

2022-2023 学年江苏省南京市江宁区高二(下)期末化学试卷

一、单项选择题(本题共 12 小题, 每小题 3 分, 共 42 分. 每小题只有一个选项最符合题目要求.)

1. (3 分) 化学与人类生活、科技发展密切相关, 下列有关说法正确的是 ()

- A. 生产华为 5G 芯片“巴龙 5000”的主要核心材料是硅酸盐
- B. 推广使用聚碳酸酯可降解塑料, 有利于保护环境减少白色污染
- C. 生产 N95 口罩的聚丙烯能使酸性高锰酸钾溶液褪色
- D. “中国天眼”用到的高性能材料碳化硅是一种新型的有机高分子材料

2. (3 分) 反应 $\text{Cl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$ 可用于污水脱氯。下列说法正确的是 ()

A. Cl_2 是极性分子

B. H_2O 分子的球棍模型:



C. Na_2SO_3 既含离子键又含共价键

D. HCl 的电子式为: $\text{H}^+ \left[\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ :\text{Cl}: \\ \cdot\cdot \end{array} \right]^-$

3. (3 分) 下列物质的性质与应用对应关系正确的是 ()

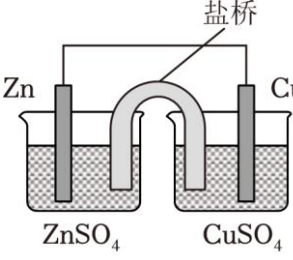
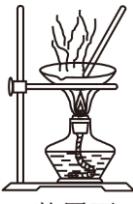
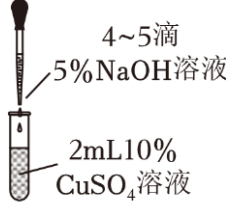
- A. 聚合硫酸铁能水解并形成胶体, 可用于自来水的杀菌消毒
- B. Na_2O_2 具有强氧化性, 可用作呼吸面具供氧剂
- C. 氧化铝熔点很高, 可用于制造耐火坩埚
- D. SiO_2 硬度大, 可用于制光导纤维

4. (3 分) X、Y、Z、W 为短周期中原子序数依次增大的四种主族元素。X 和 Z 的基态原子的 2p 能级上各有两个未成对电子, W 与 X 同族。下列说法正确的是 ()

- A. 原子半径: $r(\text{W}) > r(\text{Y}) > r(\text{Z})$
- B. 简单氢化物的沸点: $\text{X} > \text{W} > \text{Z}$
- C. 元素第一电离能: $I_1(\text{Z}) > I_1(\text{Y}) > I_1(\text{X})$
- D. 最高价氧化物对应水化物的酸性: $\text{W} > \text{X} > \text{Y}$

5. (3 分) 下列实验操作能达到实验目的的是 ()

A	B	C	D
---	---	---	---

 酸性 KMnO₄ 溶液 装置甲	 盐桥 Zn Cu ZnSO₄ CuSO₄ 装置乙	 装置丙	 4~5滴 5%NaOH溶液 2mL10% CuSO₄溶液 装置丁
通过装置甲除去乙烯中的少量 SO₂	通过装置乙构成锌铜原电池	通过操作丙蒸干 MgCl₂ 溶液制无水 MgCl₂ 固体	通过操作丁制备用于检验醛基的氢氧化铜悬浊液

A. A

B. B

C. C

D. D

6. (3分) 室温下, 下列各组离子在指定溶液中能大量共存的是 ()

A. 能使甲基橙变红的溶液: Na⁺、Ca²⁺、Br⁻、HCO₃⁻

B. $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{OH}^-)} = 1 \times 10^{-12}$ 的溶液: K⁺、Na⁺、CO₃²⁻、AlO₂⁻

C. 0.1 mol·L⁻¹ KFe(SO₄)₂ 溶液: Mg²⁺、Al³⁺、SCN⁻、NO₃⁻

D. 0.1 mol·L⁻¹ Ca₅NH₄(NO₃)₁₁ 溶液: H⁺、Fe²⁺、Cl⁻、SO₄²⁻

阅读下列材料, 回答第 7~9 题。

哈伯法合成氨的反应原理为 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温高压}} 2\text{NH}_3(\text{g})$, 新研制的催化剂可使该反应在常温、常压下进行, 以氮气和氢气为反应物的燃料电池是利用氮气的一种新方法。

7. 下列有关哈伯法合成氨反应的说法正确的是 ()

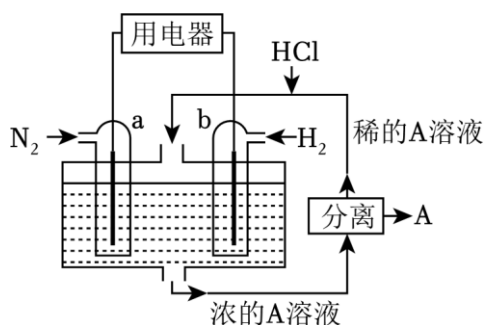
A. 若该反应能自发进行, 则 $\Delta H > 0$

B. 选用高效催化剂, 可降低该反应的活化能

C. 其它条件不变, 增大起始 $n(\text{N}_2): n(\text{H}_2)$ 的比值, 可提高 N₂ 的平衡转化率

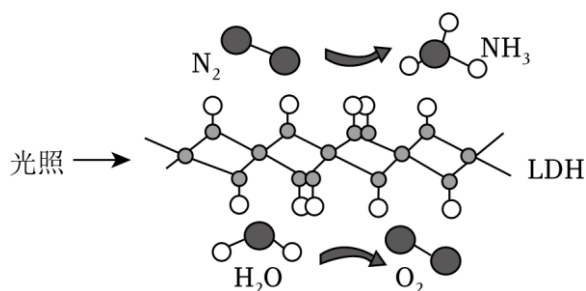
D. 提高体系的压强可增大反应的化学平衡常数

8. 将上述合成氨反应设计成燃料电池, 工作原理如图所示。其中溶有 HCl 的稀的 A 溶液为电解质。下列说法不正确的是 ()

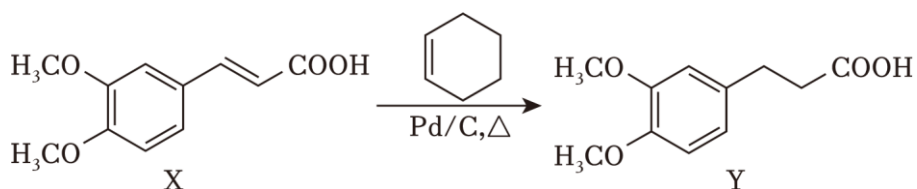


- A. b 电极为负极
- B. a 电极发生的反应为 $\text{N}_2 + 8\text{H}^+ + 6\text{e}^- = 2\text{NH}_4^+$
- C. A 溶液中所含溶质为 NH_4Cl
- D. 可用蒸发结晶的方法分离出 A

9. 我国科学家研制的高效固体催化剂 LDH，实现了在常温常压、可见光条件下“人工固氮”，其原理如图所示。下列有关说法不正确的是（ ）



- A. 使用 LDH，可降低反应的焓变
- B. 反应过程中存在共价键的断裂与形成
- C. 反应过程中存在太阳能转化为化学能
- D. 反应生成 1.7gNH_3 时，电子转移了 0.3mol
10. (3 分) 多奈哌齐是一种抗阿尔茨海默病药物，其合成路线中的一步反应如图。下列说法不正确的是（ ）



- A. X 分子存在顺反异构体
- B. $\text{X} \rightarrow \text{Y}$ 发生了加成反应
- C. Y 分子中化学环境不同的氢原子有 6 种
- D. X、Y 可用溴的 CCl_4 溶液鉴别

11. (3 分) 室温下进行下列实验。根据实验操作和现象所得到的结论正确的是 ()

选项	实验操作和现象	结论
A	向苯酚浊液中滴入 Na_2S 溶液，浊液变清	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$ 结合 H^+ 的能力比 S^{2-} 的强
B	将 X 溶液滴在 KI 淀粉试纸上，试纸变蓝色	X 溶液中一定含有 I_2
C	向 FeCl_2 和 KSCN 的混合溶液中滴入酸化的 AgNO_3 溶液，溶液变红	Ag^+ 的氧化性一定比 Fe^{3+} 的强
D	向 2 支均盛有 2mL 相同浓度 $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)]$ 溶液的试管中，分别滴入 2 滴相同浓度的 KCl 、 KI 溶液，前者无明显现象，后者有黄色沉淀	$K_{\text{sp}}(\text{AgI}) < K_{\text{sp}}(\text{AgCl})$

A. A

B. B

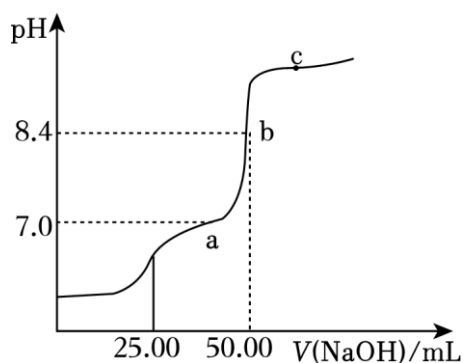
C. C

D. D

 12. (3 分) 通过下列实验探究草酸 ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 的性质

实验	实验操作和现象
1	加热草酸晶体，将产生的气体通入澄清石灰水中，石灰水变浑浊
2	室温下，用 pH 计测得 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液的 pH 约为 1.3
3	室温下，向 25.00mL $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液中逐滴加入 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液，得到如图的滴定曲线

下列有关说法正确的是 ()

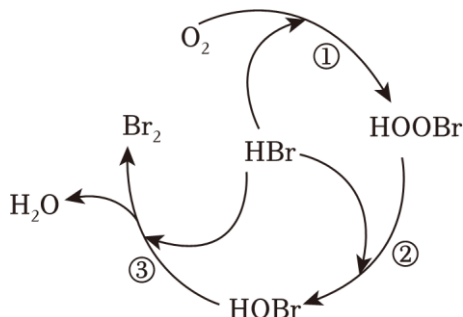

 A. 依据实验 1 的现象，确定气体的成分仅为 CO_2

 B. a、b、c 对应的溶液中，水的电离程度： $c > b > a$

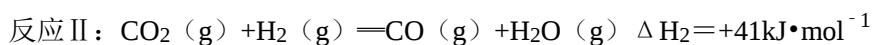
 C. $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液中存在 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$

D. $V(\text{NaOH}) = 25.00\text{mL}$ 时的溶液中: $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) > c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$

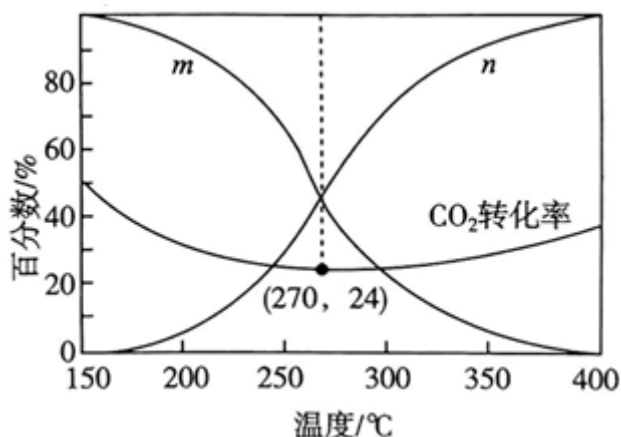
13. (3 分) 据文献报道, 我国学者提出 O_2 氧化 HBr 生成 Br_2 反应历程如图所示。下列有关该历程的说法正确的是 ()



