

# 2021~2022 学年高三年级期末试卷

## 化 学

(满分: 100 分 考试时间: 75 分钟)

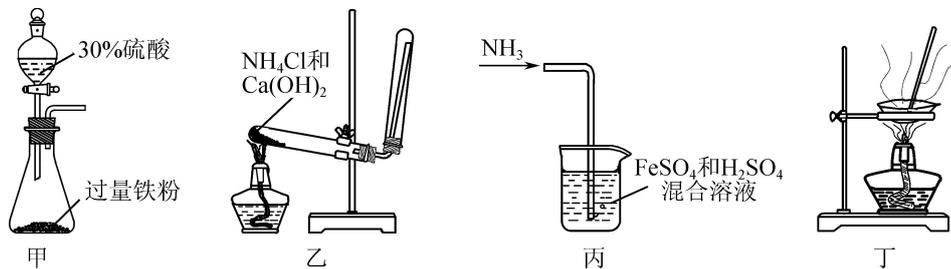
2022. 1

可能用到的相对原子质量: H—1 C—12 O—16 Na—23

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。

- 化学与生产、生活密切相关。下列说法不正确的是( )
  - 高铁车厢材料铝合金具有强度大、质量轻、耐腐蚀等优点
  - 华为 5G 手机使用的麒麟芯片, 其主要成分为 SiC
  - 医用口罩中无纺布的主要成分为聚丙烯, 其原料来源于石油化工产品
  - 核酸检测是确认病毒类型的有效手段, 核酸是含磷的生物高分子化合物
- 反应  $2\text{NH}_3 + \text{NaClO} = \text{N}_2\text{H}_4 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$  可用于制备  $\text{N}_2\text{H}_4$ , 下列说法正确的是( )
  - $\text{NH}_3$  是非极性分子
  - NaCl 的电子式为  $\text{Na} : \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{Cl}}} :$
  - NaClO 既含离子键又含共价键
  - $\text{N}_2\text{H}_4$  中 N 原子采取  $\text{sp}^2$  杂化

3. 实验室以废铁屑、氨气和稀硫酸为原料, 制备少量摩尔盐  $[(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$ 。下图所示装置和原理能达到实验目的的是( )



- 用装置甲制取  $\text{FeSO}_4$  溶液
  - 用装置乙制取  $\text{NH}_3$
  - 用装置丙将氨气通入  $\text{FeSO}_4$  和  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的混合溶液
  - 用装置丁蒸干溶液得到  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
- 下列有关硫及其化合物的性质与用途具有对应关系的是( )
    - 硫单质呈黄色, 可用作橡胶硫化剂
    - 二氧化硫有还原性, 可用作葡萄酒的抗氧化剂
    - 硫酸铜溶液显酸性, 可用作泳池杀菌剂
    - 浓硫酸具有强氧化性, 可用作酯化反应的催化剂
  - 几种短周期元素的原子半径及主要化合价如下表:

元素代号	X	Y	Z	W
原子半径/nm	0.143	0.102	0.075	0.074
主要化合价	+3	+6、-2	+5、-3	-2

- 下列叙述正确的是( )
- X 元素位于周期表的第二周期 IIIA 族
  - Y 的简单氢化物沸点比 W 的高

C. 第一电离能:  $I_1(Z) > I_1(W) > I_1(Y)$       D. Z 的含氧酸酸性一定比 Y 的强

阅读下列资料, 完成 6~8 题。

$\text{NH}_3$  是重要的化工原料, 可用于某些配合物的制备, 如  $\text{NiSO}_4$  溶于氨水形成  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{SO}_4$ 。工业上常采用氨氧化法制硝酸, 其流程是将氨和空气混合后通入灼热的铂铑合金网, 反应生成  $\text{NO}(\text{g})$ , 生成的一氧化氮与残余的氧气继续反应生成二氧化氮:  $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g}); \Delta H = -116.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。随后将二氧化氮通入水中制取硝酸。

工业上一般用石灰乳吸收硝酸工业尾气( $\text{NO}$  和  $\text{NO}_2$ ), 由于  $\text{NO}$  不能被碱吸收, 一般控制  $\text{NO}$  和  $\text{NO}_2$  约为 1:1 通入石灰乳, 净化尾气的同时又可制得混凝土添加剂  $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$ 。

6. 下列有关  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{SO}_4$  的说法正确的是( )

- A. 配体为  $\text{NH}_3$ , 其空间构型为平面三角形
- B. 1 mol  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$  中  $\sigma$  键的数目为 18 mol
- C.  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$  中  $\text{H}-\text{N}-\text{H}$  的键角大于  $\text{NH}_3$  中的键角
- D. 由于  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{SO}_4$  是配合物, 故向其中滴加  $\text{BaCl}_2$  溶液不会生成沉淀

