

2019年江苏省高考化学试卷解析版

参考答案与试题解析

一、单项选择题：本题包括10小题，每小题2分，共计20分。每小题只有一个选项符合题意

1. (2分) 糖类是人体所需的重要营养物质。淀粉分子中不含的元素是 ()

- A. 氢 B. 碳 C. 氮 D. 氧

【考点】45：分子式；K3：淀粉的性质和用途。

【分析】淀粉属于多糖，属于烃的含氧衍生物，含有C、H、O元素，据此分析解答。

【解答】解：糖类物质属于烃的含氧衍生物，都含有C、H、O元素，淀粉属于多糖，所以含有C、H、O元素，但不含N元素；蛋白质中含有C、H、O、N元素，部分蛋白质还含有S、P等元素，

故选：C。

【点评】本题考查淀粉中元素判断，属于基础题，明确人类所需营养物质中所含元素是解本题关键，注意基础知识的归纳总结，题目难度不大。

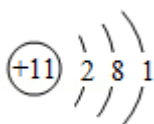
2. (2分) 反应 $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaNO}_2 = \text{NaCl} + \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 放热且产生气体，可用于冬天石油开采。

下列表示反应中相关微粒的化学用语正确的是 ()

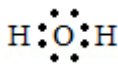
A. 中子数为18的氯原子： ${}_{17}^{35}\text{Cl}$

B. N_2 的结构式： $\text{N}=\text{N}$

C. Na^+ 的结构示意图：



D. H_2O 的电子式：



【考点】4J：电子式、化学式或化学符号及名称的综合。

【分析】A. 质量数=质子数+中子数，元素符号的左上角为质量数、左下角为质子数；

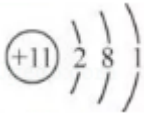
B. 氮气分子中含有的是氮氮三键；

C. 钠离子的核外电子总数为10，最外层达到8电子稳定结构；

D. 水分子为共价化合物，含有2个O-H键。

【解答】解：A. 中子数为18的氯原子的质量数为 $18+17=35$ ，该氯原子正确的表示方法为 ${}_{17}^{35}\text{Cl}$ ，故A错误；

B. 分子中含有 1 个氮氮三键，其正确的结构式为 $\text{N}\equiv\text{N}$ ，故 B 错误；

C.  为钠原子结构示意图，钠离子最外层含有 8 个电子，其离子结构示意图

图为 ，故 C 错误；

D. 水分子属于共价化合物，其电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$ ，故 D 正确；

故选：D。

【点评】 本题考查常见化学用语的表示方法，题目难度不大，涉及电子式、原子结构示意图和离子结构示意图、结构式等知识，明确常见化学用语的书写原则即可解答，试题侧重考查学生的规范答题能力。

3. (2 分) 下列有关物质的性质与用途具有对应关系的是 ()

A. NH_4HCO_3 受热易分解，可用作化肥

B. 稀硫酸具有酸性，可用于除去铁锈

C. SO_2 具有氧化性，可用于纸浆漂白

D. Al_2O_3 具有两性，可用于电解冶炼铝

【考点】 EF：铵盐；F5：二氧化硫的化学性质。

【分析】 A. 碳酸氢铵为可溶性铵盐，含有 N 元素，可以作肥料；

B. 稀硫酸能和氧化铁反应生成硫酸铁和水；

C. 二氧化硫具有漂白性，能漂白纸张；

D. 氧化铝熔融状态下能导电，工业上采用电解氧化铝的方法冶炼 Al。

【解答】 解：A. 碳酸氢铵为可溶性铵盐，含有 N 元素，可以作肥料，与其热稳定性无关，故 A 错误；

B. 稀硫酸能和氧化铁反应生成可溶性的硫酸铁和水，所以能除锈，该反应中体现稀硫酸的酸性，故 B 正确；

C. 二氧化硫具有漂白性，能漂白纸张，所以用二氧化硫漂白纸浆与其氧化性无关，故 C 错误；

D. 氧化铝熔融状态下能导电且 Al 较活泼，所以工业上采用电解氧化铝的方法冶炼 Al，用氧化铝冶炼 Al 与其两性无关，故 D 错误；

故选：B。

【点评】 本题考查性质和用途，侧重考查元素化合物性质，明确常见元素化合物性质是解本题关键，注意二氧化硫漂白性和 HClO 漂白性区别，知道金属冶炼方法，题目难度不大。

4. (2分) 室温下，下列各组离子在指定溶液中能大量共存的是 ()

- A. $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液: Na^+ 、 K^+ 、 CO_3^{2-} 、 AlO_2^-
- B. $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{FeCl}_2$ 溶液: K^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 MnO_4^-
- C. $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{K}_2\text{CO}_3$ 溶液: Na^+ 、 Ba^{2+} 、 Cl^- 、 OH^-
- D. $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液: K^+ 、 NH_4^+ 、 NO_3^- 、 HSO_3^-

【考点】 DP: 离子共存问题.

【分析】 A. 四种离子之间不反应，都不与氢氧化钠反应；

B. 高锰酸根离子能够氧化亚铁离子；

C. 碳酸钾与钡离子生成碳酸钡沉淀；

D. 酸性条件下硝酸根离子能够氧化亚硫酸氢根离子。

【解答】 解: A. Na^+ 、 K^+ 、 CO_3^{2-} 、 AlO_2^- 之间不反应，都不与 NaOH 反应，在溶液中能够大量共存，故 A 正确；

B. FeCl_2 溶液的 Fe^{2+} 易被 MnO_4^- 氧化，在溶液中不能大量共存，故 B 错误；

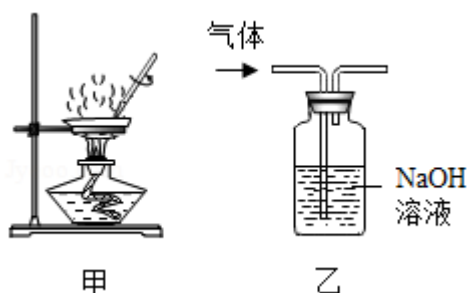
C. K_2CO_3 与 Ba^{2+} 反应生成难溶物碳酸钡，在溶液中不能大量共存，故 C 错误；

D. H_2SO_4 与 HSO_3^- 反应，酸性条件下 NO_3^- 能够氧化 HSO_3^- ，在溶液中不能大量共存，故 D 错误；

故选: A.

【点评】 本题考查离子共存，题目难度不大，明确离子反应发生条件即可解答，注意掌握常见离子的性质及共存条件，试题侧重考查学生的分析能力及灵活运用能力。

5. (2分) 下列实验操作能达到实验目的是 ()



A. 用经水湿润的 pH 试纸测量溶液的 pH

B. 将 4.0gNaOH 固体置于 100mL 容量瓶中，加水至刻度，配制 $1.000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOH 溶液

C. 用装置甲蒸干 AlCl_3 溶液制无水 AlCl_3 固体

D. 用装置乙除去实验室所制乙烯中的少量 SO_2

【考点】U5：化学实验方案的评价。

【分析】A. pH 试纸不能湿润，否则可能影响测定结果；

B. 不能在容量瓶中溶解氢氧化钠固体；

C. 氯化氢易挥发，加热蒸干得到的是氢氧化铝；

D. 乙烯不与氢氧化钠溶液反应，二氧化硫与氢氧化钠反应。

【解答】解：A. 用经水湿润的 pH 试纸测量溶液的 pH，原溶液被稀释，若为酸或碱溶液，会影响测定结果，故 A 错误；

B. 应该在烧杯中溶解 NaOH 固体，不能在容量瓶中直接溶解，故 B 错误；

C. 氯化铝水解生成氢氧化铝和 HCl，HCl 易挥发，蒸干 AlCl_3 溶液无法获得无水 AlCl_3 固体，故 C 错误；

D. NaOH 溶液与二氧化硫反应，且不与乙烯反应，可用装置乙除去实验室所制乙烯中的少量 SO_2 ，故 D 正确；

故选：D。

【点评】本题考查化学实验方案的评价，题目难度不大，涉及溶液配制、pH 试纸使用、物质分离与提纯、盐的水解等知识，明确常见化学实验基本操作方法即可解答，试题侧重考查学生的分析能力及化学实验能力。

6. (2 分) 下列有关化学反应的叙述正确的是 ()

A. Fe 在稀硝酸中发生钝化

B. MnO_2 和稀盐酸反应制取 Cl_2

C. SO_2 与过量氨水反应生成 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$

D. 室温下 Na 与空气中 O_2 反应制取 Na_2O_2

【考点】EG：硝酸的化学性质；GE：钠的化学性质；GM：铁的化学性质。

【分析】A. 常温下 Fe 和浓硝酸发生钝化现象；

B. 二氧化锰和稀盐酸不反应；

C. 二氧化硫是酸性氧化物，能和碱反应生成盐和水；

D. 室温下，钠和空气中氧气反应生成氧化钠。

【解答】解：A. 常温下 Fe 和浓硝酸发生钝化现象，和稀硝酸发生氧化还原反应生成 NO，故 A 错误；

B. 二氧化锰和浓盐酸在加热条件下制取氯气，和稀盐酸不反应，故 B 错误；

C. 二氧化硫是酸性氧化物，能和碱反应生成盐和水，所以能和过量氨水反应生成 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ ，故 C 正确；

D. 室温下，钠和空气中氧气反应生成氧化钠，加热条件下和氧气反应生成过氧化钠，故 D 错误；

故选：C。

【点评】本题考查元素化合物，明确元素化合物性质及物质之间的转化关系是解本题关键，反应物相同条件不同、反应物浓度不同会导致产物不同，B 为解答易错点。

7. (2 分) 下列指定反应的离子方程式正确的是 ()

A. 室温下用稀 NaOH 溶液吸收 Cl_2 : $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{ClO}^- + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$

B. 用铝粉和 NaOH 溶液反应制取少量 H_2 : $\text{Al} + 2\text{OH}^- = \text{AlO}_2^- + \text{H}_2 \uparrow$

C. 室温下用稀 HNO_3 溶解铜: $\text{Cu} + 2\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ = \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

D. 向 Na_2SiO_3 溶液中滴加稀盐酸: $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{Na}^+$

【考点】49: 离子方程式的书写.

