

# 江苏省盐城市 2026 届高三上学期期中化学试题

学校: \_\_\_\_\_ 姓名: \_\_\_\_\_ 班级: \_\_\_\_\_ 考号: \_\_\_\_\_

## 一、单选题

1. 二氧化硅( $\text{SiO}_2$ )是一种用途极广的无机化合物。下列生产中不以  $\text{SiO}_2$  为原料的是

- A. 高炉炼铁
- B. 制光导纤维
- C. 工业制玻璃
- D. 工业冶炼硅

【答案】A

【详解】A. 高炉炼铁中, 铁矿石(含  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  或  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) 是主要原料, 焦炭作为还原剂, 石灰石用于去除杂质  $\text{SiO}_2$  (生成硅酸钙), 但  $\text{SiO}_2$  本身并非炼铁所需原料, 而是作为杂质被处理, A 符合题意;

B. 光导纤维直接以  $\text{SiO}_2$  为原料, B 不符合题意;

C. 工业制玻璃中,  $\text{SiO}_2$  与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{CaCO}_3$  反应生成硅酸盐, 是必要原料, C 不符合题意;

D. 工业冶炼硅通过  $\text{SiO}_2$  与碳高温还原反应制得粗硅, 需使用  $\text{SiO}_2$ , D 不符合题意;

故选 A。

2. 反应  $\text{SOCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_2 + 2\text{HCl}$  可用于脱水。下列说法正确的是

A.  $\text{SOCl}_2$  中硫元素的化合价: +4

B.  $\text{H}_2\text{O}$  分子的 VSEPR 模型为 

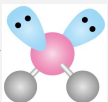
C.  $\text{SO}_2$  属于非极性分子

D.  $\text{HCl}$  电子式:  $\text{H}^+ [:\ddot{\text{Cl}}:]^-$

【答案】A

【详解】A.  $\text{SOCl}_2$  中氧元素显-2价, 氯元素显-1价, 由元素化合价代数和为可知硫元素的化合价为+4价, A 项正确;

B.  $\text{H}_2\text{O}$  中心氧原子的价层电子对数为  $2 + \frac{6 - 1 \times 2}{2} = 4$ , 有 2 对孤电子对, 故其 VSEPR 模型

为 , B 项错误;

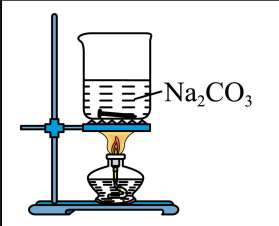

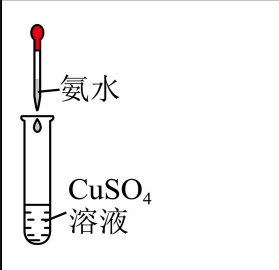
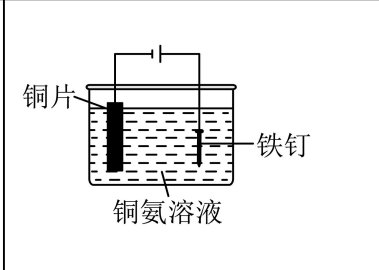
C.  $\text{SO}_2$  中心硫原子的价层电子对数为  $2 + \frac{6 - 2 \times 2}{2} = 3$ , 有 1 对孤电子对, 分子为角形, 属于

极性分子，C 项错误；

D. HCl 中氢原子和氯原子以共价键结合，其电子式为  $\text{H}:\ddot{\text{Cl}}:$ ，D 项错误；

故答案选 A。

3. 实验室制备铜氨  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4]$  溶液并进行铁钉镀铜实验。下列相关原理、装置及操作不正确的是

	
A. 除油污	B. 除铁锈
	
C. 制铜氨溶液	D. 镀铜

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】D

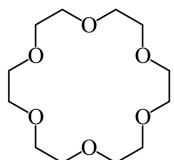
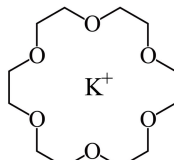
【详解】A. 给  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液加热，促进  $\text{CO}_3^{2-}$  水解，溶液碱性增强，更利于除油污，A 正确；

B. 铁锈主要成分为  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ，加入稀盐酸发生反应  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + (3+x)\text{H}_2\text{O}$ ，B 正确；

C.  $\text{CuSO}_4$  溶液中加足量氨水，生成铜氨溶液  $\text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ ，C 正确；

D. 铁钉镀铜需用电解池，铜片作阳极，铁钉作阴极，铜氨溶液为电解质溶液，D 错误；

故答案选 D。

4. 有机溶剂 18-冠-6 () 与  $\text{K}^+$  形成 X ()，可促进反应

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} + \text{KCN} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CN} + \text{KBr}$  的进行。下列说法不正确的是

- A. 18-冠-6 中 C 和 O 的杂化轨道类型相同
- B. X 中 18-冠-6 与  $\text{K}^+$  间存在离子键
- C. 电负性:  $\chi(\text{K}) < \chi(\text{H})$
- D. 第一电离能:  $I_1(\text{O}) < I_1(\text{N})$

【答案】B

【详解】A. 18-冠-6 中 C 和 O 的价层电子对数均为 4, 杂化轨道均为  $\text{sp}^3$ , 类型相同, A 正确;

B. 18-冠-6 与  $\text{K}^+$  形成超分子 X, 18-冠-6 (有机分子) 与  $\text{K}^+$  间是分弱配位键, 离子键只存在于阳离子与阴离子之间, B 错误;

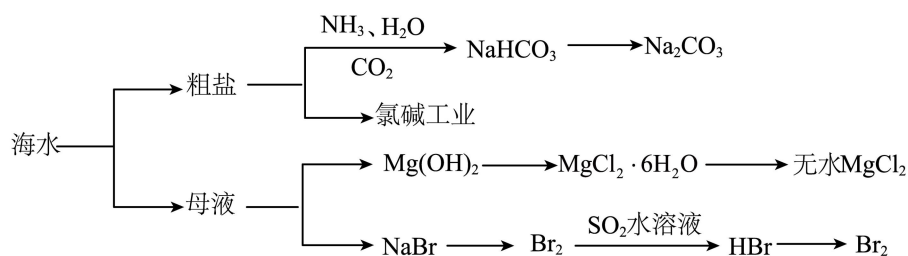
C. 元素非金属性越强, 电负性越大, K 属于活泼金属, 故电负性:  $\chi(\text{K}) < \chi(\text{H})$ , C 正确;

