

# 2017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) 2017年世界地球日我国的主题为“节约集约利用资源，倡导绿色简约生活”。下列做法应提倡的是( )

- A. 夏天设定空调温度尽可能的低
- B. 推广使用一次性塑料袋和纸巾
- C. 少开私家车多乘公共交通工具
- D. 对商品进行豪华包装促进销售

【考点】FE：“三废”处理与环境保护。

【专题】56：化学应用。

【分析】绿色简约生活方式是一种生活理念，也是一种生活态度，指的是生活作息时所耗用的能量要尽量减少，特别是减少二氧化碳的排放量，减缓生态恶化；可以从节电、节能和回收等环节来改变生活细节，据此进行分析判断即可。

【解答】解：A、夏天设定空调温度尽可能的低，浪费了电能资源，增加能量损耗，故A错误；

B、推广使用一次性塑料袋和纸巾，浪费了资源，故B错误；

C、少开私家车多乘公共交通工具，可以节约资源，减少空气污染，故C正确；


D、对商品进行豪华包装促进销售，浪费了资源，故D错误；

故选：C。

【点评】解答本题关键是看是否减少了对空气中可吸收颗粒物的释放，环保问题已经引起了全球的重视，难度不大。

2. (2分) 下列有关化学用语表示正确的是( )

A. 质量数为31的磷原子： $^{31}_{15}\text{P}$

B. 氟原子的结构示意图：

C.  $\text{CaCl}_2$ 的电子式： $\text{Ca}^{2+}[:\ddot{\text{Cl}}:]_2$

D. 明矾的化学式： $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

【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.

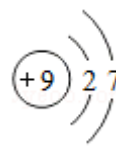
【分析】A. 质量数=质子数+中子数，元素符号的左上角为质量数、左下角为质子数；

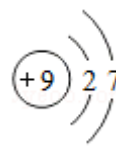
B. 氟原子的核电荷数=核外电子总数=9，最外层含有7个电子；

C. 两个氯离子不能合并；

D. 明矾为十二水合硫酸铝钾.

【解答】解：A. 质量数为31的磷原子的质量数=15+16=31，该原子正确的表示方法为： $^{31}_{15}\text{P}$ ，故A正确；



B. 氟原子的核电荷数、核外电子总数都是9，其正确的结构示意图为 ，故B错误；

C. 氯化钙为离子化合物，电子式中需要标出阴阳离子所带电荷，氯化钙正确的电子式为  $[\ddot{\text{Cl}}:]^{-}\text{Ca}^{2+}[:\ddot{\text{Cl}}:]^{-}$ ，故C错误；

D. 明矾化学式中含有结晶水，其正确的化学式为： $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ，故D错误；  
故选：A。

【点评】本题考查常见化学用语的表示方法，题目难度不大，涉及电子式、原子结构示意图、元素符号、化学式等知识，注意掌握常见化学用语的书写原则，试题培养学生的规范答题能力。

3. (2分) 下列有关物质性质与用途具有对应关系正确的是 ( )

A.  $\text{Na}_2\text{O}_2$  吸收  $\text{CO}_2$  产生  $\text{O}_2$ ，可用作呼吸面具供氧剂

B.  $\text{ClO}_2$  具有还原性，可用于自来水的杀菌消毒

C.  $\text{SiO}_2$  硬度大，可用于制造光导纤维

D.  $\text{NH}_3$  易溶于水，可用作制冷剂

【考点】14：物质的组成、结构和性质的关系.

【专题】513：物质的性质和变化专题.

【分析】A.  $\text{Na}_2\text{O}_2$  吸收  $\text{CO}_2$  生成  $\text{O}_2$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ，氧气能供给呼吸；

B.  $\text{ClO}_2$  具有强氧化性；

C. 光纤维的主要成分是二氧化硅，光纤维是利用光的全反射原理；

D. 氨气易液化而吸收热量导致周围环境温度降低。

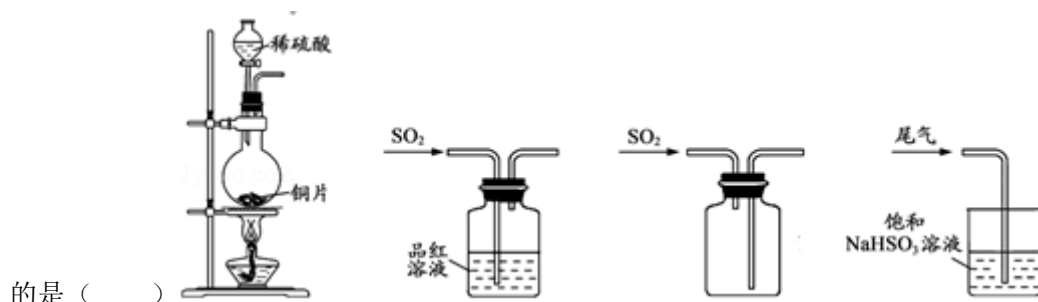
【解答】解：A.  $\text{Na}_2\text{O}_2$  吸收  $\text{CO}_2$  生成  $\text{O}_2$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ，且人呼出的水蒸气也能和过氧化

- 钠反应生成氧气，氧气能供给呼吸，所以过氧化钠可用作呼吸面具的供氧剂，故 A 正确；
- B.  $\text{ClO}_2$  具有强氧化性而使蛋白质变性，所以该物质能杀菌消毒，故 B 错误；
- C. 光纤维的主要成分是二氧化硅，光纤维是利用光的全反射原理，与二氧化硅的硬度大小无关，故 C 错误；
- D. 氨气易液化而吸收热量导致周围环境温度降低，所以氨气常常作制冷剂，与氨气易溶于水无关，故 D 错误；

故选：A。

**【点评】** 本题考查物质组成、结构和性质，为高频考点，属于基础题，明确物质结构和性质是解本题关键，结构决定性质、性质决定用途，题目难度不大。

4. (2分) 下列制取  $\text{SO}_2$ 、验证其漂白性、收集并进行尾气处理的装置和原理能达到实验目的的是 ( )



- A. 制取  $\text{SO}_2$       B. 验证漂白性      C. 收集  $\text{SO}_2$       D. 尾气处理

**【考点】** U5: 化学实验方案的评价。

**【专题】** 25: 实验评价题。

**【分析】** 实验室可用浓硫酸和铜在加热条件下反应制备二氧化硫，二氧化硫密度比空气大，可用向上排空气法收集，具有漂白性，可使品红褪色，二氧化硫为酸性氧化物，可与碱反应，以此解答该题。

**【解答】** 解：A. 稀硫酸和铜不反应，应用浓硫酸和铜反应制备二氧化硫气体，故 A 错误；

B. 二氧化硫具有漂白性，可使品红褪色，操作符合要求，可达到实验目的，故 B 正确；

C. 二氧化硫密度比空气大，可用向上排空气法收集，气体应从长导管进入，故 C 错误；

D. 二氧化硫不溶于饱和亚硫酸氢钠溶液，应用氢氧化钠溶液吸收尾气，且防止倒吸，故 D 错误。

故选：B。

**【点评】** 本题考查较为综合，涉及气体的制备、收集以及性质的检验等，为高频考点，

侧重于学生的分析能力和实验能力的考查，注意把握物质的性质的异同以及实验的严密性和可行性的评价，难度中等

5. (2分) 短周期主族元素 X、Y、Z、W 原子序数依次增大，其中只有 Y、Z 处于同一周期且相邻，Z 是地壳中含量最多的元素，W 是短周期中金属性最强的元素。下列说法正确的是 ( )

- A. 原子半径:  $r(X) < r(Y) < r(Z) < r(W)$
- B. W 的最高价氧化物的水化物是一种弱碱
- C. Y 的单质的氧化性比 Z 的强
- D. X、Y、Z 三种元素可以组成共价化合物和离子化合物

**【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 原子序数依次增大，Z 是地壳中含量最多的元素，W 是短周期中金属性最强的元素，则 Z 是 O、W 是 Na 元素，其中只有 Y、Z 处于同一周期且相邻，且 Y 原子序数小于 Z，则 Y 是 N 元素，X 是 H 元素；

- A. 原子的电子层数越多其原子半径越大，原子的电子层数相同的元素，其原子半径随着原子序数增大而减小；
- B. W 的最高价氧化物的水化物是 NaOH；
- C. Y 单质是氮气、Z 单质是氧气，元素的非金属性氧气，其单质的氧化性越强；
- D. X、Y、Z 三种元素组成的化合物可能是硝酸、硝酸铵.

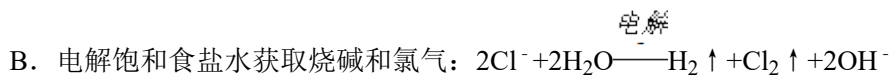
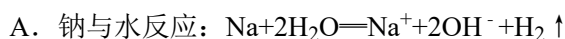
**【解答】**解：短周期主族元素 X、Y、Z、W 原子序数依次增大，Z 是地壳中含量最多的元素，W 是短周期中金属性最强的元素，则 Z 是 O、W 是 Na 元素，其中只有 Y、Z 处于同一周期且相邻，且 Y 原子序数小于 Z，则 Y 是 N 元素，X 是 H 元素；

- A. 原子的电子层数越多其原子半径越大，原子的电子层数相同的元素，其原子半径随着原子序数增大而减小，X 位于第一周期、Y 和 Z 位于第二周期且原子序数  $Y < Z$ ，W 位于第三周期，所以原子半径:  $r(X) < r(Z) < r(Y) < r(W)$ ，故 A 错误；
- B. W 的最高价氧化物的水化物是 NaOH，NaOH 是强碱，故 B 错误；
- C. Y 单质是氮气、Z 单质是氧气，元素的非金属性氧气，其单质的氧化性越强，非金属性  $O > N$  元素，所以 Z 单质的氧化性大于 Y，故 C 错误；
- D. X、Y、Z 三种元素组成的化合物可能是硝酸、硝酸铵，硝酸是共价化合物、硝酸铵是离子化合物，故 D 正确；

故选：D。

**【点评】** 本题考查原子结构和元素周期律，为高频考点，明确原子结构、元素周期表结构及元素周期律是解本题关键，正确判断元素是解本题关键，注意：铵盐中不含金属元素但属于离子化合物，题目难度不大。

6. (2分) 下列指定反应的离子方程式正确的是 ( )



**【考点】** 49：离子方程式的书写。

**【专题】** 516：离子反应专题。

**【分析】** A. 钠和水反应生成氢氧化钠和氢气，且离子方程式要遵循原子守恒、电荷守恒和转移电子守恒；

B. 电解饱和食盐水时，阳极上生成氯气、阴极上生成氢气同时阴极附近有 NaOH 生成；

C. 二者反应生成硫酸钡和水，且氢离子、氢氧根离子和水的计量数都是 2；

D. 二者反应生成碳酸钙沉淀、一水合氨和水。

**【解答】** 解：A. 钠和水反应生成氢氧化钠和氢气，且离子方程式要遵循原子守恒、电荷守恒和转移电子守恒，离子方程式为  $2\text{Na}+2\text{H}_2\text{O}=2\text{Na}^++2\text{OH}^-+\text{H}_2\uparrow$ ，故 A 错误；

