

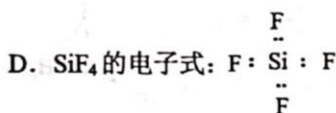
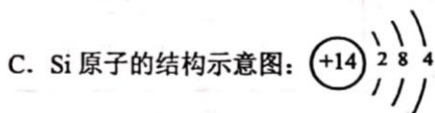
注意事项:

1. 本试卷分为选择题和非选择题两部分, 共 100 分, 考试时间 75 分钟。
2. 请把选择题和非选择题的答案均填写在答题卷的指定栏目内。

可能用到的相对原子质量: H-1 C-12 O-16 K-39 Mn-55 Fe-56

一、单项选择题: 本题包括 13 小题, 每小题 3 分, 共计 39 分。每小题只有一个选项最符合题意。

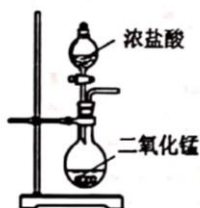
1. 2020 年我国已提前完成向国际社会所承诺的碳减排目标。下列措施不利于实现碳减排的是
  - A. 加大化石能源占能源消费比重
  - B. 推进绿色低碳的生产生活方式
  - C. 开展节能减排和新能源的开发
  - D. 加强二氧化碳的捕集和再利用
2. 高纯度 HF 刻蚀芯片的反应为:  $4\text{HF} + \text{Si} = \text{SiF}_4\uparrow + 2\text{H}_2\uparrow$ 。下列有关说法正确的是
  - A.  $(\text{HF})_2$  的结构式:  $\text{H}-\text{F}-\text{F}-\text{H}$
  - B. Si 与  $\text{SiF}_4$  的晶体类型相同



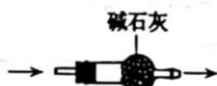
3. 氧化物在生产、生活中有广泛应用。下列氧化物的性质与用途具有对应关系的是
  - A.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  有两性, 可用于制造耐高温陶瓷
  - B.  $\text{ClO}_2$  有氧化性, 可用于自来水消毒
  - C.  $\text{SiO}_2$  硬度大, 可用于制备光导纤维
  - D.  $\text{SO}_2$  有还原性, 可用于漂白有色织物

阅读下列资料, 完成 4-6 题: 氯气是常用的化工原料, 可用作消毒剂和漂白剂; 实验室用  $\text{MnO}_2$  和盐酸反应可制取氯气。氯气有毒, 泄漏时需要妥善处理。

4. 下列有关氯气的说法不正确的是
  - A.  $\text{Cl}_2$  是由共价键构成的非极性分子
  - B. 制备漂白粉的方法是用石灰水吸收  $\text{Cl}_2$
  - C. 利用湿润的淀粉-KI 试纸可检验  $\text{Cl}_2$
  - D. 工业上可用电解饱和食盐水制得  $\text{Cl}_2$
5. 实验室制取氯气时, 下列实验能达到相应目的的是



A. 生成  $\text{Cl}_2$



B. 净化  $\text{Cl}_2$



C. 收集  $\text{Cl}_2$



D. 吸收  $\text{Cl}_2$  尾气

6. 自来水厂一种预防和处理  $\text{Cl}_2$  泄漏的方法如题 6 图所示。下列有关说法不正确的是

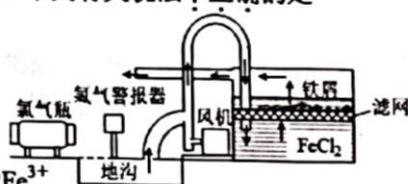
A.  $\text{Cl}_2$  和水反应的离子方程式为:



B. 铁屑的作用是将  $\text{FeCl}_3$  还原为  $\text{FeCl}_2$

C. 吸收漏氯的离子方程式为:  $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Cl}^- + 2\text{Fe}^{3+}$

D. 铁屑耗尽时溶液中可能大量存在:  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{ClO}^-$ 、 $\text{Cl}^-$

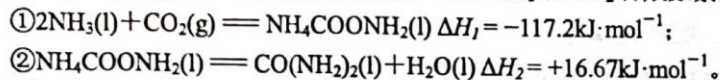


题 6 图

7. 前4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基态原子的3p轨道上有1个电子，Z原子的最外层电子数是最内层电子数的3倍，W是前4周期中第一电离能最小的元素。下列有关说法正确的是

- A. 电负性： $X > Y > Z$                       B. 原子半径： $r(X) < r(Y) < r(W)$   
 C. 最高价氧化物对应水化物的碱性： $Y > W$       D. 简单气态氢化物的热稳定性： $X < Z$

