

本试卷分选择题和非选择题两部分。共 100 分。考试用时 75 分钟。

注意事项：

答题前，考生务必将自己的姓名、班级、学号写在答题卡的规定位置。选择题答案按要求填涂在答题卡上；非选择题的答案写在答题卡上对应题目的答案空格内，答案不要写在试卷上。考试结束后，交回答题卡。

可能用到的相对原子质量：H1 C12 N14 O16 S32 Ca40 Zn65

一、单项选择题：共 14 题，每题 3 分，共 42 分。每题只有一个选项最符合题意。


1.2022 年 2 月，我国北京成功举办了第 24 届冬季奥运会。下列有关说法正确的是

- A.速滑馆“冰丝带”使用二氧化碳制冷剂制冰，该制冰过程属于化学变化
- B.火炬“飞扬”使用 H_2 作燃料，火焰呈黄色是因为在喷口格栅处涂有钾盐
- C.吉祥物“冰墩墩”外壳使用有机硅橡胶材料，该材料属于硅酸盐材料
- D.赛事服务用车使用氢燃料电池车代替普通燃油车，有利于实现“碳中和”

2.反应 $Cl_2+Na_2SO_3+H_2O=Na_2SO_4+2HCl$ 可用于污水脱氯。下列有关说法正确的是

A.中子数为 20 的氯原子： ${}_{19}^{20}Cl$

B. H_2O 的电子式： $H:\ddot{O}:H$

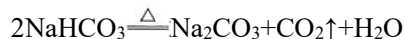
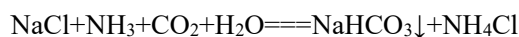
C. Na^+ 的结构示意图：

D. SO_3^{2-} 的空间结构：平面三角形

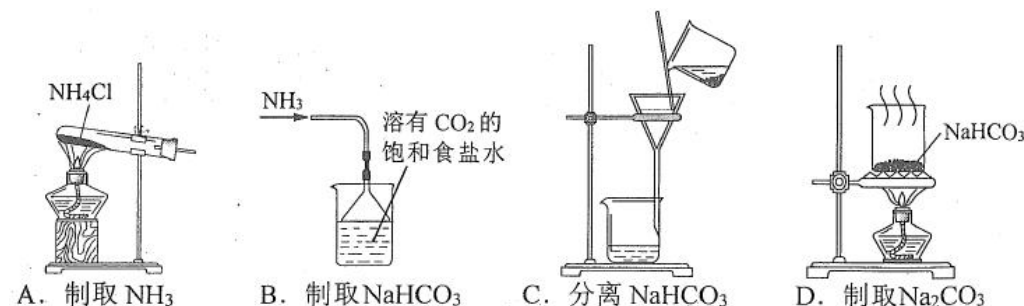
3.氧化物在生产、生活中有广泛应用。下列有关氧化物的性质与用途具有对应关系的是

- A.CO 有还原性，可用于高炉炼铁
- B. SiO_2 硬度高，可用作半导体材料
- C. Al_2O_3 具有两性，可用作耐火材料
- D. ClO_2 易溶于水，可用于自来水消毒

阅读下列资料，完成 4~7 题。以 $NaCl$ 为原料，可制取 Na 、 Na_2O_2 、 $NaOH$ 和 Na_2CO_3 等。 Na_2CO_3 可用侯氏制碱法制取，主要涉及如下反应：



4.下列有关模拟侯氏制碱法的实验原理和装置正确的是



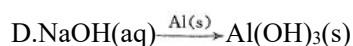
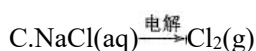
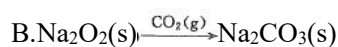
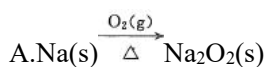
5.下列有关比较正确的是

