

# 2012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) 化学在资源利用、环境保护等与社会可持续发展密切相关的领域发挥着积极作用。下列做法与社会可持续发展理念相违背的是 ( )

- A. 改进汽车尾气净化技术，减少大气污染物的排放
- B. 开发利用可再生能源，减少化石燃料的使用
- C. 研发可降解高分子材料，减少“白色污染”
- D. 过度开采矿物资源，促进地方经济发展

**【考点】**BM：使用化石燃料的利弊及新能源的开发；F7：常见的生活环境的污染及治理。

**【专题】**21：热点问题。

**【分析】**减少化石能源的利用，开发新能源，减少污染源等，则可实现社会可持续发展，并注意节约能源，应从我们身边做起。

**【解答】**解：A. 汽车尾气中含有氮的氧化物等有害气体，则改进汽车尾气净化技术，减少大气污染物的排放，符合社会可持续发展理念，故A正确；

B. 开发利用可再生能源，减少化石燃料的使用，减少了二氧化碳、二氧化硫等物质的排放，符合社会可持续发展理念，故B正确；

C. 研发可降解高分子材料，减少塑料制品的使用，从而减少“白色污染”，符合社会可持续发展理念，故C正确；

D. 过度开采矿物资源，促进地方经济发展，会使资源匮乏，是只顾眼前不顾将来的做法，不符合社会可持续发展理念，故D错误；

故选：D。

**【点评】**本题考查环境保护及可持续发展，节约资源、走可持续发展之路，人人有责，并做到从我做起，题目难度不大。

2. (2分) 下列有关化学用语表示正确的是 ( )

- A. 乙酸的结构简式： $C_2H_4O_2$

B.  $F^-$  的结构示意图:



C. 中子数为 20 的氯原子:  ${}^{20}_{17}Cl$

D.  $NH_3$  的电子式:  $\begin{array}{c} H : N : H \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ H \end{array}$

【考点】41: 常见元素的名称、符号、离子符号; 43: 电子式; 44: 原子结构示意图; 47: 结构简式; 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. 结构简式就是结构式的简单表达式(通常只适用于以分子形式存在的纯净物, 如有机分子), 应表现该物质中的官能团: 只要把碳氢单键省略掉即可, 碳碳单键、碳氯单键、碳和羟基的单键等大多数单键可以省略也可不省略;

B. 阴离子核外电子数=质子数+电荷数;

C. 元素符号的左上角为质量数;

D. 氮原子未参与成键的孤对电子对没有画出.

【解答】解: A. 乙酸的分子式为  $C_2H_4O_2$ , 乙酸的结构简式:  $CH_3COOH$ , 故 A 错误;

B. 氟离子核内有 9 个质子, 核外有 10 个电子, 故 B 正确;

C. 质量数=质子数+中子数= $17+20=37$ , 故 C 错误;

D. 氮原子未成键的孤对电子对没有标出, 氮原子与氢原子形成一对共用电子对, 氨气电

子式为  $\begin{array}{c} H : \ddot{N} : H \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ H \end{array}$ , 故 D 错误.

故选: B.

【点评】本题考查了分子式、结构简式、原子结构示意图、电子式书写的正误判断, 侧重考查对这几个概念的辨别能力; 写结构简式时要体现其官能团; 书写共价化合物的电子式时, 不仅要写每个原子间的共用电子对, 还要写每个原子最外层上的孤对电子.

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

A.  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$  溶液:  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $CO_3^{2-}$

B.  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液:  $K^+$ 、 $Ba^{2+}$ 、 $NO_3^-$ 、 $Cl^-$

C.  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{FeCl}_3$  溶液:  $K^+$ 、 $NH_4^+$ 、 $I^-$ 、 $SCN^-$

D.  $c(H^+)/c(OH^-)=1\times 10^{14}$  的溶液:  $Ca^{2+}$ 、 $Na^+$ 、 $ClO^-$ 、 $NO_3^-$

【考点】DP: 离子共存问题.

【专题】516: 离子反应专题.

【分析】A. 碱性溶液中，如离子与  $\text{OH}^-$  不反应，则能大量共存；

B. 与  $\text{CO}_3^{2-}$  反应的离子不能大量共存；

C.  $\text{Fe}^{3+}$  可与  $\text{I}^-$ 、 $\text{SCN}^-$  反应；

D.  $c(\text{H}^+)/c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{14}$  的溶液呈酸性。

【解答】解：A. 碱性溶液中，离子之间不发生任何反应，则能大量共存，故 A 正确；

B.  $\text{Ba}^{2+}$  与  $\text{CO}_3^{2-}$  反应，不能大量共存，故 B 错误；

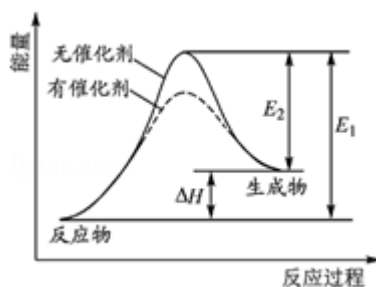
C.  $\text{Fe}^{3+}$  可与  $\text{I}^-$ 、 $\text{SCN}^-$  反应而不能大量共存，故 C 错误；

D.  $c(\text{H}^+)/c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{14}$  的溶液呈酸性， $\text{ClO}^-$  不能在酸性条件下大量共存，故 D 错误。

故选：A。

【点评】本题考查离子共存问题，注意把握常见离子的性质，答题时注意把握题给条件，为解答该题的关键，题目难度中等。

4. (2分) 某反应的反应过程中能量变化如图所示(图中  $E_1$  表示正反应的活化能,  $E_2$  表示逆反应的活化能)。下列有关叙述正确的是 ( )



- A. 该反应为吸热反应  
B. 催化剂能改变反应的焓变  
C. 催化剂能降低反应的活化能  
D. 逆反应的活化能大于正反应的活化能

【考点】BB: 反应热和焓变.

【专题】517: 化学反应中的能量变化.

【分析】A、依据图象中反应物和生成物能量的大小比较判断；

B、催化剂改变速率不改变平衡；

C、催化剂改变化学反应速率是降低了反应的活化能；

D、图象中分析判断；

【解答】解：A、图象中反应物能量低于生成物能量，故反应是吸热反应，故 A 正确；

- B、催化剂不能改变该反应的焓变，只能改变反应速率，故 B 错误；  
C、催化剂改变化学反应速率是降低了反应的活化能，故 C 正确；  
D、图象分析逆反应的活化能  $E_2$  小于正反应的活化能  $E_1$ ，故 D 错误；

故选：AC。

**【点评】** 本题考查了化学反应的能量变化分析，催化剂的作用实质，图象识别和理解含义是解题关键。

5. (2 分) 下列有关物质的性质与应用不相对应的是 ( )

- A. 明矾能水解生成  $Al(OH)_3$  胶体，可用作净水剂  
B.  $FeCl_3$  溶液能与  $Cu$  反应，可用于蚀刻印刷电路  
C.  $SO_2$  具有氧化性，可用于漂白纸浆  
D.  $Zn$  具有还原性和导电性，可用作锌锰干电池的负极材料

**【考点】** BJ：常见化学电源的种类及其工作原理；DD：盐类水解的应用；F5：二氧化硫的化学性质；GO：铁盐和亚铁盐的相互转变。

**【专题】** 55：化学计算。

**【分析】** A、明矾中的铝离子水解生成氢氧化铝胶体具有吸附悬浮杂质的作用；

- B、印刷线路板是铜制成的，氯化铁溶解铜提取铜；  
C、二氧化硫具有漂白性用于漂白纸浆；  
D、锌具有还原性做原电池负极，具有金属通性导电；

**【解答】** 解：A、明矾中的铝离子水解生成氢氧化铝胶体具有吸附悬浮杂质的作用；故 A 相对应；

B、印刷线路板是铜制成的，氯化铁溶解铜提取铜是利用  $FeCl_3$  溶液能与  $Cu$  的反应；故 B 相对应；

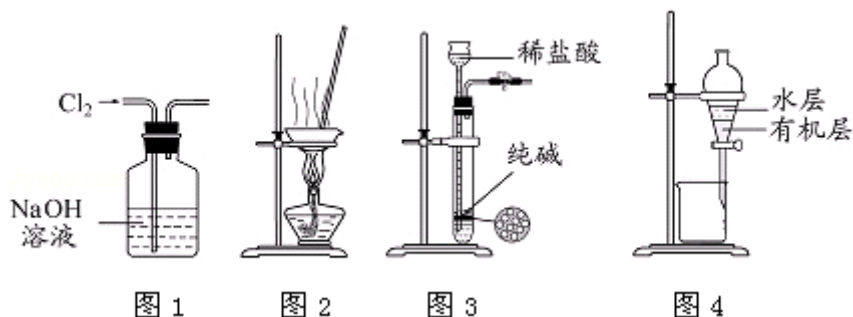
C、二氧化硫具有漂白性用于漂白纸浆；和二氧化硫的氧化性无关，故 C 不对应；

D、锌具有还原性做原电池负极，具有金属通性导电；利用  $Zn$  具有还原性和导电性，可用作锌锰干电池的负极材料，故 D 对应；

故选：C。

**【点评】** 本题考查了盐类水解的分析应用，三价铁离子和铜发生氧化还原反应，二氧化硫的漂白性判断，金属性质的应用，题目难度中等。

6. (2 分) 用下列实验装置进行相应实验，能达到实验目的是 ( )



