

可能用到的相对原子质量: H—1 N—14 O—16 Na—23 S—32 Cr—52

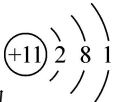
Fe—56 Re—186

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

1. 高分子是生产生活中的常见物质。下列物质中不属于高分子的是()

A. 油脂 B. 淀粉 C. 蛋白质 D. 合成橡胶

2. 反应 $2\text{NH}_3 + \text{NaClO} = \text{NaCl} + \text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 可用于制备肼(N_2H_4)。下列说法正确的是()

A. Na^+ 的结构示意图为 

B. NH_3 的空间构型为平面三角形

C. NaClO 中既含离子键又含共价键

D. N_2H_4 的结构式为 

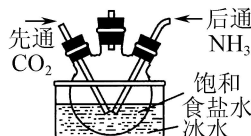
3. 实验室制取纯碱, 下列相关原理、装置能达到实验目的的是()



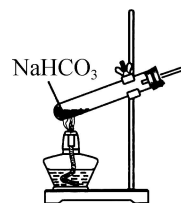
A. 制取 CO_2



B. 除去 CO_2 中 HCl



C. 制取 NaHCO_3



D. 制取纯碱

4. 四羟基合铝酸钠 $[\text{NaAl}(\text{OH})_4]$ 与过量 CO_2 反应可制得 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 。下列说法正确的是()

A. 半径: $r(\text{O}^{2-}) < r(\text{Al}^{3+})$

B. 电负性: $\chi(\text{C}) < \chi(\text{O})$

C. 氢化物沸点: $\text{H}_2\text{O} < \text{CH}_4$

D. 碱性: $\text{NaOH} < \text{Al}(\text{OH})_3$

阅读下列材料, 完成 5~7 题。

硼单质及其化合物应用广泛。 BF_3 极易水解生成 HBF_4 (HBF_4 在水中完全电离为 H^+ 和 BF_4^-) 和硼酸 (H_3BO_3)。硼酸是一元弱酸, 能溶于水。硼酸和甲醇在浓硫酸催化下生成挥发性的硼酸甲酯 $[\text{B}(\text{OCH}_3)_3]$, 硼酸甲酯主要用作木材防腐剂等。乙硼烷 (B_2H_6 , 常温下为气态) 是一种潜在的高能燃料, 在 O_2 中完全燃烧生成 B_2O_3 固体和液态水, 燃烧热为 $2165 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; 氨硼烷 (H_3NBH_3) 是很好的储氢材料, 在 Ni/P 催化剂作用下水解生成 $\text{NH}_4[\text{B}(\text{OH})_4]$ 并释放出氢气, 氨硼烷在高温下脱氢制得氮化硼 (BN), 氮化硼晶体结构类似于金刚石, 具有高硬度。

5. 下列说法正确的是()

A. BN 是分子晶体

B. H_3NBH_3 分子内存在配位键

C. $\text{B}(\text{OCH}_3)_3$ 分子间能形成氢键

D. BF_3 是由极性键构成的极性分子

6. 下列化学反应表示正确的是()

A. BF_3 和水反应: $4\text{BF}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 6\text{H}^+ + 3\text{BF}_4^- + \text{BO}_3^{3-}$

B. 制备 $\text{B}(\text{OCH}_3)_3$: $\text{H}_3\text{BO}_3 + 3\text{CH}_3\text{OH} \xrightarrow{\text{浓硫酸}} \text{B}(\text{OCH}_3)_3$

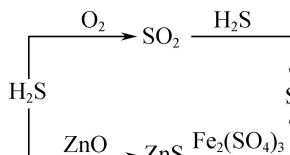
C. 氨硼烷释氢反应: $\text{H}_3\text{NBH}_3 + 4\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Ni/P}} \text{NH}_4[\text{B}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2 \uparrow$

D. 乙硼烷的燃烧热: $\text{B}_2\text{H}_6(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = \text{B}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$; $\Delta H = 2165 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

7. 下列有关反应描述正确的是()

