

## 2018 年普通高等学校招生全国统一考试(江苏卷)化学

一、单项选择题共 10 小题，每小题 2 分，共 20 分

1. (2 分)  $\text{CO}_2$  是自然界碳循环中的重要物质。下列过程会引起大气中  $\text{CO}_2$  含量上升的是( )

- A. 光合作用
- B. 自然降雨
- C. 化石燃料的燃烧
- D. 碳酸盐的沉积

解析: A. 光合作用是叶绿素吸收二氧化碳生成氧气, 过程中不会引起大气中  $\text{CO}_2$  含量上升, 故 A 错误;

B. 自然降雨过程中, 空气中二氧化碳部分溶于水, 过程中不会引起大气中  $\text{CO}_2$  含量上升, 故 B 错误;

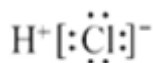
C. 化石燃料为煤、石油、天然气等, 都含碳元素, 化石燃料的燃烧过程中都会生成二氧化碳气体, 过程会引起大气中  $\text{CO}_2$  含量上升, 故 C 正确;

D. 碳酸盐的沉积是碳元素减少的过程, 过程中不会引起大气中  $\text{CO}_2$  含量上升, 故 D 错误;

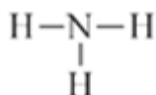
答案: C

2. (2 分) 用化学用语表示  $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$  中的相关微粒, 其中正确的是( )

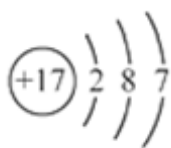
A. 中子数为 8 的氮原子:  ${}^8_7\text{N}$



B.  $\text{HCl}$  的电子式:



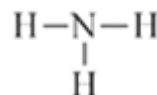
C.  $\text{NH}_3$  的结构式:



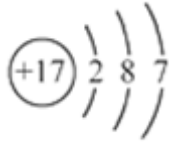
D.  $\text{Cl}^-$  的结构示意图:

解析: A. 中子数为 8 的氮原子的质量数=8+7=15, 氮原子正确的表示方法为:  ${}^{15}_7\text{N}$ , 故 A 错误;

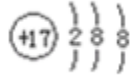
B.  $\text{HCl}$  为共价化合物, 电子式中不能标出电荷, 其正确的电子式为  $\text{H}:\ddot{\text{Cl}}:$ , 故 B 错误;



C. 氨气为共价化合物, 分子中含有 3 个 N-H 键,  $\text{NH}_3$  的结构式  $\begin{array}{c} \text{H}-\text{N}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ , 故 C 正确;



D. 为氯原子结构示意图，氯离子的最外层含有 8 个电子，其正确的离子



结构示意图为 ，故 D 错误。

答案：C

3. (2 分) 下列有关物质性质与用途具有对应关系的是( )

- A.  $\text{NaHCO}_3$  受热易分解，可用于制胃酸中和剂
- B.  $\text{SiO}_2$  熔点高硬度大，可用于制光导纤维
- C.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  是两性氧化物，可用作耐高温材料
- D.  $\text{CaO}$  能与水反应，可用作食品干燥剂

解析：A. 碳酸氢钠与盐酸反应，可用作胃酸中和剂，与  $\text{NaHCO}_3$  的稳定性无关，故 A 错误；  
 B.  $\text{SiO}_2$  可用于制光导纤维，利用的是二氧化硅的导光性，与其熔点无关，故 B 错误；  
 C. 由于  $\text{Al}_2\text{O}_3$  具有较高熔点，可用作耐高温材料，与  $\text{Al}_2\text{O}_3$  是两性氧化物无关，故 C 错误；  
 D. 由于  $\text{CaO}$  与水发生反应，且无毒，可用作食品干燥剂，故 D 正确。

答案：D

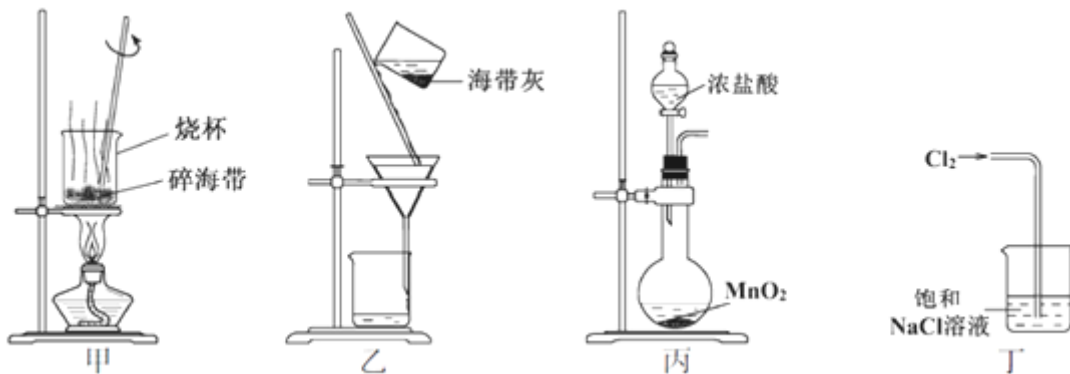
4. (2 分) 室温下，下列各组离子在指定溶液中能大量共存的是( )

- A.  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  KI 溶液： $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{ClO}^-$ 、 $\text{OH}^-$
- B.  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  溶液： $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$
- C.  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  HCl 溶液： $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$
- D.  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  NaOH 溶液： $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$

解析：A.  $\text{ClO}^-$  能够氧化 KI，在溶液中不能大量共存，故 A 错误；  
 B.  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  之间不反应，都不与  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  反应，在溶液中能够大量共存，故 B 正确；  
 C.  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  与 HCl 反应生成弱电解质  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ，在溶液中不能大量共存，故 C 错误；  
 D.  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{HCO}_3^-$  与 NaOH 溶液反应，在溶液中不能大量共存，故 D 错误。

答案：B

5. (2 分) 下列有关从海带中提取碘的实验原理和装置能达到实验目的是( )



- A. 用装置甲灼烧碎海带
- B. 用装置乙过滤海带灰的浸泡液
- C. 用装置丙制备用于氧化浸泡液中  $I^-$  的  $Cl_2$
- D. 用装置丁吸收氧化浸泡液中  $I^-$  后的  $Cl_2$  尾气

解析: A. 需要在坩埚中灼烧海带, 不能用烧杯灼烧, 故 A 错误;

B. 装置乙中装置及操作均合理, 可用装置乙过滤海带灰的浸泡液, 故 B 正确;

C. 装置丙中缺少加热装置, 无法获得氯气, 故 C 错误;

D. 氯气难溶于饱和氯化钠溶液, 应该为 NaOH 溶液吸收多余的氯气, 故 D 错误。

答案: B

6. (2分) 下列有关物质性质的叙述一定不正确的是( )

- A. 向  $FeCl_2$  溶液中滴加  $NH_4SCN$  溶液, 溶液显红色
- B.  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  溶于水可形成  $Al(OH)_3$  胶体
- C.  $NH_4Cl$  与  $Ca(OH)_2$  混合加热可生成  $NH_3$
- D.  $Cu$  与  $FeCl_3$  溶液反应可生成  $CuCl_2$

解析: A. 铁离子与  $NH_4SCN$  溶液反应, 溶液变红色, 而亚铁离子不与  $NH_4SCN$  反应, 故 A 错误;

B.  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  溶于水电离出铝离子, 铝离子水解可形成  $Al(OH)_3$  胶体, 故 B 正确;

C. 实验室中通常利用加热  $NH_4Cl$ 、 $Ca(OH)_2$  固体混合物制取  $NH_3$ , 故 C 正确;

D.  $Cu$  与  $FeCl_3$  溶液发生氧化还原反应生成  $FeCl_2$  和  $CuCl_2$ , 故 D 正确。

答案: A

7. (2分) 下列指定反应的离子方程式正确的是( )

