀释成 100.00 mL 。量取 25.00 mL 稀释液于锥形瓶中, 先将 Fe^{3+} 全部转化为 Fe^{2+} , 后加入指示剂并滴加 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液, Fe^{2+} 恰好完全反应时 ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 转化为 Cr^{3+}) 消耗 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液 10.00 mL 。另量取 25.00 mL 稀释液于锥形瓶中, 向锥形瓶中加入足量的喹钼啉酮试剂, PO_4^{3-} 充分反应后, 过滤、干燥得到磷酸喹钼沉淀 $\{(\text{C}_9\text{H}_7\text{N})_3[\text{PO}_4(\text{MoO}_3)_{12}]\}$, 摩尔质量为 $2210 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 的 1.326 g 。计算浸取液中 Fe、P 的物质的量之比, 并写出计算过程。

(5) 制取 FePO_4 时, 先加入 H_2O_2 将溶液中的 Fe^{2+} 氧化, 然后加入氨水生成 FePO_4 沉淀。写出加入氨水生成 FePO_4 的离子方程式: _____。

[已知 $K_{a1}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 7.5 \times 10^{-3}$]


(6) 以 Fe_2P 为阳极、石墨为阴极电解 H_3PO_4 溶液也可以制取 FePO_4 。写出电解时的化学反应方程式: _____。

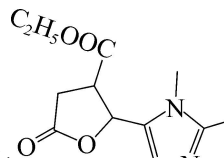
15. (16 分) 有机物 G 可以通过如下路线进行合成:



(1) 有机物 B 只有一种含氧官能团且能发生银镜反应, B 的结构简式为_____。



(2) 有机物 C 中含有咪唑()的结构, 咪唑与苯性质相似, 且所有原子均位于同一平面。咪唑分子中轨道杂化方式为 sp^2 杂化的原子共有_____个。

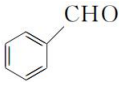
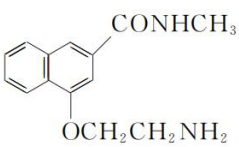
(3) C→D 反应分为多步, 其中最后一步的转化为  → D, 该步转化的反应类型为_____反应。

(4) F→G 的反应条件除用 K_2CO_3 外, 也可以选择下列物质中的_____ (填字母)。

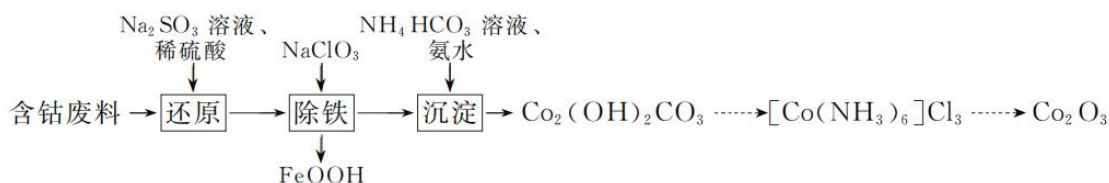
A. 浓硫酸 B. H_2 , 催化剂 C. $(C_2H_5)_3N$

(5) F 的一种同分异构体满足下列条件, 写出该同分异构体的结构简式:_____。

能与 $NaHCO_3$ 溶液反应, 能发生水解反应。水解后所得两种有机产物的碳原子数相同, 且均含有 2 种化学环境不同的氢, 其中一种水解产物具有顺反异构体。

(6) 已知: $RCOOH \xrightarrow[② R'NH_2]{① SOCl_2} RCONHR'$ (R、R' 表示 H 或烃基)。写出以 、 $C_2H_5OOCCH_2CH_2COOC_2H_5$ 、 $(CH_3CO)_2O$ 、 CH_3NH_2 、 $BrCH_2CH_2NH_2$ 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)。

16. (16 分)含钴废料(主要含 CoO , 还含少量 Co_2O_3 、 Fe_2O_3)可以进行如下转化



(1) “还原”时的实验装置如图 1 所示, 分液漏斗中盛装的溶液是_____。

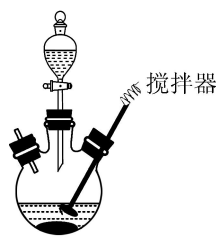


图 1

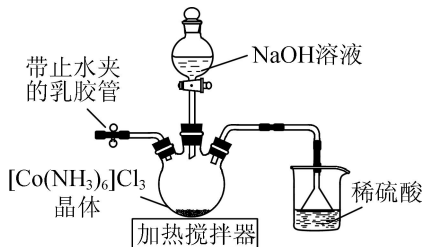


图 2

(2) “除铁”时溶液中 Fe^{2+} 发生反应的离子方程式为_____。

(3) “沉淀”时加入的 NH_4HCO_3 溶液和氨水所含溶质的物质的量之比为 1:3。写出“沉淀”时反应的离子方程式:_____。

(4) 补充由 $Co_2(OH)_2CO_3$ 制取 $[Co(NH_3)_6]Cl_3$ 的实验方案: 将 $Co_2(OH)_2CO_3$ 溶于盐酸中, 向其中加入少量活性炭作催化剂, 加入浓氨水和过氧化氢, 充分反应($2CoCl_2 + 2HCl +$