B. 电解饱和食盐水时，阳极上生成氯气、阴极上生成氢气同时阴极附近有 NaOH 生成，

离子方程式为  $2\text{Cl}^-+2\text{H}_2\text{O}\xrightarrow{\text{电解}}\text{H}_2\uparrow+\text{Cl}_2\uparrow+2\text{OH}^-$ ，故 B 正确；

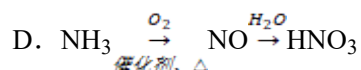
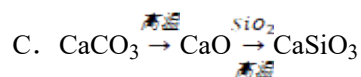
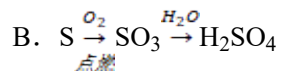
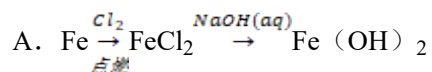
C. 二者反应生成硫酸钡和水，且氢离子、氢氧根离子和水的计量数都是 2，离子方程式为  $\text{Ba}^{2+}+2\text{OH}^-+2\text{H}^++\text{SO}_4^{2-}=\text{BaSO}_4\downarrow+2\text{H}_2\text{O}$ ，故 C 错误；

D. 二者反应生成碳酸钙沉淀、一水合氨和水，离子方程式为向碳酸氢铵溶液中加入足量石灰水： $\text{NH}_4^++\text{Ca}^{2+}+\text{HCO}_3^-+2\text{OH}^-=\text{CaCO}_3\downarrow+\text{H}_2\text{O}+\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ ，故 D 错误；

故选：B。

**【点评】** 本题考查离子方程式书写的正误判断，为高频考点，把握发生的反应及离子反应的书写方法为解答的关键，侧重复分解反应、氧化还原反应的离子反应考查，注意离子反应中保留化学式的物质及电子、电荷守恒，题目难度不大。

7. (2分) 在给定条件下, 下列选项所示的物质间转化均能实现的是 ( )



【考点】EB: 氮的化学性质; FO: 含硫物质的性质及综合应用; GM: 铁的化学性质.

【专题】513: 物质的性质和变化专题.

【分析】A、铁与氯气反应生成三氯化铁;

B. 硫与氧气反应生成二氧化硫;

C.  $\text{CaCO}_3$  高温分解生成  $\text{CaO}$ ,  $\text{CaO}$  和二氧化硅高温反应生成硅酸钙;

D. 氨气催化氧化生成  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}$  和水不反应。

【解答】解: A、因为氯气具有强氧化性, 则铁与氯气反应生成三氯化铁, 而不是氯化亚铁, 故 A 错误;

B. 硫与氧气反应生成二氧化硫, 而不是三氧化硫, 故 B 错误;

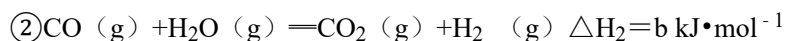
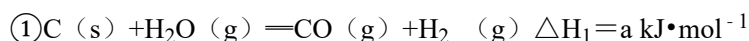
C.  $\text{CaCO}_3$  高温分解生成  $\text{CaO}$ ,  $\text{CaO}$  为碱性氧化物, 和酸性氧化物二氧化硅高温反应生成盐硅酸钙, 故 C 正确;

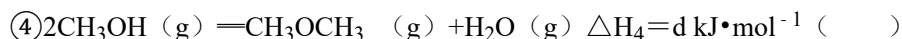
D. 氨气催化氧化生成  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}$  和水不反应, 不能生成硝酸, 故 D 错误;

故选: C。

【点评】本题考查了物质性质、物质转化的应用, 主要是硫、铁、氮的化合物性质的理解判断, 掌握基础是解题关键, 题目难度中等。

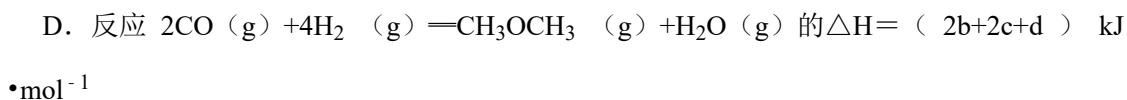
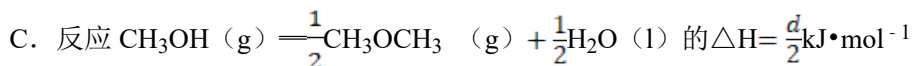
8. (2分) 通过以下反应可获得新型能源二甲醚 ( $\text{CH}_3\text{OCH}_3$ )。下列说法不正确的是





A. 反应①、②为反应③提供原料气

B. 反应③也是  $\text{CO}_2$  资源化利用的方法之一



**【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. 反应③中的反应物为  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2$ ;

B. 反应③中的反应物为  $\text{CO}_2$ , 转化为甲醇;

C. 由反应④可知, 物质的量与热量成正比, 且气态水的能量比液态水的能量高;

D. 由盖斯定律可知, ② $\times$ 2+③ $\times$ 2+④得到  $2\text{CO}(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ .

**【解答】**解: A. 反应③中的反应物为  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2$ , 由反应可知, 反应①、②为反应③提供原料气, 故 A 正确;

B. 反应③中的反应物为  $\text{CO}_2$ , 转化为甲醇, 则反应③也是  $\text{CO}_2$  资源化利用的方法之一, 故 B 正确;

C. 由反应④可知, 物质的量与热量成正比, 且气态水的能量比液态水的能量高, 则反应  $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) = \frac{1}{2}\text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  的  $\Delta H \neq \frac{d}{2} \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 故 C 错误;

D. 由盖斯定律可知, ② $\times$ 2+③ $\times$ 2+④得到  $2\text{CO}(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ , 则  $\Delta H = (2b+2c+d) \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 故 D 正确;

故选: C.

**【点评】**本题考查反应热与焓变, 为高频考点, 把握反应的特点、反应中能量变化、盖斯定律应用为解答的关键, 侧重分析能力和应用能力的考查, 题目难度中等.

9. (2分) 常温下, 下列各组离子在指定溶液中能大量共存的是 ( )

A. 无色透明的溶液中:  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{SCN}^-$ 、 $\text{Cl}^-$

B.  $c(\text{H}^+)/c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-12}$  的溶液中:  $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$

C.  $c(\text{Fe}^{2+}) = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的溶液中:  $\text{K}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{MnO}_4^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$

D. 能使甲基橙变红的溶液中:  $\text{Na}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$

【考点】DP: 离子共存问题.

【专题】516: 离子反应专题.

【分析】A. 无色透明说明溶液中不含有色离子, 且离子之间不反应;

B.  $c(\text{H}^+)/c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-12}$  的溶液, 溶液呈碱性, 离子之间不反应且和氢氧根离子不反应的能大量共存;

C. 能和亚铁离子反应的离子不能大量共存;

D. 能使甲基橙溶液变红色, 说明溶液呈酸性, 离子之间不反应的能大量共存.

【解答】解: A.  $\text{Fe}^{3+}$  呈黄色, 不符合无色条件, 且  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{SCN}^-$  发生络合反应而不能大量共存, 故 A 错误;

B.  $c(\text{H}^+)/c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-12}$  的溶液, 溶液呈碱性, 这几种离子之间不反应且都不和氢氧根离子反应, 所以能大量共存, 故 B 正确;

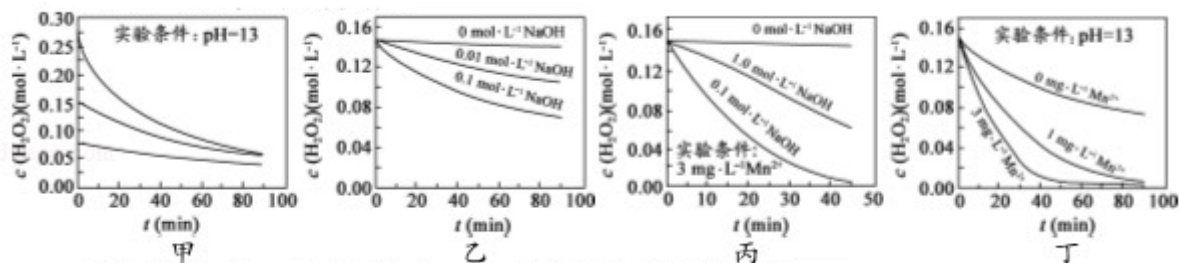
C.  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{MnO}_4^-$  发生氧化还原反应而不能大量共存, 故 C 错误;

D. 能使甲基橙溶液变红色, 说明溶液呈酸性,  $\text{HCO}_3^-$  能和氢离子反应生成二氧化碳和水而不能大量共存, 故 D 错误;

故选: B.

【点评】本题考查离子共存, 为高频考点, 侧重考查氧化还原反应、络合反应、复分解反应, 明确离子共存条件及离子性质是解本题关键, 注意隐含信息的灵活运用, 题目难度不大.

10. (2分)  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解速率受多种因素影响. 实验测得  $70^\circ\text{C}$  时不同条件下  $\text{H}_2\text{O}_2$  浓度随时间的变化如图所示. 下列说法正确的是 ( )



A. 图甲表明, 其他条件相同时,  $\text{H}_2\text{O}_2$  浓度越小, 其分解速率越快

B. 图乙表明, 其他条件相同时, 溶液 pH 越小,  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解速率越快

C. 图丙表明, 少量  $\text{Mn}^{2+}$  存在时, 溶液碱性越强,  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解速率越快

D. 图丙和图丁表明，碱性溶液中， $Mn^{2+}$ 对  $H_2O_2$  分解速率的影响大

**【考点】** CA: 化学反应速率的影响因素.

**【专题】** 51F: 化学反应速率专题.

**【分析】** A. 图甲中溶液的 pH 相同，但浓度不同，浓度越大，相同时间内浓度的变化量越大；

B. 图乙中  $H_2O_2$  浓度相同，但加入 NaOH 浓度不同，说明溶液的 pH 不同，NaOH 浓度越大，相同时间内双氧水浓度变化量越大；

C. 图丙中少量  $Mn^{2+}$  存在时，相同时间内双氧水浓度变化量： $0.1mol/LNaOH$  溶液  $>$   $1.0mol/LNaOH$  溶液  $>$   $0mol/LNaOH$  溶液；

D. 图丁中 pH 相同，锰离子浓度越大，相同时间内双氧水浓度变化量越大。

**【解答】**解：A. 图甲中溶液的 pH 相同，但浓度不同，浓度越大，相同时间内浓度的变化量越大，由此得出相同 pH 条件下，双氧水浓度越大，双氧水分解速率越快，故 A 错误；

B. 图乙中  $H_2O_2$  浓度相同，但加入 NaOH 浓度不同，说明溶液的 pH 不同，NaOH 浓度越大，相同时间内双氧水浓度变化量越大，由此得出：双氧水浓度相同时，pH 越大双氧水分解速率越快，故 B 错误；

C. 图丙中少量  $Mn^{2+}$  存在时，相同时间内双氧水浓度变化量： $0.1mol/LNaOH$  溶液  $>$   $1.0mol/LNaOH$  溶液  $>$   $0mol/LNaOH$  溶液，由此得出：锰离子作催化剂时受溶液 pH 的影响，溶液碱性越弱，其分解速率越快，故 C 错误；

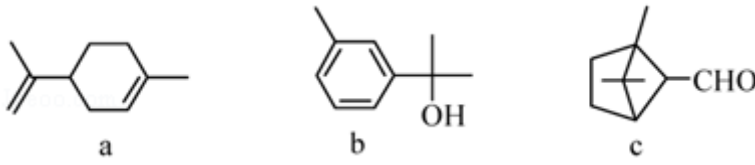
D. 图丁中 pH 相同，锰离子浓度越大，相同时间内双氧水浓度变化量越大，图丙中说明催化剂的催化效率受溶液的 pH 值影响，由此得出：碱性溶液中， $Mn^{2+}$ 对  $H_2O_2$  分解速率的影响大，故 D 正确；

故选：D。

**【点评】** 本题以双氧水分解为载体考查影响化学反应速率影响因素，为高频考点，侧重考查学生图象分析、判断、归纳及知识灵活运用能力，明确图中曲线变化趋势及影响因素是解本题关键，题目难度中等。

**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) 萜类化合物广泛存在于动植物体内, 关于下列萜类化合物的说法正确的是( )



- A. a 和 b 都属于芳香族化合物  
 B. a 和 c 分子中所有碳原子均处于同一平面上  
 C. a、b 和 c 均能使酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液褪色  
 D. b 和 c 均能与新制的  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  反应生成红色沉淀

【考点】HD: 有机物的结构和性质.