- A. 饱和  $Na_2CO_3$  溶液与  $CaSO_4$  固体反应:  $CO_3^{2-} + CaSO_4 \rightleftharpoons CaCO_3 + SO_4^{2-}$
- B. 酸化  $NaIO_3$  和  $NaI$  的混合溶液:  $I^- + IO_3^- + 6H^+ = I_2 + 3H_2O$
- C.  $KClO$  碱性溶液与  $Fe(OH)_3$  反应:  $3ClO^- + 2Fe(OH)_3 = 2FeO_4^{2-} + 3Cl^- + 4H^+ + H_2O$
- D. 电解饱和食盐水:  $2Cl^- + 2H^+ \xrightarrow{\text{通电}} Cl_2 \uparrow + H_2 \uparrow$

解析: A. 饱和  $Na_2CO_3$  溶液与  $CaSO_4$  固体反应生成碳酸钙沉淀和硫酸钠, 该反应的离子方程式为:  $CO_3^{2-} + CaSO_4 \rightleftharpoons CaCO_3 + SO_4^{2-}$ , 故 A 正确;

B. 酸化  $NaIO_3$  和  $NaI$  发生氧化还原反应, 正确的离子方程式为:  $5I^- + IO_3^- + 6H^+ = 3I_2 + 3H_2O$ , 故 B 错误;

C. 碱性溶液中, 反应产物不能存在氢离子, 正确的离子方程式为:  $3ClO^- + 2Fe(OH)_3 + 4OH^- = 2FeO_4^{2-} + 3Cl^- + 5H_2O$ , 故 C 错误;

D. 用惰性电极电解饱和食盐水时, 阳极上氯离子放电生成氯气, 阴极上氢离子放电生成氢气, 同时溶液中生成氢氧化钠, 水不能拆开, 正确的离子方程式为:  $2Cl^- + 2H_2O \xrightarrow{\text{通电}} 2OH^- + H_2 \uparrow + Cl_2 \uparrow$ , 故 D 错误。

答案: A

8. (2分) 短周期主族元素 X、Y、Z、W 原子序数依次增大, X 是地壳中含量最多的元素, Y 原子的最外层只有一个电子, Z 位于元素周期表 IIIA 族, W 与 X 属于同一主族。下列说法正确的是( )

- A. 原子半径:  $r(W) > r(Z) > r(Y)$
- B. 由 X、Y 组成的化合物中均不含共价键

C. Y 的最高价氧化物的水化物的碱性比 Z 的弱

D. X 的简单气态氢化物的热稳定性比 W 的强

解析：短周期主族元素 X、Y、Z、W 原子序数依次增大，X 是地壳中含量最多的元素，为 O 元素；Y 原子的最外层只有一个电子且原子序数大于 X，则 Y 为 Na 元素；Z 位于元素周期表 IIIA 族，且原子序数大于 Y，则 Z 为 Al 元素；W 与 X 属于同一主族且为短周期元素，则 W 为 S 元素，即 X、Y、Z、W 分别是 O、Na、Al、S 元素；

A. 同一周期元素，原子半径随着原子序数增大而减小，所以原子半径  $r(Y) > r(Z) > r(W)$ ，故 A 错误；

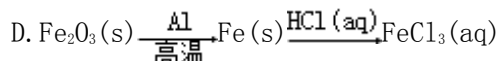
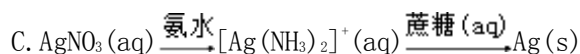
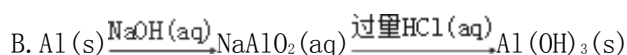
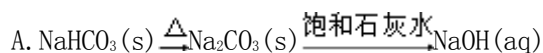
B. 由 X、Y 组成的化合物可能是  $\text{Na}_2\text{O}$  也可能是  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ， $\text{Na}_2\text{O}$  只含离子键、 $\text{Na}_2\text{O}_2$  含有离子键和共价键，故 B 错误；

C. 元素的金属性越强，其最高价氧化物的水化物碱性越强，金属性  $Y > Z$ ，则 Y 的最高价氧化物的水化物的碱性比 Z 的强，故 C 错误；

D. 元素的非金属性越强，其简单气态氢化物的稳定性越强，非金属性  $X > W$ ，所以 X 的简单气态氢化物的热稳定性比 W 的强，故 D 正确。

答案：D

9. (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( )



解析：A.  $\text{NaHCO}_3(\text{s})$  加热分解生成  $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$ ，碳酸钠与石灰水反应生成碳酸钙沉淀和  $\text{NaOH}$ ，该转化关系均能实现，故 A 正确；

B.  $\text{NaAlO}_2(\text{aq})$  与过量盐酸反应生成氯化铝和水，不会得到  $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s})$ ，故 B 错误；

C.  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+(\text{aq})$  不与蔗糖反应，故 C 错误；

D. Fe 与盐酸反应生成氯化亚铁和氢气，不会得到  $\text{FeCl}_3(\text{aq})$ ，故 D 错误。

答案：A

10. (2 分) 下列说法正确的是( )

A. 氢氧燃料电池放电时化学能全部转化为电能

B. 反应  $4\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$  常温下可自发进行，该反应为吸热反应

C.  $3\text{mol H}_2$  与  $1\text{mol N}_2$  混合反应生成  $\text{NH}_3$ ，转移电子的数目小于  $6 \times 6.02 \times 10^{23}$

D. 在酶催化淀粉水解反应中，温度越高淀粉水解速率越快

解析：A. 原电池工作时，化学能不可能全部转化为电能，部分转化为热能，故 A 错误；

B. 反应自发进行的判断依据  $\Delta H - T\Delta S < 0$ ，已知常温常压下反应  $4\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$  可以自发进行， $\Delta S < 0$ ，满足  $\Delta H - T\Delta S < 0$ ， $\Delta H < 0$ ，该反应是放热反应，故 B 错误；

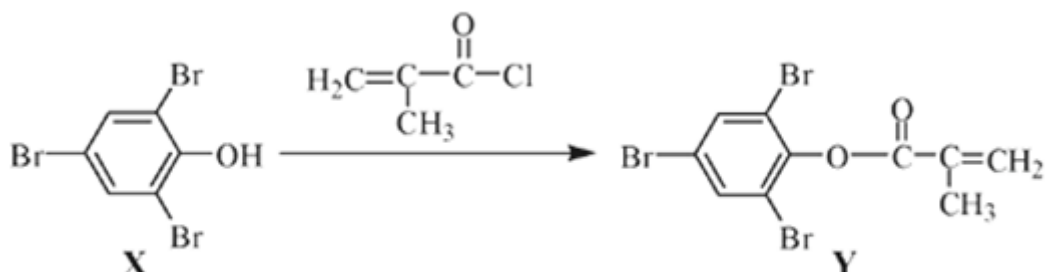
C.  $3\text{mol H}_2$  与  $1\text{mol N}_2$  混合反应生成  $\text{NH}_3$ ，由于该反应为可逆反应，则生成氨气的物质的量小于  $2\text{mol}$ ，转移电子小于  $6\text{mol}$ ，转移电子的数目小于  $6 \times 6.02 \times 10^{23}$ ，故 C 正确；

D. 在酶催化淀粉水解反应中，适宜温度淀粉水解速率加快，但温度过高可能导致酶的催化活性降低甚至消失，故 D 错误。

答案：C

二、不定项选择共 5 小题，每小题 4 分，共 20 分

11. (4 分) 化合物 Y 能用于高性能光学树脂的合成，可由化合物 X 与 2 - 甲基丙烯酰氯在一定条件下反应制得：



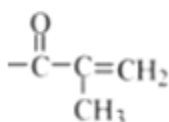
下列有关化合物 X、Y 的说法正确的是( )

- A. X 分子中所有原子一定在同一平面上
- B. Y 与 Br<sub>2</sub> 的加成产物分子中含有手性碳原子
- C. X、Y 均不能使酸性 KMnO<sub>4</sub> 溶液褪色
- D. X→Y 的反应为取代反应

