

江苏省南通市 2026 届高三上学期 9 月调研测试（期初考试）化学试卷

学校：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ 班级：\_\_\_\_\_ 考号：\_\_\_\_\_

一、单选题

1. 石墨烯是一种由碳原子紧密堆积形成的单层蜂窝状结构的材料。将石墨烯卷曲处理可形成碳纳米管。下列有关说法正确的是

- A. 石墨烯和碳纳米管互为同素异形体    B. 石墨烯是有机物  
C. 石墨烯制碳纳米管时发生氧化还原反应    D. 碳纳米管属于胶体

【答案】A

【详解】A. 石墨烯(单层二维蜂窝结构)和碳纳米管(卷曲管状结构)是由同种元素组成而性质不同(结构不同)的单质，两者互为同素异形体，A 正确；

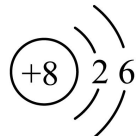
B. 有机物是碳氢化合物或其衍生物，而石墨烯是碳单质，属于无机物，B 错误；

C. 石墨烯和碳纳米管均为碳单质，石墨烯制碳纳米管时结构发生改变，但未涉及电子转移或化合价变化，则未发生氧化还原反应，C 错误；

D. 胶体是分散系(分散质+分散剂)，属于混合物，但碳纳米管为单一物质，不属于胶体，D 错误；

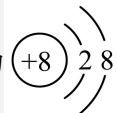
故选 A。

2.  $N_2H_4$  与  $N_2O_4$  可用作火箭推进剂，两者反应生成  $N_2$  和  $H_2O$ 。下列说法正确的是

- A. 中子数为 9 的氮原子可表示为： ${}^9_7N$     B.  $O^{2-}$  的结构示意图为：
- C.  $N_2$  的电子式为： $:N:::N:$     D.  $H_2O$  的空间结构为直线形

【答案】C

【详解】A. 中子数为 9 的氮原子，质子数为 7，质量数=质子数+中子数=7+9=16，应表示为  ${}^{16}_7N$ ，A 错误；

B.  $O^{2-}$  的质子数为 8，核外电子数为 10，结构示意图为 ，B 错误；

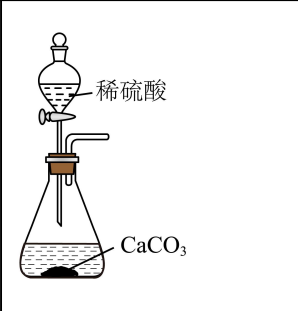
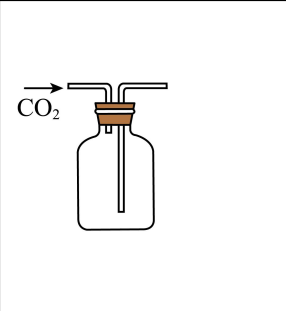
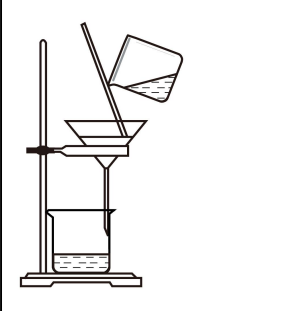
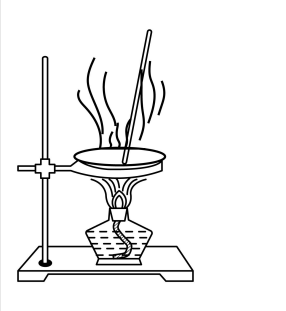
C.  $N_2$  分子中两个氮原子形成三键，每个氮原子还有一对孤对电子，电子式为  $:N:::N:$ ，

C 正确；

D.  $\text{H}_2\text{O}$  中 O 原子有 2 对孤对电子，价层电子对数为 4，空间结构为 V 形，D 错误；

故选 C。

3. 实验室以  $\text{CaCO}_3$  为原料制备  $\text{CO}_2$  和  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 。下列图示装置或原理能达到实验目的的是

	
A. 制 $\text{CO}_2$	B. 收集 $\text{CO}_2$
	
C. 滤去 $\text{CaCO}_3$	D. 制 $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】C

【详解】A. 稀硫酸与  $\text{CaCO}_3$  反应生成的  $\text{CaSO}_4$  微溶于水，会覆盖在  $\text{CaCO}_3$  表面阻止反应继续进行，制备  $\text{CO}_2$  可用大理石(主要成分为  $\text{CaCO}_3$ )与稀盐酸反应，A 不符合题意；

B.  $\text{CO}_2$  密度比空气大，应采用向上排空气法收集，即长导管进、短导管出，但该装置中导管短进长出，B 不符合题意；

C. 过滤用于固液分离，则除去未反应的  $\text{CaCO}_3$  可用过滤操作，且该图示装置符合“一贴二低三靠”的过滤操作要求，能达到实验目的，C 符合题意；

D. 制备  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (六水氯化钙晶体)，需采取蒸发浓缩、冷却结晶的方法。若直接用酒精灯加热蒸发皿蒸发溶液，会因温度过高导致失去结晶水而不能得到目标晶体，D 不符合题意；  
故选 C。

4. 明矾  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  溶于水可形成胶体吸附水中悬浮物。下列说法正确的是

- A. 电负性:  $\chi(\text{S}) > \chi(\text{O})$                       B. 离子半径:  $r(\text{O}^{2-}) > r(\text{Al}^{3+})$     C. 沸点:  
 $\text{H}_2\text{S} > \text{H}_2\text{O}$                       D. 碱性:  $\text{Al}(\text{OH})_3 > \text{KOH}$

【答案】B

【详解】A. 同主族由上而下, 金属性增强, 非金属性逐渐减弱, 元素电负性减弱; 电负性:  $\chi(\text{S}) < \chi(\text{O})$ , A 错误;

B. 电子层数越多半径越大, 电子层数相同时, 核电荷数越大, 半径越小; 离子半径:  $r(\text{O}^{2-}) > r(\text{Al}^{3+})$ , B 正确;

C. 水分子间能形成氢键, 导致水的沸点高于硫化氢, C 错误;

D. 同周期从左到右, 金属性减弱, 非金属性变强; 同主族由上而下, 金属性增强, 非金属性变弱; 金属性越强, 最高价氧化物对应水化物的碱性越强, 碱性:  $\text{Al}(\text{OH})_3 < \text{KOH}$ , D 错误。

故选 B。

阅读下列材料, 完成下面小题:

周期表中第 VA 族元素及其化合物应用广泛。 $\text{NH}_3$  的催化氧化在工业上用于制取  $\text{HNO}_3$ ;  $\text{P}_2\text{O}_5$

能吸收空气中的水分,  $\text{H}_3\text{PO}_2$  ( $\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{P}}-\text{H}$ ) 常用作食品防腐剂;  $\text{As}_4\text{S}_4$  难溶于水, 俗称雄黄,

有杀虫功效; 锑(Sb)是银白色金属,  $\text{SbCl}_3$  与足量水反应生成难溶物  $\text{Sb}_4\text{O}_5\text{Cl}_2$ ; 铋(Bi)的熔点为  $271.3^\circ\text{C}$ , 是无毒的“绿色金属”, 工业上可用  $\text{FeCl}_3$  溶液浸出辉铋矿(主要成分为  $\text{Bi}_2\text{S}_3$ )中的  $\text{Bi}^{3+}$ 。

5. 下列说法正确的是

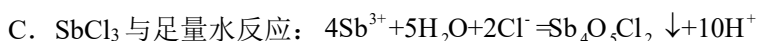
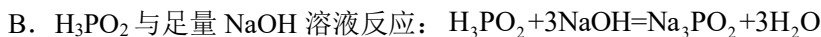
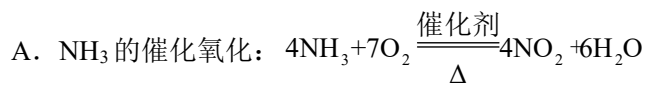
- A. 锑、铋元素位于元素周期表 s 区  
 B.  $\text{NO}_3^-$  中 O-N-O 的夹角是  $120^\circ$   
 C.  $\text{H}_3\text{PO}_2$  中 P 的杂化轨道类型为  $\text{sp}^2$   
 D. 基态砷原子的核外电子排布式为  $[\text{Ar}]4\text{s}^24\text{p}^3$

