

2015 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) “保护环境”是我国的基本国策。下列做法不应该提倡的是 ()

- A. 采取低碳、节俭的生活方式
- B. 按照规定对生活废弃物进行分类放置
- C. 深入农村和社区宣传环保知识
- D. 经常使用一次性筷子、纸杯、塑料袋等

【考点】F7：常见的生活环境的污染及治理。

【分析】保护环境，可从减少污染物的排放、开发新能源等角度分析。

【解答】解：A、采取低碳、节俭的生活方式，节省大量的能源，符合保护环境的措施，故 A 不选；

B、垃圾分类有利于环境的保护和资源的再利用，符合保护环境的措施，故 B 不选；

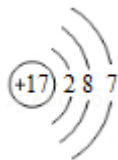
C、伸入农村和社区宣传环保知识，树立保护环境从自我做起、保护环境人人有责的意识，符合保护环境的措施，故 C 不选；

D、经常使用一次性筷子和纸杯，会消耗大量的木材，一次性塑料袋的大量使用会造成白色污染，故措施不合理，故 D 选；故选 D。

【点评】本题主要考查环境保护，注意保护环境人人有责，从自我做起，从小事做起，明确环境和人类发展的关系及环境保护意识即可解答，题目难度不大

2. (2 分) 下列有关氯元素及其化合物的表示正确的是 ()

A. 质子数为 17、中子数为 20 的氯原子 ${}_{17}^{37}\text{Cl}$



B. 氯离子 (Cl^-) 的结构示意图：

C. 氯分子的电子式： $:\ddot{\text{Cl}}:\ddot{\text{Cl}}:$

D. 氯乙烯分子的结构简式： $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2\text{Cl}$

【考点】4J：电子式、化学式或化学符号及名称的综合。

【分析】A、元素符号的左上角标质量数，质量数=质子数+中子数；

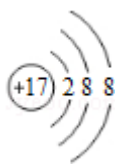
B、氯离子 (Cl^-) 为 Cl 原子得到 1 个电子形成的阴离子，最外层满足 8 个电子的稳定结构；

C、氯气为双原子分子，最外层均满足 8 个电子的稳定结构；

D、氯乙烯分子中存在碳碳双键，据此解答即可。

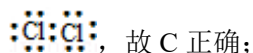
【解答】解：A、元素符号的左上角标质量数，中子数为 20 的氯原子，质量数 = 17 + 20 = 37，故正确应为： ${}_{17}^{37}\text{Cl}$ ，故 A 错误；

B、Cl 原子得到 1 个电子形成最外层满足 8 个电子的 Cl^- ，离子结构示意图为：



，故 B 错误；

C、氯气中存在 1 对氯氯共用电子对，氯原子最外层达到 8 电子稳定结构，电子式为：



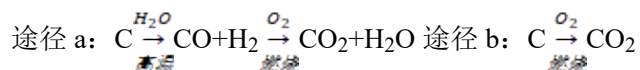
D、氯乙烯分子中存在碳碳双键，正确的结构简式为： $\text{H}_2\text{C}=\text{CHCl}$ ，故 D 错误，故选 C。

【点评】本题主要是对常见化学用语的考查，涉及核素的表示方法、质量数与质子数和中子数的关系、电子式的书写、结构简式书写等，难度不大。

3. (2 分) 下列说法正确的是 ()

A. 分子式为 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 的有机化合物性质相同

B. 相同条件下，等质量的碳按 a、b 两种途径完全转化，途径 a 比途径 b 放出更多热能



C. 在氧化还原反应中，还原剂失去电子总数等于氧化剂得到电子的总数

D. 通过化学变化可以直接将水转变为汽油

【考点】51：氧化还原反应的电子转移数目计算；BN：化学能与热能的应用；H9：辨识简单有机化合物的同分异构体。

【分析】A、分子式为 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 的有机化合物存在同分异构体；

B、化学反应的热效应只与反应物的初始状态和生成物的最终状态有关；

C、氧化还原反应本质电子的得失，且得失电子守恒；

D、水中只含有 H 和 O 两种元素，汽油中含有 C 和 H 两种元素，依据元素守恒解答即可。

【解答】解：A、分子式为 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 的有机化合物存在同分异构体，即乙醇或甲醚，二者

属于不同的有机物，性质不同，故 A 错误；

B、化学反应的热效应只与反应物的初始状态和生成物的最终状态有关，故 ab 两种途径，放出的热量一样多，故 B 错误；

C、氧化还原反应中存在得失电子守恒定律，即还原剂失去电子总数等于氧化剂得到电子的总数，故 C 正确；

D、汽油中含有 C 和 H 两种元素，而水中只存在 H 和 O 两种元素，故不可能通过化学变化直接将水转变为汽油，故 D 错误，

故选：C。

【点评】 本题主要考查的是有机物同分异构体的判断、化学反应的热效应、氧化还原反应等，综合性较强，难度一般。

4. (2分) 在 CO_2 中，Mg 燃烧生成 MgO 和 C。下列说法正确的是 ()

A. 元素 C 的单质只存在金刚石和石墨两种同素异形体

B. Mg、MgO 中镁元素微粒的半径： $r(\text{Mg}^{2+}) > r(\text{Mg})$

C. 在该反应条件下，Mg 的还原性强于 C 的还原性

D. 该反应中化学能全部转化为热能

【考点】 GI：镁的化学性质。

【分析】 A、C 元素的单质存在多种同素异形体；

B、电子层数越多，微粒半径越大；

C、依据化学反应方程式判断即可，还原剂的还原性大于还原产物的还原性；

D、镁燃烧放出强光，据此解答即可。

【解答】 解：A、元素 C 除存在金刚石和石墨外，还存在足球烯 (C_{60}) 等同素异形体，故 A 错误；

B、Mg 有 3 个电子层， Mg^{2+} 为 Mg 失去最外层的 2 个电子形成的阳离子，只有 2 个电子层，故半径 $r(\text{Mg}^{2+}) < r(\text{Mg})$ ，故 B 错误；

C、该反应为：
$$2\text{Mg} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO} + \text{C}$$
，此反应中 Mg 为还原剂，C 为还原产物，还原剂的还原性大于还原产物的还原性，即还原性 $\text{Mg} > \text{C}$ ，故 C 正确；

D、该反应放出光，即部分化学能转化为光能，且生成物仍具有能量，故 D 错误，故选 C。

【点评】 本题主要考查的是同素异形体的判断、微粒半径大小比较、氧化还原反应中还

原性强弱比较以及能量之间的转化等，综合性较强，有一定的难度。

5. (2分)短周期主族元素 X、Y、Z、W 原子序数依次增大，X 原子最外层有 6 个电子，Y 是至今发现的非金属性最强的元素，Z 在周期表中处于周期序数等于族序数的位置，W 的单质广泛用作半导体材料。下列叙述正确的是 ()

- A. 原子最外层电子数由多到少的顺序：Y、X、W、Z
- B. 原子半径由大到小的顺序：W、Z、Y、X
- C. 元素非金属性由强到弱的顺序：Z、W、X
- D. 简单气态氢化物的稳定性由强到弱的顺序：X、Y、W

【考点】8F：原子结构与元素周期律的关系。

【分析】Y 是至今发现的非金属性最强的元素，那么 Y 是 F，X 最外层有 6 个电子且原子序数小于 Y，应为 O，Z 在周期表中处于周期序数等于族序数的位置，且为短周期，原子序数大于 F，那么 Z 为 Al，W 的单质广泛用作半导体材料，那么 W 为 Si，据此推断 A、X、Y、Z、W 分别为 O、F、Al 和 Si，结合各个选项解答即可。

【解答】解：Y 是至今发现的非金属性最强的元素，那么 Y 是 F，X 最外层有 6 个电子且原子序数小于 Y，应为 O，Z 在周期表中处于周期序数等于族序数的位置，且为短周期，原子序数大于 F，那么 Z 为 Al，W 的单质广泛用作半导体材料，那么 W 为 Si，据此推断 A、X、Y、Z、W 分别为 O、F、Al 和 Si，

A、最外层电子数分别为 6、7、3 和 4，即最外层电子数 $Y > X > W > Z$ ，故 A 正确；

B、电子层数越多，半径越大，同一周期，原子序数越小，半径越大，即半径关系： $Al > Si > O > F$ ，即 $Z > W > X > Y$ ，故 B 错误；

C、同一周期，原子序数越大，非金属性越强，即非金属性 $F > O > Si > Al$ ，故 C 错误；

D、元素的非金属性越强，其气态氢化物的稳定性越强，即 $Y > X > W$ ，故 D 错误，

故选：A。

【点评】本题主要考查的是元素的推断，涉及元素非金属性强弱的比较、半径大小比较、气态氢化物稳定性比较等，难度不大。

6. (2分)常温下，下列各组离子一定能在指定溶液中大量共存的是 ()

A. 使酚酞变红色的溶液中： Na^+ 、 Al^{3+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-

B. $\frac{K_w}{c(H^+)} = 1 \times 10^{-13} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液中： NH_4^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 NO_3^-