D. N 的 2p 能级处于半充满稳定状态, 第一电离能大于同周期相邻元素 O, D 正确;

故选 B。

阅读下列材料, 完成下面三道题。

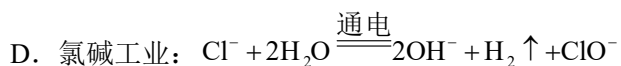
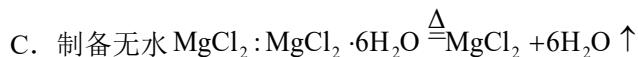
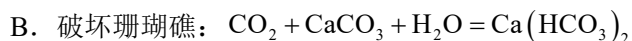
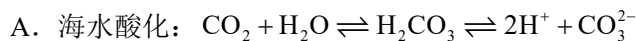
海水是人类的宝贵财富。从海水中提取核聚变的核心材料氘(D); 反渗透法淡化海水(海水加压后水分子可透过半透膜而离子不能); 海水蕴含丰富的钠、镁、氯、溴等元素, 综合利用示意图如下; 海洋是“蓝碳”的重要载体, 海草床通过光合作用吸收二氧化碳并封存。但人类活动产生的大量  $\text{CO}_2$  导致海水酸化, 会破坏珊瑚礁(主要成份  $\text{CaCO}_3$ )。



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



7. 下列物质性质与分离、用途对应关系正确的是

A.  $\text{CO}_2$  是酸性氧化物, 光合作用吸收  $\text{CO}_2$  并封存

B.  $\text{NaHCO}_3$  受热易分解, 可治疗胃酸过多

C.  $\text{Br}_2$  有挥发性, 用热空气从水中吹出  $\text{Br}_2$

D.  $\text{NH}_3$  具有还原性, 可作制冷剂

【答案】5. D    6. B    7. C

【解析】5. A. H、D、T 是氢元素的三种核素(同位素), 并非三种氢元素, A 错误;

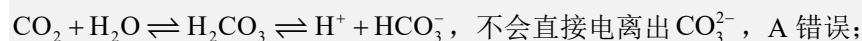
B. 反渗透法淡化海水是利用半透膜只允许水分子通过, 阻止盐离子通过的物理原理, 无新物质生成, 属于物理变化, B 错误;

C. 光合作用是将光能转化为有机物中的化学能, 并非热能, C 错误;

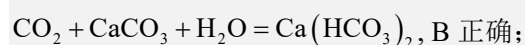
D. 大气中  $\text{CO}_2$  增加会加剧温室效应, 使表层海水温度升高, 气体的溶解度随温度升高而降低, 因此海水吸收  $\text{CO}_2$  的能力会降低, D 正确;

故答案选 D;

6. A.  $\text{H}_2\text{CO}_3$  是二元弱酸, 分步电离且以第一步为主, 正确电离式为



B. 破坏珊瑚礁是  $\text{CO}_2$ 、 $\text{CaCO}_3$  与  $\text{H}_2\text{O}$  反应生成可溶的  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , 化学方程式为



C.  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  加热时,  $\text{Mg}^{2+}$  会水解生成  $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$  或  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , 最终得不到无水  $\text{MgCl}_2$ , 需在  $\text{HCl}$  气流中加热, 抑制水解, 故 C 错误;

D. 氯碱工业是电解饱和 NaCl 溶液, 正确离子方程式为  $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$ ,

D 错误;

故答案选 B;

7. A.  $\text{CO}_2$  是酸性氧化物, 但光合作用是吸收  $\text{CO}_2$  并将其转化为有机物, 并非"封存", 且"酸性氧化物"的性质与"光合作用吸收  $\text{CO}_2$  无直接对应关系, A 错误;

B.  $\text{NaHCO}_3$  可治胃酸过多, 是因为其能与胃酸( $\text{HCl}$ )反应, 而非利用"受热分解"的性质, 性质与用途不匹配, B 错误;

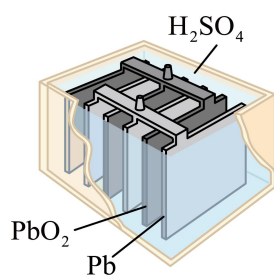
C.  $\text{Br}_2$  有挥发性, 热空气能降低  $\text{Br}_2$  在水中的溶解度并促使其挥发, 因此可用热空气从水中吹出  $\text{Br}_2$ , 性质与分离方法直接对应, C 正确;

D.  $\text{NH}_3$  作制冷剂是因为液氨汽化时吸收大量热, 使环境温度降低, 利用的是其物理性质(易液化, 汽化吸热), 而非"还原性", 性质与用途不对应, D 错误;

故答案选 C。

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

所示。下列有关说法正确的是



- A. 放电时,  $\text{H}^+$  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 22.4L  $\text{H}_2$ , 电路上通过  $2\text{mol e}^-$
- D. 环境温度越低, 越有利于电池放电

**【答案】B**

**【分析】** 铅蓄电池是一种二次电池 (可充放电), 工作原理可表示为

$\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ , 放电时, 为原电池,  $\text{PbO}_2$  为正极、Pb 为负极,

阳离子向正极移动，阴离子向负极移动，正极电极反应式为：

$\text{PbO}_2 + 2e^- + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，负极电极反应式为： $\text{Pb} - 2e^- + \text{SO}_4^{2-} = \text{PbSO}_4$ ；电解

时，原电池的正极与电解池的阳极相连；原电池的负极与电解池的阴极相连，据此分析。

【详解】A. 放电时， $\text{PbO}_2$ 为正极、 $\text{Pb}$ 为负极，阳离子（ $\text{H}^+$ ）向正极（ $\text{PbO}_2$ 极）移动，而非 $\text{Pb}$ （负极），A不符合题意；

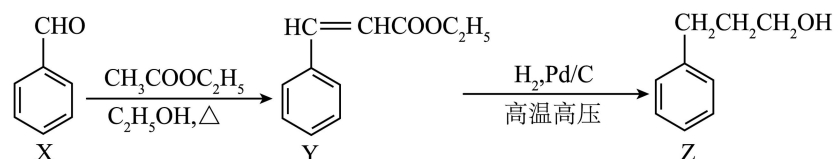
B. 充电时，反应“逆向”进行，生成硫酸，电解液中硫酸浓度增大，密度增加，B符合题意；

C. 未说明“标准状况”，22.4 L的物质的量无法确定，因此电路中通过的电子数也无法确定，C不符合题意；

D. 温度过低时，电解液（硫酸溶液）的流动性变差，且电极反应速率降低，不利于电池放电，D不符合题意；

故选B。

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  $\text{H}_2$ 发生加成反应
- C. Y存在顺反异构体
- D. Y、Z可用酸性 $\text{KMnO}_4$ 溶液鉴别

【答案】D

【分析】平面结构有：苯环、苯环、碳碳双键、碳碳三键；掌握与量有关的反应，顺反异构的判断

【详解】A. X分子含苯环（平面结构）和苯环（平面结构），单键可旋转，因此所有原子可共平面，A不符合题意；

B. 1 mol Y分子含1 mol 苯环（可与3 mol  $\text{H}_2$ 加成）、1 mol 碳碳双键（可与1 mol 加成），但酯基不能与加成，因此1 mol Y最多能与4 mol  $\text{H}_2$ 加成，B不符合题意；