6. 下列物质性质与用途具有对应关系的是

- A. 液氨具有还原性, 可用作制冷剂                      B.  $\text{P}_2\text{O}_5$  属于酸性氧化物, 可用作干燥剂

C.  $\text{As}_4\text{S}_4$  难溶于水, 可用于杀虫      D. 金属铋熔点低, 可用于制电器保险丝

7. 下列化学反应表示正确的是



【答案】5. B    6. D    7. C

【解析】5. A. 铋、铊属于周期表中第VA族元素, 位于元素周期表p区, 故A错误;

B.  $\text{NO}_3^-$  中N原子价层电子对数为  $3 + \frac{1}{2}(5 + 1 - 2 \times 3) = 3$ , 无孤电子对, 其空间构型为平面三角形, 键角为  $120^\circ$ , 故B正确;



D. 砷的原子序数为33, 则基态砷原子的核外电子排布式为  $[\text{Ar}]3\text{d}^{10}4\text{s}^24\text{p}^3$ , 故D错误;

故选: B。

6. A. 液氨汽化时吸收大量热, 能使环境温度降低, 可作制冷剂, 与液氨具有还原性无关, 故A错误;

B.  $\text{P}_2\text{O}_5$  能与水反应, 表现出吸水性, 可作干燥剂, 与  $\text{P}_2\text{O}_5$  属于酸性氧化物无关, 故B错误;

C.  $\text{As}_4\text{S}_4$  俗称雄黄, 能使蛋白质变性, 有杀虫功效, 可用于杀虫, 与  $\text{As}_4\text{S}_4$  难溶于水无关, 故C错误;

D. 铋熔点低, 可制成合金用作电器保险丝, 当电流异常升高时, 自身可熔断切断电流, 有保护作用, 故D正确;

故选: D。

7. A.  $\text{NH}_3$  催化氧化生成  $\text{NO}$  和  $\text{H}_2\text{O}$ , 反应为  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ , 故A错误;

B. 由  $\text{H}_3\text{PO}_2$  结构式可知,  $\text{H}_3\text{PO}_2$  是一元酸, 与足量  $\text{NaOH}$  溶液反应生成  $\text{NaH}_2\text{PO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ , 反应为  $\text{H}_3\text{PO}_2 + \text{NaOH} = \text{NaH}_2\text{PO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ , 故 B 错误;

C.  $\text{SbCl}_3$  与足量水反应生成  $\text{Sb}_4\text{O}_5\text{Cl}_2$  沉淀和  $\text{HCl}$ , 离子方程式为

$4\text{Sb}^{3+} + 5\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}^- = \text{Sb}_4\text{O}_5\text{Cl}_2 \downarrow + 10\text{H}^+$ , 故 C 正确;

D.  $\text{FeCl}_3$  具有较强氧化性, 氧化  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  生成 S 单质, 反应为  $6\text{Fe}^{3+} + \text{Bi}_2\text{S}_3 = 6\text{Fe}^{2+} + 2\text{Bi}^{3+} + 3\text{S}$ , 故 D 错误;

故选: C。

8. 在给定条件下, 下列物质制备过程涉及的物质转化均可实现的是

A. 氯化铁:  $\text{NaCl}$  溶液  $\xrightarrow{\text{电解}}$   $\text{Cl}_2$   $\xrightarrow[\Delta]{\text{Fe}}$   $\text{FeCl}_3$

B. 氧化钙:  $\text{CaCl}_2(\text{aq}) \xrightarrow{\text{CO}_2} \text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO}$

C. 氢氧化钠:  $\text{Na} \xrightarrow[\text{点燃}]{\text{O}_2} \text{Na}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{NaOH}$

D. 镁:  $\text{Mg}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\text{盐酸}} \text{MgCl}_2 \text{ 溶液} \xrightarrow{\text{电解}} \text{Mg}$

【答案】A

【详解】A. 电解  $\text{NaCl}$  溶液生成  $\text{Cl}_2$  (阳极:  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ ),  $\text{Cl}_2$  与  $\text{Fe}$  在加热条件下直接生成  $\text{FeCl}_3$  ( $3\text{Cl}_2 + 2\text{Fe} \xrightarrow{\Delta} 2\text{FeCl}_3$ ), 两步均合理, A 项正确;

B.  $\text{CO}_2$  通入  $\text{CaCl}_2$  溶液不反应, 无法生成  $\text{CaCO}_3$  (因  $\text{H}_2\text{CO}_3$  酸性弱于  $\text{HCl}$ ), 第一步不成立, 故 B 项错误;

C.  $\text{Na}$  和  $\text{O}_2$  在点燃条件下生成  $\text{Na}_2\text{O}_2$  而非  $\text{Na}_2\text{O}$ , 反应方程式为  $2\text{Na} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Na}_2\text{O}_2$ , 第一步错误, 故 C 项错误;

D. 电解  $\text{MgCl}_2$  溶液时, 阴极析出  $\text{H}_2$  而非  $\text{Mg}$ , 阴极反应式为:  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ , (需电解熔融态  $\text{MgCl}_2$  才能得到  $\text{Mg}$  单质:  $\text{MgCl}_2(\text{熔融}) \xrightarrow{\text{通电}} \text{Mg} + \text{Cl}_2 \uparrow$ ), 第二步错误, 故 D 项错误;

故答案选 A。

9.  $\alpha\text{-FeOOH}$  可用于脱除烟气中的  $\text{H}_2\text{S}$ 。脱硫、再生过程中可能的物种变化如图 1 所示。生成的  $\text{S}_8$ (结构如图 2 所示)覆盖在  $\alpha\text{-FeOOH}$  的表面。下列说法正确的是

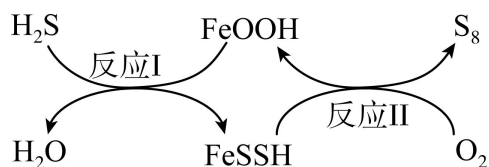


图1

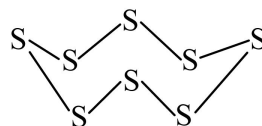


图2

- A. 可使用四氯乙烯( $C_2Cl_4$ )除去 $\alpha$ -FeOOH 表面的  $S_8$
- B. 反应I只涉及到极性键的断裂与非极性键的形成
- C. 反应II的化学方程式为  $4FeSSH+3O_2=4FeOOH+S_8$
- D. 处理含  $0.5molH_2S$  的烟气,理论上只要通入  $0.2 molO_2$  即可实现 $\alpha$ -FeOOH 的完全再生

【答案】A

【详解】A.  $S_8$  是非极性分子,四氯乙烯为非极性溶剂,根据相似相溶原理,非极性的  $S_8$  可溶于非极性的四氯乙烯,可以除去 $\alpha$ -FeOOH 表面的  $S_8$ , A 正确;

B. 反应I为  $H_2S$  与  $FeOOH$  反应生成  $H_2O$  和  $FeSSH$ , 断裂的键为  $H_2S$  中的  $H-S$  (极性键)、 $FeOOH$  中的极性键 (如  $Fe-O$ 、 $O-H$ ), 形成的键有  $H_2O$  中的  $H-O$  (极性键)、 $FeSSH$  中的  $Fe-S$  (极性键) 和  $S-S$  (非极性键), 涉及极性键的断裂与极性键、非极性键的形成, B 错误;

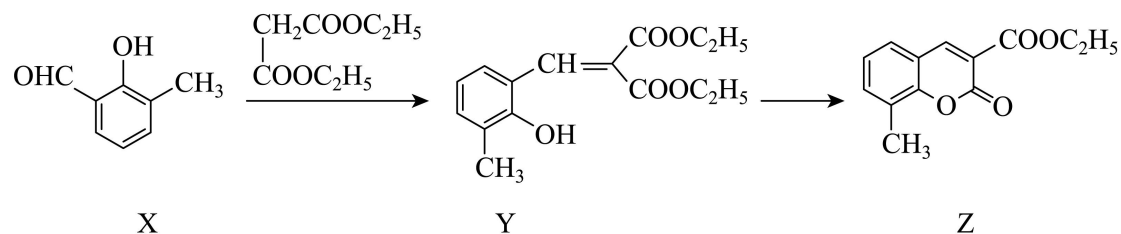
C. 反应II中  $FeSSH$  与  $O_2$  反应生成  $FeOOH$  和  $S_8$ , 反应II的化学方程式为