C. 与 Al 反应能放出 H_2 的溶液中： Fe^{2+} 、 K^+ 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-}

D. 水电离的 $c(H^+) = 1 \times 10^{-13} mol \cdot L^{-1}$ 的溶液中： K^+ 、 Na^+ 、 AlO_2^- 、 CO_3^{2-}

【考点】DP：离子共存问题。

【分析】A. 使酚酞变红色的溶液，显碱性；

B. $\frac{K_W}{c(H^+)} = 1 \times 10^{-13} mol \cdot L^{-1}$ 的溶液，显酸性；

C. 与 Al 反应能放出 H_2 的溶液，为非氧化性酸或强碱溶液；

D. 水电离的 $c(H^+) = 1 \times 10^{-13} mol \cdot L^{-1}$ 的溶液，水的电离受到抑制，为酸或碱溶液。

【解答】解：A. 使酚酞变红色的溶液，显碱性，碱性溶液中不能大量存在 Al^{3+} ，故 A 错误；

B. $\frac{K_W}{c(H^+)} = 1 \times 10^{-13} mol \cdot L^{-1}$ 的溶液，显酸性，该组离子在酸性溶液中不反应，可大量共存，故 B 正确；

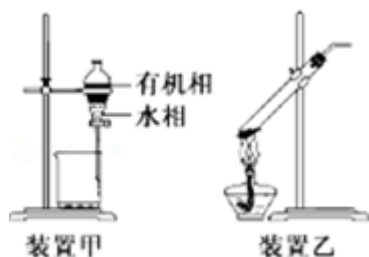
C. 与 Al 反应能放出 H_2 的溶液，为非氧化性酸或强碱溶液，酸性溶液中 Fe^{2+} （或 Al）、 H^+ 、 NO_3^- 发生氧化还原反应，碱性溶液中不能大量存在 Fe^{2+} ，故 C 错误；

D. 水电离的 $c(H^+) = 1 \times 10^{-13} mol \cdot L^{-1}$ 的溶液，水的电离受到抑制，为酸或碱溶液，酸溶液中不能大量存在 AlO_2^- 、 CO_3^{2-} ，故 D 错误；

故选：B。

【点评】本题考查离子的共存，为 2015 年高考题，把握习题中的信息及常见离子之间的反应为解答的关键，侧重复分解反应、氧化还原反应的离子共存考查，注意“一定共存”的信息，题目难度不大。

7. (2 分) 下列实验操作正确的是 ()



A. 用玻璃棒蘸取 CH_3COOH 溶液点在水湿润的 pH 试纸上，测定该溶液的 pH

B. 中和滴定时，滴定管用所盛装的反应液润洗 2~3 次

C. 用装置甲分液，放出水相后再从分液漏斗下口放出有机相

D. 用装置乙加热分解 NaHCO_3 固体

【考点】1B：真题集萃；U5：化学实验方案的评价。

【专题】25：实验评价题。

【分析】A. pH 试纸不能事先湿润；

B. 为减小误差，滴定管用所盛装的反应液润洗；

C. 分液时，下层液体从下口漏出，上层液体从上口倒出；

D. 加热固体应防止试管炸裂。

【解答】解：A. 测定醋酸 pH，pH 试纸不能事先湿润，防止醋酸被稀释而导致测定结果偏大，故 A 错误；

B. 为防止液体被稀释而导致浓度减小而产生实验误差，滴定管用所盛装的反应液润洗，故 B 正确；

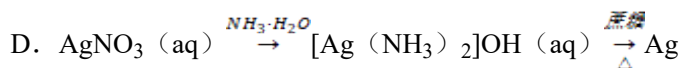
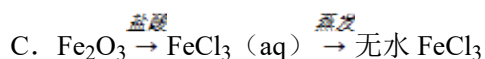
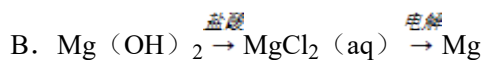
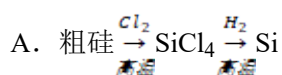
C. 分液时，为避免液体重新混合而污染，下层液体从下口漏出，上层液体从上口倒出，故 C 错误；

D. 碳酸氢钠加热分解生成水，应防止试管炸裂，试管口应略朝下，故 D 错误。

故选：B。

【点评】本题为 2015 年高考题江苏卷第 7 题，综合考查 pH 的使用、分液、滴定以及实验安全等知识，侧重于学生的分析、实验能力的考查，比较基础，难度适中，有利于培养学生良好的科学素养。

8. (2 分) 给定条件下，下列选项中所示的物质间转化均能一步实现的是 ()



【考点】2E：硅酸盐工业；FH：硅和二氧化硅；GR：常见金属元素的单质及其化合物的综合应用。

【分析】A. Si 可与氯气在高温下反应生成 SiCl_4 ， SiCl_4 可与氢气发生反应生成 Si 和

HCl;

- B. 电解氯化镁溶液生成氢氧化镁、氯气和氢气;
- C. 氯化铁易水解, 加热溶液生成氢氧化铁和 HCl;
- D. 蔗糖为非还原性糖, 与银氨溶液不反应.

【解答】解: A. Si 可与氯气在高温下反应生成 SiCl_4 , SiCl_4 可与氢气发生反应生成 Si 和 HCl, 该反应可用于工业提纯硅, 故 A 正确;

B. 电解氯化镁溶液生成氢氧化镁、氯气和氢气, 工业用电解熔融的氯化镁制备镁, 故 B 错误;

C. 氯化铁易水解, 加热溶液生成氢氧化铁和 HCl, 蒸发时应在 HCl 环境中进行, 故 C 错误;

D. 蔗糖为非还原性糖, 与银氨溶液不反应, 故 D 错误.

故选: A.

【点评】本题为 2015 年江苏考题, 综合考查元素化合物知识, 为高频考点, 侧重于学生的分析能力的考查, 注意把握物质的性质以及转化的特点、反应条件, 难度不大, 注意相关基础知识的积累.

9. (2 分) 下列指定反应的离子方程式正确的是 ()

- A. 氯气溶于水: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{ClO}^-$
- B. Na_2CO_3 溶液中 CO_3^{2-} 的水解: $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$
- C. 酸性溶液中 KIO_3 与 KI 反应生成 I_2 : $\text{IO}_3^- + \text{I}^- + 6\text{H}^+ = \text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
- D. NaHCO_3 溶液中加足量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液: $\text{HCO}_3^- + \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- = \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

【考点】49: 离子方程式的书写.

【分析】A. 氯气与水生成 HClO, HClO 为弱酸, 应写成化学式;

B. CO_3^{2-} 的水解为可逆反应;

C. 电荷不守恒;

D. NaHCO_3 溶液中加足量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液, 生成 BaCO_3 和水.

【解答】解: A. 氯气溶于水, 反应的离子方程式为 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$, HClO 为弱酸, 应写成化学式, 且为可逆符号, 故 A 错误;

B. CO_3^{2-} 的水解为可逆反应, 应为 $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$, 故 B 错误;

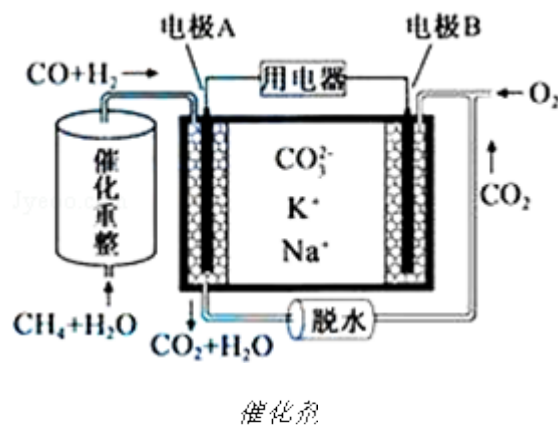
C. 酸性溶液中 KIO_3 与 KI 反应生成 I_2 , 发生 $\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{H}^+ = 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$, 故 C 错误;

D. NaHCO_3 溶液中加足量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液, 生成 BaCO_3 和水, 发生 $\text{HCO}_3^- + \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- = \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$, 故 D 正确。

故选: D。

【点评】 本题为 2015 年江苏卷第 9 题, 考查了离子方程式的判断, 为常见题型, 侧重于学生的分析能力以及元素化合物知识的综合理解和运用的考查, 注意掌握离子方程式的书写原则, 明确离子方程式正误判断常用方法: 检查反应物、生成物是否正确, 检查各物质拆分是否正确, 如难溶物、弱电解质等需要保留化学式, 检查是否符合原化学方程式等, 难度不大。

10. (2 分) 一种熔融碳酸盐燃料电池原理示意如图。下列有关该电池的说法正确的是 ()



A. 反应 $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 3\text{H}_2 + \text{CO}$, 每消耗 1molCH_4 转移 12mol 电子

B. 电极 A 上 H_2 参与的电极反应为: $\text{H}_2 + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O}$

C. 电池工作时, CO_3^{2-} 向电极 B 移动

D. 电极 B 上发生的电极反应为: $\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 + 4\text{e}^- = 2\text{CO}_3^{2-}$

【考点】 BL: 化学电源新型电池。

【专题】 51I: 电化学专题。

【分析】 甲烷和水经催化重整生成 CO 和 H_2 , 反应中 C 元素化合价由 -4 价升高到 +2 价, H 元素化合价由 +1 价降低到 0 价, 原电池工作时, CO 和 H_2 为负极反应, 被氧化生成二氧化碳和水, 正极为氧气得电子生成 CO_3^{2-} , 以此解答该题。

【解答】 解: A. 反应 $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 3\text{H}_2 + \text{CO}$, C 元素化合价由 -4 价升高到 +2 价, H 元素化合价由 +1 价降低到 0 价, 每消耗 1molCH_4 转移 6mol 电子, 故 A 错误;

B. 电解质没有 OH^- , 负极反应为 $\text{H}_2 + \text{CO} + 2\text{CO}_3^{2-} - 4\text{e}^- = \text{H}_2\text{O} + 3\text{CO}_2$, 故 B 错误;

C. 电池工作时, CO_3^{2-} 向负极移动, 即向电极 A 移动, 故 C 错误;

D. B 为正极, 正极为氧气得电子生成 CO_3^{2-} , 电极反应为: $\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 + 4\text{e}^- = 2\text{CO}_3^{2-}$, 故 D 正确。