【分析】A. 氯气和氢氧化钠溶液反应生成 NaCl、NaClO 和水；

B. 电荷不守恒；

C. 稀硝酸与铜反应生成 NO；

D. 硅酸钠为强电解质，在溶液中完全电离。

【解答】解：A. 氯气和氢氧化钠溶液反应生成 NaCl、NaClO 和水，反应的离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{ClO}^- + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ ，故 A 正确；

B. 用铝粉和 NaOH 溶液反应制取少量 H_2 ，反应的离子方程式为 $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2 \uparrow$ ，故 B 错误；

C. 稀硝酸与铜反应生成 NO，反应的离子方程式为 $3\text{Cu} + 2\text{NO}_3^- + 8\text{H}^+ = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ ，故 C 错误；

D. 硅酸钠为强电解质，在溶液中完全电离，反应的离子方程式应为 $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow$ ，故 D 错误。

故选：A。

【点评】本题考查离子方程式知识，为高考常见题型和高频考点，侧重考查学生的分析

能力以及化学用语的学习，把握离子方程式正误判断得到角度以及物质的性质为解答该类题目的关键，题目难度中等。

8. (2分) 短周期主族元素 X、Y、Z、W 的原子序数依次增大，X 是地壳中含量最多的元素，Y 原子的最外层有 2 个电子，Z 的单质晶体是应用最广泛的半导体材料，W 与 X 位于同一主族。下列说法正确的是 ()

- A. 原子半径: $r(W) > r(Z) > r(Y) > r(X)$
B. 由 X、Y 组成的化合物是离子化合物
C. Z 的最高价氧化物对应水化物的酸性比 W 的强
D. W 的简单气态氢化物的热稳定性比 X 的强

【考点】8F: 原子结构与元素周期律的关系.

【分析】短周期主族元素 X、Y、Z、W 的原子序数依次增大，X 是地壳中含量最多的元素，则 X 为 O 元素；Y 原子的最外层有 2 个电子，其原子序数大于 O，则 Y 为 Mg 元素；Z 的单质晶体是应用最广泛的半导体材料，则 Z 为 Si 元素；W 与 X 位于同一主族，则 W 为 S 元素，据此解答。

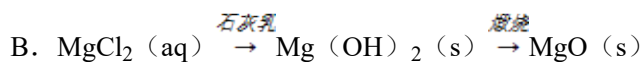
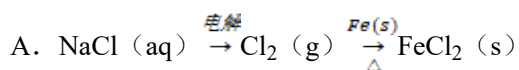
【解答】解：根据分析可知：X 为 O，Y 为 Mg，Z 为 Si，W 为 S 元素。

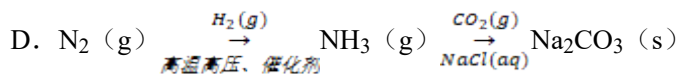
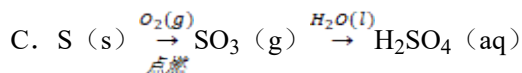
- A. 同一周期从左向右原子半径逐渐减小，同一主族从上到下原子半径逐渐增大，则原子半径: $r(Y) > r(Z) > r(W) > r(X)$ ，故 A 错误；
B. Mg、O 形成的化合物为 MgO，MgO 只含有离子键，属于离子化合物，故 B 正确；
C. 非金属性 $Si < S$ ，则最高价氧化物对应水化物的酸性: $Z(Si) < W(S)$ ，故 C 错误；
D. 非金属性: $S < O$ ，则简单氢化物的稳定性: $W(S) < X(O)$ ，故 D 错误；

故选：B。

【点评】本题考查原子结构与元素周期律的关系，题目难度不大，推断元素为解答关键，注意掌握元素周期律内容及常见元素化合物性质，试题侧重考查学生的分析能力及逻辑推理能力。

9. (2分) 在给定条件下，下列选项所示的物质间转化均能实现的是 ()





【考点】GR：常见金属元素的单质及其化合物的综合应用。

【分析】A. 氯气与铁反应生成氯化铁；

B. 氯化镁可与石灰乳反应生成氢氧化镁，氢氧化镁在高温下可分解生成氧化镁；

C. 硫和氧气反应生成二氧化硫；

D. 氨气、二氧化碳和氯化钠反应生成碳酸氢钠。

【解答】解：A. 氯化钠电解可生成氯气，氯气具有强氧化性，与铁反应生成 $FeCl_3$ ，故 A 错误；

B. 氯化镁可与石灰乳反应生成氢氧化镁，符合复分解反应的特点，氢氧化镁在高温下可分解生成氧化镁，反应符合物质的性质的转化，故 B 正确；

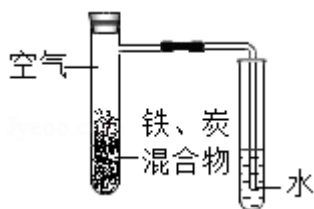
C. 硫和氧气反应生成只能生成二氧化硫，二氧化硫可在催化条件下反应生成三氧化硫，故 C 错误；

D. 氨气、二氧化碳和氯化钠反应生成碳酸氢钠，为侯氏制碱法的反应原理，碳酸氢钠分解可生成碳酸钠，故 D 错误。

故选：B。

【点评】本题考查常见金属元素及其化合物的综合应用，为高频考点，明确常见元素及其化合物性质即可解答，试题有利于提高学生的分析能力及综合应用能力，题目难度中等。

10. (2分) 将铁粉和活性炭的混合物用 NaCl 溶液湿润后，置于如图所示装置中，进行铁的电化学腐蚀实验。下列有关该实验的说法正确的是 ()



- A. 铁被氧化的电极反应式为 $Fe - 3e^- = Fe^{3+}$
- B. 铁腐蚀过程中化学能全部转化为电能
- C. 活性炭的存在会加速铁的腐蚀

D. 以水代替 NaCl 溶液，铁不能发生吸氧腐蚀

【考点】BK：金属的电化学腐蚀与防护。

【分析】A. 该装置中发生吸氧腐蚀，Fe 作负极，Fe 失电子生成亚铁离子；

B. 铁腐蚀过程中部分化学能转化为热能、部分化学能转化为电能；

C. Fe、C 和电解质溶液构成原电池，加速 Fe 的腐蚀；

D. 弱酸性或中性条件下铁腐蚀吸氧腐蚀。

【解答】解：A. 该装置中发生吸氧腐蚀，Fe 作负极，Fe 失电子生成亚铁离子，电极反应式为 $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ ，故 A 错误；

B. 铁腐蚀过程发生电化学反应，部分化学能转化为电能，放热，所以还存在化学能转化为热能的变化，故 B 错误；

C. Fe、C 和电解质溶液构成原电池，Fe 易失电子被腐蚀，加速 Fe 的腐蚀，故 C 正确；

D. 弱酸性或中性条件下铁腐蚀吸氧腐蚀，水代替 NaCl 溶液，溶液仍然呈中性，Fe 发生吸氧腐蚀，故 D 错误；

故选：C。

【点评】本题考查金属腐蚀与防护，侧重考查原电池原理，明确原电池构成条件、原电池正负极判断方法及正负极上发生的反应是解本题关键，知道析氢腐蚀和吸氧腐蚀区别，题目难度不大。

二、不定项选择题：本题包括 5 小题，每小题 4 分，共计 20 分。每小题只有一个或两个选项符合题意。若正确答案只包括一个选项，多选时，该小题得 0 分；若正确答案包括两个选项，只选一个且正确的得 2 分，选两个且都正确的得满分，但只要选错一个，该小题就得 0 分。

11. (4 分) 氢气与氧气生成水的反应是氢能源应用的重要途径。下列有关说法正确的是 ()

A. 一定温度下，反应 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 能自发进行，该反应的 $\Delta H < 0$

B. 氢氧燃料电池的负极反应为 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$

C. 常温常压下，氢氧燃料电池放电过程中消耗 11.2L H_2 ，转移电子的数目为 6.02×10^{23}

D. 反应 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的 ΔH 可通过下式估算： $\Delta H = \text{反应中形成新共价键的键能之和} - \text{反应中断裂旧共价键的键能之和}$

【考点】51：氧化还原反应的电子转移数目计算；BH：原电池和电解池的工作原理。

【分析】A. 该反应能自发进行，则 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$ ，该反应前后气体体积减小，

