

2018 年江苏省高考化学试卷解析版

参考答案与试题解析

一、单项选择题共 10 小题，每小题 2 分，共 20 分

1. (2 分) CO_2 是自然界碳循环中的重要物质。下列过程会引起大气中 CO_2 含量上升的是 ()

- A. 光合作用
B. 自然降雨
C. 化石燃料的燃烧
D. 碳酸盐的沉积

【考点】BM：使用化石燃料的利弊及新能源的开发。

- 【分析】A. 光合作用是吸收空气中二氧化碳生成氧气；
B. 二氧化碳微溶于水，自然降雨过程中二氧化碳含量减少；
C. 化石燃料燃烧会生成大量二氧化碳；
D. 碳酸盐沉积是空气中二氧化碳反应生成沉淀的过程。

【解答】解：A. 光合作用是叶绿素吸收二氧化碳生成氧气，过程中不会引起大气中 CO_2 含量上升，故 A 错误；

B. 自然降雨过程中，空气中二氧化碳部分溶于水，过程中不会引起大气中 CO_2 含量上升，故 B 错误；

C. 化石燃料为煤、石油、天然气等，都含碳元素，化石燃料的燃烧过程中都会生成二氧化碳气体，过程会引起大气中 CO_2 含量上升，故 C 正确；

D. 碳酸盐的沉积是碳元素减少的过程，过程中不会引起大气中 CO_2 含量上升，故 D 错误；

故选：C。

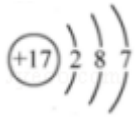
【点评】本题考查了碳循环过程中碳元素的变化、化石燃料燃烧、化合反应等，掌握基础是解题关键，题目难度不大。

2. (2 分) 用化学用语表示 $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$ 中的相关微粒，其中正确的是 ()

A. 中子数为 8 的氮原子： ${}^8_7\text{N}$

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

C. NH_3 的结构式： $\begin{array}{c} \text{H}-\text{N}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$



D. Cl^- 的结构示意图:

【考点】 4J: 电子式、化学式或化学符号及名称的综合.

【分析】 A. 元素符号的左上角为质量数, 质量数=质子数+中子数;

B. 氯化氢为共价化合物, 不存在阴阳离子;

C. 氨气分子中含有 3 个 N - H 键;

D. 氯离子的最外层达到 8 电子稳定结构。

【解答】 解: A. 中子数为 8 的氮原子的质量数=8+7=15, 氮原子正确的表示方法为:

$^{15}_7\text{N}$, 故 A 错误;

B. HCl 为共价化合物, 电子式中不能标出电荷, 其正确的电子式为 $\text{H} \times \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{Cl}}}$, 故 B 错误;

C. 氨气为共价化合物, 分子中含有 3 个 N - H 键, NH_3 的结构式 $\begin{array}{c} \text{H}-\text{N}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$, 故 C 正确;

D. 为氯原子结构示意图, 氯离子的最外层含有 8 个电子, 其正确的离子结构

示意图为 , 故 D 错误;

故选: C。

【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、元素符号、结构式、离子结构示意图等知识, 明确常见化学用语的书写原则为解答关键, 试题有利于提高学生的规范答题能力。

3. (2 分) 下列有关物质性质与用途具有对应关系的是 ()

A. NaHCO_3 受热易分解, 可用于制胃酸中和剂

B. SiO_2 熔点高硬度大, 可用于制光导纤维

C. Al_2O_3 是两性氧化物, 可用作耐高温材料

D. CaO 能与水反应, 可用作食品干燥剂

【考点】 14: 物质的组成、结构和性质的关系.

【分析】 A. 碳酸氢钠的稳定性与制胃酸中和剂没有关系;

B. 二氧化硅能导光, 可用于制光导纤维, 与二氧化硅的熔点无关;

C. 氧化铝可用作耐高温材料，利用的是其高熔点，与是两性氧化物无关；

D. 根据 CaO 与 H_2O 反应，且无毒分析。

【解答】解：A. 碳酸氢钠与盐酸反应，可用作胃酸中和剂，与 NaHCO_3 的稳定性无关，故 A 错误；

B. SiO_2 可用于制光导纤维，利用的是二氧化硅的导光性，与其熔点无关，故 B 错误；

C. 由于 Al_2O_3 具有较高熔点，可用作耐高温材料，与 Al_2O_3 是两性氧化物无关，故 C 错误；

D. 由于 CaO 与水发生反应，且无毒，可用作食品干燥剂，故 D 正确；

故选：D。

【点评】 本题考查物质组成、结构与性质的关系，题目难度不大，明确常见元素及其化合物性质即可解答，注意掌握常见物质性质与用途的关系，试题侧重基础知识的考查，培养了学生的灵活应用能力。

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. $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ KI 溶液： Na^+ 、 K^+ 、 ClO^- 、 OH^-

B. $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液： Cu^{2+} 、 NH_4^+ 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-}

C. $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ HCl 溶液： Ba^{2+} 、 K^+ 、 CH_3COO^- 、 NO_3^-

D. $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOH 溶液： Mg^{2+} 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^-

【考点】 DP：离子共存问题。

【分析】 A. 次氯酸根离子能够氧化碘化钾；

B. 四种离子之间不反应，都不与硫酸铁反应；

C. 醋酸根离子与氢离子反应；

D. 氢氧化钠与镁离子、碳酸氢根离子反应。

【解答】解：A. ClO^- 能够氧化 KI，在溶液中不能大量共存，故 A 错误；

B. Cu^{2+} 、 NH_4^+ 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 之间不反应，都不与 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 反应，在溶液中能够大量共存，故 B 正确；

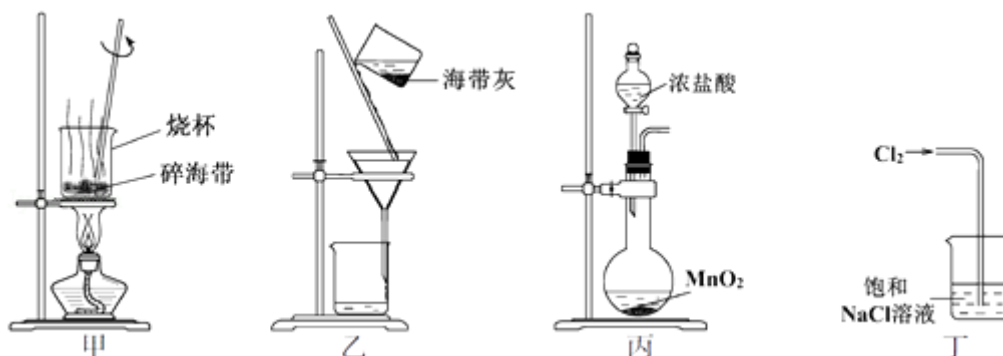
C. CH_3COO^- 与 HCl 反应生成弱电解质 CH_3COOH ，在溶液中不能大量共存，故 C 错误；

D. Mg^{2+} 、 HCO_3^- 与 NaOH 溶液反应，在溶液中不能大量共存，故 D 错误；

故选：B。

【点评】 本题考查离子共存，题目难度不大，明确常见离子的性质即可解答，注意掌握离子共存的条件，试题侧重基础知识的考查，有利于提高学生的灵活应用能力。

5. (2分) 下列有关从海带中提取碘的实验原理和装置能达到实验目的是 ()



- A. 用装置甲灼烧碎海带
- B. 用装置乙过滤海带灰的浸泡液
- C. 用装置丙制备用于氧化浸泡液中 I^- 的 Cl_2
- D. 用装置丁吸收氧化浸泡液中 I^- 后的 Cl_2 尾气

【考点】U5: 化学实验方案的评价.

【分析】A. 灼烧海带需要在坩埚中进行;

B. 装置乙为过滤装置, 能够过滤海带灰的浸泡液;

C. 浓盐酸与二氧化锰的反应需要加热;

D. 氯气在氯化钠溶液中的溶解度较小, 应该用氢氧化钠溶液。

【解答】解: A. 需要在坩埚中灼烧海带, 不能用烧杯灼烧, 故 A 错误;

B. 装置乙中装置及操作均合理, 可用装置乙过滤海带灰的浸泡液, 故 B 正确;

C. 装置丙中缺少加热装置, 无法获得氯气, 故 C 错误;

D. 氯气难溶于饱和氯化钠溶液, 应该为 NaOH 溶液吸收多余的氯气, 故 D 错误;

故选: B。

【点评】本题考查化学实验方案的评价, 题目难度不大, 涉及灼烧、过滤装置及气体制备与尾气吸收等知识, 明确实验原理为解答关键, 注意熟练掌握常见化学实验基本操作方法, 试题有利于提高学生的化学实验能力。

6. (2分) 下列有关物质性质的叙述一定不正确的是 ()

- A. 向 $FeCl_2$ 溶液中滴加 NH_4SCN 溶液, 溶液显红色
- B. $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ 溶于水可形成 $Al(OH)_3$ 胶体
- C. NH_4Cl 与 $Ca(OH)_2$ 混合加热可生成 NH_3
- D. Cu 与 $FeCl_3$ 溶液反应可生成 $CuCl_2$

【考点】DD: 盐类水解的应用.

