

## 苏州市昆山市 2025-2026 学年高三上学期化学

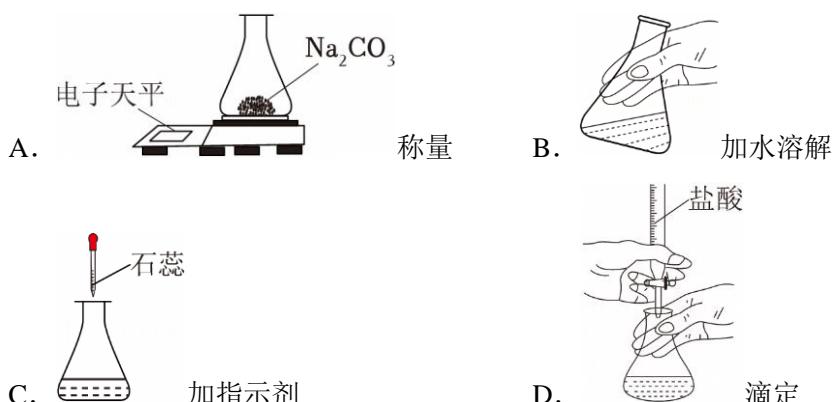
姓名: \_\_\_\_\_ 得分: \_\_\_\_\_

**一、单项选择题: 共 13 题, 每题 3 分, 共 39 分。每题只有一个选项最符合题意。**

1. 下列用于水处理的物质, 主要成分属于有机物的是( )  
 A. 活性炭    B. 聚丙烯滤膜    C. 明矾    D. 二氧化氯

2. 反应  $4HCl + O_2 \xrightarrow[\Delta]{CuO} 2Cl_2 + 2H_2O$  可实现工业副产品 HCl 资源再利用。下列说法正确的是( )  
 A. O 元素位于周期表VIA 族  
 B. HCl 电子式为  $H^+[:\ddot{Cl}\ddot{:}]^-$   
 C. 基态  $Cu^{2+}$  的电子排布式为  $3d^9$   
 D.  $H_2O$  中既含极性键又含非极性键

3. 实验室称量一定质量的  $Na_2CO_3$  固体, 并用于测定盐酸的浓度。下列相关原理、装置及操作不正确的是( )



4. 光卤石 [ $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ] 可作为提取金属镁的矿物原料。下列说法正确的是( )  
 A. 原子半径:  $r(Cl) > r(Mg)$   
 B. 第一电离能:  $I(K) > I_1(H)$   
 C. 沸点:  $H_2O < HCl$   
 D. 碱性:  $Mg(OH)_2 < KOH$

阅读下列材料, 完成 5~7 题:

碳族元素及其化合物在自然界广泛存在且具有重要应用。甲烷是清洁能源, 燃烧热大( $890.3 kJ \cdot mol^{-1}$ ), 完全燃烧生成  $CO_2$ ,  $CO_2$  催化加氢可制  $CH_4$ ;  $Na_2CS_3$  是一种杀菌剂; 电解还原  $SiO_2$  可制得半导体材料晶体  $Si$ , 四氯化锗( $GeCl_4$ )水解可得到  $GeO_2$ ; 醋酸铅( $(CH_3COO)_2Pb$ )易溶于水, 难电离, 醋酸铅溶液可用于吸收  $H_2S$  气体。

5. 下列说法正确的是( )  
 A. 晶体  $Si$  属于分子晶体  
 B.  $1 mol CS_3^{2-}$  中含有  $\sigma$  键数为  $3 mol$   
 C.  $GeCl_4$  的空间构型为平面正方形  
 D.  $CO_2$  中的 C 原子和  $SiO_2$  中的 Si 原子杂化方式相同

6. 下列化学反应表示正确的是( )

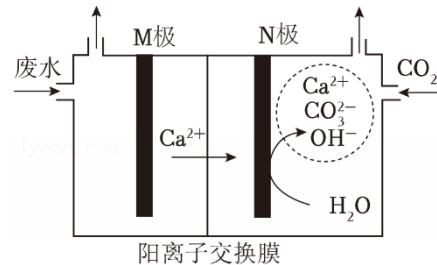
- A. 甲烷的燃烧:  $\text{CH}_4(g) + 2\text{O}_2(g) = \text{CO}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(g) \Delta H = +890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B. 电解还原  $\text{SiO}_2$  制高纯  $\text{Si}$  的阴极反应:  $\text{SiO}_2 - 4e^- = \text{Si} + 2\text{O}^{2-}$
- C. 水解  $\text{GeCl}_4$  制  $\text{GeO}_2$ :  $\text{GeCl}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{GeO}_2 \downarrow + 4\text{HCl}$
- D. 醋酸铅溶液吸收  $\text{H}_2\text{S}$  气体:  $\text{Pb}^{2+} + \text{H}_2\text{S} = \text{PbS} \downarrow + 2\text{H}^+$

7. 下列有关反应  $\text{CO}_2(g) + 4\text{H}_2(g) \xrightarrow{\text{Ni/SiO}_2} \text{CH}_4(g) + 2\text{H}_2\text{O}(g)$  的说法正确的是( )

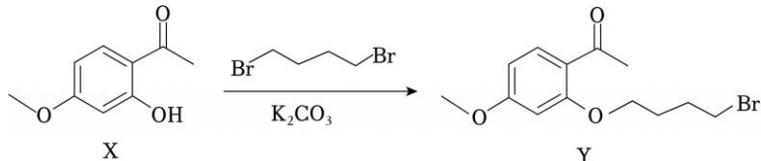
- A. 反应的  $\Delta S > 0$
- B. 反应的平衡常数表达式  $K = \frac{c(\text{CH}_4) \cdot c^2(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{CO}_2) \cdot c^4(\text{H}_2)}$
- C. 反应的  $\Delta H = 4E(\text{C}-\text{H}) + 4E(\text{O}-\text{H}) - 2E(\text{C}=\text{O}) - 4E(\text{H}-\text{H})$  ( $E$  表示键能)
- D. 反应在高温、高压和催化剂条件下进行可提高  $\text{H}_2$  的平衡转化率

8. 冶金废水(主要含  $\text{CaCl}_2$ )通过“电解一碳化”制备  $\text{CaCO}_3$  的装置如图所示。下列说法不正确的是( )

- A. M 极上产生黄绿色气体
- B. 电解前后, N 极区溶液的 pH 基本不变
- C. 电解总反应为:  $\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{通电}} \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$
- D. 1 mol  $\text{Ca}^{2+}$  通过阳离子交换膜时, 理论上共产生 44.8 L 的气体

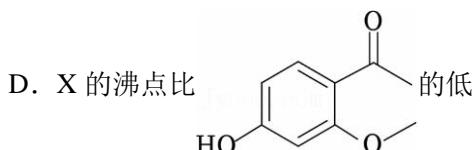


9. 利用丹皮酚(X)合成一种药物中间体(Y)的流程如图:



下列有关化合物 X、Y 的说法不正确的是( )

- A. 可以用  $\text{FeCl}_3$  溶液鉴别 X 和 Y
- B. 该反应属于取代反应
- C. 反应前后  $\text{K}_2\text{CO}_3$  的质量不变



10. 海水资源综合利用过程中, 下列有关说法正确的是( )

- A. 海水晒盐是利用溶质的溶解度随温度变化而变化的原理
- B. 海水提镁的转化为  $\text{MgCl}_2(aq) \xrightarrow{\text{Ca(OH)}_2} \text{Mg}(\text{OH})_2(s) \xrightarrow{\text{盐酸}} \text{MgCl}_2(aq) \xrightarrow{\text{电解}} \text{Mg}$
- C. 用  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液吸收溴, 离子方程式为  $3\text{Br}_2 + 6\text{OH}^- = 5\text{Br}^- + \text{BrO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$
- D. 将  $\text{I}^-$  氧化为  $\text{I}_2$  时, 加入过量的  $\text{H}_2\text{O}_2$  会使  $\text{I}_2$  的产率降低

11. 室温下，下列实验方案能达到探究目的的是( )

选项	实验方案	探究目的
A	向 2mL 浓度均为 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $\text{NaCl}$ 和 $\text{NaI}$ 混合溶液中滴加 2 滴 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $\text{AgNO}_3$ 溶液，观察产生沉淀的颜色	判断 $\text{K}_{sp}(\text{AgCl})$ 与 $\text{K}_{sp}(\text{AgI})$ 的大小
B	分别向 $\text{CH}_3\text{COONa}$ 和 $\text{NaCN}$ 溶液中滴加几滴酚酞试液，观察溶液颜色	判断 $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 和 $\text{CN}^-$ 结合 $\text{H}^+$ 能力的强弱
C	向滴有酚酞的 $\text{NaOH}$ 溶液中滴加过量氯水，观察溶液颜色	验证氯水的酸性
D	将浓硫酸与 $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 反应生成的气体，通入品红溶液中，观察溶液颜色	验证浓硫酸的强氧化性

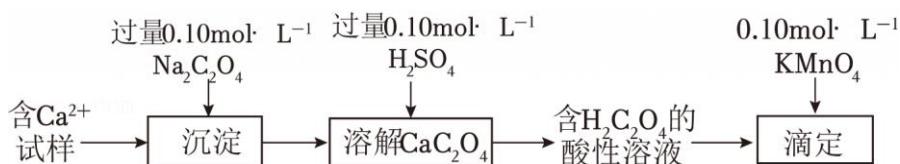
A. A

B. B

C. C

D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>

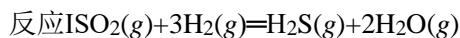
12. 室温下, 测定溶液中  $\text{Ca}^{2+}$  浓度的流程如图:



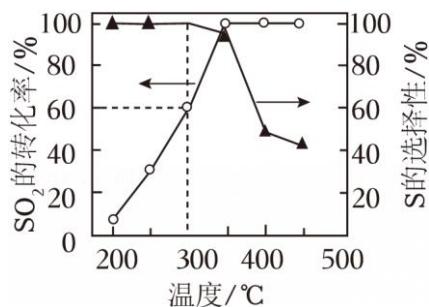
已知  $K_{sp}[CaC_2O_4] = 2.5 \times 10^{-9}$ 。下列说法正确的是( )

- A.  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液中:  $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + 2c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$
  - B. “沉淀”后得到的上层清液中:  $c(\text{Ca}^{2+}) < 5 \times 10^{-5}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$
  - C. 溶解得到的酸性溶液中:  $2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{OH}^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-}) = c(\text{H}^+)$
  - D. 滴定终点时的溶液中:  $c(\text{MnO}_4^-) > c(\text{Mn}^{2+})$

13. 利用 Mo—Ce/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>作催化剂，可将废气中的 SO<sub>2</sub>转化为硫单质，涉及的反应主要有：



将  $n(\text{SO}_2)$ :  $n(\text{H}_2) = 1: 3$  的混合气体以一定流速通过反应管，其他条件不变，出口处  $\text{SO}_2$  的转化率及 S 的选择性随温度的变化如图所示。下列说法正确的是( )



- A. 低于 300°C 时，反应 I 的速率大于反应 II
  - B. 硫单质的产率随温度的升高而下降
  - C. 300°C 时，出口处的气体中 H<sub>2</sub>O 的体积分数约为 30%
  - D. 增大体系压强，S 单质的平衡选择性增大

## 二、非选择题：共4题，共61分。

14. (15分)以电炉钛渣(主要成分为 $Fe_2TiO_5$ 含少量 $CaTiO_3$ 等)为原料制备 $TiO_2$ 催化剂的流程如图：

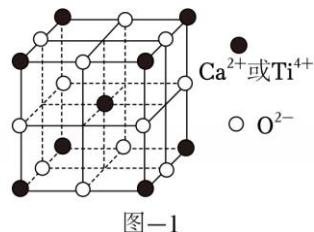
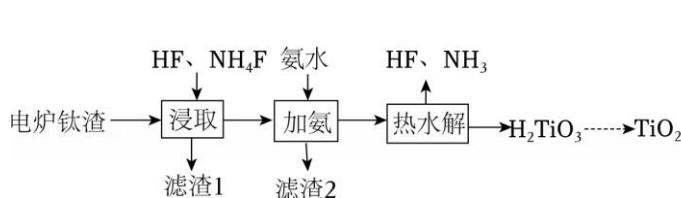


