

5. 下列说法正确的是
- A. 氢有 H、D、T 三种氢元素
 - B. 反渗透法淡化海水是化学变化
 - C. 光合作用是将光能转化成热能的过程
 - D. 大气中二氧化碳增加，会使表层海水温度升高，海水吸收二氧化碳的能力降低

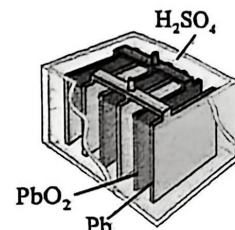
6. 下列化学反应表示正确的是
- A. 海水酸化： $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$
 - B. 破坏珊瑚礁： $\text{CO}_2 + \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
 - C. 制备无水 MgCl_2 ： $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{MgCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \uparrow$
 - D. 氯碱工业： $\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow + \text{ClO}^-$

7. 下列物质性质与分离、用途对应关系正确的是
- A. CO_2 是酸性氧化物，光合作用吸收 CO_2 并封存
 - B. NaHCO_3 受热易分解，可治疗胃酸过多
 - C. Br_2 有挥发性，用热空气从水中吹出 Br_2
 - D. NH_3 具有还原性，可作致冷剂

8. 铅蓄电池的工作原理可表示为 $\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，其构造如题 8 图

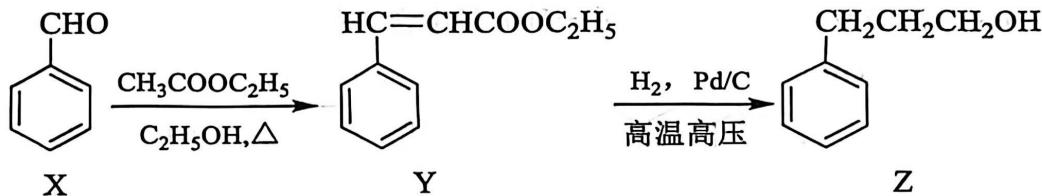
所示。下列有关说法正确的是

- A. 放电时， H^+ 向 Pb 极移动
- B. 充电时，电解液的密度增加
- C. 铅蓄电池电解水，产生 22.4LH_2 ，电路上通过 2mole^-
- D. 环境温度越低，越有利于电池放电



题 8 图

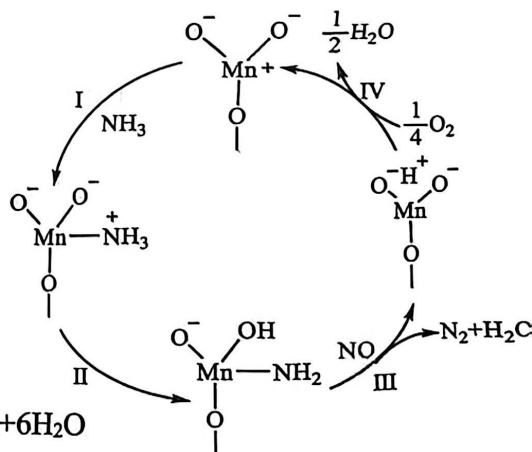
9. 化合物 Z 是一种麻醉药物合成的中间体，其合成路线如下：



下列说法不正确的是

- A. X 分子中所有原子均可在同一个平面上
 - B. 1 mol Y 最多能和 4 mol H_2 发生加成反应
 - C. Y 存在顺反异构体
 - D. Y、Z 可用酸性 KMnO_4 溶液鉴别
10. 以 Fe-Mn/TiO₂ 催化的 NH_3 -SCR 反应机理如题 10 图所示。下列说法正确的是

- A. 反应过程中有非极性共价键断裂和形成
- B. 反应过程中 Mn 的化合价没有改变
- C. 催化剂参加了反应并降低了反应焓变
- D. NH_3 -SCR 反应的化学方程式： $4\text{NH}_3 + 6\text{NO} = 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$



题 10 图

11. 探究 FeCl_3 溶液性质的实验如下:

实验 I 向 $2\text{ mL } 1.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{FeCl}_3$ 溶液中滴加 2~3 滴酚酞试液, 溶液颜色没有变化