【分析】A. 亚铁离子不与 NH_4SCN 溶液反应；

B. 铝离子水解生成氢氧化铝胶体；

C. 氯化铵与氢氧化钙加热生成氯化钙、氨气和水；

D. 金属铜与铁离子反应生成亚铁离子和铜离子。

【解答】解：A. 铁离子与 NH_4SCN 溶液反应，溶液变红色，而亚铁离子不与 NH_4SCN 反应，故 A 错误；

B. $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 溶于水电离出铝离子，铝离子水解可形成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体，故 B 正确；

C. 实验室中通常利用加热 NH_4Cl 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 固体混合物制取 NH_3 ，故 C 正确；

D. Cu 与 FeCl_3 溶液发生氧化还原反应生成 FeCl_2 和 CuCl_2 ，故 D 正确；

故选：A。

【点评】本题考查较为综合，涉及铁离子检验、氨气制备、盐的水解原理、氧化还原反应等知识，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灵活应用能力。

7. (2分) 下列指定反应的离子方程式正确的是 ()

A. 饱和 Na_2CO_3 溶液与 CaSO_4 固体反应： $\text{CO}_3^{2-} + \text{CaSO}_4 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$

B. 酸化 NaIO_3 和 NaI 的混合溶液： $\text{I}^- + \text{IO}_3^- + 6\text{H}^+ = \text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

C. KClO 碱性溶液与 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 反应： $3\text{ClO}^- + 2\text{Fe}(\text{OH})_3 = 2\text{FeO}_4^{2-} + 3\text{Cl}^- + 4\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$

D. 电解饱和食盐水： $2\text{Cl}^- + 2\text{H}^+ \xrightarrow{\text{通电}} \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$

【考点】49：离子方程式的书写。

【分析】A. 碳酸钙更难溶，实现了沉淀的转化；

B. 离子方程式两边总电荷不相等，违反了电荷守恒；

C. 碱性条件下，反应产物中不能拆开氢离子；

D. 水为弱电解质，离子方程式中不能拆开。

【解答】解：A. 饱和 Na_2CO_3 溶液与 CaSO_4 固体反应生成碳酸钙沉淀和硫酸钠，该反应的离子方程式为： $\text{CO}_3^{2-} + \text{CaSO}_4 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$ ，故 A 正确；

B. 酸化 NaIO_3 和 NaI 发生氧化还原反应，正确的离子方程式为： $5\text{I}^- + \text{IO}_3^- + 6\text{H}^+ = 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ ，故 B 错误；

C. 碱性溶液中，反应产物不能存在氢离子，正确的离子方程式为： $3\text{ClO}^- + 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 4\text{OH}^- = 2\text{FeO}_4^{2-} + 3\text{Cl}^- + 5\text{H}_2\text{O}$ ，故 C 错误；

D. 用惰性电极电解饱和食盐水时，阳极上氯离子放电生成氯气，阴极上氢离子放电生成氢气，同时溶液中生成氢氧化钠，水不能拆开，正确的离子方程式为： $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$ ，故 D 错误；

故选：A。

【点评】 本题考查离子方程式的书写判断，题目难度不大，明确离子方程式的书写原则即可解答，C 为易错点，注意反应环境，试题侧重基础知识的考查，有利于提高学生的分析能力及灵活应用能力。

8. (2 分) 短周期主族元素 X、Y、Z、W 原子序数依次增大，X 是地壳中含量最多的元素，Y 原子的最外层只有一个电子，Z 位于元素周期表 IIIA 族，W 与 X 属于同一主族。下列说法正确的是 ()

- A. 原子半径： $r(\text{W}) > r(\text{Z}) > r(\text{Y})$
- B. 由 X、Y 组成的化合物中均不含共价键
- C. Y 的最高价氧化物的水化物的碱性比 Z 的弱
- D. X 的简单气态氢化物的热稳定性比 W 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 原子序数依次增大，X 是地壳中含量最多的元素，为 O 元素；Y 原子的最外层只有一个电子且原子序数大于 X，则 Y 为 Na 元素；Z 位于元素周期表 IIIA 族，且原子序数大于 Y，则 Z 为 Al 元素；W 与 X 属于同一主族且为短周期元素，则 W 为 S 元素，即 X、Y、Z、W 分别是 O、Na、Al、S 元素；

- A. 同一周期元素，原子半径随着原子序数增大而减小；
- B. 由 X、Y 组成的化合物可能是 Na_2O 也可能是 Na_2O_2 ；
- C. 元素的金属性越强，其最高价氧化物的水化物碱性越强；
- D. 元素的非金属性越强，其简单气态氢化物的稳定性越强。

【解答】 解：短周期主族元素 X、Y、Z、W 原子序数依次增大，X 是地壳中含量最多的元素，为 O 元素；Y 原子的最外层只有一个电子且原子序数大于 X，则 Y 为 Na 元素；Z 位于元素周期表 IIIA 族，且原子序数大于 Y，则 Z 为 Al 元素；W 与 X 属于同一主族且为短周期元素，则 W 为 S 元素，即 X、Y、Z、W 分别是 O、Na、Al、S 元素；

A. 同一周期元素，原子半径随着原子序数增大而减小，所以原子半径 $r(Y) > r(Z) > r(W)$ ，故 A 错误；

B. 由 X、Y 组成的化合物可能是 Na_2O 也可能是 Na_2O_2 ， Na_2O 只含离子键、 Na_2O_2 含有离子键和共价键，故 B 错误；

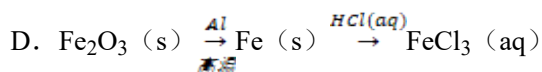
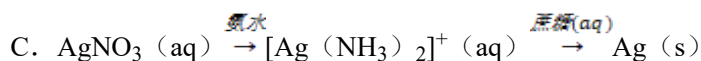
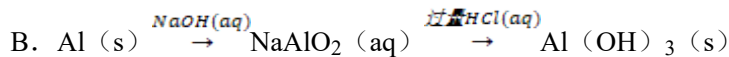
C. 元素的金属性越强，其最高价氧化物的水化物碱性越强，金属性 $Y > Z$ ，则 Y 的最高价氧化物的水化物的碱性比 Z 的强，故 C 错误；

D. 元素的非金属性越强，其简单气态氢化物的稳定性越强，非金属性 $X > W$ ，所以 X 的简单气态氢化物的热稳定性比 W 的强，故 D 正确；

故选：D。

【点评】 本题考查原子结构和元素周期律，侧重考查学生判断及知识综合运用能力，明确原子结构、元素周期表结构、物质结构、元素周期律即可解答，注意：B 选项中易漏掉 Na_2O_2 而导致错误。

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】 GF：钠的重要化合物；GR：常见金属元素的单质及其化合物的综合应用。

【分析】 A. 碳酸氢钠加热分解生成碳酸钠，碳酸钠与氢氧化钙反应生成碳酸钙沉淀和氢氧化钠；

B. 偏铝酸钠与过量盐酸反应生成的氯化铝，不会生成氢氧化铝沉淀；

C. 蔗糖为非还原性糖，不与银氨溶液反应；

D. 铁与盐酸反应生成的是氯化亚铁。

【解答】 解：A. $\text{NaHCO}_3(\text{s})$ 加热分解生成 $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$ ，碳酸钠与石灰水反应生成碳酸钙沉淀和 NaOH ，该转化关系均能实现，故 A 正确；

B. $\text{NaAlO}_2(\text{aq})$ 与过量盐酸反应生成氯化铝和水，不会得到 $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s})$ ，故 B 错

误；

C. $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+(\text{aq})$ 不与蔗糖反应，故 C 错误；

D. Fe 与盐酸反应生成氯化亚铁和氢气，不会得到 $\text{FeCl}_3(\text{aq})$ ，故 D 错误；

故选：A。

【点评】 本题考查常见金属元素及其化合物的综合应用，题目难度中等，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。

10. (2分) 下列说法正确的是 ()

A. 氢氧燃料电池放电时化学能全部转化为电能

B. 反应 $4\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ 常温下可自发进行，该反应为吸热反应

C. 3mol H_2 与 1mol N_2 混合反应生成 NH_3 ，转移电子的数目小于 $6 \times 6.02 \times 10^{23}$

D. 在酶催化淀粉水解反应中，温度越高淀粉水解速率越快

【考点】 51：氧化还原反应的电子转移数目计算；B7：常见的能量转化形式。

【分析】 A. 还有部分化学能转化成了热能；

B. 依据反应自发进行的判断依据 $\Delta H - T\Delta S < 0$ 分析；

C. 该反应为可逆反应，生成氨气的物质的量小于 2mol；

D. 酶有最佳温度，温度过高会降低酶的催化活性。

【解答】 解 A. 原电池工作时，化学能不可能全部转化为电能，部分转化为热能，故 A 错误；

B. 反应自发进行的判断依据 $\Delta H - T\Delta S < 0$ ，已知常温常压下反应 $4\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ 可以自发进行， $\Delta S < 0$ ，满足 $\Delta H - T\Delta S < 0$ ， $\Delta H < 0$ ，该反应是放热反应，故 B 错误；

C. 3mol H_2 与 1mol N_2 混合反应生成 NH_3 ，由于该反应为可逆反应，则生成氨气的物质的量小于 2mol，转移电子小于 6mol，转移电子的数目小于 $6 \times 6.02 \times 10^{23}$ ，故 C 正确；

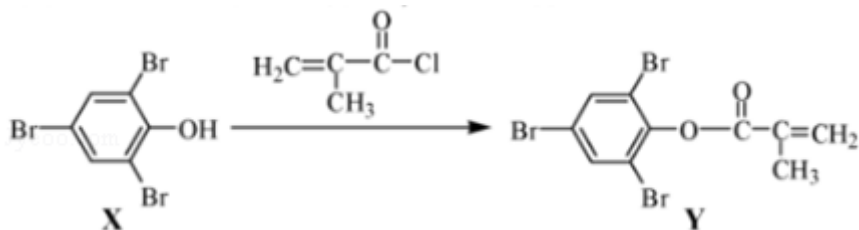
D. 在酶催化淀粉水解反应中，适宜温度淀粉水解速率加快，但温度过高可能导致酶的催化活性降低甚至消失，故 D 错误；

故选：C。

【点评】 本题考查较为综合，涉及氧化还原反应的计算、反应自发进行的判断、原电池、淀粉水解等知识，明确反应自发进行的条件为解答关键，注意酶的催化活性，试题培养了学生的分析能力及灵活应用能力。

二、不定项选择共 5 小题，每小题 4 分，共 20 分

11. (4分) 化合物 Y 能用于高性能光学树脂的合成, 可由化合物 X 与 2-甲基丙烯酰氯在一定条件下反应制得:



下列有关化合物 X、Y 的说法正确的是 ()

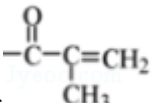
- A. X 分子中所有原子一定在同一平面上
- B. Y 与 Br₂ 的加成产物分子中含有手性碳原子
- C. X、Y 均不能使酸性 KMnO₄ 溶液褪色
- D. X→Y 的反应为取代反应

【考点】HD: 有机物的结构和性质.