$4FeSSH+4O_2=4FeOOH+S_8$ , C 错误;

D. 总反应为  $8H_2S+4O_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} S_8+8H_2O$ , 处理含  $0.5molH_2S$  的烟气,理论上只要通入  $0.25 molO_2$  即可实现 $\alpha$ -FeOOH 的完全再生, D 错误;

故选 A。

10. 化合物 Z 是一种药物合成中间体,其合成路线如下。



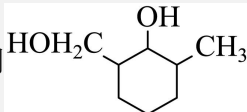
下列说法正确的是

- A. X 与足量  $H_2$  加成后的产物中含有 4 个手性碳原子
- B. 可用酸性高锰酸钾溶液检验 Y 中是否含有 X
- C. Z 分子存在顺反异构体

D. 等物质的量的 Y、Z 分别与足量 NaOH 溶液反应，消耗 NaOH 一样多

【答案】D

【详解】

A. X 与足量  $H_2$  加成后得到 ，环己烷环上只有连接  $-CH_2OH$ 、 $-OH$ 、 $-CH_3$

的三个碳原子为手性碳（各连 4 个不同基团），共 3 个手性碳，A 错误；

B. X 含醛基、酚羟基，Y 含酚羟基、碳碳双键，二者均能被酸性高锰酸钾氧化褪色，无法检验 Y 中是否含 X，B 错误；

C. Z 分子中六元环存在碳碳双键，双键两端碳原子分别连接不同基团，但该碳碳双键存在六元环中，Z 不存在顺反异构体，C 错误；

D. Y 含 1 个酚羟基和 2 个酯基 ( $-COOC_2H_5$ )，1molY 消耗 3mol NaOH；Z 含 2 个酯基，其中 1 个酯基水解后又生成酚羟基，1molZ 消耗 3mol NaOH，二者消耗 NaOH 相同，D 正确；

故选 D。

11. 下列关于有机物基团影响的说法不正确的是

A. 苯与溴的取代反应需要  $FeBr_3$  作催化剂而苯酚与溴的取代反应不需要催化剂，是由于羟基使苯环上的某些氢原子更活泼

B. 1-丙醇能催化氧化最终生成酸而 2-丙醇不能，是由于 1-丙醇中的羟基更活泼

C.  $CH_2ClCOOH$  的酸性强于  $CH_3COOH$ ，是由于 Cl 吸电子使羧基中的氢氧键极性增大

D. 苯酚能与 NaOH 发生中和反应而乙醇不能，是由于苯环使羟基更易电离出  $H^+$

【答案】B

【详解】A. 苯酚中的羟基活化苯环，使取代反应无需催化剂，A 正确；

B. 1-丙醇氧化生成酸是因羟基位于伯碳 ( $\alpha-C$  有 H)，而非羟基更活泼，B 错误；

C. Cl 的电负性大于 H， $-CH_2Cl$  增大了羧基中羟基的极性，更易电离出  $H^+$ ，Cl 的吸电子效应增强羧酸酸性，C 正确；

D. 苯环共轭使羟基更易电离，故苯酚能与 NaOH 反应，D 正确；

故选 B。

12. 室温下，探究  $K_2SO_3$  的性质，下列实验方案能达到探究目的的是

选项	探究目的	实验方案
----	------	------

A	$\text{SO}_3^{2-}$ 是否有还原性	将 $\text{K}_2\text{SO}_3$ 与浓硫酸反应生成的气体通入品红溶液中, 观察溶液颜色变化
B	$\text{SO}_3^{2-}$ 是否具有漂白性	向溴水中滴加足量 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{K}_2\text{SO}_3$ 溶液, 观察溶液颜色变化
C	$\text{SO}_3^{2-}$ 是否有氧化性	向 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{K}_2\text{SO}_3$ 溶液中滴加几滴 $\text{K}_2\text{S}$ 溶液, 观察是否有沉淀生成
D	$\text{SO}_3^{2-}$ 是否因氧化而变质	向 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{K}_2\text{SO}_3$ 溶液中先滴加足量的稀盐酸酸化, 再滴加 $\text{BaCl}_2$ 溶液, 观察是否有沉淀产生

A. A

B. B

C. C

D. D

**【答案】D**

**【详解】**A. 将  $\text{K}_2\text{SO}_3$  与浓硫酸反应生成的气体通入品红溶液, 溶液褪色是由于生成的  $\text{SO}_2$  具有漂白性, 无法证明  $\text{SO}_3^{2-}$  的还原性, A 错误;

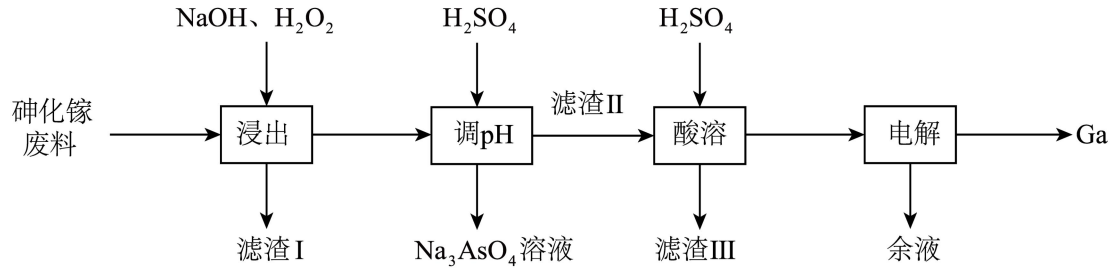
B. 溴水具有强氧化性, 能氧化还原性的  $\text{SO}_3^{2-}$ , 该实验说明  $\text{SO}_3^{2-}$  具有还原性, 不是漂白性, B 错误;

C. 在酸性溶液中可发生氧化还原反应生成 S 沉淀, 则  $\text{K}_2\text{SO}_3$  溶液中滴加几滴  $\text{K}_2\text{S}$  溶液无现象, 不能证明亚硫酸钠具有氧化性, C 错误;

D. 若  $\text{SO}_3^{2-}$  被氧化为  $\text{SO}_4^{2-}$ , 酸化后加入  $\text{BaCl}_2$  会生成  $\text{BaSO}_4$  沉淀, 该实验可有效检测  $\text{SO}_3^{2-}$  是否变质, D 正确;

故选 D。

13. 从砷化镓废料(主要成分: GaAs、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>和CaCO<sub>3</sub>)中回收 Ga 和 As 的工艺流程如下图所示。



已知: Ga 与 Al 的化学性质相似。下列说法正确的是

- A. “滤渣 I”的主要成分为 Fe(OH)<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub> 和 CaCO<sub>3</sub>
- B. “调 pH”的主要目的是将砷元素转化成 Na<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub>，实现与镓元素的分离
- C. “酸溶”时发生反应的离子方程式为 Ga(OH)<sub>3</sub>+3H<sup>+</sup>=Ga<sup>3+</sup>+3H<sub>2</sub>O
- D. “余液”可循环用于“浸出”步骤

【答案】C

【分析】砷化镓废料加氢氧化钠和过氧化氢，GaAs 和 SiO<sub>2</sub> 溶解生成 AsO<sub>4</sub><sup>3-</sup>、SiO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 和 GaO<sub>2</sub><sup>-</sup>，Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaCO<sub>3</sub> 不溶于碱，“滤渣 I”为 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaCO<sub>3</sub>，滤液中加入稀硫酸，滤液为 Na<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub>，经过蒸发浓缩、冷却结晶可以得到 Na<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub>·12H<sub>2</sub>O，滤渣 II 为硅酸和 Ga(OH)<sub>3</sub>，加入稀硫酸时 Ga(OH)<sub>3</sub> 会溶解，滤液电解得到镓单质，滤渣 III 为硅酸，据此解答；

【详解】A. 根据分析，“滤渣 I 的主要成分为 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaCO<sub>3</sub>，A 错误；