则 $\Delta S < 0$;

B. 氢氧燃料电池电池中负极上氢气失电子发生氧化反应;

C. 常温常压下, 气体摩尔体积大于 22.4L/mol , 11.2L 的氢气物质的量小于 0.5mol ;

D. $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的 ΔH 可通过下式估算: $\Delta H = \text{反应中断裂旧共价键的键能之和} - \text{反应中形成新共价键的键能之和}$ 。

【解答】解: A. 该反应前后气体体积减小, 则 $\Delta S < 0$, 如果该反应能自发进行, 则 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$, 所以 $\Delta H < 0$, 故 A 正确;

B. 氢氧燃料电池电池中负极上氢气失电子发生氧化反应, 如果电解质溶液呈酸性, 则负极反应式为 $2\text{H}_2 - 4\text{e}^- = 4\text{H}^+$ 、正极反应式为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ = 2\text{H}_2\text{O}$, 如果是碱性电解质, 负极反应式为 $2\text{H}_2 - 4\text{e}^- + 4\text{OH}^- = 2\text{H}_2\text{O}$ 、正极反应式为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$, 故 B 错误;

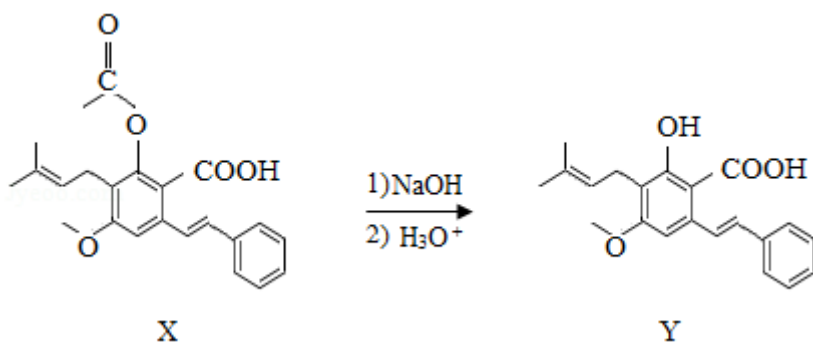
C. 常温常压下, 气体摩尔体积大于 22.4L/mol , 11.2L 的氢气物质的量小于 0.5mol , 则转移电子的数目小于 6.02×10^{23} , 故 C 错误;

D. $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的 ΔH 可通过下式估算: $\Delta H = \text{反应中断裂旧共价键的键能之和} - \text{反应中形成新共价键的键能之和}$, 故 D 错误;

故选: A。

【点评】 本题考查原电池原理及反应热计算, 明确原电池中电极反应式的书写方法、焓变的计算方法是解本题关键, 注意气体摩尔体积适用条件, C 为解答易错点。

12. (4分) 化合物 Y 具有抗菌、消炎作用, 可由 X 制得。



下列有关化合物 X、Y 的说法正确的是 ()

A. 1mol X 最多能与 2mol NaOH 反应

B. Y 与乙醇发生酯化反应可得到 X

C. X、Y 均能与酸性 KMnO_4 溶液反应

D. 室温下 X、Y 分别与足量 Br_2 加成的产物分子中手性碳原子数目相等

【考点】HD：有机物的结构和性质。

【分析】A. X 中能与 NaOH 溶液反应的为酯基和羧基；

B. Y 应与乙酸反应生成 X；

C. X、Y 均含有碳碳双键，可发生氧化反应；

D. X、Y 含有两个碳碳双键，其中一个碳碳双键加成后碳原子连接不同的原子。

【解答】解：A. X 中能与 NaOH 溶液反应的为酯基和羧基，且 X 中得到酯基可水解生成乙酸和酚羟基，则 1molX 最多能与 3molNaOH 反应，故 A 错误；

B. Y 生成 X，应为酚羟基的反应，则应与乙酸反应，故 B 错误；

C. X、Y 均含有碳碳双键，可与酸性 KMnO_4 溶液发生氧化还原反应，故 C 正确；

D. X、Y 含有两个碳碳双键，其中一个碳碳双键加成后碳原子连接不同的原子，则加成产物含有手性碳原子，故 D 正确。

故选：CD。

【点评】本题考查有机物的结构和性质，为高频考点，侧重考查学生的分析能力，本题注意把握有机物的官能团的性质以及有机物的结构特点，为解答该类题目的关键，题目难度不大。

13. (4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 X 溶液中滴加几滴新制氯水，振荡，再加入少量 KSCN 溶液，溶液变为红色	X 溶液中一定含有 Fe^{2+}
B	向浓度均为 $0.05\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaI、NaCl 混合溶液中滴加少量 AgNO_3 溶液，有黄色沉淀生成	$K_{\text{sp}}(\text{AgI}) > K_{\text{sp}}(\text{AgCl})$
C	向 3mLKI 溶液中滴加几滴溴水，振荡，再滴加 1mL 淀粉溶液，溶液显蓝色	Br_2 的氧化性比 I_2 的强
D	用 pH 试纸测得： CH_3COONa 溶液的 pH 约为 9， NaNO_2 溶液的 pH 约为 8	HNO_2 电离出 H^+ 的能力比 CH_3COOH 的强

A. A

B. B

C. C

D. D

【考点】U5：化学实验方案的评价。

【分析】A. 检验亚铁离子时应该先加 KSCN 溶液后加氯水；

B. 溶解度小的先生成沉淀；

C. 氧化剂的氧化性大于氧化产物的氧化性；

D. 钠盐溶液浓度不一定相等。

【解答】解：A. 检验亚铁离子时应该先加 KSCN 溶液后加氯水，防止铁离子干扰，故 A 错误；

B. 溶解度小的先生成沉淀，先生成黄色沉淀，说明溶解度 $\text{AgI} < \text{AgCl}$ ，则溶度积常数 $K_{\text{sp}}(\text{AgI}) < K_{\text{sp}}(\text{AgCl})$ ，故 B 错误；

C. 氧化剂的氧化性大于氧化产物的氧化性，溶液呈蓝色，说明有碘生成，溴能氧化碘离子生成碘，溴是氧化剂、碘是氧化产物，则 Br_2 的氧化性比 I_2 的强，故 C 正确；

D. 盐溶液浓度未知，无法根据钠盐溶液 pH 定性判断其对应酸的酸性强弱，只有钠盐溶液浓度相同时，才能根据钠盐溶液的 pH 大小判断其对应酸的酸性强弱，故 D 错误；

故选：C。

【点评】 本题考查化学实验方案评价，涉及离子检验、溶度积大小比较、氧化性强弱比较、酸性强弱比较等知识点，明确实验原理、元素化合物性质是解本题关键，D 为解答易错点，题目难度不大。

14. (4分) 室温下，反应 $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$ 的平衡常数 $K = 2.2 \times 10^{-8}$ 。将 NH_4HCO_3 溶液和氨水按一定比例混合，可用于浸取废渣中的 ZnO 。若溶液混合引起的体积变化可忽略，室温下下列指定溶液中微粒物质的量浓度关系正确的是 ()

A. $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 氨水： $c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$

B. $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NH_4HCO_3 溶液 ($\text{pH} > 7$)： $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{H}_2\text{CO}_3) > c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})$

C. $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 氨水和 $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NH_4HCO_3 溶液等体积混合： $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}) = c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-})$

D. $0.6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 氨水和 $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NH_4HCO_3 溶液等体积混合： $c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}) + c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-) = 0.3\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} + c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{H}^+)$

【考点】 D5：弱电解质在水溶液中的电离平衡；DN：离子浓度大小的比较。

【分析】 A. $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 氨水溶液中存在一水合氨电离平衡和水的电离平衡，据此分析判断离子浓度；

B. $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NH_4HCO_3 溶液 ($\text{pH} > 7$)，溶液显碱性说明碳酸氢根离子水解程度大于铵根离子水解程度，据此分析判断离子浓度；

C. 溶液中存在物料守恒，结合氮元素和碳元素守恒分析判断离子浓度大小；

D. 溶液中存在电荷守恒、物料守恒，结合离子浓度关系计算分析判断。

【解答】解：A. $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 氨水溶液中存在一水合氨电离平衡和水的电离平衡，溶液中离子浓度大小 $c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{H}^+)$ ，故 A 错误；

B. $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NH}_4\text{HCO}_3$ 溶液 ($\text{pH} > 7$)，溶液显碱性说明碳酸氢根离子水解程度大于铵根离子水解程度， $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{H}_2\text{CO}_3) > c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})$ ，故 B 正确；

C. $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 氨水和 $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NH}_4\text{HCO}_3$ 溶液等体积混合，氮元素物质的量是碳元素物质的量的 2 倍，物料守恒得到离子浓度关系 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}) = 2[c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-})]$ ，故 C 错误；