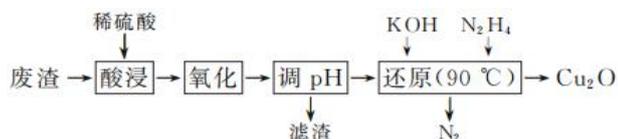
7. 对于反应  $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ , 下列说法正确的是( )

- A. 该反应能够自发的原因是  $\Delta S > 0$
- B. 工业上使用合适的催化剂可提高  $\text{NO}_2$  的生产效率
- C. 升高温度, 该反应  $v(\text{逆})$  增大,  $v(\text{正})$  减小, 平衡向逆反应方向移动
- D. 2 mol  $\text{NO}(\text{g})$  和 1 mol  $\text{O}_2(\text{g})$  中所含化学键能总和比 2 mol  $\text{NO}_2(\text{g})$  中大  $116.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

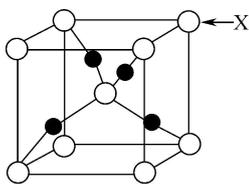
8. 在指定条件下, 下列选项所示的物质间转化能实现的是( )

- A.  $\text{NO}(\text{g}) \xrightarrow{\text{NaOH}} \text{NaNO}_2(\text{aq})$       B. 稀  $\text{HNO}_3(\text{aq}) \xrightarrow{\text{Cu}} \text{NO}_2(\text{g})$
- C.  $\text{NO}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{NO}(\text{g})$       D.  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{SO}_2} (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(\text{aq})$

9. 某小组用硫铜矿煅烧废渣(主要含  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CuO}$ 、 $\text{FeO}$ )为原料制取  $\text{Cu}_2\text{O}$ , 流程如下:



下列说法不正确的是( )

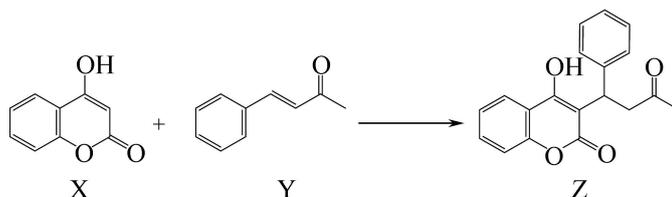


- A. “调节 pH” 主要目的是为了除去  $\text{Fe}^{3+}$
- B. “还原” 过程中主要发生的反应为  $4\text{CuSO}_4 + \text{N}_2\text{H}_4 + 8\text{KOH} \xrightarrow{90^\circ\text{C}} 2\text{Cu}_2\text{O} + \text{N}_2 \uparrow + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$

C. 用  $\text{N}_2\text{H}_4$  还原制取  $\text{Cu}_2\text{O}$  的优点是产生  $\text{N}_2$  氛围, 可防止产品被氧化

D.  $\text{Cu}_2\text{O}$  的晶胞结构如右图所示, 其中 X 代表的是  $\text{Cu}^+$

10. 化合物 Z(华法林)是一种香豆素类抗凝剂, 可由下列反应制得:



下列说法不正确的是( )

- A. Y 分子存在顺反异构体
- B. Z 分子中含有 1 个手性碳原子
- C. 一定条件下, Y 分子可以发生取代、加聚、还原反应
- D. 1 mol X 与足量 NaOH 溶液反应, 最多消耗 3 mol NaOH

11. 已知:  $K_{a1}(\text{H}_2\text{SO}_3)=1.0\times 10^{-2}$ 、 $K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_3)=5.0\times 10^{-8}$ 。室温下, 通过下列实验探究  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 、 $\text{NaHSO}_3$  溶液的性质。

实验 1: 用 pH 计测得某  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  和  $\text{NaHSO}_3$  混合溶液的 pH 为 7。

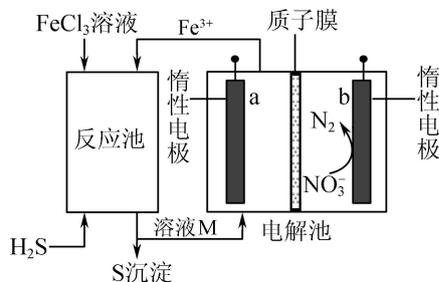
实验 2: 将等体积、等物质的量浓度的  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  和  $\text{NaHSO}_3$  溶液混合, 无明显现象。

实验 3: 向  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液中滴几滴酚酞, 加水稀释, 溶液红色变浅。

实验 4: 向  $\text{NaHSO}_3$  溶液中滴加少量  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液, 产生白色沉淀。

下列说法正确的是( )