故选: D。

【点评】 本题为 2015 年江苏考题第 10 题, 考查了化学电源新型电池, 明确原电池中物质得失电子、电子流向、离子流向即可解答, 难点是电极反应式书写, 要根据电解质确定正负极产物, 难度中等。

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) 下列说法正确的是 ()

A. 若 H_2O_2 分解产生 1molO_2 , 理论上转移的电子数约为 $4 \times 6.02 \times 10^{23}$

B. 室温下, $\text{pH}=3$ 的 CH_3COOH 溶液与 $\text{pH}=11$ 的 NaOH 溶液等体积混合, 溶液 $\text{pH} >$

7

C. 钢铁水闸可用牺牲阳极或外加电流的阴极保护法防止其腐蚀

D. 一定条件下反应 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ 达到平衡时, $3v_{\text{正}}(\text{H}_2) = 2v_{\text{逆}}(\text{NH}_3)$

【考点】 1B: 真题集萃; BK: 金属的电化学腐蚀与防护; CG: 化学平衡状态的判断; D5: 弱电解质在水溶液中的电离平衡。

【分析】A. H_2O_2 分解产生 1molO_2 , 反应中 O 元素化合价由 -1 价升高到 0 价, 转移 2mol 电子;

B. CH_3COOH 为弱酸, $\text{pH}=3$ 的 CH_3COOH 溶液与 $\text{pH}=11$ 的 NaOH 溶液相比较, 醋酸过量;

C. 用牺牲阳极或外加电流的阴极保护法, 铁分别为正极和阴极;

D. 化学反应中速率之比等于计量数之比。

【解答】解: A. H_2O_2 分解产生 1molO_2 , 方程式为 $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$, 反应中 O 元素化合价由 -1 价升高到 0 价, 转移 2mol 电子, 故 A 错误;

B. CH_3COOH 为弱酸, $\text{pH}=3$ 的 CH_3COOH 溶液与 $\text{pH}=11$ 的 NaOH 溶液相比较, 醋酸过量, 等体积混合后溶液呈酸性, $\text{pH} < 7$, 故 B 错误;

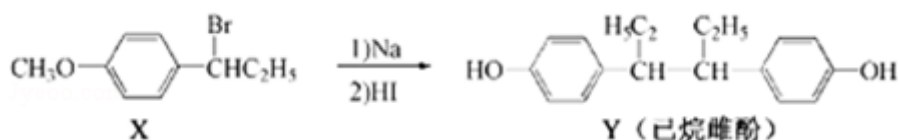
C. 用牺牲阳极或外加电流的阴极保护法, 铁分别为正极和阴极, 都发生还原反应, 可防止被氧化, 故 C 正确;

D. 一定条件下反应 $N_2+3H_2\rightleftharpoons 2NH_3$ 反应, 速率关系符合系数比, 即 $v_{\text{正}}(H_2):v_{\text{正}}(NH_3)=3:2$, 当反应达到平衡时, $v_{\text{正}}(NH_3)=v_{\text{逆}}(NH_3)$, 则达到平衡时, 应为 $2v_{\text{正}}(H_2)=3v_{\text{逆}}(NH_3)$, 故 D 错误。

故选: C。

【点评】 本题为 2015 年江苏考题第 11 题, 综合考查氧化还原反应、弱电解质的电离、金属的腐蚀与防护以及化学平衡等问题, 侧重于学生的分析能力的考查, 注意相关基础知识的积累, 题目难度适中, 贴近教材, 有利于培养和考查学生的良好的学习习惯和科学素养。

12. (4 分) 己烷雌酚的一种合成路线如图: 下列叙述正确的是 ()



A. 在 NaOH 水溶液中加热, 化合物 X 可发生消去反应

B. 在一定条件, 化合物 Y 可与 HCHO 发生缩聚反应

C. 用 $FeCl_3$ 溶液可鉴别化合物 X 和 Y

D. 化合物 Y 中不含有手性碳原子

【考点】 HD: 有机物的结构和性质。

【分析】 A. X 为卤代烃, 在氢氧化钠水溶液中发生水解反应生成醇;

B. Y 含有酚羟基, 与苯酚性质相似;

C. Y 含有酚羟基, 可与氯化铁发生显色反应;

D. 根据手性碳原子的定义判断。

【解答】 解: A. X 为卤代烃, 在氢氧化钠水溶液中发生水解反应生成醇, 如发生消去反应, 条件为氢氧化钠醇溶液, 故 A 错误;

B. Y 含有酚羟基, 与苯酚性质相似, 可与甲醛发生缩聚反应, 故 B 正确;

C. Y 含有酚羟基, 可与氯化铁发生显色反应, 故 C 正确;

D. 连接四个不同的原子或原子团的碳原子为手性碳原子, Y 中连接乙基的碳原子为手性碳原子, 故 D 错误。

故选: BC。

【点评】 本题为 2015 年江苏考题第 12 题，侧重于学生的分析能力的考查，注意把握有机物的结构和官能团的性质，为解答该类题目的关键，难度不大。

13. (4 分) 下列设计的实验方案能达到实验目的是 ()

- A. 制备 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 悬浊液：向 $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{AlCl}_3$ 溶液中加入过量的 $6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液
- B. 提纯含有少量乙酸的乙酸乙酯：向含有少量乙酸的乙酸乙酯中加入过量饱和 Na_2CO_3 溶液，振荡后静置分液，并除去有机相的水
- C. 检验溶液中是否含有 Fe^{2+} ：取少量待检验溶液，向其中加入少量新制氯水，再滴加 KSCN 溶液，观察实验现象
- D. 探究催化剂对 H_2O_2 分解速率的影响：在相同条件下，向一支试管中加入 $2\text{mL}5\%\text{H}_2\text{O}_2$ 和 $1\text{mLH}_2\text{O}$ ，向另一支试管中加入 $2\text{mL}5\%\text{H}_2\text{O}_2$ 和 1mLFeCl_3 溶液，观察并比较实验现象

【考点】 U5：化学实验方案的评价。

【分析】 A. NaOH 过量，反应生成偏铝酸钠；

B. 乙酸与碳酸钠反应后，与乙酸乙酯分层；

C. 加入少量新制氯水氧化了亚铁离子；

D. 相同条件下，只有催化剂不同。

【解答】 解：A. NaOH 过量，反应生成偏铝酸钠，不能制备 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 悬浊液，故 A 错误；

B. 乙酸与碳酸钠反应后，与乙酸乙酯分层，振荡后静置分液，并除去有机相的水可除杂，故 B 正确；

C. 加入少量新制氯水氧化了亚铁离子，检验亚铁离子，应先加 KSCN 溶液，再加氯水，故 C 错误；

D. 相同条件下，只有催化剂不同，试管中加入 $2\text{mL}5\%\text{H}_2\text{O}_2$ 和 1mLFeCl_3 溶液反应速率快，则可探究催化剂对 H_2O_2 分解速率的影响，故 D 正确；

故选：BD。

【点评】 本题考查化学实验方案的评价，为高频考点，涉及物质的性质、混合物分离提纯、离子检验及影响反应速率的因素等，把握物质的性质及反应原理为解答的关键，注意实验的评价性分析，题目难度不大。

14. (4 分) 室温下，向下列溶液中通入相应的气体至溶液 $\text{pH}=7$ (通入气体对溶液体积的影响可忽略)，溶液中部分微粒的物质的量浓度关系正确的是 ()

- A. 向 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NH}_4\text{HCO}_3$ 溶液中通入 CO_2 : $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-})$
- B. 向 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaHSO}_3$ 溶液中通入 NH_3 : $c(\text{Na}^+) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{SO}_3^{2-})$
- C. 向 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{SO}_3$ 溶液通入 SO_2 : $c(\text{Na}^+) = 2[c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{SO}_3)]$
- D. 向 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{CH}_3\text{COONa}$ 溶液中通入 HCl : $c(\text{Na}^+) > c(\text{CH}_3\text{COOH}) = c(\text{Cl}^-)$

【考点】 DN: 离子浓度大小的比较.

【分析】 A. $\text{pH}=7$, 则 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, 结合电荷守恒分析;

B. 溶液中钠离子与 S 原子物质的量之比为 1: 1, 而铵根离子与部分亚硫酸根结合, 由物料守恒可知, $c(\text{Na}^+) = c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{SO}_3)$, 溶液呈中性, 由电荷守恒可得: $c(\text{Na}^+) + c(\text{NH}_4^+) = 2c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-)$, 联立判断;

C. 未反应前结合物料守恒可知 $c(\text{Na}^+) = 2[c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{SO}_3)]$, 向 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{SO}_3$ 溶液通入 SO_2 , 至溶液 $\text{pH}=7$, 反应后溶液中溶质为 NaHSO_3 、 Na_2SO_3 ;

D. 向 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{CH}_3\text{COONa}$ 溶液中通入 HCl , 至溶液 $\text{pH}=7$, 反应后溶液中溶质为 NaCl 、醋酸和醋酸钠.