解析：A. 苯分子中所有原子共平面，共价单键可以旋转，所以 O - H 键可以旋转，导致 - OH 中的 H 原子与苯环不共平面，故 A 错误；

B. Y 与溴发生加成反应后，连接甲基的碳原子上含有 4 个不同原子或原子团，所以 Y 与溴发生加成反应后的产物中连接甲基的碳原子为手性碳原子，故 B 正确；

C. 含有碳碳不饱和键、含有酚羟基的有机物都能被酸性高锰酸钾溶液氧化而使酸性高锰酸钾溶液褪色，X 中含有酚羟基、Y 中含有碳碳双键，所以 X、Y 能被酸性高锰酸钾溶液氧化而使酸性高锰酸钾溶液褪色，故 C 错误；



D. X 中 - OH 上的 H 原子被 取代，所以为取代反应，故 D 正确。

答案：BD

12. (4 分) 根据下列实验操作和现象所得出的结论正确的是( )

选项	实验操作和现象	结论
A	向苯酚浊液中滴加 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 溶液，浊液变清	苯酚的酸性强于 H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 的酸性
B	向碘水中加入等体积 CCl <sub>4</sub> ，振荡后静置，上层接近无色，下层显紫红色	I <sub>2</sub> 在 CCl <sub>4</sub> 中的溶解度大于在水中的溶解度
C	向 CuSO <sub>4</sub> 溶液中加入铁粉，有红色固体析出	Fe <sup>2+</sup> 的氧化性强于 Cu <sup>2+</sup> 的氧化性
D	向 NaCl、NaI 的混合稀溶液中滴入少量稀 AgNO <sub>3</sub> 溶液，有黄色沉淀生成	K <sub>sp</sub> (AgCl) > K <sub>sp</sub> (AgI)

A. A

- B. B  
C. C  
D. D

解析：A. 苯酚和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  反应生成  $\text{NaHCO}_3$  和苯酚钠，导致浊液变澄清，根据强酸制取弱酸原理知，苯酚酸性大于  $\text{HCO}_3^-$  而不是碳酸，故 A 错误；

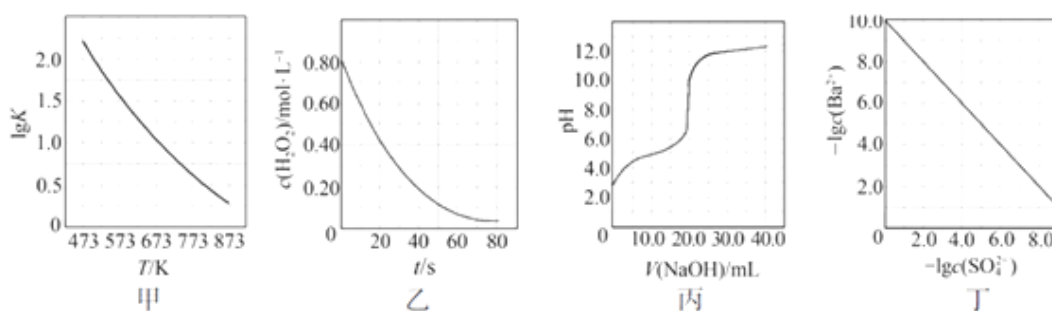
B. 向碘水中加入等体积  $\text{CCl}_4$ ，振荡后静置，上层接近无色，下层显紫红色，说明碘被萃取到四氯化碳中，由此证明  $\text{I}_2$  在  $\text{CCl}_4$  中的溶解度大于在水中的溶解度，故 B 正确；

C. 同一氧化还原反应中氧化剂的氧化性大于氧化产物的氧化性，该反应为  $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} = \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}$ ，该反应中氧化剂是  $\text{Cu}^{2+}$ 、氧化产物是  $\text{Fe}^{2+}$ ，则氧化性： $\text{Cu}^{2+} > \text{Fe}^{2+}$ ，故 C 错误；

D. 离子浓度相同条件下，溶度积越小的越易先产生沉淀，因为  $c(\text{Cl}^-)$ 、 $c(\text{I}^-)$  相对大小未知，导致无法判断溶度积大小，故 D 错误。

答案：B

13. (4 分) 根据下列图示所得出的结论不正确的是 ( )



A. 图甲是  $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$  的平衡常数与反应温度的关系曲线，说明该反应的  $\Delta H < 0$

B. 图乙是室温下  $\text{H}_2\text{O}_2$  催化分解放出氧气的反应中  $c(\text{H}_2\text{O}_2)$  随反应时间变化的曲线，说明随着反应的进行  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解速率逐渐减小

C. 图丙是室温下用  $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{NaOH}$  溶液滴定  $20.00 \text{ mL}$   $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  某一元酸  $\text{HX}$  的滴定曲线，说明  $\text{HX}$  是一元强酸

D. 图丁是室温下用  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  除去溶液中  $\text{Ba}^{2+}$  达到沉淀溶解平衡时，溶液中  $c(\text{Ba}^{2+})$  与  $c(\text{SO}_4^{2-})$  的关系曲线，说明溶液中  $c(\text{SO}_4^{2-})$  越大  $c(\text{Ba}^{2+})$  越小

解析：A. 根据图知，升高温度，化学平衡常数减小，说明平衡逆向，升高温度平衡向吸热方向移动，则逆反应是吸热反应，正反应是放热反应，即正反应  $\Delta H < 0$ ，故 A 正确；

B. 反应物浓度越大，反应速率越大，根据图知，随着时间的进行，双氧水浓度逐渐降低，则随着反应的进行  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解速率逐渐减小，故 B 正确；

C. 根据图知， $\text{HX}$  中未加  $\text{NaOH}$  溶液时， $0.1000 \text{ mol/L}$  的  $\text{HX}$  溶液中  $\text{pH}$  大于 2，说明该溶液中  $\text{HX}$  不完全电离，所以  $\text{HX}$  为一元弱酸，故 C 错误；

D. 温度不变，溶度积常数不变， $K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$ ， $c(\text{Ba}^{2+})$  与  $c(\text{SO}_4^{2-})$  成反比，则  $c(\text{SO}_4^{2-})$  越大  $c(\text{Ba}^{2+})$  越小，故 D 正确。

答案：C

14. (4 分)  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  为二元弱酸， $K_{a1}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 5.4 \times 10^{-2}$ ， $K_{a2}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 5.4 \times 10^{-5}$ ，设  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液中  $c(\text{总}) = c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ 。室温下用  $\text{NaOH}$  溶液滴定  $25.00 \text{ mL}$   $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液至终点。滴定过程得到的下列溶液中微粒的物质的量浓度关系一定正确的是

( )

A.  $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液:  $c(\text{H}^+) = 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-) - c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$

B.  $c(\text{Na}^+) = c(\text{总})$  的溶液:  $c(\text{Na}^+) > c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) > c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) > c(\text{H}^+)$

C.  $\text{pH}=7$  的溶液:  $c(\text{Na}^+) = 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) - c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$

D.  $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{总})$  的溶液:  $c(\text{OH}^-) - c(\text{H}^+) = 2c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$

解析: A.  $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液中存在电荷守恒:  $c(\text{H}^+) = 2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$ , 还存在物料守恒:  $c(\text{总}) = c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = 0.1000 \text{ mol/L}$ , 二者结合可得:  $c(\text{H}^+) = 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-) - c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ , 故 A 正确;

B.  $c(\text{Na}^+) = c(\text{总})$  的溶液中, 溶质为  $\text{NaHC}_2\text{O}_4$ ,  $\text{HC}_2\text{O}_4^-$  的水解平衡常数  $= \frac{K_w}{K_{a1}} = \frac{1 \times 10^{-14}}{5.4 \times 10^{-2}} <$

$K_{a2}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 5.4 \times 10^{-5}$ , 说明  $\text{HC}_2\text{O}_4^-$  的电离程度大于其水解程度, 则  $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) > c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ , 溶液中还存在水电离的氢离子, 则  $c(\text{H}^+) > c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ , 所以正确的离子浓度大小为:  $c(\text{Na}^+) > c(\text{H}^+) > c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) > c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ , 故 B 错误;