- A.键能(E): $6E(N-H)>E(N\equiv N)+3E(H-H)$
- B.热稳定性: $NaHCO_3>Na_2CO_3$

C.键角： $\text{NH}_3 > \text{NH}_4^+$

D.沸点： $\text{NH}_3 > \text{H}_2\text{O}$

6.在指定条件下，下列选项所示的物质间转化不能实现的是



7.对于反应 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ ，下列说法正确的是

A.该反应的 $\Delta S > 0$

B.该反应的平衡常数可表示为 $\frac{c(\text{N}_2) \cdot c^3(\text{H}_2)}{c^2(\text{NH}_3)}$

C.其他条件相同，增大 $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{N}_2)}$ ， H_2 的转化率减小

D.使用催化剂能降低该反应的焓变

8.X、Y、Z、W、R 为原子序数依次增大的短周期主族元素。X、Z 原子中分别有 1 个、7 个运动状态完全不同的电子，Y 原子中各能级电子数相等，W 原子最外层电子数是内层的 3 倍，R 的原子半径是该周期主族元素中最大的。下列说法正确的是

A.气态氢化物热稳定性： $\text{Y} > \text{Z} > \text{W}$

B.简单离子半径： $r(\text{W}) > r(\text{R})$

C.第一电离能： $I_1(\text{W}) > I_1(\text{Z}) > I_1(\text{Y})$

D.X、Z、W 形成的化合物一定不含离子键

9.一种从照相底片中回收单质银的方法如下：

步骤 1：用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液浸泡照相底片，未曝光的 AgBr 转化成 $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$ 而溶解。

步骤 2：在步骤 1 所得溶液中加入稍过量 Na_2S 溶液，充分反应后过滤出黑色沉淀。

步骤 3：将黑色沉淀在空气中灼烧，回收单质银。

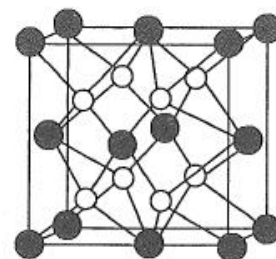
下列说法正确的是

A.步骤 1 所得 $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ 中 Ag^+ 提供孤电子对

B.步骤 2 所得滤液中大量存在的离子： Na^+ 、 Ag^+ 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 、 S^{2-}

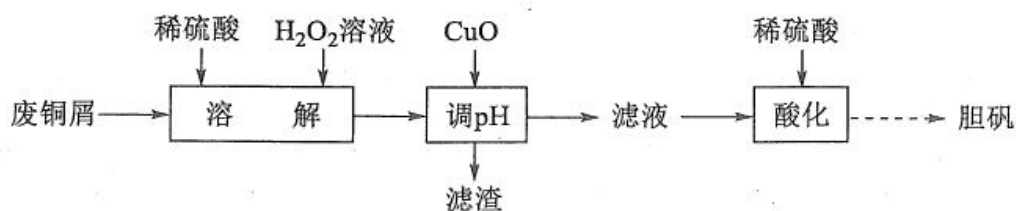
C.步骤 3 灼烧时可用足量 NaOH 溶液吸收尾气

D. Na_2S 晶胞(如题 9 图所示)中每个 Na^+ 周围距离最近的 S^{2-} 有 8 个



题 9 图

10.用废铜屑(含 Cu 、 CuO 、 Fe_2O_3 等)制备胆矾的流程如下：



下列说法不正确的是

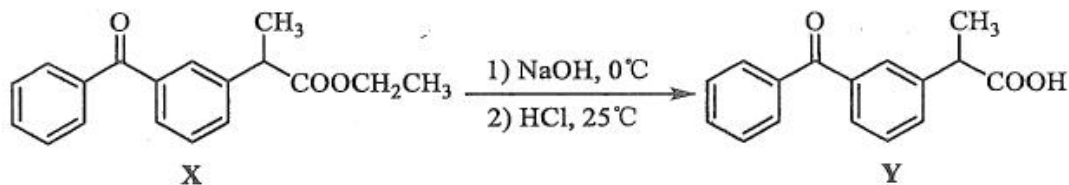
A.“溶解”时，铜发生反应的离子方程式为 $\text{Cu} + 4\text{H}^+ + \text{O}_2^{2-} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$

B.“调 pH”时，可用 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 代替 CuO

C.“滤液”中 $c(\text{Cu}^{2+}) \cdot c^2(\text{OH}^-) \leq K_{\text{sp}}[\text{Cu}(\text{OH})_2]$