- A. 实验 1 混合溶液中  $\frac{c(\text{SO}_3^{2-})}{c(\text{H}_2\text{SO}_3)}=5.0\times 10^4$
- B. 实验 2 混合后的溶液中存在:  $3c(\text{Na}^+)=2[c(\text{SO}_3^{2-})+c(\text{HSO}_3^-)+c(\text{H}_2\text{SO}_3)]$
- C. 实验 3 中随水的不断加入, 溶液中  $\frac{c(\text{HSO}_3^-)}{c(\text{SO}_3^{2-})}$  的值逐渐变小
- D. 实验 4 中反应的离子方程式为  $\text{Ba}^{2+}+\text{SO}_3^{2-}=\text{BaSO}_3\downarrow$



12.  $\text{FeCl}_3$  溶液吸收  $\text{H}_2\text{S}$  气体后的再生过程可降解酸性污水中的硝酸盐, 工作原理如图所示, 下列说法正确的是( )

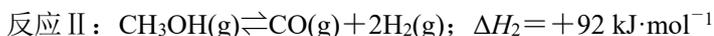
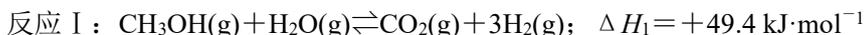
- A. a 为电解池的阴极
- B. 溶液 M 中含有大量的  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{H}^+$
- C. 电极 b 上的反应为  $2\text{NO}_3^-+10\text{e}^-+6\text{H}_2\text{O}=\text{N}_2\uparrow+12\text{OH}^-$
- D. 随着电解进行,  $\text{H}^+$  移向阴极区, 故阴极区 pH 减小

13. 化工生产中含  $\text{Cu}^{2+}$  的废水常用  $\text{MnS}$  作沉淀剂除去, 反应原理为  $\text{MnS}(\text{s})+\text{Cu}^{2+}(\text{aq})\rightleftharpoons\text{CuS}(\text{s})+\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ 。已知:  $K_{\text{sp}}(\text{MnS})=2.6\times 10^{-13}$ 、 $K_{\text{sp}}(\text{CuS})=1.3\times 10^{-36}$ 。下列说法正确的是( )

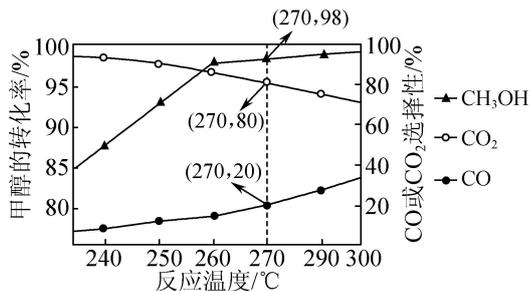
- A. 基态  $\text{Mn}^{2+}$  的电子排布式为  $[\text{Ar}]3\text{d}^6$
- B. 当溶液中  $c(\text{Cu}^{2+})=c(\text{Mn}^{2+})$  时, 反应达到平衡
- C.  $\text{MnS}(\text{s})+\text{Cu}^{2+}(\text{aq})\rightleftharpoons\text{CuS}(\text{s})+\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ , 该反应的平衡常数  $K=2.0\times 10^{23}$

D. 反应后上层清液中一定存在:  $c(\text{S}^{2-}) > \frac{K_{\text{sp}}(\text{MnS})}{c(\text{Mn}^{2+})}$

14. 甲醇水蒸气重整制氢(SRM)是获取理想氢源的有效方法。重整过程发生的反应如下:



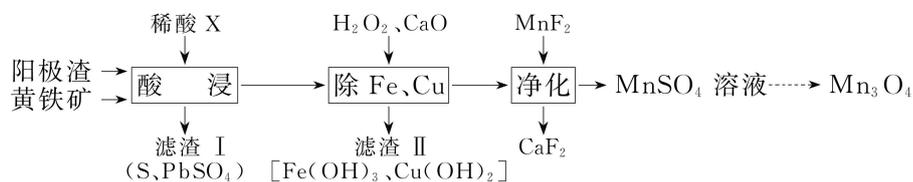
在常压、催化剂下,向密闭容器中充入 1 mol  $\text{CH}_3\text{OH}$  和 1.2 mol  $\text{H}_2\text{O}$  混合气体,  $t$  时刻测得  $\text{CH}_3\text{OH}$  转化率及  $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$  的选择性随温度变化情况如下图所示。下列说法正确的是( )



- A. 选择 300 °C 作为反应温度比较适宜
- B. 工业生产中一般选用负压(低于大气压)条件下制氢
- C. 选用  $\text{CO}_2$  选择性较高的催化剂有利于提高  $\text{CH}_3\text{OH}$  的平衡转化率
- D. 270 °C 时, 容器中的  $\text{H}_2(\text{g})$  约为 2.744 mol