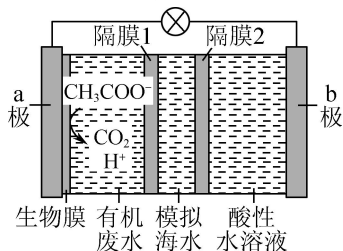
- A. H_3NBH_3 高温脱氢反应中, H_3NBH_3 断裂 σ 键和 π 键
 B. H_3NBH_3 水解反应中, Ni/P 催化剂能提高该反应的活化能
 C. BF_3 水解生成 HBF_4 , B 原子轨道的杂化类型由 sp^3 转化为 sp^2
 D. H_3BO_3 和 CH_3OH 的反应中, 浓硫酸能加快反应速率

8. 如图所示, 利用 H_2S 废气制取单质硫有两种途径, 下列说法正确的是()



- A. SO_2 是 H_2S 转化为 S 反应中的催化剂
 B. 每生成 32 g S, 理论上消耗 1 mol $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
 C. 两种途径中所涉及的反应均为氧化还原反应
 D. $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) = 3\text{S}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的 $\Delta S > 0$

9. 利用微生物处理有机废水获得电能, 同时可实现海水淡化, 现以 NaCl 溶液模拟海水, 采用惰性电极, 用如图所示装置处理有机废水(以含 CH_3COO^-



的溶液为例)。下列说法正确的是()

- A. a 极发生还原反应
 B. 为了实现海水的淡化, 隔膜 1 为阳离子交换膜
 C. 电池工作一段时间后, 正、负极产生气体的物质的量之比约为 2 : 1
 D. 该装置内工作温度越高, 海水淡化效果越好

10. 在给定条件下, 下列制备过程涉及的物质转化均可实现的是()

- A. 金属 Al 制备: $\text{Al}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\text{HCl}(\text{aq})} \text{AlCl}_3 \text{ 溶液} \xrightarrow{\text{电解}} \text{Al}$
 B. 硝酸工业: $\text{NH}_3 \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{O}_2} \text{NO} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{HNO}_3$
 C. 制漂白粉: $\text{NaCl} \text{ 溶液} \xrightarrow{\text{电解}} \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{石灰水}} \text{漂白粉}$
 D. 高纯硅制备: 粗硅 $\xrightarrow[\text{高温}]{\text{HCl}} \text{SiHCl}_3 \xrightarrow[\text{高温}]{\text{H}_2} \text{高纯硅}$

11. 室温下, 下列实验过程及现象能验证相应实验结论的是()

选项	实验过程及现象	实验结论
A	向物质的量浓度、体积均相同的 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 溶液中各滴加 1 滴酚酞, 溶液变红, 前者红色更深	水解程度: $\text{CO}_3^{2-} > \text{HCO}_3^-$
B	向 2 mL $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液中滴加 2	$K_{\text{sp}}[\text{Mg}(\text{OH})_2] > K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3]$

	滴 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ MgCl}_2$, 再滴加 2 滴 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ FeCl}_3$ 溶液, 先生成白色沉淀, 后生成红褐色沉淀	
C	向一定浓度 CuSO_4 溶液中通入 H_2S 气体, 出现黑色沉淀	酸性: $\text{H}_2\text{S} > \text{H}_2\text{SO}_4$
D	用 pH 计分别测定等体积的 CH_3COOH 溶液和 CH_2ClCOOH 溶液的 pH, CH_2ClCOOH 溶液的 pH 小	O—H 键的极性增强, 羧酸酸性增强

12. 室温下, 通过下列实验探究 NaHC_2O_4 溶液的性质。

实验 1: 测得 $10 \text{ mL } 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaHC}_2\text{O}_4$ 溶液的 $\text{pH} < 7$ 。

实验 2: 向 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaHC}_2\text{O}_4$ 溶液中通入一定量 NH_3 , 测得溶液 $\text{pH} = 7$ 。

实验 3: 向 $10 \text{ mL } 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaHC}_2\text{O}_4$ 溶液中加入等体积 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ HCl}$ 溶液, 无明显现象。

下列说法正确的是()

- A. 实验 1 中: $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) > c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$
 B. 根据实验 1 推测: $K_{a1}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot K_{a2}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) < K_w$
 C. 实验 2 所得溶液中: $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$
 D. 实验 3 所得溶液中: $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = c(\text{Cl}^-)$