D.“酸化”时，加入稀硫酸的目的是抑制 Cu^{2+} 的水解

11. 酮洛芬(Y)是一种非甾体抗炎药，可由下列反应制得：



下列有关化合物 X、Y 说法正确的是

A. X 分子中不含手性碳原子

B. 1mol X 中含有 1mol 碳氧 π 键

C. 1mol Y 最多能与 6mol H_2 发生加成反应

D. Y 在水中的溶解度比 X 在水中的溶解度大

12. 电化学甘油氧化反应是种具有前景的电化学反应，其反应原理如

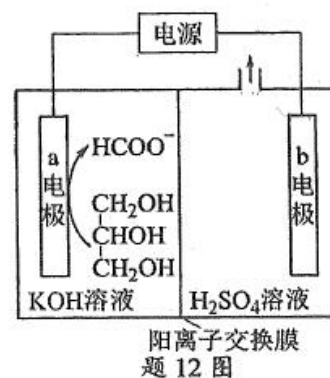
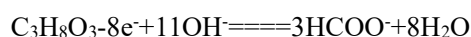
题 12 图所示。电解时，下列说法正确的是

A. 化学能主要转化为电能

B. b 电极附近溶液的 pH 减小

C. K^+ 通过阳离子交换膜向阳极室移动

D. a 电极上的电极反应式：



13. 一定条件下，通过下列实验探究盐类水解的应用。

实验	实验操作和现象
1	向 40 mL 沸水中滴加几滴 FeCl_3 饱和溶液，继续煮沸，得到红褐色液体，停止加热。
2	向 5 mL 略浑浊的泥水中加入 2 mL 明矾饱和溶液，静置，产生絮状沉淀，溶液变澄清。
3	将 20 mL $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 饱和溶液与 30 mL NaHCO_3 饱和溶液混合，剧烈反应产生大量气体。
4	向 5 mL Na_2CO_3 饱和溶液中滴加 3 滴植物油，煮沸，倒出液体后试管壁上无油珠残留。

下列有关说法不正确的是

A. 实验 1 中红褐色液体在激光笔照射下会产生光亮的“通路”

B. 实验 2 中明矾电离出的 Al^{3+} 吸附了水中的悬浮物而产生沉淀

C. 实验 3 发生反应的离子方程式为 $\text{Al}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$

D. 实验 4 Na_2CO_3 饱和溶液中存在 $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{H}_2\text{CO}_3)$

14. 二氧化碳催化加氢合成乙烯是综合利用 CO_2 的热点研究领域，该反应的热化学方程式为 $2\text{CO}_2(\text{g}) +$

$6\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = m \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。理论计算表明，原料初始组成 $n(\text{CO}_2) : n(\text{H}_2) = 1 :$

3. 在体系压强为 0.1 MPa, 反应达到平衡时, 四种组分的物质的量分数随温度的变化如题 14 图所示。下列说法不正确的是

A. $m < 0$

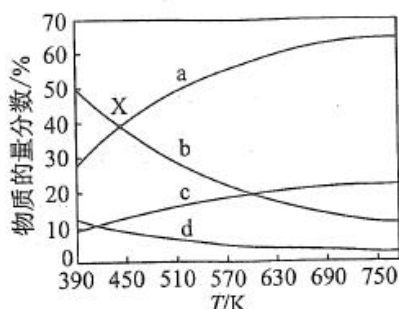
B. 500 K 下反应达到平衡时, 若增大压强(减小容器容积), 则 $n(\text{C}_2\text{H}_4)$ 增大