- 图 1      图 2      图 3      图 4
- A. 用图 1 所示装置除去  $\text{Cl}_2$  中含有的少量  $\text{HCl}$
- B. 用图 2 所示装置蒸干  $\text{NH}_4\text{Cl}$  饱和溶液制备  $\text{NH}_4\text{Cl}$  晶体
- C. 用图 3 所示装置制取少量纯净的  $\text{CO}_2$  气体
- D. 用图 4 所示装置分离  $\text{CCl}_4$  萃取碘水后已分层的有机层和水层

【考点】U5：化学实验方案的评价。

【专题】25：实验评价题。

【分析】A. 氯气、 $\text{HCl}$  均与  $\text{NaOH}$  溶液反应；

B.  $\text{NH}_4\text{Cl}$  受热易分解；

C. 纯碱为粉末状固体，不能使反应随时停止；

D. 碘不易溶于水，易溶于四氯化碳。

【解答】解：A. 氯气、 $\text{HCl}$  均与  $\text{NaOH}$  溶液反应，不能除杂，应选饱和食盐水除去氯气中的  $\text{HCl}$ ，故 A 错误；

B.  $\text{NH}_4\text{Cl}$  受热易分解，应利用冷却热饱和溶液的方法得到晶体，故 B 错误；

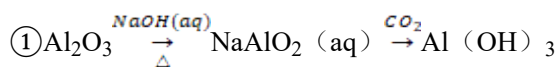
C. 纯碱为粉末状固体，不能使反应随时停止，应选碳酸钙与盐酸反应制取少量二氧化碳，故 C 错误；

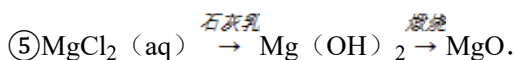
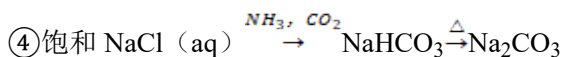
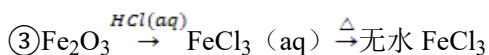
D. 碘不易溶于水，易溶于四氯化碳，则萃取后分层，利用分液漏斗可分离，图中装置合理，故 D 正确；

故选：D。

【点评】本题考查化学实验方案的评价，涉及除杂、晶体制备、气体制取、萃取等，侧重实验装置及性质的考查，综合性较强，注重基础知识和能力的训练，题目难度中等。

7. (2 分) 下列物质的转化在给定条件下能实现的是 ( )





A. ①③⑤

B. ②③④

C. ②④⑤

D. ①④⑤

**【考点】** F5: 二氧化硫的化学性质; 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.

**【分析】** ①氧化铝与氢氧化钠反应生成偏铝酸钠, 偏铝酸钠溶液通入二氧化碳, 生成氢氧化铝.

②硫燃烧生成二氧化硫.

③氧化铁与盐酸反应生成氯化铁,  $\text{Fe}^{3+}$ 水解, 加热蒸发得不到无水  $\text{FeCl}_3$ .

④在饱和食盐水中通入氨气, 形成饱和氨盐水, 再向其中通入二氧化碳, 在溶液中就有了大量的钠离子、铵根离子、氯离子和碳酸氢根离子, 其中  $\text{NaHCO}_3$  溶解度最小, 所以析出  $\text{NaHCO}_3$ , 加热  $\text{NaHCO}_3$  分解生成碳酸钠.

⑤氯化镁与石灰乳转化为更难溶的氢氧化镁, 氢氧化镁不稳定, 加热分解生成氧化镁.

**【解答】** 解: ①氧化铝与氢氧化钠反应生成偏铝酸钠, 偏铝酸钠溶液通入二氧化碳, 发生反应  $2\text{NaAlO}_2 + \text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al(OH)}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$ , 生成氢氧化铝, 故①正确;

②硫燃烧生成二氧化硫, 不能生成三氧化硫, 故②错误;

③氧化铁与盐酸反应生成氯化铁,  $\text{Fe}^{3+}$ 水解  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe(OH)}_3 + \text{HCl}$ , 加热蒸发  $\text{HCl}$  挥发, 平衡向右移动, 得不到无水  $\text{FeCl}_3$ , 故③错误;

④在饱和食盐水中通入氨气, 形成饱和氨盐水, 再向其中通入二氧化碳, 在溶液中就有了大量的钠离子、铵根离子、氯离子和碳酸氢根离子, 其中  $\text{NaHCO}_3$  溶解度最小, 析出  $\text{NaHCO}_3$ , 加热  $\text{NaHCO}_3$  分解生成碳酸钠, 故④正确;

⑤氯化镁与石灰乳转化为更难溶的氢氧化镁, 氢氧化镁不稳定, 加热分解生成氧化镁, 故⑤正确.

故①④⑤正确。

故选：D。

**【点评】**考查元素化合性质、侯德榜制碱法、盐类水解等，难度中等，注意侯德榜制碱法要先通氨气，后通二氧化碳，以便获得高浓度离子溶液。

8. (2分) 设  $N_A$  表示阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是 ( )

- A. 标准状况下，0.1 mol  $Cl_2$  溶于水，转移的电子数目为  $0.1N_A$
- B. 常温常压下，18 g  $H_2O$  中含有的原子总数为  $3N_A$
- C. 标准状况下，11.2 L  $CH_3CH_2OH$  中含有的分子数目为  $0.5N_A$
- D. 常温常压下，2.24 L  $CO$  和  $CO_2$  混合气体中含有的碳原子数目为  $0.1N_A$

**【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、氯气溶于水一部分反应，一部分溶解，溶液中存在化学平衡；

B、质量换算物质的量结合分子数计算；

C、标准状况乙醇不是气体；

D、依据气体摩尔体积的条件应用分析，在标准状况下换算物质的量；

**【解答】**解 A、氯气溶于水一部分反应，一部分溶解，溶液中存在化学平衡，0.1 mol  $Cl_2$  溶于水，转移的电子数目小于  $0.1N_A$ ，故 A 错误；

B、18 g  $H_2O$  物质的量为 1mol，分子中含有的原子总数为  $3N_A$ ，故 B 正确；

C、标准状况乙醇不是气体，11.2 L  $CH_3CH_2OH$  物质的量不是 0.5mol，故 C 错误；

D、常温常压下，2.24 L  $CO$  和  $CO_2$  混合气体物质的量不是 0.1mol，故 D 错误；

故选：B。

**【点评】**本题考查了阿伏伽德罗常数的应用，主要考查化学平衡的分析判断，质量换算物质的量计算微粒数，气体摩尔体积的条件应用，题目难度中等。

9. (2分) 下列表示对应化学反应的离子方程式正确的是 ( )

A. 用  $KIO_3$  氧化酸性溶液中的  $KI$ ： $5I^- + IO_3^- + 3H_2O = 3I_2 + 6OH^-$

B. 向  $NH_4HCO_3$  溶液中加入过量的  $NaOH$  溶液并加热： $NH_4^+ + OH^- \xrightarrow{\Delta} NH_3 \uparrow + H_2O$

C. 将过量  $SO_2$  通入冷氨水中： $SO_2 + NH_3 \cdot H_2O = HSO_3^- + NH_4^+$

D. 用稀硝酸洗涤试管内壁的银镜： $Ag + 2H^+ + NO_3^- = Ag^+ + NO \uparrow + H_2O$

**【考点】**49：离子方程式的书写。

【专题】16：压轴题；516：离子反应专题。

【分析】A. 酸性溶液中不会生成氢氧根离子；

B. 漏写碳酸氢根离子与碱的离子反应；

C. 过量  $\text{SO}_2$  通入冷氨水中反应生成亚硫酸氢铵；

D. 电子不守恒。

【解答】解：A. 用  $\text{KIO}_3$  氧化酸性溶液中的  $\text{KI}$  的离子反应为  $5\text{I}^- + \text{IO}_3^- + 6\text{H}^+ = 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ ，故 A 错误；

B. 向  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  溶液中加入过量的  $\text{NaOH}$  溶液并加热的离子反应为  $\text{HCO}_3^- + \text{NH}_4^+ + 2\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$ ，故 B 错误；

C. 将过量  $\text{SO}_2$  通入冷氨水中的离子反应为  $\text{SO}_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{HSO}_3^- + \text{NH}_4^+$ ，故 C 正确；

D. 用稀硝酸洗涤试管内壁的银镜的离子反应为  $3\text{Ag} + 4\text{H}^+ + \text{NO}_3^- = 3\text{Ag}^+ + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，故 D 错误；

故选：C。

【点评】本题考查离子反应方程式的书写，明确发生的化学反应是解答本题的关键，注意与量有关的离子反应为易错点，题目难度不大。

10. (2分) 下列有关说法正确的是 ( )

A.  $\text{CaCO}_3(\text{s}) = \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$  室温下不能自发进行，说明该反应的  $\Delta H < 0$

B. 镀铜铁制品镀层受损后，铁制品比受损前更容易生锈

C.  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H < 0$ ，其他条件不变时升高温度，反应速率  $v(\text{H}_2)$  和  $\text{H}_2$  的平衡转化率均增大