B. 调 pH 时加入 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>，目的是使滤液中的 GaO<sub>2</sub><sup>-</sup>（类似 AlO<sub>2</sub><sup>-</sup>）与 H<sup>+</sup> 反应生成 Ga(OH)<sub>3</sub> 沉淀，从而与溶液中的砷元素（以 AsO<sub>4</sub><sup>3-</sup> 形式存在）分离，并非将砷元素转化为 Na<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub>，B 错误；

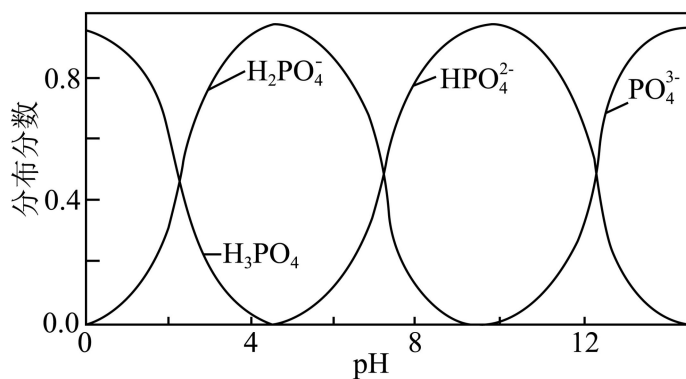
C. 滤渣 II 为 Ga(OH)<sub>3</sub>，酸溶时与 H<sup>+</sup> 反应生成 Ga<sup>3+</sup> 和水，离子方程式为

Ga(OH)<sub>3</sub>+3H<sup>+</sup>=Ga<sup>3+</sup>+3H<sub>2</sub>O，C 正确；

D. 电解后余液含 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>（酸性），而浸出需 NaOH（碱性），余液不能循环用于浸出步骤，D 错误；

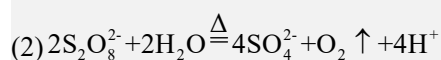
故选 C。



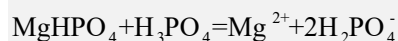


(4)制备  $\text{MnSO}_4$  利用“沉锰”获得的  $\text{Mn}_3\text{O}_4$ 、 $\text{MnO}_2$  与“沉镁”获得的  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  焙烧可生成  $\text{MnSO}_4$ 、 $\text{NH}_3$  和一种无色无味气体。若反应生成的  $\text{MnSO}_4$  与  $\text{NH}_3$  的物质的量之比为 2 : 3, 则理论上消耗  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  与  $\text{MnO}_2$  的物质的量之比为\_\_\_\_\_。

【答案】(1) 通入空气过多会被氧气氧化成高价态锰的氧化物 95.96%



(3) pH 过大, 沉淀为  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , 不能分解产生  $\text{CO}_2$ , 不能得到疏松的轻质  $\text{MgO}$



(4) 1 : 5

【分析】废盐溶液加入氨水, 通入氧气沉锰 I 得到  $\text{Mn}_3\text{O}_4$ , 溶液再加入  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ , 进行沉锰 II 得到  $\text{MnO}_2$ , 产生有气体  $\text{O}_2$ , 溶液再加入  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  和  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  调节 pH 沉镁 I, 得到  $\text{MgCO}_3$ , 煅烧得到  $\text{MgO}$ , 溶液再加入  $\text{H}_3\text{PO}_4$  沉镁 II, 得到  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  沉淀, 溶液加入  $\text{H}_2\text{SO}_4$  调节  $\text{pH}=6.0$  结晶得到 X 硫酸铵, 最后与  $\text{MnO}_2$  和  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  焙烧, 得到  $\text{MnSO}_4$ , 据此分析;

【详解】(1) ①若通入空气时间过长, 部分锰元素被氧化成高价态锰氧化物, 导致所得  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  样品中锰元素的质量分数会降低;

②先用过量  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  在酸性溶液中还原  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  生成  $\text{Mn}^{2+}$ , 离子方程式为



子方程式为  $3\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ = 6\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ , 可得关系式  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-} \sim \text{Mn}_3\text{O}_4$ 、

$3\text{C}_2\text{O}_4^{2-} \sim \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , 则剩余的

$n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = 3n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = 3 \times (0.01000 \text{ mol/L} \times 20.00 \times 10^{-3} \text{ L}) = 6 \times 10^{-4} \text{ mol}$ ,

$n(\text{Mn}_3\text{O}_4) = n_{\text{总}}(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) - n_{\text{余}}(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = 0.2000 \text{ mol/L} \times 25.00 \times 10^{-3} \text{ L} - 6 \times 10^{-4} \text{ mol} = 4.4 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ,

样品中  $Mn_3O_4$  的纯度 =  $\frac{4.4 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 229 \text{ g/mol}}{1.050 \text{ g}} \times 100\% = 95.96\%$ ;

(2)  $S_2O_8^{2-}$  加热水解生成硫酸根和氧气, 离子方程式:  $2S_2O_8^{2-} + 2H_2O \xrightarrow{\Delta} 4SO_4^{2-} + O_2 \uparrow + 4H^+$ ;

(3) ①  $xMgCO_3 \cdot yMg(OH)_2 \cdot zH_2O$  煅烧有  $CO_2$  生成, 可以得到疏松的轻质氧化镁, pH 过大, 沉淀为  $Mg(OH)_2$ , 不能分解产生  $CO_2$ , 不能得到疏松的轻质  $MgO$ ;

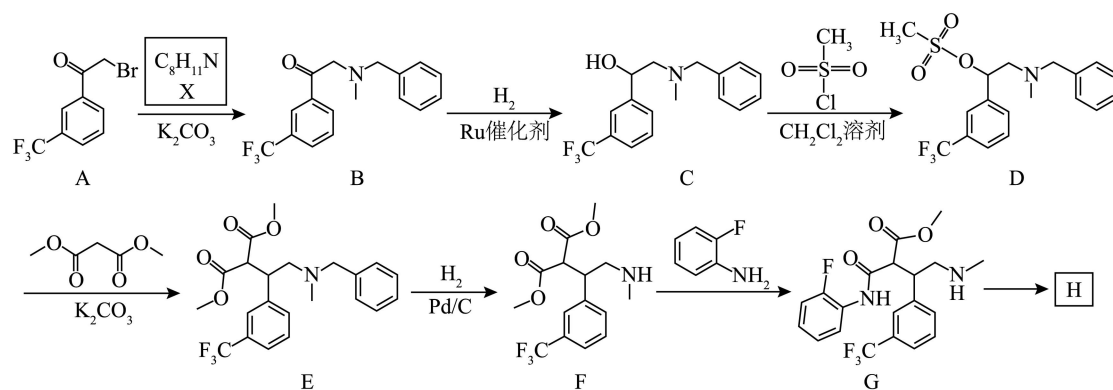
②由题中信息可知, pH=8 时, 产生的沉淀为  $MgHPO_4$ , 调节到 pH=4, 磷元素存在形式为  $H_2PO_4^-$ , 磷酸不是强酸, 不能拆, 离子方程式为  $MgHPO_4 + H_3PO_4 = Mg^{2+} + 2H_2PO_4^-$ ;

(4)  $Mn_3O_4$ 、 $MnO_2$  与  $(NH_4)_2SO_4$  焙烧可生成  $MnSO_4$ 、 $NH_3$  和  $N_2$ ; 生成的  $MnSO_4$  与  $NH_3$  的物质的量之比为 2:3, 设  $MnSO_4$ 、 $NH_3$  和  $N_2$  化学计量数为 4、6、1,

$Mn_3O_4 + MnO_2 + (NH_4)_2SO_4 \rightarrow 4MnSO_4 + 6NH_3 + N_2$ , 根据得失电子守恒, 设  $Mn_3O_4$  化学计量数为 a、 $MnO_2$  化学计量数为 b, 列式, Mn 元素质量守恒:  $3a+b=4$ , 化合价升降守恒:

$\left(\frac{8}{3}-2\right) \times 3 \times a + (4-2) \times b = (3-0) \times 2$ , 解得  $a = \frac{1}{2}$ ,  $b = \frac{5}{2}$ , 理论上消耗  $Mn_3O_4$  与  $MnO_2$  的物质的量之比为 1:5。