8. 尿素 $[CO(NH_2)_2]$ 是一种高效缓释氮肥。利用 $NH_3$ 和 $CO_2$ 合成尿素的反应分两步进行：



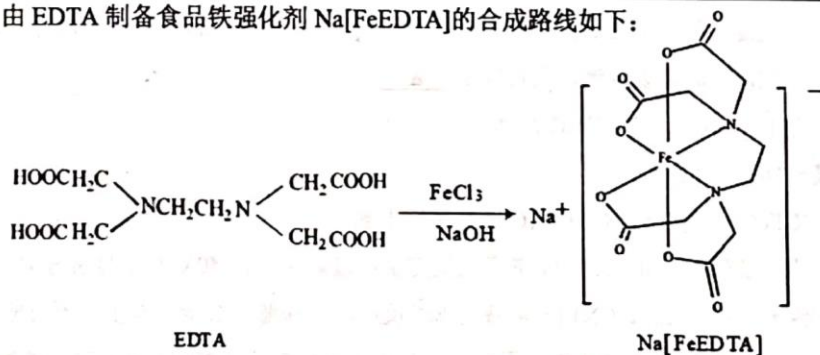
下列说法正确的是

- A. 反应①的 $\Delta S > 0$   
 B. 反应①的平衡常数可表示为 $K = c(CO_2)$   
 C.  $2NH_3(l) + CO_2(g) = CO(NH_2)_2(l) + H_2O(l)$ 的 $\Delta H = -100.53 kJ \cdot mol^{-1}$   
 D. 温度越高，反应速率越快， $NH_3$ 的转化率越大

9. 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	将浓 $H_2SO_4$ 和Cu片加热产生的气体通入品红溶液中，品红溶液褪色	浓 $H_2SO_4$ 具有强氧化性
B	将食品袋中的抗氧化剂（Fe粉）加入少量稀硫酸，再滴加KSCN溶液，没有血红色出现	抗氧化剂没有吸收 $O_2$
C	将溴乙烷、乙醇和烧碱的混合物加热，产生的气体通入 $KMnO_4$ 溶液中， $KMnO_4$ 溶液褪色	溴乙烷发生了消去反应
D	加热淀粉和稀硫酸混合液，再向其中滴加新制的 $Cu(OH)_2$ 悬浊液，加热，没有出现红色沉淀	淀粉没有发生水解

10. 由EDTA制备食品铁强化剂 $Na[FeEDTA]$ 的合成路线如下：



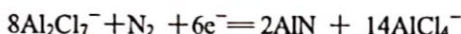
下列有关说法正确的是

- A.  $Na[FeEDTA]$ 中的Fe元素的化合价为+2价  
 B.  $[FeEDTA]^-$ 中碳原子的杂化类型为 $sp^2$   
 C. 1mol EDTA与盐酸反应时最多消耗2mol HCl  
 D. EDTA分子间可通过取代反应形成肽键

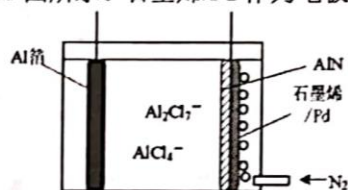


11. Al-N<sub>2</sub>二次电池以离子液体为电解质，其工作原理如题 11 图所示。石墨烯/Pd 作为电极催化剂，可吸附 N<sub>2</sub>。下列说法正确的是

- A. 充电时，可实现“氮的固定”  
 B. 充电时，阴极上反应为： $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^{-} = \text{Al}$   
 C. 放电时，正极上反应为：



- D. 放电时，石墨烯/Pd 用于提高 N<sub>2</sub> 反应的活化能



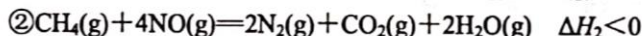
题 11 图

12. 利用下列实验模拟侯氏制碱法制少量碳酸氢钠。下列说法不正确的是

实验	实验操作和现象
1	取 25% 的粗食盐水 50mL，加入 $3\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 和 $1.5\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{CO}_3$ 混合溶液，调节溶液 pH 至 11，溶液中出现浑浊，加热煮沸，静置，过滤。
2	向实验 1 所得溶液中滴加适量盐酸，得到精制食盐水。
3	将实验 2 所得精制食盐水保温在 $30^\circ\text{C}$ ，边搅拌边加入 20g $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ ，溶液中出现浑浊，保温、静置 10min，过滤，干燥，得到 $\text{NaHCO}_3$ 固体。
4	用 pH 试纸测定 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{NH}_4\text{Cl}$ 溶液、 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{NH}_4\text{HCO}_3$ 溶液和 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{NaHCO}_3$ 溶液的 pH，测得 pH 分别约为 6、7.8 和 8。