图-1

(1)原料① $CaTiO_3$ 晶胞如图-1所示，其中 $Ca^{2+}$ 的配位数(与金属离子距离最近且相等的 $O^{2-}$ 的个数)比 $Ti^{4+}$ 大，则处于晶胞体心的离子是\_\_\_\_\_。

②常温下，根据 $K_d(HF)=3.375\times 10^{-4}$ 计算得到 $6mol\cdot L^{-1}$ 的HF溶液中 $c(H^+)$ 约为 $4.5\times 10^{-2}mol\cdot L^{-1}$ 实际测得 $6mol\cdot L^{-1}$ 的HF溶液中 $c(H^+)$ 远大于 $4.5\times 10^{-2}mol\cdot L^{-1}$ 且存在稳定的 $HF_2^-$ 离子，可能的原因是\_\_\_\_\_。

## (2)浸取

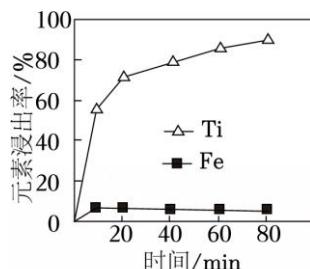


图-2

用浓度均为 $6mol\cdot L^{-1}$ 的HF和 $NH_4F$ 混合溶液浸取电炉钛渣， $Fe_2TiO_5$ 中Ti、Fe元素的浸出率随时间的变化如图-2所示。已知： $Fe_2TiO_5$ 能与HF反应转化为 $FeF_6^{3-}$ 和 $TiF_6^{2-}$ ； $NH_4^+$ 能与 $FeF_6^{3-}$ 生成微溶的 $(NH_4)_3FeF_6$ 。

①浸取时，发生反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

②实验表明，用浓度均为 $6mol\cdot L^{-1}$ 的HF和 $NH_4F$ 混合溶液浸出电炉钛渣的速率高于用 $12mol\cdot L^{-1}$ HF溶液浸出的速率，其原因是\_\_\_\_\_。

③为提高Ti元素浸出速率，加料完成后，可采取的措施是\_\_\_\_\_。

## (3)加氨加入氨水的目的是\_\_\_\_\_。

(4) $TiO_2$ 催化甲醇水溶液光解制 $H_2$ 同时可得到 $HCHO$ 、 $HCOOH$ 等产物(如图-3所示)。光催化剂 $TiO_2$ 的表观量子产率( $\frac{\text{反应转移的电子数}}{\text{催化剂吸收的光子数}} \times 100\%$ )为60%。实验测得催化剂吸收的光子数为 $1.4 \times 10^{-4} mol$ ，溶液中产生 $HCHO$ 的物质的量为 $2 \times 10^{-5} mol$ ，根据以上数据计算生成 $HCOOH$ 的物质的量\_\_\_\_\_。(不考虑其它产物，写出计算过程)。

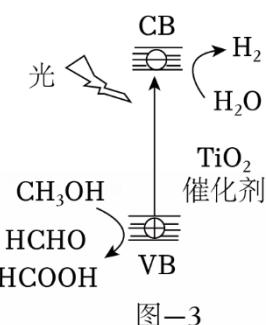
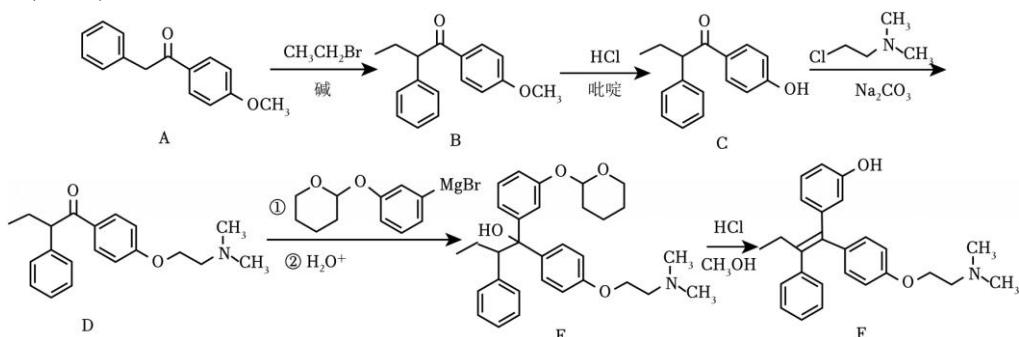


图-3

15. (15分)化合物 F 是一种心血管药物, 其合成路线如图:



(1)C 中含氧官能团的名称为 \_\_\_\_\_。

(2)化合物 E 中有 \_\_\_\_\_ 个手性碳原子。

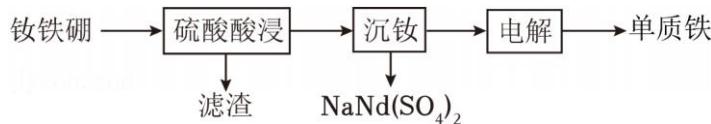
(3)若 A 经过步骤  $\xrightarrow[\text{碱}]{\text{HCl, } \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}}$  得到的产物中有一种 C 的同分异构体, 该产物的结构简式为 \_\_\_\_\_。

(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: \_\_\_\_\_。

酸性条件下水解生成两种产物; 两种产物均含有 4 种不同化学环境的氢原子, 且苯环上的一氯代物均只有 2 种。

(5)写出以  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{Br})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OCH}_3$  和  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{MgBr}$  为原料制备  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}(\text{CH}_3)(\text{OH})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$  的合成路线流程图  
\_\_\_\_\_ (无机试剂和有机溶剂任用, 合成路线示例见本题题干)。

16. (16分)通过处理废旧磁性合金钕铁硼( $Nd_2Fe_{14}B$ )可回收钕与铁。



### I. 湿法分离

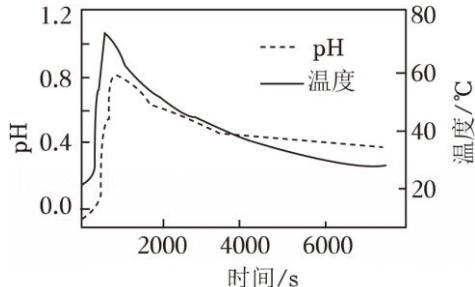


图-1

(1)向钕铁硼中加入硫酸, 钕、铁分别转化为  $Nd^{3+}$ 、 $Fe^{2+}$  进入滤液。酸浸过程中溶液温度、 $pH$  随时间变化如图 - 1 所示。已知: 常温下  $K_{a2}(H_2SO_4)=10^{-2}$ ,  $HSO_4^-(aq)\rightleftharpoons H^+(aq)+SO_4^{2-}(aq)$ ,  $\Delta H<0$ 。

①常温下,  $pH=1.0$  的硫酸中  $\frac{c(HSO_4^-)}{c(SO_4^{2-})}= \underline{\hspace{2cm}}$ 。

②酸浸初始阶段溶液的  $pH$  迅速上升的原因是                         。

(2)向酸浸后的滤液中加入  $NaOH$  溶液, 可将  $Nd^{3+}$  转化为  $NaNd(SO_4)_2$  沉淀分离。

①若加入  $NaOH$  溶液过多, 放置时间过长可能会产生  $Fe(OH)_2$  或  $FeOOH$ 。 $Fe^{2+}$  转化为  $FeOOH$  的离子方程式为                         。

②检验所得  $NaNd(SO_4)_2$  沉淀中是否含有铁元素的实验方案为                         。

(3)将沉钕后过滤所得的滤液(含  $FeSO_4$ 、 $H_2SO_4$ )电解可获得铁。为提高阴极的电解效率, 可加入少量具有还原性的弱酸盐柠檬酸钠, 其作用是                         。

### II. 干法分离

(4)不同  $\frac{n(NH_4Cl)}{n(Nd_2Fe_{14}B)}$  的固体混合物在空气中焙烧所得固体物质的 X - 射线衍射图(可用于判断某晶态物质是否存在)如图 - 2 所示。已知:  $Nd_2(C_2O_4)_3$ 、 $Fe_2(C_2O_4)_3$  难溶于水,  $NdOCl$  微溶于水,  $NdCl_3$  可溶于水。

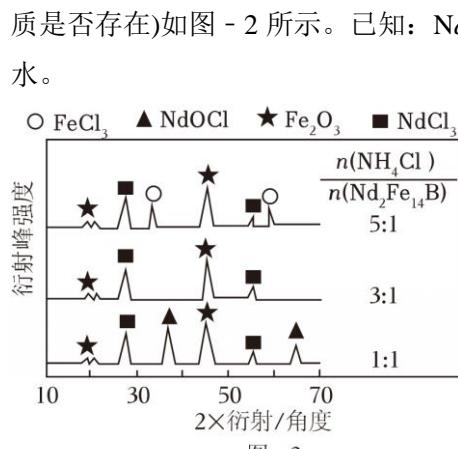
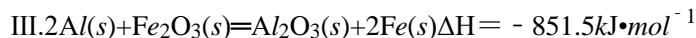
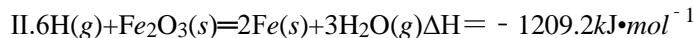
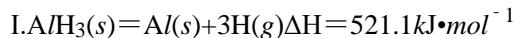


图-2

请补充完整以  $Nd_2Fe_{14}B$  原料制备  $Nd_2(C_2O_4)_3$  的实验方案: 将  $\frac{n(NH_4Cl)}{n(Nd_2Fe_{14}B)}= \underline{\hspace{2cm}}$  的固体混合物在坩埚中焙烧, 冷却至室温后将固体转移至烧杯中,                         , 洗涤, 干燥[须使用的试剂:  $(NH_4)_2C_2O_4$  溶液]。

17. (15分) 储能材料是当前研究的热点。

(1) AlH<sub>3</sub> 易分解反应释氢，且可与固体氧化物混合作固体燃料推进剂。AlH<sub>3</sub> 与 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的反应过程如下：

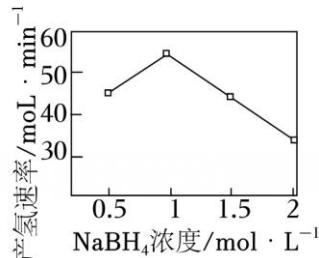
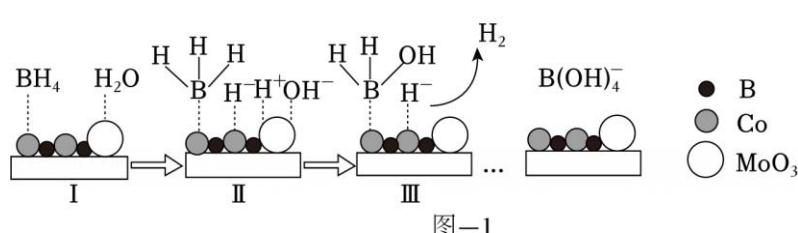


① LiAlH<sub>4</sub> 和 AlCl<sub>3</sub> 在无水乙醚中反应可以生成 AlH<sub>3</sub> 和 LiCl，该反应的化学方程式为 \_\_\_\_\_。

② 反应：2AlH<sub>3</sub>(s)+2Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(s)=4Fe(s)+3H<sub>2</sub>O(g)+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(s) 的 ΔH= \_\_\_\_\_。

③ AlH<sub>3</sub> 与普通铝粉相比，AlH<sub>3</sub> 与 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 反应更容易引发的原因是 \_\_\_\_\_。

(2) NaBH<sub>4</sub> 是一种储氢材料，Co-B 催化剂催化 NaBH<sub>4</sub> 释氢的原理是：OH<sup>-</sup> 使催化剂表面的 BH<sub>4</sub><sup>-</sup> 释放 H<sup>-</sup> 催化剂表面的 H 与 H<sup>+</sup> 结合生成 H<sub>2</sub>(Co 容易吸附阴离子)。在 Co-B 催化剂中掺有 MoO<sub>3</sub> 会提高 NaBH<sub>4</sub> 释氢速率，其部分机理如图-1 所示。



① NaBH<sub>4</sub> 水解生成 H<sub>2</sub> 和 B(OH)<sub>4</sub><sup>-</sup> 的离子方程式为 \_\_\_\_\_。