实验 II 向 $5\text{ mL } 0.015\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{FeCl}_3$ 溶液中加入 $5\text{ mL } 0.005\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KSCN}$ 溶液, 溶液变红色。再滴加 4 滴 $1.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KSCN}$ 溶液, 红色变深

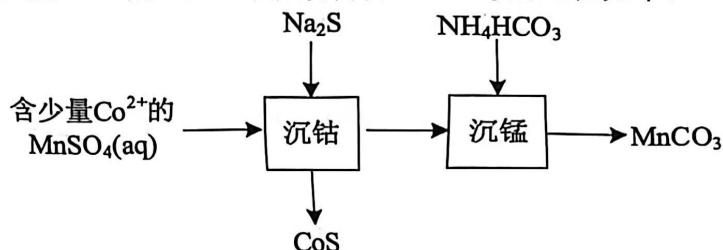
实验 III 取一定量 $1.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{FeCl}_3$ 溶液, 加入过量 Cu 粉, Cu 粉部分溶解。过滤, 向滤液中滴入 2 滴酸性 KMnO_4 溶液, 紫色消失

实验 IV 取一定量 $1.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{FeCl}_3$ 溶液, 加入等浓度等体积的 $\text{NaAl}(\text{OH})_4$ 溶液, 产生红色沉淀

下列说法正确的是

- A. 实验 I 溶液颜色没有变化是由于 FeCl_3 未水解
- B. 实验 II 说明 Fe^{3+} 与 SCN^- 反应是可逆反应
- C. 实验 III 说明氧化性 $\text{KMnO}_4 > \text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+}$
- D. 实验 IV 产生的红色沉淀为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 混合物

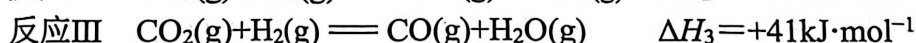
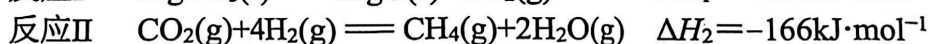
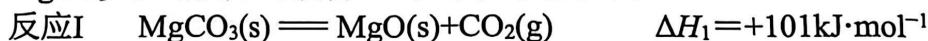
12. 室温下, 用含少量 Co^{2+} 的 MnSO_4 溶液制备 MnCO_3 的过程如下:



已知 $K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4.5 \times 10^{-7}$ 、 $K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4.7 \times 10^{-11}$ 、 $K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 2 \times 10^{-5}$ 。下列说法正确的是

- A. $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{S}$ 溶液中: $c(\text{Na}^+) = c(\text{S}^{2-}) + c(\text{HS}^-) + c(\text{H}_2\text{S})$
- B. “沉钴”得到的上层清液中: $c(\text{Co}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-}) < K_{sp}(\text{CoS})$
- C. $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NH}_4\text{HCO}_3$ 溶液中: $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{HCO}_3^-)$
- D. “沉锰”得到的滤液中: $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-})$

13. MgCO_3 与 H_2 反应可获得 CH_4 , 其主要反应为

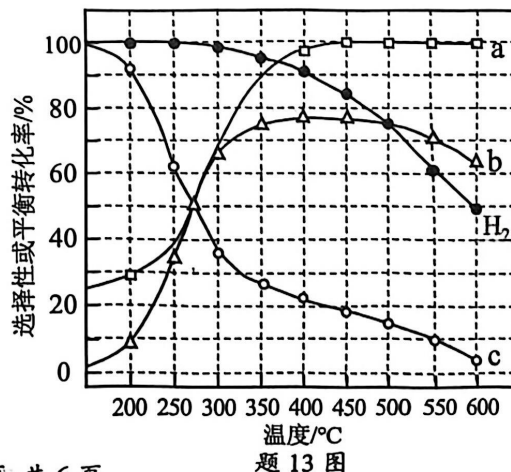


$1.0 \times 10^5\text{ Pa}$ 条件下, 1 mol H_2 和 1 mol MgCO_3 发生上述反应达平衡时, 反应物 (H_2 、 MgCO_3) 的平衡转化率和生成物 (CH_4 、 CO_2) 的选择性随温度变化关系如题 13 图所示 (反应 III 在 360°C 以下不考虑)。