- A. 实验 1 静置所得溶液中有  $c(\text{Na}^{+}) > c(\text{Cl}^{-}) > c(\text{OH}^{-}) > c(\text{Mg}^{2+})$   
 B.  $3\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{NaOH}$  和  $1.5\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{CO}_3$  混合液中存在  $c(\text{OH}^{-}) + c(\text{HCO}_3^{-}) + c(\text{CO}_3^{2-}) = c(\text{Na}^{+})$   
 C.  $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{NH}_4\text{HCO}_3$  溶液中的  $c(\text{HCO}_3^{-})$  小于  $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{NaHCO}_3$  溶液中的  $c(\text{HCO}_3^{-})$   
 D.  $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液中的  $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 9.9 \times 10^{-7} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

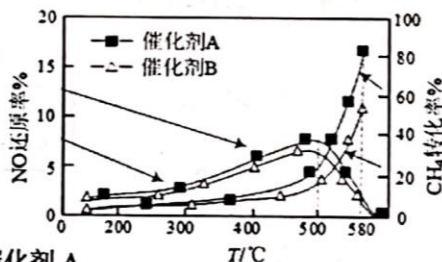
13. 甲烷还原可消除 NO 污染。将 NO、O<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub> 混合物按一定体积比通入恒压容器中，发生如下主要反应：①  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{N}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_1 < 0$



在催化剂 A 和 B 的分别作用下，NO 的还原率和 CH<sub>4</sub> 的转化率分别和温度的关系如题 13 图所示。

下列有关说法正确的是

- A. 使用催化剂可增大 NO 的平衡转化率  
 B. 温度越高，反应②的平衡常数  $K$  越大  
 C. 由图可知，消除 NO 的最佳条件是  $580^\circ\text{C}$  和催化剂 A  
 D. 温度高于  $500^\circ\text{C}$  时，体系中以反应③为主



题 13 图

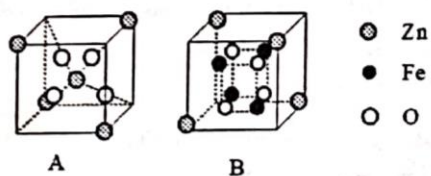
二、非选择题：共 4 题，共 61 分。

14. (15 分) 锌冶炼过程中产生的锌渣主要成分为铁酸锌 ( $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$ ) 和二氧化硅，以及少量的铜、铁、锌的氧化物和硫化物。利用酸溶的方法可溶出金属离子，使锌渣得到充分利用。

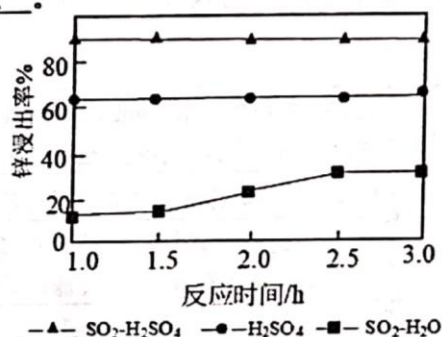
(1) 铁酸锌酸溶。铁酸锌难溶于水，其晶胞由 A、B 结构按照 1:1 交替累积而成，如题 14 图-1 所示。将铁酸锌粉末投入到 1L  $1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{H}_2\text{SO}_4$  中，保温  $80^\circ\text{C}$ ，匀速搅拌。浸出液中  $\text{Fe}^{3+}$  和  $\text{Zn}^{2+}$  的浓度随时间的变化如下表所示。

时间/h	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
$c(\text{Zn}^{2+})/\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	0.10	0.11	0.15	0.21	0.21
$c(\text{Fe}^{3+})/\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	0.12	0.13	0.16	0.21	0.30