D. 水的离子积常数  $K_w$  随着温度的升高而增大，说明水的电离是放热反应

【考点】BB：反应热和焓变；BK：金属的电化学腐蚀与防护。

【专题】16：压轴题；51E：化学平衡专题；51I：电化学专题。

【分析】A.  $\text{CaCO}_3$  分解需要吸收热量；

B. 镀铜铁制品镀层受损后，易形成原电池反应；

C. 升高温度，平衡转化率减小；

D. 水的电离为吸热反应。

【解答】解：A.  $\text{CaCO}_3$  分解需要吸收热量，该反应的  $\Delta H > 0$ ，故 A 错误；

B. 镀铜铁制品镀层受损后，易形成原电池反应而导致更易腐蚀，故 B 正确；

C. 升高温度，平衡向逆反应方向移动，则  $H_2$  的平衡转化率减小，故 C 错误；

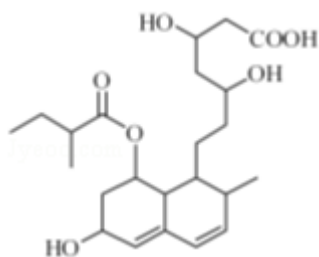
D. 水的电离为吸热反应，升高温度，有利于水的电离，故 D 错误。

故选：B。

**【点评】** 本题考查较为综合，涉及反应热与焓变、电化学腐蚀、平衡移动以及弱电解质的电离等问题，题目难度中等，注意把握电化学反应原理以及平衡移动的影响因素。

二.不定项选择题：本题包括 5 小题，每小题 3 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. (3 分) 普伐他汀是一种调节血脂的药物，其结构简式如图所示（未表示出其空间构型）。下列关于普伐他汀的性质描述正确的是（ ）



A. 能与  $FeCl_3$  溶液发生显色反应

B. 能使酸性  $KMnO_4$  溶液褪色

C. 能发生加成、取代、消去反应

D. 1 mol 该物质最多可与 1 mol  $NaOH$  反应

**【考点】** HD：有机物的结构和性质。

**【专题】** 534：有机物的化学性质及推断。

**【分析】** 分子中含有  $-OH$ 、 $-COO-$ 、 $-COOH$ 、 $C=C$  等官能团，根据官能团的性质判断，注意不含苯环。

**【解答】** 解：A. 分子中不含酚羟基，则不能与  $FeCl_3$  溶液发生显色反应，故 A 错误；

B. 含有  $C=C$ ，可使酸性  $KMnO_4$  溶液褪色，故 B 正确；

C. 含有  $C=C$ ，可发生加成反应，含有  $-OH$ ，可发生取代、消去反应，故 C 正确；

D. 含有  $-COO-$ 、 $-COOH$ ，能与  $NaOH$  反应，则 1mol 该物质最多可与 2mol  $NaOH$  反应，故 D 错误。

故选：BC。

**【点评】** 本题考查有机物的结构和性质，题目难度不大，本题注意把握有机物官能团的性质，为解答该题的关键。

12. (3分) 短周期元素 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总数的 3 倍，Y 原子的最外层只有 2 个电子，Z 单质可制成半导体材料，W 与 X 属于同一主族。下列叙述正确的是 ( )

- A. 元素 X 的简单气态氢化物的热稳定性比 W 的强
- B. 元素 W 的最高价氧化物对应水化物的酸性比 Z 的弱
- C. 化合物 YX、ZX<sub>2</sub>、WX<sub>3</sub> 中化学键的类型相同
- D. 原子半径的大小顺序： $r_Y > r_Z > r_W > r_X$

**【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总数的 3 倍，故 X 原子有 2 个电子层，最外层电子数为 6，故 X 为 O 元素，W 与 X 属于同一主族，故 W 为 S 元素，Y 原子的最外层只有 2 个电子，处于第 II A 族，原子序数等于 O 元素，故 Y 为 Mg 元素，Z 的单质常作为半导体材料，Z 是 Si 元素，据此解答。

**【解答】** 解：短周期元素 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总数的 3 倍，故 X 原子有 2 个电子层，最外层电子数为 6，故 X 为 O 元素，W 与 X 属于同一主族，故 W 为 S 元素，Y 原子的最外层只有 2 个电子，处于第 II A 族，原子序数大于 O 元素，故 Y 为 Mg 元素，Z 的单质常作为半导体材料，Z 是 Si 元素，则 A. 同主族自上而下非金属性减弱，故非金属性 O > S，非金属性越强，氢化物越稳定，故稳定性 H<sub>2</sub>O > H<sub>2</sub>S，故 A 正确；

B. 同周期自左而右非金属性增强，故非金属性 S > Si，非金属性越强，最高价氧化物对应水化物的酸性越强，故酸性 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> > H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>，故 B 错误；

C. YX 是 MgO，属于离子化合物，只含离子键，ZX<sub>2</sub> 和 WX<sub>3</sub> 是二氧化硅和三氧化硫，二氧化硅和三氧化硫都只含共价键，故 C 错误；

D. 同主族自上而下原子半径增大，故原子半径 O < S，同周期自左而右原子半径减小，故原子半径 Mg > Si > S，故原子半径 Mg > Si > S > O，即  $r_Y > r_Z > r_W > r_X$ ，故 D 正确；

故选：AD。

**【点评】** 本题考查了结构位置性质关系、元素周期律等，难度不大，能正确判断元素是

解本题的关键，掌握元素周期律的正确运用。

13. (3分) 下列根据实验操作和现象所得出的结论正确的是 ( )

A. 向两份蛋白质溶液中分别滴加饱和 NaCl 溶液和 CuSO<sub>4</sub> 溶液均有固体析出蛋白质均发生变性

B. 向溶液 X 中先滴加稀硝酸，再滴加 Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 溶液出现白色沉淀溶液 X 中一定含有 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>

C. 向一定浓度的 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> 溶液中通入适量 CO<sub>2</sub> 气体出现白色沉淀 H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> 的酸性比 H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 的酸性强

D. 向浓度均为 0.1 mol·L<sup>-1</sup> NaCl 和 NaI 混合溶液中滴加少量 AgNO<sub>3</sub> 溶液出现黄色沉淀 K<sub>sp</sub>(AgCl) > K<sub>sp</sub>(AgI)

**【考点】** DH: 难溶电解质的溶解平衡及沉淀转化的本质; F9: 硫酸根离子的检验; K6: 氨基酸、蛋白质的结构和性质特点; RM: 比较弱酸的相对强弱的实验.

**【专题】** 25: 实验评价题.

**【分析】** A. 根据浓的无机盐溶液能使蛋白质发生盐析，而重金属盐能使蛋白质发生变性;

B. 根据亚硫酸根离子具有还原性，能被稀硝酸氧化为硫酸根离子;

C. 根据强酸制弱酸的原理;

D. 根据同类型的沉淀，溶度积小的沉淀先析出来解答.

**【解答】** 解: A. 因浓的无机盐溶液能使蛋白质发生盐析产生沉淀，如饱和硫酸钠溶液、硫酸铵溶液; 而重金属盐能使蛋白质发生变性而产生沉淀，如硫酸铜等，故 A 错误;

B. 溶液 X 中滴加稀硝酸，生成硫酸根离子，滴加 Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 溶液时生成硫酸钡白色沉淀，则溶液 X 中含有 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 或 SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>，故 B 错误;

C. 向 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> 溶液中通入适量的 CO<sub>2</sub>，反应方程式为: CO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>=H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>↓+Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>，H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 的酸性比 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> 的酸性强，故 C 错误;

D. 同类型的沉淀，溶度积小的沉淀先析出，即 K<sub>sp</sub>(AgCl) > K<sub>sp</sub>(AgI)，故 D 正确。

故选: D。

**【点评】** 本题主要考查了物质的性质，难度不大，掌握物质的性质是解题的关键。

14. (3分) 温度为 T 时; 向 2.0L 恒容密闭容器中充入 1.0mol PCl<sub>5</sub>; 反应 PCl<sub>5</sub>(g) ⇌ PCl<sub>3</sub>(g) + Cl<sub>2</sub>(g) 经过一段时间后达到平衡。反应过程中测定的部分数据见表:

t/s	0	50	150	250	350
-----	---	----	-----	-----	-----

n (PCl <sub>3</sub> ) /mol	0	0.16	0.19	0.20	0.20
----------------------------	---	------	------	------	------

下列说法正确的是 ( )

- A. 反应在前 50 s 的平均速率  $v(\text{PCl}_3) = 0.0032 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- B. 保持其他条件不变; 升高温度; 平衡时  $c(\text{PCl}_3) = 0.11 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ; 则反应的  $\Delta H < 0$
- C. 相同温度下; 起始时向容器中充入 1.0 mol PCl<sub>5</sub>、0.20 mol PCl<sub>3</sub> 和 0.20 mol Cl<sub>2</sub>; 反应达到平衡前  $v(\text{正}) > v(\text{逆})$
- D. 相同温度下; 起始时向容器中充入 2.0 mol PCl<sub>3</sub> 和 2.0 mol Cl<sub>2</sub>; 达到平衡时; PCl<sub>3</sub> 的转化率小于 80%

**【考点】** CP: 化学平衡的计算.

**【专题】** 51E: 化学平衡专题.

**【分析】** A. 由表中数据可知, 50s 内  $\Delta n(\text{PCl}_3) = 0.16 \text{ mol}$ , 根据  $v = \frac{\Delta n}{V \cdot \Delta t}$  计算  $v(\text{PCl}_3)$ ;

B. 由表中数据可知, 平衡时  $n(\text{PCl}_3) = 0.2 \text{ mol}$ , 保持其他条件不变, 升高温度, 平衡时  $c(\text{PCl}_3) = 0.11 \text{ mol/L}$ , 则  $n'(\text{PCl}_3) = 0.22 \text{ mol} > 0.2 \text{ mol}$ , 可知平衡正向移动, 升高温度平衡向吸热反应方向移动;

C. 根据  $K = \frac{c(\text{PCl}_3) \times c(\text{Cl}_2)}{c(\text{PCl}_5)}$  计算平衡常数, 再求浓度商 ( $Q_c$ ),  $K > Q_c$ , 说明反应向正反应方向进行,  $K < Q_c$ , 说明反应向逆反应方向进行,  $K = Q_c$ , 说明处于平衡状态;

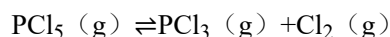
D. 等效为起始加入 2.0 mol PCl<sub>5</sub>, 与原平衡相比, 压强增大, 平衡向逆反应方向移动, 平衡时的 PCl<sub>5</sub> 转化率较原平衡低, 故平衡时 PCl<sub>3</sub> 的物质的量小于 0.4 mol, 则参加反应的 PCl<sub>3</sub> 的物质的量大于 1.6 mol.

