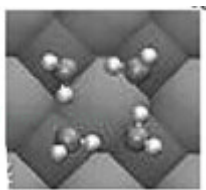


# 2014 年江苏省高考化学试卷解析版

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 20 分，每小题只有一个选项符合题意。

1. (2 分) 水是生命之源，2014 年我国科学家首次拍摄到水分子团簇的空间取向图象，模型如图所示，下列关于水的说法正确的是 ( )



- A. 水是弱电解质
- B. 可燃冰是可以燃烧的水
- C. 氢氧两种元素只能组成水
- D. 0℃时冰的密度比液态水的密度大

【考点】A6：不同晶体的结构微粒及微粒间作用力的区别；D6：水的电离。

【专题】52：元素及其化合物。

【分析】A. 水能够部分电离出氢离子和氢氧根离子，存在电离平衡；

- B. 可燃冰为甲烷和水形成的一种化合物；
- C. 氢氧两种元素还可以组成双氧水；
- D. 液体水变成冰，体积变大，密度变小。

【解答】解：A. 水为极弱的电解质，能够部分电离出氢离子和氢氧根离子，故 A 正确；

B. 可燃冰为甲烷和水形成的一种特殊的化合物，并不是可燃烧的水，故 B 错误；

C. 氢氧两种元素可以组成水、双氧水，故 C 错误；

D. 冰中存在氢键，具有方向性和饱和性，其体积变大，则相同质量时冰的密度比液态水的密度小，故 D 错误；


故选：A。


【点评】本题考查了水的电离、水的组成结构及性质，题目难度不大，注意掌握水的电离，明确可燃冰的组成及性质，试题培养了学生灵活应用所学知识的能力。

2. (2 分) 下列有关化学用语表示正确的是 ( )

- A. 过氧化钠的电子式： $\text{Na}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:\text{Na}$

B. 质子数为 35、中子数为 45 的溴原子:  ${}_{35}^{80}\text{Br}$

C. 硫离子的结构示意图: 

D. 间二甲苯的结构简式: 

【考点】4J: 电子式、化学式或化学符号及名称的综合.

【专题】514: 化学用语专题.

【分析】A. 过氧化钠是离子化合物, 其电子式符合离子化合物特点;


B. 元素符号左下角数字表示质子数、左上角数字表示质量数;


C. 硫离子核外有 18 个电子、最外层有 8 个电子;

D. 该结构简式为对二甲苯.

【解答】解: A. 过氧化钠是离子化合物, 其电子式为  $\text{Na}^+[\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}]^-\text{Na}^+$ , 故 A 错误;

B. 元素符号左下角数字表示质子数、左上角数字表示质量数, 质子数为 35、中子数为 45 的溴原子的质量数 = 35 + 45 = 80, 所以该原子为:  ${}_{35}^{80}\text{Br}$ , 故 B 正确;

C. 硫离子核外有 18 个电子、最外层有 8 个电子, 其离子结构示意图为 , 故 C 错误;

D. 该结构简式为对二甲苯, 间二甲苯的结构简式为 , 故 D 错误;

故选: B.

【点评】本题考查了化学用语, 涉及结构简式、离子结构示意图、电子式等知识点, 根据这些化学用语特点来分析解答, 注意过氧化钠电子式的书写, 为易错点.

3. (2 分) 25°C 时, 下列各组离子在指定溶液中一定能大量共存的是 ( )

A. pH=1 的溶液中:  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{MnO}_4^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$

B.  $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-13} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的溶液中:  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$

C.  $0.1 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{HCO}_3$  溶液中:  $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$

D.  $0.1 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeCl}_3$  溶液中:  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{SCN}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$

【考点】DP: 离子共存问题.

**【专题】**516: 离子反应专题.

**【分析】**离子之间不生成气体、沉淀、弱电解质、络合物、不发生氧化还原反应、不发生双水解反应即可共存, 据此分析解答.

**【解答】**解: pH=1 的溶液呈强酸性, 弱酸根离子  $\text{CO}_3^{2-}$  不能共存, 故 A 错误;

B.  $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-13} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的溶液呈强碱性,  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$  和氢氧根离子生成沉淀, 所以不能大量共存, 故 B 错误;

C.  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  和这几种离子之间不发生反应, 所以能共存, 故 C 正确;

D.  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{SCN}^-$  能生成络合物而使溶液呈血红色, 可以利用该反应检验铁离子, 所以这两种离子不能共存, 故 D 错误;

故选: C.

**【点评】**本题考查了离子共存, 明确离子共存的条件是解本题关键, 根据离子共存条件来分析解答即可, 注意特殊条件的限制, 题目难度中等.

4. (2分) 下列物质性质与应用对应关系正确的是 ( )

A. 晶体硅熔点高硬度大, 可用于制作半导体材料

B. 氢氧化铝具有弱碱性, 可用于制胃酸中和剂

C. 漂白粉在空气中不稳定, 可用于漂白纸张

D. 氧化铁能与酸反应, 可用于制作红色涂料

**【考点】**EM: 氯、溴、碘及其化合物的综合应用; FH: 硅和二氧化硅; GK: 镁、铝的重要化合物; GN: 铁的氧化物和氢氧化物.

**【专题】**52: 元素及其化合物; 55: 化学计算.

**【分析】**A. 硅位于非金属和金属分界线处, 能制作半导体材料;

B. 氢氧化铝具有弱碱性, 能中和酸;

C. 漂白粉具有漂白性, 能漂白纸张;

D. 氧化铁是红棕色固体, 可以作红色涂料.

**【解答】**解 A. 晶体硅熔点高硬度大可以制作玻璃刀等, 硅位于金属和非金属分界线处, 可用于制作半导体材料, 二者没有关系, 故 A 错误;

B. 胃酸的主要成分是 HCl, 氢氧化铝具有弱碱性, 能中和酸, 二者有对应关系, 故 B 正确;

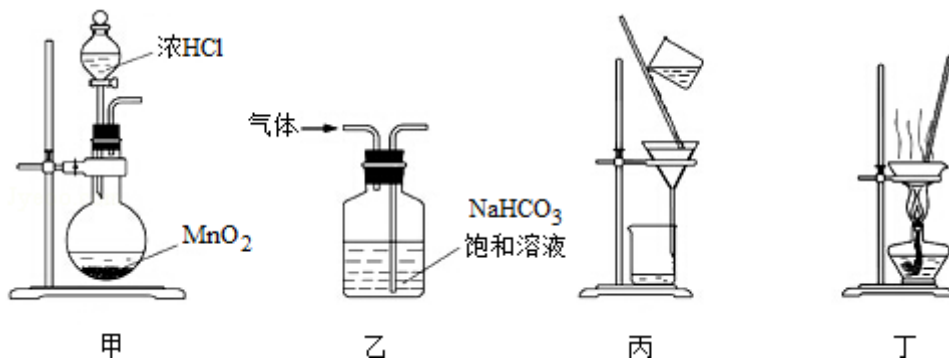
C. 漂白粉具有漂白性, 能漂白纸张, 与漂白粉的稳定性强弱无关, 所以二者没有对应关系, 故 C 错误;

D. 氧化铁是红棕色固体，可以作红色涂料，氧化铁属于碱性氧化物，能溶于酸，可用酸除锈，所以二者没有对应关系，故 D 错误；

故选：B。

【点评】本题考查了物质间的关系，明确物质的性质是解本题关键，根据其性质分析用途，掌握物质的性质，灵活运用知识解答，题目难度不大。

5. (2分) 下列装置应用于实验室制氯气并回收氯化锰的实验，能达到实验目的是 ( )



- A. 用装置甲制取氯气
- B. 用装置乙除去氯气中混有的少量氯化氢
- C. 用装置丙分离二氧化锰和氯化锰溶液
- D. 用装置丁蒸干氯化锰溶液制  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

【考点】U5：化学实验方案的评价。

【专题】24：实验设计题。

【分析】A、二氧化锰和浓盐酸制备氯气需要加热；

B、饱和碳酸氢钠溶液呈碱性，能吸收氯气，气体应为长进短处；

C、二氧化锰不溶于水，将液体和不溶于液体的固体分离开来的一种方法为过滤；

D、锰离子可发生水解。

【解答】解：A、二氧化锰和浓盐酸制备氯气需要加热，甲装置无加热仪器，故 A 错误；

B、饱和碳酸氢钠溶液呈碱性，能吸收氯气，且  $\text{NaHCO}_3$  和  $\text{HCl}$  反应能生成  $\text{CO}_2$ ，引入新的杂质气体，所以吸收试剂应该为饱和食盐水，并且气体应为长进短出，故 B 错误；

C、二氧化锰不溶于水，因此分离二氧化锰和氯化锰溶液需要过滤，丙装置为过滤装置，故 C 正确；

D、锰离子水解，水解吸热，因此不能直接加热蒸发氯化锰溶液制  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ，应该在  $\text{HCl}$  的气氛中进行，故 D 错误；

故选：C。

**【点评】** 本题考查了氯气的实验室制备，侧重于实验原理、实验仪器、实验基本操作、盐类水解的考查，综合性较强，难度一般，注意气体的进出导管长短、盐类水解的抑制应用。

6. (2分) 设  $N_A$  为阿伏伽德罗常数的值，下列说法正确的是 ( )

- A. 1.6g 由氧气和臭氧组成的混合物中含有氧原子的数目为  $0.1N_A$
- B. 0.1mol 丙烯酸中含有双键的数目为  $0.1N_A$
- C. 标准状况下，11.2L 苯中含有分子的数目为  $0.5N_A$
- D. 在过氧化钠与水的反应中，每生成 0.1mol 氧气，转移电子的数目为  $0.4N_A$