C. 草酸与氢氧化钠溶液等体积、等浓度时满足:  $c(\text{Na}^+) = 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) - c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ , 但氢氧化钠溶液浓度不知, 中和后溶液的体积不知, 不能确定反应后浓度与  $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的关系, 所以该关系不一定不成立, 故 C 错误;

D.  $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{总})$  的溶液中, 溶质为  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , 根据  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液中的质子守恒可得:  $c(\text{OH}^-) - c(\text{H}^+) = 2c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$ , 故 D 正确。

答案: AD

15. (4 分) 一定温度下, 在三个容积相同的恒容密闭容器中按不同方式投入反应物, 发生反应  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$  (正反应放热), 测得反应的相关数据如表:

	容器 1	容器 2	容器 3
应温度 T/K	700	700	800
反应物投入量	2 mol $\text{SO}_2$ 、1 mol $\text{O}_2$	4 mol $\text{SO}_3$	2 mol $\text{SO}_2$ 、1 mol $\text{O}_2$
平衡 $v_{\text{正}}(\text{SO}_2) / \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$	$v_1$	$v_2$	$v_3$
平衡 $c(\text{SO}_3) / \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$c_1$	$c_2$	$c_3$
平衡体系总压强 p/Pa	$p_1$	$p_2$	$p_3$
物质的平衡转化率 $\alpha$	$\alpha_1(\text{SO}_2)$	$\alpha_2(\text{SO}_3)$	$\alpha_3(\text{SO}_3)$
平衡常数 K	$K_1$	$K_2$	$K_3$

下列说法正确的是( )

A.  $v_1 < v_2$ ,  $c_2 < 2c_1$

B.  $K_1 > K_3$ ,  $p_2 > 2p_3$

C.  $v_1 < v_3$ ,  $\alpha_1(\text{SO}_2) > \alpha_3(\text{SO}_2)$

D.  $c_2 > 2c_3$ ,  $\alpha_2(\text{SO}_3) + \alpha_3(\text{SO}_2) < 1$

解析: A. 将 I 容器中的反应极限化时产生 2mol  $\text{SO}_3$ , II 容器是以 4mol  $\text{SO}_3$  起始, 整体来讲 II 容器的物料浓度高于 I 容器中的物料浓度, 所以  $v_1 < v_2$ , II 容器相当于 I 容器加压, 若平衡不发生移动, 则平衡时有  $c_2 = 2c_1$ , 但加压有利于该反应正向进行, 所以  $c_2 > 2c_1$ , 故 A 错误;

B. 正反应为放热反应, 升高温度不利于反应正向进行, 所以  $K_1 > K_3$ , 容器中, 根据理想气体状态方程  $pV = nRT$ , 容器 II 是 4mol  $\text{SO}_3$  起始反应, 容器 III 极限化时生成 2mol  $\text{SO}_2$ , 容器 II 相当于容器 III 加压, 若平衡不发生移动, 则有  $c_2 = 2c_3$ , 但加压有利于反应正向进行, 并且容器 II 和容器 III 的温度不等, 容器 III 的反应温度高于容器 II 的反应温度, 则  $c_2 > 2c_3$ , 而压强关系



为  $\frac{p_2}{p_3} = \frac{c_2 T_2}{c_3 T_3} = \frac{7c_2}{8c_3} > \frac{7}{8} \times 2 = \frac{7}{4}$ , 则就不一定有  $p_2 > 2p_3$ , 故 B 错误;

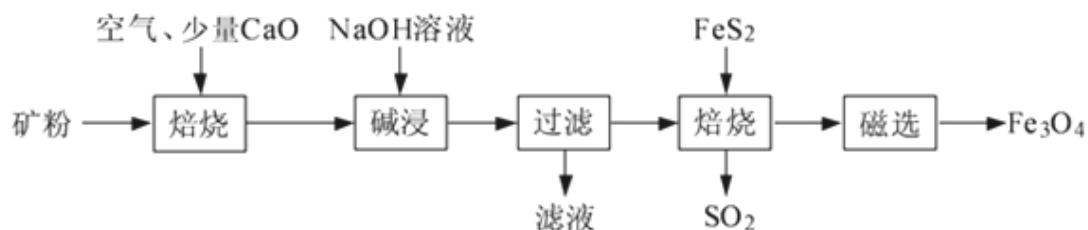
C. 温度升高, 化学反应速率加快, 则  $v_1 < v_3$ , 正反应吸热, 温度升高不利于反应正向进行, 则容器 I 中  $\text{SO}_2$  的平衡转化率更高, 所以  $\alpha_1(\text{SO}_2) > \alpha_3(\text{SO}_2)$ , 故 C 正确;

D. 容器 II 是  $4\text{mol SO}_3$  起始反应, 容器 III 极限化时生成  $2\text{mol SO}_2$ , 容器 II 相当于容器 III 加压, 若平衡不发生移动, 则有  $c_2 = 2c_3$ , 但加压有利于反应正向进行, 并且容器 II 和容器 III 的温度不等, 容器 III 的反应温度高于容器 II 的反应温度, 则  $c_2 > 2c_3$ , 若容器 II 不是相对于容器 III 加压, 且两容器温度相同, 则有  $\alpha_2(\text{SO}_3) + \alpha_3(\text{SO}_2) = 1$ , 但加压有利于反应向减压方向进行, 则  $\alpha_2(\text{SO}_3)$  减小, 温度升高不利于反应正向进行, 则  $\alpha_3(\text{SO}_2)$  减小, 因此最终  $\alpha_2(\text{SO}_3) + \alpha_3(\text{SO}_2) < 1$ , 故 D 正确。

答案: CD

### 三、非选择题

16. (12 分) 以高硫铝土矿(主要成分为  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ , 少量  $\text{FeS}_2$  和金属硫酸盐)为原料, 生产氧化铝并获得  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  的部分工艺流程如下:

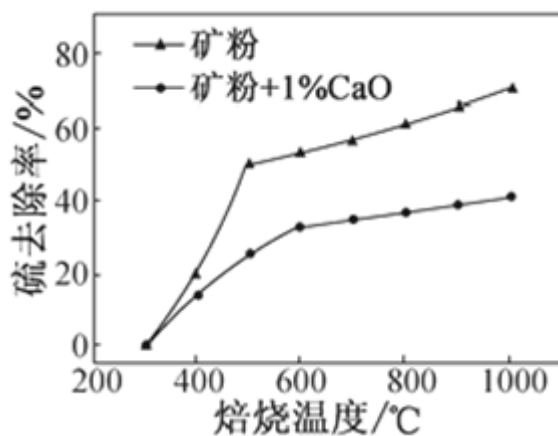


(1) 焙烧过程均会产生  $\text{SO}_2$ , 用  $\text{NaOH}$  溶液吸收过量  $\text{SO}_2$  的离子方程式为\_\_\_\_\_。

解析: 用  $\text{NaOH}$  溶液吸收过量  $\text{SO}_2$  生成  $\text{HSO}_3^-$ , 则发生反应的离子方程式为:  $\text{SO}_2 + \text{OH}^- = \text{HSO}_3^-$

答案:  $\text{SO}_2 + \text{OH}^- = \text{HSO}_3^-$

(2) 添加 1%CaO 和不添加 CaO 的矿粉焙烧, 其硫去除率随温度变化曲线如题图所示。



已知: 多数金属硫酸盐的分解温度都高于  $600^\circ\text{C}$

硫去除率 =  $(1 - \frac{\text{焙烧后矿粉中硫元素总质量}}{\text{焙烧前矿粉中硫元素总质量}}) \times 100\%$

① 不添加 CaO 的矿粉在低于  $500^\circ\text{C}$  焙烧时, 去除的硫元素主要来源于\_\_\_\_\_。

②  $700^\circ\text{C}$  焙烧时, 添加 1%CaO 的矿粉硫去除率比不添加 CaO 的矿粉硫去除率低, 其主要原因是\_\_\_\_\_。