【分析】A. 苯分子中所有原子共平面, 共价单键可以旋转;

B. Y 与溴发生加成反应后, 连接甲基的碳原子上含有 4 个不同原子或原子团;

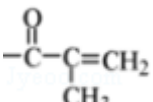
C. 含有碳碳不饱和键、含有酚羟基的有机物都能被酸性高锰酸钾溶液氧化而使酸性高锰酸钾溶液褪色;

D. X 中 -OH 上的 H 原子被  取代。

【解答】解 A. 苯分子中所有原子共平面, 共价单键可以旋转, 所以 O-H 键可以旋转, 导致 -OH 中的 H 原子与苯环不共平面, 故 A 错误;

B. Y 与溴发生加成反应后, 连接甲基的碳原子上含有 4 个不同原子或原子团, 所以 Y 与溴发生加成反应后的产物中连接甲基的碳原子为手性碳原子, 故 B 正确;

C. 含有碳碳不饱和键、含有酚羟基的有机物都能被酸性高锰酸钾溶液氧化而使酸性高锰酸钾溶液褪色, X 中含有酚羟基、Y 中含有碳碳双键, 所以 X、Y 能被酸性高锰酸钾溶液氧化而使酸性高锰酸钾溶液褪色, 故 C 错误;

D. X 中 -OH 上的 H 原子被  取代, 所以为取代反应, 故 D 正确;

故选: BD。

【点评】 本题考查有机物结构和性质，侧重考查学生分析判断能力，明确官能团及其性质关系、原子共平面判断方法、基本概念即可解答，注意：关键单键可以旋转，题目难度不大。

12. (4分) 根据下列实验操作和现象所得出的结论正确的是 ()

选项	实验操作和现象	结论
A	向苯酚浊液中滴加 Na_2CO_3 溶液，浊液变清	苯酚的酸性强于 H_2CO_3 的酸性
B	向碘水中加入等体积 CCl_4 ，振荡后静置，上层接近无色，下层显紫红色	I_2 在 CCl_4 中的溶解度大于在水中的溶解度
C	向 CuSO_4 溶液中加入铁粉，有红色固体析出	Fe^{2+} 的氧化性强于 Cu^{2+} 的氧化性
D	向 NaCl 、 NaI 的混合稀溶液中滴入少量稀 AgNO_3 溶液，有黄色沉淀生成	$K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) > K_{\text{sp}}(\text{AgI})$

A. A

B. B

C. C

D. D

【考点】 U5: 化学实验方案的评价.

【分析】 A. 苯酚和碳酸钠反应生成碳酸氢钠和苯酚钠，导致浊液变澄清；

B. 向碘水中加入等体积 CCl_4 ，振荡后静置，上层接近无色，下层显紫红色，说明碘被萃取到四氯化碳中；

C. 同一氧化还原反应中氧化剂的氧化性大于氧化产物的氧化性；

D. 离子浓度相同条件下，溶度积越小的越易先产生沉淀。

【解答】 解：A. 苯酚和 Na_2CO_3 反应生成 NaHCO_3 和苯酚钠，导致浊液变澄清，根据强酸制取弱酸原理知，苯酚酸性大于 HCO_3^- 而不是碳酸，故 A 错误；

B. 向碘水中加入等体积 CCl_4 ，振荡后静置，上层接近无色，下层显紫红色，说明碘被萃取到四氯化碳中，由此证明 I_2 在 CCl_4 中的溶解度大于在水中的溶解度，故 B 正确；

C. 同一氧化还原反应中氧化剂的氧化性大于氧化产物的氧化性，该反应为 $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} = \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}$ ，

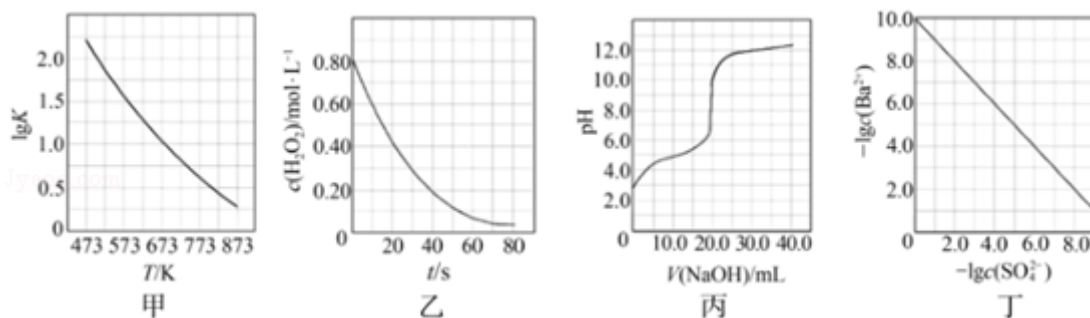
该反应中氧化剂是 Cu^{2+} 、氧化产物是 Fe^{2+} ，则氧化性： $\text{Cu}^{2+} > \text{Fe}^{2+}$ ，故 C 错误；

D. 离子浓度相同条件下，溶度积越小的越易先产生沉淀，因为 $c(\text{Cl}^-)$ 、 $c(\text{I}^-)$ 相对大小未知，导致无法判断溶度积大小，故 D 错误；

故选：B。

【点评】 本题考查化学实验方案评价，涉及萃取实验、氧化还原反应、溶度积常数、酸性强弱判断等知识点，侧重考查学生实验操作、实验分析和评价能力，明确实验原理、物质性质是解本题关键，易错选项是 D。

13. (4 分) 根据下列图示所得出的结论不正确的是 ()



A. 图甲是 $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 的平衡常数与反应温度的关系曲线，说明该反应的 $\Delta H < 0$

B. 图乙是室温下 H_2O_2 催化分解放出氧气的反应中 $c(\text{H}_2\text{O}_2)$ 随反应时间变化的曲线，说明随着反应的进行 H_2O_2 分解速率逐渐减小

C. 图丙是室温下用 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaOH}$ 溶液滴定 $20.00 \text{ mL } 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 某一元酸 HX 的滴定曲线，说明 HX 是一元强酸

D. 图丁是室温下用 Na_2SO_4 除去溶液中 Ba^{2+} 达到沉淀溶解平衡时，溶液中 $c(\text{Ba}^{2+})$ 与 $c(\text{SO}_4^{2-})$ 的关系曲线，说明溶液中 $c(\text{SO}_4^{2-})$ 越大 $c(\text{Ba}^{2+})$ 越小

【考点】 CK：物质的量或浓度随时间的变化曲线。

【分析】 A. 根据图知，升高温度，化学平衡常数减小，说明平衡逆向，升高温度平衡向吸热方向移动；

B. 反应物浓度越大，反应速率越大；

C. 根据图知， HX 中未加 NaOH 溶液时， 0.1000 mol/L 的 HX 溶液中 pH 大于 2，说明该溶液中 HX 不完全电离；

D. 温度不变，溶度积常数不变， $K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$ 。

【解答】 解：A. 根据图知，升高温度，化学平衡常数减小，说明平衡逆向，升高温度平衡向吸热方向移动，则逆反应是吸热反应，正反应是放热反应，即正反应 $\Delta H < 0$ ，故 A

正确；

B. 反应物浓度越大，反应速率越大，根据图知，随着时间的进行，双氧水浓度逐渐降低，则随着反应的进行 H_2O_2 分解速率逐渐减小，故 B 正确；

C. 根据图知，HX 中未加 NaOH 溶液时，0.1000mol/L 的 HX 溶液中 pH 大于 2，说明该溶液中 HX 不完全电离，所以 HX 为一元弱酸，故 C 错误；

D. 温度不变，溶度积常数不变， $K_{sp}(\text{BaSO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$ ， $c(\text{Ba}^{2+})$ 与 $c(\text{SO}_4^{2-})$ 成反比，则 $c(\text{SO}_4^{2-})$ 越大 $c(\text{Ba}^{2+})$ 越小，故 D 正确；

故选：C。

【点评】 本题考查图象分析，涉及弱电解质的电离、化学反应速率影响因素、溶度积常数等知识点，侧重考查学生图象分析及判断能力，明确化学反应原理是解本题关键，注意：化学平衡常数、电离平衡常数、溶度积常数等都只与温度有关，与其它因素都无关，题目难度不大。

14. (4分) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 为二元弱酸， $K_{a1}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 5.4 \times 10^{-2}$ ， $K_{a2}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 5.4 \times 10^{-5}$ ，设 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液中 $c(\text{总}) = c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ 。室温下用 NaOH 溶液滴定 25.00 mL $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液至终点。滴定过程得到的下列溶液中微粒的物质的量浓度关系一定正确的是 ()

A. $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液： $c(\text{H}^+) = 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-) - c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$

B. $c(\text{Na}^+) = c(\text{总})$ 的溶液： $c(\text{Na}^+) > c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) > c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) > c(\text{H}^+)$

C. pH=7 的溶液： $c(\text{Na}^+) = 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) - c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$

D. $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{总})$ 的溶液： $c(\text{OH}^-) - c(\text{H}^+) = 2c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$

【考点】 DO：酸碱混合时的定性判断及有关 pH 的计算。

【专题】 51G：电离平衡与溶液的 pH 专题。

【分析】 A. 根据 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液中的电荷守恒和物料守恒分析；

B. $c(\text{Na}^+) = c(\text{总})$ 时，二者恰好完全反应生成 NaHC_2O_4 ， HC_2O_4^- 的水解平衡常数

为 $\frac{K_W}{K_{a1}} = \frac{1 \times 10^{-14}}{5.4 \times 10^{-2}} \ll K_{a2}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 5.4 \times 10^{-5}$ ，说明 HC_2O_4^- 的电离程度大于其水解

程度，则 $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) > c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ ；

C. pH=7 时溶液呈中性，由于氢氧化钠溶液浓度不知，中和后溶液的体积不知，不能确

定反应后浓度与 $0.1000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的大小关系；

D. $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{总})$ 时，氢氧化钠与草酸恰好反应生成草酸钠，根据醋酸钠溶液中的质子守恒判断。

【解答】解：A. $0.1000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液中存在电荷守恒： $c(\text{H}^+) = 2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$ ，还存在物料守恒： $c(\text{总}) = c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = 0.1000 \text{ mol/L}$ ，二者结合可得： $c(\text{H}^+) = 0.1000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-) - c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ ，故 A 正确；

B. $c(\text{Na}^+) = c(\text{总})$ 的溶液中，溶质为 NaHC_2O_4 ， HC_2O_4^- 的水解平衡常数 $= \frac{K_W}{K_{a1}} = \frac{1 \times 10^{-14}}{5.4 \times 10^{-2}} < K_{a2}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 5.4 \times 10^{-5}$ ，说明 HC_2O_4^- 的电离程度大于其水解程度，则 $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) > c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ ，溶液中还存在水电离的氢离子，则 $c(\text{H}^+) > c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ ，所以正确的离子浓度大小为： $c(\text{Na}^+) > c(\text{H}^+) > c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) > c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ ，故 B 错误；