13. CH_4CO_2 重整反应可获得 H_2 , 主要反应如下:

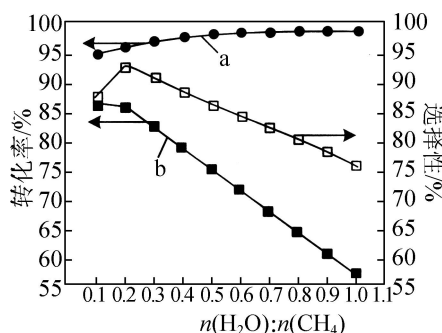
反应 I: $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}); \Delta H_1 = 247 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

反应 II: $\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}); \Delta H_2 = 41 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

反应 III: $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}); \Delta H_3 = 225 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

800°C , $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 下, 将 $n_{\text{起始}}(\text{CH}_4) : n_{\text{起始}}(\text{CO}_2) = 1 : 1$ 的混合气体置于含不同水量的密闭容器中, 平衡时 CH_4 和 CO_2 的转化率、 CO 的选择性 [可表示为

$\frac{n_{\text{生成}}(\text{CO})}{n_{\text{反应}}(\text{CH}_4) + n_{\text{反应}}(\text{CO}_2)} \times 100\%$] 如右图所示。下列说法正确的是()



- A. 曲线 a 表示 CO_2
 B. 升温或增大压强, 均能提高 CH_4 的平衡转化率
 C. $\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{CH}_4)}$ 在 $0.1 \sim 0.2$ 时, CO 的选择性增大, 此时反应 II 占据主导地位
 D. 可以通过向 $\text{CH}_4\text{-CO}_2$ 重整反应中添加水, 来增大 $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO})}$ 的比值

二、非选择题: 本题共 4 小题, 共 61 分。

14. (15 分) 回收富铼渣(主要含 ReS_2 、 CuS 、 Bi_2S_3) 可制备航天材料高铼酸铵和金属铼。

(1) 富铼渣用 $30\% \text{ H}_2\text{O}_2$ 和 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ H}_2\text{SO}_4$ 的混合溶液氧化酸浸, ReS_2 、 CuS 、 Bi_2S_3 中

金属元素以 HReO_4 、 CuSO_4 、 $(\text{BiO})_2\text{SO}_4$ 形式存在，硫元素以 SO_4^{2-} 和 S 形式存在；将酸浸液过滤，得到含低浓度的 HReO_4 溶液和滤渣。Re、Cu、Bi 浸出率 $\left(\frac{\text{浸出液中某元素的物质的量}}{\text{某元素的总物质的量}} \times 100\% \right)$ 随浸取时间变化如图 1 所示。

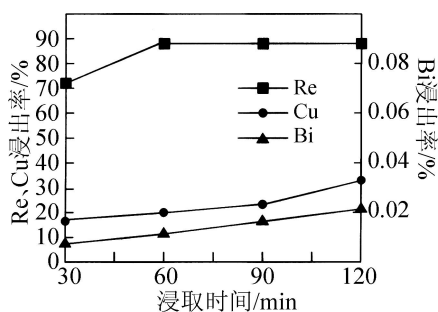


图 1

- ① 滤渣的主要成分为_____ (填化学式)。
- ② 氧化酸浸中， ReS_2 转化为两种强酸，该反应的化学方程式为_____。
- ③ 60 min 后，Cu 浸出率略有上升的原因是_____。

(2) 含低浓度的 HReO_4 溶液通过萃取、反萃取、提纯后得到高纯度 NH_4ReO_4 。用含有机胺(R_3N)的有机溶剂作为萃取剂提纯一定

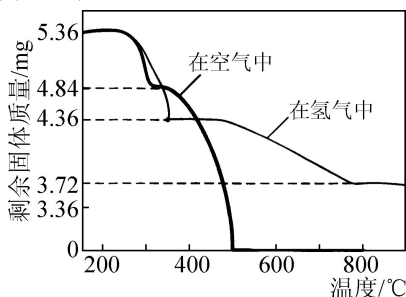


图 2

浓度的 HReO_4 溶液，原理为 $2\text{R}_3\text{N} + \text{H}^+ + \text{ReO}_4^- \xrightarrow{\text{萃取}} (\text{R}_3\text{N})_2 \cdot \text{HReO}_4 (\text{有机层})$ 。反萃取时，加入氨水的目的是_____。

(3) NH_4ReO_4 焙烧可制得金属铼。将 5.36 mg NH_4ReO_4 (摩尔质量为 $268 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$) 分别在空气和氢气氛围中焙烧，剩余固体质量随温度变化曲线如图 2 所示。