**【考点】** 4F: 阿伏加德罗常数.

**【专题】** 518: 阿伏加德罗常数和阿伏加德罗定律.

**【分析】** A. 1.6g 氧气和臭氧的混合物中含有 1.6g 氧原子，含有 0.1mol 氧原子；

B. 丙烯酸分子中含有 1 个碳碳双键和 1 个碳氧双键，总共含有 2 个双键；

C. 标准状况下，苯的状态不是气体，不能使用标况下的气体摩尔体积计算苯的物质的量；

D. 过氧化钠中氧元素的化合价为 -1 价，生成 0.1mol 氧气转移了 0.2mol 电子。

**【解答】** 解：A. 1.6g 氧气和臭氧的混合物中含有氧原子的质量为 1.6g，含有氧原子的物质的量为 0.1mol，含有氧原子的数目为  $0.1N_A$ ，故 A 正确；

B. 0.1mol 丙烯酸中含有 0.1mol 碳碳双键和 0.1mol 碳氧双键，总共含有 0.2mol 双键，含有双键的数目为  $0.2N_A$ ，故 B 错误；

C. 标况下，苯不是气体，不能使用标况下的气体摩尔体积计算 11.2L 苯的物质的量，故 C 错误；

D. 过氧化钠与水的反应中，生成 0.1mol 氧气转移了 0.2mol 电子，转移电子的数目为  $0.2N_A$ ，故 D 错误；

故选：A。

**【点评】** 本题考查阿伏加德罗常数的有关计算和判断，题目难度中等，注意掌握好以物质的量为中心的各化学量与阿伏加德罗常数的关系，明确标况下气体摩尔体积的使用条件，选项 B 为易错点，注意丙烯酸分子中含有两个双键。

7. (2分) 下列指定反应的离子方程式正确的是 ( )

A. Cu 溶于稀  $HNO_3$ :  $Cu+2H^++NO_3^- \rightleftharpoons Cu^{2+}+NO_2 \uparrow +H_2O$

B.  $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$  溶液与过量 NaOH 溶液反应制  $Fe(OH)_2$ :  $Fe^{2+}+2OH^- \rightleftharpoons Fe(OH)_2 \downarrow$

C. 用  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶解  $\text{CaCO}_3$ :  $\text{CaCO}_3+2\text{H}^+=\text{Ca}^{2+}+\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_2 \uparrow$

D. 向  $\text{NaAlO}_2$  溶液中通入过量  $\text{CO}_2$  制  $\text{Al}(\text{OH})_3$ :  $\text{CO}_2+\text{AlO}_2^-+2\text{H}_2\text{O}=\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow +\text{HCO}_3^-$

【考点】49: 离子方程式的书写.

【专题】516: 离子反应专题.

【分析】A. 铜和稀硝酸反应生成  $\text{NO}$ ;

B.  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$  溶液与过量  $\text{NaOH}$  溶液反应生成  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  和  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ;

C. 弱电解质写化学式;

D. 偏铝酸钠和过量二氧化碳反应生成氢氧化铝和碳酸氢钠.

【解答】解 A. 铜和稀硝酸反应生成  $\text{NO}$ , 离子方程式为  $3\text{Cu}+8\text{H}^++2\text{NO}_3^-=3\text{Cu}^{2+}+2\text{NO} \uparrow +4\text{H}_2\text{O}$ , 故 A 错误;

B.  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$  溶液与过量  $\text{NaOH}$  溶液反应生成  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  和  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , 离子方程式为  $2\text{NH}_4^++\text{Fe}^{2+}+4\text{OH}^-=\text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow +2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , 故 B 错误;

C. 弱电解质写化学式, 离子方程式为  $\text{CaCO}_3+2\text{CH}_3\text{COOH}=\text{Ca}^{2+}+\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_2 \uparrow +2\text{CH}_3\text{COO}^-$ , 故 C 错误;

D. 偏铝酸钠和过量二氧化碳反应生成氢氧化铝和碳酸氢钠, 离子方程式为  $\text{CO}_2+\text{AlO}_2^-+2\text{H}_2\text{O}=\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow +\text{HCO}_3^-$ , 故 D 正确;

故选: D.

【点评】本题考查了离子方程式的书写, 明确反应实质是解本题关键, 再结合离子方程式的书写规则来分析解答, 易错选项是 D, 注意反应物的量, 反应物的量不同, 其产物不同, 为易错点.

8. (2分) 下列各组物质中, 不满足组内任意两种物质在一定条件下均能发生反应的是( )

物质 组别	甲	乙	丙
A	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{HCl}$	$\text{NaOH}$
B	$\text{SiO}_2$	$\text{NaOH}$	$\text{HF}$
C	$\text{HCl}$	$\text{NaOH}$	$\text{NaHCO}_3$
D	$\text{NH}_3$	$\text{O}_2$	$\text{HNO}_3$

A. A

B. B

C. C

D. D

**【考点】**EB: 氮的化学性质; EM: 氯、溴、碘及其化合物的综合应用; FH: 硅和二氧化硅; GK: 镁、铝的重要化合物.

**【专题】**52: 元素及其化合物.

**【分析】**A.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  与  $\text{HCl}$ 、 $\text{NaOH}$  均反应, 且  $\text{HCl}$  与  $\text{NaOH}$  反应;

B.  $\text{SiO}_2$  与  $\text{NaOH}$ 、 $\text{HF}$  反应, 且  $\text{NaOH}$  与  $\text{HF}$  反应;

C.  $\text{HCl}$  与  $\text{NaHCO}_3$ 、 $\text{NaOH}$  均反应, 且  $\text{NaHCO}_3$  与  $\text{NaOH}$  反应;

D.  $\text{NH}_3$  与  $\text{O}_2$ 、 $\text{HNO}_3$  反应, 但  $\text{O}_2$ 、 $\text{HNO}_3$  二者不反应.

**【解答】**解: A.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  与  $\text{HCl}$  反应生成氯化铝和水,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  与  $\text{NaOH}$  溶液反应生成偏铝酸钠和水, 且  $\text{HCl}$  与  $\text{NaOH}$  反应生成  $\text{NaCl}$  和水, 组内任意两种物质在一定条件下均能发生反应, 故 A 不选;

B.  $\text{SiO}_2$  与  $\text{NaOH}$  反应生成硅酸钠和水,  $\text{SiO}_2$  与  $\text{HF}$  反应生成四氟化硅和水, 且  $\text{NaOH}$  与  $\text{HF}$  反应生成  $\text{NaF}$  和水, 组内任意两种物质在一定条件下均能发生反应, 故 B 不选;

C.  $\text{HCl}$  与  $\text{NaHCO}_3$  反应生成氯化钠、二氧化碳和水,  $\text{HCl}$  与  $\text{NaOH}$  反应生成  $\text{NaCl}$  和水, 且  $\text{NaHCO}_3$  与  $\text{NaOH}$  反应生成碳酸钠和水, 组内任意两种物质在一定条件下均能发生反应, 故 C 不选;

D.  $\text{NH}_3$  与  $\text{O}_2$  发生氧化还原反应生成  $\text{NO}$  和水, 氨气与  $\text{HNO}_3$  反应生成硝酸铵, 但  $\text{O}_2$ 、 $\text{HNO}_3$  二者不反应, 则不满足组内任意两种物质在一定条件下均能发生反应, 故 D 选; 故选: D.

**【点评】**本题考查考查物质之间的反应, 把握常见物质的性质及发生的化学反应为解答的关键, 注意某些反应与量有关, 明确性质与反应的关系即可解答, 题目难度不大.

9. (2分) 短周期主族元素 X、Y、Z、W 的原子序数依次增大. X 原子的最外层电子数是其内层电子数的 2 倍, Y 是地壳中含量最高的元素,  $\text{Z}^{2+}$  与  $\text{Y}^{2-}$  具有相同的电子层结构, W 与 X 同主族. 下列说法正确的是 ( )

A. Y 分别与 Z、W 形成的化合物中化学键类型相同

B. 原子半径的大小顺序:  $r(\text{W}) > r(\text{Z}) > r(\text{Y}) > r(\text{X})$

C. Y 的气态简单氢化物的热稳定性比 W 的强

D. X 的最高价氧化物对应的水化物的酸性比 W 的弱

**【考点】**8F: 原子结构与元素周期律的关系.

**【专题】**51C: 元素周期律与元素周期表专题.

**【分析】**短周期主族元素 X、Y、Z、W 的原子序数依次增大. X 原子的最外层电子数是

其内层电子数的 2 倍，原子只能有 2 个电子层，最外层电子数为 4，故 X 为碳元素；W 与 X 同主族，所以 W 是 Si 元素；Y 是地壳中含量最高的元素，则 Y 为氧元素， $Z^{2+}$  与  $Y^{2-}$  具有相同的电子层结构，离子核外电子数为 10，故 Z 的质子数为 12，则 Z 为 Mg，据此解答。

**【解答】**解：短周期主族元素 X、Y、Z、W 的原子序数依次增大。X 原子的最外层电子数是其内层电子数的 2 倍，原子只能有 2 个电子层，最外层电子数为 4，故 X 为碳元素；W 与 X 同主族，所以 W 是 Si 元素；Y 是地壳中含量最高的元素，则 Y 为氧元素， $Z^{2+}$  与  $Y^{2-}$  具有相同的电子层结构，离子核外电子数为 10，故 Z 的质子数为 12，则 Z 为 Mg。