**【解答】** 解: A. 由表中数据可知, 50s 内  $\Delta n(\text{PCl}_3) = 0.16 \text{ mol}$ ,  $v(\text{PCl}_3)$

$$= \frac{0.16 \text{ mol}}{2 \text{ L} \cdot 50 \text{ s}} = 0.0016 \text{ mol} / (\text{L} \cdot \text{s}), \text{ 故 A 错误;}$$

B. 由表中数据可知, 平衡时  $n(\text{PCl}_3) = 0.2 \text{ mol}$ , 保持其他条件不变, 升高温度, 平衡时,  $c(\text{PCl}_3) = 0.11 \text{ mol/L}$ , 则  $n'(\text{PCl}_3) = 0.11 \text{ mol/L} \times 2 \text{ L} = 0.22 \text{ mol} > 0.2 \text{ mol}$ , 说明升高温度平衡正向移动, 正反应为吸热反应, 即  $\Delta H > 0$ , 故 B 错误;

C. 250s 处于平衡状态, 则:



开始 (mol/L):	0.5	0	0
变化 (mol/L):	0.1	0.1	0.1
平衡 (mol/L):	0.4	0.1	0.1

所以平衡常数  $k = \frac{0.1 \times 0.1}{0.4} = 0.025$ 。

起始时向容器中充入 1.0 mol  $\text{PCl}_5$ 、0.20 mol  $\text{PCl}_3$  和 0.20 mol  $\text{Cl}_2$ ，起始时  $\text{PCl}_5$  的浓度为

0.5 mol/L、 $\text{PCl}_3$  的浓度为 0.1 mol/L、 $\text{Cl}_2$  的浓度为 0.1 mol/L，浓度商  $Q_c = \frac{0.1 \times 0.1}{0.5} = 0.02 <$

$K = 0.25$ ，说明平衡向正反应方向移动，反应达平衡前  $v(\text{正}) > v(\text{逆})$ ，故 C 正确；

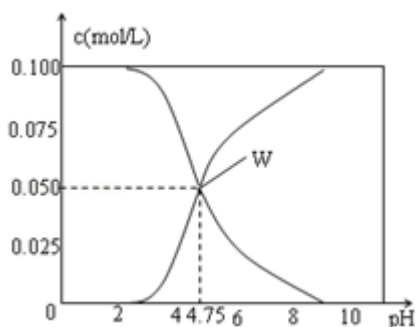
D. 等效为起始加入 2.0 mol  $\text{PCl}_5$ ，与原平衡相比，压强增大，平衡向逆反应方向移动，平衡时的  $\text{PCl}_5$  转化率较原平衡低，故平衡时  $\text{PCl}_3$  的物质的量小于 0.4 mol，即相同温度下，起始时向容器中充入 2.0 mol  $\text{PCl}_3$  和 2.0 mol  $\text{Cl}_2$ ，达到平衡时， $\text{PCl}_3$  的物质的量小于 0.4 mol，参加反应的  $\text{PCl}_3$  的物质的量大于 1.6 mol，故达到平衡时， $\text{PCl}_3$  的转化率高于

$\frac{1.6 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} = 80\%$ ，故 D 错误，

故选：C。

**【点评】** 本题考查化学平衡计算、平衡常数应用、平衡移动、等效平衡等，难度中等，注意 D 中使用等效平衡思想分析，使问题简单化，也可以根据平衡常数计算，但比较麻烦。

15. (3分) 25℃时，有  $c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的一组醋酸、醋酸钠混合溶液，溶液中  $c(\text{CH}_3\text{COOH})$ 、 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$  与 pH 的关系如图所示。下列有关溶液中离子浓度关系的叙述正确的是 ( )



- A. pH=5.5 的溶液中:  $c(\text{CH}_3\text{COOH}) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$

- B. W 点所表示的溶液中:  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{OH}^-)$
- C. pH=3.5 的溶液中:  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) - c(\text{OH}^-) + c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- D. 向 W 点所表示的 1.0 L 溶液中通入 0.05 mol HCl 气体 (溶液体积变化可忽略):  $c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{OH}^-)$

**【考点】**DN: 离子浓度大小的比较.

**【专题】**16: 压轴题; 51G: 电离平衡与溶液的 pH 专题.

**【分析】**A. 由图可知, pH=4.75 时,  $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 0.05\text{mol/L}$ , pH=5.5 时, 酸性减弱, 溶液中  $c(\text{CH}_3\text{COOH})$  降低, 溶液中  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$  增大, 据此确定  $c(\text{CH}_3\text{COOH})$  和  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$  的相对大小;

B. 由图可知, W 点所表示的溶液中  $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 0.05\text{mol/L}$ , 结合溶液中电荷守恒  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$  判断;

C. 溶液中  $c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , 根据电荷守恒有  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$ , 据此解答;

D. 通入 0.05molHCl, 与溶液中醋酸根恰好反应, 反应后溶液相当于  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 、NaCl 混合溶液, 溶液中氢离子源于  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 、水的电离.

**【解答】**解: A. 由图可知, pH=4.75 时,  $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 0.05\text{mol/L}$ , pH=5.5 时, 酸性减弱, 结合图象可知, 溶液中  $c(\text{CH}_3\text{COOH})$  降低, 溶液中  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$  增大, 则所以  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{CH}_3\text{COOH})$ , 故 A 错误;

B. 由图可知, W 点所表示的溶液中  $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 0.05\text{mol/L}$ , 溶液中电荷守恒  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$ , 所以  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{OH}^-)$ , 故 B 正确;

C. 溶液中  $c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , 电荷守恒有  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$ , 所以  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) - c(\text{OH}^-) + c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , 故 C 正确;

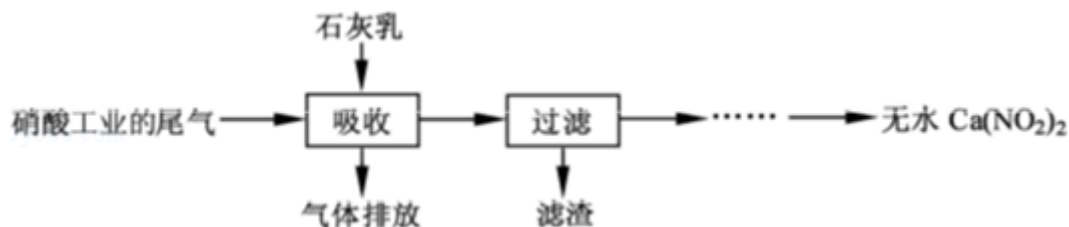
D. 通入 0.05molHCl, 与溶液中醋酸根恰好反应, 反应后溶液相当于  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 、NaCl 混合溶液, 溶液中氢离子源于  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 、水的电离, 溶液中  $c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$ , 故 D 错误;

故选: BC。

**【点评】**本题考查离子浓度大小判断, 注意根据电荷守恒、物料守恒、质子守恒来分析解答即可, 难度较大.

### 三.非选择题

16. (12分) 利用石灰乳和硝酸工业的尾气(含NO、NO<sub>2</sub>)反应,既能净化尾气,又能获得应用广泛的Ca(NO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>,其部分工艺流程如下:



(1) 一定条件下,NO 与 NO<sub>2</sub> 存在下列反应: NO (g) + NO<sub>2</sub> (g) ⇌ N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (g), 其平

衡常数表达式为  $K = \frac{c(N_2O_3)}{c(NO) \cdot c(NO_2)}$ .

(2) 上述工艺中采用气 - 液逆流接触吸收(尾气从吸收塔底进入,石灰乳从吸收塔顶喷淋),其目的是 使尾气中 NO、NO<sub>2</sub> 被充分吸收; 滤渣可循环使用,滤渣的主要成分是 Ca(OH)<sub>2</sub> (填化学式).

(3) 该工艺需控制 NO 和 NO<sub>2</sub> 物质的量之比接近 1 颐 1. 若 n(NO): n(NO<sub>2</sub>) > 1 颐 1, 则会导致 排放气体中 NO 含量升高; 若 n(NO): n(NO<sub>2</sub>) < 1 颐 1, 则会导致 产品 Ca(NO<sub>2</sub>)<sub>2</sub> 中 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 含量升高.

(4) 生产中溶液需保持弱碱性,在酸性溶液中 Ca(NO<sub>2</sub>)<sub>2</sub> 会发生分解,产物之一是 NO,其反应的离子方程式为 3NO<sub>2</sub><sup>-</sup> + 2H<sup>+</sup> = NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + 2NO↑ + H<sub>2</sub>O.