【解答】 解: A. $\text{pH}=7$, 则 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, 结合电荷守恒可知, $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-})$, 故 A 错误;

B. 溶液中钠离子与 S 原子物质的量之比为 1: 1, 而铵根离子与部分亚硫酸根结合, 故 $c(\text{Na}^+) > c(\text{NH}_4^+)$, 由物料守恒可知, $c(\text{Na}^+) = c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{SO}_3)$, 溶液呈中性, 由电荷守恒可得: $c(\text{Na}^+) + c(\text{NH}_4^+) = 2c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-)$, 联立可得: $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}_2\text{SO}_3) = c(\text{SO}_3^{2-})$, 故 B 错误;

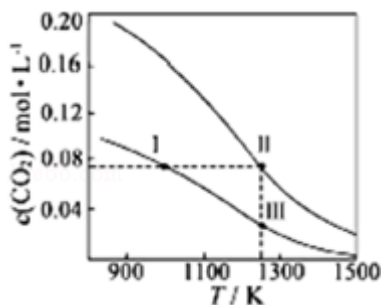
C. 向 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{SO}_3$ 溶液通入 SO_2 , 发生 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHSO}_3$, 至溶液 $\text{pH}=7$, 反应后溶液中溶质为的 NaHSO_3 、 Na_2SO_3 , 则 $c(\text{Na}^+) < 2[c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{SO}_3)]$, 故 C 错误;

D. 向 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{CH}_3\text{COONa}$ 溶液中通入 HCl , 至溶液 $\text{pH}=7$, $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, HCl 不足, 反应后溶液中溶质为 NaCl 、醋酸和醋酸钠, 由电荷守恒可知, $c(\text{Na}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{Cl}^-)$, 由物料守恒可知, $c(\text{Na}^+) = c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$, 则 $c(\text{Na}^+) > c(\text{CH}_3\text{COOH}) = c(\text{Cl}^-)$, 故 D 正确;

故选: D.

【点评】本题考查离子浓度大小比较，为2015年江苏高考题，把握发生的反应、盐类水解及电离为解答的关键，注意pH=7的信息及应用，题目难度不大。

15. (4分) 在体积均为1.0L的恒容密闭容器中加入足量的相同的碳粉，再分别加入0.1molCO₂和0.2molCO₂，在不同温度下反应CO₂(g)+C(s)⇌2CO(g)达到平衡，平衡时CO₂的物质的量浓度c(CO₂)随温度的变化如图所示(图中I、II、III点均处于曲线上)。下列说法正确的是()



- A. 反应CO₂(g)+C(s)⇌2CO(g)的 $\Delta S > 0$ 、 $\Delta H < 0$
 B. 体系的总压强P_总: P_总(状态II) > 2P_总(状态I)
 C. 体系中c(CO): c(CO, 状态II) < 2c(CO, 状态III)
 D. 逆反应速率V_逆: V_逆(状态I) > V_逆(状态III)

【考点】1B: 真题集萃; C7: 化学平衡建立的过程; CB: 化学平衡的影响因素。

【分析】A. 由气体的化学计量数增大可知 ΔS ，由图中温度高平衡时c(CO₂)小可知 ΔH ;

B. 分别加入0.1molCO₂和0.2molCO₂，曲线I为加入0.1molCO₂，曲线II为加入0.2molCO₂，结合CO₂(g)+C(s)⇌2CO(g)及图中变化量判断;

C. 状态II、状态III的温度相同，状态II看作先加入0.1molCO₂，与状态III平衡时CO的浓度相同，再加入0.1molCO₂，若平衡不移动，II状态CO的浓度等于2倍III，但再充入CO₂，相当增大压强，平衡左移动，消耗CO;

D. 状态I、状态III的温度不同，温度高反应速率快。

【解答】解: A. 由气体的化学计量数增大可知 $\Delta S > 0$ ，由图中温度高平衡时c(CO₂)小，则升高温度平衡正向移动，可知 $\Delta H > 0$ ，故A错误;

B. 分别加入0.1molCO₂和0.2molCO₂，曲线I为加入0.1molCO₂，曲线II为加入0.2molCO₂，若平衡不移动，体系的总压强为P_总(状态II)=2P_总(状态I)，由方程式可知CO₂减少多少，体系中气体总量就增加多少，且图中曲线I中二氧化碳减少量小于

一半，则气体总量小于 1.5；而曲线 II 中二氧化碳减少量大于一半，则气体总量大于 3.0，则体系的总压强为 $P_{\text{总}}(\text{状态 II}) > 2P_{\text{总}}(\text{状态 I})$ ，故 B 正确；

C. 状态 II、状态 III 的温度相同，状态 II 看作先加入 0.1molCO_2 ，与状态 III 平衡时 CO 的浓度相同，再加入 0.1molCO_2 ，若平衡不移动，II 状态 CO 的浓度等于 2 倍 III，但再充入 CO_2 ，相当增大压强，平衡左移，消耗 CO，则 $c(\text{CO}, \text{状态 II}) < 2c(\text{CO}, \text{状态 III})$ ，故 C 正确；

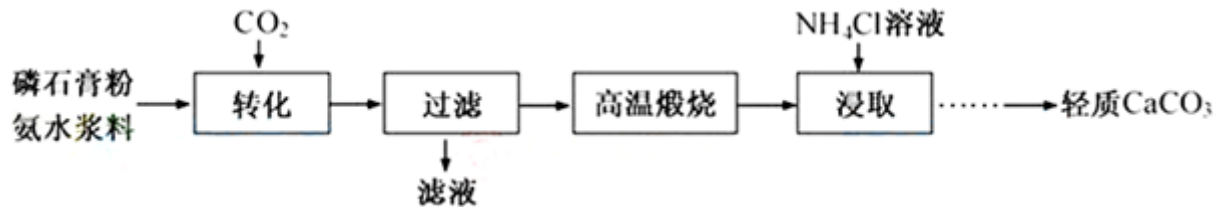
D. 状态 I、状态 III 的温度不同，温度高反应速率快，则逆反应速率为 $V_{\text{逆}}(\text{状态 I}) < V_{\text{逆}}(\text{状态 III})$ ，故 D 错误；

故选：BC。

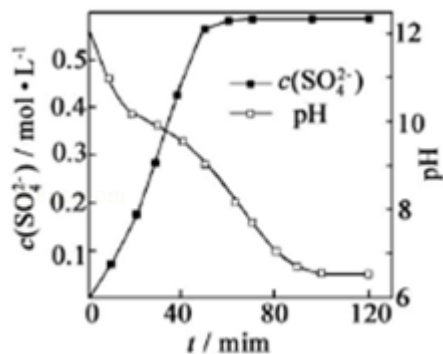
【点评】本题考查化学平衡及平衡的建立，为高频考点，本题为 2015 年江苏高考题，把握平衡移动的影响因素、图象分析为解答的关键，选项 BC 为解答的难点，题目难度中等。

二、非选择题

16. (12 分) 以磷石膏（主要成分 CaSO_4 ，杂质 SiO_2 、 Al_2O_3 等）为原料可制备轻质 CaCO_3 。



(1) 匀速向浆料中通入 CO_2 ，浆料清液的 pH 和 $c(\text{SO}_4^{2-})$ 随时间变化见图。清液 $\text{pH} > 11$ 时 CaSO_4 转化的离子方程式为 $\text{CaSO}_4 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + 2\text{NH}_4^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{CaSO}_4 + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$ ；能提高其转化速率的措施有 AC（填序号）



A. 搅拌浆料 B. 加热浆料至 100°C C. 增大氨水浓度 D. 减小 CO_2 通入速率

(2) 当清液 pH 接近 6.5 时, 过滤并洗涤固体. 滤液中物质的量浓度最大的两种阴离子为 SO_4^{2-} 和 HCO_3^- (填化学式); 检验洗涤是否完全的方法是 取少量最后一次的洗涤过滤液于试管中, 向其中滴加盐酸酸化的氯化钡溶液, 若不产生白色沉淀, 则表明已洗涤完全.

(3) 在敞口容器中, 用 NH_4Cl 溶液浸取高温煅烧的固体, 随着浸取液温度上升, 溶液中 $c(\text{Ca}^{2+})$ 增大的原因是 浸取液温度上升, 溶液中氢离子浓度增大, 促进固体中钙离子浸出.

【考点】 1B: 真题集萃; P8: 物质分离和提纯的方法和基本操作综合应用.

【分析】 磷石膏氨水的浆料中通入二氧化碳可生成碳酸盐或碳酸氢盐, 过滤后滤液为硫酸铵、氨水, 滤渣含有碳酸钙、 SiO_2 、 Al_2O_3 等, 高温煅烧生成硅酸钙、偏铝酸钙等, 加入氯化铵溶液充分浸取, 可生成硅酸、氢氧化铝、氯化钙等, 氯化钙最终可生成碳酸钙,

(1) 由图象可知, 经充分浸取, $c(\text{SO}_4^{2-})$ 逐渐增大, pH 逐渐减小, 清液 pH > 11 时 CaSO_4 生成碳酸钙、铵根离子和硫酸根离子; 为提高其转化速率, 可进行搅拌并增大氨水浓度, 增大 $c(\text{CO}_3^{2-})$;

(2) 当清液 pH 接近 6.5 时, 溶液酸性相对较强, 可充分转化生成 SO_4^{2-} 并有 HCO_3^- 生成, 沉淀吸附 SO_4^{2-} , 可用盐酸酸化的氯化钡检验;

(3) 随着浸取液温度上升, 氯化铵水解程度增大, 溶液酸性增强.