- A. O_2 氧化 HBr 生成 Br_2 的总反应为: $\text{O}_2 + 4\text{HBr} = 2\text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 B. 中间体 HO_2Br 和 HOBr 中 Br 的化合价不相同
 C. 发生步骤②时, 形成的化学键既有极性键又有非极性键
 D. 步骤③中, 每生成 1mol Br_2 转移 2mol 电子
14. (3 分) 二氧化碳加氢制甲醇涉及的反应可表示为:



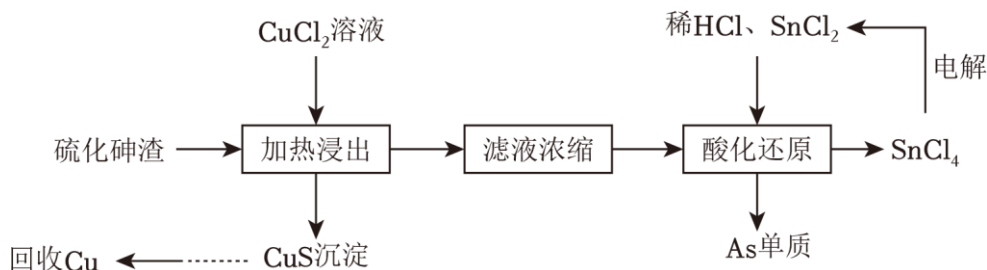
一体积固定的密闭容器中, 在 5MPa 下, 按照 $n(\text{CO}_2): n(\text{H}_2) = 1: 3$ 投料, 平衡时, CO 和 CH_3OH 在含碳产物中物质的量分数及 CO_2 的转化率随温度的变化如题图所示。下列说法正确的是 ()



- A. H_2 的平衡转化率始终低于 CO_2
 B. n 曲线代表的物质为 CH_3OH 温度越高, 越有利于 CH_3OH 的生成
 C. $270 \sim 400^\circ\text{C}$ 时, 平衡移动的程度: 反应 I $>$ 反应 II
 D. 加入选择性高的催化剂, 可提高 CH_3OH 的平衡转化率

二、非选择题 (本题共 4 小题, 共计 58 分. 请将解答填写在答题卡相应的位置.)

15. (16 分) 将硫化砷渣转化为单质砷, 可变废为宝, 获得稀有的砷资源。一种用氯化铜溶液浸出硫化砷渣 (主要成分为 As_2S_3) 制备砷, 同时回收铜的工艺流程如图:



已知: ①加热浸出得到滤液的主要成分是 H_3AsO_3 , H_3AsO_3 是弱酸;

② SnCl_2 易水解生成碱式氯化亚锡沉淀。

(1) 加热浸出步骤的化学方程式为 _____。

(2) 加热浸出时, 浸出时间与浸出温度对砷的浸出率的影响如图 1、图 2 所示, 加热浸出的最佳条件大约是 _____ (填写对应的选项)。

a. 10min, 50℃

b. 60min, 80℃

c. 110min, 100℃

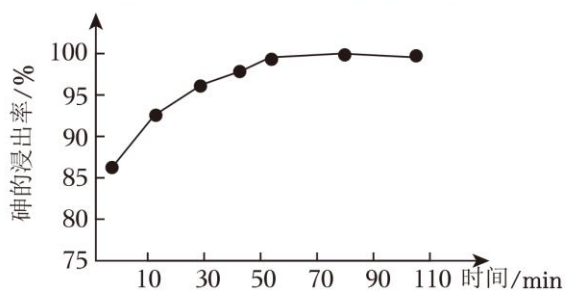


图1

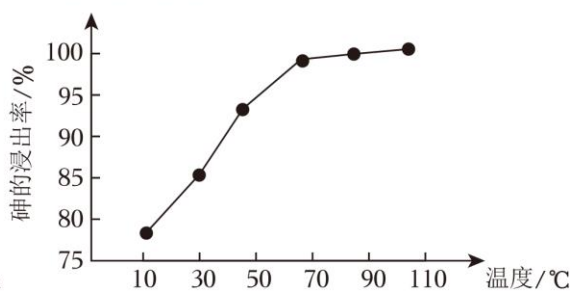


图2

(3) 写出酸化还原步骤的离子方程式 _____。

(4) 酸化还原时, 无盐酸或盐酸太少均不利于还原反应的进行, 原因是 _____。

(5) 将 CuS 沉淀加入稀硫酸中, 控制反应温度为 50℃, 加入适量 H_2O_2 溶液, 过滤, 向所得滤液中加入铁屑, 可回收 Cu 。控制温度不宜过高的原因是 _____。

(6) CuS 、 ZnS 在水中的沉淀溶解平衡曲线如图 3 所示 (M 代表 Cu 和 Zn), 则 $K_{\text{sp}}(\text{CuS}) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

向含等浓度 ZnCl_2 和 CuCl_2 的溶液中逐滴加入饱和 Na_2S 溶液, 先析出的是 _____。

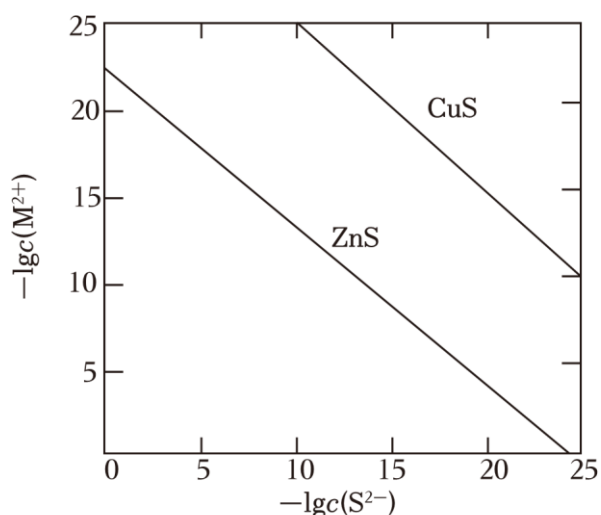
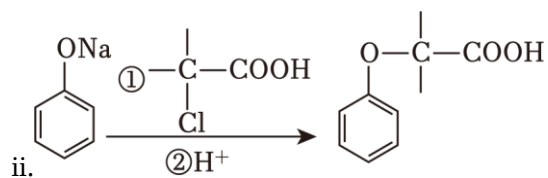
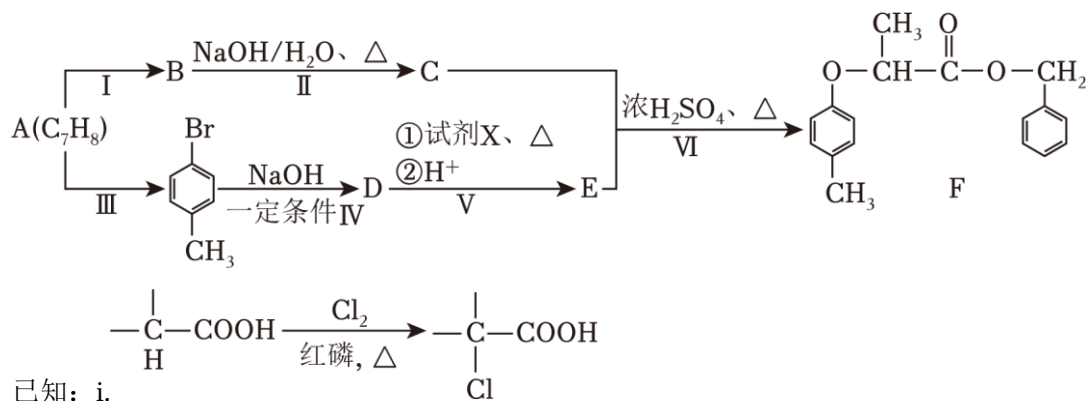


图3

16. (14 分) 有机物 F 的合成路线如图:



(1) F 中官能团的名称 ____。

(2) 步骤 II 的反应类型为 ____。

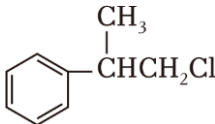
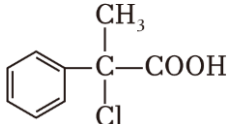
 (3) D $\rightarrow$ E 的转化需要试剂 X, X 的结构简式为 ____。

(4) 写出一种满足下列条件的 E 的同分异构体的结构简式 ____。

 ①能与 $FeCl_3$ 溶液发生显色反应;

②能发生银镜反应和水解反应;

③分子中有 5 种不同化学环境的氢原子。

(5) 依据题中信息, 设计以  为原料制取  的合成路线

（无机试剂和有机溶剂任用，合成路线示例见本题干）。

- 17.（14 分）过硫酸钠（ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ）常用作漂白剂、氧化剂等。某研究小组利用如图所示装置制备 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 并探究其性质（加热及夹持仪器略去）。

I. 制备 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$

已知：① $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{55^\circ\text{C}} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ；

② $2\text{NH}_3 + 3\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8 + 6\text{NaOH} \xrightarrow{90^\circ\text{C}} 6\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ ；

③ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 是白色晶状粉末，易溶于水，加热至 65°C 就会发生分解。

（1）仪器 a 的名称是 _____。

（2）装置 B 中发生反应的同时，需要持续通入空气的目的是 _____。

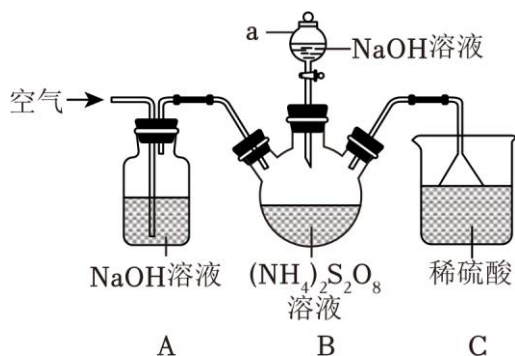
（3）反应完毕，将三颈圆底烧瓶中的溶液减压蒸发、结晶过滤、洗涤干燥，可得过硫酸钠，减压蒸发的原因是 _____。