② 用重水(D<sub>2</sub>O)代替 H<sub>2</sub>O 通过检测反应生成的 \_\_\_\_\_ 可以判断制氢的机理。

③ 掺有 MoO<sub>3</sub> 能提高催化效率的原理是 \_\_\_\_\_。

④ 产氢速率与 NaBH<sub>4</sub> 浓度的关系如图-2 所示。当 NaBH<sub>4</sub> 浓度大于 1 mol·L<sup>-1</sup> 时，产氢速率下降的原因是 \_\_\_\_\_。

2024-2025 学年江苏省苏州市高三(上)期末化学试卷(学业阳光指标)

## 参考答案与试题解析

### 一. 选择题(共 10 小题)

题号	1	2	3	4	8	9	10	11	12	13
答案	B	A	C	D	D	C	D	A	B	C

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

1. 下列用于水处理的物质，主要成分属于有机物的是( )

  - A. 活性炭
  - B. 聚丙烯滤膜
  - C. 明矾
  - D. 二氧化氯

**【分析】**根据有机化合物是含有碳元素的化合物，简称有机物，一些含碳的物质是无机物，如 CO、CO<sub>2</sub> 和一些碳酸盐，据此进行解答。

**【解答】**解：A. 活性炭属于无机物，故 A 错误；

- B. 聚丙烯滤膜是有机物，故 B 正确；
  - C. 明矾属于无机物，故 C 错误；
  - D. 二氧化氯属于无机物，故 D 错误；

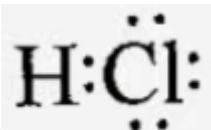
故选：B。

**【点评】**本题考查物质的组成的相关知识，注意对有机物的辨析，题目比较简单。

2. 反应  $4\text{HCl} + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{CuO}} 2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  可实现工业副产品 HCl 资源再利用。下列说法正确的是( )

- A. O 元素位于周期表VIA 族
  - B. HCl 电子式为  $\text{H}^+[\text{:}\ddot{\text{C}}\text{:}\ddot{\text{L}}]^-$
  - C. 基态  $\text{Cu}^{2+}$ 的电子排布式为  $3d^9$
  - D.  $\text{H}_2\text{O}$  中既含极性键又含非极性键

**【分析】**A: O元素位于周期表第二周期VIA族;



- B. HCl 为共价化合物, 电子式为  ;  
C. 基态 Cu 的电子排布式为 [Ar]3d<sup>10</sup>4s<sup>1</sup>, 失去 2 个电子形成 Cu<sup>2+</sup>;  
D. H<sub>2</sub>O 的结构式为 H—O—H。

**【解答】**解：A. O元素位于周期表第二周期VIA族，故A正确；



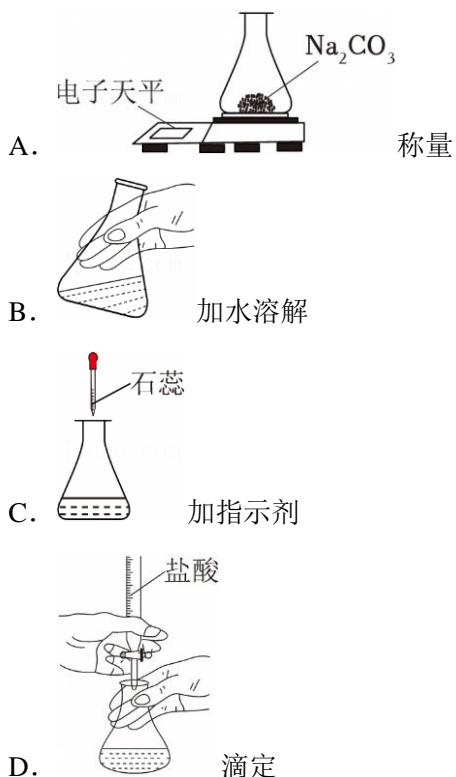
- B. HCl 为共价化合物, 电子式为  $\text{H}\cdots\text{Cl}$ , 故 B 错误;

C. 基态 Cu 的电子排布式为  $[\text{Ar}]3d^{10}4s^1$ , 失去 2 个电子形成  $\text{Cu}^{2+}$ , 则基态  $\text{Cu}^{2+}$  的电子排布式为  $[\text{Ar}]3d^9$ , 故 C 错误;

D.  $\text{H}_2\text{O}$  中只含极性键，故 D 错误；  
故选：A。

**【点评】**本题主要考查化学用语，为高频考点，题目难度不大。

3. 实验室称量一定质量的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  固体，并用于测定盐酸的浓度。下列相关原理、装置及操作不正确的是（）



- 【分析】** A.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  具有腐蚀性；  
B. 锥形瓶能溶解药品；  
C. 应该用酚酞或甲基橙作指示剂；  
D. 滴定时，左手控制活塞，右手摇动锥形瓶。

**【解答】**解：A.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  是强碱弱酸盐，其水溶液呈碱性，具有腐蚀性，所以应该放在锥形瓶中称量，故 A 正确；

- B. 锥形瓶能溶解药品，所以  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  可以在锥形瓶中溶解，故 B 正确；  
C. 应该用酚酞或甲基橙作指示剂，酚酞的变色范围为 8.2~10、甲基橙的变色范围是 3.1~4.4，石蕊的变色范围为 5~8，碳酸钠和稀盐酸反应生成  $\text{NaHCO}_3$  时，溶液呈弱碱性，碳酸钠和稀盐酸反应生成  $\text{NaCl}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_2$  时，此时溶液呈弱酸性，根据变色范围知，应该选取酚酞或甲基橙作指示剂，故 C 错误；  
D. 滴定时，左手控制活塞，右手摇动锥形瓶，眼睛注视锥形瓶内溶液颜色的变化，故 D 正确；

故选：C。

**【点评】**本题考查化学实验方案评价，侧重考查分析、判断及知识综合运用能力，明确实验原理、指示剂的选取方法、实验操作规范性是解本题关键，题目难度不大。

4. 光卤石 [ $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ] 可作为提取金属镁的矿物原料。下列说法正确的是（）
- A. 原子半径： $r(\text{Cl}) > r(\text{Mg})$   
B. 第一电离能： $I(\text{K}) > I_1(\text{H})$

- C. 沸点:  $\text{H}_2\text{O} < \text{HCl}$   
 D. 碱性:  $\text{Mg(OH)}_2 < \text{KOH}$

**【分析】**A. 同周期元素, 从左至右, 原子半径逐渐减小;  
 B. 同主族元素, 从上至下, 第一电离能逐渐减小;  
 C. 水分子之间形成氢键, 使其沸点升高;  
 D. 金属性越强, 其对应碱的碱性越强。

**【解答】**解: A. 同周期元素, 从左至右, 原子半径逐渐减小, 所以原子半径:  $r(\text{Cl}) < r(\text{Mg})$ , 故 A 错误;

B. 同主族元素, 从上至下, 第一电离能逐渐减小, 所以第一电离能:  $I(\text{K}) < I(\text{H})$ , 故 B 错误;

C. 水分子之间形成氢键, 使其沸点升高, 所以沸点:  $\text{H}_2\text{O} > \text{HCl}$ , 故 C 错误;

D. 金属性越强, 其对应碱的碱性越强, 所以碱性:  $\text{Mg(OH)}_2 < \text{KOH}$ , 故 D 正确;

故选: D。

**【点评】**本题主要考查原子结构与性质的相关知识, 属于基本知识的考查, 难度不大。

阅读下列材料, 完成 5~7 题:

碳族元素及其化合物在自然界广泛存在且具有重要应用。甲烷是清洁能源, 燃烧热大( $890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ), 完全燃烧生成  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}_2$  催化加氢可制  $\text{CH}_4$ ;  $\text{Na}_2\text{CS}_3$  是一种杀菌剂; 电解还原  $\text{SiO}_2$  可制得半导体材料晶体  $\text{Si}$ , 四氯化锗( $\text{GeCl}_4$ )水解可得到  $\text{GeO}_2$ ; 醋酸铅( $[(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}]$ )易溶于水, 难电离, 醋酸铅溶液可用于吸收  $\text{H}_2\text{S}$  气体。

5. 下列说法正确的是( )  
 A. 晶体  $\text{Si}$  属于分子晶体  
 B.  $1\text{ mol } \text{CS}_3^{2-}$  中含有  $\sigma$  键数为  $3\text{ mol}$   
 C.  $\text{GeCl}_4$  的空间构型为平面正方形  
 D.  $\text{CO}_2$  中的 C 原子和  $\text{SiO}_2$  中的 Si 原子杂化方式相同

**【分析】**A. 分子构成的物质形成分子晶体;

B.  $\text{CS}_3^{2-}$  的价层电子对数 =  $3 + \frac{4 - 2 \times 3 + 2}{2} = 3$ ;

C.  $\text{GeCl}_4$  的价层电子对数 =  $4 + \frac{4 - 1 \times 4}{2} = 4$ ;

D.  $\text{CO}_2$  的价层电子对数 =  $2 + \frac{4 - 2 \times 2}{2} = 2$ ,  $\text{SiO}_2$  中 Si 原子与 O 原子形成 4 个共价键, 即含有 4 个  $\sigma$  电子对, 所以是  $sp^3$  杂化。

**【解答】**解: A. 晶体硅是形成的空间网状结构, 属于共价晶体, 故 A 错误;

B.  $1\text{ mol } \text{CS}_3^{2-}$  中含有  $\sigma$  键数为  $3\text{ mol}$ , 故 B 正确;

C.  $\text{GeCl}_4$  的价层电子对数 =  $4 + \frac{4 - 1 \times 4}{2} = 4$ , 无孤对电子, 为正四面体, 故 C 错误;

D.  $\text{CO}_2$  中的 C 原子  $sp$  杂化,  $\text{SiO}_2$  中的 Si 原子  $sp^3$  杂化, 杂化方式不相同, 故 D 错误;

故选: B。

**【点评】**本题考查了原子的杂化类型的判断, 注意根据中心原子的价层电子对数分析, 题目难度不大。

6. 下列化学反应表示正确的是( )

- A. 甲烷的燃烧:  $\text{CH}_4(g) + 2\text{O}_2(g) = \text{CO}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(g)$   $\Delta H = +890.3\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
B. 电解还原  $\text{SiO}_2$  制高纯  $\text{Si}$  的阴极反应:  $\text{SiO}_2 - 4e^- = \text{Si} + 2\text{O}^{2-}$   
C. 水解  $\text{GeCl}_4$  制  $\text{GeO}_2$ :  $\text{GeCl}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{GeO}_2 \downarrow + 4\text{HCl}$   
D. 醋酸铅溶液吸收  $\text{H}_2\text{S}$  气体:  $\text{Pb}^{2+} + \text{H}_2\text{S} = \text{PbS} \downarrow + 2\text{H}^+$

**【分析】**A. 燃烧热是一定条件下,  $1\text{ mol}$  可燃物完全燃烧生成指定物质放出的热量, 甲烷的燃烧热为  $890.3\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;  
B. 电解还原  $\text{SiO}_2$  制高纯  $\text{Si}$ , 发生的是还原反应, 是电解池的阴极上二氧化硅得到电子发生的还原反应;  
C.  $\text{GeCl}_4$  水解反应生成  $\text{GeO}_2$ ;  
D. 醋酸铅[( $\text{CH}_3\text{COO}$ ) $_2\text{Pb}$ ]易溶于水, 难电离。

**【解答】**解: A. 甲烷的燃烧:  $\text{CH}_4(g) + 2\text{O}_2(g) = \text{CO}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$   $\Delta H = -890.3\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 故 A 错误;  
B. 电解还原  $\text{SiO}_2$  制高纯  $\text{Si}$  的阴极反应:  $\text{SiO}_2 + 4e^- = \text{Si} + 2\text{O}^{2-}$ , 故 B 错误;  
C. 四氯化锗( $\text{GeCl}_4$ )水解可得到  $\text{GeO}_2$ , 反应的化学方程式:  $\text{GeCl}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{GeO}_2 \downarrow + 4\text{HCl}$ , 故 C 正确;  
D. 醋酸铅[( $\text{CH}_3\text{COO}$ ) $_2\text{Pb}$ ]易溶于水, 难电离, 醋酸铅溶液吸收  $\text{H}_2\text{S}$  气体:  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} + \text{H}_2\text{S} = \text{PbS} \downarrow + 2\text{CH}_3\text{COOH}$ , 故 D 错误;