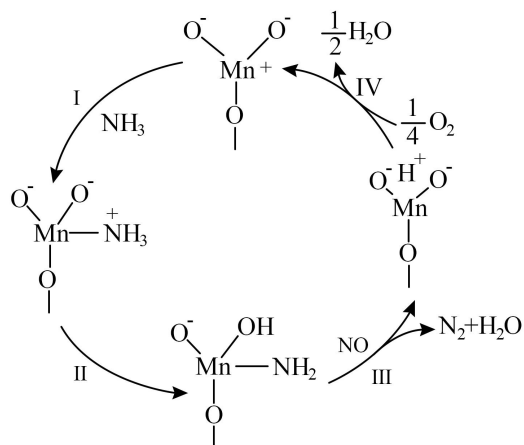
C. Y分子中含碳碳双键，顺反异构需双键且双键两端基团不同，因此Y存在顺反异构体，

C 不符合题意；

D. Y 含碳碳双键，Z 含羟基，二者均能被酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液氧化（褪色），无法鉴别，D 符合题意；

故选 D。

10. 以  $\text{Fe-Mn/TiO}_2$  催化的  $\text{NH}_3\text{-SCR}$  反应机理如图所示。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.  $\text{NH}_3\text{-SCR}$  反应的化学方程式： $4\text{NH}_3 + 6\text{NO} = 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

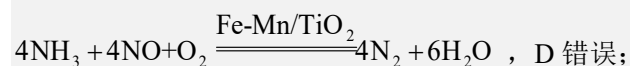
【答案】A

【详解】A. 反应中有氧气参与反应，且生成了氮气，所以反应过程中有非极性共价键断裂和形成，A 正确；

B. 在题给的反应历程中，Mn 的成键数发生了改变，即 Mn 的化合价发生了变化，B 错误；

C. 催化剂只能改变化学反应速率，不能影响焓变，C 错误；

D. 流程中有氧气的参与， $\text{NH}_3\text{-SCR}$  反应的化学方程式：



故答案选 A。

11. 探究  $\text{FeCl}_3$  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 mL  $0.015 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeCl}_3$  溶液中加入 5 mL  $0.005 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KSCN}$  溶液，溶液变红色。

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  $\text{KMnO}_4$  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  $\text{FeCl}_3$  未水解
- B. 实验II说明  $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{SCN}^-$  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

【答案】D

【详解】A.  $\text{FeCl}_3$  是强酸弱碱盐，水解后溶液显酸性，酚酞在酸性条件下不变色，因此颜色未变化是由于 pH 未达到酚酞变色范围，而非  $\text{FeCl}_3$  未水解，A 错误；

B. 实验II中，初始  $\text{Fe}^{3+}$  浓度远高于  $\text{SCN}^-$ ，即使反应不可逆， $\text{Fe}^{3+}$  仍有大量剩余，与 Cu 反应的现象不能直接证明反应可逆，B 错误；

C. 实验III中，加入过量 Cu 粉，Cu 粉部分溶解，说明 Cu 粉能与  $\text{Fe}^{3+}$  反应生成  $\text{Cu}^{2+}$ ，说明  $\text{Fe}^{3+}$  的氧化性比  $\text{Cu}^{2+}$  强；向滤液中滴入 2 滴酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液，紫色消失，由于溶液中含有氯离子，无法说明酸性  $\text{KMnO}_4$  被滤液中  $\text{Fe}^{2+}$  还原，即无法比较  $\text{KMnO}_4$  的氧化性比  $\text{Fe}^{3+}$  强，C 错误；

D.  $\text{FeCl}_3$  与  $\text{NaAl}(\text{OH})_4$  混合时， $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ ，

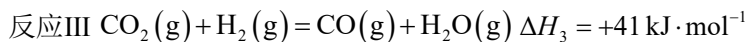
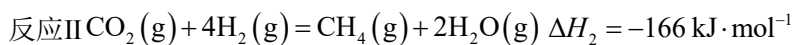
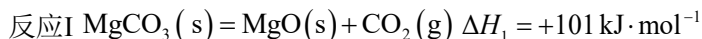
$[\text{Al}(\text{OH})_4]^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^-$ ，氢离子和氢氧根结合生成水，相互促进水解，从而生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ，故红色沉淀仅为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$  混合物，D 正确；

故答案选 D。

12. 室温下，用含少量  $\text{Co}^{2+}$  的  $\text{MnSO}_4$  溶液制备  $\text{MnCO}_3$  的过程如下：

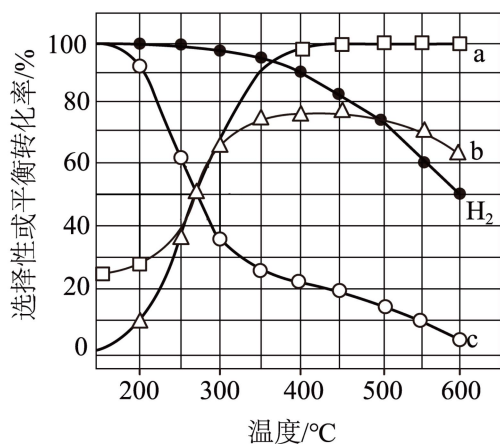


13.  $\text{MgCO}_3$  与  $\text{H}_2$  反应可获得  $\text{CH}_4$ ，其主要反应为



$1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  条件下， $1 \text{ mol H}_2$  和  $1 \text{ mol MgCO}_3$  发生上述反应达平衡时，反应物( $\text{H}_2$ 、 $\text{MgCO}_3$ )的平衡转化率和生成物( $\text{CH}_4$ 、 $\text{CO}_2$ )的选择性随温度变化关系如图所示(反应III在  $360^\circ\text{C}$  以下不考虑)。含碳生成物选择性 =  $\frac{\text{含碳生成物的物质的量}}{\text{MgCO}_3 \text{转化的物质的量}} \times 100\%$ 。

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  $\text{CH}_4$  的平衡选择性
- B.  $550^\circ\text{C}$  反应III平衡常数  $K = \frac{2}{7}$
- C. 在  $150^\circ\text{C} \sim 250^\circ\text{C}$  范围， $\text{CH}_4$  平衡产率随温度升高而下降
- D. 其他条件不变，增大  $\text{H}_2$  的投入量， $\text{H}_2$  平衡转化率下降

【答案】C

【分析】反应I为吸热反应，反应II为放热反应，反应III在  $360^\circ\text{C}$  以下不考虑，在  $360^\circ\text{C}$  以下时升高温度，反应I平衡正向移动，反应II平衡逆向移动，则  $\text{MgCO}_3$  的转化率增大， $\text{CO}_2$  的选择性增大， $\text{CH}_4$  的选择性减小，且  $\text{CO}_2$  和  $\text{CH}_4$  的选择性之和接近 100%，则 c 表示  $\text{CH}_4$  的选择性，b 表示  $\text{CO}_2$  的选择性，a 表示  $\text{MgCO}_3$  的转化率，据此解答。