**【考点】** C8: 化学平衡常数的含义; EK: 氮的氧化物的性质及其对环境的影响.

**【专题】** 524: 氮族元素.

**【分析】** (1) 化学平衡常数,是指在一定温度下,可逆反应达到平衡时各生成物浓度的化学计量数次幂的乘积除以各反应物浓度的化学计量数次幂的乘积所得的比值;

(2) 使尾气中 NO、NO<sub>2</sub> 与石灰乳充分接触;滤渣的主要成分是 Ca(OH)<sub>2</sub>;

(3) 若 n(NO): n(NO<sub>2</sub>) > 1: 1, 则一氧化氮过量,若 < 1: 1, 则二氧化氮过量;

(4) 根据质量守恒和电荷守恒定律书写;

**【解答】** 解: (1) 化学平衡常数,是指在一定温度下,可逆反应达到平衡时各生成物浓度的化学计量数次幂的乘积除以各反应物浓度的化学计量数次幂的乘积所得的比值,NO

(g) + NO<sub>2</sub> (g) ⇌ N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (g), 其平衡常数表达式为  $K = \frac{c(N_2O_3)}{c(NO) \cdot c(NO_2)}$ , 故答案为:

$$\frac{c(\text{N}_2\text{O}_2)}{c(\text{NO}) \cdot c(\text{NO}_2)}$$

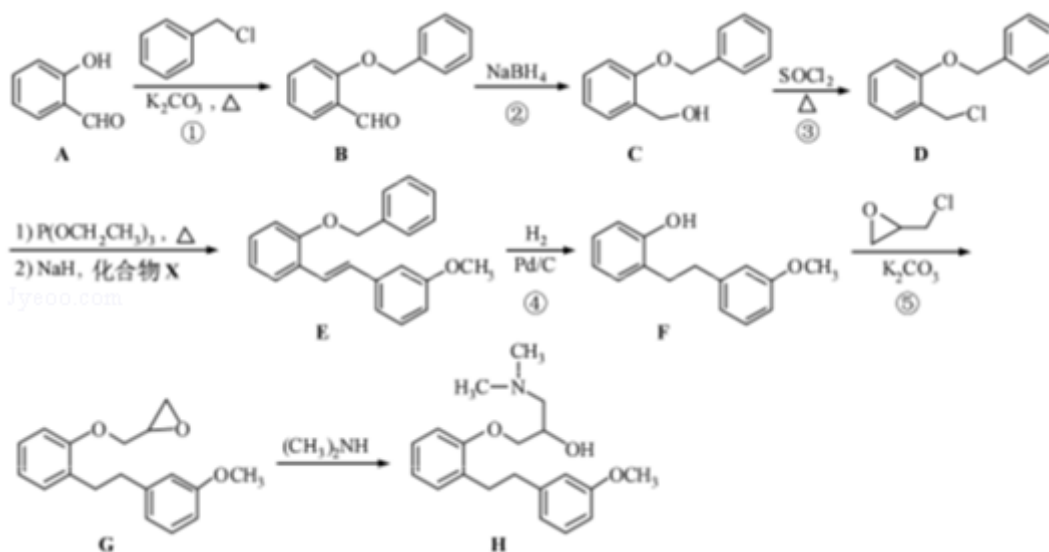
(2) 使尾气中 NO、NO<sub>2</sub> 与石灰乳充分接触，NO、NO<sub>2</sub> 被充分吸收；滤渣主要成分是 Ca(OH)<sub>2</sub>，故答案为：使尾气中 NO、NO<sub>2</sub> 被充分吸收；Ca(OH)<sub>2</sub>；

(3) 若 n(NO) : n(NO<sub>2</sub>) > 1 : 1，则一氧化氮过量，排放气体中 NO 含量升高；若 n(NO) : n(NO<sub>2</sub>) < 1 : 1，则二氧化氮过量，二氧化氮可与石灰乳反应生成 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>，故答案为：排放气体中 NO 含量升高；产品 Ca(NO<sub>2</sub>)<sub>2</sub> 中 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 含量升高；

(4) 反应物是 NO<sub>2</sub><sup>-</sup> 和 H<sup>+</sup>，生成物是一氧化氮，硝酸根和水，反应的离子方程式为 3NO<sub>2</sub><sup>-</sup> + 2H<sup>+</sup> = NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + 2NO↑ + H<sub>2</sub>O，故答案为：3NO<sub>2</sub><sup>-</sup> + 2H<sup>+</sup> = NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + 2NO↑ + H<sub>2</sub>O。

**【点评】** 本题考查学生在“工艺流程阅读分析，化学反应原理在工艺流程的应用，氧化还原反应分析，相关反应的书写”等方面对元素化合物性质及其转化关系的理解和应用程度，考查学生对新信息的处理能力，题目难度适中。

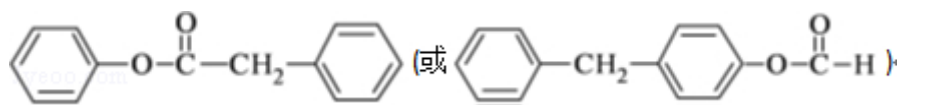
17. (12分) 化合物 H 是合成药物盐酸沙格雷酯的重要中间体，其合成路线如下：



(1) 化合物 A 中的含氧官能团为 羟基 和 醛基 (填官能团名称)。

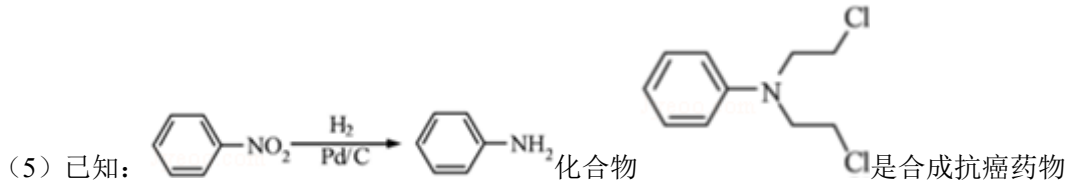
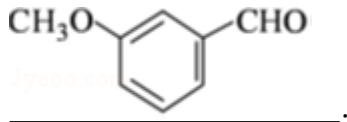
(2) 反应①→⑤中，属于取代反应的是 ①③⑤ (填序号)。

(3) 写出同时满足下列条件的 B 的一种同分异构体的结构简式：

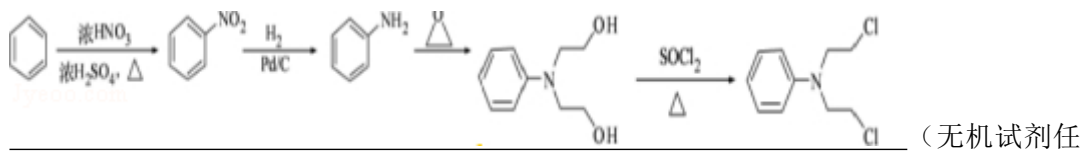


I. 分子中含有两个苯环；II. 分子中有 7 种不同化学环境的氢；III. 不能与 FeCl<sub>3</sub> 溶液发生显色反应，但水解产物之一能发生此反应。

(4) 实现 D→E 的转化中, 加入的化合物 X 能发生银镜反应, X 的结构简式为



美法伦的中间体, 请写出以  和  为原料制备该化合物的合成路线流程图



用).



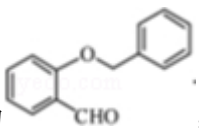
【考点】HC: 有机物的合成.

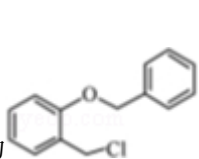
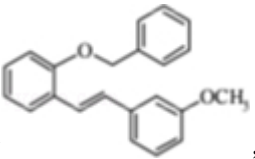
【专题】534: 有机物的化学性质及推断.



【分析】合成 H 的各物质都在合成图中, 由碳链骨架和官能团的变化可知, 反应①为取代反应, 反应②为还原反应, 反应③为取代反应, 反应④为加成反应, 反应⑤为取代反应;

(1) A 为邻羟基苯甲醛, 含有 -OH、-CHO;

(2) 根据以上分析判断反应类型;

(3) B 为 , 其一种同分异构体满足 I. 分子中含有两个苯环; II. 分子中有 7 种不同化学环境的氢; III. 不能与 FeCl<sub>3</sub> 溶液发生显色反应, 但水解产物之一能发生此反应, 则该有机物中不含酚羟基, 含 2 个苯环及酯的结构, 且水解后生成苯酚结构;

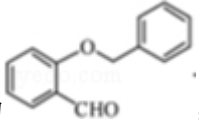
(4) D 为 , E 为 , D 与 X 反应生成 E, X 能发生银镜反应, X 一定含 -CHO;

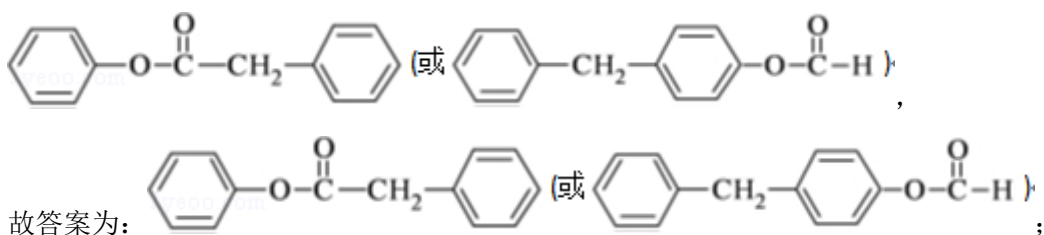
(5)  先发生硝化反应生成硝基苯，再还原为苯胺，然后与  反应生成的物质，该物质再与  $\text{SOCl}_2$  在加热条件下反应得到产物。