C. 草酸与氢氧化钠溶液等体积、等浓度时满足： $c(\text{Na}^+) = 0.1000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) - c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ ，但氢氧化钠溶液浓度不知，中和后溶液的体积不知，不能确定反应后浓度与 $0.1000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的关系，所以该关系不一定不成立，故 C 错误；

D. $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{总})$ 的溶液中，溶质为 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ，根据 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液中的质子守恒可得： $c(\text{OH}^-) - c(\text{H}^+) = 2c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$ ，故 D 正确；

故选：AD。

【点评】 本题考查离子浓度大小比较、弱电解质的电离平衡等知识，题目难度中等，明确反应后溶质组成为解答关键，注意掌握电荷守恒、物料守恒、质子守恒的含义，试题有利于提高学生的分析能力及综合应用能力。

15. (4分) 一定温度下，在三个容积相同的恒容密闭容器中按不同方式投入反应物，发生反应 $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ (正反应放热)，测得反应的相关数据如表：

	容器 1	容器 2	容器 3
应温度 T/K	700	700	800
反应物投入量	2 mol SO_2 、1 mol O_2	4 mol SO_3	2 mol SO_2 、1 mol O_2
平衡 $v_{\text{正}}(\text{SO}_2) / \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$	v_1	v_2	v_3

平衡 $c(\text{SO}_3)/\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	c_1	c_2	c_3
平衡体系总压强 p/Pa	p_1	p_2	p_3
物质的平衡转化率 α	$\alpha_1(\text{SO}_2)$	$\alpha_2(\text{SO}_3)$	$\alpha_3(\text{SO}_2)$
平衡常数 K	K_1	K_2	K_3

下列说法正确的是 ()

- A. $v_1 < v_2$, $c_2 < 2c_1$
- B. $K_1 > K_3$, $p_2 > 2p_3$
- C. $v_1 < v_3$, $\alpha_1(\text{SO}_2) > \alpha_3(\text{SO}_2)$
- D. $c_2 > 2c_3$, $\alpha_2(\text{SO}_3) + \alpha_3(\text{SO}_2) < 1$

【考点】 CP: 化学平衡的计算.

【分析】 A. 将 I 容器中的反应极限化时产生 2molSO_3 , II 容器是以 4molSO_3 起始, II 容器相当于 I 容器加压;

B. 正反应为放热反应, 升高温度不利于反应正向进行, 恒容容器中, 根据理想气体状态方程 $pV=nRT$ 分析;

C. 温度升高, 化学反应速率加快, 正反应吸热, 温度升高不利于反应正向进行;

D. 容器 III 极限化时生成 2molSO_2 , 容器 II 相当于容器 III 加压, 加压有利于反应向减压方向进行, 温度升高不利于反应正向进行。

【解答】 解: A. 将 I 容器中的反应极限化时产生 2molSO_3 , II 容器是以 4molSO_3 起始, 整体来讲 II 容器的物料浓度高于 I 容器中的物料浓度, 所以 $v_1 < v_2$, II 容器相当于 I 容器加压, 若平衡不发生移动, 则平衡时有 $c_2 = 2c_1$, 但加压有利于该反应正向进行, 所以 $c_2 > 2c_1$, 故 A 错误;

B. 正反应为放热反应, 升高温度不利于反应正向进行, 所以 $K_1 > K_3$, 容器中, 根据理想气体状态方程 $pV=nRT$, 容器 II 是 4molSO_3 起始反应, 容器 III 极限化时生成 2molSO_2 , 容器 II 相当于容器 III 加压, 若平衡不发生移动, 则有 $c_2 = 2c_3$, 但加压有利于反应正向进行, 并且容器 II 和容器 III 的温度不等, 容器 III 的反应温度高于容器 II 的反应

温度, 则 $c_2 > 2c_3$, 而压强关系为 $\frac{p_2}{p_3} = \frac{c_2 T_2}{c_3 T_3} = \frac{7 c_2}{8 c_3} > \frac{7}{8} \times 2 = \frac{7}{4}$, 则就不一定有 $p_2 >$

$2p_3$, 故 B 错误;

C. 温度升高, 化学反应速率加快, 则 $v_1 < v_3$, 正反应吸热, 温度升高不利于反应正向进行, 则容器 I 中 SO_2 的平衡转化率更高, 所以 $\alpha_1(\text{SO}_2) > \alpha_3(\text{SO}_2)$, 故 C 正确;

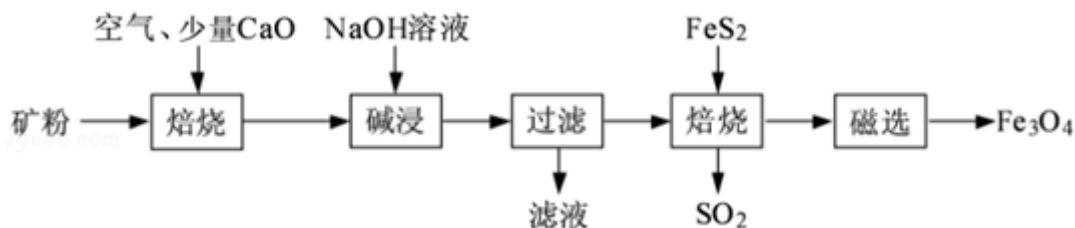
D. 容器 II 是 4molSO_3 起始反应, 容器 III 极限化时生成 2molSO_2 , 容器 II 相当于容器 III 加压, 若平衡不发生移动, 则有 $c_2 = 2c_3$, 但加压有利于反应正向进行, 并且容器 II 和容器 III 的温度不等, 容器 III 的反应温度高于容器 II 的反应温度, 则 $c_2 > 2c_3$, 若容器 II 不是相对于容器 III 加压, 且两容器温度相同, 则有 $\alpha_2(\text{SO}_3) + \alpha_3(\text{SO}_2) = 1$, 但加压有利于反应向减压方向进行, 则 $\alpha_2(\text{SO}_3)$ 减小, 温度升高不利于反应正向进行, 则 $\alpha_3(\text{SO}_2)$ 减小, 因此最终 $\alpha_2(\text{SO}_3) + \alpha_3(\text{SO}_2) < 1$, 故 D 正确,

故选: CD。

【点评】 本题考查化学平衡, 综合运用等效平衡原理和极限法分析问题是解题的关键, B 项是易错点和难点, 需借助理想气体状态方程定量说明, 作为江苏卷的压轴题, 秉承着一贯的风格, 具有较大的区分度, 是一道难题。

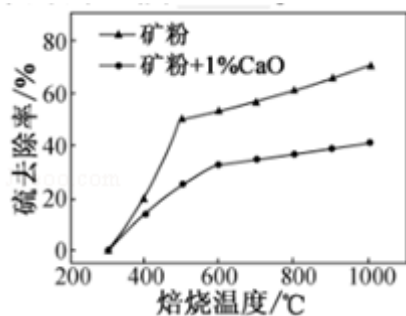
三、非选择题

16. (12 分) 以高硫铝土矿 (主要成分为 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 SiO_2 , 少量 FeS_2 和金属硫酸盐) 为原料, 生产氧化铝并获得 Fe_3O_4 的部分工艺流程如下:



(1) 焙烧过程均会产生 SO_2 , 用 NaOH 溶液吸收过量 SO_2 的离子方程式为 $\text{SO}_2 + \text{OH}^- = \text{HSO}_3^-$ 。

(2) 添加 1% CaO 和不添加 CaO 的矿粉焙烧, 其硫去除率随温度变化曲线如题图所示。



已知: 多数金属硫酸盐的分解温度都高于 600°C

$$\text{硫去除率} = \left(1 - \frac{\text{焙烧后矿粉中硫元素总质量}}{\text{焙烧前矿粉中硫元素总质量}}\right) \times 100\%$$

①不添加 CaO 的矿粉在低于 500℃焙烧时，去除的硫元素主要来源于 FeS₂。

②700℃焙烧时，添加 1%CaO 的矿粉硫去除率比不添加 CaO 的矿粉硫去除率低，其主要原因是 硫元素转化为 CaSO₄ 而留在矿粉中。

(3) 向“过滤”得到的滤液中通入过量 CO₂，铝元素存在的形式由 NaAlO₂（填化学式）转化为 Al(OH)₃（填化学式）。

(4) “过滤”得到的滤渣中含大量的 Fe₂O₃。Fe₂O₃ 与 FeS₂ 混合后在缺氧条件下焙烧生成 Fe₃O₄ 和 SO₂，理论上完全反应消耗的 n(FeS₂): n(Fe₂O₃) = 1: 16。

【考点】 U3: 制备实验方案的设计。

【专题】 41: 守恒法。

【分析】 (1) 用 NaOH 溶液吸收过量 SO₂ 生成 HSO₃⁻；

(2) ①不添加 CaO 的矿粉中 S 元素来源是 FeS₂ 和金属硫酸盐，金属硫酸盐的分解温度较高；

②700℃焙烧时，添加 1%CaO 的矿粉硫去除率比不添加 CaO 的矿粉硫去除率低，考虑加入 CaO 可能使 S 转化为 CaSO₄，形成的硫酸盐分解温度较高；

(3) 过滤前使用 NaOH 溶液进行碱浸，Al₂O₃ 转化为 NaAlO₂，“过滤”得到的滤液中主要含有 AlO₂⁻，向“过滤”得到的滤液中通入过量 CO₂，可以将 AlO₂⁻ 转化为 Al(OH)₃；

(4) “过滤”得到的滤渣中含大量的 Fe₂O₃，Fe₂O₃ 与 FeS₂ 混合后在缺氧条件下焙烧生成 Fe₃O₄ 和 SO₂，根据电子得失守恒计算。

【解答】 解: (1) 用 NaOH 溶液吸收过量 SO₂ 生成 HSO₃⁻，则发生反应的离子方程式为: SO₂+OH⁻==HSO₃⁻，

故答案为: SO₂+OH⁻==HSO₃⁻；

(2) ①不添加 CaO 的矿粉中 S 元素来源是 FeS₂ 和金属硫酸盐，金属硫酸盐的分解温度较高，所以可判断焙烧过程中 S 元素主要来源是 FeS₂，

故答案为: FeS₂；

②700℃焙烧时，添加 1%CaO 的矿粉硫去除率比不添加 CaO 的矿粉硫去除率低，考虑加入 CaO 可能使 S 转化为 CaSO₄，形成的硫酸盐分解温度较高，所以会导致 S 的脱除率降低，