含碳生成物选择性 = $\frac{\text{含碳生成物的物质的量}}{\text{MgCO}_3\text{转化的物质的量}} \times 100\%$ 。

下列说法不正确的是

- A. 其他条件不变, 加压有助于提高 CH_4 的平衡选择性
- B. 550°C 反应 III 平衡常数 $K = \frac{2}{7}$
- C. 在 $150^\circ\text{C} \sim 250^\circ\text{C}$ 范围, CH_4 平衡产率随温度升高而下降
- D. 其他条件不变, 增大 H_2 的投入量, H_2 平衡转化率下降

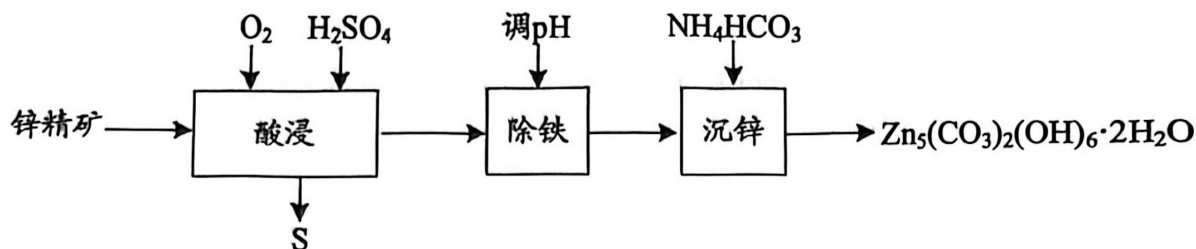


二、非选择题（本题 4 小题，共 61 分）

14. (15 分) ZnS 可用于制备碱式碳酸锌 $[Zn_5(CO_3)_2(OH)_6 \cdot 2H_2O]$ 、作电池材料和回收砷。

(1) 制备碱式碳酸锌

由锌精矿（主要含 ZnS，少量 FeS）制备碱式碳酸锌的过程如下：



①酸性条件下 O_2 氧化 ZnS 的反应缓慢，常加入少量的 $Fe_2(SO_4)_3$ ，加快锌的浸出速率，其原因是 ▲。

②浸出液中 $c(Fe^{2+})$ 、 $c(Fe^{3+})$ 、 $c(\text{总 Fe})$ 随氧分压的增大如题 14 图-1 所示，氧分压在 $0.4\text{MPa} \sim 0.8\text{MPa}$ ， $c(Fe^{2+})$ 下降迅速，而 $c(Fe^{3+})$ 增大趋缓的原因是 ▲。

③已知： $K_{sp}[Zn(OH)_2] = 1.0 \times 10^{-18}$ ， $K_{sp}[Fe(OH)_3] = 8.0 \times 10^{-38}$ 。当离子浓度小于 $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时，认为离子沉淀完全。

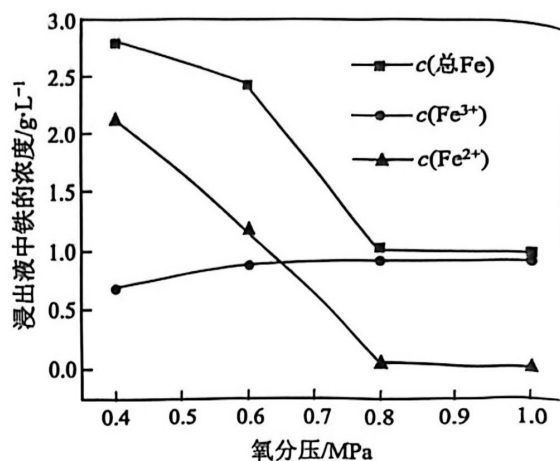
调节溶液的 pH 除铁， $c(Zn^{2+}) =$

$1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，通过计算说明当溶液中刚析出 $Zn(OH)_2$ 沉淀时 Fe^{3+} 是否沉淀完全 ▲（写出计算过程）。