【专题】536: 有机物分子组成通式的应用规律.

【分析】A. a 中不含苯环;

B. a、c 中含甲基、亚甲基、次甲基均为四面体构型;

C. a 含碳碳双键、b 中苯环上连有甲基、c 含  $-\text{CHO}$ ;

D. 只有  $-\text{CHO}$  与新制的  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  反应生成红色沉淀.

【解答】解: A. a 中不含苯环, 则不属于芳香族化合物, 只有 b 属于, 故 A 错误;

B. a、c 中含甲基、亚甲基、次甲基均为四面体构型, 则 a 和 c 分子中所有碳原子不可能处于同一平面上, 故 B 错误;

C. a 含碳碳双键、b 中苯环上连有甲基、c 含  $-\text{CHO}$ , 均能使酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液褪色, 故 C 正确;

D. 只有  $-\text{CHO}$  与新制的  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  反应生成红色沉淀, 则只有 c 能与新制的  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  反应生成红色沉淀, 故 D 错误;

故选: C.

【点评】本题考查有机物的结构与性质, 为高频考点, 把握官能团与性质的关系、有机反应为解答的关键, 侧重分析能力和应用能力的考查, 注意选项 B 为解答的难点, 题目难度不大.

12. (4分) 下列说法正确的是( )

A. 反应  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$  的  $\Delta H < 0$ ,  $\Delta S > 0$

B. 地下钢铁管道用导线连接锌块可以减缓管道的腐蚀

C. 常温下,  $K_{\text{sp}}[\text{Mg}(\text{OH})_2] = 5.6 \times 10^{-12}$ ,  $\text{pH} = 10$  的含  $\text{Mg}^{2+}$  溶液中,  $c(\text{Mg}^{2+}) \leq 5.6 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

D. 常温常压下, 锌与稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  反应生成 11.2 L  $\text{H}_2$ , 反应中转移的电子数为  $6.02 \times 10^{23}$

【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. 由化学计量数可知  $\Delta S < 0$ ;

B. 导线连接锌块, 构成原电池时 Zn 为负极;

C. pH=10 的含  $\text{Mg}^{2+}$  溶液中,  $c(\text{OH}^-) = 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $c(\text{Mg}^{2+}) \leq \frac{K_{sp}}{c(\text{OH}^-)^2}$ ;

D. 常温常压下,  $V_m \neq 22.4 \text{ L/mol}$ .

【解答】解: A. 合成氨反应为放热反应,  $\Delta H < 0$ , 且为气体体积减小的反应, 则  $\Delta S < 0$ , 故 A 错误;

B. 导线连接锌块, 构成原电池时 Zn 为负极, Fe 作正极被保护, 则可以减缓管道的腐蚀, 故 B 正确;

C. pH = 10 的含  $\text{Mg}^{2+}$  溶液中,  $c(\text{OH}^-) = 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $c(\text{Mg}^{2+}) \leq \frac{5.6 \times 10^{-12}}{(10^{-4})^2} = 5.6 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 故 C 正确;

D. 常温常压下,  $V_m \neq 22.4 \text{ L/mol}$ , 则不能利用氢气的体积计算物质的量及转移电子数, 故 D 错误;

故选: BC。

【点评】本题考查较综合, 涉及反应热与焓变、原电池、难溶电解质  $K_{sp}$  的计算等, 为高频考点, 把握化学反应原理为解答的关键, 侧重分析能力和应用能力的考查, 注意选项 D 为易错点, 题目难度中等.

13. (4 分) 根据下列实验操作和现象所得到的结论正确的是 ( )

选项	实验操作和现象	结论
A	向硅酸钠溶液中滴加 1 滴酚酞, 然后逐滴加入稀盐酸至红色褪去, 2min 后, 试管里出现凝胶	非金属性: $\text{Cl} > \text{Si}$
B	向滴有甲基橙的 $\text{AgNO}_3$ 溶液中滴加 $\text{KCl}$ 溶液, 溶液由红色变为黄色	$\text{KCl}$ 溶液具有碱性
C	在 $\text{CuSO}_4$ 溶液中滴加 $\text{KI}$ 溶液, 再加入苯, 振荡, 有白色沉淀生成, 苯层呈紫色	白色沉淀可能为 $\text{CuI}$

D	某溶液滴加盐酸酸化的 BaCl <sub>2</sub> 溶液，生成白色沉淀	该溶液中一定含有 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
---	--	--

A. A

B. B

C. C

D. D

**【考点】** U5: 化学实验方案的评价.

**【专题】** 25: 实验评价题.

**【分析】** A. 比较非金属性，应用最高价氧化物的水化物；

B. 生成 AgCl 沉淀，银离子浓度减小，酸性减弱；

C. 硫酸铜与 KI 发生氧化还原反应生成碘和 CuI；

D. 滴加盐酸酸化的 BaCl<sub>2</sub> 溶液，生成白色沉淀，该沉淀为硫酸钡或 AgCl 等。

**【解答】**解：A. 该实验只能比较酸性的强弱，但不能比较非金属性，应用最高价氧化物的水化物，故 A 错误；

B. 硝酸银为强酸弱碱盐，水解呈酸性，加入 KCl 生成 AgCl 沉淀，银离子浓度减小，酸性减弱，故 B 错误；

C. 苯层呈紫色，说明生成碘，硫酸铜与 KI 发生氧化还原反应生成碘和 CuI，故 C 正确

D. 滴加盐酸酸化的 BaCl<sub>2</sub> 溶液，生成白色沉淀，该沉淀为硫酸钡或 AgCl 等，可能含有硫酸根离子，故 D 错误。

故选：C。

**【点评】** 本题考查了化学实验方案的评价，为高频考点，题目难度中等，涉及金属性、非金属性强弱比较、弱电解质的电离平衡及其影响等知识，明确常见元素及其化合物性质为解答关键，试题培养了学生的分析能力及灵活应用能力。

14. (4分) 常温下， $K_a(\text{HCOOH}) = 1.77 \times 10^{-4}$ ， $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1.75 \times 10^{-5}$ ， $K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1.76 \times 10^{-5}$ ，下列说法正确的是 ( )

A. 浓度均为  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 HCOONa 和  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液中阳离子的物质的量浓度之和：前者大于后者

B. 用相同浓度的 NaOH 溶液分别滴定等体积 pH 均为 3 的 HCOOH 和  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液至终点，消耗 NaOH 溶液的体积相等

C.  $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  HCOOH 与  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaOH 等体积混合后的溶液中： $c(\text{HCOO}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{HCOOH}) + c(\text{H}^+)$

D.  $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{CH}_3\text{COONa}$  与  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  盐酸等体积混合后的溶液中 ( $\text{pH} < 7$ ):  $c$

$c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{CH}_3\text{COOH}) > c(\text{H}^+)$

【考点】D5: 弱电解质在水溶液中的电离平衡.

【专题】51G: 电离平衡与溶液的 pH 专题.

【分析】A. 电离平衡常数越大, 其离子水解程度越小, 根据电离平衡常数知, 其离子水解程度:  $\text{CH}_3\text{COO}^- > \text{NH}_4^+ > \text{HCOO}^-$ , 任何电解质溶液中都存在电荷守恒, 所以得出  $c(\text{HCOO}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = 0.1\text{mol/L} + c(\text{H}^+)$ 、 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-) = 0.1\text{mol/L} + c(\text{OH}^-)$ , 水解程度  $\text{NH}_4^+ > \text{HCOO}^-$ , 所以前者  $c(\text{H}^+)$  大于后者  $c(\text{OH}^-)$ ;

B. pH 相同的  $\text{HCOOH}$  和  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 浓度:  $c(\text{HCOOH}) < c(\text{CH}_3\text{COOH})$ , 用相同浓度的  $\text{NaOH}$  溶液分别滴定等体积 pH 均为 3 的  $\text{HCOOH}$  和  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液至终点时, 酸的浓度越大, 消耗的碱体积越大;

C. 任何电解质溶液中都存在电荷守恒和物料守恒, 根据电荷守恒得  $c(\text{HCOO}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)$ , 混合溶液中溶质为等物质的量浓度的  $\text{HCOOH}$  和  $\text{HCOONa}$ ;

D. 二者混合后溶液中的溶质为等物质的量浓度的  $\text{CH}_3\text{COONa}$ 、 $\text{CH}_3\text{COOH}$  和  $\text{NaCl}$ , 混合溶液的  $\text{pH} < 7$ , 说明醋酸电离程度大于醋酸钠水解程度。

【解答】解: A. 电离平衡常数越大, 其离子水解程度越小, 根据电离平衡常数知, 其离子水解程度:  $\text{CH}_3\text{COO}^- > \text{NH}_4^+ > \text{HCOO}^-$ , 任何电解质溶液中都存在电荷守恒, 所以得出  $c(\text{HCOO}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = 0.1\text{mol/L} + c(\text{H}^+)$ 、 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-) = 0.1\text{mol/L} + c(\text{OH}^-)$ , 水解程度  $\text{NH}_4^+ > \text{HCOO}^-$ , 所以前者  $c(\text{H}^+)$  大于后者  $c(\text{OH}^-)$ , 所以浓度均为  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{HCOONa}$  和  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液中阳离子的物质的量浓度之和: 前者大于后者, 故 A 正确;

B. pH 相同的  $\text{HCOOH}$  和  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 浓度:  $c(\text{HCOOH}) < c(\text{CH}_3\text{COOH})$ , 用相同浓度的  $\text{NaOH}$  溶液分别滴定等体积 pH 均为 3 的  $\text{HCOOH}$  和  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液至终点时, 酸的浓度越大, 消耗的碱体积越大, pH、体积相同的  $\text{HCOOH}$  和  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 物质的量前者小于后者, 所以后者消耗的  $\text{NaOH}$  体积多, 故 B 错误;