【详解】A. 反应II是气体分子数减小的反应，反应III是气体分子数不变的反应。其他条件不变，

加压时，反应II平衡正向移动，反应III平衡不移动，则其他条件不变，加压会使更多的  $\text{CO}_2$  转化为  $\text{CH}_4$  而非  $\text{CO}$ ，有助于提高  $\text{CH}_4$  的平衡选择性，A 正确；

B. 由分析可知，c 表示  $\text{CH}_4$  的选择性，b 表示  $\text{CO}_2$  的选择性，a 表示  $\text{MgCO}_3$  的转化率，由图可知，在  $550^\circ\text{C}$  下达到平衡时，碳酸镁完全转化，二氧化碳的选择性为 70%，甲烷的选择性为 10%，则生成的二氧化碳为  $0.7\text{mol}$ ，生成的甲烷为  $0.1\text{mol}$ ，根据碳原子守恒可得  $n(\text{CO}) = (1 - 0.7 - 0.1)\text{mol} = 0.2\text{mol}$ ；氢气的平衡转化率为 60%，则平衡时氢气的物质的量为  $0.4\text{mol}$ ，反应II中甲烷与水的化学计量系数之比为 1 : 2，反应III中一氧化碳与水的化学计量系数之比为 1 : 1，即平衡时  $n(\text{H}_2\text{O}) = (0.1 \times 2 + 0.2)\text{mol} = 0.4\text{mol}$ ，所以  $550^\circ\text{C}$  反应III平衡常

$$K = \frac{c(\text{CO})c(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{CO}_2)c(\text{H}_2)} = \frac{0.2 \times 0.4}{0.7 \times 0.4} = \frac{2}{7}, \text{ B 正确};$$

C. 反应 I 为吸热反应，升高温度，反应 I 平衡正向移动， $\text{CO}_2$  生成量增加，为反应 II 提供更多反应物，利于  $\text{CH}_4$  的生成；反应 II 为放热反应，升高温度，平衡逆向移动，不利于  $\text{CH}_4$  的生成。在  $150^\circ\text{C} \sim 250^\circ\text{C}$  范围，反应 I 的正向趋势占主导， $\text{CO}_2$  的增加量远大于反应 II 逆向移动导致  $\text{CH}_4$  的减少量，因此  $\text{CH}_4$  平衡产率随温度升高而上升，而非下降，C 错误；

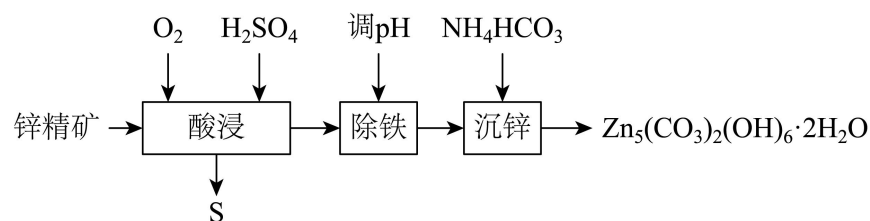
D. 对于可逆反应，增大一种反应物的浓度，平衡会正向移动，能提高其他反应物的转化率，但自身转化率会降低，即其他条件不变，增大  $\text{H}_2$  的投入量， $\text{H}_2$  平衡转化率下降，D 正确；  
故选 C。

## 二、解答题

14.  $\text{ZnS}$  可用于制备碱式碳酸锌  $[\text{Zn}_5(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$ 、作电池材料和回收砷。

(1) 制备碱式碳酸锌

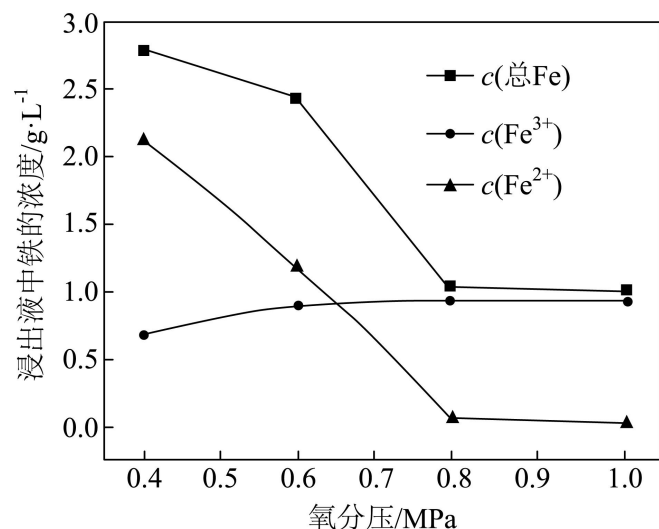
由锌精矿(主要含  $\text{ZnS}$ ，少量  $\text{FeS}$ )制备碱式碳酸锌的过程如下：



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  $c(Fe^{2+})$ 、 $c(Fe^{3+})$ 、 $c(\text{总Fe})$  随氧分压的增大如图所示，氧分压在

0.4 MPa ~ 0.8 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

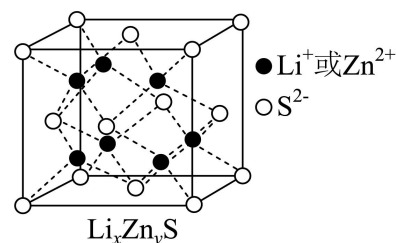
$1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot L^{-1}$  时，认为离子沉淀完全。调节溶液的 pH 除铁， $c(Zn^{2+}) = 1.0 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ ，通过计算说明当溶液中刚析出  $Zn(OH)_2$  沉淀时  $Fe^{3+}$  是否沉淀完全\_\_\_\_\_ (写出计算过程)。

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

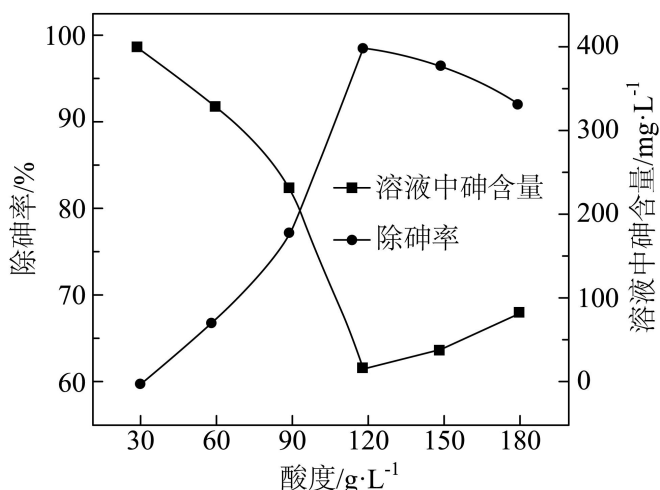
硫化锌是锂离子电池负极材料，充电后晶胞的组成如图所示。 $Li_xZn_yS$  的化学式为