A. Y 和 Z、W 形成的化合物为 MgO、 $SiO_2$ ，MgO 中含有离子键，而  $SiO_2$  中存在共价键，故 A 错误；

B. 同周期自左而右原子半径减小、同主族自上而下原子半径增大，故原子半径： $r(Mg) > r(Si) > r(C) > r(O)$ ，故 B 错误；

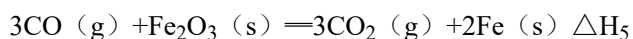
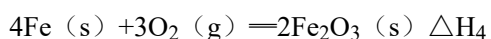
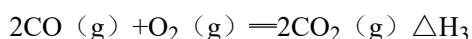
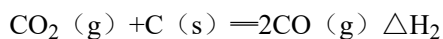
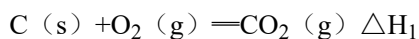
C. 元素的非金属性越强，其气态氢化物的稳定性越强，非金属性  $Y(O) > W(Si)$ ，所以 Y 的气态简单氢化物的热稳定性比 W 的强，故 C 正确；

D. 元素的非金属性越强，其最高价氧化物的水化物酸性越强，非金属性  $X(C) > W(Si)$ ，所以 X 的最高价氧化物对应水化物的酸性比 W 的强，故 D 错误。

故选：C。

**【点评】**本题考查原子结构和元素周期律，侧重对元素周期律的考查，推断元素是解题关键，从结构上理解同周期、同主族元素性质的递变规律。

10. (2 分) 已知：



下列关于上述反应焓变的判断正确的是 ( )

A.  $\Delta H_1 > 0$ ,  $\Delta H_3 < 0$

B.  $\Delta H_2 > 0$ ,  $\Delta H_4 > 0$

C.  $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$

D.  $\Delta H_3 = \Delta H_4 + \Delta H_5$

**【考点】**BR：反应热的大小比较。

【专题】517：化学反应中的能量变化。

【分析】A、所有的燃烧反应属于放热反应；

B、以碳作为还原剂的反应通常为吸热反应，铁的氧化属于放热反应；

C、根据盖斯定律利用加合法进行分析；

D、根据盖斯定律利用加合法进行分析。

【解答】解：A、所有的燃烧反应属于放热反应，因此 $\Delta H_1 < 0$ ， $\Delta H_3 < 0$ ，故A错误；

B、碳还原二氧化碳的反应属于吸热反应， $\Delta H_2 > 0$ ，铁与氧气的反应属于放热反应， $\Delta H_4 < 0$ ，故B错误；

C、已知① $C(s) + O_2(g) = CO_2(g) \Delta H_1$ ② $CO_2(g) + C(s) = 2CO(g) \Delta H_2$ ③ $2CO(g) + O_2(g) = 2CO_2(g) \Delta H_3$ ，由盖斯定律可知①=②+③，因此 $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$ ，故C正确；

D、已知③ $2CO(g) + O_2(g) = 2CO_2(g) \Delta H_3$ ④ $4Fe(s) + 3O_2(g) = 2Fe_2O_3(s) \Delta H_4$ ⑤ $3CO(g) + Fe_2O_3(s) = 3CO_2(g) + 2Fe(s) \Delta H_5$ ，由盖斯定律可知③= $\frac{2}{3} \times$

$(\frac{1}{2}④+⑤)$ ，因此 $\Delta H_3 = \frac{1}{3}\Delta H_4 + \frac{2}{3}\Delta H_5$ ，故D错误；

故选：C。

【点评】本题考查了常见的吸热反应和放热反应类型、盖斯定律的计算，难度中等，熟悉常见的吸热反应和放热反应类型、根据盖斯定律利用加合法进行有关计算的步骤是解题的关键。

二、不等项选择题：本大题包括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) 下列有关说法正确的是 ( )

A. 若在海轮外壳上附着一些铜块，则可以减缓海轮外壳的腐蚀

B.  $2NO(g) + 2CO(g) = N_2(g) + 2CO_2(g)$  在常温下能自发进行，则该反应的 $\Delta H > 0$

C. 加热  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ Na}_2\text{CO}_3$  溶液， $\text{CO}_3^{2-}$  的水解程度和溶液的 pH 均增大

D. 对于乙酸与乙醇的酯化反应 ( $\Delta H < 0$ )，加入少量浓硫酸并加热，该反应的反应速率

和平衡常数均增大

**【考点】** 1B: 真题集萃; BB: 反应热和焓变; BK: 金属的电化学腐蚀与防护; C7: 化学平衡建立的过程; DC: 影响盐类水解程度的主要因素.

**【专题】** 51: 基本概念与基本理论.

**【分析】** A. 船体 (Fe)、Cu 及海水构成原电池, Fe 比 Cu 活泼, 作负极, 被腐蚀;

B. 正反应为熵减的反应, 根据  $\Delta H - T\Delta S = \Delta G < 0$  反应自发进行, 据此判断;

C. 碳酸钠溶液中碳酸根发生水解, 溶液呈碱性, 而盐类水解是吸热反应, 升高温度, 促进水解, 溶液碱性增强;

D. 浓硫酸起催化剂作用, 加快反应速率, 升高温度平衡向吸热反应分析移动, 据此判断平衡常数变化.

**【解答】** 解: A. 船体 (Fe)、Cu 及海水构成原电池, Fe 比 Cu 活泼, 作负极, 加快海轮外壳的腐蚀, 故 A 错误;

B. 正反应为熵减的反应, 即  $\Delta S < 0$ , 常温下能自发进行, 根据  $\Delta H - T\Delta S = \Delta G < 0$  反应自发进行, 可推知该反应  $\Delta H < 0$ , 故 B 错误;

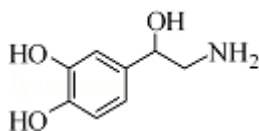
C. 碳酸钠溶液中碳酸根发生水解, 溶液呈碱性, 而盐类水解是吸热反应, 升高温度, 水解程度增大, 溶液碱性增强, 即溶液的 pH 均增大, 故 C 正确;

D. 浓硫酸起催化剂作用, 加入浓硫酸加快反应速率, 正反应为放热反应, 升高温度平衡向逆反应方向移动, 平衡常数减小, 故 D 错误,

故选: C.

**【点评】** 本题比较综合, 是常见题型, 涉及金属腐蚀与防护、化学反应进行方向、盐类水解、化学平衡移动、化学反应速率及平衡常数影响因素等, 难度不大, 侧重对基础知识的考查.

12. (4分) 去甲肾上腺素可以调控动物机体的植物性神经功能, 其结构简式如图所示。下列



列说法正确的是 ( )

A. 每个去甲肾上腺素分子中含有 3 个酚羟基

B. 每个去甲肾上腺素分子中含有 2 个手性碳原子

C. 1mol 去甲肾上腺素最多能与 2molBr<sub>2</sub> 发生取代反应

D. 去甲肾上腺素既能与盐酸反应, 又能与氢氧化钠溶液反应

**【考点】**HD: 有机物的结构和性质.

**【分析】**该分子中含有酚羟基、醇羟基、氨基和苯环, 具有酚、醇、胺及苯的性质, 能发生取代反应、氧化反应、还原反应、加成反应、取代反应等, 连接四个不同原子或原子团的碳原子属于手性碳原子, 据此分析解答.

**【解答】**解: A. 只有直接连接苯环的羟基才是酚羟基, 所以该分子中含 2 个酚羟基、1 个醇羟基, 故 A 错误;

B. 该分子中只有连接醇羟基的碳原子为手性碳原子, 所以只有一个手性碳原子, 故 B 错误;

C. 苯环上酚羟基邻对位氢原子能被溴取代, 且以 1: 1 所以, 所以 1mol 去甲肾上腺素最多能与 3molBr<sub>2</sub> 发生取代反应, 故 C 错误;

D. 含有酚羟基, 具有酸性, 含有氨基, 具有碱性, 所以去甲肾上腺素既能与盐酸反应, 又能与氢氧化钠溶液反应, 故 D 正确;

故选: D.

**【点评】**本题考查有机物结构和性质, 为高频考点, 明确官能团及其性质关系即可解答, 侧重考查酚、醇和胺的性质, 注意苯环上酚羟基邻对位氢原子才能和溴原子发生取代反应, 注意酚羟基和醇羟基的区别, 易错选项是 B.

13. (4 分) 在探究新制饱和氯水成分的实验中, 下列根据实验现象得出的结论不正确的是 ( )

A. 氯水的颜色呈浅黄绿色, 说明氯水中含有 Cl<sub>2</sub>

B. 向氯水中滴加硝酸酸化的 AgNO<sub>3</sub> 溶液, 产生白色沉淀, 说明氯水中含有 Cl<sup>-</sup>

C. 向氯水中加入 NaHCO<sub>3</sub> 粉末, 有气泡产生, 说明氯水中含有 H<sup>+</sup>

D. 向 FeCl<sub>2</sub> 溶液中滴加氯水, 溶液颜色变成棕黄色, 说明氯水中含有 HClO

**【考点】**E2: 氯气的化学性质.

**【专题】**522: 卤族元素.

**【分析】**溶液中存在平衡 Cl<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O⇌HCl+HClO, 只有氯气有颜色, 为黄绿色, 氯水中含有氯气而呈浅黄绿色, 溶液中 HCl 与硝酸银反应产生 AgCl 白色沉淀, 而溶液呈酸性, 能与碳酸氢钠反应生成二氧化碳, 溶液中氯气、HClO 都强氧化性, 都可以将亚铁离子氧化为铁离子, 而使溶液变为棕黄色.