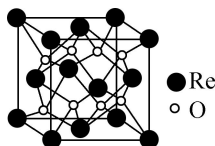


图 3

- ① 在空气中焙烧，500 °C 时几乎没有固体剩余的原因是_____。

② 在氢气中焙烧, 350 °C 得到铼的某种氧化物的晶胞如图 3 所示, 距离 Re 原子最近的 O 原子有_____个。在整个过程中, H₂ 的实际用量远大于理论反应用量, H₂ 所起的作用有_____。

15. (15 分) “亚硫酸亚铁铵[(NH₄)₂Fe(SO₃)₂·H₂O]沉淀法”处理高浓度氨氮废水(含 NH₄⁺、Cl⁻和 H⁺), 可减少水体富营养化。按 $n(\text{NH}_4^+) : n(\text{Fe}^{2+}) : n(\text{SO}_3^{2-}) = 2 : 1 : 2$ 向氨氮废水中依次加入 Na₂SO₃ 溶液和 FeCl₂ 溶液, 用稀盐酸和稀氢氧化钠溶液调节初始氨氮废水的 pH。

(1) 不同初始 pH 对反应的影响。测得不同初始 pH 对氨氮去除率的影响如图 1 所示, 反应后固体产物的 XRD 图谱如图 2 所示(XRD 图谱可用于判断某晶态物质是否存在)。

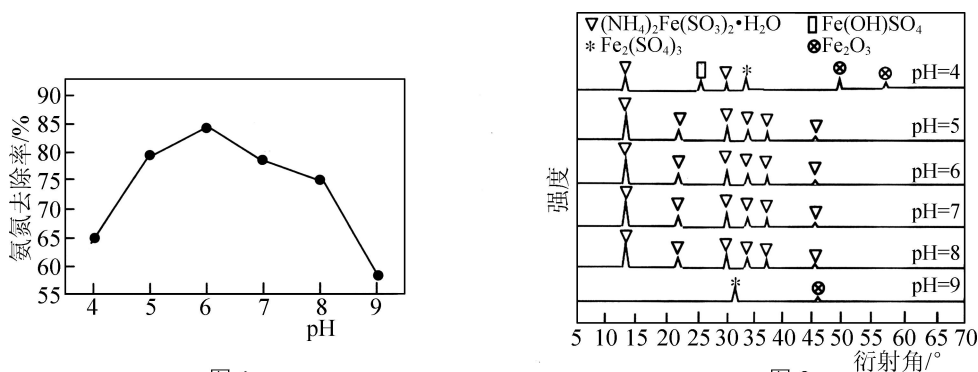


图 1

图 2

① pH=4 时, SO₃²⁻ 部分氧化为 SO₄²⁻, Fe²⁺和 SO₄²⁻ 转化为 Fe(OH)SO₄ 的离子方程式为_____。

② pH = 5 ~ 8 时生成 (NH₄)₂Fe(SO₃)₂·H₂O 沉淀, 该反应的离子方程式为_____。

③ pH=9 时, 氨氮去除率比较低的原因是_____, 此时仍有部分氨氮被去除的原因是_____。

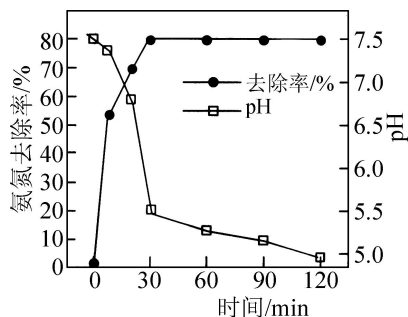


图 3

(2) 反应过程中 pH 变化。其他条件不变, 调节溶液初始 pH 为 7.5, 充分搅拌并反应一段时间, 氨氮去除率和溶液 pH 随时间变化如图 3 所示。

① 0~30 min 时, 氨氮去除率升高, 溶液 pH 急剧降低的主要原因是_____。

② 30 min 后, 溶液 pH 继续降低的可能原因是_____。

16. (15 分)以铬铁矿(主要成分为 FeCr_2O_4 , 含 Al_2O_3 、 SiO_2 等杂质)为原料制备红矾钠($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), 实现铬资源利用。