\_\_\_\_\_ (x 和 y 用具体数字表示)。



(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图。



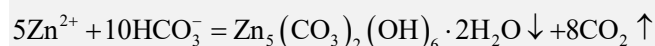
酸度在 120 ~ 180 g·L<sup>-1</sup>，除砷率随酸度的增加而减小的原因是\_\_\_\_\_。

【答案】(1) Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 作反应的催化剂或 Fe<sup>3+</sup> 氧化 ZnS 中-2 价 S，O<sub>2</sub> 将生成的 Fe<sup>2+</sup> 氧化成 Fe<sup>3+</sup>，循环反应 在 0.4 MPa ~ 0.8 MPa，随氧分压增大，O<sub>2</sub> 溶解度提高，Fe<sup>2+</sup> 氧化速率增大，c(Fe<sup>2+</sup>)、c(H<sup>+</sup>) 迅速下降，Fe<sup>3+</sup> 水解速率加快，Fe<sup>2+</sup> 氧化速率与 Fe<sup>3+</sup> 水解沉淀速率相当，Fe<sup>3+</sup> 浓度增大趋缓

$$c(\text{OH}^-) = \sqrt{\frac{K_{\text{sp}}[\text{Zn}(\text{OH})_2]}{c(\text{Zn}^{2+})}} = \sqrt{\frac{1.0 \times 10^{-18}}{1}} = 1 \times 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1},$$

$$c(\text{Fe}^{3+}) = \frac{K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3]}{[c(\text{OH}^-)]^3} = \frac{8.0 \times 10^{-38}}{(1 \times 10^{-9})^3} = 8.0 \times 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$c(\text{Fe}^{3+}) < 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  Fe<sup>3+</sup> 沉淀完全



(2) Li<sub>1.5</sub>Zn<sub>0.25</sub>S

(3) 随酸度的增加，c(H<sup>+</sup>) 增大，H<sup>+</sup> 和 ZnS 反应生成 H<sub>2</sub>S 逸出，除砷率下降

【分析】①由锌精矿(主要含 ZnS，少量 FeS)制备碱式碳酸锌的过程如下，ZnS、FeS 在硫酸条件下与氧气发生氧化还原反应，生成的 S 过滤除去，Zn<sup>2+</sup>、Fe<sup>3+</sup> 进入除铁后过滤掉滤渣 Fe(OH)<sub>3</sub> 后 Zn<sup>2+</sup> 与 NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> 反应生成 [Zn<sub>5</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(OH)<sub>6</sub>·2H<sub>2</sub>O]。

【详解】(1) ①酸性条件下 O<sub>2</sub> 氧化 ZnS 的反应缓慢，常加入少量的 Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>，加快锌的浸出速率，其原因是 Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 作反应的催化剂或 Fe<sup>3+</sup> 氧化 ZnS 中-2 价 S，O<sub>2</sub> 将生成的 Fe<sup>2+</sup>

氧化成  $\text{Fe}^{3+}$ ，循环反应。

②Ⅱ浸出液中  $c(\text{Fe}^{2+})$ 、 $c(\text{Fe}^{3+})$ 、 $c(\text{总Fe})$  随氧分压的增大如图所示，氧分压在

0.4 MPa ~ 0.8 MPa,  $c(\text{Fe}^{2+})$  下降迅速，而  $c(\text{Fe}^{3+})$  增大趋缓的原因是：在 0.4 MPa ~ 0.8 MPa，随氧分压增大， $\text{O}_2$  溶解度提高， $\text{Fe}^{2+}$  氧化速率增大， $c(\text{Fe}^{2+})$ 、 $c(\text{H}^+)$  迅速下降， $\text{Fe}^{3+}$  水解速率加快， $\text{Fe}^{2+}$  氧化速率与  $\text{Fe}^{3+}$  水解沉淀速率相当， $\text{Fe}^{3+}$  浓度增大趋缓。

$$\textcircled{3} c(\text{OH}^-) = \sqrt{\frac{K_{\text{sp}}[\text{Zn}(\text{OH})_2]}{c(\text{Zn}^{2+})}} = \sqrt{\frac{1.0 \times 10^{-18}}{1}} = 1 \times 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1},$$

$$c(\text{Fe}^{3+}) = \frac{K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3]}{[c(\text{OH}^-)]^3} = \frac{8.0 \times 10^{-38}}{(1 \times 10^{-9})^3} = 8.0 \times 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1},$$

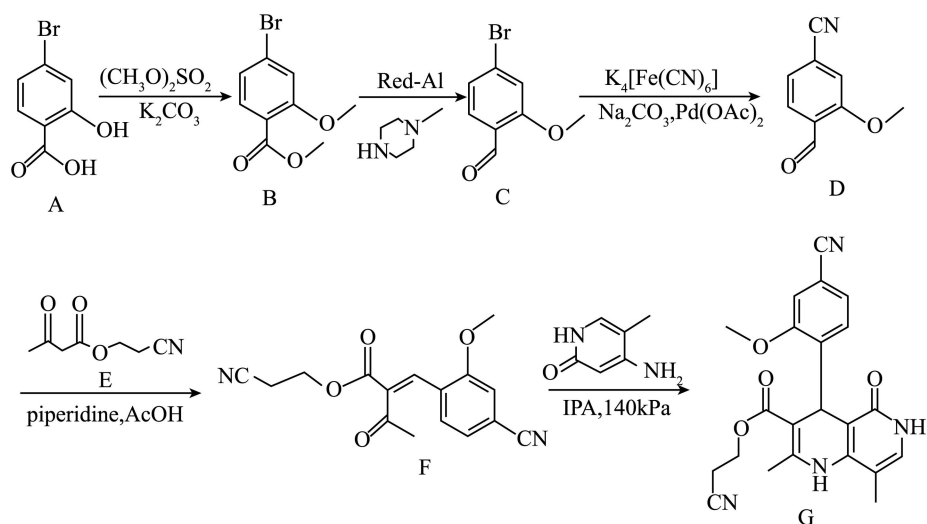
$c(\text{Fe}^{3+}) < 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，故  $\text{Fe}^{3+}$  沉淀完全。

④“沉锌”由  $\text{Zn}^{2+}$  与  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  反应得到碱式碳酸锌  $[\text{Zn}_5(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$ ，反应的离子方程式为  $5\text{Zn}^{2+} + 10\text{HCO}_3^- = \text{Zn}_5(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \downarrow + 8\text{CO}_2 \uparrow$ 。