C. 任何电解质溶液中都存在电荷守恒和物料守恒, 根据电荷守恒得  $c(\text{HCOO}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)$ , 混合溶液中溶质为等物质的量浓度的  $\text{HCOOH}$  和  $\text{HCOONa}$ , 甲酸电离程度大于水解程度, 所以  $c(\text{HCOOH}) < c(\text{Na}^+)$ , 所以得  $c(\text{HCOO}^-)$

$\text{HCOO}^- + \text{c}(\text{OH}^-) > \text{c}(\text{HCOOH}) + \text{c}(\text{H}^+)$ , 故 C 错误;

D. 二者混合后溶液中的溶质为等物质的量浓度的  $\text{CH}_3\text{COONa}$ 、 $\text{CH}_3\text{COOH}$  和  $\text{NaCl}$ , 混合溶液的  $\text{pH} < 7$ , 说明醋酸电离程度大于醋酸钠水解程度, 醋酸是弱酸, 其电离程度较小, 所以粒子浓度大小顺序是  $\text{c}(\text{CH}_3\text{COO}^-) > \text{c}(\text{Cl}^-) > \text{c}(\text{CH}_3\text{COOH}) > \text{c}(\text{H}^+)$ , 故 D 正确;

故选: AD。

**【点评】** 本题考查弱电解质的电离, 为高频考点, 侧重考查学生分析判断能力, 明确电离平衡常数与水解程度关系、溶液中存在的守恒是解本题关键, 注意 C 中等量代换, 题目难度不大。

15. (4分) 温度为  $T_1$  时, 在三个容积均为 1L 的恒容密闭容器中仅发生反应:  $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$  (正反应吸热)。实验测得:  $v_{\text{正}} = v_{\text{消耗}}(\text{NO}_2) = k_{\text{正}} c^2(\text{NO}_2)$ ,  $v_{\text{逆}} = v_{\text{消耗}}(\text{NO}) = 2v_{\text{消耗}}(\text{O}_2) = k_{\text{逆}} c^2(\text{NO}) \cdot c(\text{O}_2)$ ,  $k_{\text{正}}$ 、 $k_{\text{逆}}$  为速率常数, 受温度影响。下列说法正确的是 ( )

容器编号	物质的起始浓度 ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )			物质的平衡浓度 ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )
	$c(\text{NO}_2)$	$c(\text{NO})$	$c(\text{O}_2)$	$c(\text{O}_2)$
I	0.6	0	0	0.2
II	0.3	0.5	0.2	
III	0	0.5	0.35	

- A. 达平衡时, 容器 I 与容器 II 中的总压强之比为 4: 5  
 B. 达平衡时, 容器 II 中  $c(\text{O}_2) / c(\text{NO}_2)$  比容器 I 中的大  
 C. 达平衡时, 容器 III 中 NO 的体积分数小于 50%  
 D. 当温度改变为  $T_2$  时, 若  $k_{\text{正}} = k_{\text{逆}}$ , 则  $T_2 > T_1$

**【考点】** CP: 化学平衡的计算.

**【专题】** 51E: 化学平衡专题.

**【分析】** A. I 中的反应  $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$

开始 ( $\text{mol/L}$ ) 0.6                      0                      0

反应 (mol/L)	0.4	0.4	0.2
平衡 (mol/L)	0.2	0.4	0.2

$$\text{化学平衡常数 } K = \frac{0.4^2 \times 0.2}{0.2^2} = 0.8$$

容器体积为 1L, 则平衡时 I 中气体总物质的量 = 1L × (0.2+0.4+0.2) mol/L = 0.8mol,

恒容恒温时气体压强之比等于其物质的量之比, 如果平衡时 I、II 中压强之比为 4: 5,

则 II 中平衡时气体总物质的量为 1mol, II 中开始时浓度商 =  $\frac{0.5^2 \times 0.2}{0.3^2} = \frac{5}{9} < 0.8$ , 则平

衡正向移动;

B. 假设 II 中平衡时  $c(\text{NO}_2) = c(\text{O}_2)$ , 设参加反应的  $c(\text{NO}_2) = x \text{ mol/L}$ , 则  $0.3 - x = 0.2 + 0.5x$ ,  $x = \frac{1}{15}$ ,

平衡时  $c(\text{NO}_2) = c(\text{O}_2) = \frac{7}{30} \text{ mol/L}$ ,  $c(\text{NO}) = 0.5 \text{ mol/L} + \frac{1}{15} \text{ mol/L} = \frac{17}{30} \text{ mol/L}$ , II 中

$$\frac{\left(\frac{17}{30}\right)^2 \times \frac{7}{30}}{\left(\frac{7}{30}\right)^2} \approx 1.3 > 0.8, \text{ 说明 II 中平衡时应该存在 } c(\text{NO}_2) > c(\text{O}_2);$$

C. 如果 III 中 NO 和氧气完全转化为二氧化氮, 则  $c(\text{NO}_2) = 0.5 \text{ mol/L}$ , 且容器中还有  $c(\text{O}_2) = 0.1 \text{ mol/L}$  剩余, 与 I 相比, III 是相当于增大压强, 平衡逆向移动, 二氧化氮和氧气之和所占体积比大于 50%;

D.  $v_{\text{正}} = v(\text{NO}_2)_{\text{消耗}} = k_{\text{正}} c^2(\text{NO}_2)$ ,  $v_{\text{逆}} = v(\text{NO})_{\text{消耗}} = 2v(\text{O}_2)_{\text{消耗}} = k_{\text{逆}} c^2(\text{NO}) \cdot c(\text{O}_2)$ ,

达到平衡状态时正逆反应速率相等, 则  $k_{\text{正}} c^2(\text{NO}_2) = k_{\text{逆}} c^2(\text{NO}) \cdot c(\text{O}_2)$ , 且  $k_{\text{正}} = k_{\text{逆}}$ , 则  $c^2(\text{NO}_2) = c^2(\text{NO}) \cdot c(\text{O}_2)$ , 化学平衡常数 K 等于 1。

**【解答】**解: A. I 中的反应  $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$

开始 (mol/L)	0.6	0	0
反应 (mol/L)	0.4	0.4	0.2
平衡 (mol/L)	0.2	0.4	0.2

$$\text{化学平衡常数 } K = \frac{0.4^2 \times 0.2}{0.2^2} = 0.8$$

容器体积为 1L, 则平衡时 I 中气体总物质的量 = 1L × (0.2+0.4+0.2) mol/L = 0.8mol,

恒容恒温时气体压强之比等于其物质的量之比，如果平衡时 I、II 中压强之比为 4: 5，

则 II 中平衡时气体总物质的量为 1mol，II 中开始时浓度商 =  $\frac{0.5^2 \times 0.2}{0.3^2} = \frac{5}{9} < 0.8$ ，则平

衡正向移动，平衡正向移动导致混合气体总物质的量之和增大，所以达平衡时，容器 I 与容器 II 中的总压强之比小于 4: 5，故 A 错误；

B. 假设 II 中平衡时  $c(\text{NO}_2) = c(\text{O}_2)$ ，设参加反应的  $c(\text{NO}_2) = x \text{ mol/L}$ ，则  $0.3 - x = 0.2 + 0.5x$ ， $x = \frac{1}{15}$ ，

平衡时  $c(\text{NO}_2) = c(\text{O}_2) = \frac{7}{30} \text{ mol/L}$ ， $c(\text{NO}) = 0.5 \text{ mol/L} + \frac{1}{15} \text{ mol/L} = \frac{17}{30} \text{ mol/L}$ ，II 中

$\frac{(\frac{17}{30})^2 \times \frac{7}{30}}{(\frac{7}{30})^2} \approx 1.3 > 0.8$ ，说明 II 中平衡时应该存在  $c(\text{NO}_2) > c(\text{O}_2)$ ，容器 I 中  $c(\text{O}_2) / c(\text{NO}_2) = 1$ ，所以达平衡时，容器 II 中  $c(\text{O}_2) / c(\text{NO}_2)$  小于 1，则比容器 I 中的小，故 B 错误；

C. 如果 III 中 NO 和氧气完全转化为二氧化氮，则  $c(\text{NO}_2) = 0.5 \text{ mol/L}$ ，且容器中还有  $c(\text{O}_2) = 0.1 \text{ mol/L}$  剩余，与 I 相比，III 是相当于增大压强，平衡逆向移动，二氧化氮和氧气之和所占体积比大于 50%，则达平衡时，容器 III 中 NO 的体积分数小于 50%，故 C 正确；

D.  $v_{\text{正}} = v(\text{NO}_2)_{\text{消耗}} = k_{\text{正}} c^2(\text{NO}_2)$ ， $v_{\text{逆}} = v(\text{NO})_{\text{消耗}} = 2v(\text{O}_2)_{\text{消耗}} = k_{\text{逆}} c^2(\text{NO}) \cdot c(\text{O}_2)$ ，

达到平衡状态时正逆反应速率相等，则  $k_{\text{正}} c^2(\text{NO}_2) = k_{\text{逆}} c^2(\text{NO}) \cdot c(\text{O}_2)$ ，且  $k_{\text{正}} = k_{\text{逆}}$ ，则  $c^2(\text{NO}_2) = c^2(\text{NO}) \cdot c(\text{O}_2)$ ，化学平衡常数 K 等于 1，该温度下的 K 大于 0.8，且该反应的正反应是吸热反应，说明升高温度平衡正向移动，所以  $T_2 > T_1$ ，故 D 正确；

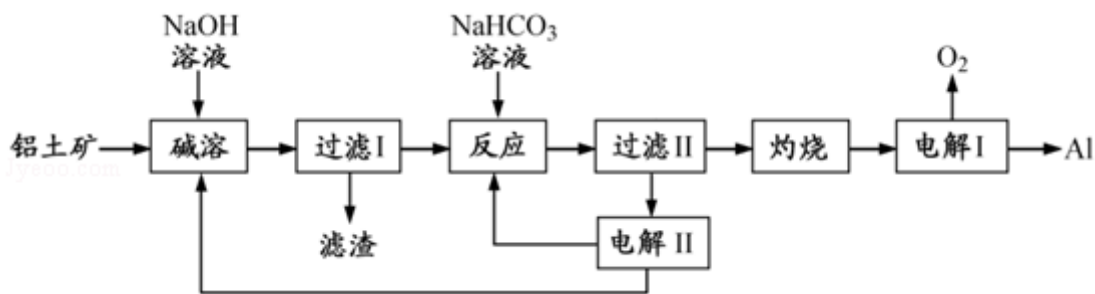
故选：CD。

**【点评】** 本题考查化学平衡计算，为高频考点，侧重考查学生分析、计算及灵活运用知识解答问题能力，如果单纯的根据设未知数计算要涉及一元三次方程而难以解答，这需要学生灵活运用知识巧妙地避开一元三次方程而解答问题，题目难度较大。

### 三、解答题

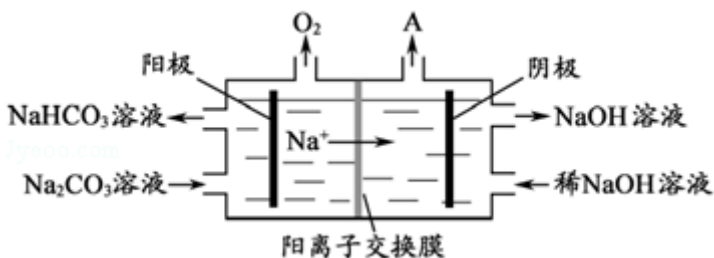
16. (12 分) 铝是应用广泛的金属。以铝土矿（主要成分为  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，含  $\text{SiO}_2$  和  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  等杂质）