【解答】 解: 磷石膏氨水的浆料中通入二氧化碳可生成碳酸盐或碳酸氢盐, 过滤后滤液为硫酸铵、氨水, 滤渣含有碳酸钙、 SiO_2 、 Al_2O_3 等, 高温煅烧生成硅酸钙、偏铝酸钙等, 加入氯化铵溶液充分浸取, 可生成硅酸、氢氧化铝、氯化钙等, 氯化钙最终可生成碳酸钙,

(1) 由图象可知, 经充分浸取, $c(\text{SO}_4^{2-})$ 逐渐增大, pH 逐渐减小, 清液 pH > 11 时 CaSO_4 生成碳酸钙、铵根离子和硫酸根离子, 反应的离子方程式为 $\text{CaSO}_4 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + 2\text{NH}_4^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{CaSO}_4 + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$, 为提高其转化速率, 可进行搅拌并增大氨水浓度, 增大 $c(\text{CO}_3^{2-})$, 而升高温度, 氨气挥发, 不能增大转化率,

故答案为: $\text{CaSO}_4 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + 2\text{NH}_4^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{CaSO}_4 + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$; AC;

(2) 当清液 pH 接近 6.5 时, 溶液酸性相对较强, 可充分转化生成 SO_4^{2-} 并有 HCO_3^- 生

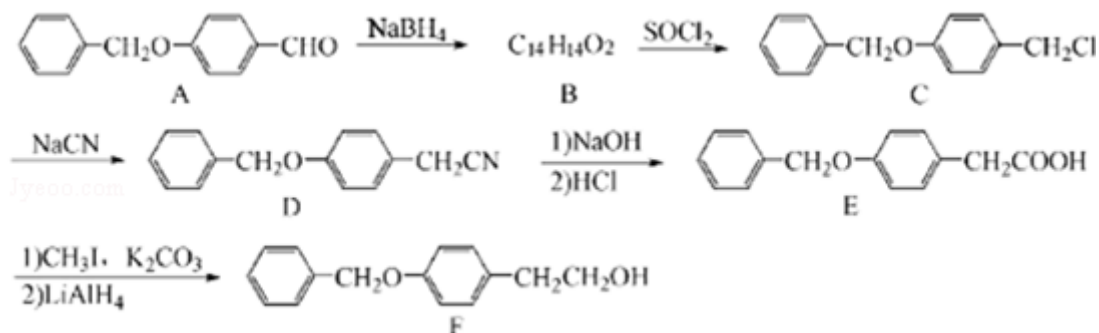
成，沉淀吸附 SO_4^{2-} ，可用盐酸酸化的氯化钡检验，方法是取少量最后一次的洗涤过滤液于试管中，向其中滴加盐酸酸化的氯化钡溶液，若不产生白色沉淀，则表明已洗涤完全，

故答案为： SO_4^{2-} ； HCO_3^- ；取少量最后一次的洗涤过滤液于试管中，向其中滴加盐酸酸化的氯化钡溶液，若不产生白色沉淀，则表明已洗涤完全；

(3) 随着浸取液温度上升，氯化铵水解程度增大，溶液酸性增强，则钙离子浓度增大，故答案为：浸取液温度上升，溶液中氢离子浓度增大，促进固体中钙离子浸出。

【点评】本题为 2015 年江苏考题第 16 题，以实验流程的形成综合考查元素化合物知识，侧重于学生的分析能力和实验能力的考查，难度中等，注意把握提给信息以及相关物质的性质。

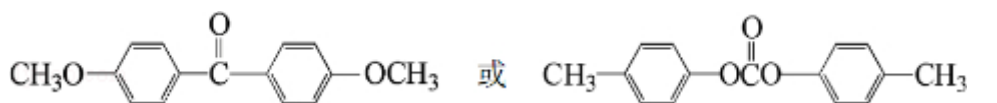
17. (15 分) 化合物 F 是一种抗心肌缺血药物的中间体，可以通过以下方法合成：



(1) 化合物 A 中的含氧官能团为 醚键 和 醛基 (填官能团的名称)。

(2) 化合物 B 的结构简式为 ；由 C→D 的反应类型是 取代反应。

(3) 写出同时满足下列条件的 E 的一种同分异构体的结构简式

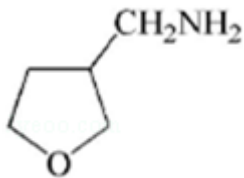


I. 分子含有 2 个苯环 II. 分子中含有 3 种不同化学环境的氢

(4) 已知： $\text{RCH}_2\text{CN} \xrightarrow[\text{催化剂, } \Delta]{\text{H}_2} \text{RCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ ，请写出以 为原料制

备化合物 X (结构简式见图) 的合成路线流程图 (无机试剂可任选)。合成路线流程图示

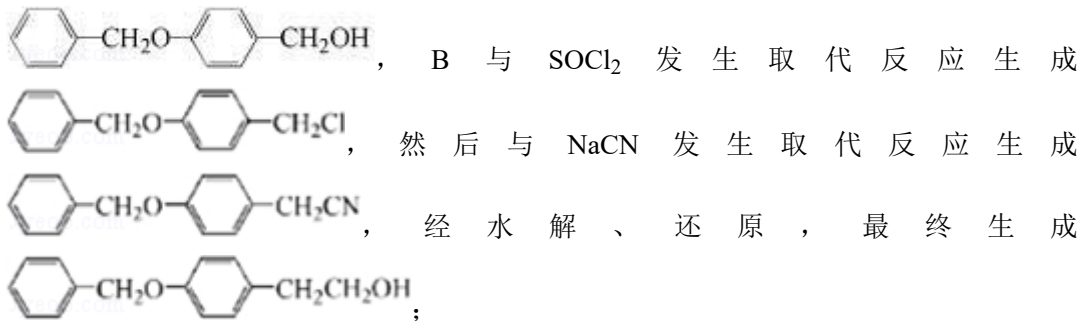




化合物 X

【考点】HC：有机物的合成。

【分析】A 含有的官能团为醚键和醛基，对比 A、C 的结构简式可知 B 为

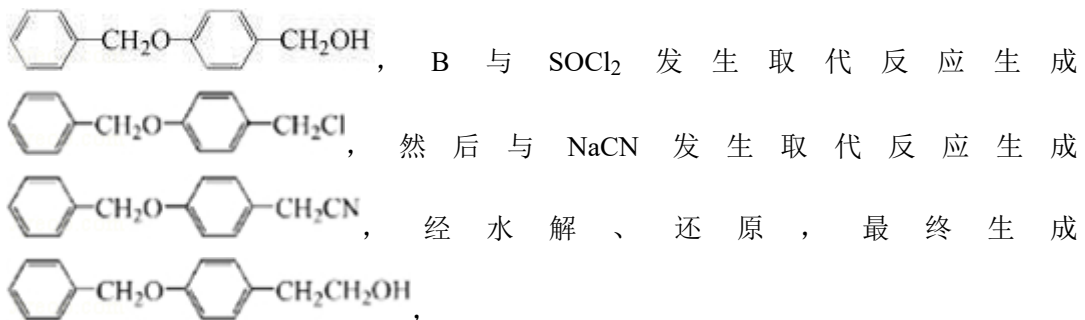


以 $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{OH}$ 制备 ，可在浓硫酸作用下生成 ，然后与

HCl 发生加成反应生成 ，与 NaCN 发生取代反应生成 ，在催化作用下

与氢气反应可生成 ，以此解答该题。

【解答】解：A 含有的官能团为醚键和醛基，对比 A、C 的结构简式可知 B 为

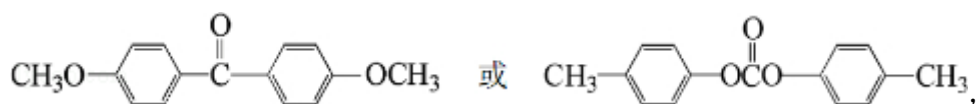


(1) 由结构简式可知 A 含有的官能团为醚键和醛基，故答案为：醚键、醛基；

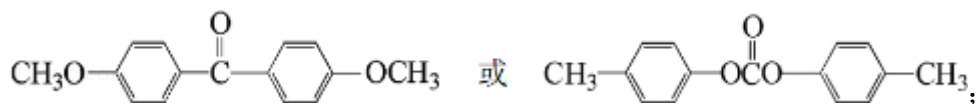
(2) B 为 , 与 NaCN 发生取代反应生成

故答案为：；取代反应；

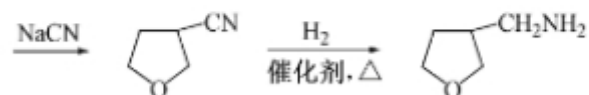
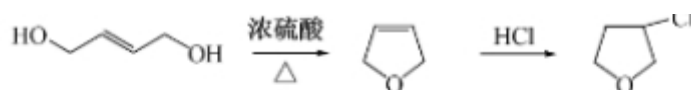
(3) E 的一种同分异构体含有 3 种不同化学环境的氢，且含有 2 个苯环，且结构对称，
则 对 应 的 结 构 有



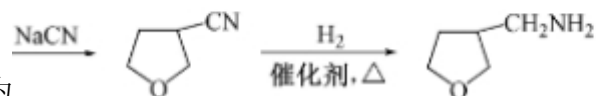
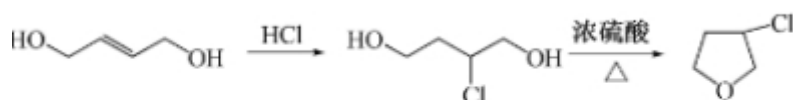
故 答 案 为 :



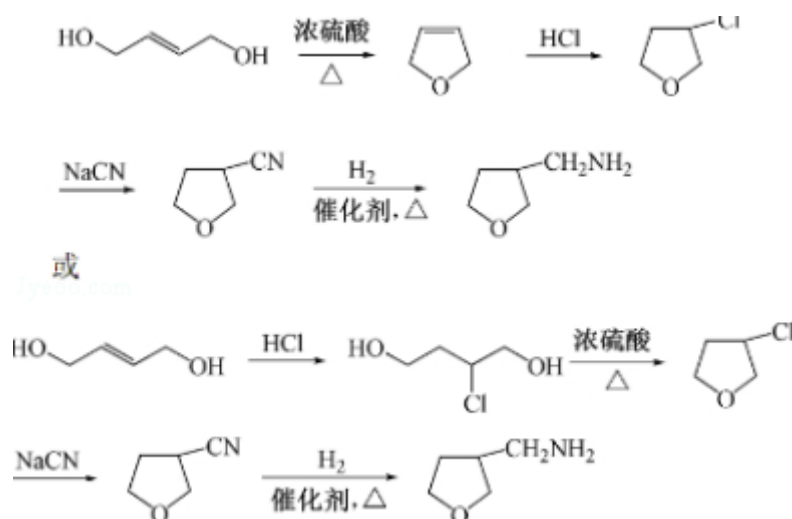
(4) 以 OCC=CCO 制备 NCC1OCCO1, 可在浓硫酸作用下生成 C1=CCO1, 然后与 HCl 发生加成反应生成 ClC1OCCO1, 与 NaCN 发生取代反应生成 N#CC1OCCO1, 在催化作用下与氢气反应可生成 NCC1OCCO1, 也可与 HCl 反应生成 OCC(Cl)CCO, 再生成 ClC1OCCO1,