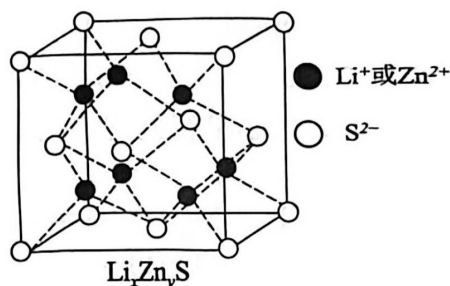
④“沉锌”得到碱式碳酸锌，该反应的离子方程式为 ▲。

(2) 作电池材料

硫化锌是锂离子电池负极材料，充电后晶胞的组成如题 14 图-2 所示。 Li_xZn_yS 的化学式为 ▲（ x 和 y 用具体数字表示）。



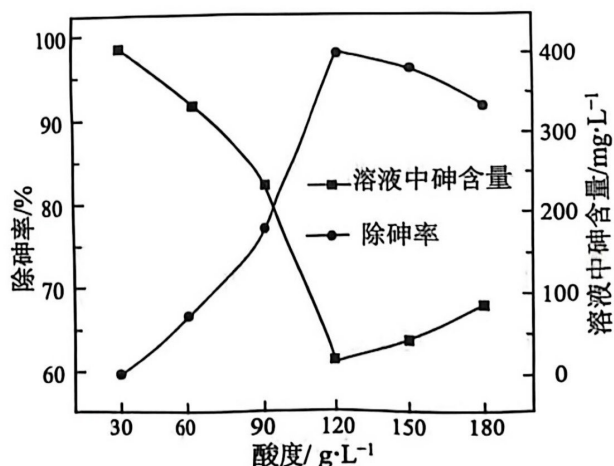
题 14 图-1



题 14 图-2

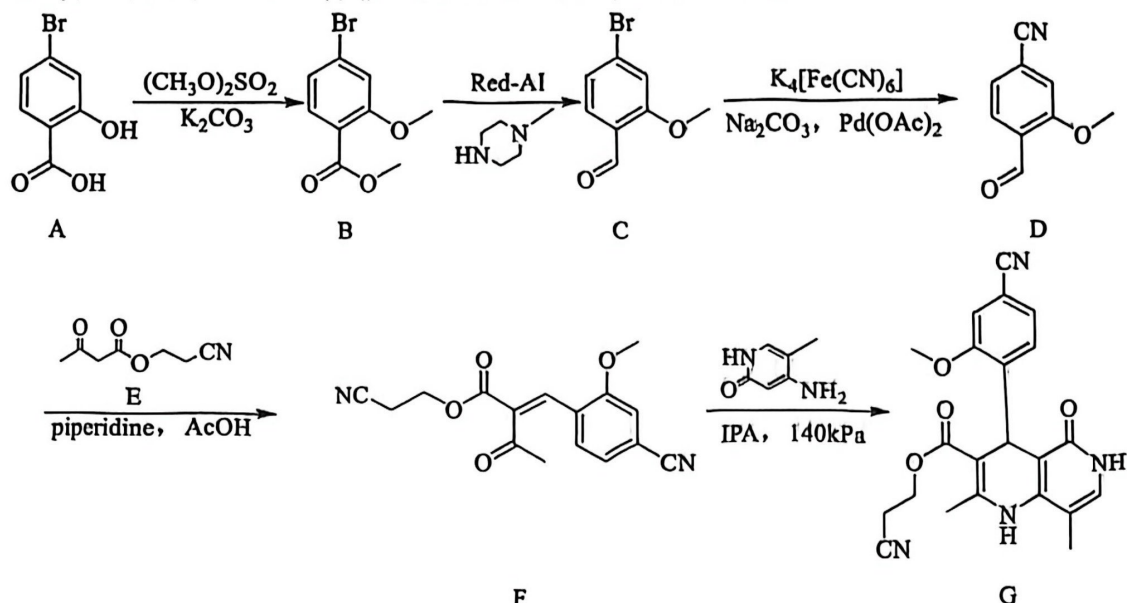
(3) 回收砷

用 ZnS 去除酸性废液中的三价砷，并回收生成的 As_2S_3 沉淀。除砷率、溶液中砷含量随酸度变化如题 14 图-3。酸度在 $120 \sim 180 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ，除砷率随酸度的增加而减小的原因是 ▲。