故选: C。

**【点评】**本题考查了燃烧热概念、电极反应书写、水解反应和弱电解质等知识点, 注意知识的熟练掌握, 题目难度中等。

7. 下列有关反应  $\text{CO}_2(g) + 4\text{H}_2(g) \xrightleftharpoons{\text{Ni/SiO}_2} \text{CH}_4(g) + 2\text{H}_2\text{O}(g)$  的说法正确的是( )

- A. 反应的  $\Delta S > 0$   
B. 反应的平衡常数表达式  $K = \frac{c(\text{CH}_4) \cdot c^2(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{CO}_2) \cdot c^4(\text{H}_2)}$   
C. 反应的  $\Delta H = 4E(\text{C—H}) + 4E(\text{O—H}) - 2E(\text{C=O}) - 4E(\text{H—H})$  ( $E$  表示键能)  
D. 反应在高温、高压和催化剂条件下进行可提高  $\text{H}_2$  的平衡转化率

**【分析】**A. 反应为气体体积减小的反应;  
B. 平衡常数  $K = \frac{\text{生成物平衡浓度幂次方乘积}}{\text{反应物平衡浓度幂次方乘积}}$ ;  
C. 反应焓变  $\Delta H = \text{反应物总键能} - \text{生成物总键能}$ ;  
D. 催化剂改变反应速率, 不能改变化学平衡。

**【解答】**解: A.  $\text{CO}_2(g) + 4\text{H}_2(g) \xrightleftharpoons{\text{Ni/SiO}_2} \text{CH}_4(g) + 2\text{H}_2\text{O}(g)$ , 反应前后气体体积减小, 反应的  $\Delta S < 0$ , 故 A 错误;

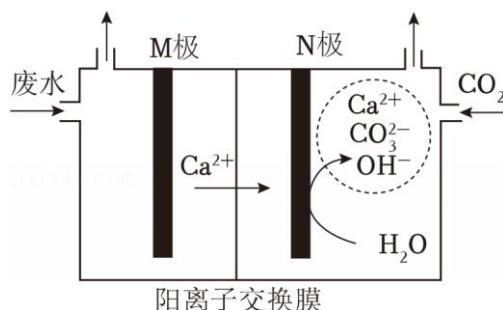
- B.  $\text{CO}_2(g) + 4\text{H}_2(g) \xrightleftharpoons{\text{Ni/SiO}_2} \text{CH}_4(g) + 2\text{H}_2\text{O}(g)$ , 反应的平衡常数  $K = \frac{c(\text{CH}_4) \times c^2(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{CO}_2) \times c^4(\text{H}_2)}$ , 故 B 正确;  
C. 反应的  $\Delta H = 2E(\text{C=O}) + 4E(\text{H—H}) - 4E(\text{C—H}) - 4E(\text{O—H})$  ( $E$  表示键能), 故 C 错误;  
D. 反应在催化剂条件下不能提高  $\text{H}_2$  的平衡转化率, 故 D 错误;

故选: B。

**【点评】**本题考查了化学平衡影响因素、平衡常数表达式等知识点, 注意知识的熟练掌握, 题目难度不

大。

8. 治金废水(主要含  $\text{CaCl}_2$ )通过“电解一碳化”制备  $\text{CaCO}_3$  的装置如图所示。下列说法不正确的是( )



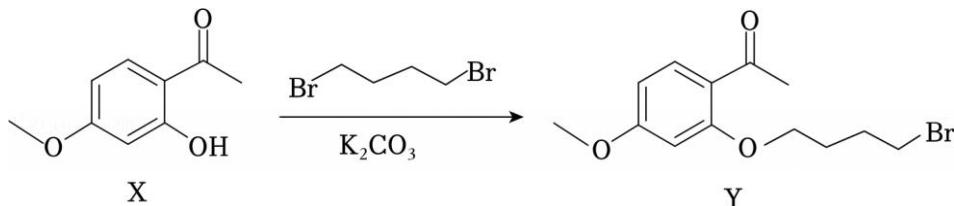
- A. M 极上产生黄绿色气体
- B. 电解前后, N 极区溶液的 pH 基本不变
- C. 电解总反应为:  $\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{通电}} \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$
- D. 1mol  $\text{Ca}^{2+}$ 通过阳离子交换膜时, 理论上共产生 44.8L 的气体

**【分析】**A. 根据电解池中钙离子移动方向知, M 为阳极、N 为阴极, M 电极上  $\text{Cl}^-$  失电子生成  $\text{Cl}_2$ ;  
B. N 极上  $\text{H}_2\text{O}$  得电子生成  $\text{H}_2$  和  $\text{OH}^-$ , N 极区离子反应方程式为  $2\text{OH}^- + \text{CO}_2 + \text{Ca}^{2+} = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ;  
C. 根据图知, 电解总反应中, 反应物是  $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_2$ , 生成物是  $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{H}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ ;  
D. 温度和压强未知, 导致气体摩尔体积未知。

**【解答】**解: A. 根据电解池中钙离子移动方向知, M 为阳极、N 为阴极, M 电极上  $\text{Cl}^-$  失电子生成  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Cl}_2$  为黄绿色气体, 所以 M 极上产生黄绿色气体, 故 A 正确;  
B. N 极上  $\text{H}_2\text{O}$  得电子生成  $\text{H}_2$  和  $\text{OH}^-$ , N 极区离子反应方程式为  $2\text{OH}^- + \text{CO}_2 + \text{Ca}^{2+} = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ , N 电极上生成  $\text{OH}^-$ 、N 极区消耗等量的  $\text{OH}^-$ , 所以电解前后, N 极区溶液的 pH 基本不变, 故 B 正确;  
C. 根据图知, 电解总反应中, 反应物是  $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_2$ , 生成物是  $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{H}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ , 所以电解总  
反应为:  $\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{通电}} \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$ , 故 C 正确;  
D. 1mol  $\text{Ca}^{2+}$ 通过阳离子交换膜时, 转移 2mol 电子, 阴阳极各生成 1mol 气体, 因为温度和压强未知导致气体摩尔体积未知, 所以无法计算生成气体的体积, 故 D 错误;  
故选: D。

**【点评】**本题查看电解原理, 侧重考查分析、判断及知识综合运用能力, 明确阴阳极的判断方法、各个电极上发生的反应是解本题关键, D 选项易含量气体摩尔体积的影响因素而导致错误判断。

9. 利用丹皮酚(X)合成一种药物中间体(Y)的流程如图:



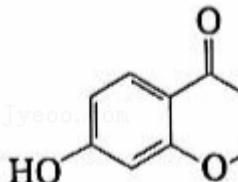
下列有关化合物 X、Y 的说法不正确的是( )

- A. 可以用  $\text{FeCl}_3$  溶液鉴别 X 和 Y
- B. 该反应属于取代反应
- C. 反应前后  $\text{K}_2\text{CO}_3$  的质量不变



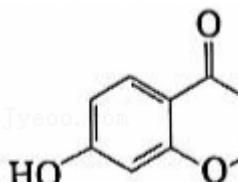
D. X 的沸点比 Oc1ccc(C(=O)C)c(O)1 的低

- 【分析】**A. X 含酚羟基，遇氯化铁溶液显紫色，Y 不含酚羟基；  
B. X 中羟基上 H 被取代；  
C. 发生取代反应生成的  $\text{HBr}$  可与碳酸钾反应；



D. X 易形成分子内氢键，易形成分子间氢键。

- 【解答】解：**A. X 含酚羟基，遇氯化铁溶液显紫色，Y 不含酚羟基，则可用  $\text{FeCl}_3$  溶液鉴别 X 和 Y，故 A 正确；  
B. X 中羟基上 H 被取代，该反应为取代反应，故 B 正确；  
C. 发生取代反应生成的  $\text{HBr}$  可与碳酸钾反应，可知反应后  $\text{K}_2\text{CO}_3$  的质量的减少，故 C 错误；



D. X 易形成分子内氢键，易形成分子间氢键，则 X 的沸点低，故 D 正确；

故选：C。

**【点评】**本题考查有机物的结构与性质，为高频考点，把握有机物的结构、有机反应为解答的关键，侧重分析与应用能力的考查，注意选项 D 为解答的难点，题目难度不大。

10. 海水资源综合利用过程中，下列有关说法正确的是（ ）

- A. 海水晒盐是利用溶质的溶解度随温度变化而变化的原理  
B. 海水提镁的转化为  $\text{MgCl}_2(aq) \xrightarrow{\text{Ca(OH)}_2} \text{Mg}(\text{OH})_2(s) \xrightarrow{\text{盐酸}} \text{MgCl}_2(aq) \xrightarrow{\text{电解}} \text{Mg}$   
C. 用  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液吸收溴，离子方程式为  $3\text{Br}_2 + 6\text{OH}^- = 5\text{Br}^- + \text{BrO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$   
D. 将  $\text{I}^-$  氧化为  $\text{I}_2$  时，加入过量的  $\text{H}_2\text{O}_2$  会使  $\text{I}_2$  的产率降低

- 【分析】**A.  $\text{NaCl}$  的溶解度随温度变化而变化不大，使  $\text{NaCl}$  结晶析出常采用蒸发结晶操作；  
B. 工业上电解熔融  $\text{MgCl}_2$  得到金属 Mg；  
C.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液吸收溴单质生成溴化钠、溴酸钠、二氧化碳气体和水；  
D.  $\text{H}_2\text{O}_2$  具有强氧化性，可能将生成的  $\text{I}_2$  氧化生成  $\text{HIO}_3$ 。

- 【解答】解：**A. 海水晒盐是利用溶质的溶解度随温度变化而变化不大的原理，当溶剂减少时  $\text{NaCl}$  结晶析出，故 A 错误；  
B. Mg 是活泼金属，电解  $\text{MgCl}_2$  溶液生成氯气、氢气和氢氧化镁，工业上电解熔融  $\text{MgCl}_2$  得到金属 Mg，故 B 错误；  
C.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液吸收溴单质生成溴化钠、溴酸钠、二氧化碳气体和水，离子方程式为

$3Br_2 + 3CO_3^{2-} \rightarrow BrO_3^- + 5Br^- + 3CO_2 \uparrow$ , 故 C 错误;

D.  $H_2O_2$  具有强氧化性, 可能将生成的  $I_2$  氧化生成  $HIO_3$ , 即将  $I^-$  氧化为  $I_2$  时, 加入过量的  $H_2O_2$  会使  $I_2$  的产率降低, 故 D 正确;

故选: D。

**【点评】**本题海水提溴实验, 把握物质的性质、发生的反应即氧化还原反应规律的应用、物质的分离提纯方法是解题关键, 倾重分析能力和实验能力的考查, 题目难度中等。

11. 室温下, 下列实验方案能达到探究目的的是( )

选项	实验方案	探究目的
A	向 2mL 浓度均为 $0.1mol \cdot L^{-1}$ 的 $NaCl$ 和 $NaI$ 混合溶液中滴加 2 滴 $0.1mol \cdot L^{-1}$ 的 $AgNO_3$ 溶液, 观察产生沉淀的颜色	判断 $K_{sp}(AgCl)$ 与 $K_{sp}(AgI)$ 的大小
B	分别向 $CH_3COONa$ 和 $NaCN$ 溶液中滴加几滴酚酞试液, 观察溶液颜色	判断 $CH_3COO^-$ 和 $CN^-$ 结合 $H^+$ 能力的强弱
C	向滴有酚酞的 $NaOH$ 溶液中滴加过量氯水, 观察溶液颜色	验证氯水的酸性
D	将浓硫酸与 $Na_2SO_3$ 反应生成的气体, 通入品红溶液中, 观察溶液颜色	验证浓硫酸的强氧化性

A. A

B. B

C. C

D. D

**【分析】**A. 浓度均为  $0.1mol \cdot L^{-1}$  的  $NaCl$  和  $NaI$  混合溶液中滴加 2 滴  $0.1mol \cdot L^{-1}$  的  $AgNO_3$  溶液,  $K_{sp}$  小的先沉淀;