15. 有机化合物 H 是一种除草剂, 其合成路线如下。



(1) A 中含氧官能团的名称为\_\_\_\_\_; A→B 的反应类型为\_\_\_\_\_。

(2) 为提高 D 的产率, C→D 中可加入的试剂为\_\_\_\_\_。

A.  $CH_3CH_2OH$

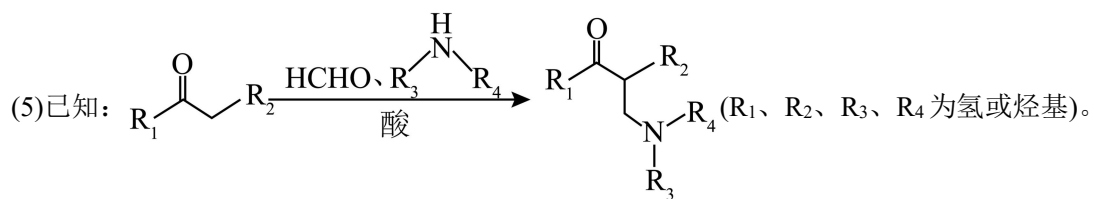
B.  $HCl$

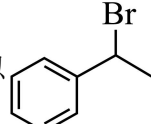
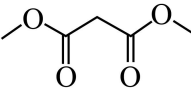
C.  $(C_2H_5)_3N$

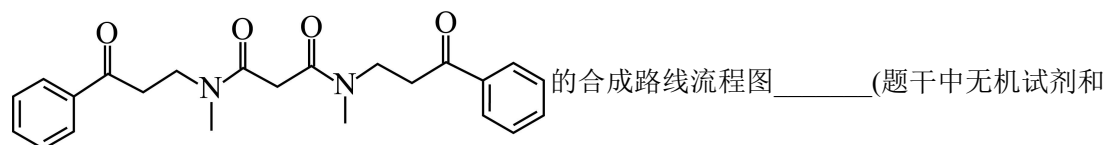
(3) 已知 H 中含有一个五元环结构, H 的结构简式为\_\_\_\_\_。

(4) 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: \_\_\_\_\_。

酸性条件水解后生成两种芳香族化合物且核磁共振氢谱均只有 3 个峰

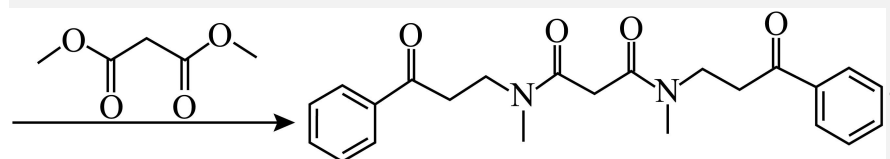
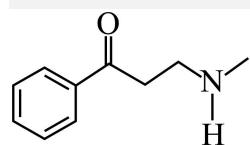
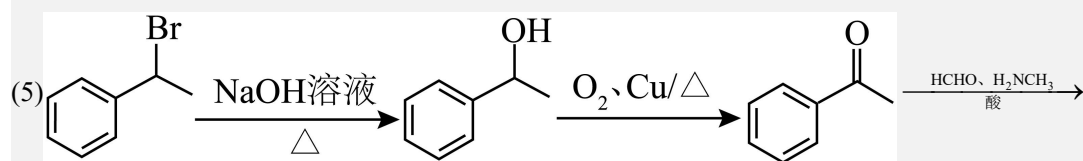
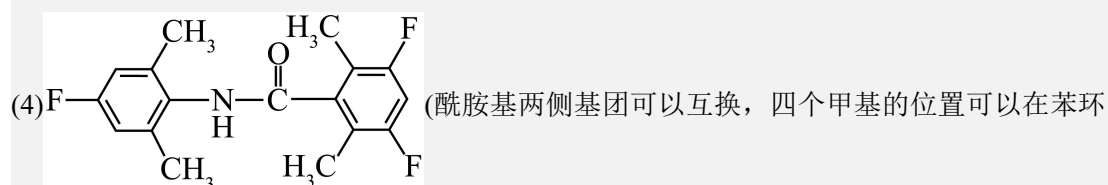
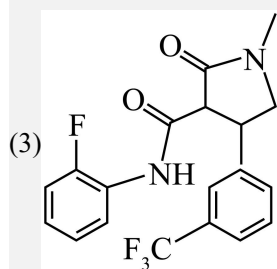


写出以 、 $HCHO$ 、 和  $H_2NCH_3$  为原料制备

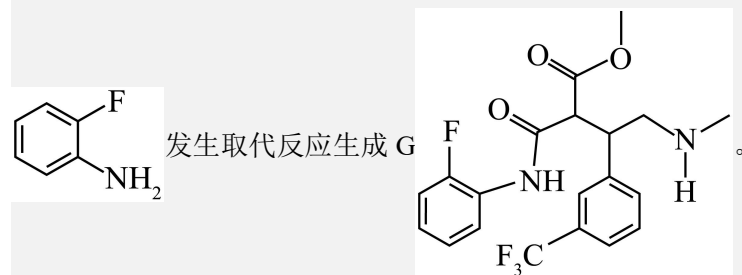
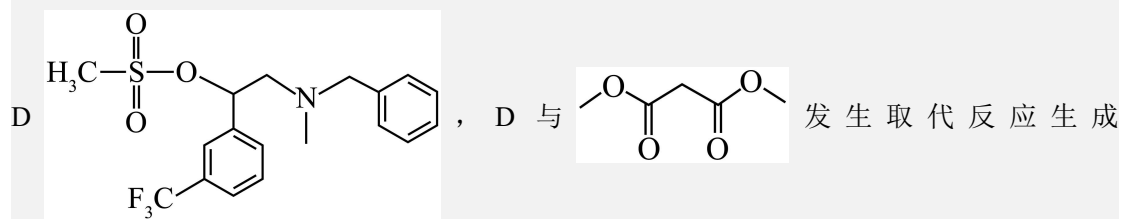
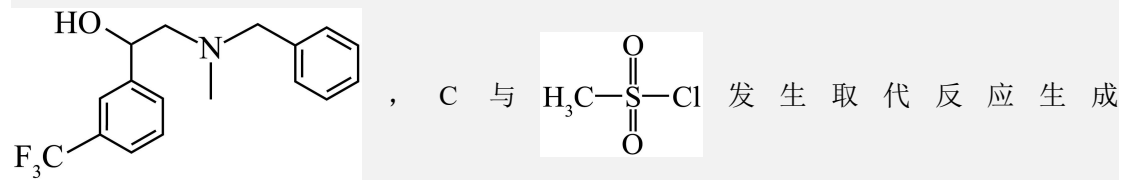
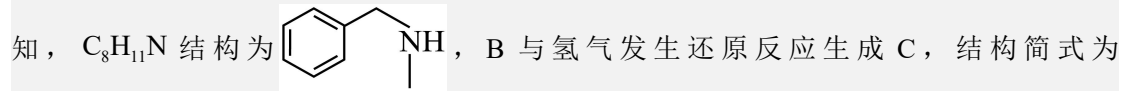
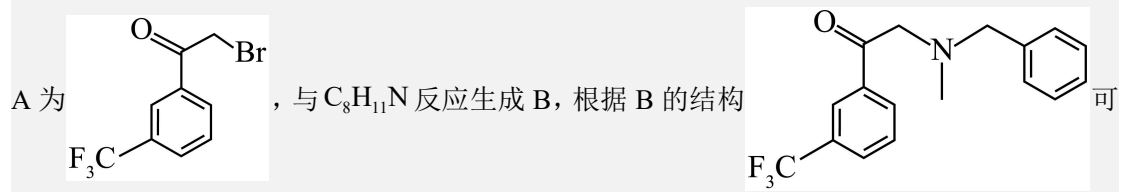