故答案为：硫元素转化为 CaSO_4 而留在矿粉中；

(3) 过滤前使用 NaOH 溶液进行碱浸， Al_2O_3 转化为 NaAlO_2 ，“过滤”得到的滤液中主要含有 AlO_2^- ，向“过滤”得到的滤液中通入过量 CO_2 ，可以将 AlO_2^- 转化为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ，

故答案为： NaAlO_2 ； $\text{Al}(\text{OH})_3$ ；

(4) 过滤”得到的滤渣中含大量的 Fe_2O_3 ， Fe_2O_3 与 FeS_2 混合后在缺氧条件下焙烧生成 Fe_3O_4 和 SO_2 ，设有 $x\text{molFe}_2\text{O}_3$ 和 $y\text{molFeS}_2$ 完全参加反应，根据电子得失守恒： $2x \times$

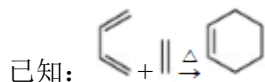
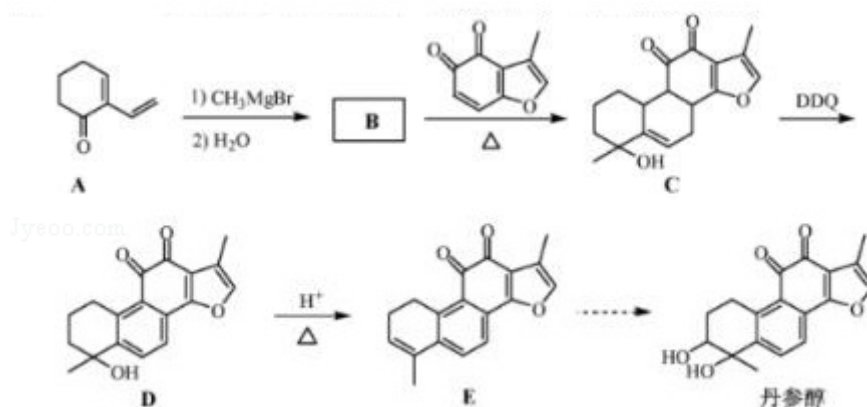
$(3 - \frac{8}{3}) = 2y \times 5 + y \times (\frac{8}{3} - 2)$ ，解得 $\frac{x}{y} = 16$ ，所以理论上完全反应消耗的 $n(\text{FeS}_2) : n$

$(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 1 : 16$ ，

故答案为：1 : 16。

【点评】 本题考查无机工艺流程制备，涉及到 SO_2 的反应，铝三角的反应，氧化还原反应的计算，均为高频考点和高考的重点，题目整体难度不大，最后一问稍难，侧重氧化反应知识的考查。

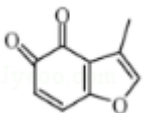
17. (15分) 丹参醇是存在于中药丹参中的一种天然产物。合成丹参醇的部分路线如下：

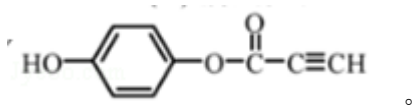


(1) A 的官能团名称为 碳碳双键、羰基 (写两种)。

(2) D→E 的反应类型为 消去反应。


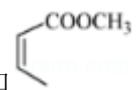
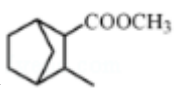
(3) B 的分子式为 $\text{C}_9\text{H}_{14}\text{O}$ ，写出 B 的结构简式：

(4)  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分子中含有苯环，能与 FeCl_3 溶液发生显色反应，不能发生银镜反应；

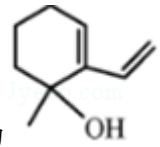
②碱性条件水解生成两种产物，酸化后分子中均只有 2 种不同化学环境的氢。


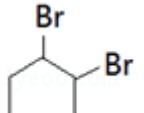
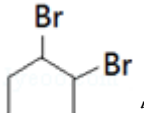


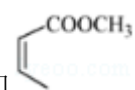
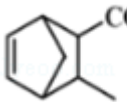
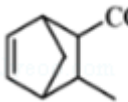
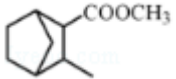
(5) 写出以  和  为原料制备  的合成路线流程图（无机试剂和乙醇任

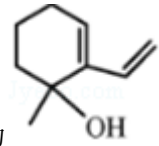
用，合成路线流程图示例见本题题干）。

【考点】HC：有机物的合成。

【专题】534：有机物的化学性质及推断。

【分析】B 的分子式为 $\text{C}_9\text{H}_{14}\text{O}$ ，B 发生信息的反应生成 C，则 B 为 ；C 中去掉氢原子生成 D，D 发生消去反应生成 E，醇羟基变为碳碳双键，E 发生一系列反应是丹参醇；

(5)  和溴发生加成反应生成 ， 发生消去反应生成 ， 和  发生加成反应生成 ， 和氢气发生加成反应生成 。

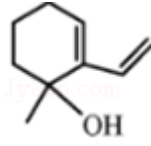
【解答】解：B 的分子式为 $\text{C}_9\text{H}_{14}\text{O}$ ，B 发生信息的反应生成 C，则 B 为 ；C 中去掉氢原子生成 D，D 发生消去反应生成 E，醇羟基变为碳碳双键，E 发生一系列反应是丹参醇；

(1) A 的官能团名称为碳碳双键和羰基，

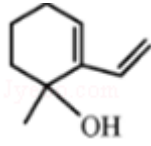
故答案为：碳碳双键、羰基；

(2) 通过以上分析知，D 中的醇羟基转化为 E 中的碳碳双键，所以 D→E 的反应类为消去反应，

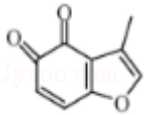
故答案为：消去反应；



(3) 通过以上分析知，B 的结构简式：



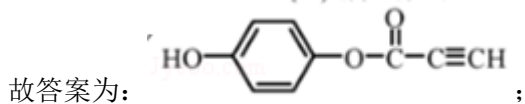
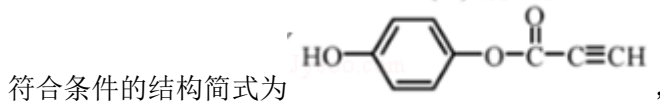
故答案为：


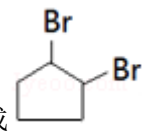
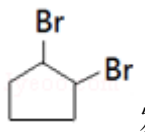



(4) 的一种同分异构体同时满足下列条件：

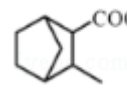
① 分子中含有苯环，能与 FeCl_3 溶液发生显色反应，不能发生银镜反应，说明含有酚羟基但不含醛基；

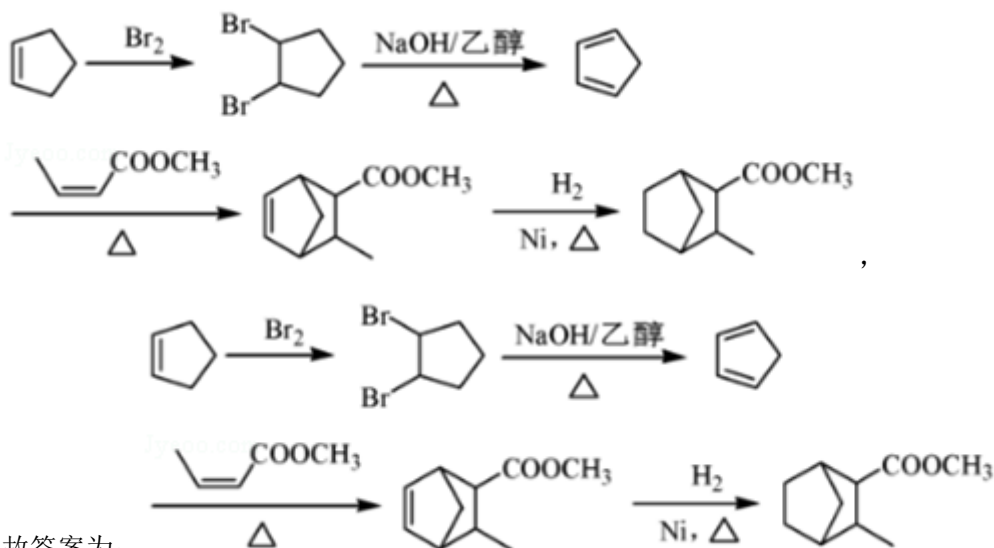
② 碱性条件水解生成两种产物，说明含有酯基，酸化后分子中均只有 2 种不同化学环境的氢，



(5)  和溴发生加成反应生成  ，  发生消去反应生成  ，

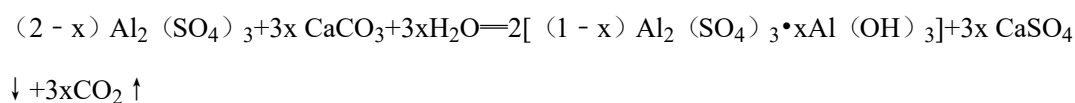
 和  发生加成反应生成  ，  和氢气

发生加成反应生成  ， 其合成路线为



【点评】 本题考查有机物推断和合成，利用流程图中反应前后物质结构变化确定反应类型及断键和成键方式，难点是合成路线设计，熟练掌握常见官能团及其性质关系、物质之间转化关系，题目难度中等。

18. (12分) 碱式硫酸铝溶液可用于烟气脱硫。室温下向一定浓度的硫酸铝溶液中加入一定量的碳酸钙粉末，反应后经过滤得到碱式硫酸铝溶液，反应方程式为：



生成物 $(1-x) \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot x \text{Al}(\text{OH})_3$ 中 x 值的大小影响碱式硫酸铝溶液的脱硫效率。