题 14 图-3

15. (15分) 化合物 G 是一种非奈利酮药物合成中间体, 其合成路线如下:



(1) B 分子中含氧官能团名称为醚键和 ▲。

(2) E () 分子中, 与 2 号碳相比, 1 号碳的 C—H 键极性相对 ▲ (填“较大”或“较小”)。

(3) A→B 还可能生成分子式为 $C_8H_7BrO_3$ 的副产物, 其结构简式为 ▲。

(4) M 是 C 的同系物, 相对分子质量比 C 大 14。写出同时满足下列条件的 M 的一种同分异构体的结构简式: ▲。

①能发生银镜反应

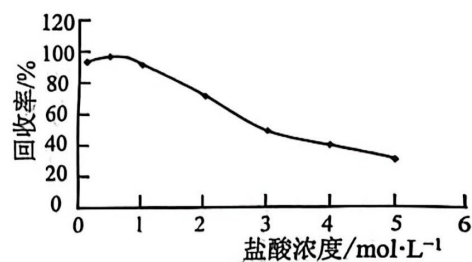
②碱性条件下水解酸化后的两种产物中, 含苯环的分子中有 3 种氢原子且不与 $FeCl_3$ 溶液发生显色反应; 另一种分子中含 2 种氢原子

(5) 写出以 、 为原料合成 的合成路线流程图(无机试剂和流程中的有机试剂任用, 合成路线示例见本题题干)。

16. (15分) 莫尔法测定溶液中 Cl^- 得到 Ag_2CrO_4 、 $AgCl$ 混合物。实验室从混合物中回收 Ag 并制备 $AgNO_3$ 。已知 $AgCl + Cl^- \rightleftharpoons AgCl_2^-$, $Ag^+ + SCN^- \rightleftharpoons AgSCN \downarrow$ (白色)

(1) 沉淀转化。向洗涤干净的 Ag_2CrO_4 、 $AgCl$ 沉淀中加入稍过量的氯化钠溶液, 充分搅拌使 Ag_2CrO_4 完全转化为氯化银沉淀。写出转化的离子方程式 ▲。

(2) 还原 $AgCl$ 。将除锈后洁净的铁丝圈埋入 $AgCl$ 沉淀里并压紧。加入盐酸后静置, 充分反应得到银。



题 16 图

①银的回收率随盐酸浓度的变化如题 16 图所示。银的回收率随盐酸浓度增大逐渐降低的原因是 ▲。

②不与铁圈接触的 $AgCl$ 也能转化为 Ag 的原因是 ▲。

(3) 制备 AgNO_3 。反应 $3\text{Ag}+4\text{HNO}_3(\text{稀})=3\text{AgNO}_3+\text{NO}\uparrow+2\text{H}_2\text{O}$ 可制备 AgNO_3 。

实验室用 63% 的浓 HNO_3 (其密度为 $1.4\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$) 配制 $240\text{ mL } 5.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 稀 HNO_3 。

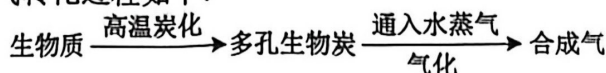
① 需选用的仪器有 ▲、烧杯、玻璃棒、胶头滴管、量筒。

② 需量取浓硝酸 ▲ mL。

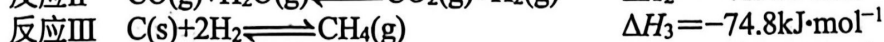
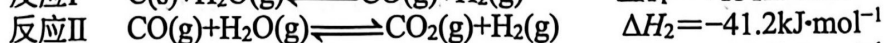
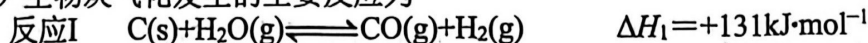
③ 该反应通常在 ▲ (填设备名称) 中进行。