【答案】(1) (酮)羰基 取代反应

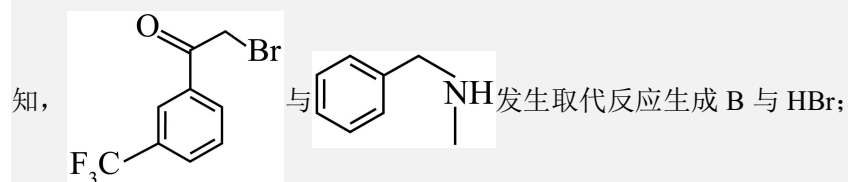
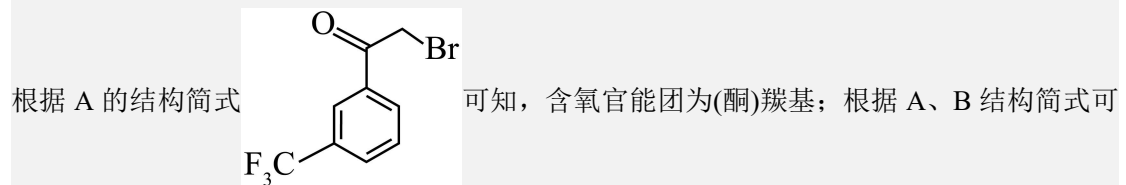
(2)C



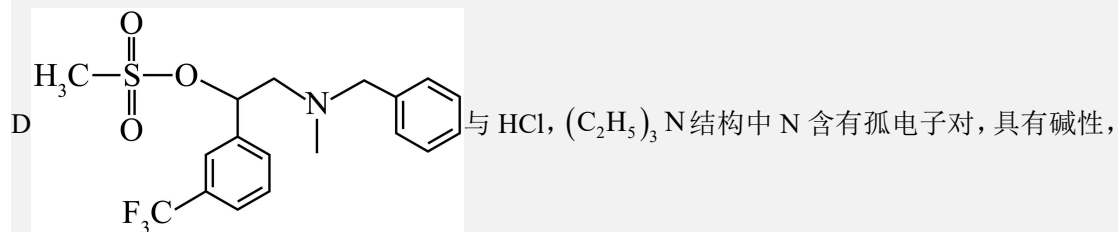
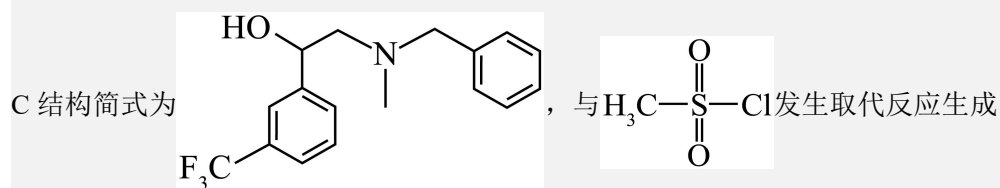
【分析】



【详解】(1)

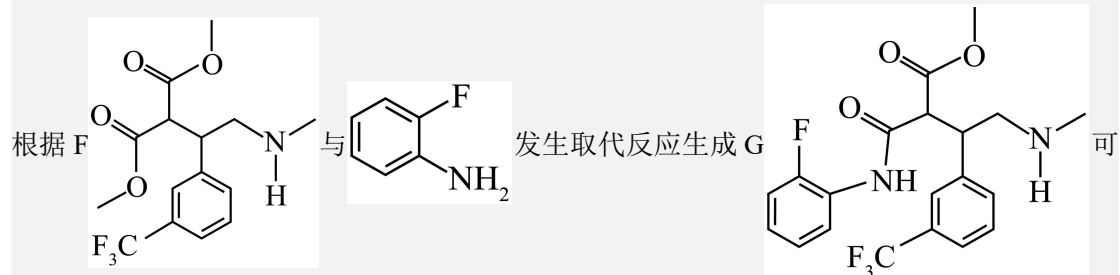


(2)

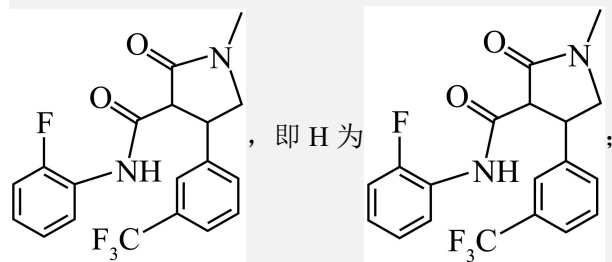


能与  $\text{HCl}$  反应, 使  $\text{C} \rightarrow \text{D}$  平衡正移, 提高 D 的产率, 选 C;

(3)

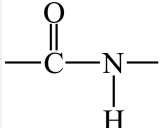


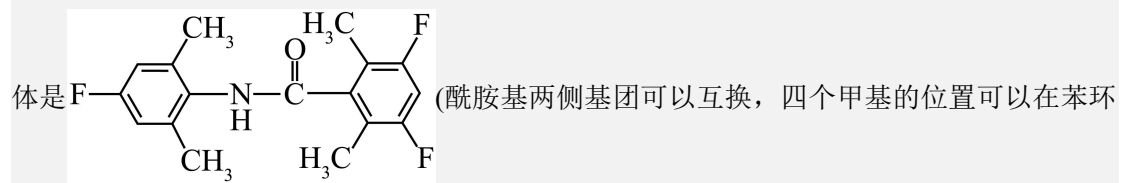
知, 氨基的 N 取代了酯基中  $-\text{OCH}_3$ , 故  自身成五元环结构为



(4)

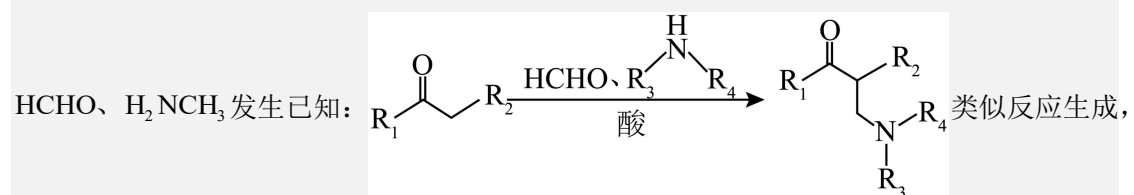
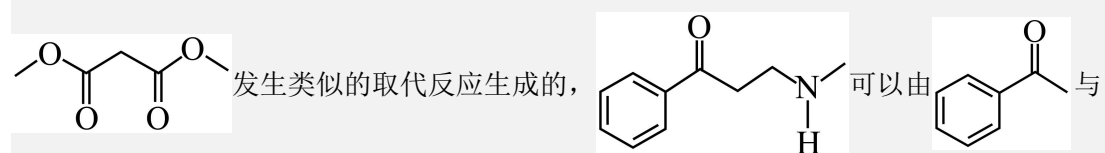
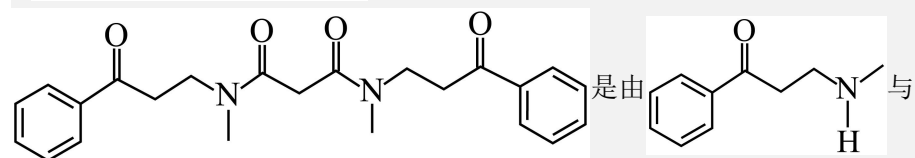
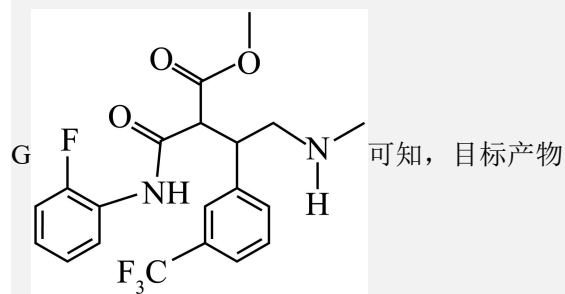
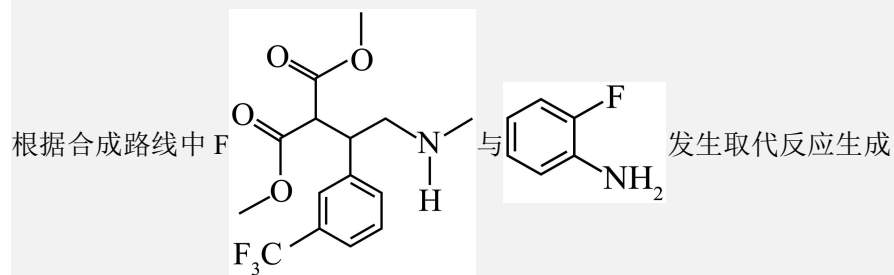
根据 B 的结构简式及组成, 可知酸性条件水解后生成两种芳香族化合物的同分异构体中含