已知: ① 矿物中相关元素可溶性组分物质的量浓度对数 $\lg c$ 与 pH 的关系如图 1 所示, 当溶液中可溶性组分浓度 $c \leq 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 可认为已除尽。

② 部分物质的溶解度随温度变化曲线如图 2 所示。

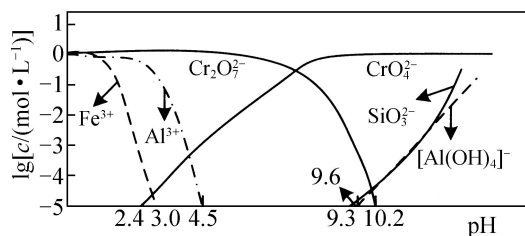


图 1

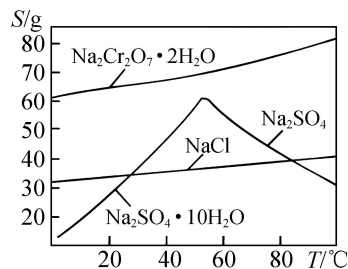


图 2

(1) 焙烧铬铁矿。将铬铁矿与纯碱混合, 在空气中高温焙烧, FeCr_2O_4 转化为 Na_2CrO_4 和 Fe_2O_3 , 杂质转化为可溶性钠盐。 FeCr_2O_4 反应的化学方程式为 _____; 下列操作能提高焙烧反应速率的有 _____ (填字母)。

A. 降低通入空气的速率 B. 将铬铁矿粉碎 C. 焙烧时将矿物与空气逆流而行

(2) 除杂。将焙烧后的产物水浸一段时间后, 调节溶液 $4.5 \leq \text{pH} \leq 9.3$, 过滤, pH 不能太高也不能太低的原因是 _____。

(3) 制备红矾钠。补充完整制取 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 晶体的实验方案: 向除杂后的含铬滤液中, _____。

[实验中可选用的试剂: 稀硫酸、稀盐酸]

(4) $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 可用于测定水体的 COD (COD 是指每升水样中还原性物质被氧化所需要 O_2 的质量)。现有某水样 100.00 mL, 酸化后加入 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液 10.00 mL, 使水样中的还原性物质完全被氧化, 再用 $0.2000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 FeSO_4 溶液滴定剩余的 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 被还原为 Cr^{3+} , 消耗 FeSO_4 溶液 25.00 mL, 则该水样的 COD 为 _____ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (写出计算过程)。