II. 测定产品纯度

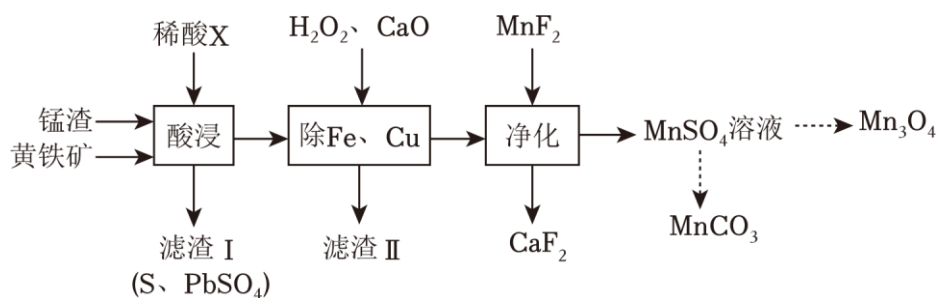
（4）称取 0.3000g 样品于碘量瓶中，加入 30mL 水溶解，加入 4.000gKI 固体（略过量）摇匀，溶液中 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 被还原为 SO_4^{2-} ，在暗处放置 30min，再加入适量醋酸溶液酸化，以淀粉溶液作指示剂，用 $0.1000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定至终点（滴定反应为 $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ ），共消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液 20.00mL。计算 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 样品的纯度（写出计算过程）_____。

III. 探究的性质

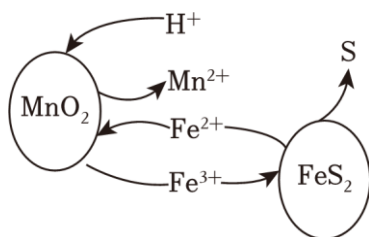
（5） $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液与铜粉反应只生成两种盐且反应先慢后快，某同学推测反应先慢后快的原因可能是生成的 Cu^{2+} 对反应起催化作用，设计实验方案检验该推测是否正确 _____。（实验中供选择试剂： Cu 粉、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液、 Na_2SO_4 溶液、 CuSO_4 溶液、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 溶液、 CuCl_2 溶液）



- 18.（14 分）以锰渣（含 MnO_2 及少量 Pb 、 Fe 、 Cu 元素的氧化物）和黄铁矿（主要成分为 FeS_2 ）为原料可制备 Mn_3O_4 和 MnCO_3 ，过程可表示为：



(1) 酸浸：将锰渣与黄铁矿粉碎混合，用稀酸 X 浸取。研究发现，酸浸时， FeS_2 和 MnO_2 颗粒参与反应的原理如图所示（部分产物未标出）。



- ①所用的稀酸 X 是 _____（填名称）。
- ② FeS_2 和 MnO_2 颗粒参与反应的过程可描述为 _____。
- ③若黄铁矿用量增加，锰的浸出率会降低，可能的原因是 _____。

(2) 除铁铜：滤渣 II 的主要成分为 _____（填化学式）。

(3) MnSO_4 溶液和氨水 - NH_4HCO_3 混合溶液反应，生成 MnCO_3 沉淀。反应的离子方程式为 _____。

(4) 产物 Mn_3O_4 中锰元素的化合价为 _____。

2022-2023 学年江苏省南京市江宁区高二(下)期末化学试卷

参考答案与试题解析

一、单项选择题(本题共 12 小题, 每小题 3 分, 共 42 分. 每小题只有一个选项最符合题目要求.)

1. (3 分) 化学与人类生活、科技发展密切相关, 下列有关说法正确的是 ()

- A. 生产华为 5G 芯片“巴龙 5000”的主要核心材料是硅酸盐
- B. 推广使用聚碳酸酯可降解塑料, 有利于保护环境减少白色污染
- C. 生产 N95 口罩的聚丙烯能使酸性高锰酸钾溶液褪色
- D. “中国天眼”用到的高性能材料碳化硅是一种新型的有机高分子材料

【答案】B

【分析】A. 晶体硅是良好的半导体材料, 可用于制造芯片、太阳能硅板等;

B. 聚碳酸酯可降解塑料在自然界中能分解生成二氧化碳, 不会造成环境污染;

C. 聚丙烯不含碳碳双键, 不能与酸性高锰酸钾反应;

D. 碳化硅是一种新型的无机非金属材料, 不属于有机高分子材料。

【解答】解: A. 生产芯片的主要核心材料是晶体硅, 不是硅酸盐, 故 A 错误;

B. 聚碳酸酯为可降解塑料, 降解生成二氧化碳, 推广使用有利于减少白色污染, 故 B 正确;

C. 丙烯发生加聚反应生成聚丙烯, 不含有碳碳双键, 不能使酸性高锰酸钾溶液褪色, 故 C 错误;

D. 碳化硅是无机物, 碳化硅是一种新型的无机非金属材料, 不属于有机高分子材料, 故 D 错误;
故选: B。

2. (3 分) 反应 $\text{Cl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$ 可用于污水脱氯。下列说法正确的是 ()

A. Cl_2 是极性分子

B. H_2O 分子的球棍模型:



C. Na_2SO_3 既含离子键又含共价键

D. HCl 的电子式为: $\text{H}^+ \left[\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ :\text{Cl}: \\ \cdot\cdot \end{array} \right]^-$

【答案】C

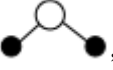
【分析】A. 氯气分子中氯原子之间为非极性键, 且氯气分子为直线形结构;

B. 用小球和小棍表示的模型为球棍模型;

C. Na_2SO_3 为含共价键的离子化合物;

D. HCl 为共价化合物。

【解答】解：A. 氯气分子中的 Cl - Cl 为非极性键，且氯气分子为直线形结构，正负电荷中心重合，为非极性分子，故 A 错误；

B. 水分子的空间构型为 V 形，中心原子是 O，且 O 原子半径大于 H，其球棍模型为 ，故 B 错误；

C. Na_2SO_3 为含共价键的离子化合物，钠离子和亚硫酸根离子之间为离子键，亚硫酸根离子中的 S、O 之间为共价键，故 C 正确；

D. HCl 为共价化合物，电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{Cl}}:$ ，故 D 错误；

故选：C。

3. (3 分) 下列物质的性质与应用对应关系正确的是 ()

- A. 聚合硫酸铁能水解并形成胶体，可用于自来水的杀菌消毒
- B. Na_2O_2 具有强氧化性，可用作呼吸面具供氧剂
- C. 氧化铝熔点很高，可用于制造耐火坩埚
- D. SiO_2 硬度大，可用于制光导纤维

【答案】C

【分析】A. 聚合硫酸铁溶于水形成胶体，不具有强氧化性，不能用于杀菌消毒；

B. Na_2O_2 能与 CO_2 、 H_2O 反应生成 O_2 ，可作氧气的来源；

C. 制造耐火坩埚的材料应是具有高熔点的物质；

D. SiO_2 具有良好的导光性，可以制造光导纤维。

【解答】解：A. 聚合硫酸铁溶于水形成吸附性强的氢氧化铁胶体，吸附水中悬浮物形成沉淀，达到净水目的，但聚合硫酸铁没有强氧化性，不能用于自来水杀菌消毒，故 A 错误；

B. Na_2O_2 能与 CO_2 、 H_2O 反应生成 O_2 ，可用作呼吸面具供氧剂，与 Na_2O_2 具有强氧化性无关，故 B 错误；

C. 氧化铝是离子化合物，离子键强，导致其熔点很高，可用于制造耐火坩埚，故 C 正确；

D. SiO_2 制光导纤维，利用的是其良好的光学性质，与其硬度大无关，故 D 错误；

故选：C。

4. (3 分) X、Y、Z、W 为短周期中原子序数依次增大的四种主族元素。X 和 Z 的基态原子的 2p 能级上各有两个未成对电子，W 与 X 同族。下列说法正确的是 ()

A. 原子半径： $r(\text{W}) > r(\text{Y}) > r(\text{Z})$

B. 简单氢化物的沸点： $\text{X} > \text{W} > \text{Z}$

C. 元素第一电离能： $I_1(Z) > I_1(Y) > I_1(X)$

D. 最高价氧化物对应水化物的酸性： $W > X > Y$

【答案】A

【分析】X、Y、Z、W 为短周期中原子序数依次增大的四种主族元素，X 和 Z 的基态原子的 2p 能级上各有两个未成对电子，电子排布分别为 $1s^2 2s^2 2p^2$ 、 $1s^2 2s^2 2p^4$ ，则 X 为 C 元素、Z 为 O 元素；Y 的原子序数介于碳、氧之间，可知 Y 为 N 元素；而 W 与 X（碳）同族，则 W 为 Si 元素。

【解答】解：由分析可知，X 为 C 元素、Y 为 N 元素、Z 为 O 元素、W 为 Si 元素；

A. 同周期主族元素从左向右原子半径减小，同主族从上到下原子半径增大，则原子半径： $r(\text{Si}) > r(\text{N}) > r(\text{O})$ ，故 A 正确；

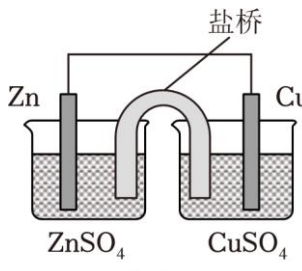
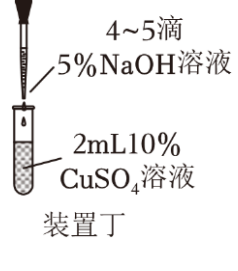
B. 水分子间含氢键，水的沸点高， SiH_4 的相对分子质量比 CH_4 大， SiH_4 分子之间范德华力更强， SiH_4 的沸点比 CH_4 高，则简单氢化物的沸点： $\text{H}_2\text{O} > \text{SiH}_4 > \text{CH}_4$ ，故 B 错误；

C. 同周期主族元素从左向右第一电离能呈增大趋势，但 N 元素 2p 轨道为半满为稳定结构，其第一电离能高于同周期相邻元素，则元素第一电离能： $I_1(\text{N}) > I_1(\text{O}) > I_1(\text{C})$ ，故 C 错误；

D. 非金属性越强，对应最高价含氧酸的酸性越强，元素非金属性： $\text{Si} < \text{C} < \text{N}$ ，则酸性： $\text{H}_2\text{SiO}_3 < \text{H}_2\text{CO}_3 < \text{HNO}_3$ ，故 D 错误；

故选：A。

5. (3 分) 下列实验操作能达到实验目的的是 ()

A	B	C	D
 装置甲	 装置乙	 装置丙	 装置丁
通过装置甲除去乙烯中的少量 SO_2	通过装置乙构成锌铜原电池	通过操作丙蒸干 MgCl_2 溶液制无水 MgCl_2 固体	通过操作丁制备用于检验醛基的氢氧化铜悬浊液

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】B

【分析】A. 乙烯、二氧化硫均可被酸性高锰酸钾溶液氧化；

- B. 图中构成原电池，Zn 为负极、Cu 为正极；
 C. 蒸发促进镁离子水解，且生成的盐酸易挥发；
 D. NaOH 溶液不足。

【解答】解：A. 乙烯、二氧化硫均可被酸性高锰酸钾溶液氧化，将原物质除去，不能除杂，故 A 错误；
 B. 图中 Zn 为负极、Cu 为正极，形成闭合回路，图中为锌铜原电池，故 B 正确；
 C. 蒸发促进镁离子水解，且生成的盐酸易挥发，应在 HCl 气流中加热制备无水氯化镁，故 C 错误；
 D. NaOH 溶液不足，检验醛基应在碱性溶液中，则 NaOH 应过量，故 D 错误；
 故选：B。

6. (3 分) 室温下，下列各组离子在指定溶液中能大量共存的是 ()