C. X 点坐标为(440, 39), 则 440K 时反应的平衡常数

$$K_p = \frac{3}{4} \text{ (以分压表示, 分压=总压} \times \text{物质的量分数)}$$

D. 实际反应往往伴随副反应, 生成 C_3H_6 等。一定温度和压强条件下, 使用合适催化剂可提高乙烯的选择性

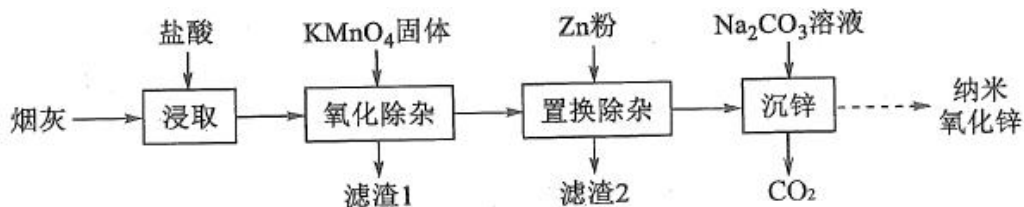
$$\left[\frac{2n(\text{C}_2\text{H}_4)}{n_{\text{总转化}}(\text{CO}_2)} \times 100\% \right]$$



题 14 图

二、非选择题: 共 4 题, 共 58 分。

15.(14 分) 纳米氧化锌是一种新型无机功能材料。以氧化锌烟灰(含 ZnO 及少量 Fe_2O_3 、 FeO 、 MnO 、 CuO)为原料制备纳米氧化锌的工艺流程如下:



下表列出了相关金属离子生成氢氧化物沉淀的 pH(开始沉淀的 pH 按金属离子浓度为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 计算)。

金属离子	Fe^{3+}	Fe^{2+}	Cu^{2+}	Zn^{2+}	Mn^{2+}
开始沉淀的 pH	1.5	6.3	6.0	6.2	8.1
完全沉淀的 pH	2.8	8.3	8.0	8.2	10.1

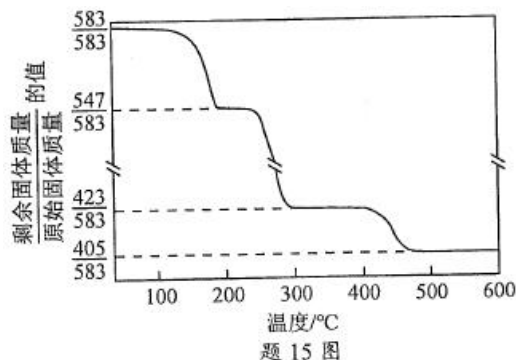
(1) Cu^{2+} 基态核外电子排布式为 ▲ 。

(2) “浸取”过程中盐酸不宜过量太多, 其可能原因是 ▲ 。

(3) “滤渣 1”的成分是 MnO_2 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。“氧化除杂”过程中 KMnO_2 与 Mn^{2+} 发生反应的离子方程式为 ▲ , 溶液 pH 范围应控制在 ▲ 。

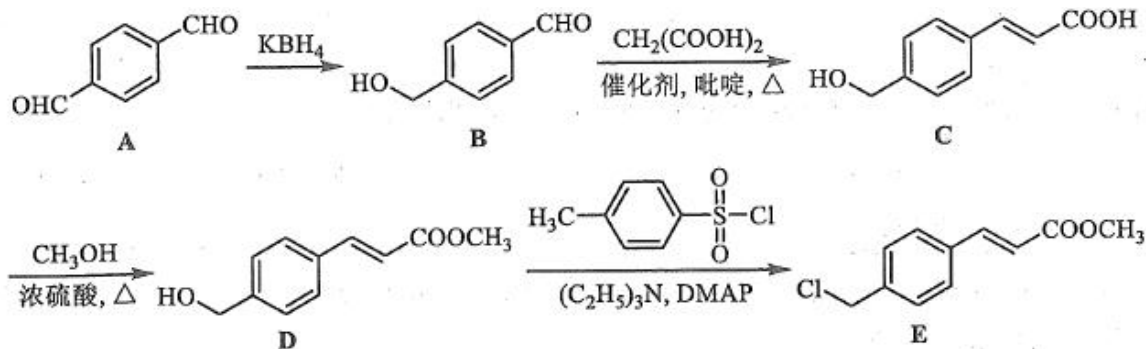
(4) ① “沉锌”得到碱式碳酸锌 [化学式为 $2\text{ZnCO}_3 \cdot 3\text{Zn}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$], 该反应的离子方程式为 ▲ 。