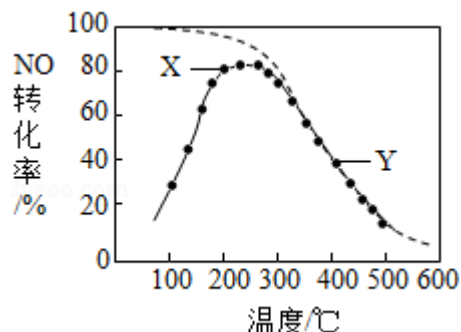
D. $0.6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 氨水和 $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NH}_4\text{HCO}_3$ 溶液等体积混合，溶液中存在碳物料守恒： $c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) = 0.1\text{mol/L}$ ①，氮守恒得到： $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}) = 0.4\text{mol/L}$ ②，混合溶液中存在电荷守恒得到： $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-)$ ③，把①中 $c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) = 0.1 - c(\text{H}_2\text{CO}_3)$ ，②中 $c(\text{NH}_4^+) = 0.4 - c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})$ ，带入③整理得到： $c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}) + c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-) = 0.3\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} + c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{H}^+)$ ，故 D 正确；

故选：BD。

【点评】 本题考查了弱电解质电离平衡、盐类水解、电解质溶液中电荷守恒、物料守恒等离子关系的计算应用，掌握基础是解题关键，题目难度中等。

15. (4分) 在恒压、NO 和 O_2 的起始浓度一定的条件下，催化反应相同时间，测得不同温度下 NO 转化为 NO_2 的转化率如图中实线所示 (图中虚线表示相同条件下 NO 的平衡转化率随温度的变化)。下列说法正确的是

()



A. 反应 $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ 的 $\Delta H > 0$

B. 图中 X 点所示条件下，延长反应时间能提高 NO 转化率

C. 图中 Y 点所示条件下，增加 O_2 的浓度不能提高 NO 转化率

D. 380°C下, $c_{\text{起始}}(\text{O}_2) = 5.0 \times 10^{-4} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, NO 平衡转化率为 50%, 则平衡常数 $K > 2000$

【考点】CM: 转化率随温度、压强的变化曲线。

【专题】51E: 化学平衡专题。

【分析】A. 升高温度 NO 平衡转化率降低, 平衡逆向移动, 升高温度平衡向吸热方向移动;

B. X 点没有达到平衡状态, 平衡正向移动, 延长时间导致消耗的 NO 量增多;

C. Y 点所示条件下达到平衡状态, 增多氧气浓度平衡正向移动;

D. 380°C下, $c_{\text{起始}}(\text{O}_2) = 5.0 \times 10^{-4} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 反应正向移动, 则 $c_{\text{平衡}}(\text{O}_2) < 5.0 \times 10^{-4} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, NO 平衡转化率为 50%, 则平衡时 $c(\text{NO}) = c(\text{NO}_2)$, 化学平衡常数 K

$$= \frac{c^2(\text{NO}_2)}{c(\text{O}_2) \cdot c^2(\text{NO})}$$

【解答】解: A. 升高温度 NO 平衡转化率降低, 平衡逆向移动, 升高温度平衡向吸热方向移动, 则正反应为放热反应, 所以 $\Delta H < 0$, 故 A 错误;

B. X 点没有达到平衡状态, 平衡正向移动, 延长时间导致消耗的 NO 量增多, 导致 NO 转化率提高, 故 B 正确;

C. Y 点所示条件下达到平衡状态, 增多氧气浓度平衡正向移动, NO 转化率提高, 故 C 错误;

D. 380°C下, $c_{\text{起始}}(\text{O}_2) = 5.0 \times 10^{-4} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 反应正向移动, 则 $c_{\text{平衡}}(\text{O}_2) < 5.0 \times 10^{-4} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, NO 平衡转化率为 50%, 则平衡时 $c(\text{NO}) = c(\text{NO}_2)$, 化学平衡常数 K

$$= \frac{c^2(\text{NO}_2)}{c(\text{O}_2) \cdot c^2(\text{NO})} > \frac{1}{5.0 \times 10^{-4}} = 2000, \text{ 故 D 正确;}$$

故选: BD。

【点评】本题以图象分析为载体考查化学平衡计算、化学平衡移动影响因素等知识点, 侧重考查分析判断及计算能力, 明确温度、压强、浓度对化学平衡移动影响原理及化学平衡常数计算方法是解本题关键, D 为解答易错点, 易忽略 “ $c(\text{NO}) = c(\text{NO}_2)$ ” 而导致无法计算, 题目难度不大。

三、非选择题

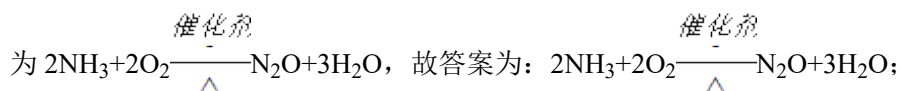
16. (12分) N_2O 、NO 和 NO_2 等氮氧化物是空气污染物, 含有氮氧化物的尾气需处理后才能排放。

②反应生成 NaNO_2 和 NaNO_3 ；如 NO 的含量比 NO_2 大，则尾气中含有 NO ；

(3) ①在酸性 NaClO 溶液中， HClO 氧化 NO 生成 Cl^- 和 NO_3^- ，反应后溶液呈酸性；

② NaClO 溶液的初始 pH 越小， HClO 的浓度越大，氧化能力强。

【解答】解：(1) NH_3 与 O_2 在加热和催化剂作用下生成 N_2O 和水，反应的化学方程式



(2) ①A. 加快通入尾气的速率，气体不能充分反应，故 A 错误；

B. 采用气、液逆流的方式吸收尾气，可使气体与氢氧化钠溶液充分反应，故 B 正确；

C. 吸收尾气过程中定期补加适量 NaOH 溶液，可使气体充分反应，故 C 正确。

故答案为：BC；

②反应生成 NaNO_2 和 NaNO_3 ，则含有的杂质为 NaNO_3 ，如 NO 的含量比 NO_2 大，则尾气中含有 NO ，

故答案为： NaNO_3 ； NO ；

(3) ①在酸性 NaClO 溶液中， HClO 氧化 NO 生成 Cl^- 和 NO_3^- ，反应后溶液呈酸性，则反应的离子方程式为 $3\text{HClO} + 2\text{NO} + \text{H}_2\text{O} = 3\text{Cl}^- + 2\text{NO}_3^- + 5\text{H}^+$ ，

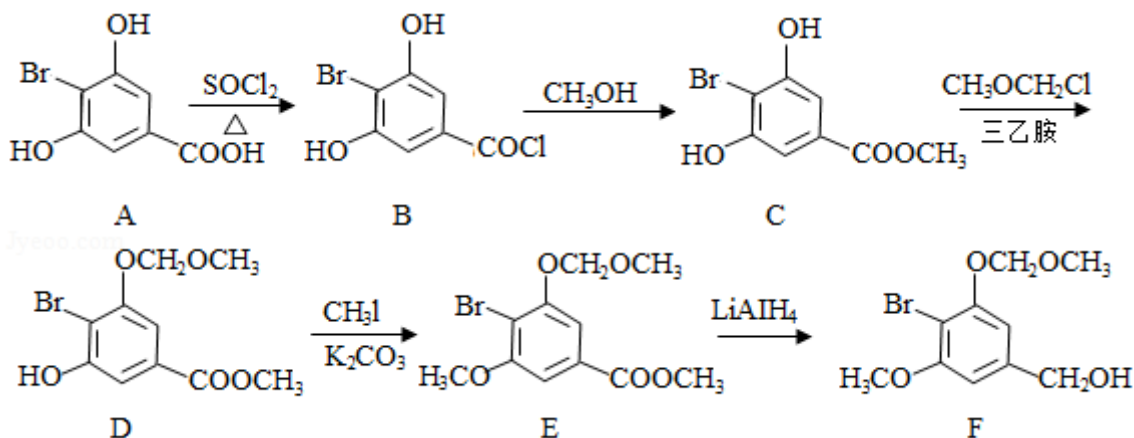
故答案为： $3\text{HClO} + 2\text{NO} + \text{H}_2\text{O} = 3\text{Cl}^- + 2\text{NO}_3^- + 5\text{H}^+$ ；

② NaClO 溶液的初始 pH 越小， HClO 的浓度越大，氧化能力强，则提高 NO 转化率，

故答案为：溶液 pH 越小，溶液中 HClO 的浓度越大，氧化 NO 的能力越强。

【点评】本题综合考查元素化合物知识，为高频考点，侧重于化学与环境的考查，有利于培养学生良好的科学素养，注意把握物质的性质以及题给信息，题目难度不大。

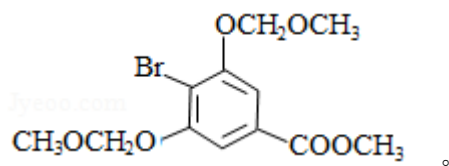
17. (15 分) 化合物 F 是合成一种天然萜类化合物的重要中间体，其合成路线如下：



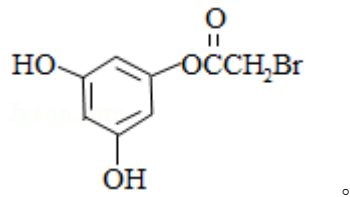
(1) A 中含氧官能团的名称为 羟基 和 羧基。

(2) A→B 的反应类型为 取代反应。

(3) C→D 的反应中有副产物 X (分子式为 C₁₂H₁₅O₆Br) 生成, 写出 X 的结构简式:

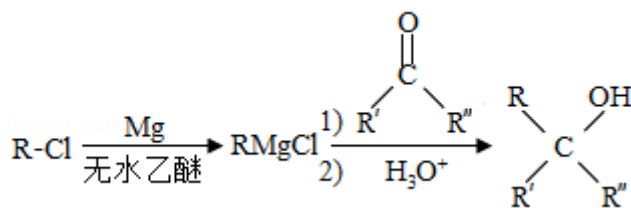


(4) C 的一种同分异构体同时满足下列条件, 写出该同分异构体的结构简式:



①能与 FeCl₃ 溶液发生显色反应;

②碱性水解后酸化, 含苯环的产物分子中不同化学环境的氢原子数目比为 1: 1。



(5) 已知:

(R 表示烷基, R' 和 R'' 表示烷基或氢)

写出以 和 CH₃CH₂CH₂OH 为原料制备 的合成路线流程图 (无机试剂和有机溶剂任用, 合成路线流程图示例见本题题干)。

【考点】 HC: 有机物的合成.