或



则流程为



【点评】本题为2015年江苏卷第17题，涉及有机物的合成，侧重于学生的分析能力的考查，答题时注意把握提给信息以及官能团的性质，注意合成路线的设计，为解答该题的难点。

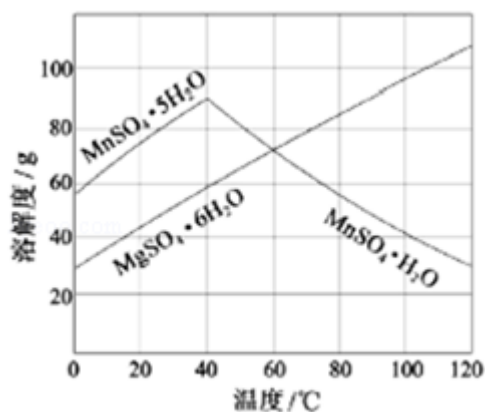
18. (12分) 软锰矿(主要成分 MnO_2 ，杂质金属元素 Fe、Al、Mg 等)的水悬浊液与烟气中 SO_2 反应可制备 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，反应的化学方程式为： $\text{MnO}_2 + \text{SO}_2 = \text{MnSO}_4$

(1) 质量为 17.40g 纯净 MnO_2 最多能氧化 4.48 L (标准状况) SO_2 。

(2) 已知： $K_{\text{sp}}[\text{Al}(\text{OH})_3] = 1 \times 10^{-33}$ ， $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 3 \times 10^{-39}$ ， $\text{pH} = 7.1$ 时 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 开始沉淀。室温下，除去 MnSO_4 溶液中的 Fe^{3+} 、 Al^{3+} (使其浓度小于 $1 \times 10^{-6} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)，需调节溶液 pH 范围为 $5.0 \leq \text{pH} < 7.1$ 。

(3) 如图可以看出，从 MnSO_4 和 MgSO_4 混合溶液中结晶 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 晶体，需控制结晶温度范围为 高于 60°C 。

(4) 准确称取 $0.1710\text{g MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 样品置于锥形瓶中，加入适量 H_3PO_4 和 NH_4NO_3 溶液，加热使 Mn^{2+} 全部氧化成 Mn^{3+} ，用 $c(\text{Fe}^{2+}) = 0.0500 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的标准溶液滴定至终点(滴定过程中 Mn^{3+} 被还原为 Mn^{2+})，消耗 Fe^{2+} 溶液 20.00mL 。计算 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 样品的纯度(请给出计算过程)



【考点】 5A: 化学方程式的有关计算; DH: 难溶电解质的溶解平衡及沉淀转化的本质.

【分析】 (1) 根据 $\text{MnO}_2 + \text{SO}_2 = \text{MnSO}_4$ 可知, $n(\text{SO}_2) = n(\text{MnO}_2)$;

(2) $\text{pH} = 7.1$ 时 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 开始沉淀. 室温下, 除去 MnSO_4 溶液中的 Fe^{3+} 、 Al^{3+} , 结合 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 完全变成沉淀时的 pH 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 完全变成沉淀时的 pH 分析;

(3) 从 MnSO_4 和 MgSO_4 混合溶液中结晶 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 晶体, 根据图上信息, 高于 60°C 以后 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的溶解度减小, 而 $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 的溶解度增大, 因此控制结晶温度范围是高于 60°C ;

(4) 根据氧化还原反应中得失电子守恒: $n(\text{Mn}^{3+}) \times 1 = n(\text{Fe}^{2+}) \times 1 = 0.02\text{L} \times 0.0500\text{mol} = 1.00 \times 10^{-3}\text{mol}$, 根据 Mn 元素守恒, $m(\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1.00 \times 10^{-3}\text{mol} \times 169\text{g/mol} = 0.169\text{g}$, 以此计算纯度.

【解答】 解: (1) 根据 $\text{MnO}_2 + \text{SO}_2 = \text{MnSO}_4$ 可知, $n(\text{SO}_2) = n(\text{MnO}_2)$
 $= \frac{17.4\text{g}}{87\text{g/mol}} = 0.2\text{mol}$, 其体积为 $0.2\text{mol} \times 22.4\text{L/mol} = 4.48\text{L}$,

故答案为: 4.48;

(2) $\text{pH} = 7.1$ 时 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 开始沉淀. 室温下 MnSO_4 溶液中的 Fe^{3+} 、 Al^{3+} , 氢氧化铝完全变成沉淀时的 pH : $K_{\text{sp}}[\text{Al}(\text{OH})_3] = 1 \times 10^{-33} = c(\text{Al}^{3+}) \times c^3(\text{OH}^-)$, $c(\text{Al}^{3+}) = 1 \times 10^{-6}\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 解得: $c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-9}\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-5}\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{pH} = 5$, 同理 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 完全变成沉淀时, pH 约为 3.5, 故 pH 范围是: $5.0 \leq \text{pH} < 7.1$, 故答案为: $5.0 \leq \text{pH} < 7.1$;

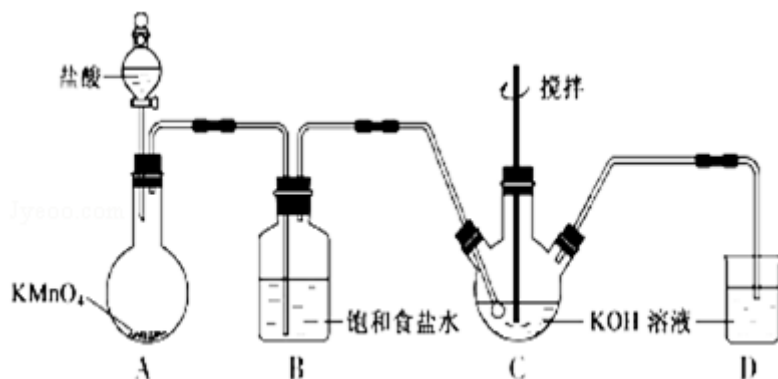
(3) 从 MnSO_4 和 MgSO_4 混合溶液中结晶 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 晶体, 根据图上信息, 高于 60°C 以后 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的溶解度减小, 而 $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 的溶解度增大, 因此控制结晶温度范围是高于 60°C 这样可以得到纯净的 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 故答案为: 高于 60°C ;

(4) 根据氧化还原反应中得失电子守恒: $n(\text{Mn}^{3+}) \times 1 = n(\text{Fe}^{2+}) \times 1 = 0.02\text{L} \times 0.0500\text{mol} = 1.00 \times 10^{-3}\text{mol}$, 根据 Mn 元素守恒, $m(\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1.00 \times 10^{-3}\text{mol} \times 169\text{g/mol} = 0.169\text{g}$, 纯度为 $\frac{0.169\text{g}}{0.1710\text{g}} \times 100\% = 98.8\%$,

答: $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 样品的纯度为 98.8%.

【点评】 本题考查较综合, 涉及氧化还原反应计算、溶度积计算及混合物分离、图象分析等, 本题为 2015 年江苏高考题 18 题, 综合性较强, 侧重分析、计算能力的综合考查, 题目难度中等.

19. (15 分) 实验室用图所示装置制备 KClO 溶液, 并通过 KClO 溶液与 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液的反应制备高效水处理剂 K_2FeO_4 . 已知 K_2FeO_4 具有下列性质 ①可溶于水、微溶于浓 KOH 溶液, ②在 $0^\circ\text{C} - 5^\circ\text{C}$ 、强碱性溶液中比较稳定, ③在 Fe^{3+} 和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 催化作用下发生分解, ④在酸性至弱碱性条件下, 能与水反应生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 O_2 .



(1) 装置 A 中 KMnO_4 与盐酸反应生成 MnCl_2 和 Cl_2 , 其离子方程式为 $\underline{2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ + 10\text{Cl}^- = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}}$, 将制备的 Cl_2 通过装置 B 可除去 HCl (填化学式).

(2) Cl_2 和 KOH 在较高温度下反应生成 KClO_3 , 在不改变 KOH 溶液的浓度和体积的条件下, 控制反应在 $0^\circ\text{C} \sim 5^\circ\text{C}$ 进行, 实验中可采取的措施是 缓慢滴加盐酸、装置 C 用冰水浴中.

(3) 制备 K_2FeO_4 时, KClO 饱和溶液与 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 饱和溶液的混合方式为 在搅拌下, 将 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 饱和溶液缓慢滴加到 KClO 饱和溶液中.