- ①B 结构的化学式为     。  
 ②铁酸锌和硫酸反应的离子方程式为     。  
 ③酸溶时，溶出效率较高的金属离子是     。



题 14 图-1

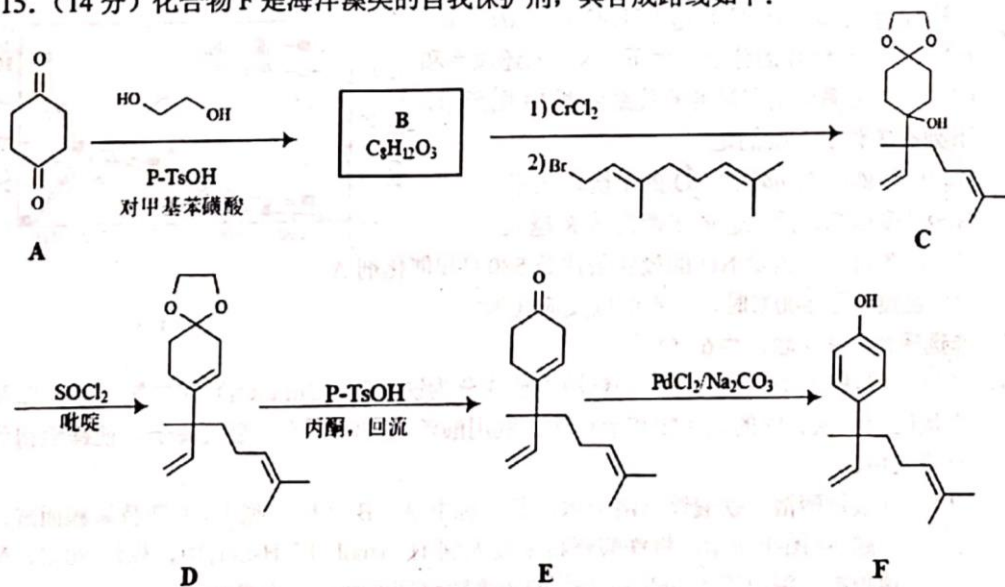


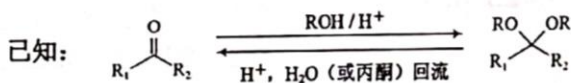
题 14 图-2

(2) 锌渣酸溶。将锌渣分别在  $\text{SO}_2-1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{SO}_4$  以及  $\text{SO}_2-\text{H}_2\text{O}$  三种体系中实验，均保持  $80^\circ\text{C}$ ，匀速搅拌，所得结果如题 14 图-2 所示。已知： $25^\circ\text{C}$  时， $K_{\text{sp}}(\text{FeS})=6.3\times 10^{-17}$ ； $K_{\text{sp}}(\text{ZnS})=2.9\times 10^{-25}$ ； $K_{\text{sp}}(\text{CuS})=6.3\times 10^{-36}$ ； $K_{\text{sp}}(\text{Cu}_2\text{S})=2.5\times 10^{-48}$ ；FeS 和 ZnS 可溶于稀硫酸，CuS 和  $\text{Cu}_2\text{S}$  不溶于稀硫酸。

- ①在  $\text{SO}_2-\text{H}_2\text{SO}_4$  体系中， $\text{Zn}^{2+}$  浸出率较高的原因是     。  
 ②在  $\text{SO}_2-\text{H}_2\text{SO}_4$  体系中，残渣中  $\text{Cu}_2\text{S}$  的质量增加，原因是     。

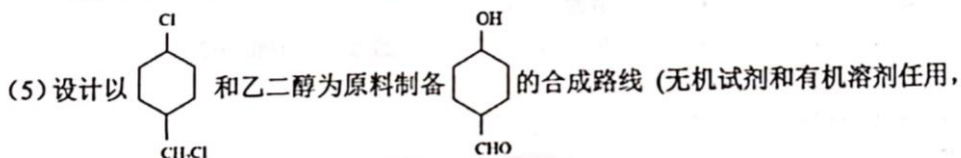
15. (14 分) 化合物 F 是海洋藻类的自我保护剂，其合成路线如下：





(R 为烃基, R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub> 为烃基或 H, 生成缩醛比生成缩酮容易)

- (1) B 的结构简式为 ▲。  
 (2) C 中手性碳原子的数目为 ▲。  
 (3) C→D 的反应类型为 ▲。  
 (4) D 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能发生银镜反应和水解反应, 水解产物之一能与 FeCl<sub>3</sub> 溶液发生显色反应。  
 ②分子中有四种不同化学环境的氢原子。



16. (16 分) 三草酸合铁酸钾是制备负载型活性催化剂的主要原料, 易溶于水, 难溶于乙醇。实验室制备流程如下:



- (1) 制备 FeC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O 晶体。  
 ①“溶解”时加入硫酸的目的是 ▲。  
 ②“沉淀”得到 FeC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O 晶体, “沉淀”时发生反应的离子方程式为 ▲。  
 ③“沉淀”时需要煮沸, 其目的是 ▲。  
 (2) 制备 K<sub>3</sub>[Fe(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>3</sub>]·3H<sub>2</sub>O 晶体。