**【解答】**解: 溶液中存在平衡 Cl<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O⇌HCl+HClO,

A. 只有氯气有颜色, 为黄绿色, 氯水呈浅黄绿色是由于含有氯气, 故 A 正确;

B. 溶液与硝酸银反应产生白色沉淀，只能是氯离子与银离子反应得到  $\text{AgCl}$  白色沉淀，说明氯水中含有  $\text{Cl}^-$ ，故 B 正确；

C. 溶液呈酸性，能与碳酸氢钠反应生成二氧化碳，故 C 正确；

D. 溶液中氯气、 $\text{HClO}$  都强氧化性，都可以将亚铁离子氧化为铁离子，而使溶液变为棕黄色，不能说明氯水中含有  $\text{HClO}$ ，故 D 错误，

故选：D。

**【点评】** 本题考查氯水的性质，难度不大，侧重对基础知识的考查，需要学生熟练掌握基础知识。

14. (4分)  $25^\circ\text{C}$  时，下列有关溶液中微粒的物质的量浓度关系正确的是 ( )

A.  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{CH}_3\text{COONa}$  溶液与  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HCl}$  溶液等体积混合： $c(\text{Na}^+) = c(\text{Cl}^-) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{OH}^-)$

B.  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液与  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  氨水等体积混合 ( $\text{pH} > 7$ ):  $c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{OH}^-)$

C.  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液与  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaHCO}_3$  溶液等体积混合： $\frac{2}{3}c(\text{Na}^+) = c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3)$

D.  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液与  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HCl}$  溶液等体积混合 ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  为二元弱酸):  $2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)$

**【考点】** DN: 离子浓度大小的比较.

**【专题】** 51H: 盐类的水解专题.

**【分析】** A. 溶液为氯化钠和醋酸混合溶液，且二者的物质的量浓度相等，混合溶液呈酸性，且混合溶液中存在物料守恒；

B. 混合溶液呈碱性，说明  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$  的电离程度大于  $\text{NH}_4^+$  的水解程度；

C. 混合溶液呈存在物料守恒，根据物料守恒判断；

D. 任何电解质溶液中都存在电荷守恒，根据电荷守恒判断.

**【解答】** 解：A. 溶液为氯化钠和醋酸混合溶液，且二者的物质的量浓度相等，混合溶液呈酸性，溶液中  $c(\text{OH}^-)$  很小，且混合溶液中存在物料守恒，根据物料守恒得  $c(\text{Na}^+) = c(\text{Cl}^-)$ ，醋酸部分电离，所以溶液中存在  $c(\text{Na}^+) = c(\text{Cl}^-) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{OH}^-)$ ，故 A 正确；

B. 混合溶液呈碱性，说明  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$  的电离程度大于  $\text{NH}_4^+$  的水解程度，则溶液中存在  $c$

$(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) < c(\text{NH}_4^+)$ , 故 B 错误;

C. 混合溶液存在物料守恒, 根据物料守恒得:  $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中:  $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{CO}_3^{2-}) + 2c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{H}_2\text{CO}_3)$ ,  $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaHCO}_3$  溶液中:  $c(\text{Na}^+) = c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3)$ , 两式相加得,

$2c(\text{Na}^+) = 3c(\text{CO}_3^{2-}) + 3c(\text{HCO}_3^-) + 3c(\text{H}_2\text{CO}_3)$ , 即  $\frac{2}{3}c(\text{Na}^+) = c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3)$ , 故 C 正确;

D. 任何电解质溶液中都存在电荷守恒, 根据电荷守恒得  $2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{OH}^-) + c(\text{Cl}^-) = c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)$ , 故 D 错误;

故选: AC。

**【点评】** 本题考查了离子浓度大小比较, 明确溶液中的溶质及其性质是解本题关键, 再结合电荷守恒、物料守恒来分析解答, 题目难度中等。

15. (4分) 一定温度下, 在三个体积均为 1.0L 的恒容密闭容器中发生反应:  $2\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

容器编号	温度 (°C)	起始物质的量 (mol)	平衡物质的量 (mol)	
		$\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$	$\text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}$
I	387	0.20	0.080	0.080
II	387	0.40		
III	207	0.20	0.090	0.090

下列说法正确的是 ( )

- A. 该反应的正反应为放热反应
- B. 达到平衡时, 容器 I 中的  $\text{CH}_3\text{OH}$  体积分数比容器 II 中的小
- C. 容器 I 中反应到达平衡所需时间比容器 III 中的长
- D. 若起始时向容器 I 中充入  $\text{CH}_3\text{OH}$  0.1mol、 $\text{CH}_3\text{OCH}_3$  0.15mol 和  $\text{H}_2\text{O}$  0.10mol, 则反应将向正反应方向进行

**【考点】** 1B: 真题集萃; C7: 化学平衡建立的过程; CP: 化学平衡的计算。

**【专题】** 51E: 化学平衡专题。

**【分析】** A. 根据温度与化学平衡常数的关系确定反应热;

B. 该反应是反应前后气体体积不变的反应，温度相同，化学平衡常数相同，反应物的转化率相同；

C. 温度越高，反应速率越大，反应时间越短；

D. 根据化学平衡常数与浓度商的相对大小判断反应方向，如果浓度商小于平衡常数，则平衡向正反应方向进行。

**【解答】**解：A. 容器 I 中平衡时  $c(\text{CH}_3\text{OCH}_3) = c(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0.080\text{mol}}{1.0\text{L}} = 0.080\text{mol/L}$ ,

$c(\text{CH}_3\text{OH}) = \frac{0.2\text{mol} - 0.080\text{mol} \times 2}{1.0\text{L}} = 0.04\text{mol/L}$ ，容器 I 中化学平衡常数

$K_1 = \frac{0.08 \times 0.08}{0.04 \times 0.04} = 4$ ，容器 III 中平衡时  $c(\text{CH}_3\text{OCH}_3) = c(\text{H}_2\text{O})$

$= \frac{0.090\text{mol}}{1.0\text{L}} = 0.090\text{mol/L}$ ， $c(\text{CH}_3\text{OH}) = \frac{0.2\text{mol} - 0.090\text{mol} \times 2}{1.0\text{L}} = 0.02\text{mol/L}$ ，化学平衡常

数  $K_2 = \frac{0.09 \times 0.09}{0.02 \times 0.02} = 20.25 > 4$ ，所以降低温度，化学平衡常数增大，反应向正反应方向移

动，则正反应是放热反应，故 A 正确；

B. 恒容条件下，容器 II 相当于在容器 I 的基础上加压，但由于该反应是反应前后气体体积不变的反应，因此平衡不移动，所以容器 I 中的  $\text{CH}_3\text{OH}$  体积分数和容器 II 中的相等，故 B 错误；

C. 容器 I 中的温度比容器 III 的温度高，温度越高反应速率越快，达到平衡所需时间越短，故 C 错误；

D.  $c(\text{CH}_3\text{OH}) = 0.1\text{mol/L}$ 、 $c(\text{CH}_3\text{OCH}_3) = 0.15\text{mol/L}$ 、 $c(\text{H}_2\text{O}) = 0.10\text{mol/L}$ ，浓度商  $= \frac{0.1 \times 0.15}{0.1 \times 0.1} = 1.5 < 4$ ，平衡向正反应方向移动，故 D 正确；

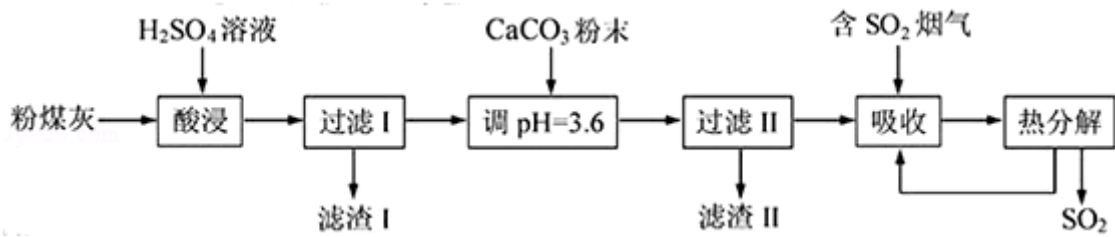
故选：AD。

**【点评】**本题考查了化学平衡常数的有关计算，根据平衡常数公式计算平衡常数，再结合浓度与反应速率的关系、化学平衡常数与浓度商之间的关系来分析解答，注意该反应特点，题目难度中等。

### 三、解答题

16. (12分) 烟气脱硫能有效减少二氧化硫的排放，实验室用粉煤灰（主要含  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$

等)制备碱式硫酸铝 $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_x(\text{OH})_{6-2x}]$ 溶液,并用于烟气脱硫研究.



(1) 酸浸时反应的化学方程式为  $\underline{\text{Al}_2\text{O}_3+3\text{H}_2\text{SO}_4=\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3+3\text{H}_2\text{O}}$ ; 滤渣 I 的主要成分为  $\underline{\text{SiO}_2}$  (填化学式).

(2) 加  $\text{CaCO}_3$  调节溶液的 pH 至 3.6, 其目的是中和溶液中的酸, 并使  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  转化为  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_x(\text{OH})_{6-2x}$ . 滤渣 II 的主要成分为  $\underline{\text{CaSO}_4}$  (填化学式); 若溶液的 pH 偏高, 将会导致溶液中铝元素的含量降低, 其原因是  $\underline{3\text{CaCO}_3+2\text{Al}^{3+}+3\text{SO}_4^{2-}+3\text{H}_2\text{O}=\text{2Al}(\text{OH})_3+3\text{CaSO}_4+3\text{CO}_2\uparrow}$  (用离子方程式表示).