(1) 制备碱式硫酸铝溶液时，维持反应温度和反应时间不变，提高 x 值的方法有 适当增加 CaCO_3 的量或加快搅拌速率。

(2) 碱式硫酸铝溶液吸收 SO_2 过程中，溶液的 pH 减小 (填“增大”、“减小”、“不变”)。

(3) 通过测定碱式硫酸铝溶液中相关离子的浓度确定 x 的值，测定方法如下：

① 取碱式硫酸铝溶液 25.00 mL，加入盐酸酸化的过量 BaCl_2 溶液充分反应，静置后过滤、洗涤，干燥至恒重，得固体 2.3300g。

② 取碱式硫酸铝溶液 2.50 mL，稀释至 25 mL，加入 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ EDTA 标准溶液 25.00 mL，调节溶液 pH 约为 4.2，煮沸，冷却后用 $0.08000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ CuSO_4 标准溶液滴定过量的 EDTA 至终点，消耗 CuSO_4 标准溶液 20.00 mL (已知 Al^{3+} 、 Cu^{2+} 与 EDTA 反应的化学计量比均为 1:1)

计算 $(1-x)\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot x\text{Al}(\text{OH})_3$ 中的 x 值 (写出计算过程)。

【考点】 M3: 有关混合物反应的计算。

【专题】 41: 守恒法。

【分析】 (1) 反应是室温下向一定浓度的硫酸铝溶液中加入一定量的碳酸钙粉末, 反应后经过滤得到碱式硫酸铝溶液, 根据反应方程式分析, 可以通过增大反应程度提高 x 的值;

(2) 碱式硫酸铝溶液呈弱碱性, 吸收酸性气体 SO_2 能使溶液 pH 降低;

(3) 根据①过程计算 25.00mL 硫酸铝溶液中 SO_4^{2-} 的物质的量, 根据②过程计算 2.50mL 硫酸铝溶液中 Al^{3+} 的物质的量, 再计算 25mL 溶液中 Al^{3+} 的物质的量, 根据 Al 与 S 的计量比计算 x 的值。

【解答】 解: (1) 反应是室温下向一定浓度的硫酸铝溶液中加入一定量的碳酸钙粉末, 反应后经过滤得到碱式硫酸铝溶液, 根据反应方程式分析, 可以通过增大反应程度提高 x 的值, 所以可以适当增加 CaCO_3 的量或加快搅拌速率,

故答案为: 适当增加 CaCO_3 的量或加快搅拌速率;

(2) 碱式硫酸铝溶液呈弱碱性, 吸收酸性气体 SO_2 能使溶液 pH 减小,

故答案为: 减小;

(3) ①取碱式硫酸铝溶液 25.00 mL, 加入盐酸酸化的过量 BaCl_2 溶液充分反应, 静置后过滤、洗涤, 干燥至恒重, 得固体 2.3300g, 即得到 2.3300g BaSO_4 固体, 则 25.00mL 溶

液中 SO_4^{2-} 的物质的量为 $n(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{2.3300\text{g}}{233\text{g/mol}} = 0.01\text{mol}$,

②取碱式硫酸铝溶液 2.50 mL, 稀释至 25 mL, 加入 $0.1000\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ EDTA 标准溶液 25.00 mL, 调节溶液 pH 约为 4.2, 煮沸, 冷却后用 $0.08000\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ CuSO_4 标准溶液滴定过量的 EDTA 至终点, 消耗 CuSO_4 标准溶液 20.00 mL, 则 2.5mL 硫酸铝溶液中 Al^{3+} 的物质的量为 $n'(\text{Al}^{3+}) = n(\text{EDTA}) - n(\text{Cu}^{2+}) = (0.1 \times 25 \times 10^{-3} - 0.08 \times 20 \times 10^{-3})\text{ mol} = 9 \times 10^{-4}\text{ mol}$, 所以 25mL 硫酸铝溶液中 Al^{3+} 的物质的量应为 $n(\text{Al}^{3+}) = 9 \times 10^{-3}\text{ mol}$,

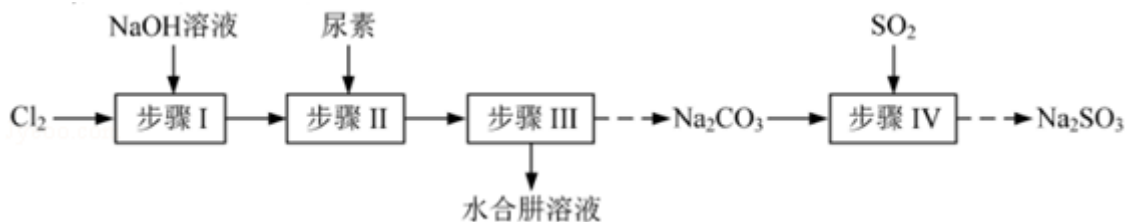
根据元素守恒, 则有 $\frac{n(\text{S})}{n(\text{Al})} = \frac{n(\text{SO}_4^{2-})}{n(\text{Al}^{3+})} = \frac{3(1-x)}{2(1-x)+x} = \frac{0.01}{9 \times 10^{-3}} = \frac{10}{9}$,

可解得 $x = \frac{7}{17} \approx 0.41$,

答：通过测定碱式硫酸铝溶液中相关离子的浓度可确定 x 的值约为 0.41。

【点评】本题考查碱式碳酸铝溶液的制备及滴定计算，明确滴定过程中发生的反应，根据元素守恒计算是解题的关键，注意计算正确，把握住定量关系，易错点为两次实验使用的溶液体积不一样，题目整体难度中等。

19. (15分) 以 Cl_2 、 NaOH 、 $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ (尿素) 和 SO_2 为原料可制备 $\text{N}_2\text{H}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ (水合肼) 和无水 Na_2SO_3 ，其主要实验流程如下：



已知：① $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{ClO}^- + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ 是放热反应。

② $\text{N}_2\text{H}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ 沸点约 118°C ，具有强还原性，能与 NaClO 剧烈反应生成 N_2 。

(1) 步骤 I 制备 NaClO 溶液时，若温度超过 40°C ， Cl_2 与 NaOH 溶液反应生成 NaClO_3

和 NaCl ，其离子方程式为 $3\text{Cl}_2 + 6\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{ClO}_3^- + 5\text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O}$ ；实验中控制温度计温度

除用冰水浴外，还需采取的措施是 缓慢通入氯气。

(2) 步骤 II 合成 $\text{N}_2\text{H}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ 的装置如图 - 1 所示。 NaClO 碱性溶液与尿素水溶液在 40°C 以下反应一段时间后，再迅速升温至 110°C 继续反应。实验中通过滴液漏斗滴加的溶液是 NaClO 碱性溶液；使用冷凝管的目的是 减少水合肼的挥发。

(3) 步骤 IV 用步骤 III 得到的副产品 Na_2CO_3 制备无水 Na_2SO_3 (水溶液中 H_2SO_3 、 HSO_3^- 、 SO_3^{2-} 随 pH 的分布如图 - 2 所示， Na_2SO_3 的溶解度曲线如图 - 3 所示)。

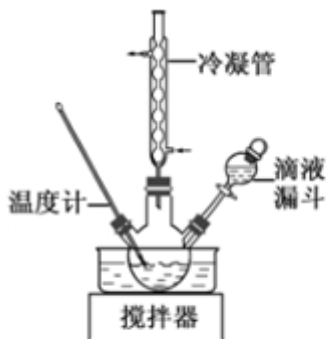


图-1

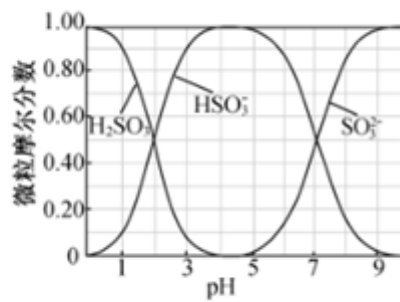


图-2

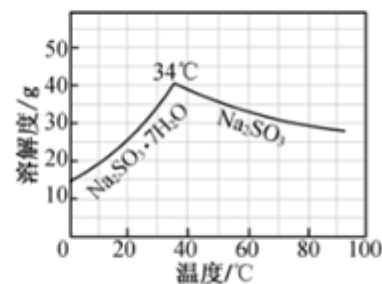


图-3

① 边搅拌边向 Na_2CO_3 溶液中通入 SO_2 制备 NaHSO_3 溶液。实验中确定何时停止通 SO_2

的实验操作为 测量溶液的 pH，若 pH 约为 4，停止通 SO₂。

②请补充完整由 NaHSO₃ 溶液制备无水 Na₂SO₃ 的实验方案：边搅拌边向 NaHSO₃ 溶液中滴加 NaOH 溶液，测量溶液 pH，pH 约为 10 时，停止滴加 NaOH 溶液，加热浓缩溶液至有大量晶体析出，在高于 34℃ 条件下趁热过滤，用少量无水乙醇洗涤，干燥，密封包装。

【考点】 U3：制备实验方案的设计。

【分析】 由实验流程可知步骤 I 为氯气和氢氧化钠溶液的反应，生成 NaClO，为避免生成 NaClO₃，应控制温度在 40℃ 以下，生成的 NaClO 与尿素反应生成 N₂H₄·H₂O 和 Na₂CO₃，可用蒸馏的方法分离出 N₂H₄·H₂O，副产品 Na₂CO₃ 溶液中通入二氧化硫，可制得 Na₂SO₃，结合对应物质的性质以及题给信息解答该题。

【解答】 解：（1）温度超过 40℃，Cl₂ 与 NaOH 溶液反应生成 NaClO₃ 和 NaCl，反应的

离子方程式为 $3\text{Cl}_2 + 6\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{ClO}_3^- + 5\text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O}$ ，实验中控制温度计温度除用冰水浴外，

还应控制通入氯气的速率，避免反应过于剧烈，放出大量的热而导致温度升高，

故答案为： $3\text{Cl}_2 + 6\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{ClO}_3^- + 5\text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O}$ ；缓慢通入氯气；

（2）实验中通过滴液漏斗滴加的溶液是 NaClO 碱性溶液，避免 N₂H₄·H₂O 与 NaClO 剧烈反应生成 N₂，为避免 N₂H₄·H₂O 的挥发，可使用冷凝管回流，

故答案为：NaClO 碱性溶液；减少水合肼的挥发；

（3）用 Na₂CO₃ 制备无水 Na₂SO₃，在 Na₂CO₃ 溶液中通入过量的二氧化硫生成 NaHSO₃，然后在 NaHSO₃ 溶液中加入 NaOH 溶液可生成 Na₂SO₃，