$12\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}_2 = 2[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3 + 14\text{H}_2\text{O}$ 后用冰水冷却,

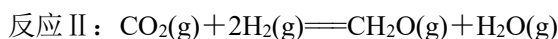
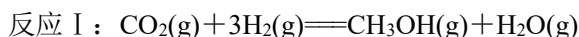
_____,
过滤,用无水乙醇洗涤滤渣,干燥后得到 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 晶体。{已知 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 难溶于冷水,易溶于热的稀盐酸。实验中可选择的试剂有热的稀盐酸、冰水}

(5) 补充由 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 制取 Co_2O_3 的实验方案:取一定量的 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 晶体置于图 2 所示装置中, _____,

干燥得到 Co_2O_3 固体。(已知 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 与 NaOH 溶液共热时可生成 Co_2O_3 沉淀。除装置中所示试剂外,实验中须使用的试剂有稀硝酸、 AgNO_3 溶液、红色石蕊试纸)

17. (12 分) CO_2 的转化是实现“碳中和”的有效途径。

(1) CO_2 催化加氢合成甲醇(反应 I)中伴随反应 II 的发生:



恒压时, CO_2 和 H_2 起始量一定的条件下,在分子筛膜反应器中反应,该分子筛膜能选择性分离出 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。

① 使用分子筛膜的目的是_____。

② 将反应后的气体以一定流速通过含 Cu^+ 修饰的吸附剂,分离其中的 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 和 $\text{CH}_2\text{O}(\text{g})$, Cu^+ 能与 π 键电子形成作用力较强的配位键。测得两种气体的出口浓度(c)与进口浓度(c_0)之比随时间变化关系如图 1 所示。20~40 min, $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 浓度比增大而 $\text{CH}_2\text{O}(\text{g})$ 浓度比几乎为 0 的原因是_____。

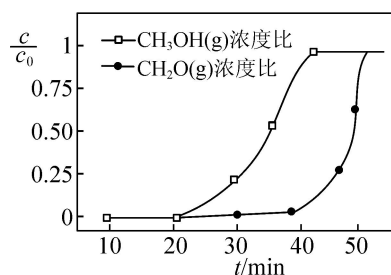


图 1

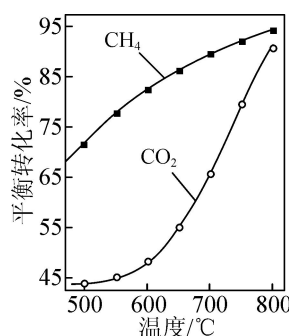
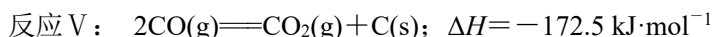
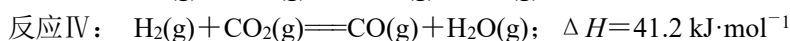
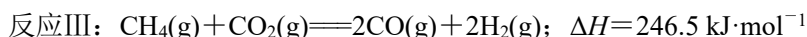



图 2

(2) CO_2 与 CH_4 重整可以制取 CO 和 H_2 。1.01 $\times 10^5$ Pa 下,将 $n_{\text{起始}}(\text{CO}_2) : n_{\text{起始}}(\text{CH}_4) = 1 : 1$ 的混合气体置于密闭容器中,发生如下反应:



不同温度下重整体系中 CH_4 和 CO_2 的平衡转化率如图 2 所示。500~800 $^{\circ}\text{C}$ 范围内, CO_2 的平衡转化率低于 CH_4 的原因是_____。

(3) 一种金属氧化物(用 MR 表示)催化 CO_2 与环氧丙烷() 反应制碳酸酯 X 反应机理

如图 3 所示。已知 CO_2 中的碳氧键可以被催化剂中具有较强给电子能力的活性中心的电子进攻而活化断裂。

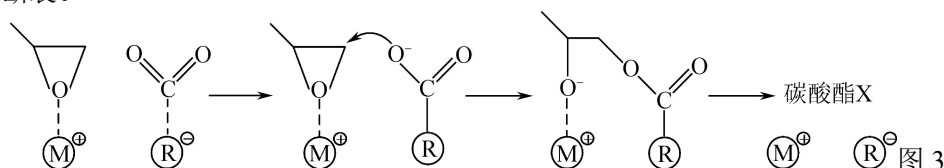


图 3

- ① 碳酸酯 X 的结构简式为_____。
- ② MgO 活化催化 CO₂ 的能力强于 Al₂O₃ 的原因是_____。

化学参考答案及评分标准

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

14. (17 分)