【专题】 112: 有机推断.

【分析】 A 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 发生取代反应生成 E, E 发生还原反应生成 F;

(5) 以 和 CH₃CH₂CH₂OH 为原料制备 , 丙

醇发生催化氧化生成丙醛, 发生还原反应生成邻甲基苯甲醇, 然后发生取代反应, 再和 Mg 发生信息中的反应, 最后和丙醛反应生成目标产物。

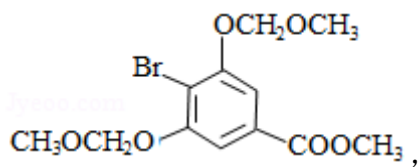
【解答】解：（1）A 中含氧官能团的名称为羟基、羧基，

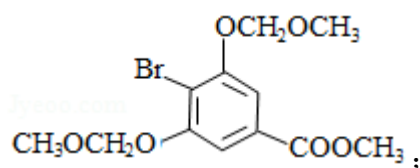
故答案为：羟基；羧基；

（2）A→B 的反应类型为取代反应，

故答案为：取代反应；

（3）C→D 的反应中有副产物 X（分子式为 $C_{12}H_{15}O_6Br$ ）生成，根据 C 原子知，X 中两

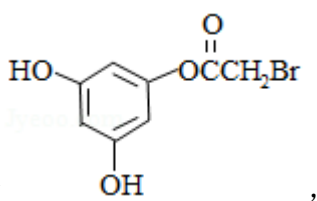
个酚羟基都发生取代反应，则 X 的结构简式：

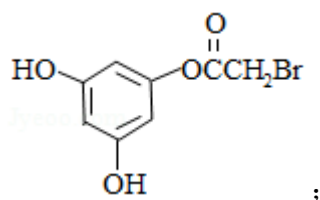
故答案为：

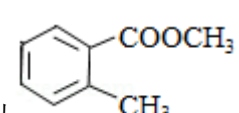
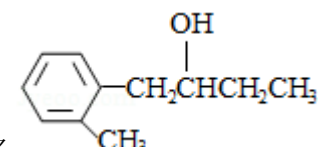
（4）C 的一种同分异构体同时满足下列条件，

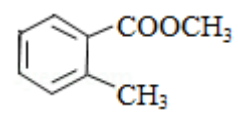
①能与 $FeCl_3$ 溶液发生显色反应，说明含有酚羟基；

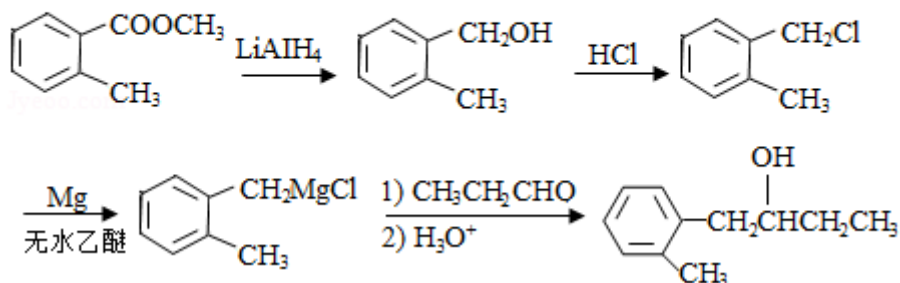
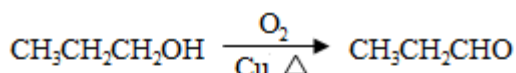
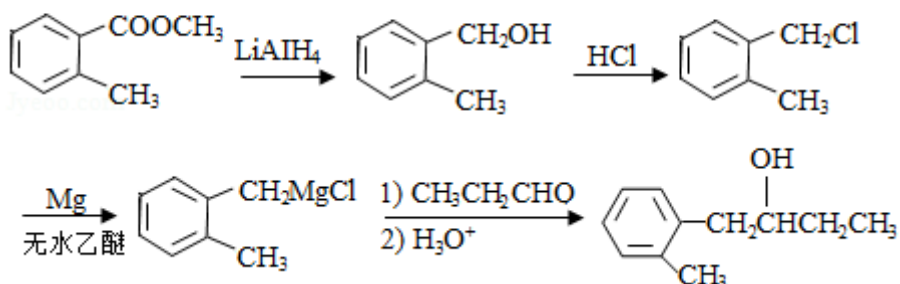
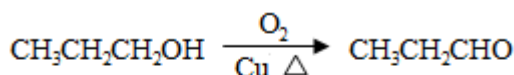
②碱性水解后酸化，含苯环的产物分子中不同化学环境的氢原子数目比为 1:1，说明只有两种氢原子且两种氢原子个数相等，且含有酯基，

符合条件的结构简式为 

故答案为：

（5）以  和 $CH_3CH_2CH_2OH$ 为原料制备 ，丙

醇发生催化氧化生成丙醛， 发生还原反应生成邻甲基苯甲醇，然后发生取代反应，再和 Mg 发生信息中的反应，最后和丙醛反应生成目标产物，合成路线为



故答案为：

【点评】 本题考查有机物推断和合成，侧重考查分析判断及知识综合运用、知识迁移能力，明确官能团的结构和性质关系、物质之间的转化关系、知识迁移运用方法是解本题关键，注意结合题给信息进行合成路线设计，题目难度中等。

18. (12分) 聚合硫酸铁 $[\text{Fe}_2(\text{OH})_{6-2n}(\text{SO}_4)_n]_m$ 广泛用于水的净化。以 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 为原料，经溶解、氧化、水解聚合等步骤，可制备聚合硫酸铁。

(1) 将一定量的 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 溶于稀硫酸，在约 70°C 下边搅拌边缓慢加入一定量的 H_2O_2 溶液，继续反应一段时间，得到红棕色粘稠液体。 H_2O_2 氧化 Fe^{2+} 的离子方程式为 $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ；水解聚合反应会导致溶液的pH减小。

(2) 测定聚合硫酸铁样品中铁的质量分数：准确称取液态样品3.000g，置于250mL锥形瓶中，加入适量稀盐酸，加热，滴加稍过量的 SnCl_2 溶液(Sn^{2+} 将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+})，充分反应后，除去过量的 Sn^{2+} 。用 $5.000 \times 10^{-2} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液滴定至终点(滴定过程中 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 与 Fe^{2+} 反应生成 Cr^{3+} 和 Fe^{3+})，消耗 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液22.00mL。

①上述实验中若不除去过量的 Sn^{2+} ，样品中铁的质量分数的测定结果将偏大(填“偏大”或“偏小”或“无影响”)。

②计算该样品中铁的质量分数(写出计算过程)。

【考点】RD: 探究物质的组成或测量物质的含量.

【分析】(1) 酸性条件下, H_2O_2 氧化 Fe^{2+} 生成 Fe^{3+} , 同时自身被还原生成 H_2O ; Fe^{3+} 水解导致溶液中 $c(\text{H}^+)$ 增大;

(2) ① Sn^{2+} 具有还原性, 能被 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 氧化, 从而导致 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 消耗偏多;

② 根据转移电子守恒得 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$, 根据关系式 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \sim 6\text{Fe}^{3+}$ 知, $n(\text{Fe}^{3+}) = 6n(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 6 \times 5.000 \times 10^{-2} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.022 \text{L} = 6.600 \times 10^{-3} \text{mol}$, $m = nM = 6.600 \times 10^{-3} \text{mol} \times 56 \text{g/mol} = 0.3696 \text{g}$,

样品中 Fe 元素质量分数 = $\frac{\text{铁元素质量}}{\text{样品质量}} \times 100\%$.