B.  $CH_3COONa$  和  $NaCN$  溶液的浓度未知;

C. 过量氯水可氧化酚酞;

D. 浓硫酸与  $Na_2SO_3$  反应生成二氧化硫, 二氧化硫使品红褪色。

**【解答】**解: A. 浓度均为  $0.1mol \cdot L^{-1}$  的  $NaCl$  和  $NaI$  混合溶液中滴加 2 滴  $0.1mol \cdot L^{-1}$  的  $AgNO_3$  溶液,  $K_{sp}$  小的先沉淀, 观察到先生成黄色沉淀, 可知  $K_{sp}(AgCl) > K_{sp}(AgI)$ , 故 A 正确;

B.  $CH_3COONa$  和  $NaCN$  溶液的浓度未知, 应控制等浓度盐溶液, 故 B 错误;

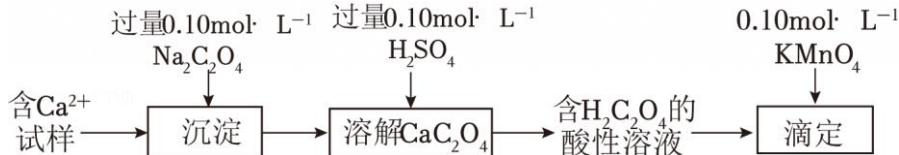
C. 过量氯水可氧化酚酞, 则溶液变为无色, 不能证明氯水的酸性, 故 C 错误;

D. 浓硫酸与  $Na_2SO_3$  反应生成二氧化硫, 二氧化硫使品红褪色, 浓硫酸只体现酸性, 故 D 错误;

故选: A。

**【点评】**本题考查化学实验方案的评价, 为高频考点, 把握物质的性质、反应与现象、难溶电解质、实验技能为解答的关键, 倾重分析与实验能力的考查, 注意实验的评价性分析, 题目难度不大。

12. 室温下, 测定溶液中  $Ca^{2+}$  浓度的流程如图:



已知  $K_{sp}[CaC_2O_4] = 2.5 \times 10^{-9}$ 。下列说法正确的是( )

A.  $0.1mol \cdot L^{-1} Na_2C_2O_4$  溶液中:  $c(Na^+) = 2c(C_2O_4^{2-}) + 2c(HC_2O_4^-)$

- B. “沉淀”后得到的上层清液中:  $c(Ca^{2+}) < 5 \times 10^{-5} mol \cdot L^{-1}$   
C. 溶解得到的酸性溶液中:  $2c(C_2O_4^{2-}) + c(HC_2O_4^-) + c(OH^-) + 2c(SO_4^{2-}) = c(H^+)$   
D. 滴定终点时的溶液中:  $c(MnO_4^-) > c(Mn^{2+})$

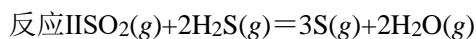
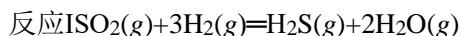
- 【分析】**A. 根据物料守恒关系分析判断;  
B. “沉淀”后得到的上层清液中  $c(Ca^{2+}) < c(C_2O_4^{2-})$ , 即  $K_{sp}[CaC_2O_4] = c(Ca^{2+}) \cdot c(C_2O_4^{2-}) > c^2(Ca^{2+})$ ;  
C. 根据电荷守恒关系分析判断;  
D. 滴定终点时的溶液中,  $c(MnO_4^-)$ 较小,  $c(Mn^{2+})$ 相对较大。

- 【解答】**解: A.  $Na_2C_2O_4$  溶液中, 物料守恒关系为  $c(Na^+) = 2c(C_2O_4^{2-}) + 2c(HC_2O_4^-) + 2c(H_2C_2O_4) > 2c(C_2O_4^{2-}) + 2c(HC_2O_4^-)$ , 故 A 错误;  
B. “沉淀”后得到的上层清液中  $c(Ca^{2+}) < c(C_2O_4^{2-})$ , 即  $K_{sp}[CaC_2O_4] = c(Ca^{2+}) \cdot c(C_2O_4^{2-}) > c^2(Ca^{2+})$ , 则  $c(Ca^{2+}) < \sqrt{K_{sp}[CaC_2O_4]} = \sqrt{2.5 \times 10^{-9}} mol/L = 5 \times 10^{-5} mol/L$ , 故 B 正确;  
C. 溶解得到的酸性溶液中, 电荷守恒关系为  $2c(C_2O_4^{2-}) + c(HC_2O_4^-) + c(OH^-) + 2c(SO_4^{2-}) = c(H^+) + 2c(Ca^{2+}) > c(H^+)$ , 故 C 错误;  
D. 定终点时的溶液中,  $KMnO_4$  只过量半滴,  $Mn^{2+}$  来源于氧化还原反应生成, 则  $c(MnO_4^-)$ 较小,  $c(Mn^{2+})$ 相对较大,  $c(MnO_4^-) < c(Mn^{2+})$ , 故 D 错误;

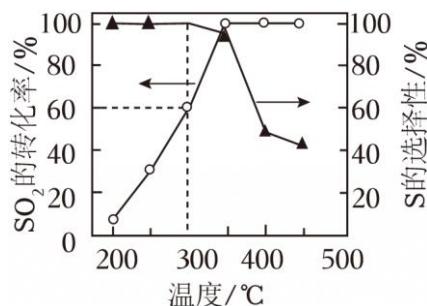
故选: B。

**【点评】**本题考查沉淀溶解平衡、氧化还原滴定实验, 侧重分析判断能力和计算能力考查, 把握溶度积常数的应用、溶液中守恒关系式的应用是解题关键, 题目难度中等。

13. 利用  $Mo-Ce/Al_2O_3$  作催化剂, 可将废气中的  $SO_2$  转化为硫单质, 涉及的反应主要有:



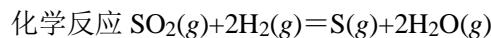
将  $n(SO_2): n(H_2) = 1: 3$  的混合气体以一定流速通过反应管, 其他条件不变, 出口处  $SO_2$  的转化率及 S 的选择性随温度的变化如图所示。下列说法正确的是( )



- A. 低于  $300^\circ\text{C}$  时, 反应I的速率大于反应II  
B. 硫单质的产率随温度的升高而下降  
C.  $300^\circ\text{C}$  时, 出口处的气体中  $H_2O$  的体积分数约为 30%  
D. 增大体系压强, S 单质的平衡选择性增大

- 【分析】**A. 根据图知, 低于  $300^\circ\text{C}$  时,  $SO_2$  的转化率随温度的升高而增大, S 的选择性为 100%;  
B. 根据图知, 低于  $300^\circ\text{C}$  时, 随着温度的升高,  $SO_2$  的转化率随温度的升高而增大, S 的选择性为 100%;  
C.  $300^\circ\text{C}$  时,  $SO_2$  的转化率为 60%, S 的选择性是 100%, 则反应I生成的  $H_2S$  完全发生反应II生成  $S(g)$ ,

根据反应 $\text{ISO}_2(g)+3\text{H}_2(g) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}(g)+2\text{H}_2\text{O}(g)$ 、反应 $\text{IISO}_2(g)+2\text{H}_2\text{S}(g) \rightleftharpoons 3\text{S}(g)+2\text{H}_2\text{O}(g)$ 得  $\text{SO}_2(g)+2\text{H}_2(g) \rightleftharpoons \text{S}(g)+2\text{H}_2\text{O}(g)$ ，开始时  $n(\text{SO}_2): n(\text{H}_2) = 1: 3$ ，假设  $n(\text{SO}_2) = 1\text{mol}$ ，则  $n(\text{H}_2) = 3\text{mol}$ ，消耗的  $n(\text{SO}_2) = 0.6\text{mol}$ ，



开始(mol)	1	3	0	0
反应(mol)	0.6	1.2	0.6	1.2
终态(mol)	0.4	1.8	0.6	1.2

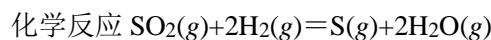
根据反应方程式知，终态时生成  $n(\text{H}_2\text{O}) = 1.2\text{mol}$ ，反应前后气体计量数之和不变，则气体的总物质的量不变，为  $(1+3)\text{mol} = 4\text{mol}$ ，同一条件下气体的体积分数等于物质的量分数；

D. 反应 $\text{IISO}_2(g)+2\text{H}_2\text{S}(g) \rightleftharpoons 3\text{S}(g)+2\text{H}_2\text{O}(g)$ 中反应前后气体计量数之和增大，增大压强，平衡逆向移动。

**【解答】**解：A. 根据图知，低于  $300^\circ\text{C}$  时， $\text{SO}_2$  的转化率随温度的升高而增大， $\text{S}$  的选择性为 100%，低于  $300^\circ\text{C}$  时，反应 I 的速率小于反应 II，故 A 错误；

B. 根据图知，低于  $300^\circ\text{C}$  时，随着温度的升高， $\text{SO}_2$  的转化率随温度的升高而增大， $\text{S}$  的选择性为 100%，此时硫单质的产率随温度的升高而增大，故 B 错误；

C.  $300^\circ\text{C}$  时， $\text{SO}_2$  的转化率为 60%， $\text{S}$  的选择性是 100%，则反应 I 生成的  $\text{H}_2\text{S}$  完全发生反应 II 生成  $\text{S}(g)$ ，根据反应 $\text{ISO}_2(g)+3\text{H}_2(g) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}(g)+2\text{H}_2\text{O}(g)$ 、反应 $\text{IISO}_2(g)+2\text{H}_2\text{S}(g) \rightleftharpoons 3\text{S}(g)+2\text{H}_2\text{O}(g)$ 得  $\text{SO}_2(g)+2\text{H}_2(g) \rightleftharpoons \text{S}(g)+2\text{H}_2\text{O}(g)$ ，开始时  $n(\text{SO}_2): n(\text{H}_2) = 1: 3$ ，假设  $n(\text{SO}_2) = 1\text{mol}$ ，则  $n(\text{H}_2) = 3\text{mol}$ ，消耗的  $n(\text{SO}_2) = 0.6\text{mol}$ ，



开始(mol)	1	3	0	0
反应(mol)	0.6	1.2	0.6	1.2
终态(mol)	0.4	1.8	0.6	1.2

根据反应方程式知，终态时生成  $n(\text{H}_2\text{O}) = 1.2\text{mol}$ ，反应前后气体计量数之和不变，则气体的总物质的量不变，为  $(1+3)\text{mol} = 4\text{mol}$ ，同一条件下气体的体积分数等于物质的量分数，所以  $300^\circ\text{C}$  时，出口处的气体中  $\text{H}_2\text{O}$  的体积分数约为  $\frac{1.2\text{mol}}{4\text{mol}} \times 100\% = 30\%$ ，故 C 正确；

D. 反应 $\text{IISO}_2(g)+2\text{H}_2\text{S}(g) \rightleftharpoons 3\text{S}(g)+2\text{H}_2\text{O}(g)$  中反应前后气体计量数之和增大，增大压强，平衡逆向移动，则  $\text{S}$  单质的选择性减小，故 D 错误；

故选：C。

**【点评】**本题考查转化率随温度的变化曲线，侧重考查图象分析判断及计算能力，明确温度对化学反应速率、化学平衡影响原理是解本题关键，题目难度不大。

## 二、非选择题：共 4 题，共 61 分。

14. (15 分)以电炉钛渣(主要成分为  $\text{Fe}_2\text{TiO}_5$  含少量  $\text{CaTiO}_3$  等)为原料制备  $\text{TiO}_2$  催化剂的流程如图：

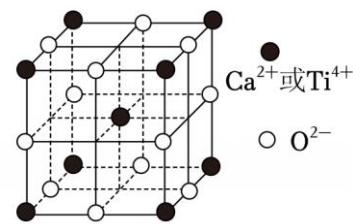
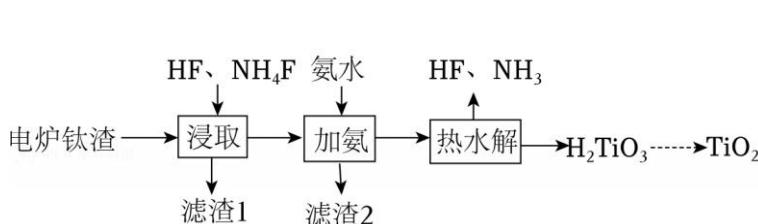


图-1

(1)原料① $\text{CaTiO}_3$ 晶胞如图-1所示,其中 $\text{Ca}^{2+}$ 的配位数(与金属离子距离最近且相等的 $\text{O}^{2-}$ 的个数)比 $\text{Ti}^{4+}$ 大,则处于晶胞体心的离子是 $\text{Ca}^{2+}$ 。