- A. 能使甲基橙变红的溶液： Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Br^- 、 HCO_3^-
 B. $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{OH}^-)} = 1 \times 10^{-12}$ 的溶液： K^+ 、 Na^+ 、 CO_3^{2-} 、 AlO_2^-
 C. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KFe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液： Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 SCN^- 、 NO_3^-
 D. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Ca}_5\text{NH}_4(\text{NO}_3)_{11}$ 溶液： H^+ 、 Fe^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-}

【答案】B

- 【分析】A. 该溶液呈酸性，碳酸氢根离子与氢离子反应；
 B. 该溶液呈碱性，四种离子之间不反应，都不与氢氧根离子反应；
 C. 该溶液中的铁离子与硫氰根离子发生络合反应；
 D. 硝酸根离子在酸性条件下能够氧化亚铁离子。

【解答】解：A. 能使甲基橙变红的溶液呈酸性， HCO_3^- 与氢离子反应，在酸性溶液中不能大量共存，故 A 错误；
 B. 该溶液中存在大量氢氧根离子， K^+ 、 Na^+ 、 CO_3^{2-} 、 AlO_2^- 之间不反应，都不与氢氧根离子反应，在溶液中能够大量共存，故 B 正确；
 C. $\text{KFe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液中的 Fe^{3+} 与 SCN^- 反应生成硫氰化铁，在溶液中不能大量共存，故 C 错误；
 D. $\text{Ca}_5\text{NH}_4(\text{NO}_3)_{11}$ 溶液中的 NO_3^- 在 H^+ 存在条件下具有强氧化性，能够氧化 Fe^{2+} ，不能大量共存，故 D 错误；
 故选：B。

阅读下列材料，回答第 7~9 题。

哈伯法合成氨的反应原理为 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温高压}} 2\text{NH}_3(\text{g})$ ，新研制的催化剂可使该反应在常

温、常压下进行，以氮气和氢气为反应物的燃料电池是利用氮气的一种新方法。

7. 下列有关哈伯法合成氨反应的说法正确的是（ ）

- A. 若该反应能自发进行，则 $\Delta H > 0$
- B. 选用高效催化剂，可降低该反应的活化能
- C. 其它条件不变，增大起始 $n(\text{N}_2): n(\text{H}_2)$ 的比值，可提高 N_2 的平衡转化率
- D. 提高体系的压强可增大反应的化学平衡常数

【答案】B

【分析】A. 该反应的 $\Delta S < 0$ ，自发进行时满足 $\Delta H - T\Delta S < 0$ ；

B. 催化剂可降低反应的活化能；

C. 增大起始 $n(\text{N}_2): n(\text{H}_2)$ 的比值，氮气浓度增大，平衡正向移动；

D. 平衡常数只受温度的影响。

【解答】解：A. 该反应的熵变 $\Delta S < 0$ ，该反应能自发进行，说明 $\Delta H - T\Delta S < 0$ ，则 $\Delta H < T\Delta S < 0$ ，故 A 错误；

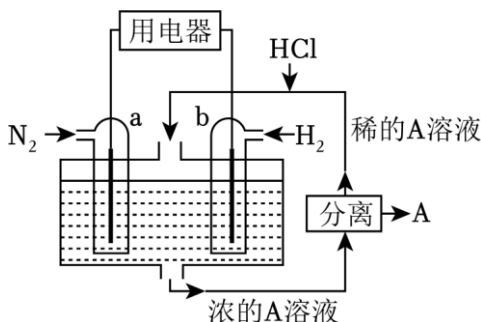
B. 选用高效催化剂，降低了反应的活化能，故 B 正确；

C. 其它条件不变，增大起始 $n(\text{N}_2): n(\text{H}_2)$ 的比值，氮气的浓度增大，平衡正向移动，但 N_2 的平衡转化率减小，故 C 错误；

D. 提高体系的压强，平衡正向移动，由于温度不变，该反应的平衡常数不变，故 D 错误；

故选：B。

8. 将上述合成氨反应设计成燃料电池，工作原理如图所示。其中溶有 HCl 的稀的 A 溶液为电解质。下列说法不正确的是（ ）



A. b 电极为负极

B. a 电极发生的反应为 $\text{N}_2 + 8\text{H}^+ + 6\text{e}^- = 2\text{NH}_4^+$

C. A 溶液中所含溶质为 NH_4Cl

D. 可用蒸发结晶的方法分离出 A

【答案】D

【分析】该原电池是利用了合成氨的反应原理，a 电极通入 N_2 ，b 电极通入 H_2 ，合成氨中 N 元素化合价降低被还原，H 元素化合价升高被氧化，则 a 极为正极，b 电极为负极，a 电极发生的反应为 $N_2 + 8H^+ + 6e^- = 2NH_4^+$ ，b 电极上发生反应 $H_2 - 2e^- = 2H^+$ ，结合图示可知，从原电池流出的浓的 A 溶液为 NH_4Cl 溶液，以此分析解答。

【解答】解：A. b 电极通入 H_2 ，氢气在反应中失去电子被氧化，则 b 电极为负极，故 A 正确；

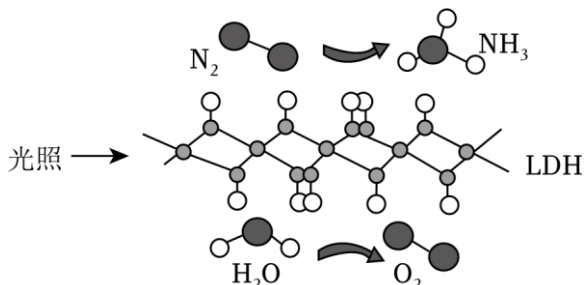
B. a 极为正极，正极上氮气得到电子结合氢离子生成铵根离子，发生反应为 $N_2 + 8H^+ + 6e^- = 2NH_4^+$ ，故 B 正确；

C. 电解质溶液中通入了 HCl ，氯化氢与氨气反应生成氯化铵，则 A 溶液中所含溶质为 NH_4Cl ，故 C 正确；

D. A 为 NH_4Cl ， NH_4Cl 加热易分解，不能用蒸发结晶的方法分离出 NH_4Cl ，应该采用蒸发浓缩、冷却结晶的方法得到 NH_4Cl ，故 D 错误；

故选：D。

9. 我国科学家研制的高效固体催化剂 LDH，实现了在常温常压、可见光条件下“人工固氮”，其原理如图所示。下列有关说法不正确的是（ ）



- A. 使用 LDH，可降低反应的焓变
B. 反应过程中存在共价键的断裂与形成
C. 反应过程中存在太阳能转化为化学能
D. 反应生成 $1.7gNH_3$ 时，电子转移了 $0.3mol$

【答案】A

【分析】A. 催化剂不改变焓变；

B. 反应过程中断裂了 $N \equiv N$ 和 $O - H$ 键，形成了 $N - H$ 键和 $O = O$ 键；

C. 该过程吸收太阳能；

D. 该反应的化学方程式为 $2N_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{光照}]{LDE} 4NH_3 + 3O_2$ ，生成 $4mol$ 氨气，转移 $12mol$ 电子。

【解答】解：A. 催化剂能降低反应的活化能，但不改变焓变，故 A 错误；

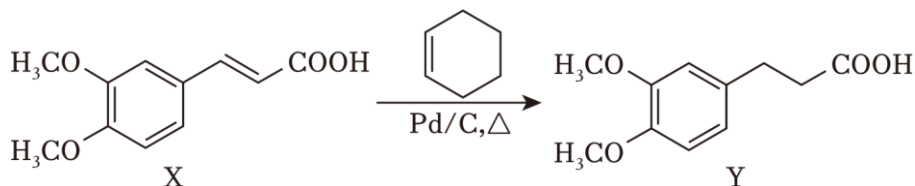
B. 反应过程中断裂了 $\text{N}\equiv\text{N}$ 和 $\text{O}-\text{H}$ 键，形成了 $\text{N}-\text{H}$ 键和 $\text{O}=\text{O}$ 键，故反应过程中存在共价键的断裂与形成，故 B 正确；

C. 该过程吸收太阳能，存在太阳能转化为化学能，故 C 正确；

D. 该反应的化学方程式为 $2\text{N}_2+6\text{H}_2\text{O}\xrightarrow[\text{光照}]{\text{LDE}}4\text{NH}_3+3\text{O}_2$ ，生成 4mol 氨气，转移 12mol 电子，则反应生成 1.7g NH_3 即 0.1mol 氨气时，电子转移了 0.3mol，故 D 正确；

故选：A。

10. (3 分) 多奈哌齐是一种抗阿尔茨海默病药物，其合成路线中的一步反应如图。下列说法不正确的是 ()



- A. X 分子存在顺反异构体
B. $\text{X}\rightarrow\text{Y}$ 发生了加成反应
C. Y 分子中化学环境不同的氢原子有 6 种
D. X、Y 可用溴的 CCl_4 溶液鉴别

【答案】C

【分析】A. X 中碳碳双键的碳原子上均连接不同基团；

B. $\text{X}\rightarrow\text{Y}$ 中碳碳双键转化为单键；

C. Y 的结构不对称，含 8 种 H 原子；

D. X 含碳碳双键，与溴的 CCl_4 溶液发生加成反应。

【解答】解：A. X 中碳碳双键的碳原子上均连接不同基团，则 X 分子存在顺反异构体，故 A 正确；

B. $\text{X}\rightarrow\text{Y}$ 中碳碳双键转化为单键，可知反应类型为加成反应，故 B 正确；

C. Y 的结构不对称，含 8 种 H 原子，则 Y 分子中化学环境不同的氢原子有 8 种，故 C 错误；

D. X 含碳碳双键，与溴的 CCl_4 溶液发生加成反应，Y 不能，可鉴别，故 D 正确；

故选：C。

11. (3 分) 室温下进行下列实验。根据实验操作和现象所得到的结论正确的是 ()

选项	实验操作和现象	结论

A	向苯酚浊液中滴入 Na_2S 溶液，浊液变清	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$ 结合 H^+ 的能力比 S^{2-} 的强
B	将 X 溶液滴在 KI 淀粉试纸上，试纸变蓝色	X 溶液中一定含有 I_2
C	向 FeCl_2 和 KSCN 的混合溶液中滴入酸化的 AgNO_3 溶液，溶液变红	Ag^+ 的氧化性一定比 Fe^{3+} 的强
D	向 2 支均盛有 2mL 相同浓度 $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)]$ 溶液的试管中，分别滴入 2 滴相同浓度的 KCl、KI 溶液，前者无明显现象，后者有黄色沉淀	$K_{\text{sp}}(\text{AgI}) < K_{\text{sp}}(\text{AgCl})$

A. A B. B C. C D. D

【答案】D

【分析】A. 苯酚浊液中滴入 Na_2S 溶液生成苯酚钠；

B. X 可能为氯水、碘水等；

C. FeCl_2 和 KSCN 的混合溶液中滴入酸化的 AgNO_3 溶液，亚铁离子、硝酸根离子发生氧化还原反应生成铁离子；

D. K_{sp} 小的先沉淀。

【解答】解：A. 苯酚浊液中滴入 Na_2S 溶液生成苯酚钠，可知 $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$ 结合 H^+ 的能力比 S^{2-} 的弱，故 A 错误；