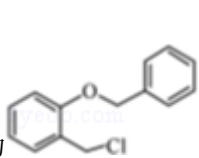
【解答】解：合成 H 的各物质都在合成图中，由碳链骨架和官能团的变化可知，反应①为取代反应，反应②为还原反应，反应③为取代反应，反应④为加成反应，反应⑤为取代反应；

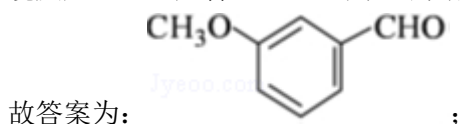
(1) A 为邻羟基苯甲醛，含有  $-\text{OH}$ 、 $-\text{CHO}$ ，名称分别为羟基、醛基，故答案为：羟基；醛基；



(2) 根据以上分析可知①③⑤为取代反应，故答案为：①③⑤；

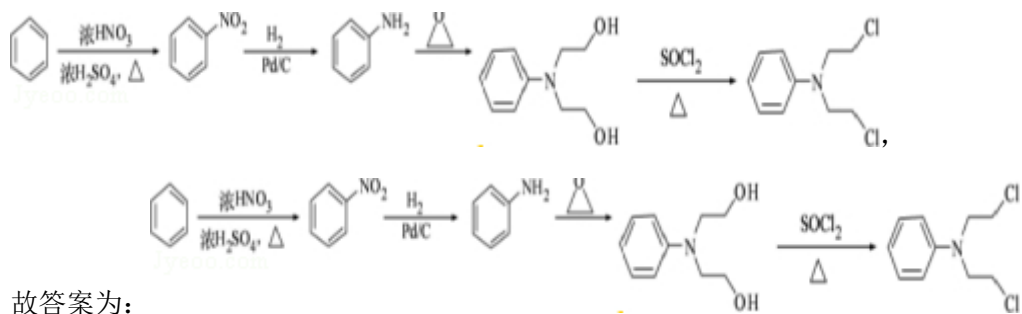
(3) B 为 ，其一种同分异构体满足 I. 分子中含有两个苯环；II. 分子中有 7 种不同化学环境的氢；III. 不能与  $\text{FeCl}_3$  溶液发生显色反应，但水解产物之一能发生此反应，则该有机物中不含酚羟基，含 2 个苯环及酯的结构，且水解后生成苯酚结构，符合条件的同分异构体为



(4) D 为 ，E 为 ，D 与 X 反应生成 E，X 能发生银镜反应，X 一定含  $-\text{CHO}$ ，则 X 的结构简式为



(5)  先发生硝化反应生成硝基苯，再还原为苯胺，然后与  反应生成的物质，该物质再与  $\text{SOCl}_2$  在加热条件下反应得到产物，则合成流程图图为



故答案为：

**【点评】** 本题考查有机物的合成，明确合成图中物质的结构与性质的关系、碳链结构与官能团的变化等即可解答，题目难度中等，(5) 为解答的难点，注意结合信息来分析解答。

18. (10分) 硫酸钠 - 过氧化氢加合物 ( $x\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot y\text{H}_2\text{O}_2 \cdot z\text{H}_2\text{O}$ ) 的组成可通过下列实验测定：

①准确称取 1.7700g 样品，配制成 100.00mL 溶液 A。

②准确量取 25.00mL 溶液 A，加入盐酸酸化的  $\text{BaCl}_2$  溶液至沉淀完全，过滤、洗涤、干燥至恒重，得到白色固体 0.5825g。

③准确量取 25.00mL 溶液 A，加适量稀硫酸酸化后，用  $0.02000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KMnO}_4$  溶液滴定至终点，消耗  $\text{KMnO}_4$  溶液 25.00mL。  $\text{H}_2\text{O}_2$  与  $\text{KMnO}_4$  反应的离子方程式如下： $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{O}_2 \uparrow$

(1) 已知室温下  $\text{BaSO}_4$  的  $K_{\text{sp}} = 1.1 \times 10^{-10}$ ，欲使溶液中  $c(\text{SO}_4^{2-}) \leq 1.0 \times 10^{-6} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，应保持溶液中  $c(\text{Ba}^{2+}) \geq \underline{1.1 \times 10^{-4}} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(2) 上述滴定若不加稀硫酸酸化， $\text{MnO}_4^-$  被还原为  $\text{MnO}_2$ ，其离子方程式为  $\underline{2\text{MnO}_4^- + 3\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{MnO}_2 \downarrow + 3\text{O}_2 \uparrow + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O}}$ 。

(3) 通过计算确定样品的组成 (写出计算过程)。

**【考点】** RD：探究物质的组成或测量物质的含量。

**【专题】** 18：实验分析题。

**【分析】** (1) 根据沉淀溶解平衡常数  $K_{\text{sp}} = c(\text{SO}_4^{2-}) \cdot c(\text{Ba}^{2+})$  来计算；

(2) 不加稀硫酸酸化， $\text{MnO}_4^-$  被还原为  $\text{MnO}_2$ ，双氧水被氧化生成氧气，根据电荷守恒可知有氢氧根离子生成，再根据原子守恒判断是否有水生成，配平书写；

(3) 生成的白色固体 0.5825g 为硫酸钡，根据  $n = \frac{m}{M}$  计算硫酸钡的物质的量，根据硫酸

根守恒可知  $n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n(\text{BaSO}_4)$ 。根据方程式计算 25mL 溶液中  $n(\text{H}_2\text{O}_2)$ ，再根

据  $m=nM$  计算 25mL 溶液中硫酸钠、过氧化氢的质量，继而计算结晶水的质量，根据各物质的物质的量之比确定  $x:y:z$ ，据此书写化学式。

**【解答】**解：（1）沉淀溶解平衡常数  $K_{sp}=c(\text{SO}_4^{2-})\cdot c(\text{Ba}^{2+})$ ，当  $c(\text{SO}_4^{2-})\leq 1.0\times 10^{-5}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，所以溶液中  $c(\text{Ba}^{2+})\geq \frac{1.1\times 10^{-10}}{1\times 10^{-6}}=1.1\times 10^{-4}\text{mol/L}$ ，

故答案为： $1.1\times 10^{-4}$ ；

（2）不加稀硫酸酸化， $\text{MnO}_4^-$  被还原为  $\text{MnO}_2$ ，Mn 元素共降低 3 价，双氧水被氧化生成氧气，氧元素共升高 2 价，化合价最小公倍数为 6，故  $\text{MnO}_4^-$  的系数为 2、 $\text{MnO}_2$  的系数为 2， $\text{H}_2\text{O}_2$  的系数为 3、 $\text{O}_2$  系数为 3，根据电荷守恒可知有  $\text{OH}^-$  生成，其系数为 2，由原子守恒可知，有水生成，其系数为 2，反应离子方程式为： $2\text{MnO}_4^-+3\text{H}_2\text{O}_2=2\text{MnO}_2\downarrow+3\text{O}_2\uparrow+2\text{OH}^-+2\text{H}_2\text{O}$ ，

故答案为： $2\text{MnO}_4^-+3\text{H}_2\text{O}_2=2\text{MnO}_2\downarrow+3\text{O}_2\uparrow+2\text{OH}^-+2\text{H}_2\text{O}$ ；

（3） $n(\text{Na}_2\text{SO}_4)=n(\text{BaSO}_4)=\frac{0.5825\text{g}}{233\text{g/mol}}=2.50\times 10^{-3}\text{mol}$ ，

根据  $2\text{MnO}_4^-+5\text{H}_2\text{O}_2+6\text{H}^+=2\text{Mn}^{2+}+8\text{H}_2\text{O}+5\text{O}_2\uparrow$  可知，

$n(\text{H}_2\text{O}_2)=\frac{5}{2}\times 0.02000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\times 0.025\text{L}=1.25\times 10^{-3}\text{mol}$

$m(\text{Na}_2\text{SO}_4)=142\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}\times 2.50\times 10^{-3}\text{mol}=0.355\text{g}$

$m(\text{H}_2\text{O}_2)=34\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}\times 1.25\times 10^{-3}\text{mol}=0.0425\text{g}$

$n(\text{H}_2\text{O})=(1.7700\text{g}\times \frac{25\text{mL}}{100\text{mL}}-0.355\text{g}-0.0425\text{g})\div 18\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}=2.50\times 10^{-3}\text{mol}$

$x:y:z=n(\text{Na}_2\text{SO}_4):n(\text{H}_2\text{O}_2):n(\text{H}_2\text{O})=2:1:2$

硫酸钠 - 过氧化氢加合物的化学式为  $2\text{Na}_2\text{SO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$

答：硫酸钠 - 过氧化氢加合物的化学式为  $2\text{Na}_2\text{SO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。

**【点评】**本题属于物质组成分析与化学综合计算题，涉及氧化还原反应滴定、溶度积的计算、离子方程式书写等，难度中等，注意运用元素守恒进行推理计算，学习中紧紧抓住元素守恒、质量守恒、电荷守恒、极端分析等化学常用分析方法。

19.（11 分）废弃物的综合利用既有利于节约资源，又有利于保护环境。实验室利用废旧电池的铜帽（Cu、Zn 总含量约为 99%）回收 Cu 并制备 ZnO 的部分实验过程如下：



(1) ①铜帽溶解时加入  $\text{H}_2\text{O}_2$  的目的是  $\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$  (用化学方程式表示)。②铜帽溶解完全后, 需将溶液中过量的  $\text{H}_2\text{O}_2$  除去。除去  $\text{H}_2\text{O}_2$  的简便方法是 加热至沸腾。