有 , 水解产物核磁共振氢谱均只有 3 个峰, 则结构对称, 满足条件的同分异构

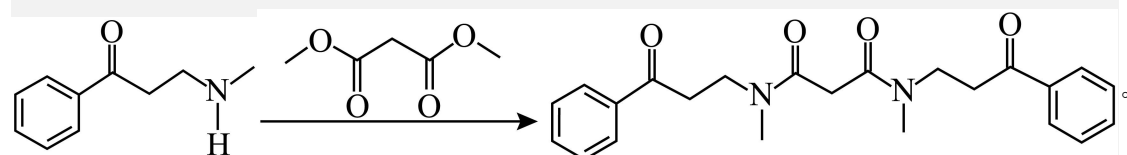
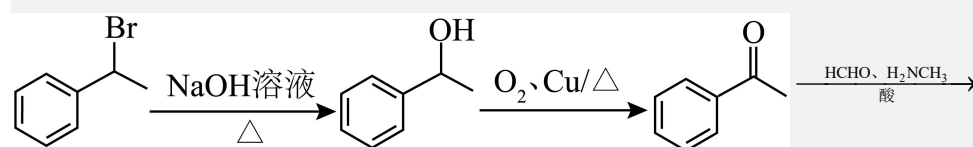


上互换但需要对称，三个甲基连在同一个碳原子上也可以)；

(5)



故合成路线为



16. 醋酸亚铬 $[\text{Cr}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}]$ 难溶于冷水和乙醚。实验室用铬铁矿(主要成分为 $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ )

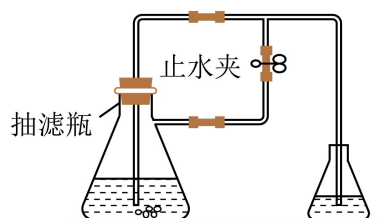
制备醋酸亚铬。已知： $\text{CrO}_4^{2-}$ 有剧毒，其水溶液呈黄色， $\text{Cr}^{3+}$ 的水溶液呈绿色， $\text{Cr}^{2+}$ 的水溶液呈蓝色； $\text{Cr}^{2+}$ 在水溶液中不稳定，极易被氧气氧化。

(1)焙烧。将铬铁矿、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 混合均匀置于空气中焙烧生成 $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ 和 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ，该反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(2)水浸。将焙烧得到的固体冷却后加水充分溶解、过滤、洗涤，将洗涤滤液与滤液合并。洗涤滤渣的目的是\_\_\_\_\_。

(3)还原。向滤液中加入 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 和 $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ，充分反应后得到 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ，不使用其他任何试剂或仪器，判断反应已完全的方法是\_\_\_\_\_。

(4)制备。用下图所示装置制备醋酸亚铬。



①检查该装置气密性的实验操作是\_\_\_\_\_。

②补充完整由 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液制备较纯 $\text{Cr}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的实验方案：向抽滤瓶中加适量 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液和过量 $\text{Zn}$ 粒，并向锥形瓶中加 $\text{CH}_3\text{COONa}$ 溶液，\_\_\_\_\_，乙醚洗涤2~3次，室温下干燥，密封保存(实验中还须使用的试剂： $2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液、蒸馏水、 $\text{BaCl}_2$ 溶液)。

③本实验中锌粒须过量的原因是\_\_\_\_\_。

【答案】(1) $4(\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3) + 8\text{Na}_2\text{CO}_3 + 7\text{O}_2 \xrightarrow{\text{焙烧}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 8\text{CO}_2$

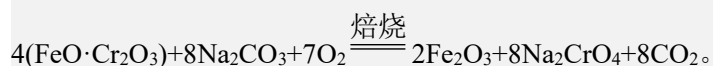
(2)除去滤渣表面附着的 $\text{CrO}_4^{2-}$ ，防止污染环境，提高 $\text{Cr}$ 的利用率

(3)反应完全后，溶液完全变成绿色

(4) 将锥形瓶中的导管插入水中，打开止水夹，用热毛巾捂住抽滤瓶，观察导管口是否产生气泡 加入适量 $2\text{mol/LH}_2\text{SO}_4$ 溶液，加盖密封，充分反应后，关闭止水夹，利用氢气压力将抽滤瓶中溶液压入锥形瓶中，充分反应，过滤，用冷水洗涤，直至向最后一次洗涤液中加入 $\text{BaCl}_2$ 溶液无沉淀生成 加入过量锌粉使 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ 被充分还原，锌粉与硫酸反应产生氢气赶走装置中的空气，防止 $\text{Cr}^{2+}$ 被氧化

【分析】铬铁矿、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  混合均匀置于空气中焙烧生成  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  和  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ，加水  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  溶解， $\text{Fe}_2\text{O}_3$  不溶于水，形成沉淀，将洗涤滤液与滤液合并，向滤液中加入  $\text{H}_2\text{SO}_4$  和  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ，充分反应后得到  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ； $\text{Cr}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  易被  $\text{O}_2$  氧化，可用锌和稀硫酸反应生成氢气排尽氧气，并用  $\text{Zn}$  将  $\text{Cr}^{3+}$  还原为  $\text{Cr}^{2+}$ ，然后  $\text{CrSO}_4$  和  $\text{CH}_3\text{COONa}$  反应生成  $\text{Cr}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ；醋酸亚铬 $[\text{Cr}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}]$ 不溶于冷水和乙醚，需用冷水洗涤，再用乙醚洗涤并干燥。

【详解】(1) 铬铁矿、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  在空气中焙烧生成  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  和  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ，反应方程式为



(2) 滤渣表面附着的  $\text{CrO}_4^{2-}$ ，洗涤滤渣，并将洗涤液和滤液合并，可以防止污染环境，并且提高  $\text{Cr}$  的利用率。

(3)  $\text{CrO}_4^{2-}$  其水溶液呈黄色， $\text{Cr}^{3+}$  的水溶液呈绿色，当反应完全后，溶液完全变成绿色。

(4) 将锥形瓶中的导管插入水中，打开止水夹，用热毛巾捂住抽滤瓶，观察导管口是否产生气泡，若有气泡产生，证明气密性良好；根据分析可知，由  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  溶液制备  $\text{Cr}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  的实验方案：向抽滤瓶、锥形瓶中分别加入适量的  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  溶液、 $\text{CH}_3\text{COONa}$  溶液，向抽滤瓶中加入稍过量的锌粒，然后迅速加入适量  $2\text{mol/LH}_2\text{SO}_4$  溶液，加盖密封，充分反应后，关闭止水夹，利用氢气压力将抽滤瓶中溶液压入锥形瓶中，充分反应，过滤，用冷水洗涤，直至向最后一次洗涤液中加入  $\text{BaCl}_2$  溶液无沉淀生成，乙醚洗涤 2~3 次，室温下干燥，密封保存；加入过量锌粉使  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  被充分还原，锌粉与硫酸反应产生氢气赶走装置中的空气，防止  $\text{Cr}^{2+}$  被氧化。

### 三、填空题

17.  $\text{CO}_2$  的资源化利用和转化是当今科学研究的热点。

(1) 氨水可捕集烟气中的  $\text{CO}_2$ 。

① 用氨水捕集烟气中足量  $\text{CO}_2$  的离子方程式为\_\_\_\_\_。

② 捕集  $\text{CO}_2$  时会生成一种中间产物 X，X 为一种铵盐。1molX 完全分解只生成 2mol $\text{NH}_3$  和 1mol $\text{CO}_2$ 。红外光谱显示，X 的阴离子中不存在 N-O、H-O 键。该阴离子的结构简式为\_\_\_\_\_。