为原料制备铝的一种工艺流程如下：



注： $\text{SiO}_2$  在“碱溶”时转化为铝硅酸钠沉淀。

- (1) “碱溶”时生成偏铝酸钠的离子方程式为  $\underline{\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- = 2\text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}}$ 。
- (2) 向“过滤 I”所得滤液中加入  $\text{NaHCO}_3$  溶液，溶液的 pH 减小（填“增大”、“不变”或“减小”）。
- (3) “电解 I”是电解熔融  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，电解过程中作阳极的石墨易消耗，原因是 石墨电极被阳极上产生的  $\text{O}_2$  氧化。
- (4) “电解 II”是电解  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液，原理如图所示。



阳极的电极反应式为  $\underline{4\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = 4\text{HCO}_3^- + \text{O}_2 \uparrow}$ ，阴极产生的物质 A 的化学式为  $\text{H}_2$ 。

(5) 铝粉在  $1000^\circ\text{C}$  时可与  $\text{N}_2$  反应制备  $\text{AlN}$ 。在铝粉中添加少量  $\text{NH}_4\text{Cl}$  固体并充分混合，有利于  $\text{AlN}$  的制备，其主要原因是  $\text{NH}_4\text{Cl}$  分解产生的  $\text{HCl}$  能够破坏  $\text{Al}$  表面的  $\text{Al}_2\text{O}_3$  薄膜。

**【考点】** P8：物质分离和提纯的方法和基本操作综合应用。

**【专题】** 545：物质的分离提纯和鉴别。

**【分析】** 以铝土矿（主要成分为  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，含  $\text{SiO}_2$  和  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  等杂质）为原料制备铝，由流程可知，加  $\text{NaOH}$  溶解时  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  不反应，由信息可知  $\text{SiO}_2$  在“碱溶”时转化为铝硅酸钠沉淀，过滤得到的滤渣为  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、铝硅酸钠，碳酸氢钠与偏铝酸钠反应生成  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ，过滤 II 得到  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ，灼烧生成氧化铝，电解 I 为电解氧化铝生成  $\text{Al}$  和氧气，电解 II 为电解  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液，结合图可知，阳极上碳酸根离子失去电子生成碳酸氢根离子和氧

气，阴极上氢离子得到电子生成氢气，以此来解答。

**【解答】**解：（1）“碱溶”时生成偏铝酸钠的离子方程式为  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- = 2\text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$ ，故答案为： $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- = 2\text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$ ；

（2）向“过滤 I”所得滤液中加入  $\text{NaHCO}_3$  溶液，与  $\text{NaAlO}_2$  反应生成氢氧化铝沉淀和碳酸钠，碱性为  $\text{OH}^- > \text{AlO}_2^- > \text{CO}_3^{2-}$ ，可知溶液的 pH 减小，故答案为：减小；

（3）“电解 I”是电解熔融  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，电解过程中作阳极的石墨易消耗，因石墨电极被阳极上产生的  $\text{O}_2$  氧化，

故答案为：石墨电极被阳极上产生的  $\text{O}_2$  氧化；

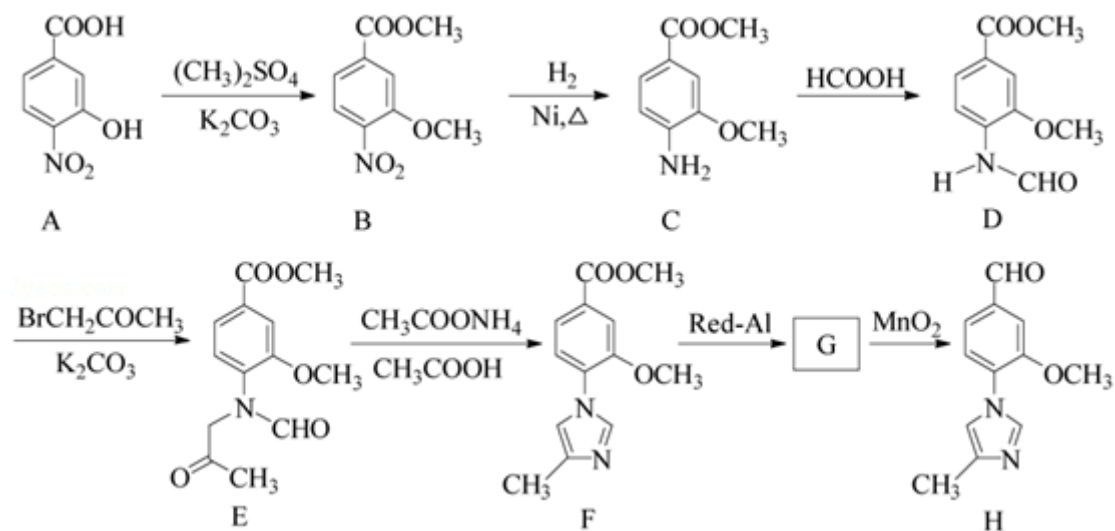
（4）由图可知，阳极反应为  $4\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = 4\text{HCO}_3^- + \text{O}_2 \uparrow$ ，阴极上氢离子得到电子生成氢气，则阴极产生的物质 A 的化学式为  $\text{H}_2$ ，

故答案为： $4\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = 4\text{HCO}_3^- + \text{O}_2 \uparrow$ ； $\text{H}_2$ ；

（5）铝粉在  $1000^\circ\text{C}$  时可与  $\text{N}_2$  反应制备  $\text{AlN}$ 。在铝粉中添加少量  $\text{NH}_4\text{Cl}$  固体并充分混合，有利于  $\text{AlN}$  的制备，其主要原因是  $\text{NH}_4\text{Cl}$  分解产生的  $\text{HCl}$  能够破坏  $\text{Al}$  表面的  $\text{Al}_2\text{O}_3$  薄膜，故答案为： $\text{NH}_4\text{Cl}$  分解产生的  $\text{HCl}$  能够破坏  $\text{Al}$  表面的  $\text{Al}_2\text{O}_3$  薄膜。

**【点评】** 本题考查混合物分离提纯，为高频考点，把握流程中发生的反应、混合物分离提纯方法、实验技能为解答的关键，侧重分析能力和实验能力的考查，注意水解、电解原理及元素化合物知识的应用，题目难度中等。

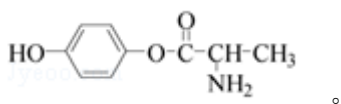
17. (15 分) 化合物 H 是一种用于合成  $\gamma$ -分泌调节剂的药物中间体，其合成路线流程图如下：



(1) C 中的含氧官能团名称为 醚键 和 酯基。

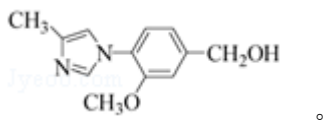
(2) D→E 的反应类型为 取代反应。

(3) 写出同时满足下列条件的 C 的一种同分异构体的结构简式：\_



①含有苯环，且分子中有一个手性碳原子；②能发生水解反应，水解产物之一是  $\alpha$ -氨基酸，另一水解产物分子中只有 2 种不同化学环境的氢。

(4) G 的分子式为  $C_{12}H_{14}N_2O_2$ ，经氧化得到 H，写出 G 的结构简式：



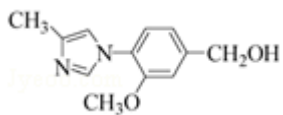
(5) 已知：
$$\begin{matrix} R' \\ | \\ R-N-H \\ | \\ R \end{matrix} \xrightarrow[\text{K}_2\text{CO}_3]{(\text{CH}_3)_2\text{SO}_4} \begin{matrix} R' \\ | \\ R-N-CH_3 \\ | \\ R \end{matrix}$$
 (R 代表烃基，R'代表烃基或 H) 请写出以

和  $(\text{CH}_3)_2\text{SO}_4$  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见本题题干)。

【考点】HC: 有机物的合成.

【专题】534: 有机物的化学性质及推断.

【分析】由合成流程可知，A→B 发生取代反应，B→C 发生还原反应，C→D 为取代反应，D→E 为氨基上 H 被取代，属于取代反应，比较 F 与 H 的结构可知，G 为



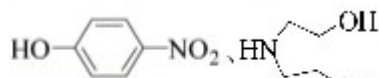
，G→H 发生氧化反应，

(1) C 中含氧官能团为醚键、酯基；

(2) D→E 为氨基上 H 被取代；

(3) C 的一种同分异构体，满足①含有苯环，且分子中有一个手性碳原子；②能发生水解反应，水解产物之一是  $\alpha$ -氨基酸，另一水解产物分子中只有 2 种不同化学环境的氢，则水解产物为对苯二酚，且含酯基，与氨基相连的 C 为手性碳；

(4) G 的分子式为  $C_{12}H_{14}N_2O_2$ ，经氧化得到 H，可知 F→G 的转化 -COOCH<sub>3</sub> 转化为 -CH<sub>2</sub>OH；



(5) 以 为原料制备

COc1ccc(N2CCNCC2)cc1，结合上述合成流程可知，-OH 转化为 -Br，酚-OH 转化为醚键，硝基转化为氨基，最后发生信息中的反应。

【解答】解：（1）由结构可知 C 中的含氧官能团名称为醚键、酯基，故答案为：醚键；酯基；

（2）D→E 为氨基上 H 被取代，反应类型为取代反应，故答案为：取代反应；

（3）C 的一种同分异构体，满足①含有苯环，且分子中有一个手性碳原子；②能发生水解反应，水解产物之一是  $\alpha$ -氨基酸，另一水解产物分子中只有 2 种不同化学环境的氢，则水解产物为对苯二酚，且含酯基，与氨基相连的 C 为手性碳，可知符合条件的结

构简式为 CC(N)C(=O)Oc1ccc(O)cc1，

故答案为：CC(N)C(=O)Oc1ccc(O)cc1；

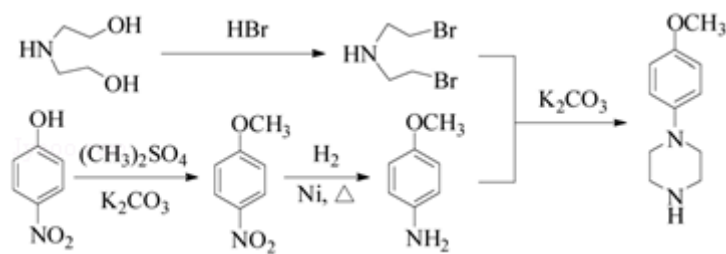
（4）G 的分子式为  $C_{12}H_{14}N_2O_2$ ，经氧化得到 H，可知 F→G 的转化 -COOCH<sub>3</sub> 转化为 -