【解答】解: (1) 酸性条件下, H_2O_2 氧化 Fe^{2+} 生成 Fe^{3+} , 同时自身被还原生成 H_2O , 离子方程式为 $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$; Fe^{3+} 水解导致溶液中 $c(\text{H}^+)$ 增大, 则溶液的 pH 减小,

故答案为: $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$; 减小;

(2) ① Sn^{2+} 具有还原性, 能被 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 氧化, 从而导致 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 消耗偏多, 则样品中铁的质量分数的测定结果将偏大,

故答案为: 偏大;

② 根据转移电子守恒得 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$, 根据关系式 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \sim 6\text{Fe}^{3+}$ 知, $n(\text{Fe}^{3+}) = 6n(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 6 \times 5.000 \times 10^{-2} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.022 \text{L} = 6.600 \times 10^{-3} \text{mol}$, $m = nM = 6.600 \times 10^{-3} \text{mol} \times 56 \text{g/mol} = 0.3696 \text{g}$,

样品中 Fe 元素质量分数 = $\frac{\text{铁元素质量}}{\text{样品质量}} \times 100\% = \frac{0.3696 \text{g}}{3.000 \text{g}} \times 100\% = 12.32\%$,

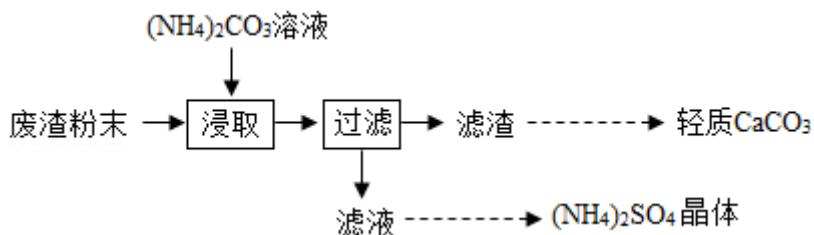
答: 根据转移电子守恒得 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$, 根据关系式 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \sim 6\text{Fe}^{3+}$ 知, $n(\text{Fe}^{3+}) = 6n(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 6 \times 5.000 \times 10^{-2} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.022 \text{L} = 6.600 \times 10^{-3} \text{mol}$, $m = nM = 6.600 \times 10^{-3} \text{mol} \times 56 \text{g/mol} = 0.3696 \text{g}$,

样品中 Fe 元素质量分数 = $\frac{\text{铁元素质量}}{\text{样品质量}} \times 100\% = \frac{0.3696 \text{g}}{3.000 \text{g}} \times 100\% = 12.32\%$.

【点评】 本题考查物质含量测定, 侧重考查氧化还原反应、误差分析、方程式的计算、信息的获取和灵活运用等, 明确元素化合物性质、题干中信息含义是解本题关键, 注意转移电子守恒的灵活运用, 题目难度不大.

19. (15 分) 实验室以工业废渣 (主要含 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 还含少量 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3) 为

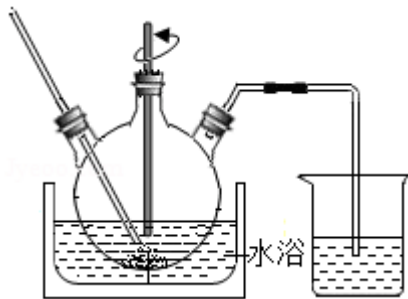
原料制取轻质 CaCO_3 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 晶体，其实验流程如图：



(1) 室温下，反应 $\text{CaSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ 达到平衡，则溶液中 $\frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} = 1.6 \times 10^4$ [$K_{\text{sp}}(\text{CaSO}_4) = 4.8 \times 10^{-5}$, $K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3) = 3 \times 10^{-9}$]。

(2) 将氨水和 NH_4HCO_3 溶液混合，可制得 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 溶液，其离子方程式为 $\text{HCO}_3^- + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4^+ + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ；浸取废渣时，向 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 溶液中加入适量浓氨水的目的是 增加溶液中 CO_3^{2-} 的浓度，促进 CaSO_4 的转化。

(3) 废渣浸取在如图所示的装置中进行。控制反应温度在 $60 \sim 70^\circ\text{C}$ ，搅拌，反应 3 小时。温度过高将会导致 CaSO_4 的转化率下降，其原因是 温度过高，碳酸铵分解；保持温度、反应时间、反应物和溶剂的量不变，实验中提高 CaSO_4 转化率的操作有 加快搅拌速率。



(4) 滤渣水洗后，经多步处理得到制备轻质 CaCO_3 所需的 CaCl_2 溶液。设计以水洗后的滤渣为原料，制取 CaCl_2 溶液的实验方案：在搅拌下向足量的稀盐酸中分批加入滤渣，待观察不到气泡后，过滤，向滤液中分批加入少量的氢氧化钙，用 pH、试纸测量溶液的 pH，当 pH 介于 5 - 8.5 时，过滤 [已知 $\text{pH}=5$ 时 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀完全； $\text{pH}=8.5$ 时 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 开始溶解。实验中必须使用的试剂：盐酸和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$]。

【考点】 U3：制备实验方案的设计。

【分析】 工业废渣（主要含 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，还含少量 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 ），加入碳酸铵溶液浸取，可将 CaSO_4 转化为 CaCO_3 ，滤渣含有 CaCO_3 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 ，可用于制取轻质 CaCO_3 ，滤液中主要含有硫酸铵，可制备 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 晶体，以此解答该题。

【解答】解：(1) 反应 $\text{CaSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ 达到平衡，

$$\text{溶液中} \frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{CaSO}_4)}{K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3)} = \frac{4.8 \times 10^{-5}}{3 \times 10^{-9}} = 1.6 \times 10^4, \text{ 故答案为: } 1.6 \times 10^4;$$

(2) 将氨水和 NH_4HCO_3 溶液混合，反应生成 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ，离子方程式为 $\text{HCO}_3^- + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4^+ + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ，向 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 溶液中加入适量浓氨水，可抑制 CO_3^{2-} 的水解，增大 CO_3^{2-} 的浓度，促进 CaSO_4 的转化，故答案为： $\text{HCO}_3^- + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4^+ + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ；增加溶液中 CO_3^{2-} 的浓度，促进 CaSO_4 的转化；

(3) 温度过高将会使碳酸铵分解，导致 CaSO_4 的转化率下降，反应在搅拌条件下进行，加快搅拌速率，可提高 CaSO_4 转化率，

故答案为：温度过高，碳酸铵分解；加快搅拌速率；

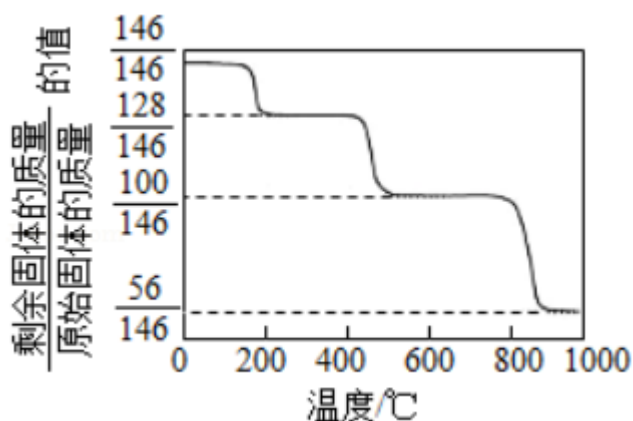
(4) 滤渣含有 CaCO_3 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 ，可分批向足量的稀盐酸中加入滤渣，待观察不到气泡后，说明盐酸完全反应，过滤，除去二氧化硅以及过量的滤渣，向滤液中分批加入少量的氢氧化钙，用 pH、试纸测量溶液的 pH，当 pH 介于 5 - 8.5 时，完全除去铁离子、铝离子，过滤，可得到 CaCl_2 溶液，

故答案为：在搅拌下向足量的稀盐酸中分批加入滤渣，待观察不到气泡后，过滤，向滤液中分批加入少量的氢氧化钙，用 pH、试纸测量溶液的 pH，当 pH 介于 5 - 8.5 时，过滤。

【点评】本题考查制备实验方案的设计，为高频考点，把握制备原理及实验流程中的反应、物质的性质等为解答的关键，侧重分析与实验能力的综合考查，题目难度中等。

20. (14 分) CO_2 的资源化利用能有效减少 CO_2 排放，充分利用碳资源。

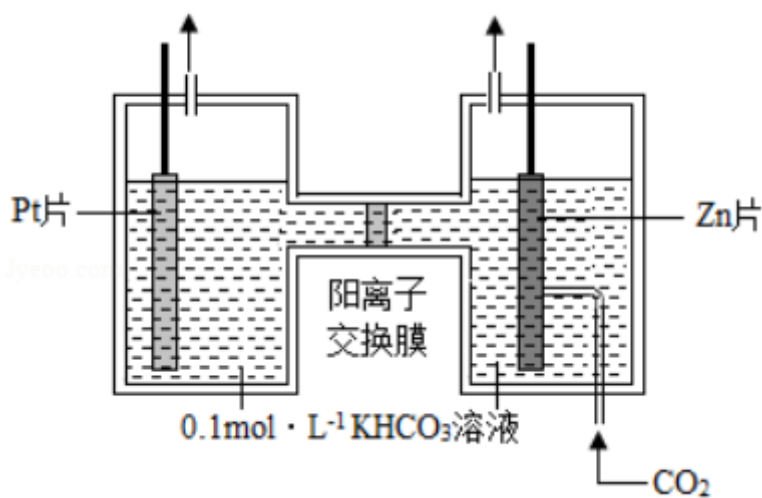
(1) CaO 可在较高温度下捕集 CO_2 ，在更高温度下将捕集的 CO_2 释放利用。 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 热分解可制备 CaO ， $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 加热升温过程中固体的质量变化如图。



①写出 400~600℃ 范围内分解反应的化学方程式： $\text{CaC}_2\text{O}_4 \xrightarrow{400-600^\circ\text{C}} \text{CaCO}_3 + \text{CO} \uparrow$ 。

②与 CaCO_3 热分解制备的 CaO 相比， $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 热分解制备的 CaO 具有更好的 CO_2 捕集性能，其原因是 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 热分解放出更多的气体，制得的氧化钙更加疏松多孔。