解析: ① 不添加 CaO 的矿粉中 S 元素来源是  $\text{FeS}_2$  和金属硫酸盐, 金属硫酸盐的分解温度较



高，所以可判断焙烧过程中 S 元素主要来源是  $\text{FeS}_2$ ，②700℃焙烧时，添加 1%CaO 的矿粉硫去除率比不添加 CaO 的矿粉硫去除率低，考虑加入 CaO 可能使 S 转化为  $\text{CaSO}_4$ ，形成的硫酸盐分解温度较高，所以会导致 S 的脱除率降低。

答案： $\text{FeS}_2$  硫元素转化为  $\text{CaSO}_4$  而留在矿粉中

(3) 向“过滤”得到的滤液中通入过量  $\text{CO}_2$ ，铝元素存在的形式由\_\_\_\_\_ (填化学式) 转化为\_\_\_\_\_ (填化学式)。

解析：过滤前使用 NaOH 溶液进行碱浸， $\text{Al}_2\text{O}_3$  转化为  $\text{NaAlO}_2$ ，“过滤”得到的滤液中主要含有  $\text{AlO}_2^-$ ，向“过滤”得到的滤液中通入过量  $\text{CO}_2$ ，可以将  $\text{AlO}_2^-$  转化为  $\text{Al}(\text{OH})_3$

答案： $\text{NaAlO}_2$   $\text{Al}(\text{OH})_3$

(4) “过滤”得到的滤渣中含大量的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 。 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  与  $\text{FeS}_2$  混合后在缺氧条件下焙烧生成  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  和  $\text{SO}_2$ ，理论上完全反应消耗的  $n(\text{FeS}_2) : n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

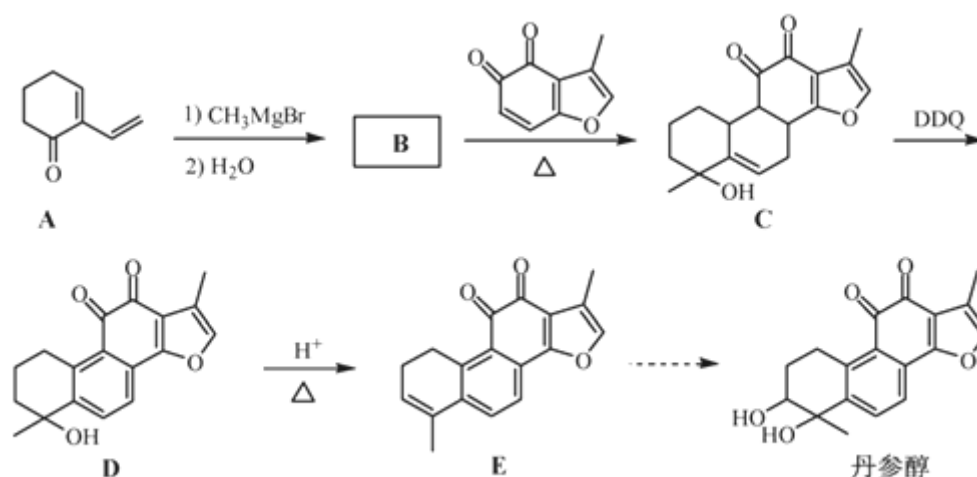
解析：“过滤”得到的滤渣中含大量的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ， $\text{Fe}_2\text{O}_3$  与  $\text{FeS}_2$  混合后在缺氧条件下焙烧生成  $\text{Fe}_3\text{O}_4$

和  $\text{SO}_2$ ，设有  $x\text{mol Fe}_3\text{O}_4$  和  $y\text{mol FeS}_2$  完全参加反应，根据电子得失守恒： $2x \times (3 - \frac{8}{3}) = 2y \times 5 + y$

$\times (\frac{8}{3} - 2)$ ，解得  $\frac{x}{y} = 16$ ，所以理论上完全反应消耗的  $n(\text{FeS}_2) : n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 1 : 16$ 。

答案：1 : 16

17. (15 分) 丹参醇是存在于中药丹参中的一种天然产物。合成丹参醇的部分路线如下：



已知：

(1) A 的官能团名称为\_\_\_\_\_ (写两种)。

解析：A 的官能团名称为碳碳双键和羰基。

答案：碳碳双键、羰基

(2) D→E 的反应类为\_\_\_\_\_。

解析：通过以上分析知，D 中的醇羟基转化为 E 中的碳碳双键，所以 D→E 的反应类为消去反应

答案：消去反应

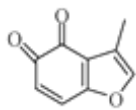
(3) B 的分子式为  $C_9H_{14}O$ ，写出 B 的结构简式：\_\_\_\_\_。



解析：通过以上分析知，B 的结构简式：

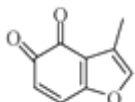


答案：



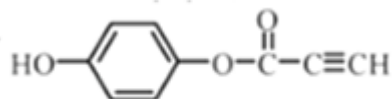
(4) 的一种同分异构体同时满足下列条件，写出该同分异构体的结构简式：\_\_\_\_\_。

- ①分子中含有苯环，能与  $FeCl_3$  溶液发生显色反应，不能发生银镜反应；
- ②碱性条件水解生成两种产物，酸化后分子中均只有 2 种不同化学环境的氢。

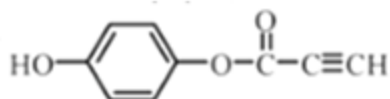


解析：的一种同分异构体同时满足下列条件：


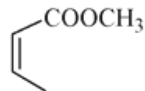
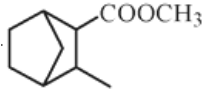
- ①分子中含有苯环，能与  $FeCl_3$  溶液发生显色反应，不能发生银镜反应，说明含有酚羟基但不含醛基；
- ②碱性条件水解生成两种产物，说明含有酯基，酸化后分子中均只有 2 种不同化学环境的氢，


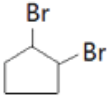
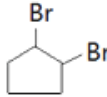


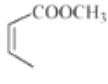
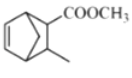
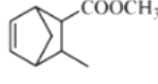
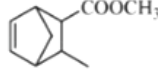


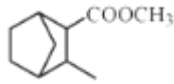
符合条件的结构简式为



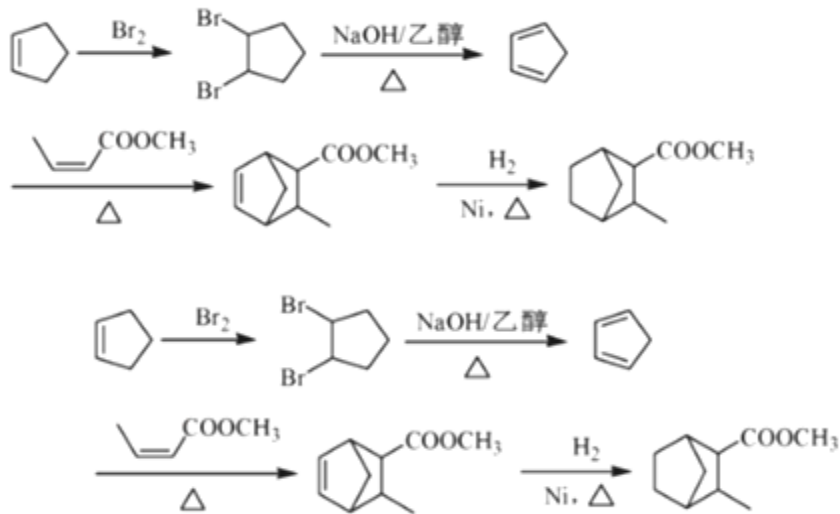
答案：

(5) 写出以  和  为原料制备  的合成路线图(无机试剂和乙醇任用，合成路线图示例见本题题干)。

解析： 和溴发生加成反应生成 ， 发生消去反应生成 ， 和  发生加成反应生成 ， 和氢气发生加成反应生成 。

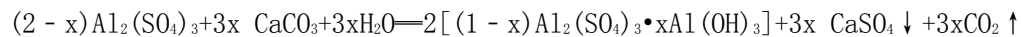


， 其 合 成 路 线 为



答案:

18. (12 分) 碱式硫酸铝溶液可用于烟气脱硫。室温下向一定浓度的硫酸铝溶液中加入一定量的碳酸钙粉末，反应后经过滤得到碱式硫酸铝溶液，反应方程式为：



生成物  $(1-x)\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot x\text{Al}(\text{OH})_3$  中  $x$  值的大小影响碱式硫酸铝溶液的脱硫效率。

(1) 制备碱式硫酸铝溶液时，维持反应温度和反应时间不变，提高  $x$  值的方法有\_\_\_\_\_。

解析：反应是室温下向一定浓度的硫酸铝溶液中加入一定量的碳酸钙粉末，反应后经过滤得到碱式硫酸铝溶液，根据反应方程式分析，可以通过增大反应程度提高  $x$  的值，所以可以适当增加  $\text{CaCO}_3$  的量或加快搅拌速率

答案：适当增加  $\text{CaCO}_3$  的量或加快搅拌速率

(2) 碱式硫酸铝溶液吸收  $\text{SO}_2$  过程中，溶液的 pH \_\_\_\_\_ (填“增大”、“减小”、“不变”)。

解析：碱式硫酸铝溶液呈弱碱性，吸收酸性气体  $\text{SO}_2$  能使溶液 pH 减小

答案：减小

(3) 通过测定碱式硫酸铝溶液中相关离子的浓度确定  $x$  的值，测定方法如下：

①取碱式硫酸铝溶液 25.00 mL，加入盐酸酸化的过量  $\text{BaCl}_2$  溶液充分反应，静置后过滤、洗涤，干燥至恒重，得固体 2.3300g。

②取碱式硫酸铝溶液 2.50 mL，稀释至 25 mL，加入  $0.1000\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  EDTA 标准溶液 25.00 mL，调节溶液 pH 约为 4.2，煮沸，冷却后用  $0.08000\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{CuSO}_4$  标准溶液滴定过量的 EDTA 至终点，消耗  $\text{CuSO}_4$  标准溶液 20.00 mL (已知  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$  与 EDTA 反应的化学计量比均为 1:1) 计算  $(1-x)\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot x\text{Al}(\text{OH})_3$  中的  $x$  值 (写出计算过程)。

解析：①取碱式硫酸铝溶液 25.00 mL，加入盐酸酸化的过量  $\text{BaCl}_2$  溶液充分反应，静置后过滤、洗涤，干燥至恒重，得固体 2.3300g，即得到 2.3300g  $\text{BaSO}_4$  固体，则 25.00mL 溶液中

$$\text{SO}_4^{2-} \text{ 的物质的量为 } n(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{2.3300\text{g}}{233\text{g/mol}} = 0.01\text{mol},$$

②取碱式硫酸铝溶液 2.50 mL，稀释至 25 mL，加入  $0.1000\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  EDTA 标准溶液 25.00 mL，调节溶液 pH 约为 4.2，煮沸，冷却后用  $0.08000\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{CuSO}_4$  标准溶液滴定过量的 EDTA 至终点，消耗  $\text{CuSO}_4$  标准溶液 20.00 mL，则 2.5mL 硫酸铝溶液中  $\text{Al}^{3+}$  的物质的量为

$n'(Al^{3+}) = n(EDTA) - n(Cu^{2+}) = (0.1 \times 25 \times 10^{-3} - 0.08 \times 20 \times 10^{-3}) \text{ mol} = 9 \times 10^{-4} \text{ mol}$ , 所以 25mL 硫酸铝溶液中  $Al^{3+}$  的物质的量应为  $n(Al^{3+}) = 9 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ,

根据元素守恒, 则有  $\frac{n(S)}{n(Al)} = \frac{n(SO_4^{2-})}{n(Al^{3+})} = \frac{3(1-x)}{2(1-x)+x} = \frac{0.01}{9 \times 10^{-3}} = \frac{10}{9}$ ,

可解得  $x = \frac{7}{17} \approx 0.41$ ,

答案: 过测定碱式硫酸铝溶液中相关离子的浓度可确定  $x$  的值约为 0.41。

19. (15分) 以  $Cl_2$ 、 $NaOH$ 、 $(NH_2)_2CO$  (尿素) 和  $SO_2$  为原料可制备  $N_2H_4 \cdot H_2O$  (水合肼) 和无水  $Na_2SO_3$ , 其主要实验流程如下:



已知: ①  $Cl_2 + 2OH^- = ClO^- + Cl^- + H_2O$  是放热反应。

②  $N_2H_4 \cdot H_2O$  沸点约  $118^\circ C$ , 具有强还原性, 能与  $NaClO$  剧烈反应生成  $N_2$ 。

(1) 步骤 I 制备  $NaClO$  溶液时, 若温度超过  $40^\circ C$ ,  $Cl_2$  与  $NaOH$  溶液反应生成  $NaClO_3$  和  $NaCl$ , 其离子方程式为\_\_\_\_\_; 实验中控制温度计温度除用冰水浴外, 还需采取的措施是\_\_\_\_\_。

解析: 温度超过  $40^\circ C$ ,  $Cl_2$  与  $NaOH$  溶液反应生成  $NaClO_3$  和  $NaCl$ , 反应的离子方程式为  $3Cl_2 + 6OH^- \xrightarrow{\Delta} ClO_3^- + 5Cl^- + 3H_2O$ , 实验中控制温度计温度除用冰水浴外, 还应控制通入氯气的速率, 避免反应过于剧烈, 放出大量的热而导致温度升高。

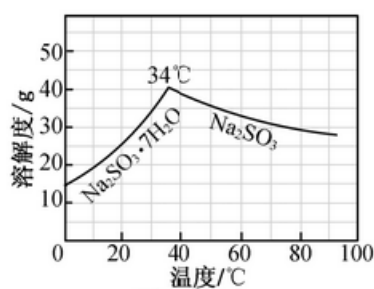
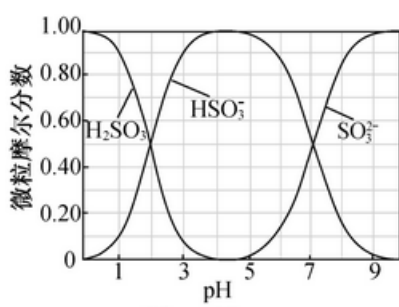
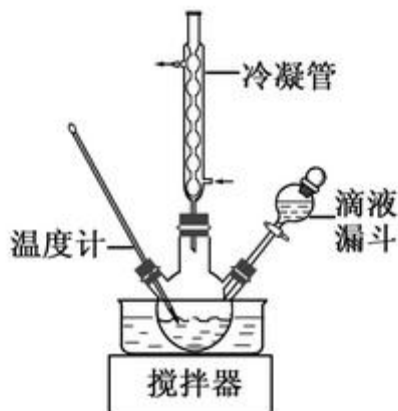
答案:  $3Cl_2 + 6OH^- \xrightarrow{\Delta} ClO_3^- + 5Cl^- + 3H_2O$  缓慢通入氯气

(2) 步骤 II 合成  $N_2H_4 \cdot H_2O$  的装置如图 - 1 所示。  $NaClO$  碱性溶液与尿素水溶液在  $40^\circ C$  以下反应一段时间后, 再迅速升温至  $110^\circ C$  继续反应。实验中通过滴液漏斗滴加的溶液是\_\_\_\_\_; 使用冷凝管的目的是\_\_\_\_\_。