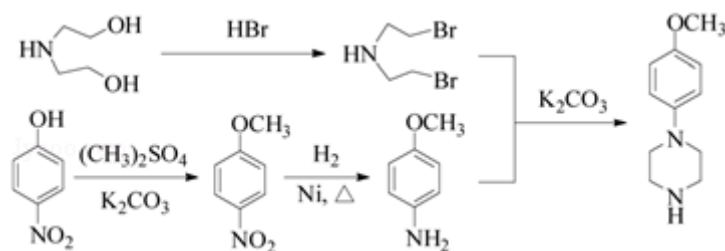
CH<sub>2</sub>OH，其它结构不变，则 G 的结构简式为 CC1=CN(C1)c2ccc(CO)c(OC)c2，

故答案为：CC1=CN(C1)c2ccc(CO)c(OC)c2；

（5）以 Oc1ccc(O)cc1 和 CN(CCO)CCO 和 (CH3)2SO4 为原料制备

COc1ccc(N2CCNCC2)cc1，结合上述合成流程可知，-OH 转化为 -Br，酚-OH 转化为醚键，硝基转化为氨基，最后发生信息中的反应，则合成流程为





故答案为：

**【点评】** 本题考查有机物的合成，为高频考点，把握合成流程中官能团的变化、有机反应、习题中的信息为解答的关键，侧重分析能力和应用能力的考查，注意有机物性质的应用及同分异构体判断，题目难度中等。

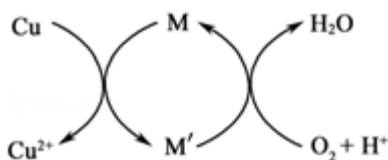
18. (12分) 碱式氯化铜是重要的无机杀菌剂。

(1) 碱式氯化铜有多种制备方法

①方法 1: 45~50℃时，向 CuCl 悬浊液中持续通入空气得到  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{Cl}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ，

该反应的化学方程式为  $4\text{CuCl} + \text{O}_2 + 8\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{45-50^\circ\text{C}} 2\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{Cl}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 。

②方法 2: 先制得  $\text{CuCl}_2$ ，再与石灰乳反应生成碱式氯化铜。Cu 与稀盐酸在持续通入空气的条件下反应生成  $\text{CuCl}_2$ ， $\text{Fe}^{3+}$  对该反应有催化作用，其催化原理如图所示。M' 的化学式为  $\text{Fe}^{2+}$ 。



(2) 碱式氯化铜有多种组成，可表示为  $\text{Cu}_a(\text{OH})_b\text{Cl}_c \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 。为测定某碱式氯化铜的组成，进行下列实验：

①称取样品 1.1160g，用少量稀  $\text{HNO}_3$  溶解后配成 100.00mL 溶液 A；

②取 25.00mL 溶液 A，加入足量  $\text{AgNO}_3$  溶液，得  $\text{AgCl}$  0.1722g；

③另取 25.00mL 溶液 A，调节 pH 4~5，用浓度为  $0.08000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 EDTA ( $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 标准溶液滴定  $\text{Cu}^{2+}$  (离子方程式为  $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{Y}^{2-} = \text{CuY}^{2-} + 2\text{H}^+$ )，滴定至终点，消耗标准溶液 30.00mL。通过计算确定该样品的化学式 (写出计算过程)。

**【考点】** RD: 探究物质的组成或测量物质的含量；U3: 制备实验方案的设计。

**【专题】** 548: 制备实验综合。

**【分析】** (1) ①45~50℃时，向 CuCl 悬浊液中持续通入空气得到  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{Cl}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ，反应物为 CuCl、氧气、水；

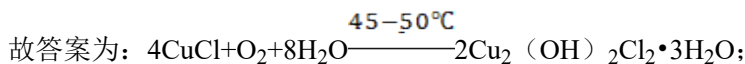
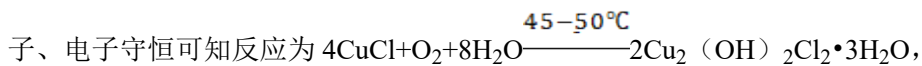
②Fe<sup>3+</sup>对该反应有催化作用，结合图可知，Cu元素的化合价升高，则M中Fe元素的化合价降低；

$$(2) \text{ 由②可知 } n(\text{Cl}^-) = n(\text{AgCl}) \times \frac{100.00\text{mL}}{25.00\text{mL}} = \frac{0.1722\text{g}}{143.5\text{g/mol}} \times \frac{100.00\text{mL}}{25.00\text{mL}} = 4.800 \times 10^{-3} \text{mol}$$

$$\text{由③可知 } n(\text{Cu}^{2+}) = n(\text{EDTA}) \times \frac{100.00\text{mL}}{25.00\text{mL}} = 0.08000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 30.00 \text{ mL} \times 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{mL}^{-1} \times \frac{100.00\text{mL}}{25.00\text{mL}} = 9.600 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

结合化合物中正负化合价的代数和为0及物质定组成来计算。

【解答】解：(1) ①45~50℃时，向CuCl悬浊液中持续通入空气得到Cu<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>·3H<sub>2</sub>O，反应物为CuCl、氧气、水，Cu元素的化合价升高，O元素的化合价降低，由原子、电子守恒可知反应为



②Fe<sup>3+</sup>对该反应有催化作用，结合图可知，Cu元素的化合价升高，则M中Fe元素的化合价降低，可知M'的化学式为Fe<sup>2+</sup>，

故答案为：Fe<sup>2+</sup>；

$$(2) n(\text{Cl}^-) = n(\text{AgCl}) \times \frac{100.00\text{mL}}{25.00\text{mL}} = \frac{0.1722\text{g}}{143.5\text{g/mol}} \times \frac{100.00\text{mL}}{25.00\text{mL}} = 4.800 \times 10^{-3} \text{mol}$$

$$n(\text{Cu}^{2+}) = n(\text{EDTA}) \times \frac{100.00\text{mL}}{25.00\text{mL}} = 0.08000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 30.00 \text{ mL} \times 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{mL}^{-1} \times \frac{100.00\text{mL}}{25.00\text{mL}} = 9.600 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\times \frac{100.00\text{mL}}{25.00\text{mL}} = 9.600 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{OH}^-) = 2n(\text{Cu}^{2+}) - n(\text{Cl}^-) = 2 \times 9.600 \times 10^{-3} \text{ mol} - 4.800 \times 10^{-3} \text{ mol} = 1.440 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$m(\text{Cl}^-) = 4.800 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 35.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.1704 \text{ g}$$

$$m(\text{Cu}^{2+}) = 9.600 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.6144 \text{ g}$$

$$m(\text{OH}^-) = 1.440 \times 10^{-2} \text{ mol} \times 17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.2448 \text{ g}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1.1160\text{g} - 0.1704\text{g} - 0.6144\text{g} - 0.2448\text{g}}{18\text{g/mol}} = 4.800 \times 10^{-3} \text{ mol},$$

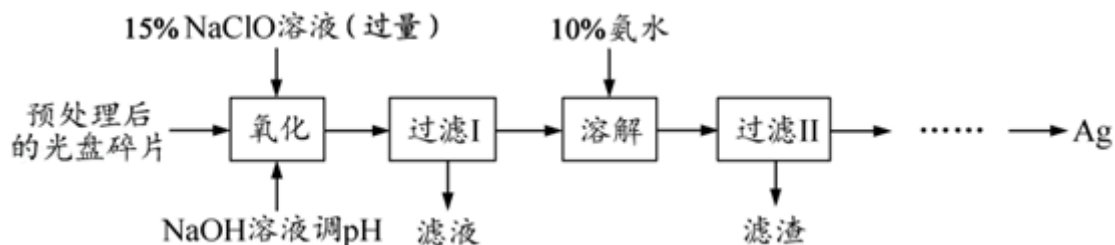
则 a: b: c: x = n(Cu<sup>2+</sup>): n(OH<sup>-</sup>): n(Cl<sup>-</sup>): n(H<sub>2</sub>O) = 2: 3: 1: 1,

即化学式为 Cu<sub>2</sub>(OH)<sub>3</sub>Cl·H<sub>2</sub>O,

答: 该样品的化学式为 Cu<sub>2</sub>(OH)<sub>3</sub>Cl·H<sub>2</sub>O.

**【点评】** 本题考查物质的制备及物质组成的测定实验, 为高频考点, 把握发生的反应、物质的量的计算为解答的关键, 侧重分析能力和实验能力的考查, 注意氧化还原反应及定组成的应用, 题目难度中等.

19. (15 分) 某科研小组采用如下方案回收一种光盘金属层中的少量 Ag (金属层中其他金属含量过低, 对实验的影响可忽略)。



已知: ① NaClO 溶液在受热或酸性条件下易分解, 如:  $3\text{NaClO} = 2\text{NaCl} + \text{NaClO}_3$

② AgCl 可溶于氨水:  $\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ + \text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$

③ 常温时  $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (水合肼) 在碱性条件下能还原  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ :



(1) “氧化”阶段需在 80℃ 条件下进行, 适宜的加热方式为 水浴加热。

(2) NaClO 溶液与 Ag 反应的产物为 AgCl、NaOH 和 O<sub>2</sub>, 该反应的化学方程式为  $4\text{Ag} + 4\text{NaClO} + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{AgCl} + 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ 。HNO<sub>3</sub> 也能氧化 Ag, 从反应产物的角度分析, 以 HNO<sub>3</sub> 代替 NaClO 的缺点是 会释放出氮氧化物 (或 NO、NO<sub>2</sub>), 造成环境污染。

(3) 为提高 Ag 的回收率, 需对“过滤 II”的滤渣进行洗涤, 并 将洗涤后的滤液合并入过滤 II 的滤液中。

(4) 若省略“过滤 I”, 直接向冷却后的反应容器中滴加 10% 氨水, 则需要增加氨水的用量, 除因过量 NaClO 与 NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O 反应外 (该条件下 NaClO<sub>3</sub> 与 NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O 不反应), 还因为 未过滤掉的溶液会稀释加入的氨水, 且其中含有一定浓度的 Cl<sup>-</sup>, 不利于 AgCl 与氨水反应。

(5) 请设计从“过滤 II”后的滤液中获取单质 Ag 的实验方案: 向滤液中滴加 2mol·L

$^{-1}$ 水合肼溶液，搅拌使其充分反应，同时用  $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液吸收反应中放出的  $\text{NH}_3$ ，待溶液中无气泡产生，停止滴加，静置，过滤、洗涤，干燥（实验中须使用的试剂有： $2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 水合肼溶液， $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{SO}_4$ ）。

**【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】**545：物质的分离提纯和鉴别。

**【分析】**回收一种光盘金属层中的少量 Ag，由流程可知，氧化时发生  $4\text{Ag}+4\text{NaClO}+2\text{H}_2\text{O}=4\text{AgCl}+4\text{NaOH}+\text{O}_2\uparrow$ ，为控制  $80^\circ\text{C}$ ，可水浴加热，过滤 I 分离出 AgCl、可能含 Ag，再加氨水溶解 AgCl，发生  $\text{AgCl}+2\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}\rightleftharpoons\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^++\text{Cl}^-+2\text{H}_2\text{O}$ ，过滤 II 分离出的滤渣为 Ag，对过滤 II 得到的滤液用  $\text{N}_2\text{H}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ （水合肼）在碱性条件下能还原  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$  得到 Ag，以此来解答。