②常温下,根据 $K_a(\text{HF})=3.375\times 10^{-4}$ 计算得到 $6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的HF溶液中 $c(\text{H}^+)$ 约为 $4.5\times 10^{-2}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 实际测得 $6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的HF溶液中 $c(\text{H}^+)$ 远大于 $4.5\times 10^{-2}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 且存在稳定的 $\text{HF}_2^-$ 离子,可能的原因是HF溶液中存在电离平衡: $\text{HF}\rightleftharpoons\text{H}^++\text{F}^-$ ,浓HF溶液中,HF分子浓度大,与 $\text{F}^-$ 形成 $\text{HF}_2^-$ 离子,减小了 $\text{F}^-$ 的浓度,促进电离平衡正向移动, $c(\text{H}^+)$ 增大。

(2)浸取

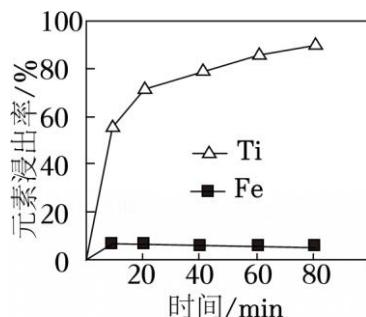


图-2

用浓度均为 $6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的HF和 $\text{NH}_4\text{F}$ 混合溶液浸取电炉钛渣, $\text{Fe}_2\text{TiO}_5$ 中Ti、Fe元素的浸出率随时间的变化如图-2所示。已知: $\text{Fe}_2\text{TiO}_5$ 能与HF反应转化为 $\text{FeF}_6^{3-}$ 和 $\text{TiF}_6^{2-}$ ; $\text{NH}_4^+$ 能与 $\text{FeF}_6^{3-}$ 生成微溶的 $(\text{NH}_4)_3\text{FeF}_6$ 。

①浸取时,发生反应的离子方程式为 $\text{Fe}_2\text{TiO}_5+10\text{HF}+8\text{F}^-+6\text{NH}_4^+=2(\text{NH}_4)_3\text{FeF}_6\downarrow+\text{TiF}_6^{2-}+5\text{H}_2\text{O}$ 。

②实验表明,用浓度均为 $6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的HF和 $\text{NH}_4\text{F}$ 混合溶液浸出电炉钛渣的速率高于用 $12\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ HF溶液浸出的速率,其原因是 $\text{F}^-$ 浓度增大对浸出速率的影响大于 $\text{H}^+$ 减小的影响。

③为提高Ti元素浸出速率,加料完成后,可采取的措施是充分搅拌、适当升高温度。

(3)加氨加入氨水的目的是中和HF,提高 $\text{NH}_4^+$ 的浓度,有利于生成 $(\text{NH}_4)_3\text{FeF}_6$ 沉淀。

(4) $\text{TiO}_2$ 催化甲醇水溶液光解制 $\text{H}_2$ 同时可得到 $\text{HCHO}$ 、 $\text{HCOOH}$ 等产物(如图-3所示)。光催化剂 $\text{TiO}_2$ 的表观量子产率( $\frac{\text{反应转移的电子数}}{\text{催化剂吸收的光子数}} \times 100\%$ )为60%。实验测得催化剂吸收的光子数为 $1.4 \times 10^{-4}\text{mol}$ ,溶液中产生 $\text{HCHO}$ 的物质的量为 $2 \times 10^{-5}\text{mol}$ ,根据以上数据计算生成 $\text{HCOOH}$ 的物质的量 $1.1 \times 10^{-5}\text{mol}$ (不考虑其它产物,写出计算过程)。

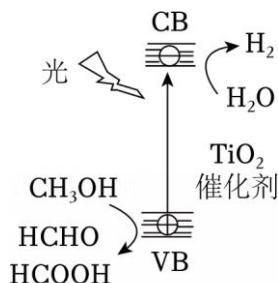


图-3

**【分析】**电炉钛渣的主要成分为 $\text{Fe}_2\text{TiO}_5$ 含少量 $\text{CaTiO}_3$ 等,入HF、 $\text{NH}_4\text{F}$ 浸取, $\text{Fe}_2\text{TiO}_5$ 生反应的离子方程式为: $\text{Fe}_2\text{TiO}_5+10\text{HF}+8\text{F}^-+6\text{NH}_4^+=2(\text{NH}_4)_3\text{FeF}_6\downarrow+\text{TiF}_6^{2-}+5\text{H}_2\text{O}$ ,过滤,弃去滤渣,向滤液中加入氨水,中和HF,提高 $\text{NH}_4^+$ 的浓度,进一步除去 $\text{FeF}_6^{3-}$ ,使其生成 $(\text{NH}_4)_3\text{FeF}_6$ 沉淀,过滤,将滤液热水解,逸出HF和 $\text{NH}_3$ ,同上得到 $\text{H}_2\text{TiO}_3$ , $\text{H}_2\text{TiO}_3$ 受热分解得到 $\text{TiO}_2$ ,据此分析作答。

**【解答】**解：(1)①由图可知，处于晶胞体心的离子的配位数是 12，顶点的配位数是 6， $\text{Ca}^{2+}$ 的配位数比 $\text{Ti}^{4+}$ 大，所以处于晶胞体心的离子 $\text{Ca}^{2+}$ ，

故答案为： $\text{Ca}^{2+}$ ；

②常温下，根据  $K_a(\text{HF})=3.375 \times 10^{-4}$  计算得到  $6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的 HF 溶液中  $c(\text{H}^+)$  约为  $4.5 \times 10^{-2}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  实际测得  $6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的 HF 溶液中  $c(\text{H}^+)$  远大于  $4.5 \times 10^{-2}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  且存在稳定的 $\text{HF}_2^-$  离子，可能的原因是 HF 溶液中存在电离平衡： $\text{HF} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{F}^-$ ，浓 HF 溶液中，HF 分子浓度大，与  $\text{F}^-$  形成 $\text{HF}_2^-$  离子，减小了  $\text{F}^-$  的浓度，促进电离平衡正向移动， $c(\text{H}^+)$  增大，

故答案为：HF 溶液中存在电离平衡： $\text{HF} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{F}^-$ ，浓 HF 溶液中，HF 分子浓度大，与  $\text{F}^-$  形成 $\text{HF}_2^-$  离子，减小了  $\text{F}^-$  的浓度，促进电离平衡正向移动， $c(\text{H}^+)$  增大；

(2)①根据题意可知， $\text{Fe}_2\text{TiO}_5$  能与 HF 反应转化为 $\text{FeF}_6^{3-}$  和 $\text{TiF}_6^{2-}$ ； $\text{NH}_4^+$  能与 $\text{FeF}_6^{3-}$  生成微溶的 $(\text{NH}_4)_3\text{FeF}_6$ ，浸取时，发生反应的离子方程式为： $\text{Fe}_2\text{TiO}_5 + 10\text{HF} + 8\text{F}^- + 6\text{NH}_4^+ = 2(\text{NH}_4)_3\text{FeF}_6 \downarrow + \text{TiF}_6^{2-} + 5\text{H}_2\text{O}$ ，

故答案为： $\text{Fe}_2\text{TiO}_5 + 10\text{HF} + 8\text{F}^- + 6\text{NH}_4^+ = 2(\text{NH}_4)_3\text{FeF}_6 \downarrow + \text{TiF}_6^{2-} + 5\text{H}_2\text{O}$ ；

②实验表明，用浓度均为  $6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的 HF 和  $\text{NH}_4\text{F}$  混合溶液浸出电炉钛渣的速率高于用  $12\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  HF 溶液浸出的速率，其原因是  $\text{F}^-$  浓度增大对浸出速率的影响大于  $\text{H}^+$  减小的影响，

故答案为： $\text{F}^-$  浓度增大对浸出速率的影响大于  $\text{H}^+$  减小的影响；

③为提高 Ti 元素浸出速率，加料完成后，可采取的措施是充分搅拌、适当升高温度，

故答案为：充分搅拌、适当升高温度；

(3)加入氨水的目的是中和 HF，提高 $\text{NH}_4^+$  的浓度，有利于生成 $(\text{NH}_4)_3\text{FeF}_6$  沉淀，

故答案为：中和 HF，提高 $\text{NH}_4^+$  的浓度，有利于生成 $(\text{NH}_4)_3\text{FeF}_6$  沉淀；

(4)根据  $\text{TiO}_2$  的表观量子产率( $\frac{\text{反应转移的电子数}}{\text{催化剂吸收的光子数}} \times 100\%$ )为 60%。实验测得催化剂吸收的光子数为

$1.4 \times 10^{-4}\text{mol}$ ，可得反应转移的电子数为： $1.4 \times 10^{-4}\text{mol} \times 0.6 = 8.4 \times 10^{-5}\text{mol}$ ，又有  $\text{CH}_3\text{OH} \sim \text{HCHO} \sim 2e^-$ ，

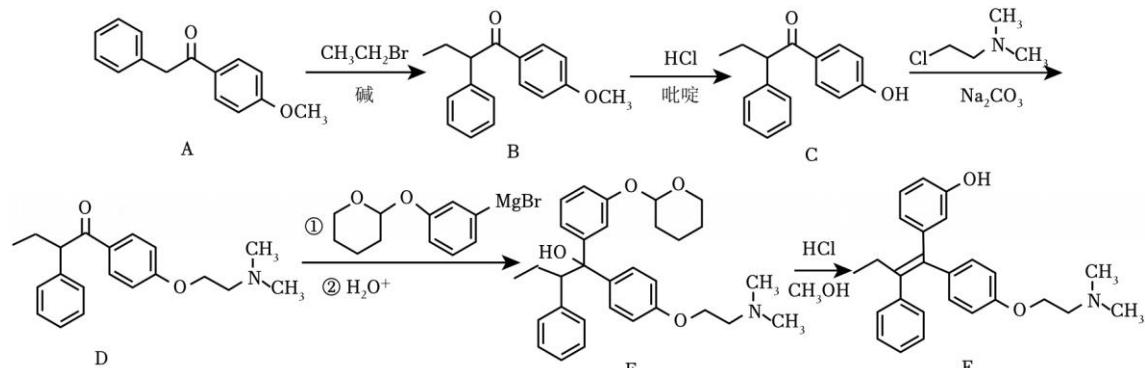
$\text{CH}_3\text{OH} \sim \text{HCOOH} \sim 4e^-$ ，所以有  $8.4 \times 10^{-5}\text{mol} = 2n(\text{HCHO}) + 4n(\text{HCOOH})$ ， $n(\text{HCHO}) = 2 \times 10^{-5}\text{mol}$ ，解得：

$4n(\text{HCOOH}) = 1.1 \times 10^{-5}\text{mol}$ ，

故答案为： $1.1 \times 10^{-5}\text{mol}$ 。

**【点评】**本题主要考查制备实验方案的设计，具体涉及内容较多、较广，侧重考查学生的信息接受能力、分析能力，属于高考高频考点，难度较大。

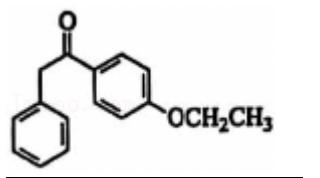
15. (15 分) 化合物 F 是一种心血管药物，其合成路线如图：



(1)C 中含氧官能团的名称为 羰基、羟基。

(2)化合物 E 中有 3 个手性碳原子。

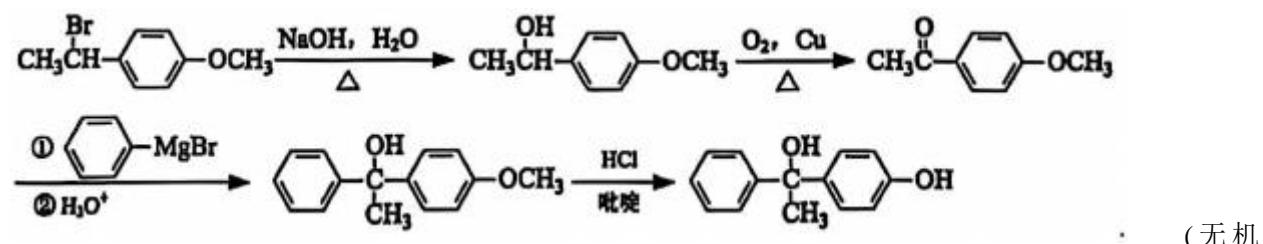
(3) 若 A 经过步骤  $\xrightarrow{\text{HCl, } CH_3CH_2Br}$   $\xrightarrow{\text{吡啶}} \xrightarrow{\text{碱}}$  得到的产物中有一种 C 的同分异构体，该产物的结构简式为