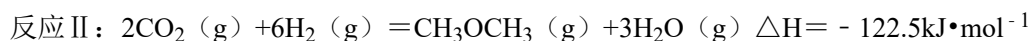
(2) 电解法转化 CO_2 可实现 CO_2 资源化利用。电解 CO_2 制 HCOOH 的原理示意图如图。



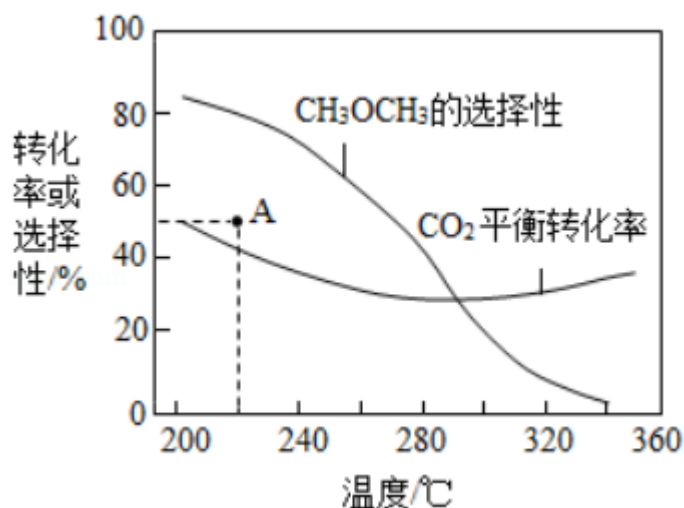
①写出阴极 CO_2 还原为 HCOO^- 的电极反应式： $\text{CO}_2 + \text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{HCOO}^-$ 或 $\text{CO}_2 + \text{HCO}_3^- + 2\text{e}^- = \text{HCOO}^- + \text{CO}_3^{2-}$ 。

②电解一段时间后，阳极区的 KHCO_3 溶液浓度降低，其原因是 阳极产生 O_2 ，pH 减小， HCO_3^- 浓度降低； K^+ 部分迁移至阴极区。

(3) CO_2 催化加氢合成二甲醚是一种 CO_2 转化方法，其过程中主要发生下列反应：



在恒压、 CO_2 和 H_2 的起始量一定的条件下， CO_2 平衡转化率和平衡时 CH_3OCH_3 的选择性随温度的变化如图。其中：



$$\text{CH}_3\text{OCH}_3 \text{ 的选择性} = \frac{2 \times \text{CH}_3\text{OCH}_3 \text{ 的物质的量}}{\text{反应的 CO}_2 \text{ 的物质的量}} \times 100\%$$

①温度高于 300℃，CO₂ 平衡转化率随温度升高而上升的原因是 反应 I 的 $\Delta H > 0$ ，反应 II 的 $\Delta H < 0$ ，温度升高使 CO₂ 转化为 CO 的平衡转化率上升，使 CO₂ 转化为 CH₃OCH₃ 的平衡转化率下降，且上升幅度超过下降幅度。

②220℃时，在催化剂作用下 CO₂ 与 H₂ 反应一段时间后，测得 CH₃OCH₃ 的选择性为 48%（图中 A 点）。不改变反应时间和温度，一定能提高 CH₃OCH₃ 选择性的措施有 增大压强，使用对反应 II 催化活性更高的催化剂。

【考点】 FE：“三废”处理与环境保护。

【分析】 (1) CaC₂O₄·H₂O 热分解先分解生成草酸钙和水，0 - 200° C，固体质量变化 146 - 128 = 18，反应的化学方程式：0 - 200° C 发生的反应：CaC₂O₄·

H₂O $\xrightarrow{\Delta}$ CaC₂O₄ + H₂O，400 - 600° C 质量减少 128 - 100 = 28g，草酸钙分解生成了一氧化

碳和碳酸钙，是发生反应 CaC₂O₄ $\xrightarrow{\Delta}$ CaCO₃ + CO，800 - 1000° C，质量变化 = 100 - 56 =

44，是碳酸钙分解生成氧化钙和二氧化碳，反应的化学方程式：CaCO₃ $\xrightarrow{\Delta}$ CaO + CO₂，据此分析判断；

①上述分析可知 400~600℃ 范围内分解反应为草酸钙分解生成碳酸钙和一氧化碳；

②CaC₂O₄·H₂O 热分解放出更多的气体；

(2) ①阴极 CO₂ 还原为 HCOO⁻ 的电极反应是二氧化碳得到电子生成甲酸根离子或在碳

酸氢根离子溶液中生成甲酸根离子和碳酸根离子；

②电解一段时间后，阳极区的 KHCO_3 溶液浓度降低升温原因是阳极生成氧气电极附近氢离子浓度增大和碳酸氢根离子反应，钾离子电解过程中移向阴极；

(3) ①温度高于 300°C ， CO_2 平衡转化率随温度升高而上升的原因是：反应 I 的 $\Delta H > 0$ ，反应 II 的 $\Delta H < 0$ ，升温反应 I 正向进行，反应 II 逆向进行；

②不改变反应时间和温度，一定能提高 CH_3OCH_3 选择性的条件，结合 CH_3OCH_3 的选择

性 = $\frac{2 \times \text{CH}_3\text{OCH}_3 \text{ 的物质的量}}{\text{反应的 CO}_2 \text{ 的物质的量}} \times 100\%$ 分析，平衡正向进行二甲醚选择性增大。

【解答】解：(1) $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 热分解先分解生成草酸钙和水， $0 - 200^\circ\text{C}$ ，固体质量变化 $146 - 128 = 18$ ，反应的化学方程式： $0 - 200^\circ\text{C}$ 发生的反应： $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot$

$\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{CaC}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O} \uparrow$ ， $400 - 600^\circ\text{C}$ 质量减少 $128 - 100 = 28\text{g}$ ，草酸钙分解生成了一氧

化碳和碳酸钙，是发生反应 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCO}_3 + \text{CO} \uparrow$ ， $800 - 1000^\circ\text{C}$ ，质量变化 = $100 -$

$56 = 44$ ，是碳酸钙分解生成氧化钙和二氧化碳，反应的化学方程式： $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{CaO} + \text{CO}_2$

\uparrow ，据此分析判断；

① $400 - 600^\circ\text{C}$ 质量减少 $128 - 100 = 28\text{g}$ ，草酸钙分解生成了一氧化碳和碳酸钙，是发

生反应 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCO}_3 + \text{CO} \uparrow$ ，

故答案为： $\text{CaC}_2\text{O}_4 \xrightarrow{400-600^\circ\text{C}} \text{CaCO}_3 + \text{CO} \uparrow$ ；

② $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 热分解制备的 CaO 具有更好的 CO_2 捕集性能，其原因是： $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 热分解放出更多的气体，制得的氧化钙更加疏松多孔，

故答案为： $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 热分解放出更多的气体，制得的氧化钙更加疏松多孔；

(2) ①阴极 CO_2 还原为 HCOO^- 的电极反应是二氧化碳得到电子生成甲酸根离子或在碳酸氢根离子溶液中生成甲酸根离子和碳酸根离子，结合电子守恒、电荷守恒和原子守恒书写电极反应为： $\text{CO}_2 + \text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{HCOO}^-$ 或 $\text{CO}_2 + \text{HCO}_3^- + 2\text{e}^- = \text{HCOO}^- + \text{CO}_3^{2-}$ ，

故答案为： $\text{CO}_2 + \text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{HCOO}^-$ 或 $\text{CO}_2 + \text{HCO}_3^- + 2\text{e}^- = \text{HCOO}^- + \text{CO}_3^{2-}$ ；

②电解一段时间后，阳极区的 KHCO_3 溶液浓度降低升温原因是：阳极氢氧根离子失电

子生成氧气，电极附近氢离子浓度增大，PH 减小和碳酸氢根离子反应， HCO_3^- 浓度降低， K^+ 部分迁移至阴极区，

故答案为：阳极产生 O_2 ，PH 减小， HCO_3^- 浓度降低； K^+ 部分迁移至阴极区；

(3) ①温度高于 300°C ， CO_2 平衡转化率随温度升高而上升的原因是：反应 I 的 $\Delta H > 0$ ，反应 II 的 $\Delta H < 0$ ，温度升高使 CO_2 转化为 CO 的平衡转化率上升，使 CO_2 转化为 CH_3OCH_3 的平衡转化率下降，且上升幅度超过下降幅度，

故答案为：反应 I 的 $\Delta H > 0$ ，反应 II 的 $\Delta H < 0$ ，温度升高使 CO_2 转化为 CO 的平衡转化率上升，使 CO_2 转化为 CH_3OCH_3 的平衡转化率下降，且上升幅度超过下降幅度；

② $2\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \Delta H = -122.5\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，结合 CH_3OCH_3

的选择性 = $\frac{2 \times \text{CH}_3\text{OCH}_3 \text{ 的物质的量}}{\text{反应的 CO}_2 \text{ 的物质的量}} \times 100\%$ 分析，平衡正向进行二甲醚物质的量增大，二

氧化碳物质的量减小，二甲醚选择性增大，不改变反应时间和温度，一定能提高 CH_3OCH_3 选择性的措施有增大压强平衡正向进行，使用对反应 II 催化活性更高的催化剂，增大二甲醚的选择性，