**【解答】**解：（1）“氧化”阶段需在  $80^\circ\text{C}$  条件下进行，不超过水的沸点，则适宜的加热方式为水浴加热，

故答案为：水浴加热；

（2）NaClO 溶液与 Ag 反应的产物为 AgCl、NaOH 和  $\text{O}_2$ ，Ag、O 元素的化合价升高，Cl 元素的化合价降低，由电子、原子守恒可知该反应的化学方程式为  $4\text{Ag}+4\text{NaClO}+2\text{H}_2\text{O}=4\text{AgCl}+4\text{NaOH}+\text{O}_2\uparrow$ 。HNO<sub>3</sub> 也能氧化 Ag，从反应产物的角度分析，以 HNO<sub>3</sub> 代替 NaClO 的缺点是会释放出氮氧化物（或 NO、NO<sub>2</sub>），造成环境污染，

故答案为： $4\text{Ag}+4\text{NaClO}+2\text{H}_2\text{O}=4\text{AgCl}+4\text{NaOH}+\text{O}_2\uparrow$ ；会释放出氮氧化物（或 NO、NO<sub>2</sub>），造成环境污染；

（3）为提高 Ag 的回收率，需对“过滤 II”的滤渣进行洗涤，并将洗涤后的滤液合并入过滤 II 的滤液中，减少 Ag 的损失，

故答案为：将洗涤后的滤液合并入过滤 II 的滤液中；

（4）若省略“过滤 I”，直接向冷却后的反应容器中滴加 10%氨水，则需要增加氨水的用量，除因过量 NaClO 与  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$  反应外（该条件下 NaClO<sub>3</sub> 与  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$  不反应），还因为未过滤掉的溶液会稀释加入的氨水，且其中含有一定浓度的  $\text{Cl}^-$ ，不利于 AgCl 与氨水反应，

故答案为：未过滤掉的溶液会稀释加入的氨水，且其中含有一定浓度的  $\text{Cl}^-$ ，不利于 AgCl 与氨水反应；

（5）由信息③可知，从“过滤 II”后的滤液中获取单质 Ag 的实验方案为向滤液中滴加

2mol·L<sup>-1</sup>水合肼溶液，搅拌使其充分反应，同时用 1 mol·L<sup>-1</sup> H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 溶液吸收反应中放出的 NH<sub>3</sub>，待溶液中无气泡产生，停止滴加，静置，过滤、洗涤，干燥，

故答案为：向滤液中滴加 2mol·L<sup>-1</sup> 水合肼溶液，搅拌使其充分反应，同时用 1 mol·L<sup>-1</sup> H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 溶液吸收反应中放出的 NH<sub>3</sub>，待溶液中无气泡产生，停止滴加，静置，过滤、洗涤，干燥。

【点评】本题考查混合物分离提纯，为高频考点，把握流程中发生的反应、混合物分离提纯方法、实验技能为解答的关键，侧重分析能力和实验能力的考查，注意信息的应用及实验设计，题目难度中等。

20. (14分) 砷(As)是一些工厂和矿山废水中的污染元素，使用吸附剂是去除水中砷的有效措施之一。

(1) 将硫酸锰、硝酸钒与氢氧化钠溶液按一定比例混合，搅拌使其充分反应，可获得一种砷的高效吸附剂 X，吸附剂 X 中含有 CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>，其原因是碱性溶液吸收了空气中的 CO<sub>2</sub>。

(2) H<sub>3</sub>AsO<sub>3</sub> 和 H<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub> 水溶液中含砷的各物种的分布分数(平衡时某物种的浓度占各物种浓度之和的分数)与 pH 的关系分别如图 - 1 和图 - 2 所示。

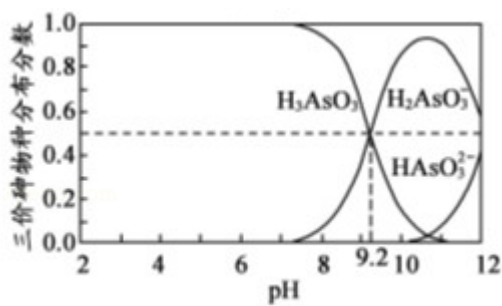


图 - 1

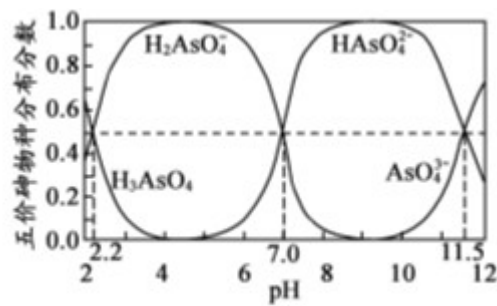
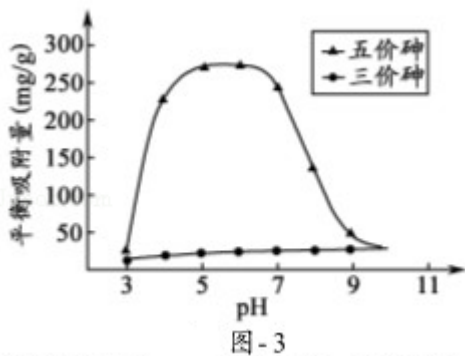


图 - 2

①以酚酞为指示剂(变色范围 pH 8.0~10.0)，将 NaOH 溶液逐滴加入到 H<sub>3</sub>AsO<sub>3</sub> 溶液中，当溶液由无色变为浅红色时停止滴加。该过程中主要反应的离子方程式为OH<sup>-</sup> + H<sub>3</sub>AsO<sub>3</sub> = H<sub>2</sub>AsO<sub>3</sub><sup>-</sup> + H<sub>2</sub>O。

②H<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub> 第一步电离方程式 H<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub> ⇌ H<sub>2</sub>AsO<sub>4</sub><sup>-</sup> + H<sup>+</sup> 的电离常数为 K<sub>a1</sub>，则 pK<sub>a1</sub> = 2.2 (pK<sub>a1</sub> = -lg K<sub>a1</sub>)。

(3) 溶液的 pH 对吸附剂 X 表面所带电荷有影响。pH=7.1 时，吸附剂 X 表面不带电荷；pH>7.1 时带负电荷，pH 越高，表面所带负电荷越多；pH<7.1 时带正电荷，pH 越低，表面所带正电荷越多。pH 不同时吸附剂 X 对三价砷和五价砷的平衡吸附量(吸附达平衡时单位质量吸附剂 X 吸附砷的质量)如图 - 3 所示。



①在 pH7~9 之间，吸附剂 X 对五价砷的平衡吸附量随 pH 升高而迅速下降，其原因是在 pH7~9 之间，随 pH 升高  $\text{H}_2\text{AsO}_4^-$  转变为  $\text{HAsO}_4^{2-}$ ，吸附剂 X 表面所带负电荷增多，静电斥力增加。

②在 pH4~7 之间，吸附剂 X 对水中三价砷的去除能力远比五价砷的弱，这是因为在 pH4~7 之间，吸附剂 X 表面带正电，五价砷主要以  $\text{H}_2\text{AsO}_4^-$  和  $\text{HAsO}_4^{2-}$  阴离子存在，静电引力较大；而三价砷主要以  $\text{H}_3\text{AsO}_3$  分子存在，与吸附剂 X 表面产生的静电引力小。提高吸附剂 X 对三价砷去除效果可采取的措施是加入氧化剂，将三价砷转化为五价砷。

**【考点】** D5: 弱电解质在水溶液中的电离平衡。

**【专题】** 51G: 电离平衡与溶液的 pH 专题。

**【分析】** (1) 空气中的  $\text{CO}_2$  属于酸性氧化物，能溶于强碱溶液；

(2)①根据图知，碱性条件下  $\text{H}_3\text{AsO}_3$  的浓度减小、 $\text{H}_2\text{AsO}_3^-$  浓度增大，说明碱和  $\text{H}_3\text{AsO}_3$  生成  $\text{H}_2\text{AsO}_3^-$ ，该反应为酸碱的中和反应；

$$\textcircled{2} K_{a1} = \frac{c(\text{H}_2\text{AsO}_4^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{H}_3\text{AsO}_4)}, \text{pH}=2.2 \text{ 时 } c(\text{H}^+) = 10^{-2.2} \text{ mol/L}, c(\text{H}_3\text{AsO}_3) = c(\text{H}_2\text{AsO}_3^-);$$

(3) ①吸附剂 X 表面所带负电荷增多，静电斥力越大；

②在 pH4~7 之间，吸附剂 X 表面带正电，五价砷主要以  $\text{H}_2\text{AsO}_4^-$  和  $\text{HAsO}_4^{2-}$  阴离子存在，pH<7.1 时带正电荷，pH 越低，表面所带正电荷越多；而三价砷主要以  $\text{H}_3\text{AsO}_3$  分子存在；

在 pH4~7 之间，吸附剂 X 对水中三价砷的去除能力远比五价砷的弱，如果能将三价砷转化为五价砷，能有效的去除三价砷。

**【解答】** 解：(1) 空气中的  $\text{CO}_2$  属于酸性氧化物，能溶于强碱溶液，NaOH 是碱，能吸收空气中的二氧化碳而生成碳酸根离子，所以其原因是碱性溶液吸收了空气中的  $\text{CO}_2$ ，

故答案为：碱性溶液吸收了空气中的  $\text{CO}_2$ ；

(2)①根据图知，碱性条件下  $\text{H}_3\text{AsO}_3$  的浓度减小、 $\text{H}_2\text{AsO}_3^-$  浓度增大，说明碱和  $\text{H}_3\text{AsO}_3$  生成  $\text{H}_2\text{AsO}_3^-$ ，该反应为酸碱的中和反应，同时还生成水，离子方程式为  $\text{OH}^- + \text{H}_3\text{AsO}_3 = \text{H}_2\text{AsO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$ ，

故答案为： $\text{OH}^- + \text{H}_3\text{AsO}_3 = \text{H}_2\text{AsO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$ ；

② $K_{a1} = \frac{c(\text{H}_2\text{AsO}_4^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{H}_3\text{AsO}_4)}$ ， $\text{pH} = 2.2$  时  $c(\text{H}^+) = 10^{-2.2} \text{ mol/L}$ ， $c(\text{H}_3\text{AsO}_4) = c(\text{H}_2\text{AsO}_3^-)$ ，

$\text{p}K_{a1} = -\lg K_{a1} = -\lg \frac{c(\text{H}_2\text{AsO}_4^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{H}_3\text{AsO}_4)} = 2.2$ ，

故答案为：2.2；

(3)①吸附剂 X 表面所带负电荷增多，静电斥力越大，在  $\text{pH} 7 \sim 9$  之间，随  $\text{pH}$  升高  $\text{H}_2\text{AsO}_4^-$  转变为  $\text{HAsO}_4^{2-}$ ，吸附剂 X 表面所带负电荷增多，静电斥力增加，导致在  $\text{pH} 7 \sim 9$  之间，吸附剂 X 对五价砷的平衡吸附量随  $\text{pH}$  升高而迅速下降，

故答案为：在  $\text{pH} 7 \sim 9$  之间，随  $\text{pH}$  升高  $\text{H}_2\text{AsO}_4^-$  转变为  $\text{HAsO}_4^{2-}$ ，吸附剂 X 表面所带负电荷增多，静电斥力增加；