B. X 可能为氯水、碘水等，滴在 KI 淀粉试纸上，试纸变蓝色，故 B 错误；

C. FeCl_2 和 KSCN 的混合溶液中滴入酸化的 AgNO_3 溶液，亚铁离子、硝酸根离子发生氧化还原反应生成铁离子，不能说明 Ag^+ 的氧化性一定比 Fe^{3+} 的强，故 C 错误；

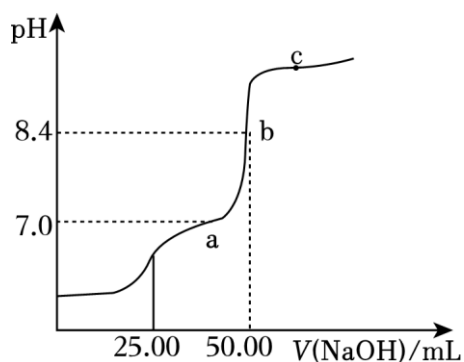
D. K_{sp} 小的先沉淀，由现象可知 $K_{\text{sp}}(\text{AgI}) < K_{\text{sp}}(\text{AgCl})$ ，故 D 正确；

故选：D。

12. (3 分) 通过下列实验探究草酸 ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 的性质

实验	实验操作和现象
1	加热草酸晶体，将产生的气体通入澄清石灰水中，石灰水变浑浊
2	室温下，用 pH 计测得 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液的 pH 约为 1.3
3	室温下，向 $25.00\text{mL} 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液中逐滴加入 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液，得到如图的滴定曲线

下列有关说法正确的是 ()



- A. 依据实验 1 的现象，确定气体的成分仅为 CO_2
- B. a、b、c 对应的溶液中，水的电离程度： $c > b > a$
- C. $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液中存在 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$
- D. $V(\text{NaOH}) = 25.00\text{mL}$ 时的溶液中： $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) > c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$

【答案】D

【分析】A. 加热草酸晶体，将产生的气体通入澄清石灰水中，石灰水变浑浊，说明含有 CO_2 生成，该反应中 C 元素化合价由 +3 价变为 +4 价，生成的水中各元素化合价不变，根据转移电子守恒知，还应该得有得电子化合价降低的物质生成；

B. b 点酸碱恰好完全反应生成 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ， $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 水解而促进水电离；c 点过量 NaOH ，抑制水电离；

C. 溶液中存在电荷守恒，根据电荷守恒判断；

D. $V(\text{NaOH}) = 25.00\text{mL}$ 时，二者恰好完全反应生成 NaHC_2O_4 ，溶液的 $\text{pH} < 7$ ，说明 HC_2O_4^- 的电离程度大于水解程度。

【解答】解：A. 加热草酸晶体，将产生的气体通入澄清石灰水中，石灰水变浑浊，说明含有 CO_2 生成，该反应中 C 元素化合价由 +3 价变为 +4 价，生成的水中各元素化合价不变，根据转移电子守恒知，还应该得有得电子化合价降低的物质生成，所以生成物中除了 CO_2 、 H_2O 外还有其它物质，故 A 错误；

B. a 点为草酸钠和草酸氢钠的混合液， $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 水解而促进水电离，而 HC_2O_4^- 的电离抑制水电离；b 点酸碱恰好完全反应生成 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ， $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 水解而促进水电离；c 点过量 NaOH ，抑制水电离，则水电离程度最大的点为 b，而不是 c 点，故 B 错误；

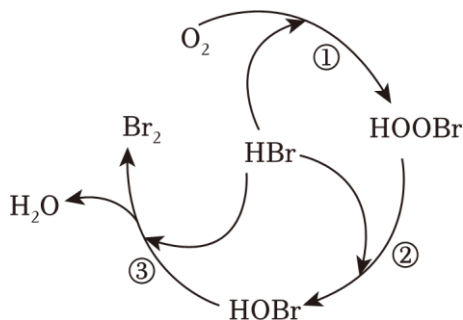
C. 溶液中存在电荷守恒，根据电荷守恒得 $c(\text{H}^+) = 2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{OH}^-)$ ，所以存在 $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ ，故 C 错误；

D. $V(\text{NaOH}) = 25.00\text{mL}$ 时，二者恰好完全反应生成 NaHC_2O_4 ，溶液的 $\text{pH} < 7$ ，说明 HC_2O_4^- 的电离

程度大于水解程度，则存在 $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) > c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ ，故 D 正确；

故选：D。

13. (3 分) 据文献报道，我国学者提出 O_2 氧化 HBr 生成 Br_2 反应历程如图所示。下列有关该历程的说法正确的是 ()



- A. O_2 氧化 HBr 生成 Br_2 的总反应为： $\text{O}_2 + 4\text{HBr} = 2\text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- B. 中间体 HO_2Br 和 HOBr 中 Br 的化合价不相同
- C. 发生步骤②时，形成的化学键既有极性键又有非极性键
- D. 步骤③中，每生成 1mol Br_2 转移 2mol 电子

【答案】A

【分析】A. 根据图知，总反应物是 O_2 、 HBr ，生成物是 Br_2 、 H_2O ；

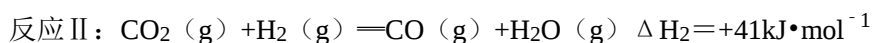
- B. 中间体 HO_2Br 中 Br 为 +1 价、 O 为 -1 价， HOBr 中 Br 为 +1 价；
- C. 发生步骤 2 时，形成 $\text{H}-\text{O}$ 键、 $\text{O}-\text{Br}$ 键；
- D. 步骤 3 中， Br 元素化合价由 +1 价变为 0 价。

【解答】解：A. 根据图知，总反应物是 O_2 、 HBr ，生成物是 Br_2 、 H_2O ，反应方程式为 $\text{O}_2 + 4\text{HBr} = 2\text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，故 A 正确；

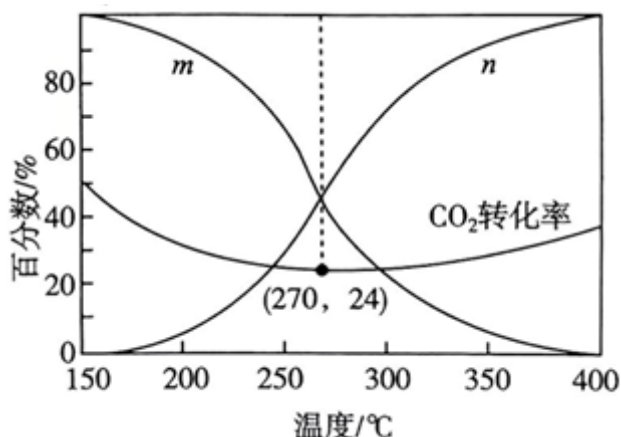
- B. 中间体 HO_2Br 中 Br 为 +1 价、 O 为 -1 价， HOBr 中 Br 为 +1 价，所以溴的化合价相同，故 B 错误；
- C. 发生步骤 2 时，形成 $\text{H}-\text{O}$ 键、 $\text{O}-\text{Br}$ 键，只有极性键的形成，故 C 错误；
- D. 步骤 3 中， Br 元素化合价由 +1 价变为 0 价，所以每生成 1mol Br_2 转移 2mol 电子，故 D 错误；

故选：A。

14. (3 分) 二氧化碳加氢制甲醇涉及的反应可表示为：



一体积固定的密闭容器中，在 5MPa 下，按照 $n(\text{CO}_2):n(\text{H}_2)=1:3$ 投料，平衡时， CO 和 CH_3OH 在含碳产物中物质的量分数及 CO_2 的转化率随温度的变化如题图所示。下列说法正确的是 ()



- A. H_2 的平衡转化率始终低于 CO_2
- B. n 曲线代表的物质为 CH_3OH 温度越高，越有利于 CH_3OH 的生成
- C. 270~400℃时，平衡移动的程度：反应 I > 反应 II
- D. 加入选择性高的催化剂，可提高 CH_3OH 的平衡转化率

【答案】A

【分析】A. 起始 $n(\text{CO}_2):n(\text{H}_2)=1:3$ 投料，只发生反应 I 时， CO_2 、 H_2 转化率相同，发生反应 II 时， H_2 的平衡转化率小于 CO_2 的转化率；

B. 反应 I 是放热反应，温度越高越不利于甲醇生成；

C. 反应 I 是放热反应，反应 II 是吸热反应；

D. 催化剂不能改变 CH_3OH 的平衡转化率。

【解答】解：A. 起始 $n(\text{CO}_2):n(\text{H}_2)=1:3$ 投料，只发生反应 I 时， CO_2 、 H_2 转化率相同，发生反应 II 时， H_2 的平衡转化率小于 CO_2 的转化率，当 I、II 都发生时，则 H_2 的平衡转化率小于 CO_2 的转化率，故 A 正确；

B. 反应 I 是放热反应，温度升高，平衡都会逆向移动，从而使 CH_3OH 的产量变少，故 n 不代表甲醇，故 B 错误；

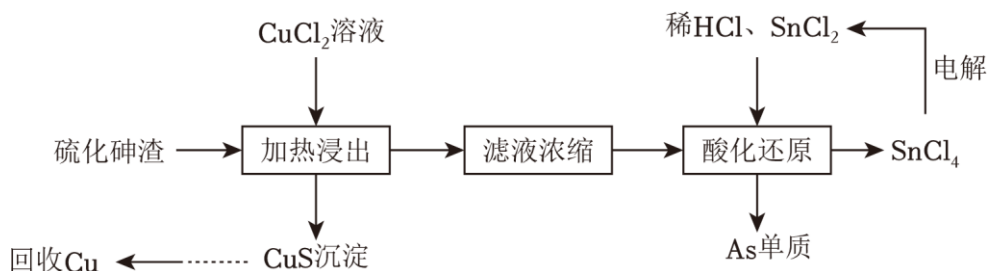
C. 反应 I 是放热反应，反应 II 是吸热反应，270~400℃时，平衡移动的程度：反应 I < 反应 II，故 C 错误；

D. 催化剂只能改变反应速率不能改变 CH_3OH 的平衡转化率，故 D 错误；

故选：A。

二、非选择题（本题共 4 小题，共计 58 分.请将解答填写在答题卡相应的位置.）

15.（16 分）将硫化砷渣转化为单质砷，可变废为宝，获得稀有的砷资源。一种用氯化铜溶液浸出硫化砷渣（主要成分为 As_2S_3 ）制备砷，同时回收铜的工艺流程如图：



已知：①加热浸出得到滤液的主要成分是 H_3AsO_3 ， H_3AsO_3 是弱酸；

② SnCl_2 易水解生成碱式氯化亚锡沉淀。

(1) 加热浸出步骤的化学方程式为 $\text{As}_2\text{S}_3 + 3\text{Cu}^{2+} + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 3\text{CuS} + 2\text{H}_3\text{AsO}_3 + 6\text{H}^+$ 。