② 碱式碳酸锌加热升温过程中固体的质量变化如题 15 图所示。350°C 时, 剩余固体中已不含碳元素, 则剩余固体中含有 ▲ 。(填化学式)。

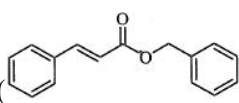
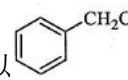


题 15 图

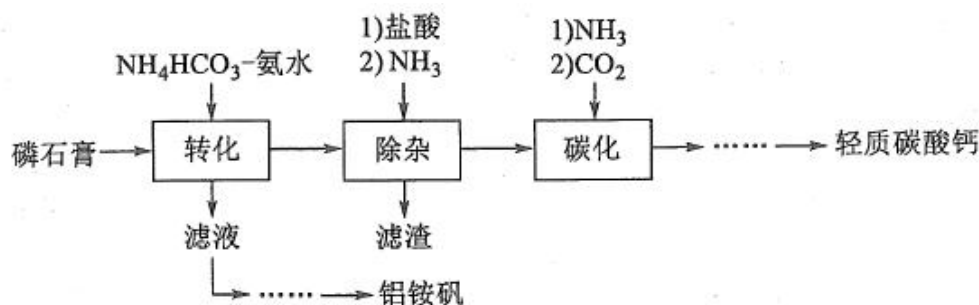
16.(15 分) 化合物 E 是合成抗癌药帕比司他的中间体, 其合成路线如下:



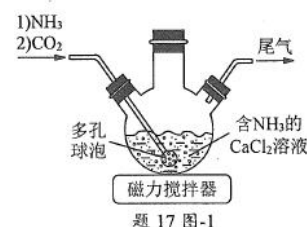
- (1) A 分子中采取 sp^2 杂化的碳原子数目是 。
- (2) A→B 中有一种分子式为 $C_8H_{10}O_2$ 的副产物生成，该副产物的结构简式为 。
- (3) 已知 B→C 的反应有中间体 X 生成，中间体 X 的分子式为 $C_{11}H_{12}O_6$ 。B→X 的反应类型为 。
- (4) D 的一种同分异构体同时满足下列条件，写出该同分异构体的结构简式： 。
- ① 分子中含有苯环，且不同化学环境的氢原子个数比为 1:1。
- ② 1 mol 该物质最多能与 4 mol NaOH 反应。

- (5) 肉桂酸苄酯() 是一种天然香料。写出以  和 $CH_2(COOH)_2$ 为原料制备肉桂酸苄酯的合成路线(无机试剂和有机溶剂任用，合成路线示例见本题题干)。

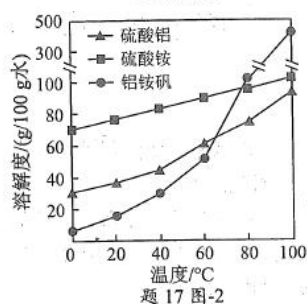
17.(15分) 轻质碳酸钙可用作橡胶的填料。以磷石膏(含 $CaSO_4$ 和少量 SiO_2 , Fe_2O_3 等)为原料制备轻质碳酸钙和铝铵矾的实验流程如下:



- (1)“转化”步骤 $CaSO_4$ 转化为 $CaCO_3$ 的化学方程式为 。
- (2)“除杂”时通入 NH_3 的目的是 。
- (3)“碳化”过程在如题 17 图-1 所示的装置中进行。多孔球泡的作用是 。
- (4)通过下列方法测定产品中碳酸钙的含量:准确称取 0.5000 g 产品,用盐酸充分溶解,过滤,将滤液和洗涤液转移至 250 mL 容量瓶中定容、摇匀,记为试液 A。取 25.00 mL 试液 A,加入指示剂,调节 $pH > 12$,用 $0.02000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ Na}_2\text{H}_2\text{Y}$ 标准溶液滴定 Ca^{2+} ($Ca^{2+} + H_2Y^{2-} = CaY^{2-} + 2H^+$),至终点时消耗 Na_2H_2Y 溶液 24.60 mL。计算产品中碳酸钙的质量分数(写出计算过程)。