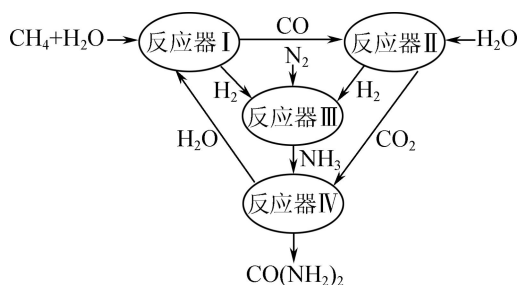


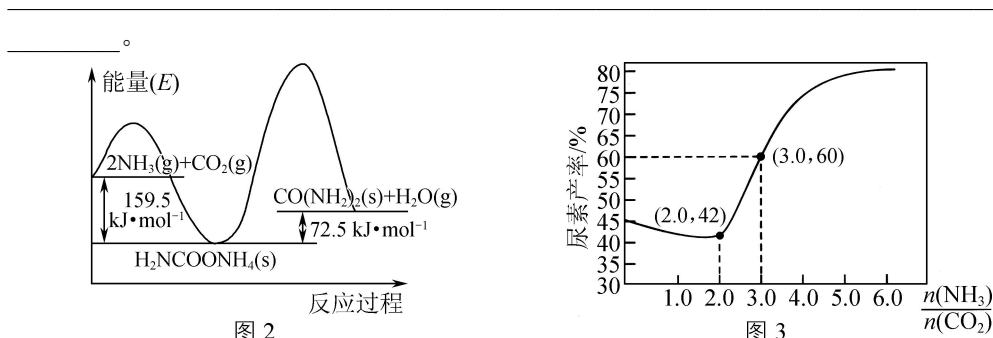
图 1

17. (16 分)尿素在工业、农业、医药等诸多领域应用广泛。

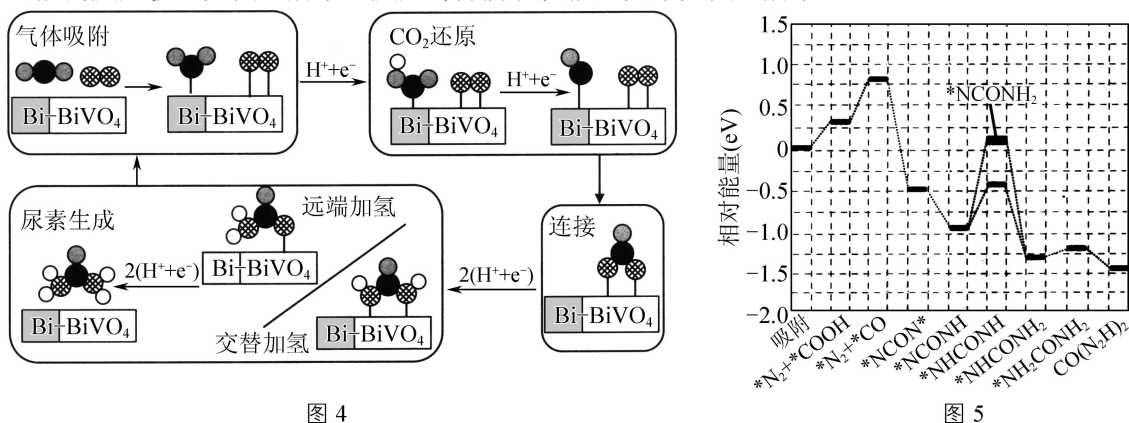
(1) 工业上利用合成氨工艺联合生产尿素，原理如图 1 所示。

① 若反应器 I 和 II 中各有 1 mol H_2O 参加反应，理论上可获得_____mol H_2 。

② 反应器 IV 中主要通过两步完成，其能量变化如图 2 所示，第一步反应的平衡常数表达式为 $K=_____$ ，总反应 $2\text{NH}_3(\text{g})+\text{CO}_2(\text{g})\rightleftharpoons\text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{s})+\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的 $\Delta H=_____ \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ；反应器 IV 中还发生尿素水解、尿素缩合生成缩二脲 $[(\text{NH}_2\text{CO})_2\text{NH}]$ 等副反应，其他条件一定时， $\frac{n(\text{NH}_3)}{n(\text{CO}_2)}$ 与尿素产率的关系曲线如图 3 所示， NH_3 过量对尿素产率的影响比 CO_2 过量的影响大的原因是_____。



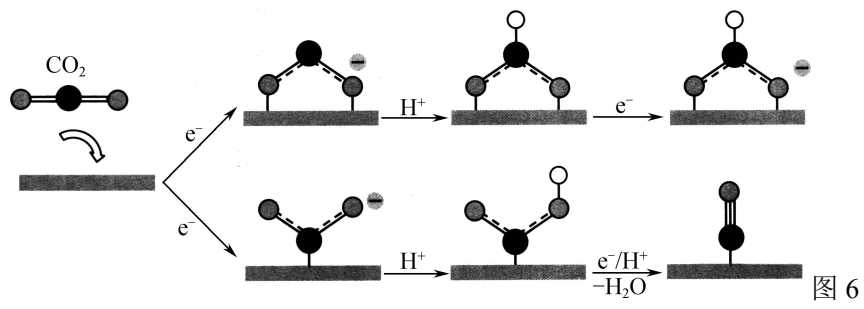
(2) 电催化法合成尿素。一种新型异质结构 BiBiVO_4 催化剂用于酸性介质中 CO_2 和 N_2 电催化合成尿素。反应过程中，电子能自发从 BiVO_4 端转移到 Bi 端，在 BiBiVO_4 催化剂这一极可能的反应机理如图 4 所示，反应部分历程及能量关系如图 5 所示。



① 在 BiBiVO_4 催化剂这一极发生的电极反应式为_____。

② 反应过程中更倾向于生成交替加氢的中间体，原因是_____。

③ 电催化合成尿素成功的关键取决于 CO_2 的还原路径， CO_2 的可能还原路径如图 6 所示， CO_2 在 BiBiVO_4 催化剂作用下能还原成 $^*\text{CO}$ 的原因是_____。



1. A 2. C 3. A 4. B 5. B 6. C 7. D 8. B 9. C 10. D 11. A 12. C 13. D

14. (15 分)