(4) 提纯 K_2FeO_4 粗产品[含有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 KCl 等杂质]的实验方案为: 将一定量的 K_2FeO_4 粗产品溶于冷的 $3\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{KOH}$ 溶液中, 用砂芯漏斗过滤, 将滤液置于冰水浴中, 向滤液中加入饱和的 KOH 溶液, 再用砂芯漏斗过滤, 晶体用乙醇洗涤 2 - 3 次后, 在真空干燥箱中干燥 (实验中须使用的试剂有: 饱和 KOH 溶液, 乙醇; 除常用仪器外须使用

的仪器有：砂芯漏斗，真空干燥箱）。

【考点】U3：制备实验方案的设计。

【专题】24：实验设计题。

【分析】（1） KMnO_4 具有强氧化性，将盐酸中氯离子氧化为 Cl_2 ，反应还有水生成， KMnO_4 、 HCl 、 MnCl_2 改写成离子形式， Cl_2 、 H_2O 为分子式形式，配平书写离子方程式；由于盐酸易挥发，制备的氯气中含有 HCl ，应饱和食盐水吸收 HCl 除去；

（2） Cl_2 和 KOH 在较高温度下反应生成 KClO_3 ，制取 KClO 温度反应在 $0^\circ\text{C}\sim 5^\circ\text{C}$ ，装置 C 应放在冰水浴中，充分利用原料，应降低通入氯气的速率；

（3） K_2FeO_4 在 Fe^{3+} 和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 催化作用下发生分解，应把 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 饱和溶液滴加到 KClO 溶液中；

（4）用砂芯漏斗过滤，除去氢氧化铁，由于 K_2FeO_4 可溶于水、微溶于浓 KOH 溶液，将滤液置于冰水浴中，向滤液中加入饱和的 KOH 溶液，析出 K_2FeO_4 晶体，再进行过滤，用乙醇洗涤，减少因溶解导致晶体损失，最后在真空干燥箱中干燥。

【解答】解：（1） KMnO_4 具有强氧化性，将盐酸中氯离子氧化为 Cl_2 ，反应还有水生成， KMnO_4 、 HCl 、 MnCl_2 改写成离子形式， Cl_2 、 H_2O 为分子式形式，离子方程式为： $2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ + 10\text{Cl}^- = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ ，

由于盐酸易挥发，制备的氯气中含有 HCl ，应饱和食盐水吸收 HCl 除去，

故答案为： $2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ + 10\text{Cl}^- = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ ； HCl ；

（2） Cl_2 和 KOH 在较高温度下反应生成 KClO_3 ，制取 KClO 温度反应在 $0^\circ\text{C}\sim 5^\circ\text{C}$ ，装置 C 应放在冰水浴中，充分利用原料，缓慢滴加盐酸，减慢生成氯气的速率，

故答案为：缓慢滴加盐酸、装置 C 用冰水浴中；

（3） K_2FeO_4 在 Fe^{3+} 和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 催化作用下发生分解，应把 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 饱和溶液滴加到 KClO 溶液中，具体操作为：在搅拌下，将 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 饱和溶液缓慢滴加到 KClO 饱和溶液中，

故答案为：在搅拌下，将 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 饱和溶液缓慢滴加到 KClO 饱和溶液中；

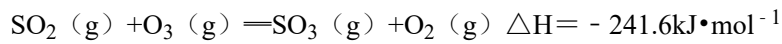
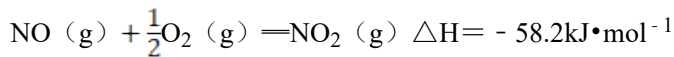
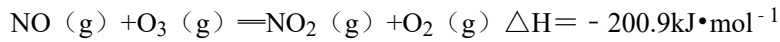
（4）提纯 K_2FeO_4 粗产品[含有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 KCl 等杂质]的实验方案为：将一定量的 K_2FeO_4 粗产品溶于冷的 $3\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KOH}$ 溶液中，用砂芯漏斗过滤，将滤液置于冰水浴中，向滤液中加入饱和的 KOH 溶液，再用砂芯漏斗过滤，晶体用乙醇洗涤 2 - 3 次后，在真空干燥箱中干燥，

故答案为：用砂芯漏斗过滤，将滤液置于冰水浴中，向滤液中加入饱和 - - 的 KOH 溶液，

再用砂芯漏斗过滤，晶体用乙醇洗涤 2 - 3 次后，在真空干燥箱中干燥。

【点评】 本题考查实验制备方案、氧化还原反应、物质的分离提纯、对条件与操作的分析评价、阅读获取信息能力，是对学生综合能力的考查，注意题目信息的迁移运用，难度中等。

20. (14 分) 烟气 (主要污染物 SO_2 、 NO_x) 经 O_3 预处理后用 CaSO_3 水悬浮液吸收，可减少烟气中 SO_2 、 NO_x 的含量； O_3 氧化烟气中 SO_2 、 NO_x 的主要反应的热化学方程式为：



(1) 反应 $3\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_3(\text{g}) = 3\text{NO}_2(\text{g})$ 的 $\Delta H = \underline{-317.3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(2) 室温下，固定进入反应器的 NO 、 SO_2 的物质的量，改变加入 O_3 的物质的量，反应一段时间后体系中 $n(\text{NO})$ 、 $n(\text{NO}_2)$ 和 $n(\text{SO}_2)$ 随反应前 $n(\text{O}_3)$: $n(\text{NO})$ 的变化见图。

① 当 $n(\text{O}_3)$: $n(\text{NO}) > 1$ 时，反应后 NO_2 的物质的量减少，其原因是 O_3 将 NO_2 氧化为更高价态氮氧化物。

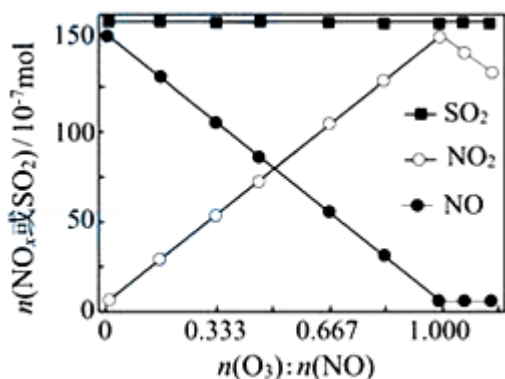
② 增加 $n(\text{O}_3)$ ， O_3 氧化 SO_2 的反应几乎不受影响，其可能原因是 可能是其反应较慢。

(3) 当用 CaSO_3 水悬浮液吸收经 O_3 预处理的烟气时，清液 (pH 约为 8) 中 SO_3^{2-} 将 NO_2 转化为 NO_2^- ，其离子方程式为： $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{NO}_2 + 2\text{OH}^- = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$ 。

(4) CaSO_3 水悬浮液中加入 Na_2SO_4 溶液，达到平衡后溶液中 $c(\text{SO}_3^{2-}) =$

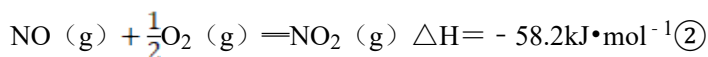
$$\frac{K_{\text{sp}}(\text{CaSO}_3)}{K_{\text{sp}}(\text{CaSO}_4)} \times c(\text{SO}_4^{2-}) \quad [\text{用 } c(\text{SO}_4^{2-})、K_{\text{sp}}(\text{CaSO}_3) \text{ 和 } K_{\text{sp}}(\text{CaSO}_4) \text{ 表示}]；\text{CaSO}_3$$

水悬浮液中加入 Na_2SO_4 溶液能提高 NO_2 的吸收速率，其主要原因 CaSO_3 转化为 CaSO_4 使溶液中 SO_3^{2-} 的浓度增大，加快 SO_3^{2-} 与 NO_2 的反应速率。



【考点】1B：真题集萃；BF：用盖斯定律进行有关反应热的计算；CB：化学平衡的影响因素；DH：难溶电解质的溶解平衡及沉淀转化的本质。

【分析】(1) $\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_3(\text{g}) = \text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -200.9 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ①



将方程式 $2 \times$ ② + ① $3\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_3(\text{g}) = 3\text{NO}_2(\text{g})$ ，焓变进行相应的改变；

(2) ① 臭氧具有强氧化性，能氧化生成的 NO_2 ；

② 增加 $n(\text{O}_3)$ ， O_3 氧化 SO_2 的反应几乎不受影响，说明浓度对反应速率影响较小，可能是其反应速率较慢；

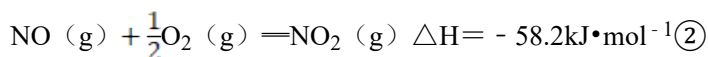
(3) 溶液 pH 约为 8，说明溶液呈碱性， SO_3^{2-} 将 NO_2 转化为 NO_2^- ，同时 SO_3^{2-} 被氧化生成 SO_4^{2-} ，根据反应物和生成物书写离子方程式；

(4) CaSO_3 水悬浮液中加入 Na_2SO_4 溶液，发生反应 $\text{CaSO}_3 + \text{SO}_4^{2-} = \text{CaSO}_4 + \text{SO}_3^{2-}$ ，溶

液中 $c(\text{Ca}^{2+}) = \frac{K_{sp}(\text{CaSO}_3)}{c(\text{SO}_3^{2-})} = \frac{K_{sp}(\text{CaSO}_4)}{c(\text{SO}_4^{2-})}$ ；根据 $\text{CaSO}_3 + \text{SO}_4^{2-} = \text{CaSO}_4 + \text{SO}_3^{2-}$ 知，加

入硫酸钠导致亚硫酸根离子浓度增大，浓度越大反应速率越大。

【解答】解：(1) $\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_3(\text{g}) = \text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -200.9 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ①



将方程式 $2 \times$ ② + ① $3\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_3(\text{g}) = 3\text{NO}_2(\text{g})$ ，所以 $\Delta H = 2 \times (-58.2 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) + (-200.9 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = -317.3 \text{kJ/mol}$ ，

故答案为：-317.3；

(2) ① 当 $n(\text{O}_3) : n(\text{NO}) > 1$ 时，臭氧过量，臭氧具有强氧化性，能将反应后 NO_2 氧化为更高价氮氧化物，导致二氧化氮减少，故答案为： O_3 将 NO_2 氧化为更高价态氮氧化物；