②在  $\text{pH} 4 \sim 7$  之间，吸附剂 X 表面带正电，五价砷主要以  $\text{H}_2\text{AsO}_4^-$  和  $\text{HAsO}_4^{2-}$  阴离子存在， $\text{pH} < 7.1$  时带正电荷， $\text{pH}$  越低，表面所带正电荷越多，所以静电引力较大；而三价砷主要以  $\text{H}_3\text{AsO}_3$  分子存在，与吸附剂 X 表面产生的静电引力小，所以在  $\text{pH} 4 \sim 7$  之间，吸附剂 X 对水中三价砷的去除能力远比五价砷的弱；

在  $\text{pH} 4 \sim 7$  之间，吸附剂 X 对水中三价砷的去除能力远比五价砷的弱，如果能将三价砷转化为五价砷，能有效的去除三价砷，所以采取的措施是加入氧化剂，将三价砷转化为五价砷，

故答案为：在  $\text{pH} 4 \sim 7$  之间，吸附剂 X 表面带正电，五价砷主要以  $\text{H}_2\text{AsO}_4^-$  和  $\text{HAsO}_4^{2-}$  阴离子存在，静电引力较大；而三价砷主要以  $\text{H}_3\text{AsO}_3$  分子存在，与吸附剂 X 表面产生的静电引力小；加入氧化剂，将三价砷转化为五价砷。

**【点评】**本题以含有 As 的物质为载体考查弱电解质的电离及图象分析，为高频考点，侧重考查学生对基础知识的掌握和灵活运用、图象分析判断能力，明确出题人的目的是解本题关键，难点是图象的正确理解和分析，题目难度中等。

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

21. (12分) 铁氮化合物 ( $\text{Fe}_x\text{N}_y$ ) 在磁记录材料领域有着广泛的应用前景. 某  $\text{Fe}_x\text{N}_y$  的制备需铁、氮气、丙酮和乙醇参与.

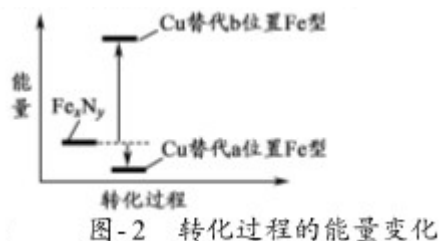
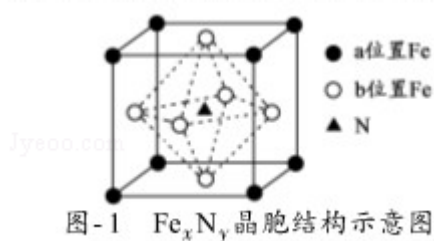
(1)  $\text{Fe}^{3+}$  基态核外电子排布式为  $[\text{Ar}]3d^5$  或  $1s^22s^22p^63s^23p^63d^5$ .

(2) 丙酮 ( $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$ ) 分子中碳原子轨道的杂化类型是  $sp^2$  和  $sp^3$ , 1mol 丙酮分子中含有  $\sigma$  键的数目为  $9N_A$ .

(3) C、H、O 三种元素的电负性由小到大的顺序为  $\text{H} < \text{C} < \text{O}$ .

(4) 乙醇的沸点高于丙酮, 这是因为 乙醇分子间存在氢键.

(5) 某  $\text{Fe}_x\text{N}_y$  的晶胞如图 - 1 所示, Cu 可以完全替代该晶体中 a 位置 Fe 或者 b 位置 Fe, 形成 Cu 替代型产物  $\text{Fe}_{(x-n)}\text{Cu}_n\text{N}_y$ .  $\text{Fe}_x\text{N}_y$  转化为两种 Cu 替代型产物的能量变化如图 - 2 所示, 其中更稳定的 Cu 替代型产物的化学式为  $\text{Fe}_3\text{CuN}$ .



**【考点】** 86: 原子核外电子排布; 8B: 元素电离能、电负性的含义及应用; 9I: 晶胞的计算.

**【专题】** 51D: 化学键与晶体结构.

**【分析】** (1) Fe 的原子序数为 26,  $\text{Fe}^{3+}$  基态核外电子数为 23, 且 3d 电子为半满稳定结构;

(2)  $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$  中单键均为  $\sigma$  键, 双键中含 1 个  $\sigma$  键, 甲基上 C 形成 4 个  $\sigma$  键, C=O 中 C 形成 3 个  $\sigma$  键;

(3) 非金属性越强, 电负性越大;

(4) 乙醇分子之间形成氢键, 导致沸点较高;

(5) 由图 2 可知, Cu 替代 a 位置的 Fe 时能量较低, 更稳定, 则 Cu 位于顶点,  $N(\text{Cu}) = 8 \times \frac{1}{8} = 1$ , Fe 位于面心,  $N(\text{Fe}) = 6 \times \frac{1}{2} = 3$ , N 位于体心, 以此来解答.

**【解答】** 解: (1) Fe 的原子序数为 26,  $\text{Fe}^{3+}$  基态核外电子数为 23, 且 3d 电子为半满稳

定结构，可知  $\text{Fe}^{3+}$  基态核外电子排布式为  $[\text{Ar}]3d^5$  或  $1s^22s^22p^63s^23p^63d^5$ ，

故答案为： $[\text{Ar}]3d^5$  或  $1s^22s^22p^63s^23p^63d^5$ ；

(2)  $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$  中单键均为  $\sigma$  键，双键中含 1 个  $\sigma$  键，甲基上 C 形成 4 个  $\sigma$  键， $\text{C}=\text{O}$  中 C 形成 3 个  $\sigma$  键，均为孤对电子，则羰基上 C 为  $\text{sp}^2$  杂化，甲基上 C 为  $\text{sp}^3$  杂化， $1\text{mol}$  丙酮共有  $9\text{mol}$   $\sigma$  键，数目为  $9N_A$  个，

故答案为： $\text{sp}^2$  和  $\text{sp}^3$ ； $9N_A$ ；

(3) 非金属性越强，电负性越大，则 C、H、O 三种元素的电负性由小到大的顺序为  $\text{H} < \text{C} < \text{O}$ ，

故答案为： $\text{H} < \text{C} < \text{O}$ ；

(4) 乙醇的沸点高于丙酮，这是因为乙醇分子间存在氢键，导致沸点高，

故答案为：乙醇分子间存在氢键；

(5) 由图 2 可知，Cu 替代 a 位置的 Fe 时能量较低，更稳定，则 Cu 位于顶点， $N(\text{Cu}) = 8 \times \frac{1}{8} = 1$ ，Fe 位于面心， $N(\text{Fe}) = 6 \times \frac{1}{2} = 3$ ，N 位于体心，则只有 1 个 N，其化学式为  $\text{Fe}_3\text{CuN}$ ，故答案为： $\text{Fe}_3\text{CuN}$ 。

**【点评】** 本题考查物质结构与性质，为高频考点，把握电子排布、电负性比较、杂化及化学键、均摊法计算晶胞结构为解答的关键，侧重分析能力和应用能力的考查，综合性较强，题目难度中等。

## B. [实验化学]

22. 1-溴丙烷是一种重要的有机合成中间体，沸点为  $71^\circ\text{C}$ ，密度为  $1.36\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 。实验室制备少量 1-溴丙烷的主要步骤如下：

步骤 1：在仪器 A 中加入搅拌磁子、 $12\text{g}$  正丙醇及  $20\text{mL}$  水，冰水冷却下缓慢加入  $28\text{mL}$  浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ；冷却至室温，搅拌下加入  $24\text{g}$   $\text{NaBr}$ 。

步骤 2：如图所示搭建实验装置，缓慢加热，直到无油状物馏出为止。

步骤 3：将馏出液转入分液漏斗，分出有机相。

步骤 4：将分出的有机相转入分液漏斗，依次用  $12\text{mL}$   $\text{H}_2\text{O}$ 、 $12\text{mL}$   $5\%$   $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液和  $12\text{mL}$   $\text{H}_2\text{O}$  洗涤，分液，得粗产品，进一步提纯得 1-溴丙烷。

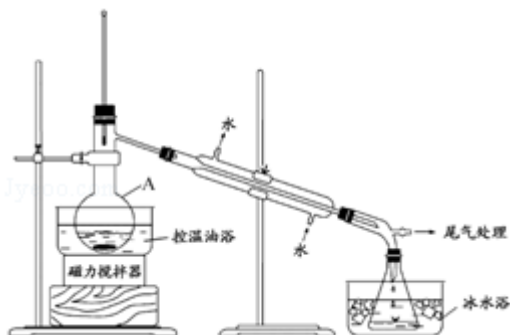
(1) 仪器 A 的名称是 蒸馏烧瓶；加入搅拌磁子的目的是搅拌和 防止暴沸。

(2) 反应时生成的主要有机副产物有 2-溴丙烷和 丙烯、正丙醚。

(3) 步骤 2 中需向接受瓶内加入少量冰水并置于冰水浴中的目的是减少 1 - 溴丙烷的挥发。

(4) 步骤 2 中需缓慢加热使反应和蒸馏平稳进行，目的是减少 HBr 挥发。

(5) 步骤 4 中用 5%Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液洗涤有机相的操作：向分液漏斗中小心加入 12mL 5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液，振荡，将分液漏斗下口向上倾斜、打开活塞排出气体，静置，分液。



**【考点】** U3: 制备实验方案的设计。

**【专题】** 547: 有机实验综合。

**【分析】** (1) 由图可知仪器的名称，搅拌磁子除搅拌外，还可防止液体剧烈沸腾；

(2) 正丙醇在浓硫酸作用下可能发生消去反应，或分子间取代反应；

(3) 冰水浴可降低温度，减少生成物的挥发；

(4) 步骤 2 中需缓慢加热，可减少浓硫酸与 NaBr 反应生成的 HBr 挥发；

(5) 加入 12mL 5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液，振荡，洗涤 1 - 溴丙烷时可能发生 HBr 与碳酸钠的反应生成气体，需要排出气体。

**【解答】** 解：(1) 由图可知，仪器 A 的名称是蒸馏烧瓶，加入搅拌磁子的目的是搅拌和防止暴沸，

故答案为：蒸馏烧瓶；防止暴沸；

(2) 正丙醇在浓硫酸作用下可能发生消去反应，或分子间取代反应，则反应时生成的主要有机副产物有 2 - 溴丙烷和丙烯、正丙醚，

故答案为：丙烯、正丙醚；

(3) 步骤 2 中需向接受瓶内加入少量冰水并置于冰水浴中的目的是减少 1 - 溴丙烷的挥发，

故答案为：减少 1 - 溴丙烷的挥发；

(4) 步骤 2 中需缓慢加热使反应和蒸馏平稳进行，目的是减少 HBr 挥发，

故答案为：减少 HBr 挥发；

(5) 步骤 4 中用 5%Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液洗涤有机相的操作：向分液漏斗中小心加入 12mL 5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液，振荡，将分液漏斗下口向上倾斜、打开活塞排出气体，静置，分液，

故答案为：将分液漏斗下口向上倾斜、打开活塞排出气体。

**【点评】** 本题考查有机物的制备实验，为高频考点，把握有机物的性质、实验操作及技能为解答的关键，侧重分析能力和实验能力的考查，注意 (5) 为解答的难点，题目难度中等。