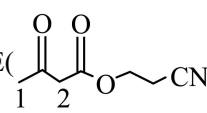
(2) 根据均摊法可得  $\text{S}^{2-}$  的个数为  $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ ， $\text{Li}^+$  或  $\text{Zn}^{2+}$  的个数为 7，设晶胞中有  $x$  个  $\text{Zn}^{2+}$ ，有  $y$  个  $\text{Li}^+$ ，则有  $x+y=7$ ，由物质化合价为 0 可得  $2x+y=8$ ，可得  $x=1$ ， $y=6$ ，故晶胞中原子个数表示的化学式为  $\text{Li}_6\text{ZnS}_4$ ，按照题干中化学式 S 的个数，可得化学式为  $\text{Li}_{1.5}\text{Zn}_{0.25}\text{S}$ 。

(3) 用  $\text{ZnS}$  去除酸性废液中的三价砷，并回收生成的  $\text{As}_2\text{S}_3$  沉淀，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：随酸度的增加， $c(\text{H}^+)$  增大， $\text{H}^+$  和  $\text{ZnS}$  反应生成  $\text{H}_2\text{S}$  逸出，除砷率下降。

15. 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\_\_\_\_\_。

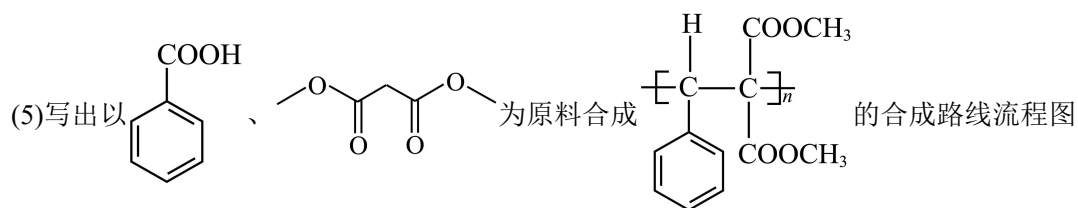
(2) E() 分子中, 与 2 号碳相比, 1 号碳的 C-H 键极性相对\_\_\_\_\_ (填“较大”或“较小”)。

(3) A → B 还可能生成分子式为 C<sub>8</sub>H<sub>7</sub>BrO<sub>3</sub> 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

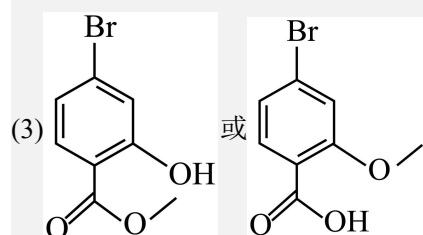
②碱性条件下水解酸化后的两种产物中, 含苯环的分子中有 3 种氢原子且不与 FeCl<sub>3</sub> 溶液发生显色反应; 另一种分子中含 2 种氢原子

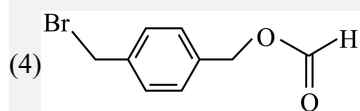


\_\_\_\_\_ (无机试剂和流程中的有机试剂任用, 合成路线示例见本题题干)。

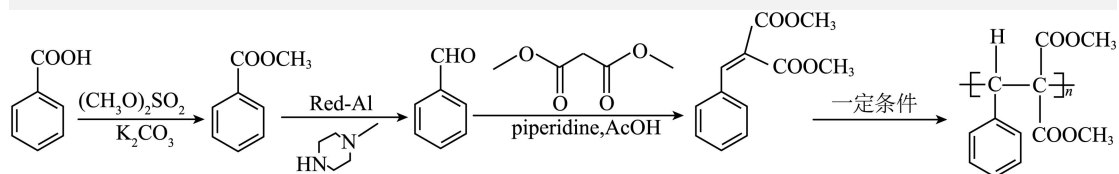
【答案】(1)酯基

(2)较小



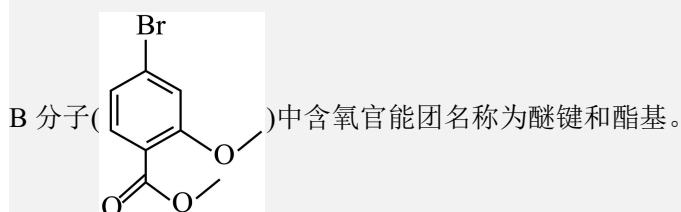


(5)



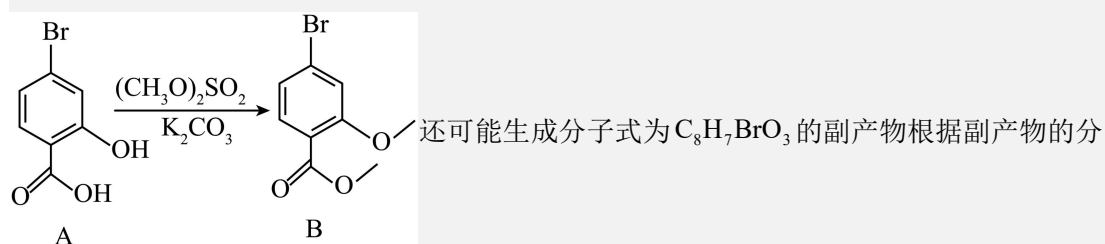
【分析】化合物 A 中的羧基、羟基分别与  $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{SO}_2$  反应形成化合物 B 中的酯基和醚键；化合物 B 中断裂酯基中的 C-O 形成醛基中的 C-H；化合物 C 与  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  发生取代反应形成氰基；化合物 D 中的醛基与化合物 E 反应形成化合物 F 中的碳碳双键。

【详解】(1)

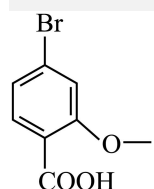


(2) 碳氧双键的吸电子性使 2 号碳与 H 的极性变大，故与 2 号碳相比，1 号碳的 C-H 键极性相对较小。

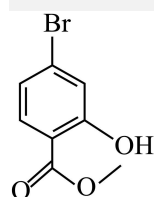
(3)



子式可知副产物应是化合物 A 中的羟基形成醚键，羧基不反应得到的，结构简式为



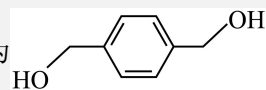
；或者是化合物 A 中的羟基不反应，羧基形成酯基得到的，结构简式为



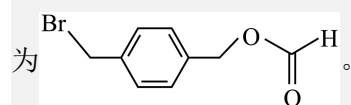
(4)

M 是 C() 的同系物, 相对分子质量比 C 大 14, 化合物 M 中含有 9 个 C、2 个 O、

1 个 Br。符合条件①能发生银镜反应, 即含有 -CHO; ②碱性条件下水解(需酯基、碳溴键均水解)酸化后的两种产物(分别是羧酸和醇)中, 含苯环的分子(醇羟基)中有 3 种氢原子(故需非常对称)且不与 FeCl<sub>3</sub> 溶液发生显色反应, 该物质中含有醇羟基为

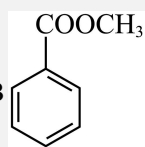


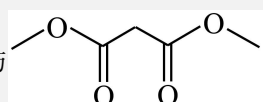
另一种分子(含有羧基, 且只有 1 个 C 原子)中含 2 种氢原子即为甲酸, 故符合要求的结构简式为