(3) 上述流程中经完全热分解放出的  $\text{SO}_2$  量总是小于吸收的  $\text{SO}_2$  的量, 其主要原因是 溶液中的部分  $\text{SO}_3^{2-}$  被氧化生成  $\text{SO}_4^{2-}$ ; 与吸收  $\text{SO}_2$  前的溶液相比, 热分解后循环利用的溶液的 pH 将 减小 (填“增大”、“减小”或“不变”).

**【考点】** 1B: 真题集萃; F6: 二氧化硫的污染及治理.

**【专题】** 24: 实验设计题; 52: 元素及其化合物.

**【分析】** 粉煤灰和稀硫酸混合, 发生反应  $\text{Al}_2\text{O}_3+3\text{H}_2\text{SO}_4=\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3+3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SiO}_2$  和稀硫酸不反应, 过滤溶液得滤渣 I 为  $\text{SiO}_2$ , 滤液中含有  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , 调节  $\text{pH}=3.6$ , 加入  $\text{CaCO}_3$  粉末, 发生反应  $\text{CaCO}_3+2\text{H}^+=\text{Ca}^{2+}+\text{CO}_2\uparrow+\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaSO}_4$  为微溶物, 所以滤渣 II 的成分主要为  $\text{CaSO}_4$ , 过滤得滤液 II, 二氧化硫和水反应生成的  $\text{SO}_3^{2-}$  易被氧化生成  $\text{SO}_4^{2-}$ , 弱酸根离子转化为强酸根离子, 再结合题目分析解答.

**【解答】** 解: 粉煤灰和稀硫酸混合, 发生反应  $\text{Al}_2\text{O}_3+3\text{H}_2\text{SO}_4=\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3+3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SiO}_2$  和稀硫酸不反应, 过滤溶液得滤渣 I 为  $\text{SiO}_2$ , 滤液中含有  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , 调节  $\text{pH}=3.6$ , 加入  $\text{CaCO}_3$  粉末, 发生反应  $\text{CaCO}_3+2\text{H}^+=\text{Ca}^{2+}+\text{CO}_2\uparrow+\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaSO}_4$  为微溶物, 所以滤渣 II 的成分主要为  $\text{CaSO}_4$ , 过滤得滤液 II, 二氧化硫和水反应生成的  $\text{SO}_3^{2-}$  易被氧化生成  $\text{SO}_4^{2-}$ ,

(1) 通过以上分析知, 酸浸时反应的化学方程式为  $\text{Al}_2\text{O}_3+3\text{H}_2\text{SO}_4=\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3+3\text{H}_2\text{O}$ , 氧化铝和稀硫酸完全反应、二氧化硅和稀硫酸不反应, 所以滤渣 I 的成分为  $\text{SiO}_2$ ,

故答案为:  $\text{Al}_2\text{O}_3+3\text{H}_2\text{SO}_4=\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3+3\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{SiO}_2$ ;

(2) 通过以上分析知, 滤渣 II 的成分是  $\text{CaSO}_4$ , 若溶液的 pH 偏高, 溶液中的  $\text{Al}^{3+}$  和  $\text{OH}^-$  离子反应生成  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , 所以将会导致溶液中铝元素的含量降低, 反应方程式为  $3\text{CaCO}_3 + 2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{CaSO}_4 + 3\text{CO}_2 \uparrow$ ,

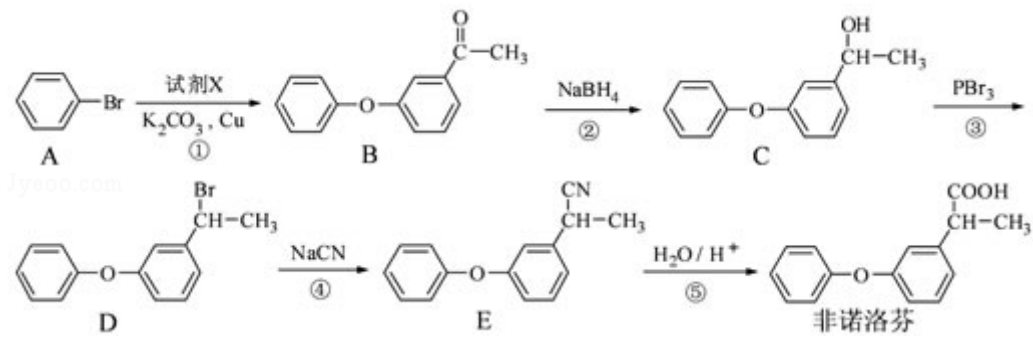
故答案为:  $\text{CaSO}_4$ ;  $3\text{CaCO}_3 + 2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{CaSO}_4 + 3\text{CO}_2 \uparrow$ ;

(3) 二氧化硫被吸收后生成  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$  不稳定, 易被氧化生成  $\text{SO}_4^{2-}$ , 所以流程中经完全热分解放出的  $\text{SO}_2$  量总是小于吸收的  $\text{SO}_2$  的量, 加热分解后的溶液中硫酸根离子浓度增大, 促进生成  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_x(\text{OH})_{6-2x}$ , 则溶液的酸性增强, 溶液的 pH 减小,

故答案为: 溶液中的部分  $\text{SO}_3^{2-}$  被氧化生成  $\text{SO}_4^{2-}$ ; 减小.

**【点评】** 本题考查了物质的制备原理, 明确物质的性质是解本题关键, 会从整体上分析每一步发生的反应及基本操作, 知道加入物质的用途, 题目难度中等.

17. (15 分) 非诺洛芬是一种治疗类风湿性关节炎的药物, 可通过以下方法合成:



请回答下列问题:

(1) 非诺洛芬中的含氧官能团为 醚键 和 羧基 (填名称)。

(2) 反应①中加入的试剂 X 的分子式为  $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2$ , X 的结构简式为 。

(3) 在上述五步反应中, 属于取代反应的是 ①③④ (填序号)。

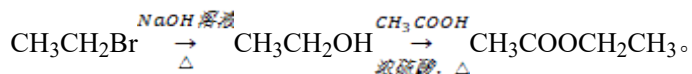
(4) B 的一种同分异构体满足下列条件:

I、能发生银镜反应, 其水解产物之一能与  $\text{FeCl}_3$  溶液发生显色反应。

II、分子中有 6 种不同化学环境的氢, 且分子中含有两个苯环。

写出该同分异构体的结构简式: 或

(5) 根据已有知识并结合相关信息, 写出以 为原料制备 的合成路线流程图 (无机试剂任用), 合成路线流程图示例如下:



【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】根据流程图中，A 发生取代反应生成 B，B 发生还原反应生成 C，C 发生取代反应生成 D，D 发生取代反应生成 E，E 发生水解反应生成 F，

(1) 该物质中的官能团是醚键和羧基；

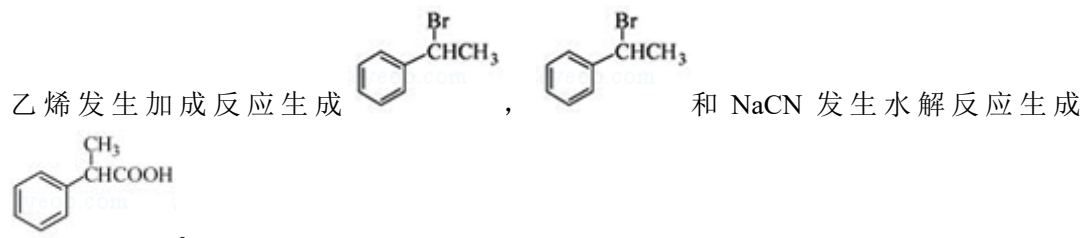
(2) A 发生取代反应生成 B，根据 A、B 分子式的差异并结合 X 的分子式确定其结构简式；

(3) 根据反应物和生成物变化确定反应类型；

(4) I、能发生银镜反应，说明含有醛基，其水解产物之一能与  $\text{FeCl}_3$  溶液发生显色反应，说明含有酚羟基；

II、分子中有 6 种不同化学环境的氢，且分子中含有两个苯环，说明该分子中含有两个苯环且 H 原子种类是 6；

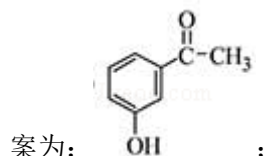
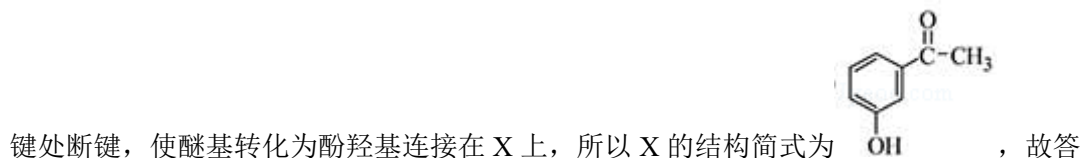
(5) 苯乙醛和  $\text{NaBH}_4$  发生还原反应生成苯乙醇，苯乙醇发生消去反应生成苯乙烯，苯



【解答】解：根据流程图中，A 发生取代反应生成 B，B 发生还原反应生成 C，C 发生取代反应生成 D，D 发生取代反应生成 E，E 发生水解反应生成 F，

(1) 该物质中的官能团是醚键和羧基，故答案为：醚键和羧基；

(2) A 发生取代反应生成 B，根据 A、B 分子式的差异并结合 X 的分子式知，在 B 的醚



(3) 通过以上分析知，属于取代反应的有①③④，故答案为：①③④；

(4) I、能发生银镜反应，说明含有醛基，其水解产物之一能与  $\text{FeCl}_3$  溶液发生显色反应，说明含有酚羟基；

II、分子中有 6 种不同化学环境的氢，且分子中含有两个苯环，说明该分子中含有两个

苯环且 H 原子种类是 6，则符合条件的结构简式为  $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$  或  $\text{OHC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4$ ，故答案为： $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$  或  $\text{OHC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4$ ；