(2) 加热浸出时，浸出时间与浸出温度对砷的浸出率的影响如图 1、图 2 所示，加热浸出的最佳条件大约是 温度 80°C 、时间 60min（填写对应的选项）。

a. 10min, 50°C

b. 60min, 80°C

c. 110min, 100°C

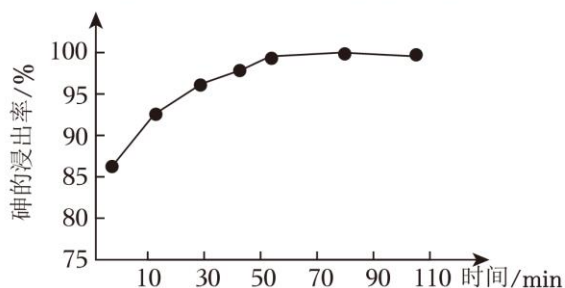


图1

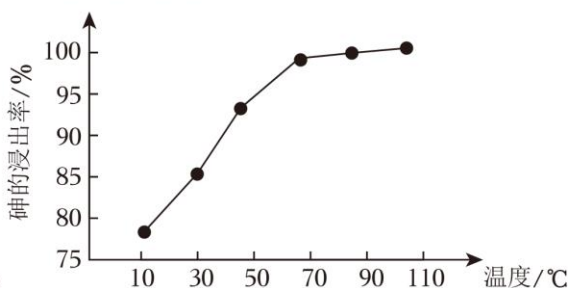


图2

(3) 写出酸化还原步骤的离子方程式 $2\text{H}_3\text{AsO}_3 + 3\text{SnCl}_2 + 6\text{HCl} = 2\text{As} \downarrow + 3\text{SnCl}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$ 。

(4) 酸化还原时，无盐酸或盐酸太少均不利于还原反应的进行，原因是 当无盐酸或盐酸太少时，氯化亚锡（ SnCl_2 ）易水解生成碱式氯化亚锡沉淀。

(5) 将 CuS 沉淀加入稀硫酸中，控制反应温度为 50°C ，加入适量 H_2O_2 溶液，过滤，向所得滤液中加入铁屑，可回收 Cu 。控制温度不宜过高的原因是 温度太高， H_2O_2 会发生分解，反应物利用率降低。

(6) CuS 、 ZnS 在水中的沉淀溶解平衡曲线如图 3 所示（ M 代表 Cu 和 Zn ），则 $K_{\text{sp}}(\text{CuS}) = 10^{-35}$ 。向含等浓度 ZnCl_2 和 CuCl_2 的溶液中逐滴加入饱和 Na_2S 溶液，先析出的是 CuS 。

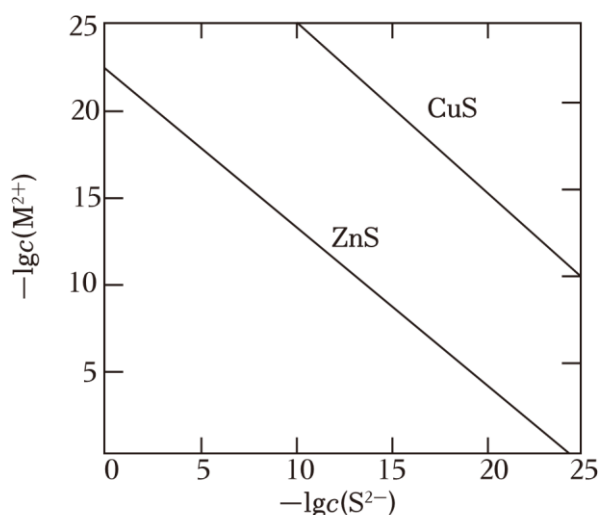


图3

【答案】(1) $\text{As}_2\text{S}_3 + 3\text{Cu}^{2+} + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 3\text{CuS} + 2\text{H}_3\text{AsO}_3 + 6\text{H}^+$;

(2) 温度 80°C 、时间 60min;

(3) $2\text{H}_3\text{AsO}_3 + 3\text{SnCl}_2 + 6\text{HCl} = 2\text{As} \downarrow + 3\text{SnCl}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$;

(4) 当无盐酸或盐酸太少时，氯化亚锡 (SnCl_2) 易水解生成碱式氯化亚锡沉淀;

(5) 温度太高， H_2O_2 会发生分解，反应物利用率降低;

(6) 10^{-35} ; CuS 。

【分析】由工艺流程可知，硫化砷渣加入氯化铜溶液加热浸出，发生反应得到硫化铜沉淀和 H_3AsO_3 ，硫化铜沉淀经处理可回收铜。滤液中含有 H_3AsO_3 ，经浓缩后再加入稀 HCl 和 SnCl_2 ，酸化还原得到 As 单质，生成的 SnCl_4 经电解生成 SnCl_2 ，可循环利用，据此分析解答。

【解答】解：(1) 依据题中流程和已知信息可知浸出时发生反应的反应物为 As_2S_3 和 CuCl_2 ，产物为 CuS 和 H_3AsO_3 ，根据电子得失守恒、电荷守恒和原子守恒可写出反应的离子方程式为：



故答案为： $\text{As}_2\text{S}_3 + 3\text{Cu}^{2+} + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 3\text{CuS} + 2\text{H}_3\text{AsO}_3 + 6\text{H}^+$;

(2) 依据题图可知加热浸出的最佳条件为温度 80°C 、时间 60min，

故答案为：温度 80°C 、时间 60min;

(3) 根据反应流程可知，酸化还原步骤的反应物为 H_3AsO_3 、稀 HCl 和 SnCl_2 ，产物为 As 、 SnCl_4 和 H_2O ，根据电子得失守恒和原子守恒可写出反应的化学方程式为： $2\text{H}_3\text{AsO}_3 + 3\text{SnCl}_2 + 6\text{HCl} = 2\text{As} \downarrow + 3\text{SnCl}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$ ，

故答案为： $2\text{H}_3\text{AsO}_3 + 3\text{SnCl}_2 + 6\text{HCl} = 2\text{As} \downarrow + 3\text{SnCl}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$;

（4）根据已知信息“氯化亚锡（ SnCl_2 ）易水解生成碱式氯化亚锡沉淀”，可知其水解方程式为 $\text{SnCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Sn}(\text{OH})\text{Cl} \downarrow + \text{HCl}$ ，在酸化还原时，无盐酸或盐酸太少，都会使得氯化亚锡（ SnCl_2 ）水解平衡正向移动，因此为抑制其水解，需加入稀 HCl ，

故答案为：当无盐酸或盐酸太少时，氯化亚锡（ SnCl_2 ）易水解生成碱式氯化亚锡沉淀；

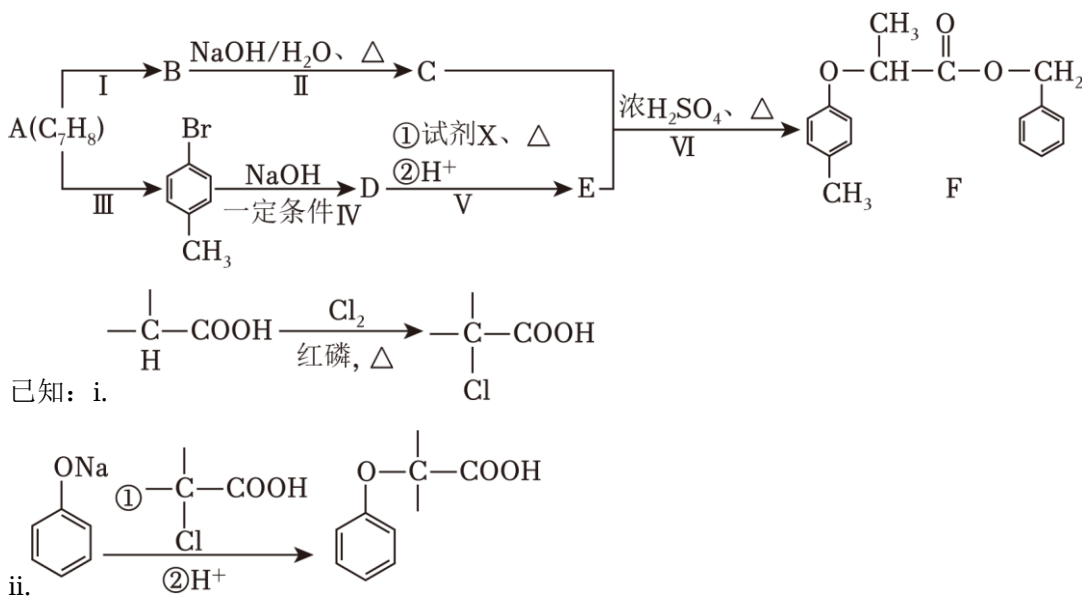
（5）由题可知，反应中加入了 H_2O_2 溶液，温度过高， H_2O_2 会发生分解，反应物利用率降低，故应控制温度不宜过高，

故答案为：温度太高， H_2O_2 会发生分解，反应物利用率降低；

（6）根据题中沉淀溶解平衡曲线可知， CuS 的饱和溶液中，当 $c(\text{S}^{2-}) = 10^{-25} \text{mol/L}$ 时， $c(\text{Cu}^{2+}) = 10^{-10} \text{mol/L}$ ，则 $K_{\text{sp}}(\text{CuS}) = c(\text{Cu}^{2+}) \times c(\text{S}^{2-}) = 10^{-10} \text{mol/L} \times 10^{-25} \text{mol/L} = 10^{-35}$ 。由图可知，向含等浓度 ZnCl_2 和 CuCl_2 的溶液中逐滴加入饱和 Na_2S 溶液，达到饱和时 CuS 需要的 $c(\text{S}^{2-})$ 更小，则先析出的是 CuS ，

故答案为： 10^{-35} ； CuS 。

16.（14 分）有机物 F 的合成路线如图：

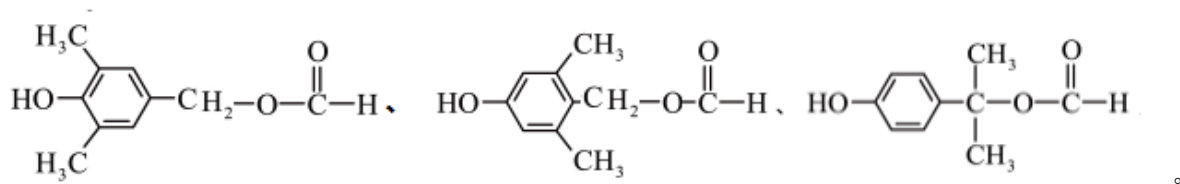


（1）F 中官能团的名称 醚键、酯基。

（2）步骤 II 的反应类型为 水解反应或取代反应。

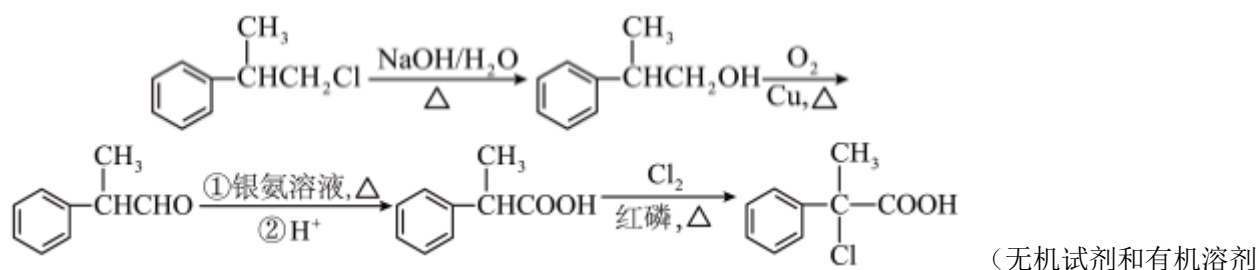
（3）D→E 的转化需要试剂 X，X 的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CHClCOOH}$ 。