【查阅资料】

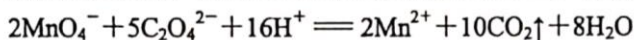
- ①K<sub>2</sub>Fe(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 溶于水; Fe<sub>2</sub>(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 难溶于水。  
 ②实验条件下, pH=3.2 时, Fe<sup>3+</sup> 沉淀完全; 过氧化氢在 40℃ 发生显著分解。  
 ③铁氰化钾 (K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]) 溶液与 Fe<sup>2+</sup> 反应产生深蓝色沉淀, 与 Fe<sup>3+</sup> 不反应。

以 FeC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O 晶体作为原料, 制备 K<sub>3</sub>[Fe(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>3</sub>]·3H<sub>2</sub>O 晶体时, 请补充完整相应的实验方案: 取一定量的 FeC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O 晶体, 边加入饱和 H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 溶液边搅拌, 至 pH 约为 3, ▲, 过滤、晾干, 得到 K<sub>3</sub>[Fe(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>3</sub>]·3H<sub>2</sub>O 晶体。

(实验中须使用的试剂: 10% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 溶液, 饱和 K<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 溶液, 无水乙醇, K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] 溶液。)



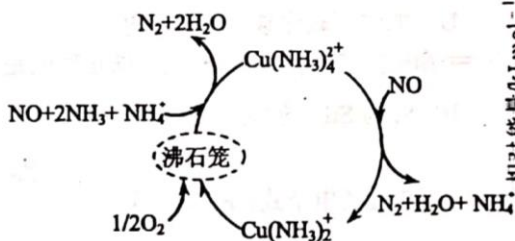
(3) 通过下列方法测定产品纯度：准确称取  $1.250\text{gK}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  样品，加入适量水溶解并用稀硫酸酸化，加热至  $80^\circ\text{C}$ ，趁热用  $0.1500\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KMnO}_4$  标准溶液滴定至终点，消耗  $\text{KMnO}_4$  标准溶液  $18.30\text{mL}$ 。测定过程中发生的反应为：



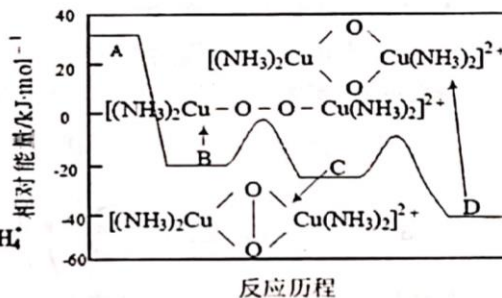
计算样品的纯度（写出计算过程）：▲。

7. (16分) 氮氧化物 ( $\text{NO}_x$ ) 是硝酸和肼等工业的主要污染物。采用选择性催化还原或氧化吸收法可有效脱除烟气中的氮氧化物。

(1) 一种以沸石笼作为载体对氮氧化物进行催化还原的原理如题 17 图-1 所示，A 在沸石笼内转化为 B、C、D 等中间体的过程如题 17 图-2 所示。



题 17 图-1

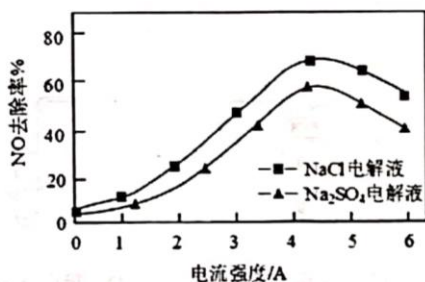


题 17 图-2

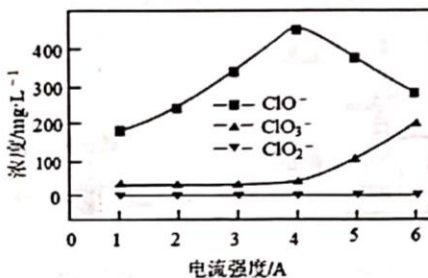
①由 A 到 B 的变化过程可表示为 ▲。

②脱除 NO 的总反应为 ▲。

(2) 电解氧化吸收法可将废气中的  $\text{NO}_x$  转变为硝态氮。分别向  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaCl}$  溶液和  $0.08\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液（起始 pH 均调至 9）中通入 NO，测得电流强度与 NO 的脱除率的关系如题 17 图-3 所示。电解  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaCl}$  溶液时，溶液中相关成分的浓度变化与电流强度的关系如题 17 图-4 所示。



题 17 图-3



题 17 图-4

①电解  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液时产生  $\text{H}_2\text{O}_2$ 。  $\text{H}_2\text{O}_2$  氧化吸收 NO 的离子方程式为 ▲。

②电解  $\text{NaCl}$  溶液作吸收液时，NO 的去除率始终比  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液的大，原因是 ▲。

③随着电流强度的增大，电解  $\text{NaCl}$  溶液时 NO 去除率下降的原因是 ▲。