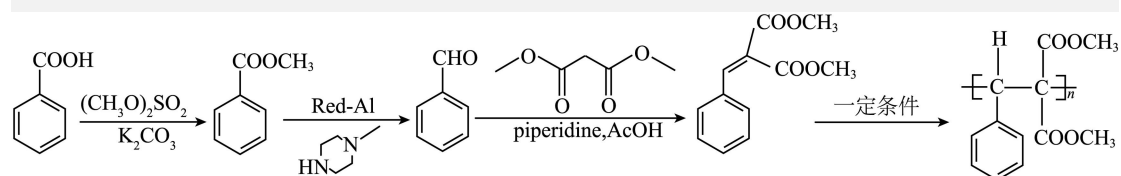


(5)

根据逆合成法, 产物需要通过加聚反应获得, 最后一步路线表示为 A → B; 仿照 D 生成 E

的方法, 由苯甲酸先模拟 A → B 形成酯基 A → B ; 再利用 B → C 的方法将酯基合

成醛基, 醛基与  反应形成 A → B。完整的合成路线为

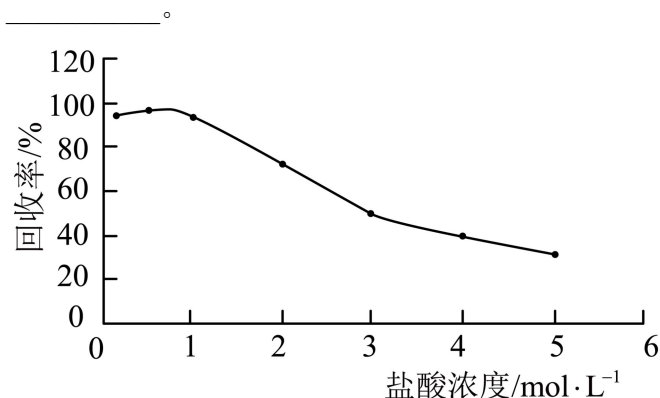


16. 莫尔法测定溶液中 Cl<sup>-</sup> 得到 Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>、AgCl 混合物。实验室从混合物中回收 Ag 并制备 AgNO<sub>3</sub>。已知 AgCl + Cl<sup>-</sup> ⇌ AgCl<sub>2</sub><sup>-</sup>, Ag<sup>+</sup> + SCN<sup>-</sup> = AgSCN ↓ (白色)。

(1) 沉淀转化。向洗涤干净的 Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>、AgCl 沉淀中加入稍过量的氯化钠溶液, 充分搅拌使 Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> 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。

① 银的回收率随盐酸浓度的变化如图所示。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<sub>3</sub>。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<sub>3</sub>。实验室用

63%的浓 HNO<sub>3</sub>(其密度为 1.4 g·mL<sup>-1</sup>)配制 240 mL 5.0 mol·L<sup>-1</sup> 稀 HNO<sub>3</sub>。

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<sub>3</sub> 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 100mL。

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 mol·L<sup>-1</sup> NH<sub>4</sub>SCN 标准溶液，NH<sub>4</sub>Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 溶液作指示剂]。

【答案】(1)  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4 + 2\text{Cl}^- = 2\text{AgCl} + \text{CrO}_4^{2-}$

(2) 因为较浓的盐酸中  $c(\text{Cl}^-)$  大，与 AgCl 反应生成  $\text{AgCl}_2^-$  而损失 Ag Fe 还原 AgCl 形成以盐酸为电解质溶液的 Fe-Ag 原电池，AgCl 在 Ag 表面得到电子转化为 Ag

(3) 250 mL 容量瓶 89.3 通风橱

(4)滴入 2~3 滴 NH<sub>4</sub>Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 溶液作指示剂，用 0.1000 mol·L<sup>-1</sup> NH<sub>4</sub>SCN 标准溶液滴定，当滴入最后半滴标准液时，溶液变成血红色，半分钟内不褪色，即达到滴定终点，记录标准液的体积

【详解】(1) Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> 加入稍过量的氯化钠溶液完全转化为氯化银沉淀，转化的离子方程式为  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4 + 2\text{Cl}^- = 2\text{AgCl} + \text{CrO}_4^{2-}$ 。

(2)①存在可逆反应  $\text{AgCl} + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl}_2^-$ ，较浓的盐酸中  $c(\text{Cl}^-)$  大，与  $\text{AgCl}$  反应生成  $\text{AgCl}_2^-$  而损失  $\text{Ag}$ ，故银的回收率随盐酸浓度增大逐渐降低。

② $\text{Fe}$  还原  $\text{AgCl}$  形成以盐酸为电解质溶液的  $\text{Fe}-\text{Ag}$  原电池， $\text{AgCl}$  在  $\text{Ag}$  表面得到电子转化为  $\text{Ag}$ ，故不与铁圈接触的  $\text{AgCl}$  也能转化为  $\text{Ag}$ 。

(3)①没有 240mL 的容量瓶，实际配制 250mL，用到的仪器有 250 mL 容量瓶、烧杯、玻璃棒、胶头滴管、量筒。

②  $n(\text{HNO}_3) = cV = 5.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.250 \text{ L} = 1.25 \text{ mol}$ ，设需量取浓硝酸的体积为  $x \text{ mL}$ ，则

$m_{\text{液}} = \rho V = 1.4 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \times x \text{ mL} = 1.4x \text{ g}$ ， $m_{\text{HNO}_3} = 1.4x \text{ g} \times 63\% = 0.882x \text{ g}$ ，稀释前后溶质质量不变，故有  $0.882x \text{ g} = 1.25 \text{ mol} \times 63 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，解得  $x \approx 89.3$ 。

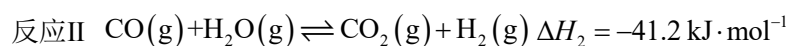
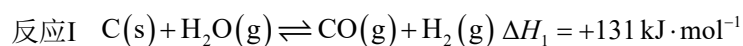
③硝酸具有挥发性且有一定的腐蚀性，该反应通常在通风橱中进行。

(4)利用滴定操作测定  $\text{AgNO}_3$  样品的纯度，具体操作是称取硝酸银样品，加水溶解，定容到 100mL。准确量取 25.00 mL 溶液，滴入 2~3 滴  $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$  溶液作指示剂，用  $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NH}_4\text{SCN}$  标准溶液滴定，当滴入最后半滴标准液时，溶液变成血红色，半分钟内不褪色，即达到滴定终点，记录标准液的体积，重复滴定操作 2~3 次，计算硝酸银样品的纯度。

17. 合成气( $\text{CO}$  和  $\text{H}_2$ )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：