(5) 苯乙醛和  $\text{NaBH}_4$  发生还原反应生成苯乙醇，苯乙醇发生消去反应生成苯乙烯，苯

乙烯发生加成反应生成  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH(Br)CH}_3$ ， $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH(Br)CH}_3$  和  $\text{NaCN}$  发生水解反应生成  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH(CH}_3\text{)COOH}$ ，

其合成路线图为

,

故答案为：

**【点评】** 本题考查了有机物的合成，明确有机物中含有的官能团及其性质是解本题关键，利用题给信息解答 (5) 题，注意反应条件和有机物断键和成键位置，题目难度中等。

18. (12 分) 碱式碳酸铝镁  $[\text{Mg}_a\text{Al}_b(\text{OH})_c(\text{CO}_3)_d \cdot x\text{H}_2\text{O}]$  常用作塑料阻燃剂。

(1) 碱式碳酸铝镁具有阻燃作用，是由于其受热分解需吸收大量热量和 生成的产物具有阻燃作用。

(2)  $[\text{Mg}_a\text{Al}_b(\text{OH})_c(\text{CO}_3)_d \cdot x\text{H}_2\text{O}]$  中的 a、b、c、d 的代数关系式为  $2a+3b=c+2d$ 。

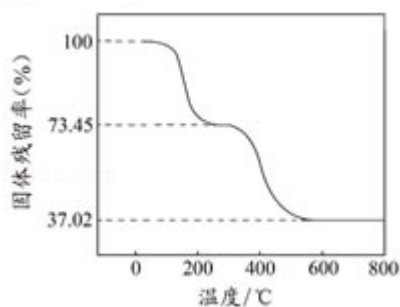
(3) 为确定碱式碳酸铝镁的组成，进行如下实验：

① 准确称取 3.390g 样品与足量稀盐酸充分反应，生成  $\text{CO}_2$  0.560L (已换算成标准状况下)。

②另取一定量样品在空气中加热，样品的固体残留率  $\left(\frac{\text{固体样品的剩余质量}}{\text{固体样品的起始质量}} \times 100\%\right)$  随

温度的变化如图所示（样品在 270℃ 时已完全失去结晶水，600℃ 以上残留固体为金属氧化物的混合物）。

根据以上实验数据计算碱式碳酸铝镁样品中的  $n(\text{OH}^-)$  :  $n(\text{CO}_3^{2-})$ （写出计算过程）。



**【考点】** 1B: 真题集萃; M5: 复杂化学式的确定.

**【专题】** 1A: 计算题.

**【分析】** (1) 氧化镁、氧化铝熔点较高且都不燃烧;

(2) 根据化合物中各元素化合价的代数和为 0 确定这几个字母之间的关系;

$$(3) n(\text{CO}_2) = \frac{0.56\text{L}}{22.4\text{L/mol}} = 2.50 \times 10^{-2}\text{mol}, m(\text{CO}_2) = 2.50 \times 10^{-2}\text{mol} \times 44\text{g/mol} =$$

1.10g,

在 270℃~600℃ 之间，失去结晶水后的样品进一步受热分解生成  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ ,

$$m(\text{CO}_2) + m(\text{H}_2\text{O}) = 3.390\text{g} \times (0.7345 - 0.3702) = 1.235\text{g},$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 1.235\text{g} - 1.10\text{g} = 0.135\text{g},$$

生成 1 个  $\text{H}_2\text{O}$  需要 2 个  $\text{OH}^-$ ，则存在  $n(\text{OH}^-) = 2n(\text{H}_2\text{O})$ ，根据 C 原子守恒计算  $n(\text{CO}_3^{2-})$ ，从而得出二者的比值。

**【解答】** 解：(1) 碱式碳酸铝镁  $[\text{Mg}_a\text{Al}_b(\text{OH})_c(\text{CO}_3)_d \cdot x\text{H}_2\text{O}]$  受热分解最终生成  $\text{MgO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ ， $\text{MgO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  的熔点较高且都不燃烧，所以有阻燃作用，

故答案为：生成的产物具有阻燃作用；

(2) 化合物中各元素化合价的代数和为 0，所以  $2a+3b+c+4d = (c+3d) \times 2$ ，所以得  $2a+3b = c+2d$ ，

故答案为： $2a+3b=c+2d$ ；

$$(3) n(\text{CO}_2) = \frac{0.56\text{L}}{22.4\text{L/mol}} = 2.50 \times 10^{-2} \text{mol}, m(\text{CO}_2) = 2.50 \times 10^{-2} \text{mol} \times 44\text{g/mol} =$$

1.10g,

在 270℃~600℃ 之间, 失去结晶水后的样品进一步受热分解生成 CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O,

$$m(\text{CO}_2) + m(\text{H}_2\text{O}) = 3.390\text{g} \times (0.7345 - 0.3702) = 1.235\text{g},$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 1.235\text{g} - 1.10\text{g} = 0.135\text{g},$$

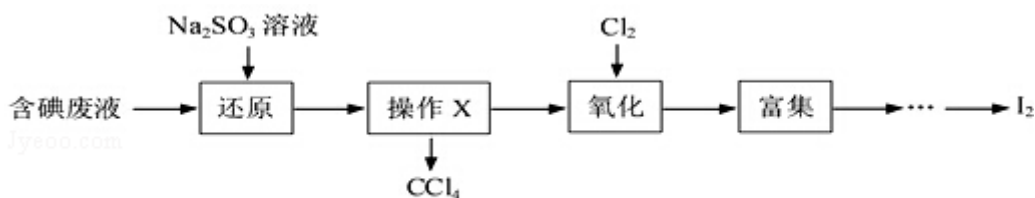
$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0.135\text{g}}{18\text{g/mol}} = 7.50 \times 10^{-3} \text{mol},$$

生成 1 个 H<sub>2</sub>O 需要 2 个 OH<sup>-</sup>, 则存在  $n(\text{OH}^-) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 1.50 \times 10^{-2} \text{mol}$ , 根据 C 原子守恒得  $n(\text{CO}_3^{2-}) = n(\text{CO}_2) = 2.50 \times 10^{-2} \text{mol}$ , 所以  $n(\text{OH}^-) : n(\text{CO}_3^{2-}) = 1.50 \times 10^{-2} \text{mol} : 2.50 \times 10^{-2} \text{mol} = 3 : 5$ ,

答: 碱式碳酸铝镁样品中的  $n(\text{OH}^-) : n(\text{CO}_3^{2-}) = 3 : 5$ 。

**【点评】** 本题考查了镁铝化合物知识, 根据物质的性质、物质之间的反应来分析解答, 注意结合原子守恒进行分析, 明确图象中曲线变化趋势及其含义, 题目难度中等。

19. (15 分) 实验室从含碘废液 (除 H<sub>2</sub>O 外, 含有 CCl<sub>4</sub>、I<sub>2</sub>、I<sup>-</sup> 等) 中回收碘, 其实验过程如图一所示。

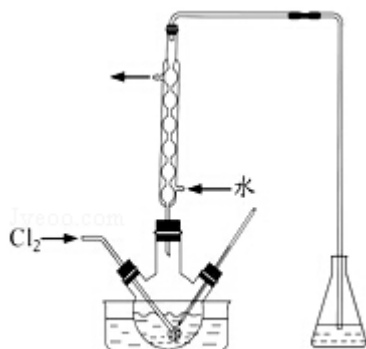


图一

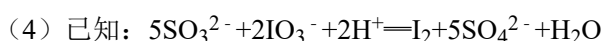
(1) 向含碘废液中加入稍过量的 Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 溶液, 将废液中的 I<sub>2</sub> 还原为 I<sup>-</sup>, 其离子方程式为 SO<sub>3</sub><sup>2-</sup> + I<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O = 2I<sup>-</sup> + 2H<sup>+</sup> + SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>; 该操作将 I<sub>2</sub> 还原为 I<sup>-</sup> 的目的是 使四氯化碳中的碘进入水层。

(2) 操作 X 的名称为 分液。

(3) 氧化时, 在三颈烧瓶中将含 I<sup>-</sup> 的水溶液用盐酸调至 pH 约为 2, 缓慢通入 Cl<sub>2</sub>, 在 40℃ 左右反应 (实验装置如图二所示)。实验室控制在较低温度下进行的原因是 使氯气在溶液中有较大的溶解度 (或防止碘升华或防止碘进一步被氧化); 锥形瓶里盛放的溶液为 NaOH 溶液。



图二



某含碘废水（pH 约为 8）中一定存在  $\text{I}_2$ ，可能存在  $\text{I}^-$ 、 $\text{IO}_3^-$  中的一种或两种，请补充完整检验含碘废水中是否含有  $\text{I}^-$ 、 $\text{IO}_3^-$  的实验方案：取适量含碘废水用  $\text{CCl}_4$  多次萃取、分液，直到水层用淀粉溶液检验不出有碘单质存在 从水层取少量溶液，加入 1 - 2mL 淀粉溶液，加入盐酸酸化，滴加  $\text{FeCl}_3$  溶液，若溶液变蓝色，说明废水中含有  $\text{I}^-$ ，否则不含  $\text{I}^-$ ；