(1) FeP(2 分)

(2) 3 : 1(3 分)

(3) 液固比大于 $20 \text{ mL} \cdot \text{g}^{-1}$, 烧渣已不再反应, 浸出的铁元素总量不再变化, 随着溶液体积的增加, 铁元素浓度降低(2 分)

(4) 25.00 mL 稀释液中:

消耗 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液含 $n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 10.00 \text{ mL} \times 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{mL}^{-1} = 0.001 \text{ mol}$ (1 分)由关系式 $6n(\text{Fe}^{2+}) \sim n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})$ 可得 $n(\text{Fe}^{2+}) = 6n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = 6 \times 10^{-3} \text{ mol}$ (1 分) $n(\text{P}) = \frac{1.326 \text{ g}}{2210 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 6 \times 10^{-4} \text{ mol}$ (1 分)

浸取液中 Fe、P 的物质的量之比为 10 : 1(1 分)

(5) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{FePO}_4 \downarrow + 3\text{NH}_4^+ + 3\text{H}_2\text{O}$ (3 分)(6) $2\text{Fe}_2\text{P} + 2\text{H}_3\text{PO}_4 + 8\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 4\text{FePO}_4 \downarrow + 11\text{H}_2 \uparrow$ (3 分)

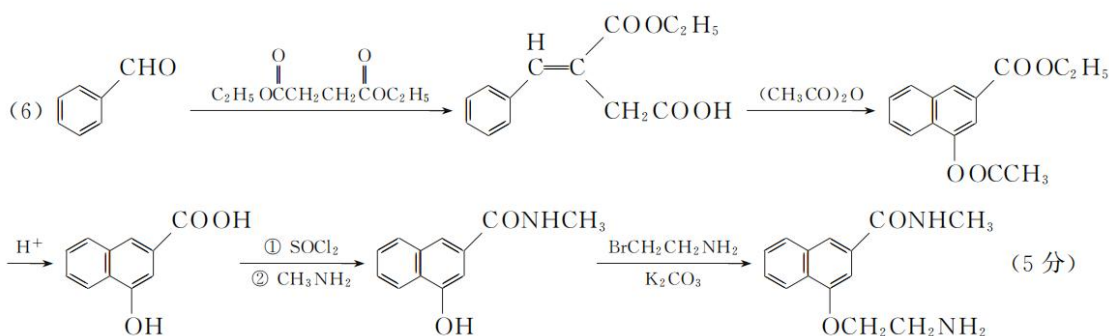
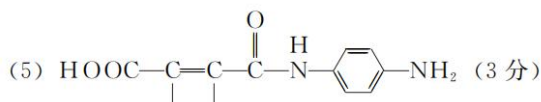
15. (16 分)

(1) OHCCHBrCHO (2 分)

(2) 5(2 分)

(3) 消去(2 分)

(4) C(2 分)



16. (16 分)

(1) 稀硫酸(2 分)

(2) $6\text{Fe}^{2+} + \text{ClO}_3^- + 9\text{H}_2\text{O} = 6\text{FeOOH} \downarrow + \text{Cl}^- + 12\text{H}^+$ (3 分)(3) $2\text{Co}^{2+} + \text{HCO}_3^- + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Co}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$ (3 分)

(4) 过滤, 向滤渣中加入热的稀盐酸至滤渣不再溶解, 趁热过滤, 将滤液用冰水冷却结晶(3 分)

(5) 从分液漏斗中加入足量 NaOH 溶液, 加热, 充分反应后, 打开止水夹, 将湿润的红

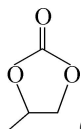
色石蕊试纸靠近管口，当试纸不变蓝后，停止加热，将三颈烧瓶中的混合物冷却后过滤，洗涤滤渣 2~3 次，至最后一次洗涤液滴加稀硝酸和 AgNO_3 溶液无沉淀(5 分)

17. (12 分)

(1) ① 分离出 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，促进平衡正向移动，增大 CO_2 的转化率(2 分)

② CH_2O 含 π 键电子， Cu^+ 与之形成较强的配位键，原先吸附剂吸附的 CH_3OH 被 CH_2O 替代(3 分)

(2) 该温度范围内，反应 V 进行的程度大于反应 IV 进行的程度(2 分)



(3) ① (2 分)

② Mg 的金属性强于 Al ， MgO 的 O 负电性更强， MgO 的 O 更易进攻活化 CO_2 中的碳氧键(3 分)