①由图象可知，如溶液 pH 约为 4 时，可完全反应生成 NaHSO₃，此时可停止通入二氧化硫，可通过测量溶液 pH 的方法控制，

故答案为：测量溶液的 pH，若 pH 约为 4，停止通 SO₂；

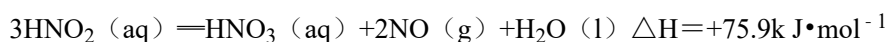
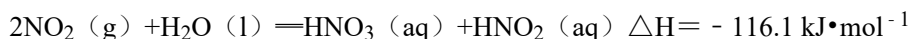
②由 NaHSO₃ 溶液制备无水 Na₂SO₃，可边搅拌边向 NaHSO₃ 溶液中滴加 NaOH 溶液，测量溶液 pH，由图象可知 pH 约为 10 时，可完全反应生成 Na₂SO₃，此时停止滴加 NaOH 溶液，加热浓缩溶液至有大量晶体析出，由图象 3 可知在高于 34℃ 条件下趁热过滤，可得到无水 Na₂SO₃，

故答案为：边搅拌边向 NaHSO₃ 溶液中滴加 NaOH 溶液，测量溶液 pH，pH 约为 10 时，停止滴加 NaOH 溶液，加热浓缩溶液至有大量晶体析出，在高于 34℃ 条件下趁热过滤。

【点评】 本题考查物质的制备实验方案设计，为高考常见题型和高频考点，侧重考查学生知识综合应用、根据实验目的及物质的性质进行排列顺、实验基本操作能力及实验方案设计能力，综合性较强，注意把握物质性质以及对题目信息的获取于使用，难度中等。

20. (14分) NO_x (主要指 NO 和 NO_2) 是大气主要污染物之一。有效去除大气中的 NO_x 是环境保护的重要课题。

(1) 用水吸收 NO_x 的相关热化学方程式如下：



反应 $3\text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = 2\text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{NO}(\text{g})$ 的 $\Delta H = \underline{\underline{-136.2}} \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

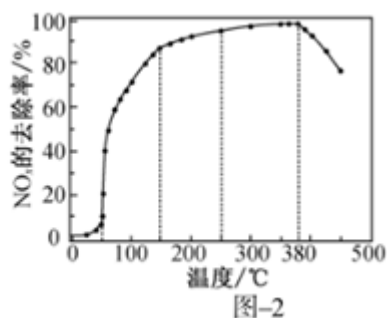
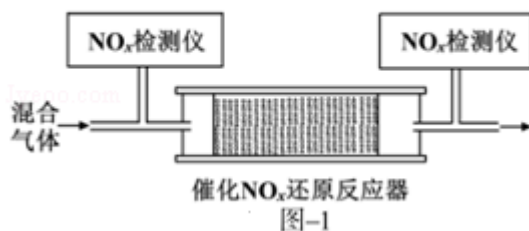
(2) 用稀硝酸吸收 NO_x ，得到 HNO_3 和 HNO_2 的混合溶液，电解该混合溶液可获得较浓的硝酸。写出电解时阳极的电极反应式： $\text{HNO}_2 - 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = 3\text{H}^+ + \text{NO}_3^-$ 。

(3) 用酸性 $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ 水溶液吸收 NO_x ，吸收过程中存在 HNO_2 与 $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ 生成 N_2 和 CO_2 的反应。写出该反应的化学方程式： $2\text{HNO}_2 + (\text{NH}_2)_2\text{CO} = 2\text{N}_2 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

(4) 在有氧条件下，新型催化剂 M 能催化 NH_3 与 NO_x 生成 N_2 。

① NH_3 与 NO_2 生成 N_2 的反应中，当生成 1 mol N_2 时，转移的电子数为 $\frac{24}{7}$ mol。

② 将一定比例的 O_2 、 NH_3 和 NO_x 的混合气体，匀速通入装有催化剂 M 的反应器中反应 (装置见图 - 1)。



反应相同时间 NO_x 的去除率随反应温度的变化曲线如图 - 2 所示，在 $50 \sim 250^\circ\text{C}$ 范围内随着温度的升高， NO_x 的去除率先迅速上升后上升缓慢的原因是 迅速上升段是催化剂活性随温度升高增大，与温度升高共同使 NO_x 去除反应速率迅速增大；上升阶段缓慢主要是温度升高引起的 NO_x 去除反应速率增大但是催化剂活性下降；当反应温度高于 380°C 时， NO_x 的去除率迅速下降的原因可能是 氨气在该条件下与氧气反应生成 NO 。

【考点】51：氧化还原反应的电子转移数目计算；BE：热化学方程式；CL：产物的百分含量随浓度、时间的变化曲线。

【分析】(1) ① $2\text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = \text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{HNO}_2(\text{aq}) \quad \Delta H = -116.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

② $3\text{HNO}_2(\text{aq}) = \text{HNO}_3(\text{aq}) + 2\text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = 75.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

将方程式 $\frac{3}{2}$ ①+ $\frac{1}{2}$ ②得 $3\text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = 2\text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{NO}(\text{g})$ ， ΔH 进行相应的改变；

(2) 用稀硝酸吸收 NO_x ，得到 HNO_3 和 HNO_2 的混合溶液，电解该混合溶液可获得较浓的硝酸，说明电解时阳极上亚硝酸根离子失电子生成硝酸根离子；

(3) 根据反应物、生成物书写反应方程式，该反应中反应物是 HNO_2 与 $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ，生成物是 N_2 和 CO_2 ，同时生成水；

(4) ① NH_3 与 NO_2 生成 N_2 的反应中，反应方程式为 $8\text{NH}_3 + 6\text{NO}_2 = 7\text{N}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$ ，该反应中生成7 mol N_2 时，转移的物质的量为 $8 \text{ mol} \times 3 = 24 \text{ mol}$ ，据此计算生成1 mol 氮气转移电子物质的量；

②在一定温度范围内催化剂活性较大，超过其温度范围，催化剂活性降低；

在温度、催化剂条件下，氨气能被催化氧化生成 NO 。

【解答】解：(1) ① $2\text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = \text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{HNO}_2(\text{aq}) \quad \Delta H = -116.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

② $3\text{HNO}_2(\text{aq}) = \text{HNO}_3(\text{aq}) + 2\text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = +75.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

将方程式 $\frac{3}{2}$ ①+ $\frac{1}{2}$ ②得 $3\text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = 2\text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{NO}(\text{g})$ ， $\Delta H = \frac{3}{2} \times (-$

$116.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) + \frac{1}{2} \times (+75.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = -136.2 \text{ kJ/mol}$ ，

故答案为：-136.2；

(2) 用稀硝酸吸收 NO_x ，得到 HNO_3 和 HNO_2 的混合溶液，电解该混合溶液可获得较浓的硝酸，说明电解时阳极上亚硝酸根离子失电子生成硝酸根离子，其电极反应式为 $\text{HNO}_2 - 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = 3\text{H}^+ + \text{NO}_3^-$ ，

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

(3) 该反应中反应物是 HNO_2 与 $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ，生成物是 N_2 和 CO_2 ，同时生成水，反应

方程式为 $2\text{HNO}_2 + (\text{NH}_2)_2\text{CO} = 2\text{N}_2 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$,

故答案为: $2\text{HNO}_2 + (\text{NH}_2)_2\text{CO} = 2\text{N}_2 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$;

(4) ① NH_3 与 NO_2 生成 N_2 的反应中, 反应方程式为 $8\text{NH}_3 + 6\text{NO}_2 = 7\text{N}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$, 该反应中生成 7 mol N_2 时, 转移的物质的量为 $8\text{mol} \times 3 = 24\text{mol}$, 则生成 1mol 氮气转移电子

物质的量 = $\frac{24\text{mol}}{7\text{mol}} \times 1\text{mol} = \frac{24}{7}\text{mol}$,

故答案为: $\frac{24}{7}$;

②在一定温度范围内催化剂活性较大, 超过其温度范围, 催化剂活性降低, 根据图知, 迅速上升段是催化剂活性随温度升高增大, 与温度升高共同使 NO_x 去除反应速率迅速增大; 上升阶段缓慢主要是温度升高引起的 NO_x 去除反应速率增大但是催化剂活性下降; 在温度、催化剂条件下, 氨气能被催化氧化生成 NO , 当反应温度高于 380°C 时, NO_x 的去除率迅速下降的原因可能是氨气在该条件下与氧气反应生成 NO ,

故答案为: 迅速上升段是催化剂活性随温度升高增大, 与温度升高共同使 NO_x 去除反应速率迅速增大; 上升阶段缓慢主要是温度升高引起的 NO_x 去除反应速率增大但是催化剂活性下降;

氨气在该条件下与氧气反应生成 NO 。

【点评】 本题考查化学反应原理, 涉及盖斯定律、氧化还原反应计算、外界条件对化学反应速率影响因素等知识点, 侧重考查学生图象分析判断及计算能力, 注意 (4) ①中生成的氮气不是一半氮原子来自于氨气、一半来自于二氧化氮, 为易错点。

【化学--选修 3: 物质结构与性质】

21. (12 分) 臭氧 (O_3) 在 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 催化下能将烟气中的 SO_2 、 NO_x 分别氧化为 SO_4^{2-} 和 NO_3^- , NO_x 也可在其他条件下被还原为 N_2 。

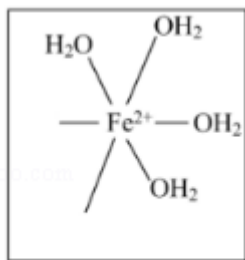
(1) SO_4^{2-} 中心原子轨道的杂化类型为 sp^3 ; NO_3^- 的空间构型为 平面 (正) 三角形 (用文字描述)。

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

(3) 与 O_3 分子互为等电子体的一种阴离子为 NO_2^- (填化学式)。

(4) N_2 分子中 σ 键与 π 键的数目比 $n(\sigma): n(\pi) =$ 1: 2。

(5) $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 与 NO 反应生成的 $[\text{Fe}(\text{NO})(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$ 中, NO 以 N 原子与 Fe^{2+} 形成配位键。请在 $[\text{Fe}(\text{NO})(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$ 结构示意图的相应位置补填缺少的配体。



[Fe(NO)(H₂O)₅]²⁺结构示意图

【考点】 53: 物质结构中的化学键数目计算; 98: 判断简单分子或离子的构型.