另从水层取少量溶液，加入 1 - 2mL 淀粉试液，加盐酸酸化，滴加  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液，若溶液变蓝色，说明废水中含有  $\text{IO}_3^-$ ，否则不含  $\text{IO}_3^-$ 。 实验中可供选择的试剂：稀盐酸、淀粉溶液、 $\text{FeCl}_3$  溶液、 $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液。

**【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；PT：物质的检验和鉴别的实验方案设计。

**【专题】** 24：实验设计题；522：卤族元素。

**【分析】** (1) 碘具有氧化性，能氧化亚硫酸钠生成硫酸钠，自身被还原生成碘；碘不容易溶于水，但碘离子易溶于水；

(2) 分离互不相溶的液体采用分液的方法分离；

(3) 碘易升华，且氯气的溶解度随着温度的升高而减小；氯气、碘蒸气都能和氢氧化钠溶液反应生成无毒物质；

(4) 碘离子具有还原性，能被氧化剂氧化生成碘，碘酸根离子具有氧化性，能被还原剂还原生成碘，碘遇淀粉试液变蓝色。

**【解答】** 解：(1) 碘具有氧化性，能氧化亚硫酸钠生成硫酸钠，自身被还原生成碘，离子反应方程式为  $\text{SO}_3^{2-} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ ；碘不容易溶于水，但碘离子易溶于水，为了使更多的 I 元素进入水溶液应将碘还原为碘离子，

故答案为： $\text{SO}_3^{2-} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ ；使四氯化碳中的碘进入水层；

(2) 四氯化碳属于有机物、水属于无机物，二者不互溶，分离互不相溶的液体采用分液的方法分离，所以分离出四氯化碳采用分液的方法，故答案为：分液；

(3) 碘易升华，且氯气的溶解度随着温度的升高而减小，温度越高，氯气的溶解度越小，反应越不充分，所以应该在低温条件下进行反应；氯气、碘蒸气都有毒，不能直接排空，且都能和氢氧化钠溶液反应生成无毒物质，所以用 NaOH 溶液吸收氯气和碘蒸气，故答案为：使氯气在溶液中有较大的溶解度（或防止碘升华或防止碘进一步被氧化）；NaOH 溶液；

(4) 碘离子具有还原性，能被氧化剂氧化生成碘，碘酸根离子具有氧化性，能被还原剂还原生成碘，碘遇淀粉试液变蓝色，所以其检验方法为：

从水层取少量溶液，加入 1 - 2mL 淀粉溶液，加入盐酸酸化，滴加 FeCl<sub>3</sub> 溶液， $2I^- + 2Fe^{3+} = 2Fe^{2+} + I_2$ ，若溶液变蓝色，说明废水中含有 I<sup>-</sup>，否则不含 I<sup>-</sup>；

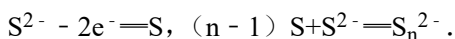
另从水层取少量溶液，加入 1 - 2mL 淀粉试液，加盐酸酸化，滴加 Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 溶液， $5SO_3^{2-} + 2IO_3^- + 2H^+ = I_2 + 5SO_4^{2-} + H_2O$ ，若溶液变蓝色，说明废水中含有 IO<sub>3</sub><sup>-</sup>，否则不含 IO<sub>3</sub><sup>-</sup>，故答案为：从水层取少量溶液，加入 1 - 2mL 淀粉溶液，加入盐酸酸化，滴加 FeCl<sub>3</sub> 溶液，若溶液变蓝色，说明废水中含有 I<sup>-</sup>，否则不含 I<sup>-</sup>；

另从水层取少量溶液，加入 1 - 2mL 淀粉试液，加盐酸酸化，滴加 Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 溶液，若溶液变蓝色，说明废水中含有 IO<sub>3</sub><sup>-</sup>，否则不含 IO<sub>3</sub><sup>-</sup>。

**【点评】** 本题以物质的制备为载体考查了氧化还原反应、离子的检验、物质的分离和提纯，明确物质的性质是解本题关键，根据物质的特殊性质、混合物分离和提纯方法的选取等方面来分析解答，知道碘的检验方法，题目难度中等。

20. (14 分) 硫化氢的转化是资源利用和环境保护的重要研究课题，由硫化氢获得硫单质有多种方法。

(1) 将烧碱吸收 H<sub>2</sub>S 后的溶液加入到如图 1 所示的电解池的阳极区进行电解。电解过程中阳极区发生如下反应：



① 写出电解时阴极的电极反应式： $2H_2O + 2e^- = H_2 \uparrow + 2OH^-$ 。

② 电解后阳极区的溶液用稀硫酸酸化得到硫单质，其离子方程式可写成 $S_n^{2-} + 2H^+ = (n - 1) S \downarrow + H_2S \uparrow$ 。

(2) 将 H<sub>2</sub>S 和空气的混合气体通入 FeCl<sub>3</sub>、FeCl<sub>2</sub>、CuCl<sub>2</sub> 的混合溶液中反应回收 S，其物质转化如图 2 所示。

①在图示的转化中，化合价不变的元素是 Cu、H、Cl。

②反应中当有 1mol H<sub>2</sub>S 转化为硫单质时，保持溶液中 Fe<sup>3+</sup> 的物质的量不变，需消耗 O<sub>2</sub> 的物质的量为 0.5mol。

③在温度一定和不补加溶液的条件下，缓慢通入混合气体，并充分搅拌。欲使生成的硫单质中不含 CuS，可采取的措施有 提高混合气体中空气的比例。

(3) H<sub>2</sub>S 在高温下分解生成硫蒸气和 H<sub>2</sub>，若反应在不同温度下达到平衡时，混合气体中各组分的体积分数如图 3 所示，H<sub>2</sub>S 在高温下分解反应的化学方程式为

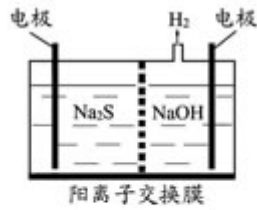
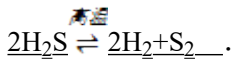


图-1

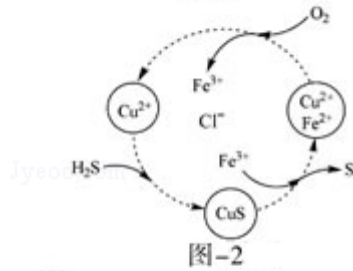


图-2

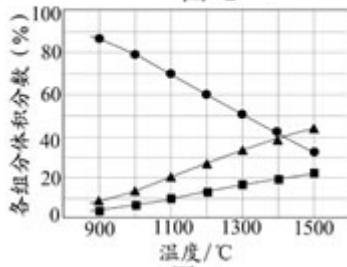


图-3

**【考点】** B1: 氧化还原反应; CL: 产物的百分含量随浓度、时间的变化曲线; DI: 电解原理。

**【专题】** 51E: 化学平衡专题; 51I: 电化学专题; 52: 元素及其化合物。

**【分析】** (1) ①阴极上氢离子放电生成氢气，阳极上硫离子放电，电极反应式为  $\text{S}^{2-} - 2\text{e}^- = \text{S}$ ;

②  $\text{S}_n^{2-}$  和氢离子反应生成 S 单质，S 元素失电子发生氧化反应，同时 S 元素得电子生成 H<sub>2</sub>S;

(2) ①根据图中各元素化合价变化分析:

②该反应中 S 元素化合价由 -2 价变为 0 价、O 元素化合价由 0 价变为 -2 价, 根据氧化还原反应中得失电子相等;

③欲使生成的硫单质中不含 CuS, 则硫离子不能剩余, 硫离子完全被氧化为 S 单质;

(3) 根据题意知, 该反应是可逆反应, 反应物是硫化氢, 根据图象知, 生成物中含有 S 元素的物质是氢气的一半, 则生成物是 S<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>, 再结合反应条件书写方程式.

**【解答】**解: (1) ①阳极上硫离子放电, 电极反应式为  $S^{2-} - 2e^{-} = S$ , 阴极上氢离子放电生成氢气, 电极反应式为  $2H_2O + 2e^{-} = H_2 \uparrow + 2OH^{-}$ , 故答案为:  $2H_2O + 2e^{-} = H_2 \uparrow + 2OH^{-}$ ;

②电解后阳极区离子为 S<sub>n</sub><sup>2-</sup>, 酸性条件下, S<sub>n</sub><sup>2-</sup> 和氢离子反应生成 S 单质, S 元素失电子发生氧化反应生成 S 单质, 同时 S 元素得电子生成 H<sub>2</sub>S, 反应方程式为  $S_n^{2-} + 2H^{+} = (n-1)S \downarrow + H_2S \uparrow$ , 故答案为:  $S_n^{2-} + 2H^{+} = (n-1)S \downarrow + H_2S \uparrow$ ;

(2) ①根据图中各元素化合价知, Cu 元素化合价都是 +2 价、H 元素化合价都是 +1 价、Cl 元素化合价都是 -1 价, 所以化合价不变的是 Cu、H、Cl 元素, 故答案为: Cu、H、Cl;

②H<sub>2</sub>S 不稳定, 易被氧气氧化生成 S 单质, 反应方程式为  $2H_2S + O_2 = 2S + 2H_2O$ , 该反应中 S 元素化合价由 -2 价变为 0 价、O 元素化合价由 0 价变为 -2 价, 根据氧化还原反应中得失电子相等得, 消耗 O<sub>2</sub> 的物质的量 =  $\frac{1\text{mol}}{2} \times 1 = 0.5\text{mol}$ , 故答案为: 0.5mol;

③欲使生成的硫单质中不含 CuS, 则硫离子不能剩余, 即硫离子完全被氧化为 S 单质, 所以氧气必须过量, 采取的措施为提高混合气体中空气的比例, 故答案为: 提高混合气体中空气的比例;

(3) 根据题意知, 该反应是可逆反应, 反应物是硫化氢, 根据图象知, 生成物中含有 S 元素的物质是氢气的一半, 则生成物是 S<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>, 所以该反应方程式为  $2H_2S \rightleftharpoons 2H_2 + S_2$ ,

故答案为:  $2H_2S \rightleftharpoons 2H_2 + S_2$ .