解析: 实验中通过滴液漏斗滴加的溶液是  $NaClO$  碱性溶液, 避免  $N_2H_4 \cdot H_2O$  与  $NaClO$  剧烈反应生成  $N_2$ , 为避免  $N_2H_4 \cdot H_2O$  的挥发, 可使用冷凝管回流。

答案:  $NaClO$  碱性溶液 减少水合肼的挥发

(3) 步骤 IV 用步骤 III 得到的副产品  $Na_2CO_3$  制备无水  $Na_2SO_3$  (水溶液中  $H_2SO_3$ 、 $HSO_3^-$ 、 $SO_3^{2-}$  随 pH 的分布如图 - 2 所示,  $Na_2SO_3$  的溶解度曲线如图 - 3 所示)。



①边搅拌边向  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中通入  $\text{SO}_2$  制备  $\text{NaHSO}_3$  溶液。实验中确定何时停止通  $\text{SO}_2$  的实验操作作为\_\_\_\_\_。

②请补充完整由  $\text{NaHSO}_3$  溶液制备无水  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  的实验方案：\_\_\_\_\_，用少量无水乙醇洗涤，干燥，密封包装。

解析：用  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  制备无水  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ，在  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中通入过量的二氧化硫生成  $\text{NaHSO}_3$ ，然后在  $\text{NaHSO}_3$  溶液中加入  $\text{NaOH}$  溶液可生成  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ，

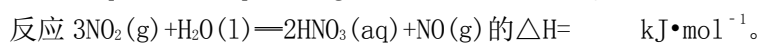
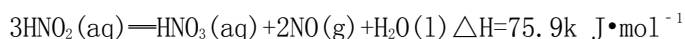
①由图象可知，如溶液 pH 约为 4 时，可完全反应生成  $\text{NaHSO}_3$ ，此时可停止通入二氧化硫，可通过测量溶液 pH 的方法控制，

②由  $\text{NaHSO}_3$  溶液制备无水  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ，可边搅拌边向  $\text{NaHSO}_3$  溶液中滴加  $\text{NaOH}$  溶液，测量溶液 pH，由图象可知 pH 约为 10 时，可完全反应生成  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ，此时停止滴加  $\text{NaOH}$  溶液，加热浓缩溶液至有大量晶体析出，由图象 3 可知在高于  $34^\circ\text{C}$  条件下趁热过滤，可得到无水  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ，

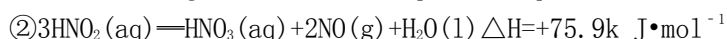
答案：测量溶液的 pH，若 pH 约为 4，停止通  $\text{SO}_2$  边搅拌边向  $\text{NaHSO}_3$  溶液中滴加  $\text{NaOH}$  溶液，测量溶液 pH，pH 约为 10 时，停止滴加  $\text{NaOH}$  溶液，加热浓缩溶液至有大量晶体析出，在高于  $34^\circ\text{C}$  条件下趁热过滤。

20. (14 分)  $\text{NO}_x$  (主要指  $\text{NO}$  和  $\text{NO}_2$ ) 是大气主要污染物之一。有效去除大气中的  $\text{NO}_x$  是环境保护的重要课题。

(1) 用水吸收  $\text{NO}_x$  的相关热化学方程式如下：



解析：①  $2\text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = \text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{HNO}_2(\text{aq}) \quad \Delta H = -116.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$



将方程式  $\frac{3}{2}\text{①} + \frac{1}{2}\text{②}$  得  $3\text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = 2\text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{NO}(\text{g})$ ,  $\Delta H = \frac{3}{2} \times (-116.1 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}) + \frac{1}{2} \times (+75.9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}) = -136.2 \text{ kJ/mol}$

答案: -136.2

(2) 用稀硝酸吸收  $\text{NO}_x$ , 得到  $\text{HNO}_3$  和  $\text{HNO}_2$  的混合溶液, 电解该混合溶液可获得较浓的硝酸。写出电解时阳极的电极反应式: \_\_\_\_\_。

解析: 用稀硝酸吸收  $\text{NO}_x$ , 得到  $\text{HNO}_3$  和  $\text{HNO}_2$  的混合溶液, 电解该混合溶液可获得较浓的硝酸, 说明电解时阳极上亚硝酸根离子失电子生成硝酸根离子, 其电极反应式为  $\text{HNO}_2 - 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = 3\text{H}^+ + \text{NO}_3^-$

答案:  $\text{HNO}_2 - 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = 3\text{H}^+ + \text{NO}_3^-$

(3) 用酸性  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  水溶液吸收  $\text{NO}_x$ , 吸收过程中存在  $\text{HNO}_2$  与  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  生成  $\text{N}_2$  和  $\text{CO}_2$  的反应。写出该反应的化学方程式: \_\_\_\_\_。

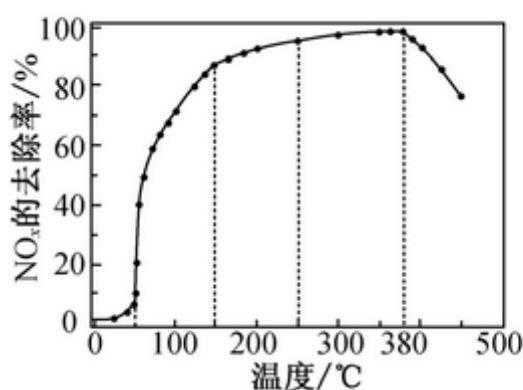
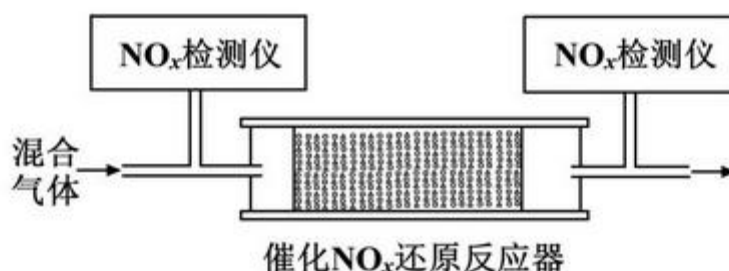
解析: 该反应中反应物是  $\text{HNO}_2$  与  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ , 生成物是  $\text{N}_2$  和  $\text{CO}_2$ , 同时生成水, 反应方程式为  $2\text{HNO}_2 + (\text{NH}_2)_2\text{CO} = 2\text{N}_2 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$

答案:  $2\text{HNO}_2 + (\text{NH}_2)_2\text{CO} = 2\text{N}_2 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$

(4) 在有氧条件下, 新型催化剂 M 能催化  $\text{NH}_3$  与  $\text{NO}_x$  生成  $\text{N}_2$ 。

①  $\text{NH}_3$  与  $\text{NO}_2$  生成  $\text{N}_2$  的反应中, 当生成 1 mol  $\text{N}_2$  时, 转移的电子数为 \_\_\_\_\_ mol。

② 将一定比例的  $\text{O}_2$ 、 $\text{NH}_3$  和  $\text{NO}_x$  的混合气体, 匀速通入装有催化剂 M 的反应器中反应 (装置见图 - 1)。



反应相同时间  $\text{NO}_x$  的去除率随反应温度的变化曲线如图 - 2 所示, 在  $50 \sim 250^\circ\text{C}$  范围内随着温度的升高,  $\text{NO}_x$  的去除率先迅速上升后上升缓慢的原因是\_\_\_\_\_。

解析:  $\text{NH}_3$  与  $\text{NO}_2$  生成  $\text{N}_2$  的反应中, 反应方程式为  $8\text{NH}_3 + 6\text{NO}_2 = 7\text{N}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$ , 该反应中生成 7 mol  $\text{N}_2$  时, 转移的物质的量为  $8\text{mol} \times 3 = 24\text{mol}$ , 则生成 1 mol 氮气转移电子物质的量 =  $\frac{24\text{mol}}{7\text{mol}} \times 1\text{mol} = \frac{24}{7}\text{mol}$ , ②在一定温度范围内催化剂活性较大, 超过其温度范围, 催化剂活