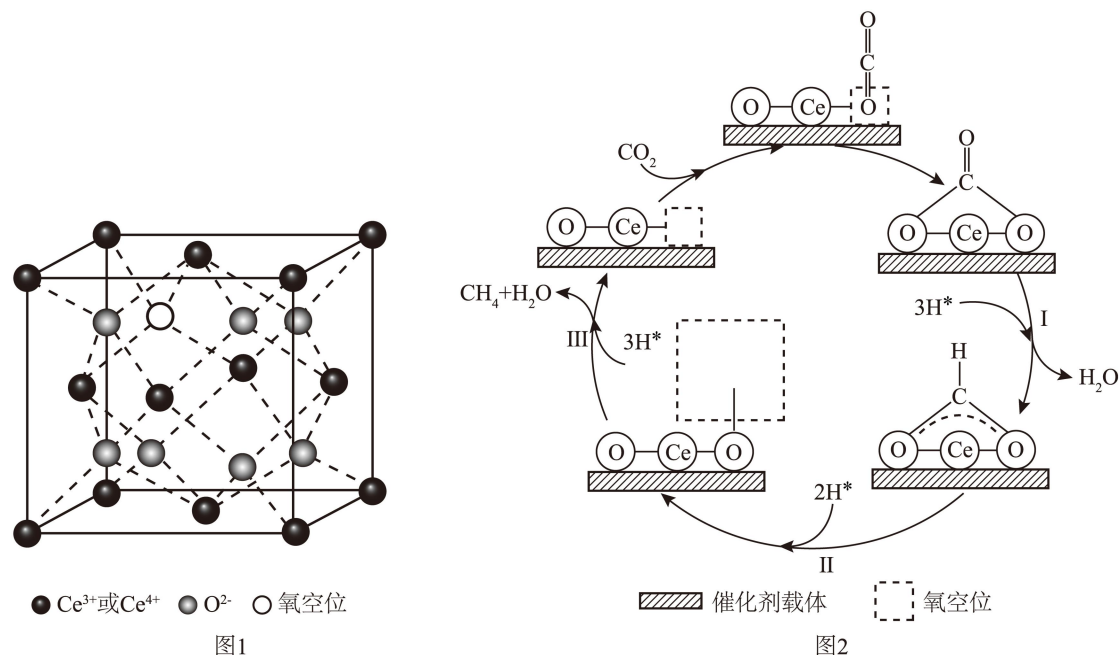
(2) 乙醇胺( $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ )也可捕集烟气中的  $\text{CO}_2$ 。室温下，将含  $\text{CO}_2$  体积分数为 10% 的烟气(其余为  $\text{CO}$  和碳氢化合物)以一定流速通过装有一定量乙醇胺水溶液的捕集器( $\text{CO}$  和碳氢化合物不被吸收)，被吸收后的烟气在出口处通过  $\text{CO}_2$  含量检测装置，直至捕集剂吸收  $\text{CO}_2$

达到饱和。将吸收 CO<sub>2</sub> 饱和后的捕集器加热，实现 CO<sub>2</sub> 释放。

①能说明乙醇胺水溶液吸收 CO<sub>2</sub> 达到饱和的依据是\_\_\_\_\_。

②乙醇胺水溶液能吸收和释放 CO<sub>2</sub> 的原因是\_\_\_\_\_。

(3)Ni/CeO<sub>2</sub> 可催化 CO<sub>2</sub> 加氢合成 CH<sub>4</sub>。CeO<sub>2</sub> 形成氧空位后的晶胞如图 1 所示。CO<sub>2</sub> 催化加氢反应中，H<sub>2</sub> 在 Ni 表面解离为 H 原子(表示为 H\*)，CO<sub>2</sub> 在 CeO<sub>2</sub> 表面转化为 CH<sub>4</sub> 可能的机理如图 2 所示。研究表明，Ni 的粒径越小，步骤 II 的加氢效率越低。



①CeO<sub>2</sub> 形成氧空位后的晶胞中，Ce<sup>3+</sup>、Ce<sup>4+</sup> 的物质的量之比为\_\_\_\_\_。

②在图 2 虚线方框内画出有关结构式：\_\_\_\_\_。

③Ni 粒径减小，CO<sub>2</sub> 甲烷化效率降低的原因可能是\_\_\_\_\_。

【答案】(1)  $NH_3 \cdot H_2O + CO_2 = HCO_3^- + NH_4^+$   $H_2NCOO^-$

(2) 出口处检测到 CO<sub>2</sub> 体积分数为 10% 乙醇胺含有氨基和羟基，能与水分子形成分子间氢键，具有很好的水溶性；乙醇胺含有氨基，有碱性，可与二氧化碳和水反应生成盐；该盐不稳定，在加热下又分解为二氧化碳

(3) 1 : 1  $\begin{array}{c} H \\ | \\ H-C-H \end{array}$  步骤 II 是 CO<sub>2</sub> 甲烷化的决速步；步骤 I 产生的甲酸盐难以加氢，导致甲酸盐累积并堵塞 CeO<sub>2</sub> 的氧空位

【详解】(1) ①CO<sub>2</sub> 属于酸性氧化物，用氨水捕集烟气中足量 CO<sub>2</sub> 反应生成 NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>，反应的离子方程式为： $NH_3 \cdot H_2O + CO_2 = HCO_3^- + NH_4^+$ ；

②捕集  $\text{CO}_2$  时会生成一种中间产物 X，X 为一种铵盐。1 mol X 完全分解只生成 2 mol  $\text{NH}_3$  和 1 mol  $\text{CO}_2$ ，即分解反应为： $\text{X} = 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{CO}_2$ ，则 X 含有 C、H、O、N 元素，且含有  $\text{NH}_4^+$ ，由化学反应遵循原子守恒可得 X 的化学式为  $\text{NH}_4[\text{CH}_2\text{O}_2\text{N}]$ ，即 X 的阴离子为  $[\text{CH}_2\text{O}_2\text{N}]^-$ ，结合红外光谱显示，X 的阴离子中不存在 N-O、H-O 键，则该阴离子为氨基甲酸根离子，其结构简式为  $\text{H}_2\text{NCOO}^-$ ；

(2) ①乙醇胺水溶液吸收  $\text{CO}_2$  达到饱和后，不能再吸收  $\text{CO}_2$ ，此时捕集器的入口处和出口处烟气中含  $\text{CO}_2$  体积分数均为 10%，则能说明乙醇胺水溶液吸收  $\text{CO}_2$  达到饱和的依据是：出口处检测到  $\text{CO}_2$  体积分数为 10%；

②乙醇胺( $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ )含有氨基和羟基，能与水分子形成分子间氢键，易溶于水而形成乙醇胺水溶液，且  $\text{CO}_2$  是酸性氧化物，乙醇胺含有的氨基显碱性，乙醇胺、 $\text{CO}_2$  和水会反应生成盐，但该盐不稳定，在加热下又分解为二氧化碳。所以乙醇胺水溶液能吸收和释放  $\text{CO}_2$  的原因是：乙醇胺含有氨基和羟基，能与水分子形成分子间氢键，具有很好的水溶性；乙醇胺含有氨基，有碱性，可与二氧化碳和水反应生成盐；该盐不稳定，在加热下又分解为二氧化碳；

(3) ①由均摊法可知， $\text{CeO}_2$  形成氧空位后的晶胞中，所含  $\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{Ce}^{4+}$  的总数为  $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ ，含有 7 个  $\text{O}^{2-}$ ，设含  $\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{Ce}^{4+}$  的个数分别为 x、y，结合化合物中各元素化合价代数和为零可得方程：
$$\begin{cases} x + y = 4 \\ 3x + 4y + 7 \times (-2) = 0 \end{cases}$$
，解得  $x = y = 2$ ，所以  $\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{Ce}^{4+}$  的物质的量之比为 1 : 1；

②步骤II过程中碳原子再与 2 个 H 原子形成共价键而生成甲基，则图 2 虚线方框内为甲基，其结构式为  $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \end{array}$ ；③研究表明，Ni 的粒径越小，步骤II的加氢效率越低。若步骤II为  $\text{CO}_2$  甲烷化的决速步骤，Ni 粒径减小，则步骤II的加氢效率降低，将直接导致  $\text{CO}_2$  甲烷化效率降低；同时步骤II的加氢效率降低，即步骤II的反应速率减小，步骤 I 产生的甲酸盐难以加氢，导致甲酸盐累积并堵塞  $\text{CeO}_2$  的氧空位，所以 Ni 粒径减小， $\text{CO}_2$  甲烷化效率降低的原因可能是：步骤II是  $\text{CO}_2$  甲烷化的决速步；步骤 I 产生的甲酸盐难以加氢，导致甲酸盐累积并堵塞  $\text{CeO}_2$  的氧空位。