(2) 为确定加入锌灰(主要成分为  $\text{Zn}$ 、 $\text{ZnO}$ , 杂质为铁及其氧化物)的量, 实验中需测定除去  $\text{H}_2\text{O}_2$  后溶液中  $\text{Cu}^{2+}$  的含量。实验操作为: 准确量取一定体积的含有  $\text{Cu}^{2+}$  的溶液于带塞锥形瓶中, 加适量水稀释, 调节溶液  $\text{pH}=3\sim 4$ , 加入过量的  $\text{KI}$ , 用  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液滴定至终点。上述过程中反应的离子方程式如下: 摇摇  $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- = 2\text{CuI}(\text{白色}) \downarrow + \text{I}_2$   $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$

①滴定选用的指示剂为 淀粉溶液, 滴定终点观察到的现象为 蓝色褪去。

②若滴定前溶液中的  $\text{H}_2\text{O}_2$  没有除尽, 所测定的  $\text{Cu}^{2+}$  含量将会 偏高 (填“偏高”、“偏低”或“不变”)。

(3) 已知  $\text{pH}>11$  时  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  能溶于  $\text{NaOH}$  溶液生成  $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ 。下表列出了几种离子生成氢氧化物沉淀的  $\text{pH}$  (开始沉淀的  $\text{pH}$  按金属离子浓度为  $1.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  计算)。

	开始沉淀的 $\text{pH}$	沉淀完全的 $\text{pH}$
$\text{Fe}^{3+}$	1.1	3.2
$\text{Fe}^{2+}$	5.8	8.8
$\text{Zn}^{2+}$	5.9	8.9

实验中可选用的试剂:  $30\%\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $1.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HNO}_3$ 、 $1.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 。由除去铜的滤液制备  $\text{ZnO}$  的实验步骤依次为:

① 向滤液中加入  $30\%\text{H}_2\text{O}_2$ , 使其充分反应; ② 滴加  $1.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ , 调节溶液  $\text{PH}$  约为 5 (或  $3.2\leq\text{pH}<5.9$ ), 使  $\text{Fe}^{3+}$  沉淀完全; ③ 过滤; ④ 向滤液中滴加  $1.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ , 调节溶液  $\text{PH}$  约为 10 (或  $8.9\leq\text{pH}\leq 11$ ), 使  $\text{Zn}^{2+}$  沉淀完全; ⑤ 过滤、洗涤、干燥; ⑥  $900^\circ\text{C}$  煅烧。

【考点】DH: 难溶电解质的溶解平衡及沉淀转化的本质; GA: 金属的回收与环境、资

源保护；P8：物质分离和提纯的方法和基本操作综合应用；RD：探究物质的组成或测量物质的含量。

【专题】16：压轴题；527：几种重要的金属及其化合物。

【分析】(1) ①酸性条件下 Cu 与过氧化氢发生氧化还原反应生成硫酸铜和水；②过氧化氢加热到 153℃便猛烈的分解；

(2) ①根据淀粉与碘单质作用变蓝解答；

②根据  $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ = \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  解答；

(3) 滴加  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液，使  $\text{Fe}^{2+}$  转化完全为  $\text{Fe}^{3+}$ ，滴加 NaOH 溶液，形成氢氧化铁沉淀，除杂后形成氢氧化锌沉淀，过滤、洗涤、干燥 900℃煅烧制得氧化锌；

【解答】解：(1) ①因为双氧水在酸性溶液中先把铜氧化成氧化铜，当然这是一个微弱的反应，形成一个平衡，但是形成的氧化铜马上就会被稀硫酸溶解，平衡被打破，反应朝正方向进行，故而逐渐溶解，反应的化学方程式为： $\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ；故答案为： $\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ；

②过氧化氢性质比较稳定，若加热到 153℃便猛烈的分解为水和氧气，将溶液中过量的  $\text{H}_2\text{O}_2$  除去可加热至沸腾，

故答案为：加热至沸腾；

(2) ①淀粉溶液为指示剂，当最后一滴  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液滴入时，溶液蓝色褪去，半分钟颜色不变，说明滴定到达终点，故答案为：淀粉溶液，蓝色褪去；

②若留有  $\text{H}_2\text{O}_2$ ，加入 KI 后，会有以下反应： $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ = \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  误当成  $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- = 2\text{CuI}(\text{白色}) \downarrow + \text{I}_2$  生成的碘，使测定结果偏高，

故答案为：偏高；

(3) ①向滤液中加入 30% $\text{H}_2\text{O}_2$ ，使其充分反应，目的使  $\text{Fe}^{2+}$  转化完全为  $\text{Fe}^{3+}$ ，滴加 NaOH 溶液，调节溶液 PH 约为 5 (或  $3.2 \leq \text{pH} < 5.9$ )，使  $\text{Fe}^{3+}$  沉淀完全，向滤液中滴加  $1.0 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaOH，调节溶液 PH 约为 10 (或  $8.9 \leq \text{pH} \leq 11$ )，使  $\text{Zn}^{2+}$  沉淀完全，900℃煅烧，制得氧化锌，

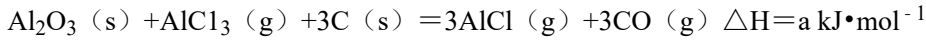
故答案为：向滤液中加入 30% $\text{H}_2\text{O}_2$ ，使其充分反应；滴加  $1.0 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaOH，调节溶液 PH 约为 5 (或  $3.2 \leq \text{pH} < 5.9$ )，使  $\text{Fe}^{3+}$  沉淀完全；向滤液中滴加  $1.0 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaOH，调节溶液 PH 约为 10 (或  $8.9 \leq \text{pH} \leq 11$ )，使  $\text{Zn}^{2+}$  沉淀完全；

【点评】本题主要考查实验室废弃旧电池的铜帽回收铜和制备 ZnO，考查学生对综合实验处理能力，注意实验方案的设计原理和步骤是解答的关键，平时注意打好扎实的基础

知识和灵活应用知识解决问题的能力培养，题目难度中等。

20. (10分) 铝是地壳中含量最高的金属元素，其单质及合金在生产生活中的应用日趋广泛。

(1) 真空碳热还原 - 氯化法可实现由铝土矿制备金属铝，其相关反应的热化学方程式如下：



① 反应  $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{C}(\text{s}) = 2\text{Al}(\text{l}) + 3\text{CO}(\text{g})$  的  $\Delta H = \underline{a+b} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  (用含 a、b 的代数式表示)。

②  $\text{Al}_4\text{C}_3$  是反应过程中的中间产物。 $\text{Al}_4\text{C}_3$  与盐酸反应 (产物之一是含氢量最高的烃) 的化学方程式为  $\underline{\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{HCl} = 4\text{AlCl}_3 + 3\text{CH}_4 \uparrow}$ 。

(2) 镁铝合金 ( $\text{Mg}_{17}\text{Al}_{12}$ ) 是一种潜在的贮氢材料，可在氩气保护下，将一定化学计量比的 Mg、Al 单质在一定温度下熔炼获得。该合金在一定条件下完全吸氢的反应方程式为  $\text{Mg}_{17}\text{Al}_{12} + 17\text{H}_2 = 17\text{MgH}_2 + 12\text{Al}$ 。得到的混合物 Y ( $17\text{MgH}_2 + 12\text{Al}$ ) 在一定条件下可释放出氢气。

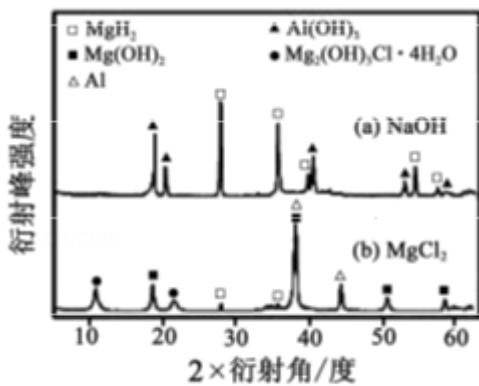


图1

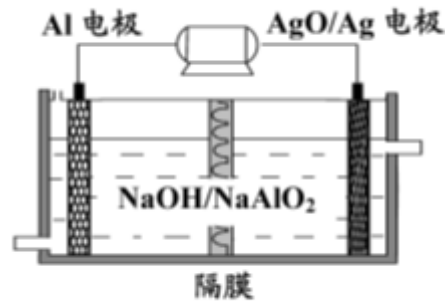


图2

① 熔炼制备镁铝合金 ( $\text{Mg}_{17}\text{Al}_{12}$ ) 时通入氩气的目的是 防止 Mg Al 被空气氧化。

② 在  $6.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$  溶液中，混合物 Y 能完全释放出  $\text{H}_2$ 。1 mol  $\text{Mg}_{17}\text{Al}_{12}$  完全吸氢后得到的混合物 Y 与上述盐酸完全反应，释放出  $\text{H}_2$  的物质的量为 52 mol。

③ 在  $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$  和  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{MgCl}_2$  溶液中，混合物 Y 均只能部分放出氢气，反应后残留固体物质的 X-射线衍射谱图如图 1 所示 (X-射线衍射可用于判断某晶态物质是否存在，不同晶态物质出现衍射峰的衍射角不同)。在上述 NaOH 溶液中，混合物 Y 中产生氢气的主要物质是 Al (填化学式)。