(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：\_\_\_\_\_。

酸性条件下水解生成两种产物；两种产物均含有 4 种不同化学环境的氢原子，且苯环上的一氯代物均只有 2 种。

(5) 写出以  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{Br})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OCH}_3$  和  $\text{C}_6\text{H}_5\text{MgBr}$  为原料制备 的合成路线流程图



**【分析】**A 和溴乙烷发生取代反应生成 B，B 发生取代反应生成 C，C 发生取代反应生成 D，D 发生加成、水解反应生成 E，E 发生消去反应生成 F、取代反应生成 F；

(5) 以  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{Br})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OCH}_3$  和  $\text{C}_6\text{H}_5\text{MgBr}$  为原料制备 ， $-\text{OCH}_3$  发生 B 生成 C 类型的反应生成酚羟基；羰基和  $\text{C}_6\text{H}_5\text{MgBr}$  发生 D 生成 E 类型的反应生成醇羟基，因为酚羟基易被氧化，

所以  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{Br})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OCH}_3$  先发生水解反应、氧化反应、加成和水解反应、取代反应生成 。

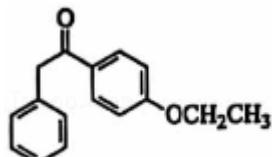
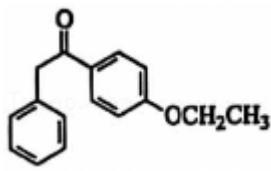
**【解答】**解：(1) C 中含氧官能团的名称为羰基、羟基，

故答案为：羰基、羟基；

(2) 如图 ，化合物 E 中有 3 个手性碳原子，

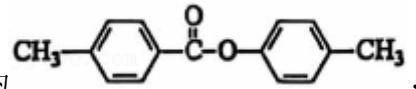
故答案为：3；

(3)根据 C 生成 D 的反应条件知,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$  能和酚羟基发生取代反应, 若 A 经过步骤  $\xrightarrow{\text{HCl}} \xrightarrow{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}}$  得到  
的产物中有一种 C 的同分异构体, 则酚羟基和  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$  发生取代反应生成该产物的结构简式为

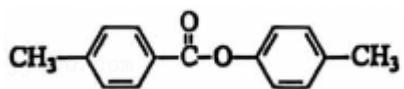


故答案为: ;

(4)A 的一种同分异构体同时满足下列条件: 酸性条件下水解生成两种产物, 根据所含元素及氧原子个数知, 含有酯基; 两种产物均含有 4 种不同化学环境的氢原子, 且苯环上的一氯代物均只有 2 种, 说明含



有苯环的产物的苯环上含有 2 种氢原子, 符合条件的结构简式为



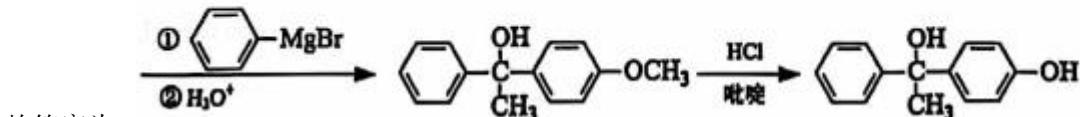
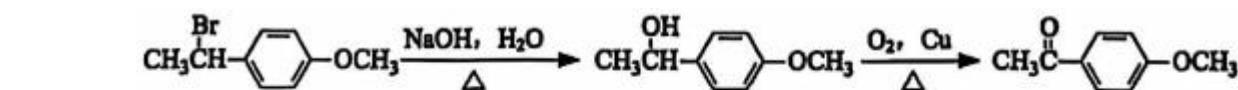
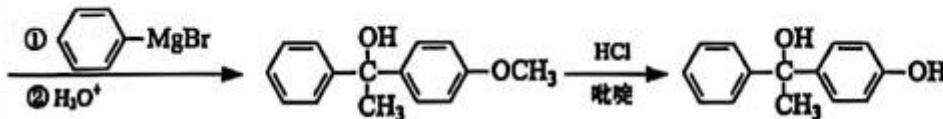
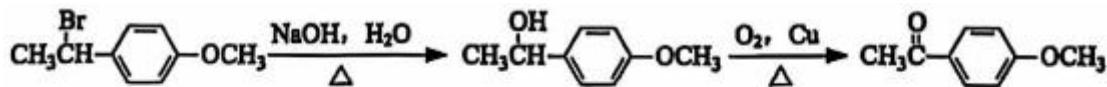
故答案为: ;

(5)以  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{Br})\text{-C}_6\text{H}_4\text{-OCH}_3$  和  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-MgBr}$  为原料制备  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-C}(\text{CH}_3)(\text{OH})\text{-C}_6\text{H}_4\text{-OH}$ ,  $-\text{OCH}_3$  发生 B 生成 C 类型

的反应生成酚羟基; 羰基和  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-MgBr}$  发生 D 生成 E 类型的反应生成醇羟基, 因为酚羟基易被氧化,

所以  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{Br})\text{-C}_6\text{H}_4\text{-OCH}_3$  先发生水解反应、氧化反应、加成和水解反应、取代反应生成

$\text{C}_6\text{H}_5\text{-C}(\text{CH}_3)(\text{OH})\text{-C}_6\text{H}_4\text{-OH}$ , 合成路线为

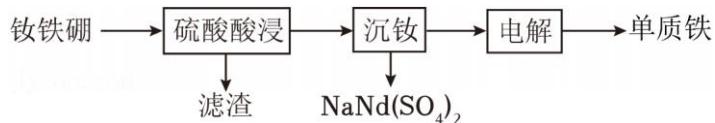


故答案为: .

【点评】本题考查有机物的合成,侧重考查分析、判断及知识综合运用能力,正确推断各物质的结构简

式是解本题关键，采用知识迁移、逆向思维的方法进行合成路线设计，题目难度中等。

16. (16分)通过处理废旧磁性合金钕铁硼( $Nd_2Fe_{14}B$ )可回收钕与铁。



### I. 湿法分离

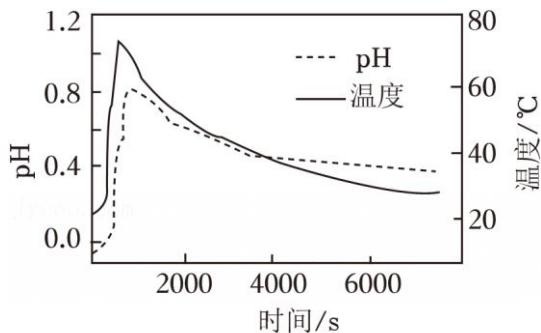


图-1

(1)向钕铁硼中加入硫酸，钕、铁分别转化为 $Nd^{3+}$ 、 $Fe^{2+}$ 进入滤液。酸浸过程中溶液温度、 $pH$ 随时间变化如图-1所示。已知：常温下  $K_{a2}(H_2SO_4)=10^{-2}$ ,  $HSO_4^-(aq)\rightleftharpoons H^+(aq)+SO_4^{2-}(aq)$ ,  $\Delta H<0$ 。

①常温下， $pH=1.0$ 的硫酸中  $\frac{c(HSO_4^-)}{c(SO_4^{2-})} = \underline{10}$ 。

②酸浸初始阶段溶液的  $pH$  迅速上升的原因是 反应消耗  $H^+$ ；温度升高抑制  $HSO_4^-$  的电离。

(2)向酸浸后的滤液中加入  $NaOH$  溶液，可将  $Nd^{3+}$  转化为  $NaNd(SO_4)_2$  沉淀分离。

①若加入  $NaOH$  溶液过多，放置时间过长可能会产生  $Fe(OH)_2$  或  $FeOOH$ 。 $Fe^{2+}$  转化为  $FeOOH$  的离子方程式为  $4Fe^{2+}+O_2+8OH^- = 4FeOOH+2H_2O$ 。

②检验所得  $NaNd(SO_4)_2$  沉淀中是否含有铁元素的实验方案为 取少量沉淀，加入足量盐酸溶解，再加入溶液，滴加  $KSCN$  溶液，若有血红色出现，说明含有铁元素。

(3)将沉钕后过滤所得的滤液(含  $FeSO_4$ 、 $H_2SO_4$ )电解可获得铁。为提高阴极的电解效率，可加入少量具有还原性的弱酸盐柠檬酸钠，其作用是 柠檬酸根离子与  $H^+$  结合，减少  $H^+$  在阴极放电；防止  $Fe^{2+}$  被氧化为  $Fe^{3+}$ 。

### II. 干法分离

(4)不同  $\frac{n(NH_4Cl)}{n(Nd_2Fe_{14}B)}$  的固体混合物在空气中焙烧所得固体物质的 X - 射线衍射图(可用于判断某晶态物质是否存在)如图-2 所示。已知： $Nd_2(C_2O_4)_3$ 、 $Fe_2(C_2O_4)_3$  难溶于水， $NdOCl$  微溶于水， $NdCl_3$  可溶于水。

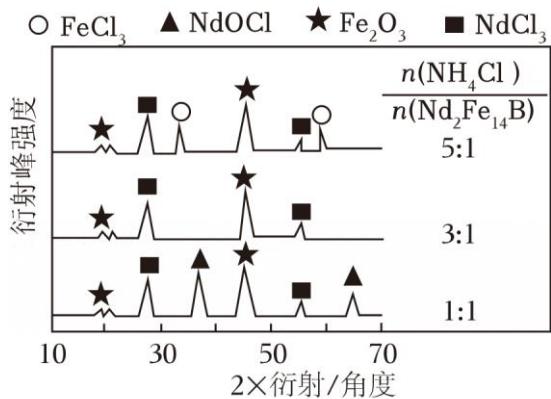


图-2

请补充完整以  $Nd_2Fe_{14}B$  原料制备  $Nd_2(C_2O_4)_3$  的实验方案：将  $\frac{n(NH_4Cl)}{n(Nd_2Fe_{14}B)}$  = 3: 1 的固体混合物

在坩埚中焙烧，冷却至室温后将固体转移至烧杯中，加水充分浸取，过滤，向滤液中加入 $(NH_4)_2C_2O_4$  溶液，至静置后向上清液中继续滴加 $(NH_4)_2C_2O_4$  溶液无浑浊，过滤，洗涤，干燥[须使用的试剂： $(NH_4)_2C_2O_4$  溶液]。

**【分析】** (1) ①  $K_{a2}(H_2SO_4) = \frac{c(SO_4^{2-})}{c(HSO_4^-)} \times c(H^+)$ , 则  $\frac{c(HSO_4^-)}{c(H_2SO_4)} = \frac{K_{a2}(H_2SO_4)}{c(H^+)}$ ;

② 硫酸酸浸废旧磁性合金钕铁硼( $Nd_2Fe_{14}B$ )时消耗硫酸，且溶液温度升高抑制硫酸的二级电离；

(2) ① 碱性条件下， $Fe^{2+}$ 与空气中  $O_2$  反应生成  $FeOOH$  和  $H_2O$ ；

② 结合  $Fe^{2+}$  的检验方法解答；

(3) 柠檬酸钠具有还原性，可防止  $Fe^{2+}$  氧化为  $Fe^{3+}$ ，并且可结合  $H^+$ ，以防止  $H^+$  放电生成  $H_2$ ；

(4)  $Nd_2(C_2O_4)_3$ 、 $Fe_2(C_2O_4)_3$  难溶于水， $NdOCl$  微溶于水， $NdCl_3$  可溶于水，以  $Nd_2Fe_{14}B$  原料、加入  $(NH_4)_2C_2O_4$  溶液制备  $Nd_2(C_2O_4)_3$  时尽可能先将  $Fe^{3+}$  转化为  $Fe_2O_3$  除去，将  $Nd^{3+}$  尽可能地留在溶液中、转化为  $NdCl_3$ ，过滤后加入  $(NH_4)_2C_2O_4$  溶液生成  $Nd_2(C_2O_4)_3$  沉淀，达到分离除杂目的。