②增加 $n(\text{O}_3)$, O_3 氧化 SO_2 的反应几乎不受影响, 说明浓度对反应速率影响较小, 可能是其反应速率较慢, 故答案为: 可能是其反应较慢;

(3) 溶液 pH 约为 8, 说明溶液呈碱性, SO_3^{2-} 将 NO_2 转化为 NO_2^- , 同时 SO_3^{2-} 被氧化生成 SO_4^{2-} , 根据反应物和生成物书写离子方程式为 $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{NO}_2 + 2\text{OH}^- = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$, 故答案为: $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{NO}_2 + 2\text{OH}^- = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$;

(4) CaSO_3 水悬浮液中加入 Na_2SO_4 溶液, 发生反应 $\text{CaSO}_3 + \text{SO}_4^{2-} = \text{CaSO}_4 + \text{SO}_3^{2-}$, 溶液中 $c(\text{Ca}^{2+}) = \frac{K_{sp}(\text{CaSO}_3)}{c(\text{SO}_3^{2-})} = \frac{K_{sp}(\text{CaSO}_4)}{c(\text{SO}_4^{2-})}$, 所以 $c(\text{SO}_3^{2-}) = \frac{K_{sp}(\text{CaSO}_3)}{K_{sp}(\text{CaSO}_4)} \times c(\text{SO}_4^{2-})$;

根据 $\text{CaSO}_3 + \text{SO}_4^{2-} = \text{CaSO}_4 + \text{SO}_3^{2-}$ 知, 加入硫酸钠导致 $c(\text{SO}_3^{2-})$ 增大, 浓度越大反应速率越大, 所以加快反应速率, 提高 NO_2 的吸收速率,

故答案为: $\frac{K_{sp}(\text{CaSO}_3)}{K_{sp}(\text{CaSO}_4)} \times c(\text{SO}_4^{2-})$; CaSO_3 转化为 CaSO_4 使溶液中 SO_3^{2-} 的浓度增大,

加快 SO_3^{2-} 与 NO_2 的反应速率。

【点评】 本题为 2015 年江苏省高考题, 考查了溶度积常数计算、反应速率影响因素、氧化还原反应离子方程式的书写、盖斯定律等知识点, 综合性较强, 侧重考查学生分析计算能力, 知道常见物质的性质、离子方程式书写规则, 难点是 (4) 题计算, 题目难度中等。

四. (12 分) **【选做题】** 本题包括 21、22 两小题, 请选定一中一小题, 并在相应的答题区域内作答. 若多做, 则按 A 小题评分.

21. (12 分) 下列反应曾用于检测司机是否酒后驾驶: $2\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 16\text{H}^+ + 13\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + 3\text{CH}_3\text{COOH}$

(1) Cr^{3+} 基态核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3$; 配合物 $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 中, 与 Cr^{3+} 形成配位键的原子是 O (填元素符号).

(2) CH_3COOH 中 C 原子轨道杂化类型为 sp^3 和 sp^2 . $1\text{mol CH}_3\text{COOH}$ 分子中含有 σ 键的数目为 7mol 或 $7 \times 6.02 \times 10^{23}$.

(3) 与 H_2O 互为等电子体的一种阳离子为 H_2F^+ (填化学式); H_2O 与 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 可以任意比例互溶, 除因为它们都是极性分子外, 还因为 H_2O 与 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 之间可以形成氢键.

【考点】 86: 原子核外电子排布; 9S: 原子轨道杂化方式及杂化类型判断.

【分析】 (1) Cr 位于周期表第四周期 VI B 族, 原子核外电子排布为

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$, 失去 3 个电子生成 Cr^{3+} , 配合物 $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 中 Cr^{3+} 为中心离子, H_2O 为配体;

(2) CH_3COOH 中 C 原子分别形成 4 个、3 个 δ 键, 没有孤对电子, CH_3CHOOH 分子中含有 1 个 C - C、3 个 C - H、1 个 C - O、1 个 C=O、1 个 O - H 等化学键;

(3) 与 H_2O 互为等电子体的阳离子应含有 3 个原子、且电子数为 10, H_2O 与 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 都含有氢键, 且都为极性分子, 二者互溶.

【解答】解: (1) Cr 位于周期表第四周期 VI B 族, 原子核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$, 失去 3 个电子生成 Cr^{3+} , 则离子的电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3$,

配合物 $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 中 Cr^{3+} 为中心离子, H_2O 为配体, O 原子提供孤对电子, 与 Cr^{3+} 形成配位键,

故答案为: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3$; O;

(2) CH_3COOH 中 C 原子分别形成 4 个、3 个 δ 键, 没有孤对电子, 分别为 sp^3 杂化、 sp^2 杂化, CH_3CHOOH 分子中含有 1 个 C - C、3 个 C - H、1 个 C - O、1 个 C=O、1 个 O - H 等化学键, 则 1mol CH_3COOH 分子中含有 σ 键的数目为 7mol 或 $7 \times 6.02 \times 10^{23}$, 故答案为: sp^3 和 sp^2 ; 7mol 或 $7 \times 6.02 \times 10^{23}$;

(3) 与 H_2O 互为等电子体的阳离子应含有 3 个原子、且电子数为 10, 应为 H_2F^+ , H_2O 与 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 都含有氢键, 且都为极性分子, 二者互溶,

故答案为: H_2F^+ ; H_2O 与 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 之间可以形成氢键.

【点评】本题为 2015 年江苏考题第 21 题, 为选做题, 综合考查原子结构与元素的性质, 题目涉及核外电子排布、杂化类型以及等电子体等问题, 侧重于学生的分析能力的考查, 注意把握相关知识的判断方法, 难度不大.

22. 实验室以苯甲醛为原料制备间溴苯甲醛 (实验装置见图, 相关物质的沸点见附表). 其实验步骤为:

步骤 1: 将三颈瓶中的一定配比的无水 AlCl_3 、1, 2 - 二氯乙烷和苯甲醛充分混合后, 升温至 60°C , 缓慢滴加经 H_2SO_4 干燥过的液溴, 保温反应一段时间, 冷却.

步骤 2: 将反应混合物缓慢加入一定量的稀盐酸中, 搅拌、静置、分液. 有机相用 10% NaHCO_3 溶液洗涤.

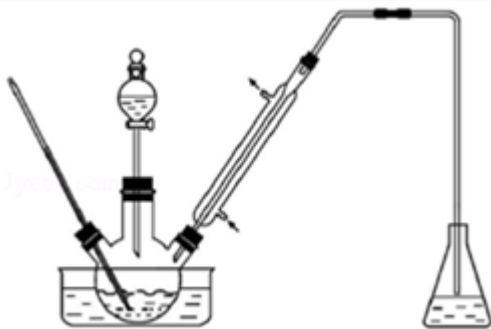
步骤 3: 经洗涤的有机相加入适量无水 MgSO_4 固体, 放置一段时间后过滤.

步骤 4: 减压蒸馏有机相, 收集相应馏分.

- (1) 实验装置中冷凝管的主要作用是冷凝回流，锥形瓶中的溶液应为NaOH。
- (2) 步骤 1 所加入的物质中，有一种物质是催化剂，其化学式为AlCl₃。
- (3) 步骤 2 中用 10%NaHCO₃ 溶液洗涤有机相，是为了除去溶于有机相的Br₂、HCl (填化学式)。
- (4) 步骤 3 中加入无水 MgSO₄ 固体的作用是除去有机相的水。
- (5) 步骤 4 中采用减压蒸馏技术，是为了防止间溴苯甲醛被氧化。

附表相关物质的沸点 (101kPa)

| 物质 | 沸点/°C | 物质 | 沸点/°C |
|-----|-------|-------------|-------|
| 溴 | 58.8 | 1, 2 - 二氯乙烷 | 83.5 |
| 苯甲醛 | 179 | 间溴苯甲醛 | 229 |



【考点】 U3: 制备实验方案的设计。

【专题】 24: 实验设计题。

【分析】 苯甲醛与溴在氯化铝催化作用下在 60°C 时反应生成间溴苯甲醛，通式生成 HBr，经冷凝回流可到间溴苯甲醛，生成的 HBr 用氢氧化钠溶液吸收，防止污染空气，有机相中含有 Br₂，加入 HCl，可用碳酸氢钠除去，有机相加入无水 MgSO₄ 固体，可起到吸收水的作用，减压蒸馏，可降低沸点，避免温度过高，导致间溴苯甲醛被氧化，以此解答该题。

【解答】 解：(1) 因溴易挥发，为使溴充分反应，应进行冷凝回流，以增大产率，反应发生取代反应，生成间溴苯甲醛的同时生成 HBr，用氢氧化钠溶液吸收，防止污染空气，故答案为：冷凝回流；NaOH；

(2) 将三颈瓶中的一定配比的无水 AlCl₃、1, 2 - 二氯乙烷和苯甲醛充分混合，三种物质中无水 AlCl₃ 为催化剂，1, 2 - 二氯乙烷为溶剂，苯甲醛为反应物，故答案为：AlCl₃；

(3) 将反应混合物含有溴，缓慢加入一定量的稀盐酸中，加入碳酸氢钠，可与 Br₂、HCl

反应，

故答案为： Br_2 、 HCl ；

（4）经洗涤的有机相含有水，加入适量无水 MgSO_4 固体，可起到除去有机相的水的作用，

故答案为：除去有机相的水；

（5）减压蒸馏，可降低沸点，避免温度过高，导致间溴苯甲醛被氧化，

故答案为：间溴苯甲醛被氧化。

【点评】本题为 2015 年高考化学江苏卷化学选做题实验化学部分，本题考查有机物的制备，侧重于学生的分析能力和实验能力的考查，注意把握基本实验操作方法以及实验的原理，难度不大。