(1) ① Bi_2S_3 、S、CuS[多答 $(\text{BiO})_2\text{SO}_4$ 不扣分](2 分)② $2\text{ReS}_2 + 19\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{HReO}_4 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 + 14\text{H}_2\text{O}$ (2 分)③ 产物中 H_2SO_4 生成的量增多, H_2SO_4 的浓度增大, Cu 的浸出率增大(2 分)(2) 加入氨水, $c(\text{OH}^-)$ 增大, 有利于向反萃取方向进行, ReO_4^- 量增多, 同时 $c(\text{NH}_4^+)$ 增大, 有利于 NH_4ReO_4 生成(3 分)(3) ① NH_4ReO_4 在空气中焙烧生成 Re_2O_7 , Re_2O_7 沸点低受热变成气体(2 分)

② 8(2 分)

 H_2 除用作还原剂外, 还用于排尽装置中的空气、作铼的保护气或冷却剂(2 分)

15. (15 分)

(1) ① $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4 \downarrow$ (2 分)② $2\text{NH}_4^+ + \text{Fe}^{2+} + 2\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = (\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \downarrow$ (2 分)③ Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , SO_3^{2-} 氧化为 SO_4^{2-} , Fe^{3+} 转化为 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, Fe_2O_3 , 不会与 NH_4^+ 结合生成亚硫酸亚铁铵沉淀, 导致氨氮去除率降低(3 分)碱性较强, NH_4^+ 与 OH^- 反应转化为 NH_3 , 从而去除(2 分)(2) ① SO_3^{2-} 水解呈碱性, 生成沉淀消耗大量 SO_3^{2-} 占主导地位(3 分)② Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , Fe^{2+} 或 Fe^{3+} 发生水解或 Fe^{3+} 与 SO_3^{2-} 发生氧化还原反应, 释放出 H^+ (3 分)

16. (15 分)

(1) $4\text{FeCr}_2\text{O}_4 + 8\text{Na}_2\text{CO}_3 + 7\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 8\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{CO}_2$ (2 分)

BC(2 分)

(2) pH 过低 Al^{3+} 不能除尽; pH 过高 Al 元素以 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 、Si 元素以 SiO_3^{2-} 形式存在, 难以去除(2 分)(3) 加入稀硫酸酸化(1 分), 至溶液 pH 约为 2(1 分), 将溶液加热浓缩至 80°C 以上(1 分), 趁热过滤(1 分), 将滤液冷却结晶, 过滤, 得到 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 晶体(1 分)(4) $80 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 解: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$

1 6

$$n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = \frac{0.2000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 25.00 \times 10^{-3} \text{ L}}{6} = \frac{5}{6} \times 10^{-3} \text{ mmol} (1 \text{ 分})$$

则 100 mL 废水中, 与废水反应的 $n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 10.00 \times 10^{-3} \text{ L} - \frac{5}{6} \times 10^{-3} \text{ mol}$ $= \frac{1}{6} \times 10^{-3} \text{ mol} (1 \text{ 分})$ 1 L 废水水样中被还原的 $n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = \frac{1}{6} \times 10^{-2} \text{ mol}$ $2\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \sim 3\text{O}_2$ 可求出废水中化学耗氧量即 COD

$$\text{COD} = \frac{3 \times 32}{2} \times \frac{1}{6} \times 10^{-2} \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} = 80 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} (2 \text{ 分})$$

17. (16 分)

(1) ① 4(2 分)

② $\frac{1}{c^2(\text{NH}_3) \cdot c(\text{CO}_2)}$ (2 分) -87.0 (2 分)

第二步脱水反应活化能高，是一个慢反应，增大氨气的量可以与水反应，促使第二步反应正向进行，同时抑制尿素的水解、尿素缩合生成缩二脲等副反应的发生(3 分)

(2) ① $\text{CO}_2 + \text{N}_2 + 6\text{e}^- + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O}$ (2 分)

② 交替加氢中间体* NHCONH 能量低，更稳定(或远端加氢的中间体能垒较高，反应较难生成)(2 分)

③ 电子能自发从 BiVO_4 端转移到 Bi 端，导致 Bi 端带负电；因为电负性 C 小于 O，故 CO_2 中的 C 原子显正电性， CO_2 中 C 原子吸附在带负电的 Bi 端(3 分)