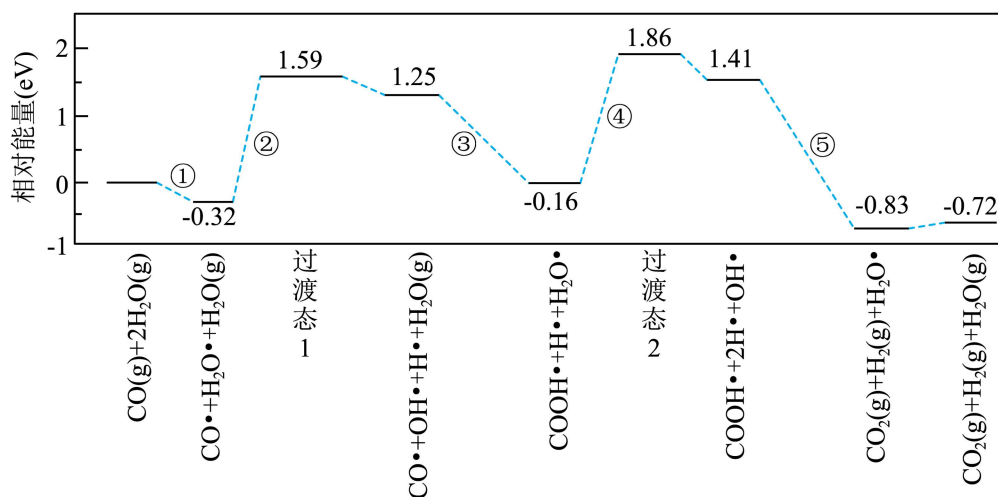
生物质  $\xrightarrow{\text{高温炭化}}$  多孔生物炭  $\xrightarrow[\text{气化}]{\text{通入水蒸气}}$  合成气

(1)生物炭气化发生的主要反应为



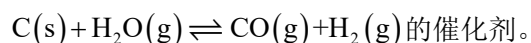
①反应  $\text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$  的  $\Delta H =$  \_\_\_\_\_  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

②在催化剂表面反应II的反应历程如图所示，该反应中的决速步骤的方程式是\_\_\_\_\_。



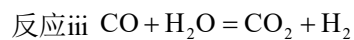
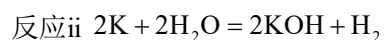
③在 500~1000℃时生物质直接气化，产生一氧化碳、氢气、甲烷等气体以及苯、甲苯等焦油，再通过净化得到合成气。和生物炭气化相比，生物质直接气化的缺点有\_\_\_\_\_。

(2)其它条件相同，研究 800℃，用 K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (熔点为 891℃)作为反应



①催化机理如下：补充反应i化学方程式

反应i \_\_\_\_\_

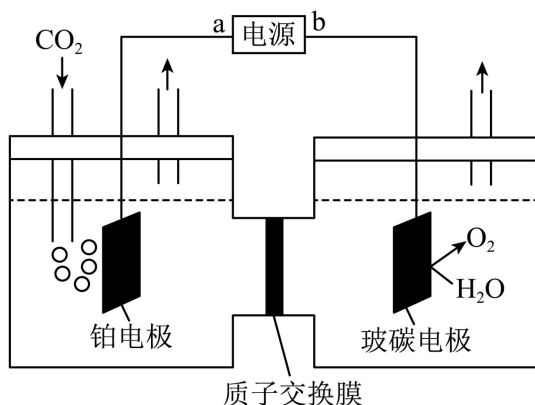


②催化作用受接触面积和温度等因素影响。用 KOH (熔点 360.4℃)代替 K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 作催化剂进行生物炭气化，得到的合成气中 H<sub>2</sub> 含量更高。其原因是\_\_\_\_\_。

(3)合成气中的 CO<sub>2</sub> 可用 30%K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液进行脱除并回收。

①脱除 CO<sub>2</sub> 在钢制吸收塔中进行，K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 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<sub>2</sub> 电催化还原生成 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> 的装置如图所示，铂电极的电极反应式为\_\_\_\_\_。



【答案】(1)  $-205.8$   $\text{COOH}\cdot\text{H}\cdot + \text{H}_2\text{O}\cdot \rightarrow \text{COOH}\cdot + 2\text{H}\cdot + \text{OH}\cdot$  或  $\text{H}_2\text{O}\cdot \rightarrow \text{H}\cdot + \text{OH}\cdot$

产生污染多；炭的利用率低；焦油易和灰尘等杂质结合到一起堵塞管道和生物炭孔道

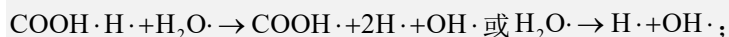
(2)  $\text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{C} = 2\text{K} + 3\text{CO}$  KOH 吸收  $\text{CO}_2$  的反应II平衡正向移动，生成的  $\text{K}_2\text{CO}_3$  作催化剂， $800^\circ\text{C}$  时 KOH 熔化成液态，和多孔生物炭均匀接触，加快了反应速率，得到  $\text{H}_2$  含量更高

(3)  $\text{KHCO}_3$   $2\text{CO}_2 + 12\text{e}^- + 12\text{H}^+ = \text{C}_2\text{H}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$

【详解】(1) ①由盖斯定律可知，反应III-反应I可得  $\text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$  的

$$\Delta H = -74.8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} - 131 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} = -205.8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1};$$

②由图可知，反应④的活化能最大，反应速率最慢，是反应的决速步骤，方程式为：



③和生物炭气化相比，生物质直接气化的缺点有：产生污染多；炭的利用率低；焦油易和灰尘等杂质结合到一起堵塞管道和生物炭孔道。

(2) ①总反应为  $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ ，总反应-反应ii-反应iii-反应iv可得反应i 为  $\text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{C} = 2\text{K} + 3\text{CO}$ ；

②用 KOH (熔点  $360.4^\circ\text{C}$ ) 代替  $\text{K}_2\text{CO}_3$  作催化剂进行生物炭气化，得到的合成气中  $\text{H}_2$  含量更高。其原因是：KOH 吸收  $\text{CO}_2$  的反应II平衡正向移动，生成的  $\text{K}_2\text{CO}_3$  作催化剂， $800^\circ\text{C}$  时 KOH 熔化成液态，和多孔生物炭均匀接触，加快了反应速率，得到  $\text{H}_2$  含量更高；

(3) ①脱除  $\text{CO}_2$  在钢制吸收塔中进行， $\text{CO}_2$  和  $\text{K}_2\text{CO}_3$  溶液反应生成  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ，若  $\text{K}_2\text{CO}_3$  溶

液浓度偏高，由于  $\text{KHCO}_3$  的溶解度小于  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ，生成的  $\text{K}_2\text{CO}_3$  会析出导致堵塞；

②由图可知， $\text{H}_2\text{O}$  在玻碳电极失去电子生成  $\text{O}_2$ ，玻碳电极是阳极，铂电极为阴极，铂电极上二氧化碳得电子生成  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$ ，铂电极的电极反应式为