故答案为：增大压强，使用对反应 II 催化活性更高的催化剂。

【点评】 本题考查了物质分解产物的分析判断、图象变化的理解应用、电解原理和电极反应书写、影响化学平衡的因素分析判断等知识点，掌握基础是解题关键，题目难度中等。

【选做题】 本题包括 A、B 两小题，请选定其中一小题，并在相应的答题区域内作答。若多做，则按 A 小题评分。A. [物质结构与性质]

21. (12 分) Cu_2O 广泛应用于太阳能电池领域。以 CuSO_4 、 NaOH 和抗坏血酸为原料，可制备 Cu_2O 。

(1) Cu^{2+} 基态核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9$ 或 $[\text{Ar}] 3d^9$ 。

(2) SO_4^{2-} 的空间构型为 正四面体形 (用文字描述)； Cu^{2+} 与 OH^- 反应能生成 $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$ ， $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$ 中的配位原子为 O (填元素符号)。

(3) 抗坏血酸的分子结构如图 1 所示，分子中碳原子的轨道杂化类型为 sp^3 、 sp^2 ；推测抗坏血酸在水中的溶解性：易溶于水 (填“难溶于水”或“易溶于水”)。

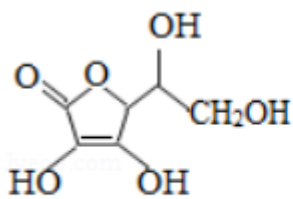


图 1

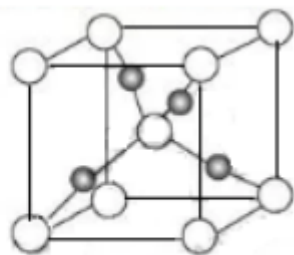


图 2

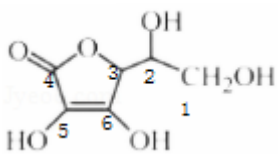
(4) 一个 Cu_2O 晶胞 (如图 2) 中, Cu 原子的数目为 4。

【考点】 98: 判断简单分子或离子的构型; 9I: 晶胞的计算; 9S: 原子轨道杂化方式及杂化类型判断.

【分析】 (1) Cu 原子失去 4s 能级上 1 个电子、3d 能级上 1 个电子生成铜离子, 据此书写该基态离子核外电子排布式;

(2) SO_4^{2-} 中 S 原子价层电子对个数 $= 4 + \frac{6+2-4 \times 2}{2} = 4$ 且不含孤电子对, 根据价层电子

对互斥理论判断该微粒空间构型; 该配离子中 Cu^{2+} 提供空轨道、O 原子提供孤电子对形成配位键;



(3) 中 1、2、3 号 C 原子价层电子对个数是 4, 4、5、6 号碳原子价层电子对个数是 3, 根据价层电子对互斥理论判断该分子中 C 原子轨道杂化类型;

抗坏血酸中羟基属于亲水基, 增大其水解性;

(4) 该晶胞中白色球个数 $= 8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$ 、黑色球个数为 4, 则白色球和黑色球个数之比 $= 2 : 4 = 1 : 2$, 根据其化学式知, 白色球表示 O 原子、黑色球表示 Cu 原子。

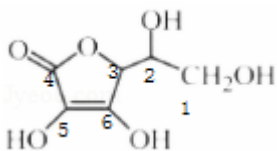
【解答】 解: (1) Cu 原子失去 4s 能级上 1 个电子、3d 能级上 1 个电子生成铜离子, 该基态离子核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9$ 或 $[\text{Ar}] 3d^9$,

故答案为: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9$ 或 $[\text{Ar}] 3d^9$;

(2) SO_4^{2-} 中 S 原子价层电子对个数 $= 4 + \frac{6+2-4 \times 2}{2} = 4$ 且不含孤电子对, 根据价层电子

对互斥理论判断该微粒空间构型为正四面体形; 该配离子中 Cu^{2+} 提供空轨道、O 原子提供孤电子对形成配位键, 所以配原子为 O,

故答案为: 正四面体形; O;



(3) 中 1、2、3 号 C 原子价层电子对个数是 4，4、5、6 号碳原子价层电子对个数是 3，根据价层电子对互斥理论判断该分子中 C 原子轨道杂化类型，1、2、3 号 C 原子采用 sp^3 杂化，4、5、6 号 C 原子采用 sp^2 杂化；抗坏血酸中羟基属于亲水基，增大其水解性，所以抗坏血酸易溶于水，故答案为： sp^3 、 sp^2 ；易溶于水；

(4) 该晶胞中白色球个数 $= 8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$ 、黑色球个数为 4，则白色球和黑色球个数之比 $= 2 : 4 = 1 : 2$ ，根据其化学式知，白色球表示 O 原子、黑色球表示 Cu 原子，则该晶胞中 Cu 原子数目为 4，故答案为：4。

【点评】 本题考查物质结构和性质，涉及晶胞计算、原子杂化类型判断、微粒空间构型判断、核外电子排布式的书写等，侧重考查基础知识综合运用、空间想像能力及计算能力，注意均摊法在晶胞计算中的灵活运用，题目难度不大。

[实验化学]

22. 丙炔酸甲酯 ($CH \equiv C - COOCH_3$) 是一种重要的有机化工原料，沸点为 $103 - 105^\circ C$ 。实

实验室制备少量丙炔酸甲酯的反应为 $CH \equiv C - COOH + CH_3OH \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} CH \equiv C - COOCH_3 + H_2O$

实验步骤如下：

步骤 1：在反应瓶中，加入 14g 丙炔酸、50mL 甲醇和 2mL 浓硫酸，搅拌，加热回流一段时间。

步骤 2：蒸出过量的甲醇（装置如图）。

步骤 3：反应液冷却后，依次用饱和 NaCl 溶液、5% Na_2CO_3 溶液、水洗涤。分离出有机相。

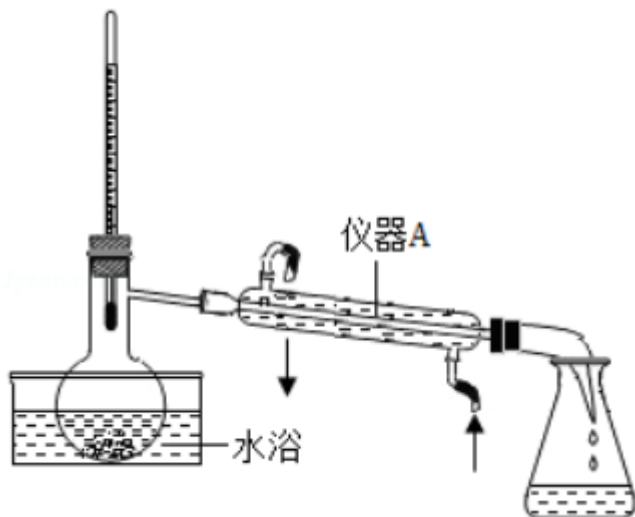
步骤 4：有机相经无水 Na_2SO_4 干燥、过滤、蒸馏，得丙炔酸甲酯。

(1) 步骤 1 中，加入过量甲醇的目的是 作为溶剂、提高丙炔酸的转化率。

(2) 步骤 2 中，如图所示的装置中仪器 A 的名称是 (直形) 冷凝管；蒸馏烧瓶中加入碎瓷片的目的是 防止暴沸。

(3) 步骤 3 中，用 5%Na₂CO₃ 溶液洗涤，主要除去的物质是 丙炔酸；分离出有机相的操作名称为 分液。

(4) 步骤 4 中，蒸馏时不能用水浴加热的原因是 丙炔酸甲酯的沸点比水的高。



【考点】 U3: 制备实验方案的设计.

【分析】 (1) 酯化反应为可逆反应，一种反应物过量，有利于另一种反应物的转化，且甲醇可起到溶剂的作用；

(2) 由仪器图形可知 A 为冷凝管，加热纯液体，应避免暴沸；

(3) 丙炔酸具有酸性，可与碳酸钠溶液反应，生成的丙炔酸甲酯不溶于水，可用分液的方法分离；

(4) 丙炔酸甲酯的沸点为 103 - 105℃，比水的沸点高。

【解答】 解：(1) 酯化反应为可逆反应，甲醇过量，有利于丙炔酸的转化，提高利用率，且甲醇可起到溶剂的作用，故答案为：作为溶剂、提高丙炔酸的转化率；

(2) 由仪器图形可知 A 为冷凝管或直形冷凝管，加热纯液体，应加入碎瓷片，可避免暴沸，

故答案为：(直形) 冷凝管；防止暴沸；

(3) 丙炔酸具有酸性，可与碳酸钠溶液反应，则加入饱和碳酸钠溶液可除去丙炔酸，生成的丙炔酸甲酯不溶于水，溶液分层，可用分液的方法分离，

故答案为：丙炔酸；分液；

(4) 丙炔酸甲酯的沸点为 103 - 105℃，比水的沸点高，在不能用水浴加热，可采用油浴加热的方法，

故答案为：丙炔酸甲酯的沸点比水的高。

【点评】 本题考查制备实验方案的设计，为高频考点，把握制备原理及物质的性质等为解答的关键，侧重分析与实验能力的综合考查，题目难度中等。