(4) 测定 AgNO_3 样品的纯度。补充实验步骤: 称取硝酸银样品, 加水溶解, 定容到 100 mL 。准确量取 25.00 mL 溶液, ▲, 重复滴定操作 2~3 次, 计算硝酸银样品的纯度 [杂质不参与反应。须使用的试剂: $0.1000\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NH_4SCN 标准溶液, $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液作指示剂]。

17. (16 分) 合成气 (CO 和 H_2) 是重要的工业原料气。生物质 (光合作用过程生成的有机物) 制备合成气转化过程如下:

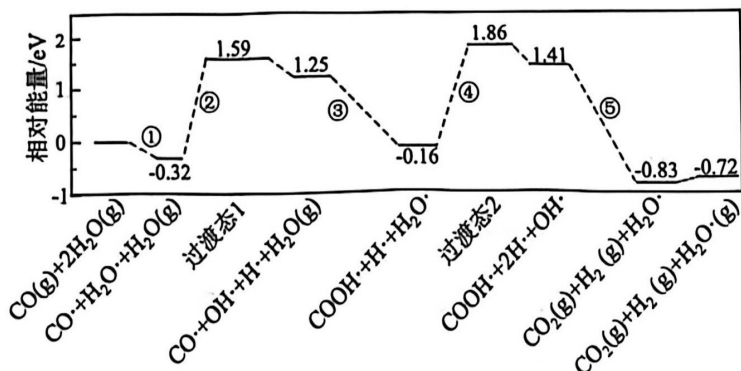


(1) 生物炭气化发生的主要反应为

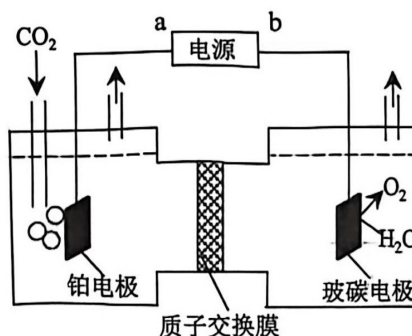


① 反应 $\text{CO}(\text{g})+3\text{H}_2(\text{g})\rightleftharpoons\text{CH}_4(\text{g})+\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的 $\Delta H=\text{▲}\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

② 在催化剂表面反应 II 的反应历程如题 17 图-1 所示, 该反应中的决速步骤的方程式是 ▲。



题 17 图-1



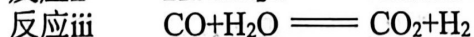
题 17 图-2

③ 在 $500\sim 1000^\circ\text{C}$ 时生物质直接气化, 产生一氧化碳、氢气、甲烷等气体以及苯、甲苯等焦油, 再通过净化得到合成气。和生物炭气化相比, 生物质直接气化的缺点有 ▲。

(2) 其它条件相同, 研究 800°C , 用 K_2CO_3 (熔点为 891°C) 作为反应 $\text{C}(\text{s})+\text{H}_2\text{O}(\text{g})\rightleftharpoons\text{CO}(\text{g})+\text{H}_2(\text{g})$ 的催化剂。

① 催化机理如下: 补充反应 i 化学方程式

反应 i ▲



② 催化作用受接触面积和温度等因素影响。用 KOH (熔点 360.4°C) 代替 K_2CO_3 作催化剂进行生物炭气化, 得到的合成气中 H_2 含量更高。其原因是 ▲。

(3) 合成气中的 CO_2 可用 $30\%\text{K}_2\text{CO}_3$ 溶液进行脱除并回收。

① 脱除 CO_2 在钢制吸收塔中进行, K_2CO_3 溶液浓度偏高会堵塞设备, 导致堵塞的物质是 ▲ (填化学式)。

② 回收的 CO_2 电催化还原生成 C_2H_4 的装置如题 17 图-2 所示, 铂电极的电极反应式为 ▲。