性降低，根据图知，  
 迅速上升段是催化剂活性随温度升高增大，与温度升高共同使  $\text{NO}_x$  去除反应速率迅速增大；  
 上升阶段缓慢主要是温度升高引起的  $\text{NO}_x$  去除反应速率增大但是催化剂活性下降；  
 在温度、催化剂条件下，氨气能被催化氧化生成  $\text{NO}$ ，当反应温度高于  $380^\circ\text{C}$  时， $\text{NO}_x$  的去除率迅速下降的原因可能是氨气在该条件下与氧气反应生成  $\text{NO}$ 。

答案： $\frac{24}{7}$  迅速上升段是催化剂活性随温度升高增大，与温度升高共同使  $\text{NO}_x$  去除反应速率迅速增大；上升阶段缓慢主要是温度升高引起的  $\text{NO}_x$  去除反应速率增大但是催化剂活性下降 氨气在该条件下与氧气反应生成  $\text{NO}$ 。

【化学—选修 3：物质结构与性质】

21. (12 分) 臭氧( $\text{O}_3$ )在  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  催化下能将烟气中的  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$  分别氧化为  $\text{SO}_4^{2-}$  和  $\text{NO}_3^-$ ， $\text{NO}_x$  也可在其他条件下被还原为  $\text{N}_2$ 。

(1)  $\text{SO}_4^{2-}$  中心原子轨道的杂化类型为\_\_\_\_； $\text{NO}_3^-$  的空间构型为\_\_\_\_(用文字描述)。

解析：对于  $\text{SO}_4^{2-}$ ，根据 VSEPR 理论，其价电子对数为  $\text{VP}=\text{BP}+\text{LP}=4+\frac{6-2\times 4+2}{2}=4$ ，根据杂化轨道理论，中心 S 原子杂化方式为  $\text{sp}^3$ ，

对于  $\text{NO}_3^-$ ，根据 VSEPR 理论，其价电子对数为  $\text{VP}=\text{BP}+\text{LP}=3+\frac{5-2\times 3+1}{2}=3$ ，则其空间构型为平面(正)三角形。

答案： $\text{sp}^3$  平面(正)三角形

(2)  $\text{Fe}^{2+}$  基态核外电子排布式为\_\_\_\_\_。

解析：Fe 位于周期表中第 4 周期第 VIII 族， $\text{Fe}^{2+}$  为 Fe 失去  $4s^2$  电子所得，所以  $\text{Fe}^{2+}$  基态核外电子排布式为： $[\text{Ar}]3d^6$  或  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$ 。

答案： $[\text{Ar}]3d^6$  或  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$

(3) 与  $\text{O}_3$  分子互为等电子体的一种阴离子为\_\_\_\_(填化学式)。

解析：等电子体是指原子总数相同，价电子总数相同的粒子，与  $\text{O}_3$  分子互为等电子体的一种阴离子，可考虑将其中一个 O 替换为  $\text{N}^-$ ，则等电子体为  $\text{NO}_2^-$ 。

答案： $\text{NO}_2^-$

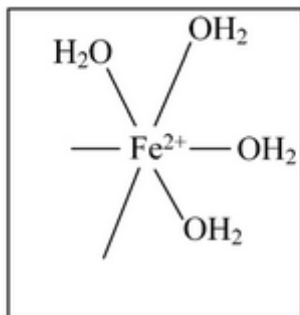
(4)  $\text{N}_2$  分子中  $\sigma$  键与  $\pi$  键的数目比  $n(\sigma):n(\pi)=$ \_\_\_\_\_。

解析： $\text{N}_2$  分子中 N 与 N 之间形成氮氮三键，其中有一根为  $\sigma$  键，两根为  $\pi$  键，所以  $\text{N}_2$  分子中  $\sigma$  键与  $\pi$  键的数目比  $n(\sigma):n(\pi)=1:2$

答案：1: 2

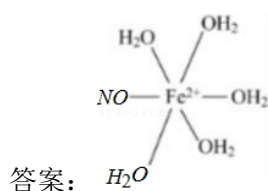
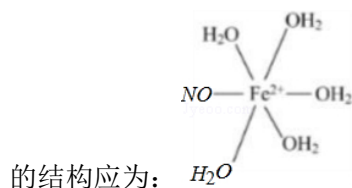
(5)  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  与  $\text{NO}$  反应生成的  $[\text{Fe}(\text{NO})(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$  中， $\text{NO}$  以 N 原子与  $\text{Fe}^{2+}$  形成配位键。请在  $[\text{Fe}(\text{NO})(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$  结构示意图的相应位置补填缺少的配体。





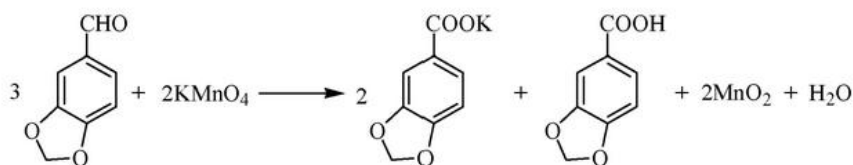
[Fe(NO)(H<sub>2</sub>O)<sub>5</sub>]<sup>2+</sup>结构示意图

解析: NO 以 N 原子与 Fe<sup>2+</sup>形成配位键, H<sub>2</sub>O 以 O 原子与 Fe<sup>2+</sup>形成配位键, 所以 [Fe(NO)(H<sub>2</sub>O)<sub>5</sub>]<sup>2+</sup>



【化学—选修 5: 有机化学基础】

22. 3, 4 - 亚甲二氧基苯甲酸是一种用途广泛的有机合成中间体, 微溶于水, 实验室可用 KMnO<sub>4</sub> 氧化 3, 4 - 亚甲二氧基苯甲醛制备, 其反应方程式为:



实验步骤如下

步骤 1: 向反应瓶中加入 3, 4 - 亚甲二氧基苯甲醛和水, 快速搅拌, 于 70~80℃ 滴加 KMnO<sub>4</sub> 溶液。反应结束后, 加入 KOH 溶液至碱性。

步骤 2: 趁热过滤, 洗涤滤饼, 合并滤液和洗涤液。

步骤 3: 对合并后的溶液进行处理。

步骤 4: 抽滤, 洗涤, 干燥, 得 3, 4 - 亚甲二氧基苯甲酸固体

(1) 步骤 1 中, 反应结束后, 若观察到反应液呈紫红色, 需向溶液中滴加 NaHSO<sub>3</sub> 溶液, HSO<sub>3</sub><sup>-</sup> 转化为\_\_\_\_(填化学式); 加入 KOH 溶液至碱性的目的是\_\_\_\_\_。

解析: 反应结束后, 若观察到反应液呈紫红色, 需向溶液中滴加 NaHSO<sub>3</sub> 溶液, HSO<sub>3</sub><sup>-</sup> 具有还原性, 酸性高锰酸钾溶液具有强氧化性, 二者发生氧化还原反应, HSO<sub>3</sub><sup>-</sup> 被氧化生成 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, 加入 KOH 溶液能和 -COOH 反应生成可溶性的盐, 从而易于分离

答案： $\text{SO}_4^{2-}$ ；将反应生成的酸转化为可溶性的盐

(2) 步骤 2 中，趁热过滤除去物质是\_\_\_\_\_ (填化学式)。

解析：趁热过滤除去物质难溶性的物质，为  $\text{MnO}_2$ ，

答案： $\text{MnO}_2$

(3) 步骤 3 中，处理合并后溶液的实验操作为\_\_\_\_\_。

解析：处理合并后溶液的实验操作为加入盐酸至水层不再产生沉淀，

答案：加入盐酸至水层不再产生沉淀

(4) 步骤 4 中，抽滤所用的装置包括\_\_\_\_\_、吸滤瓶、安全瓶和抽气泵。

解析：步骤 4 中，抽滤所用的装置包括布氏漏斗、吸滤瓶、安全瓶和抽气泵。

答案：布氏漏斗