**【解答】** 解：(1) ①  $K_{a2}(H_2SO_4) = \frac{c(SO_4^{2-})}{c(HSO_4^-)} \times c(H^+) = 10^{-2}$ , 则  $pH = 1.0$  的硫酸中  $\frac{c(HSO_4^-)}{c(H_2SO_4)} = \frac{K_{a2}(H_2SO_4)}{c(H^+)} = \frac{10^{-2}}{0.1} = 0.1$ , 即  $\frac{c(HSO_4^-)}{c(SO_4^{2-})} = 10$ ,

故答案为：10；

② 硫酸酸浸废旧磁性合金钕铁硼( $Nd_2Fe_{14}B$ )时消耗硫酸，由图可知，溶液温度升高，温度升高抑制  $HSO_4^-$  的电离，导致酸浸初始阶段溶液的  $pH$  迅速上升，

故答案为：反应消耗  $H^+$ ；温度升高抑制  $HSO_4^-$  的电离；

(2) ① 碱性条件下， $Fe^{2+}$ 与空气中  $O_2$  反应生成  $FeOOH$  和  $H_2O$ ，离子方程式为  $4Fe^{2+} + O_2 + 8OH^- = 4FeOOH + 2H_2O$ ，

故答案为： $4Fe^{2+} + O_2 + 8OH^- = 4FeOOH + 2H_2O$ ；

② 酸浸时铁转化为  $Fe^{2+}$  进入滤液，则检验所得  $NaNd(SO_4)_2$  沉淀中是否含有铁元素的实验方案：取少量沉淀，加入足量盐酸溶解，再加入溶液，滴加  $KSCN$  溶液，若有血红色出现，说明含有铁元素，

故答案为：取少量沉淀，加入足量盐酸溶解，再加入溶液，滴加  $KSCN$  溶液，若有血红色出现，说明含有铁元素；

(3) 电解含有  $FeSO_4$ 、 $H_2SO_4$  的溶液可获得铁，但  $Fe^{2+}$  与  $H^+$  存在竞争关系，加入柠檬酸钠可降低  $c(H^+)$ ，

且柠檬酸钠具有还原性，可防止  $\text{Fe}^{2+}$  氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ，降低产率，

故答案为：柠檬酸根离子与  $\text{H}^+$  结合，减少  $\text{H}^+$  在阴极放电；防止  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ；

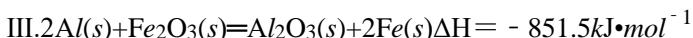
(4)  $\text{Nd}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ 、 $\text{Fe}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$  难溶于水， $\text{NdOCl}$  微溶于水， $\text{NdCl}_3$  可溶于水，以  $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$  原料、加入  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液制备  $\text{Nd}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$  时尽可能先将  $\text{Fe}^{3+}$  转化为  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  除去，将  $\text{Nd}^{3+}$  尽可能地留在溶液中、转化为  $\text{NdCl}_3$ ，经过加水充分浸取、过滤、在滤液中加入  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液至  $\text{NdCl}_3$  完全生成  $\text{Nd}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$  沉淀，过滤、洗涤、干燥即可得到  $\text{Nd}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ ，根据固体混合物在空气中焙烧所得固体物质的 X - 射线衍射图可知，应该选择  $\frac{n(\text{NH}_4\text{Cl})}{n(\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B})} = 3: 1$  的固体混合物，

故答案为：3: 1；加水充分浸取，过滤，向滤液中加入  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液，至静置后向上清液中继续滴加  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液无浑浊，过滤。

**【点评】**本题考查物质制备实验方案设计，侧重分析判断能力和灵活运用能力考查，把握电离平衡及其影响因素、离子检验、氧化还原反应规律的应用、反应条件选择及物质分离方法是解题关键，题目难度中等。

### 17. (15 分) 储能材料是当前研究的热点。

(1)  $\text{AlH}_3$  易分解反应释氢，且可与固体氧化物混合作固体燃料推进剂。 $\text{AlH}_3$  与  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的反应过程如下：



①  $\text{LiAlH}_4$  和  $\text{AlCl}_3$  在无水乙醚中反应可以生成  $\text{AlH}_3$  和  $\text{LiCl}$ ，该反应的化学方程式为  $3\text{LiAlH}_4 + \text{AlCl}_3 = 4\text{AlH}_3 + 3\text{LiCl}$ 。

② 反应： $2\text{AlH}_3(s) + 2\text{Fe}_2\text{O}_3(s) = 4\text{Fe}(s) + 3\text{H}_2\text{O}(g) + \text{Al}_2\text{O}_3(s)$  的  $\Delta H = -1018.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

③  $\text{AlH}_3$  与普通铝粉相比， $\text{AlH}_3$  与  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  反应更容易引发的原因是  $\text{AlH}_3$  分解得到活性  $\text{H}$  与  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  反应，大量放热，引发铝热反应 III， $\text{AlH}_3$  分解得到  $\text{Al}$ ，更容易与  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  反应(颗粒小，无氧化膜)。

(2)  $\text{NaBH}_4$  是一种储氢材料， $\text{Co-B}$  催化剂催化  $\text{NaBH}_4$  释氢的原理是： $\text{OH}^-$  使催化剂表面的  $\text{BH}_4^-$  释放  $\text{H}^-$  催化剂表面的  $\text{H}$  与  $\text{H}^+$  结合生成  $\text{H}_2$ ( $\text{Co}$  容易吸附阴离子)。在  $\text{Co-B}$  催化剂中掺有  $\text{MoO}_3$  会提高  $\text{NaBH}_4$  释氢速率，其部分机理如图 - 1 所示。

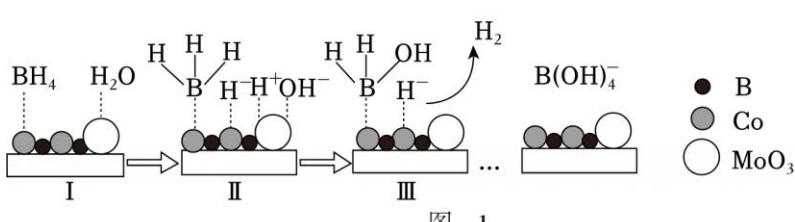


图-1

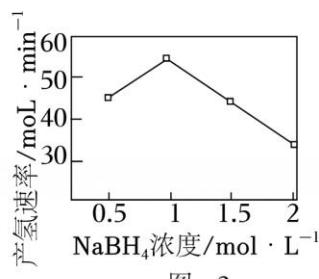


图-2

①  $\text{NaBH}_4$  水解生成  $\text{H}_2$  和  $\text{B}(\text{OH})_4^-$  的离子方程式为  $\text{BH}_4^- + 4\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}_2 + \text{B}(\text{OH})_4^-$ 。

② 用重水( $\text{D}_2\text{O}$ )代替  $\text{H}_2\text{O}$  通过检测反应生成的  $\text{HD}$ 、 $\text{B}(\text{OD})_4^-$  可以判断制氢的机理。

③ 掺有  $\text{MoO}_3$  能提高催化效率的原理是  $\text{MoO}_3$  能够促进水电离出  $\text{H}^+$  和  $\text{OH}^-$ 。

④ 产氢速率与  $\text{NaBH}_4$  浓度的关系如图 - 2 所示。当  $\text{NaBH}_4$  浓度大于  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时，产氢速率下降的原因是 反应产生的大量的  $\text{B}(\text{OD})_4^-$  吸附  $\text{Co}$  表面，阻止了  $\text{BH}_4^-$  的吸附反应。

**【分析】** (1) ① 根据原子守恒书写  $\text{LiAlH}_4$  和  $\text{AlCl}_3$  在无水乙醚中反应可以生成  $\text{AlH}_3$  和  $\text{LiCl}$  的化学方程

式：

②根据盖斯定律可知：I $\times 2$ +II+III可得反应： $2AlH_3(s)+2Fe_2O_3(s)\rightarrow 4Fe(s)+3H_2O(g)+Al_2O_3(s)\Delta H$ ，据此计算 $\Delta H$ ；

③AlH<sub>3</sub>分解得到活性H与Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>反应，大量放热，引发铝热反应III，AlH<sub>3</sub>分解得到Al，更容易与Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>反应(颗粒小，无氧化膜)；

(2)①根据原子守恒、电荷守恒书写反应的离子方程式；

②用重水(D<sub>2</sub>O)代替H<sub>2</sub>O，会生成HD、B(OH)<sub>4</sub><sup>-</sup>；

③MoO<sub>3</sub>能够促进水电离出H<sup>+</sup>和OH<sup>-</sup>，从而加快反应速率

④当NaBH<sub>4</sub>浓度大于1mol•L<sup>-1</sup>时，反应产生的大量的B(OH)<sub>4</sub><sup>-</sup>吸附Co表面，阻止了BH<sub>4</sub><sup>-</sup>的吸附反应。

**【解答】**解：(1)①根据原子守恒，可得LiAlH<sub>4</sub>和AlCl<sub>3</sub>在无水乙醚中反应可以生成AlH<sub>3</sub>和LiCl的化学方程式为： $3LiAlH_4+AlCl_3\rightarrow 4AlH_3+3LiCl$ ，

故答案为： $3LiAlH_4+AlCl_3\rightarrow 4AlH_3+3LiCl$ ；

②已知反应：I.  $AlH_3(s)\rightarrow Al(l)+3H(g)\Delta H=521.1\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，II.  $6H(g)+Fe_2O_3(s)\rightarrow 2Fe(s)+3H_2O(g)\Delta H=-1209.2\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，III.  $2Al(l)+Fe_2O_3(s)\rightarrow Al_2O_3(s)+2Fe(s)\Delta H=-851.5\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，根据盖斯定律可知：

I $\times 2$ +II+III可得反应： $2AlH_3(s)+2Fe_2O_3(s)\rightarrow 4Fe(s)+3H_2O(g)+Al_2O_3(s)\Delta H$ ，则 $\Delta H=(521.1\times 2 - 1209.2 - 851.5)\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} = -1018.5\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，

故答案为： $-1018.5\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ；

③AlH<sub>3</sub>与普通铝粉相比，AlH<sub>3</sub>与Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>反应更容易引发的原因是AlH<sub>3</sub>分解得到活性H与Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>反应，大量放热，引发铝热反应III，AlH<sub>3</sub>分解得到Al，更容易与Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>反应(颗粒小，无氧化膜)，

故答案为：AlH<sub>3</sub>分解得到活性H与Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>反应，大量放热，引发铝热反应III，AlH<sub>3</sub>分解得到Al，更容易与Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>反应(颗粒小，无氧化膜)；

(2)①由图可知，NaBH<sub>4</sub>水解生成H<sub>2</sub>和B(OH)<sub>4</sub><sup>-</sup>的离子方程式为： $BH_4^- + 4H_2O \rightarrow 4H_2 + B(OH)_4^-$ ，

故答案为： $BH_4^- + 4H_2O \rightarrow 4H_2 + B(OH)_4^-$ ；

②用重水(D<sub>2</sub>O)代替H<sub>2</sub>O通过检测反应生成的HD、B(OH)<sub>4</sub><sup>-</sup>，可以判断制氢的机理，

故答案为：HD、B(OH)<sub>4</sub><sup>-</sup>；

③掺有MoO<sub>3</sub>能提高催化效率的原理是MoO<sub>3</sub>能够促进水电离出H<sup>+</sup>和OH<sup>-</sup>，

故答案为：MoO<sub>3</sub>能够促进水电离出H<sup>+</sup>和OH<sup>-</sup>；

④产氢速率与NaBH<sub>4</sub>浓度的关系如图-2所示。当NaBH<sub>4</sub>浓度大于1mol•L<sup>-1</sup>时，产氢速率下降的原因是反应产生的大量的B(OH)<sub>4</sub><sup>-</sup>吸附Co表面，阻止了BH<sub>4</sub><sup>-</sup>的吸附反应，

故答案为：反应产生的大量的B(OH)<sub>4</sub><sup>-</sup>吸附Co表面，阻止了BH<sub>4</sub><sup>-</sup>的吸附反应。

**【点评】**本题主要考查盖斯定律的应用，反应机理的探究，方程式书写等，同时考查学生的分析能力等，属于基本知识的考查，难度中等。