（4）写出一种满足下列条件的 E 的同分异构体的结构简式



- ①能与 FeCl_3 溶液发生显色反应；
 ②能发生银镜反应和水解反应；
 ③分子中有 5 种不同化学环境的氢原子。

(5) 依据题中信息，设计以 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{Cl}$ 为原料制取 $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}(\text{CH}_3)(\text{Cl})\text{COOH}$ 的合成路线

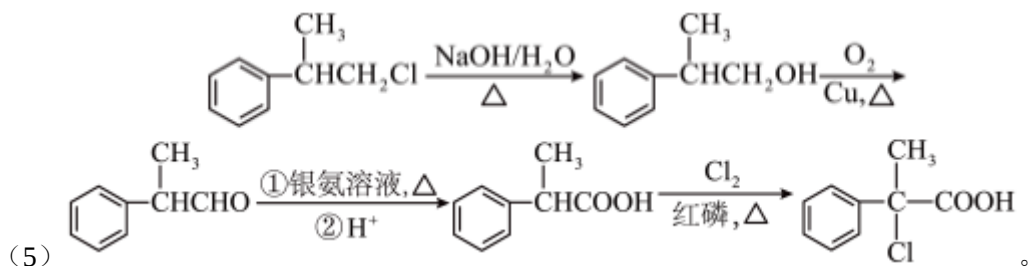
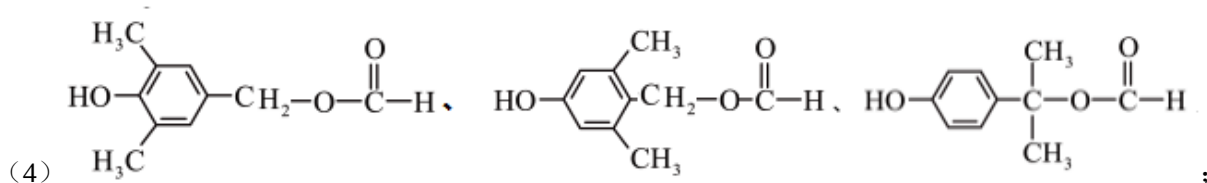


任用，合成路线示例见本题干)。

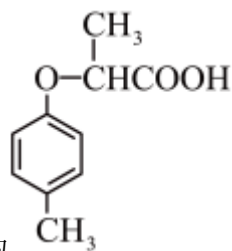
【答案】(1) 醚键、酯基；

(2) 水解反应或取代反应；

(3) $\text{CH}_3\text{CHClCOOH}$ ；



【分析】根据 F 的结构简式及 A 的分子式知，A 为 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ ，A 发生取代反应生成对甲基溴苯，对甲基溴



苯发生信息 ii 的反应生成 E，C、E 发生酯化反应生成 F，根据 F 的结构简式知，E 为

X 为 $\text{CH}_3\text{CHClCOOH}$ ；C 为 ，B 发生水解反应生成 C，则 B 可能为 ；

(5) 以 为原料制取 ， 发生水解反应生成 ， 发生氧化反应生成 ， 发生银镜反应然后酸化得到 ， 发生信息 i 的反应生成 。

【解答】解：(1) F 中官能团的名称醚键、酯基，

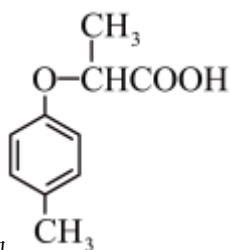
故答案为：醚键、酯基；

(2) 步骤 II 的反应类型为为水解反应或取代反应，

故答案为：水解反应或取代反应；

(3) D→E 的转化需要试剂 X，X 的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CHClCOOH}$ ，

故答案为： $\text{CH}_3\text{CHClCOOH}$ ；

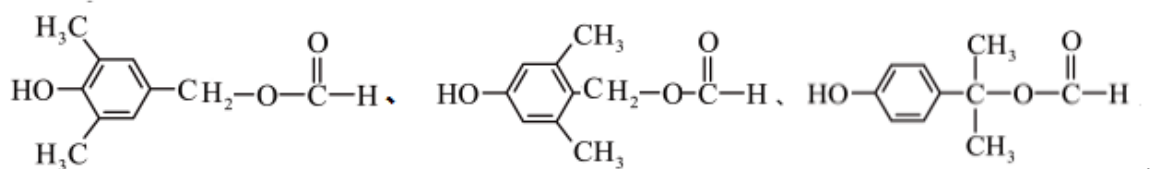


(4) E 为 ，E 的同分异构体符合下列条件：

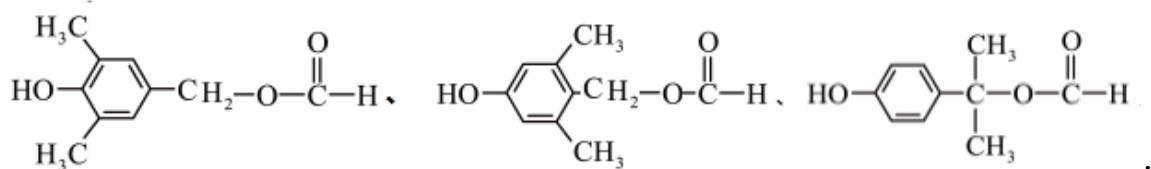
①能与 FeCl_3 溶液发生显色反应，说明含有酚羟基；

②能发生银镜反应和水解反应，说明含有醛基和酯基，根据氧原子个数知，存在 $\text{HCOO}-$ ；

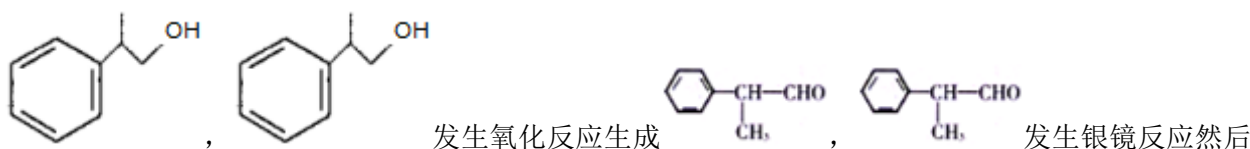
③分子中有 5 种不同化学环境的氢原子，符合条件的结构简式为



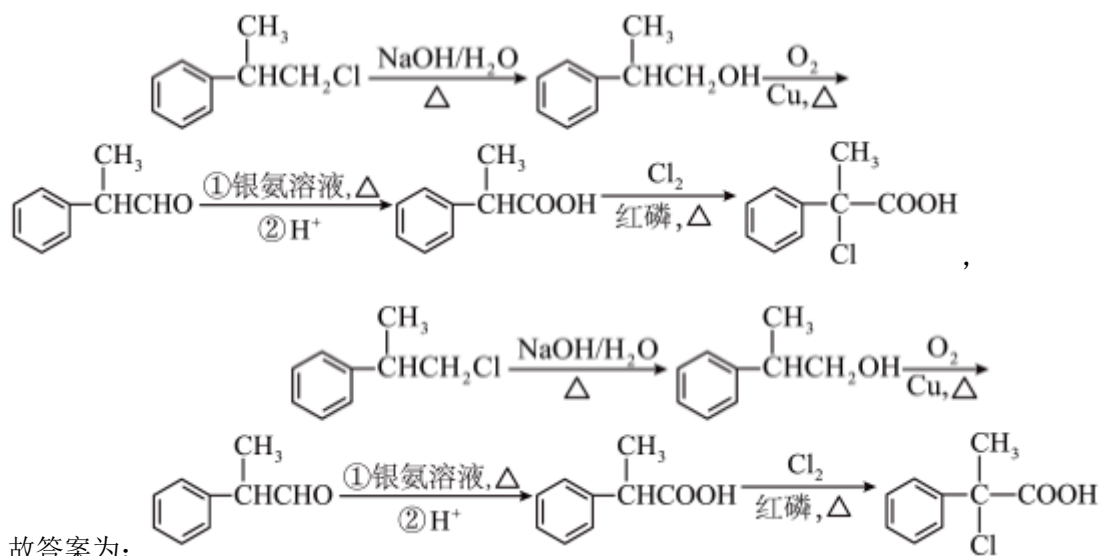
故 答 案 为 :



(5) 以 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{Cl}$ 为原料制取 $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{COOH}$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{Cl}$ 发生水解反应生成



酸化得到 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ 发生信息 i 的反应生成 $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{COOH}$, 合成路线为



故答案为:

17. (14 分) 过硫酸钠 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$) 常用作漂白剂、氧化剂等。某研究小组利用如图所示装置制备 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 并探究其性质 (加热及夹持仪器略去)。

I. 制备 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$

已知: ① $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{55^\circ\text{C}} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$;

② $2\text{NH}_3 + 3\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8 + 6\text{NaOH} \xrightarrow{90^\circ\text{C}} 6\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$;

③ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 是白色晶状粉末，易溶于水，加热至 65°C 就会发生分解。

(1) 仪器 a 的名称是 分液漏斗。

(2) 装置 B 中发生反应的同时，需要持续通入空气的目的是 使三颈烧瓶内产生的 NH_3 及时排除，减少副反应①的发生。

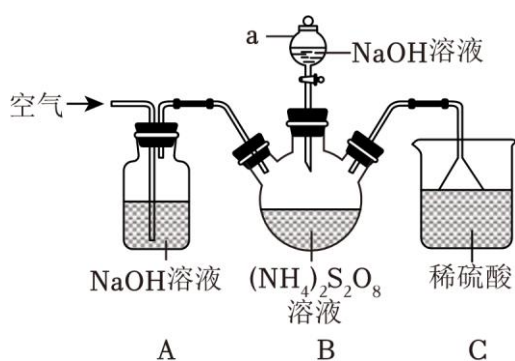
(3) 反应完毕，将三颈圆底烧瓶中的溶液减压蒸发、结晶过滤、洗涤干燥，可得过硫酸钠，减压蒸发的原因是 防止 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 分解。

II. 测定产品纯度

(4) 称取 0.3000g 样品于碘量瓶中，加入 30mL 水溶解，加入 4.000gKI 固体（略过量）摇匀，溶液中 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 被还原为 SO_4^{2-} ，在暗处放置 30min ，再加入适量醋酸溶液酸化，以淀粉溶液作指示剂，用 $0.1000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定至终点（滴定反应为 $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ ），共消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液 20.00mL 。计算 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 样品的纯度（写出计算过程） 79.33% 。