**【点评】**本题以 S 为载体考查了可逆反应、氧化还原反应、电解原理等知识点, 会正确分析图象中各个物理量的含义是解本题关键, 再结合电解原理、氧化还原反应中各个物理量之间的关系、化学平衡有关知识来分析解答即可, 题目难度中等.

**【选做题】**本题包括 21、22 两个小题，请选定其中一题，并在相应的答题区域内作答，若多做，则按第 21 题计分。**【物质结构与性质】**

21. (12 分) 含有 NaOH 的  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  悬浊液可用于检验醛基，也可用于和葡萄糖反应制备纳米  $\text{Cu}_2\text{O}$ 。

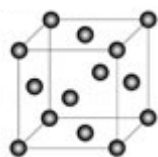
(1)  $\text{Cu}^+$  基态核外电子排布式为  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$  或  $[\text{Ar}]3d^{10}$ 。

(2) 与  $\text{OH}^-$  互为等电子体的一种分子为  $\text{HF}$  (填化学式)。

(3) 醛基中碳原子的轨道杂化类型是  $sp^2$ ；1mol 乙醛分子中含有的  $\sigma$  键的数目为  $6\text{mol}$  或  $6 \times 6.02 \times 10^{23}$  个。

(4) 含有 NaOH 的  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  悬浊液与乙醛反应的化学方程式为  $\text{NaOH} + \text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{COONa} + \text{Cu}_2\text{O} \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

(5)  $\text{Cu}_2\text{O}$  在稀硫酸中生成 Cu 和  $\text{CuSO}_4$ ，铜晶胞结构如图所示，铜晶体中每个铜原子周围距离最近的铜原子数目为  $12$ 。



**【考点】**1B: 真题集萃; 86: 原子核外电子排布; 9B: “等电子原理”的应用; 9I: 晶胞的计算; 9S: 原子轨道杂化方式及杂化类型判断。

**【专题】**51B: 原子组成与结构专题; 51D: 化学键与晶体结构。

**【分析】**(1)  $\text{Cu}^+$  核外有 28 个电子，Cu 原子失去 1 个电子生成  $\text{Cu}^+$ ，失去的电子数是其最外层电子数，根据构造原理书写  $\text{Cu}^+$  基态核外电子排布式；

(2) 原子个数相等、价电子数相等的微粒互为等电子体，等电子体的结构相似；

(3) 根据价层电子对互斥理论确定原子杂化方式，一个乙醛分子中含有 6 个  $\sigma$  键；

(4) 氢氧化钠溶液中，乙醛和新制氢氧化铜悬浊液发生氧化还原反应生成醋酸钠、氧化亚铜和水；

(5) 铜晶体中每个铜原子周围距离最近的铜原子数目  $= 3 \times 8 \times \frac{1}{2}$ 。

**【解答】**解：(1)  $\text{Cu}^+$  核外有 28 个电子，Cu 原子失去 1 个电子生成  $\text{Cu}^+$ ，失去的电子数是其最外层电子数，根据构造原理知  $\text{Cu}^+$  基态核外电子排布式  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$  或  $[\text{Ar}]3d^{10}$ ，故答案为： $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$  或  $[\text{Ar}]3d^{10}$ ；

(2) 原子个数相等、价电子数相等的微粒互为等电子体，与  $\text{OH}^-$  互为等电子体的一种分子为  $\text{HF}$ ，故答案为： $\text{HF}$ ；

(3) 醛基中碳原子含有 3 个  $\sigma$  键，所以醛基中碳原子的轨道杂化类型是  $\text{sp}^2$ ，一个乙醛分子中含有 6 个  $\sigma$  键，所以 1mol 乙醛分子中含有的  $\sigma$  键的数目为 6mol 或  $6 \times 6.02 \times 10^{23}$  个，故答案为： $\text{sp}^2$ ；6mol 或  $6 \times 6.02 \times 10^{23}$  个；

(4) 氢氧化钠溶液中，乙醛和新制氢氧化铜悬浊液发生氧化还原反应生成醋酸钠、氧化亚铜和水，反应方程式为  $\text{NaOH} + \text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{COONa} + \text{Cu}_2\text{O} \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$ ，

故答案为： $\text{NaOH} + \text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{COONa} + \text{Cu}_2\text{O} \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$ ；

(5) 铜晶体中每个铜原子周围距离最近的铜原子数目  $= 3 \times 8 \times \frac{1}{2} = 12$ ，故答案为：12。

**【点评】** 本题考查了物质结构与性质的有关知识，涉及配位数的计算、原子杂化方式的判断、核外电子排布式的书写等知识点，根据构造原理、价层电子对互斥理论等知识点来分析解答，题目难度不大，难点是配位数的计算。

### 【实验化学】

22. 磷酸铁 ( $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  难溶于水的米白色固体) 可用于生产药物、食品添加剂和锂离子电池的正极材料。实验室可通过下列实验制备磷酸铁。

(1) 称取一定量已除去油污的废铁屑，加入稍过量的稀硫酸，加热、搅拌，反应一段时间后过滤，反应加热的目的是 加快 Fe 和稀硫酸的反应速率。

(2) 向滤液中加入一定量  $\text{H}_2\text{O}_2$  氧化  $\text{Fe}^{2+}$ ，为确定加入  $\text{H}_2\text{O}_2$  的量，需先用  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  标准溶液滴定滤液中的  $\text{Fe}^{2+}$ ，离子方程式如下： $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ 。

① 在向滴定管中注入  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  标准溶液前，滴定管需要检漏、用蒸馏水洗净 和 用  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  标准溶液润洗 2 - 3 次。

② 若滴定 x mL 滤液中的  $\text{Fe}^{2+}$ ，消耗  $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  标准溶液 b mL，则滤液中 c

$$(\text{Fe}^{2+}) = \frac{6ab}{x} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

③ 为使滤液中的  $\text{Fe}^{2+}$  完全被  $\text{H}_2\text{O}_2$  氧化，下列实验条件控制正确的是 AB (填序号)；

A、加入适当过量的  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液

- B、缓慢滴加  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液并搅拌
- C、加热，使反应在较高温度下进行
- D、用氨水调节溶液  $\text{pH}=7$

(3) 将一定量的  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  溶液（溶液显碱性）加入到含有  $\text{Fe}^{3+}$  的溶液中，搅拌、过滤、洗涤、干燥得到  $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。若反应得到的  $\text{FePO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  固体呈棕黄色，则磷酸铁中混有的杂质可能为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ （或氢氧化铁）。

**【考点】** U3：制备实验方案的设计。

**【专题】** 24：实验设计题。

**【分析】** (1) 温度越高，反应速率越快；

(2) ① 滴定管在使用前要检漏、洗涤、润洗，减少产生误差的机会；

② 根据  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  之间的关系式计算；

③ 为使滤液中的  $\text{Fe}^{2+}$  完全被  $\text{H}_2\text{O}_2$  氧化，加入的氧化剂要过量，且使反应物充分反应；

(3) 氢氧根离子和铁离子反应生成红褐色沉淀氢氧化铁。

**【解答】** 解：(1) 温度越高，反应速率越快，所以反应加热的目的是加快铁与稀硫酸反应速率，故答案为：加快  $\text{Fe}$  和稀硫酸的反应速率；

(2) ① 滴定管在使用前要检漏、洗涤、用  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  标准溶液润洗 2 - 3 次，如果不检漏或洗涤、润洗，会导致使用滴定管中液体体积偏大，测量溶液浓度偏大，故答案为：用蒸馏水洗净；用  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  标准溶液润洗 2 - 3 次；

② 根据  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  之间的关系式得  $c(\text{Fe}^{2+})$

$$= \frac{a \text{ mol/L} \times b \times 10^{-3} \text{ L}}{x \times 10^{-3} \text{ L}} \times 6 \text{ mol/L} = \frac{6ab}{x} \text{ mol/L},$$

故答案为： $\frac{6ab}{x}$ ；

③ A、加入适当过量的  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液，导致铁离子能完全反应，故正确；

B、缓慢滴加  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液并搅拌，反应物接触面积增大，能使铁离子完全反应，故正确；

C、加热，使反应在较高温度下进行，虽然反应速率加快，但双氧水会分解且能促进亚铁离子水解而产生杂质，故错误；

D、用氨水调节溶液  $\text{pH}=7$ ，亚铁离子和氢氧根离子反应生成氢氧化亚铁杂质，故错误；

故选 AB；

(3) 碱性条件下，溶液中含有大量氢氧根离子，氢氧根离子和铁离子反应生成红褐色沉

淀氢氧化铁，导致反应得到的  $\text{FePO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  固体呈棕黄色，故答案为： $\text{Fe}(\text{OH})_3$ （或氢氧化铁）。

**【点评】**本题以铁及其化合物为载体考查了物质的制备，涉及氧化还原反应、实验操作、反应速率的影响因素等知识点，根据物质之间的关系式、实验操作的规范性、影响反应速率的因素等知识点来分析解答，题目难度中等。