【分析】 (1) 根据 VSEPR 理论和杂化轨道理论分析 SO₄²⁻ 的中心 S 原子杂化类型和 NO₃⁻ 的空间构型;

(2) Fe 位于周期表中第 4 周期第 VIII 族, Fe²⁺ 为 Fe 失去 4s² 电子所得;

(3) 等电子体是指原子总数相同, 价电子总数相同的粒子;

(4) N₂ 分子中 N 与 N 之间形成氮氮三键, 其中有一根为 σ 键, 两根为 π 键;

(5) NO 以 N 原子与 Fe²⁺ 形成配位键, H₂O 以 O 原子与 Fe²⁺ 形成配位键.

【解答】 解: (1) 对于 SO₄²⁻, 根据 VSEPR 理论, 其价电子对数为 $VP = BP + LP = 4 + \frac{6 - 2 \times 4 + 2}{2} = 4$, 根据杂化轨道理论, 中心 S 原子杂化方式为 sp³,

对于 NO₃⁻, 根据 VSEPR 理论, 其价电子对数为 $VP = BP + LP = 3 + \frac{5 - 2 \times 3 + 1}{2} = 3$, 则其空间构型为平面 (正) 三角形,

故答案为: sp³; 平面 (正) 三角形;

(2) Fe 位于周期表中第 4 周期第 VIII 族, Fe²⁺ 为 Fe 失去 4s² 电子所得, 所以 Fe²⁺ 基态核外电子排布式为: [Ar]3d⁶ 或 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d⁶,

故答案为: [Ar]3d⁶ 或 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d⁶;

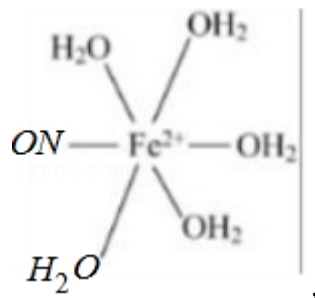
(3) 等电子体是指原子总数相同, 价电子总数相同的粒子, 与 O₃ 分子互为等电子体的一种阴离子, 可考虑将其中一个 O 替换为 N⁻, 则等电子体为 NO₂⁻,

故答案为: NO₂⁻;

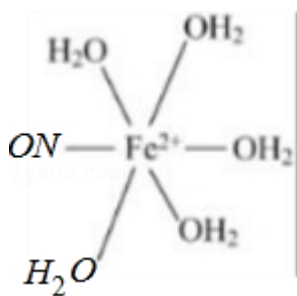
(4) N₂ 分子中 N 与 N 之间形成氮氮三键, 其中有一根为 σ 键, 两根为 π 键, 所以 N₂ 分子中 σ 键与 π 键的数目比 n(σ): n(π) = 1: 2,

故答案为: 1: 2;

(5) NO 以 N 原子与 Fe²⁺ 形成配位键, H₂O 以 O 原子与 Fe²⁺ 形成配位键, 所以 [Fe



(NO)(H₂O)₅] ²⁺ 的结构应为:

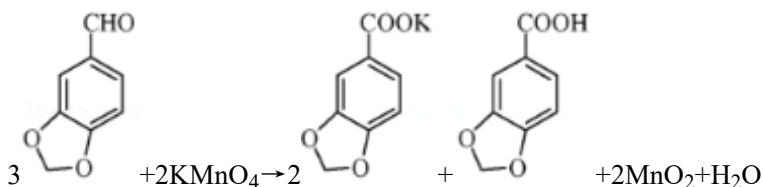


故答案为:

【点评】 本题考查物质结构基础知识，涉及到价层电子对互斥理论，杂化轨道理论，共价键类型，等电子体原理，配合物的形成，均为高频考点，题目考查较为基础，难度不大。

【化学--选修 5：有机化学基础】

22. 3, 4 - 亚甲二氧基苯甲酸是一种用途广泛的有机合成中间体，微溶于水，实验室可用 KMnO₄ 氧化 3, 4 - 亚甲二氧基苯甲醛制备，其反应方程式为：



实验步骤如下

步骤 1：向反应瓶中加入 3, 4 - 亚甲二氧基苯甲醛和水，快速搅拌，于 70~80℃ 滴加 KMnO₄ 溶液。反应结束后，加入 KOH 溶液至碱性。

步骤 2：趁热过滤，洗涤滤饼，合并滤液和洗涤液。

步骤 3：对合并后的溶液进行处理。

步骤 4：抽滤，洗涤，干燥，得 3, 4 - 亚甲二氧基苯甲酸固体

(1) 步骤 1 中，反应结束后，若观察到反应液呈紫红色，需向溶液中滴加 NaHSO₃ 溶液，HSO₃⁻ 转化为 SO₄²⁻ (填化学式)；加入 KOH 溶液至碱性的目的是 将反应生成的酸转化为可溶性的盐。

(2) 步骤 2 中，趁热过滤除去物质是 MnO₂ (填化学式)。

(3) 步骤 3 中, 处理合并后溶液的实验操作为 加入盐酸至水层不再产生沉淀。

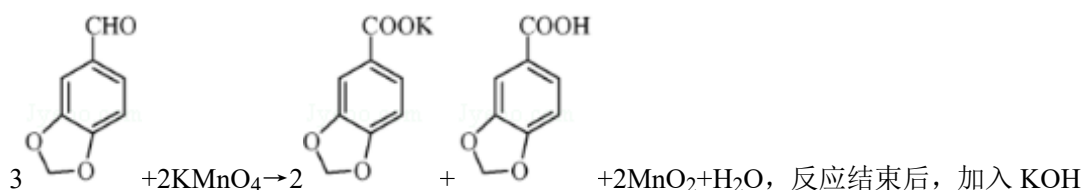
(4) 步骤 4 中, 抽滤所用的装置包括 布氏漏斗、吸滤瓶、安全瓶和抽气泵。

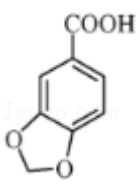
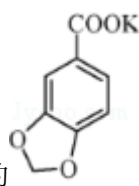
【考点】 U3: 制备实验方案的设计。

【专题】 548: 制备实验综合。

【分析】 实验步骤如下

步骤 1: 向反应瓶中加入 3, 4 - 亚甲二氧基苯甲醛和水, 快速搅拌, 于 70~80℃ 滴加 KMnO_4 溶液, 二者发生反应



溶液至碱性, 使  转化为可溶性的  ;

步骤 2: 趁热过滤, 除去不溶性的 MnO_2 , 洗涤滤饼, 合并滤液和洗涤液, 减少资源浪费;

步骤 3: 对合并后的溶液进行处理, 向溶液中加入稀盐酸至水层不再产生沉淀为止;

步骤 4: 抽滤, 洗涤, 干燥, 得 3, 4 - 亚甲二氧基苯甲酸固体;

(1) 步骤 1 中, 反应结束后, 若观察到反应液呈紫红色, 需向溶液中滴加 NaHSO_3 溶液, HSO_3^- 具有还原性, 酸性高锰酸钾溶液具有强氧化性, 二者发生氧化还原反应;

加入 KOH 溶液能和 $-\text{COOH}$ 反应生成可溶性的盐;

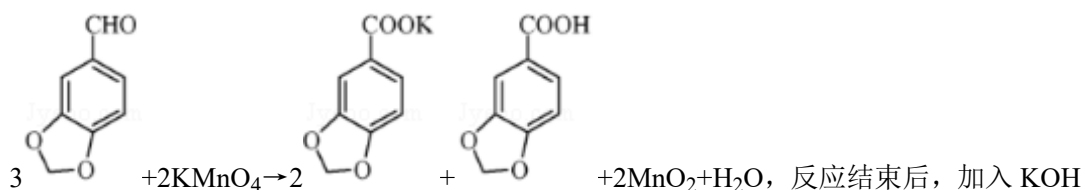
(2) 步骤 2 中, 趁热过滤除去的物质难溶性的物质;

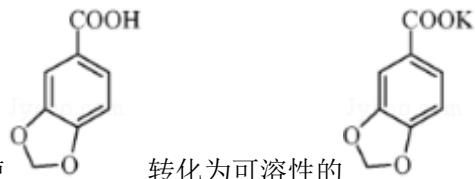
(3) 步骤 3 中, 处理合并后溶液的实验操作为加入盐酸;

(4) 步骤 4 中, 抽滤所用的装置包括布氏漏斗、吸滤瓶、安全瓶和抽气泵。

【解答】 解: 实验步骤如下

步骤 1: 向反应瓶中加入 3, 4 - 亚甲二氧基苯甲醛和水, 快速搅拌, 于 70~80℃ 滴加 KMnO_4 溶液, 二者发生反应





溶液至碱性，使 O=C(O)c1cc2occc2o1 转化为可溶性的 [O-]C(=O)c1cc2occc2o1.[K+] ；

步骤 2：趁热过滤，除去不溶性的 MnO_2 ，洗涤滤饼，合并滤液和洗涤液，减少资源浪费；

步骤 3：对合并后的溶液进行处理，向溶液中加入稀盐酸至水层不再产生沉淀为止；

步骤 4：抽滤，洗涤，干燥，得 3,4-亚甲二氧基苯甲酸固体；

(1) 步骤 1 中，反应结束后，若观察到反应液呈紫红色，需向溶液中滴加 NaHSO_3 溶液， HSO_3^- 具有还原性，酸性高锰酸钾溶液具有强氧化性，二者发生氧化还原反应， HSO_3^- 被氧化生成 SO_4^{2-} ，

加入 KOH 溶液能和 $-\text{COOH}$ 反应生成可溶性的盐，从而易于分离；

故答案为： SO_4^{2-} ；将反应生成的酸转化为可溶性的盐；

(2) 步骤 2 中，趁热过滤除去的物质难溶性的物质，为 MnO_2 ，

故答案为： MnO_2 ；

(3) 步骤 3 中，处理合并后溶液的实验操作为加入盐酸至水层不再产生沉淀，

故答案为：加入盐酸至水层不再产生沉淀；

(4) 步骤 4 中，抽滤所用的装置包括布氏漏斗、吸滤瓶、安全瓶和抽气泵，

故答案为：布氏漏斗。

【点评】 本题考查物质制备，侧重考查学生实验操作、实验分析能力，明确实验原理、仪器用途、物质性质是解本题关键，但是有机化学制备实验在中学中接触较少，导致学生感觉难度较大。