III. 探究的性质

(5) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液与铜粉反应只生成两种盐且反应先慢后快，某同学推测反应先慢后快的原因可能是生成的 Cu^{2+} 对反应起催化作用，设计实验方案检验该推测是否正确 向两支盛有等质量铜粉的试管中，分别加入等体积等浓度的 CuSO_4 溶液和 Na_2SO_4 溶液，然后分别加入足量等体积等浓度的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液，若加入 CuSO_4 溶液的试管铜粉消失时间小于加入 Na_2SO_4 溶液的试管铜粉消失时间，则该推断正确，反之则错误。（实验中供选择试剂： Cu 粉、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液、 Na_2SO_4 溶液、 CuSO_4 溶液、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 溶液、 CuCl_2 溶液）



【答案】(1) 分液漏斗；

(2) 使三颈烧瓶内产生的 NH_3 及时排除，减少副反应①的发生；

(3) 防止 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 分解；

(4) 79.33% ；

(5) 向两支盛有等质量铜粉的试管中，分别加入等体积等浓度的 CuSO_4 溶液和 Na_2SO_4 溶液，然后分

别加入足量等体积等浓度的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液，若加入 CuSO_4 溶液的试管铜粉消失时间小于加入 Na_2SO_4 溶液的试管铜粉消失时间，则该推断正确，反之则错误。

【分析】 根据实验原理可知，用 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 和氢氧化钠反应生成 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ，由于 NH_3 能与 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 反应，装置 I 通入空气经过氢氧化钠溶液吸收二氧化碳，防止一些后续操作，所以实验中要用氮气把生成的氨气及时排出容器，生成的氨气可以用硫酸吸收，氨气极易溶于水，所以要用防倒吸装置，

I. (1) 由装置的结构进行判断；

(2) NH_3 能与 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 反应，所以要及时排出；

(3) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 是白色晶状粉末，易溶于水，加热至 65°C 就会发生分解，减压蒸发可防止其分解；

II. (4) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液作氧化剂， 1mol 得到 2mol 电子， KI 被氧化为 I_2 ，转移电子 2mol ， $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8 \sim \text{I}_2$ ， I_2 与 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液反应 $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$ ， $\text{I}_2 \sim 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ，据此计算；

III. (5) 过硫酸钠溶液与铜反应只生成两种盐且反应先慢后快，某同学推测反应先慢后快的原因可能是生成的 Cu^{2+} 对反应起催化作用，利用控制变量的思想，设计对照实验。

【解答】 解： I. (1) 由装置的结构可知仪器 a 的名称是分液漏斗，

故答案为：分液漏斗；

(2) NH_3 能与 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 反应，所以要及时排出，所以需要持续通入 N_2 的目的是使三颈烧瓶内产生的 NH_3 及时排除，减少副反应①的发生，

故答案为：使三颈烧瓶内产生的 NH_3 及时排除，减少副反应①的发生；

(2) 根据上面的分析可知，装置 C 吸收氨气防止倒吸，

故答案为：吸收氨气防止倒吸；

(3) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 是白色晶状粉末，易溶于水，加热至 65°C 就会发生分解，则减压蒸发的原因是防止 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 分解，

故答案为：防止 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 分解；

II. (4) 溶液中 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 被还原为 SO_4^{2-} ，S 化合价升高， $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液作氧化剂， 1mol 得到 2mol 电子，

KI 被氧化为 I_2 ，转移电子 2mol ，得关系式： $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8 \sim \text{I}_2$ ， I_2 与 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液反应 $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$ ，

$\text{I}_2 \sim 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ，

1 2

n $0.1000\text{mol/L} \times 0.020\text{L}$

$$n=1 \times 10^{-3} \text{ mol}, \text{ 则 } n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8)=1 \times 10^{-3} \text{ mol}, \text{ 样品的纯度 } = \frac{1 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 238 \text{ g/mol}}{0.3000 \text{ g}} \times 100\% =$$

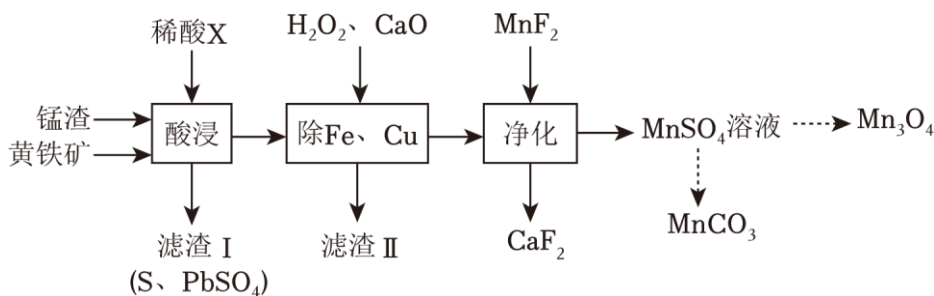
79.33%,

故答案为：79.33%；

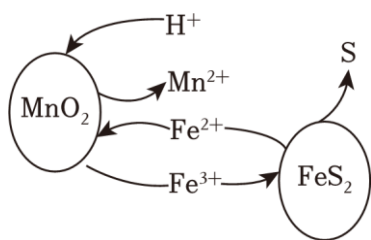
III. (5) 过硫酸钠溶液与铜反应只生成两种盐且反应先慢后快，某同学推测反应先慢后快的原因可能是生成的 Cu^{2+} 对反应起催化作用，利用控制变量的思想，设计对照实验，向两支盛有等质量铜粉的试管中，分别加入等体积等浓度的 CuSO_4 溶液和 Na_2SO_4 溶液，然后分别加入足量等体积等浓度的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液，若加入 CuSO_4 溶液的试管铜粉消失时间小于加入 Na_2SO_4 溶液的试管铜粉消失时间，则该推断正确，反之则错误，

故答案为：向两支盛有等质量铜粉的试管中，分别加入等体积等浓度的 CuSO_4 溶液和 Na_2SO_4 溶液，然后分别加入足量等体积等浓度的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液，若加入 CuSO_4 溶液的试管铜粉消失时间小于加入 Na_2SO_4 溶液的试管铜粉消失时间，则该推断正确，反之则错误。

18. (14 分) 以锰渣（含 MnO_2 及少量 Pb、Fe、Cu 元素的氧化物）和黄铁矿（主要成分为 FeS_2 ）为原料可制备 Mn_3O_4 和 MnCO_3 ，过程可表示为：



(1) 酸浸：将锰渣与黄铁矿粉碎混合，用稀酸 X 浸取。研究发现，酸浸时， FeS_2 和 MnO_2 颗粒参与反应的原理如图所示（部分产物未标出）。



①所用的稀酸 X 是 稀硫酸（填名称）。

② FeS_2 和 MnO_2 颗粒参与反应的过程可描述为 MnO_2 在酸性条件下将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ，自身被还原为 Mn^{2+} ，生成的 Fe^{3+} 将 FeS_2 氧化成 S 单质。

③若黄铁矿用量增加，锰的浸出率会降低，可能的原因是 随硫铁矿的增加，生成 S 增多，覆盖在 FeS_2 表面，减少了 Fe^{2+} 的生成，导致锰的浸出率降低。

(2) 除铁铜：滤渣 II 的主要成分为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ （填化学式）。

(3) MnSO_4 溶液和氨水 - NH_4HCO_3 混合溶液反应，生成 MnCO_3 沉淀。反应的离子方程式为 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{HCO}_3^- + \text{Mn}^{2+} = \text{MnCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4^+$ 。

(4) 产物 Mn_3O_4 中锰元素的化合价为 +2、+3。

【答案】(1) ①稀硫酸；

② MnO_2 在酸性条件下将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ，自身被还原为 Mn^{2+} ，生成的 Fe^{3+} 将 FeS_2 氧化成 S 单质；

③随硫铁矿的增加，生成 S 增多，覆盖在 FeS_2 表面，减少了 Fe^{2+} 的生成，导致锰的浸出率降低；

(2) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ；

(3) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{HCO}_3^- + \text{Mn}^{2+} = \text{MnCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4^+$ ；

(4) +2、+3。

【分析】 MnO_2 在酸性条件下有强氧化性， FeS_2 有强还原性，二者在酸浸时会发生氧化还原反应生成 Fe^{3+} 、 Mn^{2+} 和 S 单质，反应为 $3\text{MnO}_2 + 2\text{FeS}_2 + 12\text{H}^+ = 3\text{Mn}^{2+} + 4\text{S} \downarrow + 2\text{Fe}^{3+} + 6\text{H}_2\text{O}$ ，Pb 的氧化物转化为 PbSO_4 沉淀，并且最终得到的是 MnSO_4 溶液，所用的稀酸 X 为稀硫酸，过滤除去 S、 PbSO_4 ，滤液中含有 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Cu^{2+} 等，向滤液中加入 H_2O_2 可将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ，加入 CaO 调节溶液 pH，使 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 形成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀，即滤渣 II 的主要成分为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ，但加入 CaO 调 pH 时引入了 Ca^{2+} ，“净化”步骤中加入 MnF_2 使 Ca^{2+} 转化为更难溶物的 CaF_2 除去，过滤得到 MnSO_4 溶液，然后经一系列处理得到 Mn_3O_4 和 MnCO_3 ，据此分析解答。

【解答】解：(1) ①酸浸时生成 PbSO_4 沉淀，且最终得到 MnSO_4 溶液，所以稀酸 X 是稀硫酸，故答案为：稀硫酸；

②由酸浸时 FeS_2 和 MnO_2 颗粒参与反应的原理图可知，反应过程为： MnO_2 在酸性条件下将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ，自身被还原为 Mn^{2+} ，生成的 Fe^{3+} 将 FeS_2 氧化成 S 单质，

故答案为： MnO_2 在酸性条件下将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ，自身被还原为 Mn^{2+} ，生成的 Fe^{3+} 将 FeS_2 氧化成 S 单质；

③由酸浸时 FeS_2 和 MnO_2 颗粒反应的原理图可知， Fe^{2+} 将 MnO_2 还原为 Mn^{2+} ，随硫铁矿的增加，生成 S 增多，覆盖在 FeS_2 表面，减少了 Fe^{2+} 的生成，导致锰的浸出率降低，

故答案为：随硫铁矿的增加，生成 S 增多，覆盖在 FeS_2 表面，减少了 Fe^{2+} 的生成，导致锰的浸出率降低；

(2) 加入 CaO 调节 pH 除去 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} ，生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀，则滤渣 II 的主要成分为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ，

故答案为：Fe(OH)₃ 和 Cu(OH)₂；

（3）MnSO₄ 溶液和氨水 - NH₄HCO₃ 混合溶液反应，生成水、NH₄⁺和 MnCO₃ 沉淀，反应的离子方程式为 NH₃·H₂O + HCO₃⁻ + Mn²⁺ = MnCO₃↓ + H₂O + NH₄⁺，

故答案为：NH₃·H₂O + HCO₃⁻ + Mn²⁺ = MnCO₃↓ + H₂O + NH₄⁺；

（4）MnO₂ 有一定的氧化性，MnSO₄ 中 Mn 的化合价为+2，则经一系列处理得到的 Mn₃O₄ 中 Mn 的化合价为+2、+3，

故答案为：+2、+3。