(3) 铝电池性能优越，Al - AgO 电池可用作水下动力电源，其原理如图 2 所示。该电

池反应的化学方程式为  $2\text{Al}+3\text{AgO}+2\text{NaOH}=\underline{2\text{NaAlO}_2+3\text{Ag}+\text{H}_2\text{O}}$ 。

【考点】5A：化学方程式的有关计算；BF：用盖斯定律进行有关反应热的计算；BH：原电池和电解池的工作原理。

【专题】16：压轴题；517：化学反应中的能量变化；527：几种重要的金属及其化合物。

【分析】(1) ①将两个方程式相加即得目标方程式，焓变相应的改变；

②含氢量最高的烃为  $\text{CH}_4$ ，再根据反应物、生成物结合原子守恒写出反应方程式；

(2) ①镁、铝是亲氧元素，易被氧气氧化；

②释放出的  $\text{H}_2$  包括  $\text{Mg}_{17}\text{Al}_{12}$  吸收的氢，还包括镁、铝和盐酸反应生成的氢气；

③根据衍射图确定产生氢气的主要物质，第一个衍射图中铝的量较少，第二个衍射图中铝的量较多；

(3) 该原电池中，铝易失去电子作负极，则银是正极，负极上铝和氢氧化钠反应生成偏铝酸钠，正极上氧化银得电子生成银，据此写出电池反应式。

【解答】解：(1) ①根据盖斯定律，将题中所给两方程式相加得  $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})+3\text{C}(\text{s})=2\text{Al}(\text{l})+3\text{CO}(\text{g})$ ，对应的  $\Delta H=(a+b)\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，

故答案为： $a+b$ ；

②含氢量最高的烃为  $\text{CH}_4$ ，根据碳原子守恒，3个碳需要结合12个H原子形成3个  $\text{CH}_4$ ，再由铝原子守恒，4个铝需要结合12个Cl形成4个  $\text{AlCl}_3$ ，所以  $\text{Al}_4\text{C}_3$  与  $\text{HCl}$  之间为1:12参加反应，故该反应方程式为： $\text{Al}_4\text{C}_3+12\text{HCl}=4\text{AlCl}_3+3\text{CH}_4\uparrow$ ，故答案为： $\text{Al}_4\text{C}_3+12\text{HCl}=4\text{AlCl}_3+3\text{CH}_4\uparrow$ ；

(2) ①镁、铝都是活泼的金属单质，容易被空气中的氧气氧化，通入氩气作保护气，以防止二者被氧化

，故答案为：防止Mg Al被空气氧化；

②  $1\text{molMg}_{17}\text{Al}_{12}$  完全吸氢  $17\text{mol}$ ，在盐酸中会全部释放出来，镁铝合金中的镁和铝都能与盐酸反应生成  $\text{H}_2$ ，生成氢气的物质的量分别为  $17\text{mol}$ 、 $18\text{mol}$ ，则生成氢气一共  $(17+17+12$

$\times \frac{3}{2})\text{mol}=52\text{mol}$ ，

故答案为：52；

③镁与  $\text{NaOH}$  不反应，再根据衍射谱图可知，在  $\text{NaOH}$  溶液中产生氢气的主要物质是铝，故答案为：Al；(3) 铝做负极，失电子被氧化，在碱性溶液中生成  $\text{NaAlO}_2$ ，氧化银做正



(3)  $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$  中与  $\text{Cu}^{2+}$  与 4 个  $\text{OH}^-$  形成配位键。

**【解答】**解：(1) ①Mn 的原子序数为 25，基态原子的电子排布式为， $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$ ，则  $\text{Mn}^{2+}$  基态的电子排布式可表示为  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$  (或  $[\text{Ar}]3d^5$ )，故答案为： $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$  (或  $[\text{Ar}]3d^5$ )；

② $\text{NO}_3^-$  中 N 原子形成 3 个  $\delta$  键，没有孤电子对，则应为平面三角形，故答案为：平面三角形；

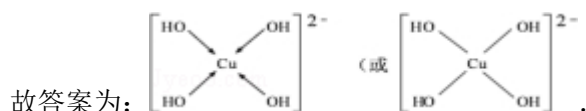
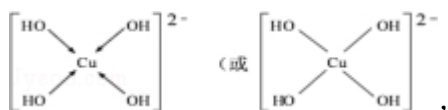
(2) ① $\text{N}_2$  与 CO 为等电子体，二者结构相似， $\text{N}_2$  的结构为  $\text{N}\equiv\text{N}$ ，则 CO 的结构为  $\text{C}\equiv\text{O}$ ，故答案为： $\text{C}\equiv\text{O}$ ；

② $\text{H}_2\text{O}$  分子中 O 形成 2 个  $\delta$  键，孤电子对数为  $\frac{6-2\times 1}{2}=2$ ，则为杂化  $\text{sp}^3$ ；

③ $\text{CO}_2$  的结构式为  $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ ，分子中 C 形成 2 个  $\delta$  键，则  $1\text{molCO}_2$  中含有的  $\sigma$  键数目为  $\times 6.02\times 10^{23}$  个 (或 2mol)，

故答案为： $2\times 6.02\times 10^{23}$  个 (或 2mol)；

(3)  $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$  中与  $\text{Cu}^{2+}$  与 4 个  $\text{OH}^-$  形成配位键，可表示为



故答案为：

**【点评】**本题综合考查物质的结构与性质知识，侧重于电子排布式、等电子体、杂化类型与配位键等知识，题目难度中等，注意把握杂化类型的判断方法。

22. (5 分) [实验化学]次硫酸氢钠甲醛 ( $\text{NaHSO}_2\cdot\text{HCHO}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 在印染、医药以及原子能工业中应用广泛。以  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{HCHO}$  和锌粉为原料制备次硫酸氢钠甲醛的实验步骤如下：

步骤 1：在烧瓶中 (装置如图所示) 加入一定量  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  和水，搅拌溶解，缓慢通入  $\text{SO}_2$ ，至溶液 pH 约为 4，制得  $\text{NaHSO}_3$  溶液。步骤 2：将装置 A 中导气管换成橡皮塞。向烧瓶中加入稍过量的锌粉和一定量甲醛溶液，在  $80\sim 90^\circ\text{C}$  下，反应约 3h，冷却至室温，抽滤。步骤 3：将滤液真空蒸发浓缩，冷却结晶。

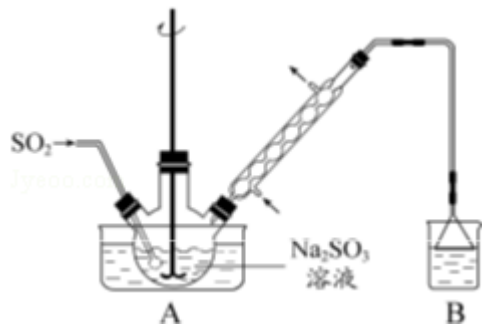
(1) 装置 B 的烧杯中应加入的溶液是 氢氧化钠溶液。

(2) ①步骤 2 中，反应生成的  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  会覆盖在锌粉表面阻止反应进行，防止该现象发生的措施是 快速搅拌。②冷凝管中回流的主要物质除  $\text{H}_2\text{O}$  外还有 HCHO

(填化学式)。

(3) ①抽滤装置所包含的仪器除减压系统外还有 吸滤瓶、布氏漏斗 (填仪器名称)。②滤渣的主要成分有  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Zn}$  (填化学式)。

(4) 次硫酸氢钠甲醛具有强还原性，且在  $120^\circ\text{C}$  以上发生分解。步骤 3 中不在敞口容器中蒸发浓缩的原因是 防止产物被空气氧化。



**【考点】** P8: 物质分离和提纯的方法和基本操作综合应用; U3: 制备实验方案的设计.

**【专题】** 16: 压轴题; 17: 综合实验题.

**【分析】** (1) 未反应的二氧化硫气体是酸性氧化物能和碱溶液反应;

(2) 防止氢氧化锌覆盖在锌粉上阻止反应进行; 甲醛易挥发;

(3) 依据抽滤装置的组成和原理分析判断仪器; 加入的锌过量, 反应生成的  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  会覆盖在锌粉表面阻止反应进行;

(4) 次硫酸氢钠甲醛具有强还原性, 遇到空气中的氧气易被氧化;

**【解答】** 解: (1) 实验中未参与反应的二氧化硫气体会通过导气管进入 B 装置, 可以用氢氧化钠溶液吸收二氧化硫防止污染空气;

故答案为: 氢氧化钠溶液;

(2) ①为防止氢氧化锌覆盖在锌粉表面阻止反应进行, 可以快速搅拌避免固体在三颈烧瓶底部沉积;

故答案为: 快速搅拌;

②HCHO 易挥发, 在  $80^\circ\text{C} - 90^\circ\text{C}$  条件下会大量挥发, 加冷凝管可以使 HCHO 冷凝回流提高 HCHO 的利用率;

故答案为: HCHO;

(3) 抽滤装置不同于普通过滤装置, 由减压系统 (真空泵), 吸滤瓶和布氏漏斗等组成, 抽滤后滤液中含有未反应的锌粉和反应生成的氢氧化锌;

故答案为：吸滤瓶；布氏漏斗； $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ； $\text{Zn}$ ；

(4) 次硫酸氢钠甲醛具有还原性，在敞口容器中蒸发浓缩，可以被空气中的氧气氧化变质；

故答案为：防止产物被空气氧化；

**【点评】** 本题考查了实验制备方案的设计，实验步骤的操作，仪器使用方法，反应过程中的物质判断，题目难度中等。