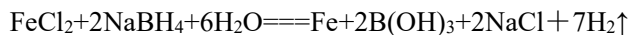


- (5) 铝铵矾 $[NH_4Al(SO_4)_2 \cdot 12H_2O]$ 是一种水絮凝剂。请补充由“转化”后的滤液制取铝铵矾的实验方案: , 将所得溶液蒸发浓缩至有大量晶体析出,过滤、用无水乙醇洗涤、干燥,得 $(NH_4)_2SO_4$ 固体; , 过滤、用无水乙醇洗涤、干燥,得铝铵矾。(部分物质的溶解度随温度的变化如题 17 图-2 所示,实验须用的试剂: $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ H}_2\text{SO}_4$ 溶液、100 mL $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液)



18.(14分)纳米零价铁可用于去除水体中的六价铬[Cr(VI)]与硝酸盐等污染物。

(1)用 FeCl_2 溶液与 NaBH_4 (H 元素为 -1 价) 溶液反应制备纳米零价铁的化学方程式:

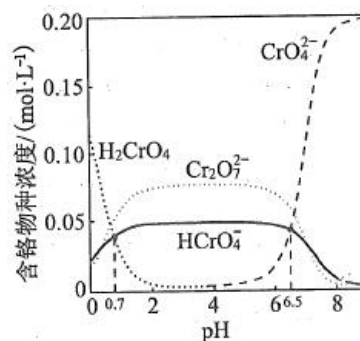


当生成 1 mol Fe 时, 转移电子的物质的量为 \blacktriangle 。

(2)纳米零价铁可将水体中 Cr(VI) 还原为 Cr^{3+} , 再将 Cr^{3+} 转化为 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ (两性氢氧化物) 从水体中除去。

①室温下 Cr(VI) 总浓度为 $0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 溶液中, 含铬物种浓度随 pH 的分布如题 18 图-1 所示。 H_2CrO_4 的 K_{a2} \blacktriangle 。

②调节溶液 pH, 可使 Cr^{3+} 转化为 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 沉淀而被除去。但 $\text{pH} > 9$ 时, 铬的去除率却降低, 其原因是 \blacktriangle 。



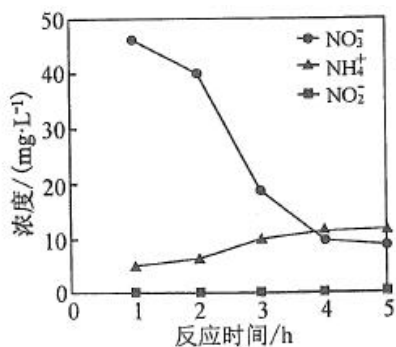
题 18 图-1

(3)有人研究了用纳米零价铁去除水体中 NO_3^- 。

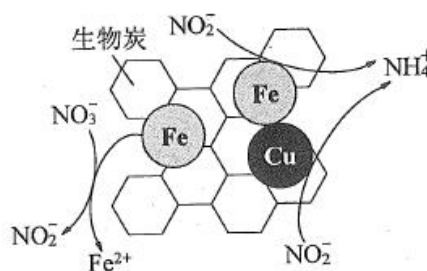
①控制其他条件不变, 用纳米零价铁还原水体中的 NO_3^- , 测得溶液中 NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ 浓度

随时间变化如题 18 图-2 所示。与初始溶液中氮浓度相比, 反应过程中溶液中的总氮(NO_3^- 、

NO_2^- 、 NH_4^+) 浓度减少, 其可能原因是 \blacktriangle 。



题 18 图-2



题 18 图-3

②将一定量纳米零价铁和少量铜粉附着在生物炭上, 可用于去除水体中 NO_3^- , 其部分反应原理

如题 18 图-3 所示。与不添加铜粉相比, 添加少量铜粉时去除 NO_3^- 效率更高, 其主要原因是

\blacktriangle ; NO_3^- 转化为 NH_4^+ 的机理可描述为 \blacktriangle 。