二、非选择题: 共 4 题, 共 58 分。

15. (12 分) 电解金属锰阳极渣(主要成分  $\text{MnO}_2$ , 杂质为  $\text{Pb}$ 、 $\text{Fe}$ 、 $\text{Cu}$  元素的化合物)和黄铁矿( $\text{FeS}_2$ )为原料可制备  $\text{Mn}_3\text{O}_4$ , 其流程如图所示:



已知:  $K_{\text{sp}}(\text{MnF}_2) = 5.0 \times 10^{-3}$ 、 $K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2) = 3.5 \times 10^{-11}$ , 回答下列问题:

(1) “酸浸”时, 所用的稀酸 X 是\_\_\_\_\_。

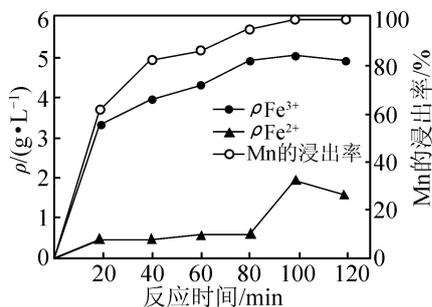


图 1

(2) “酸浸”过程中,  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  的质量浓度、 $\text{Mn}$  浸出率与时间的关系如图 1 所示。

① 20~80 min 内, 浸出  $\text{Mn}$  元素的主要离子方程式为\_\_\_\_\_。

② 80 ~ 100 min 时,  $\text{Fe}^{2+}$  浓度上升的原因可能是\_\_\_\_\_。

(3) 若“净化”过程中  $\text{Mn}^{2+}$  的浓度为  $2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , 则此时  $\text{Ca}^{2+}$  的浓度为\_\_\_\_\_  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

(4)  $\text{MnSO}_4$  制取  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  的一种流程如图 2。在搅拌下向  $50\text{ mL } 1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{ MnSO}_4$  溶液中缓慢滴加  $1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{ NH}_4\text{HCO}_3$ ，则加入  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  溶液的体积至少为 \_\_\_\_\_ mL。

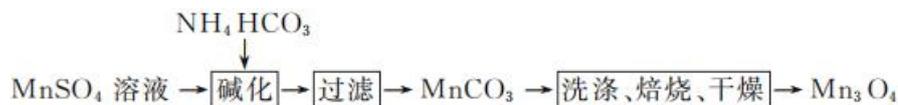
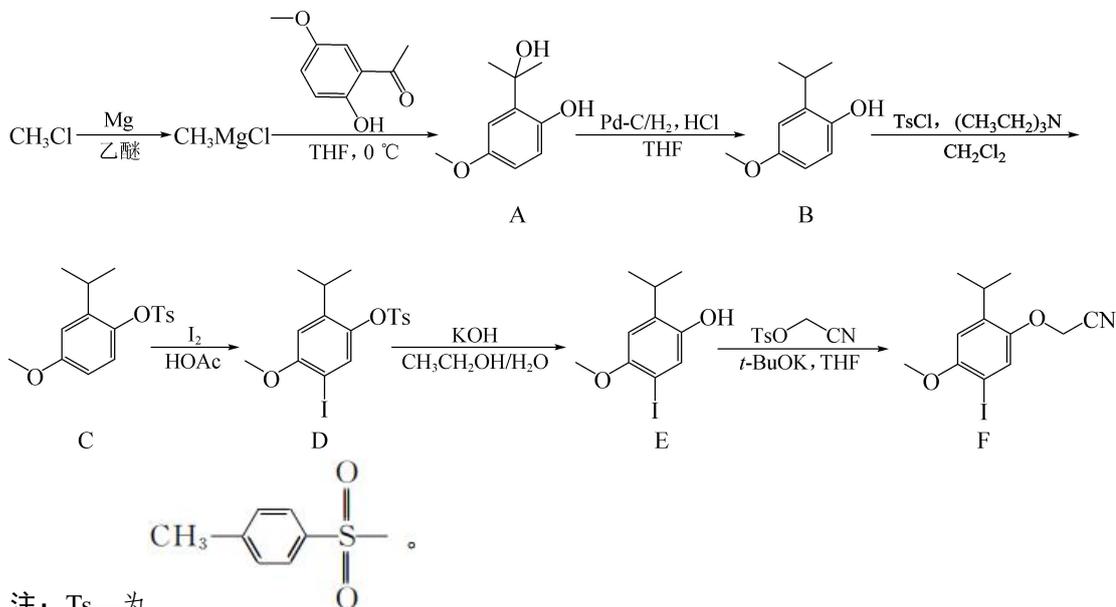


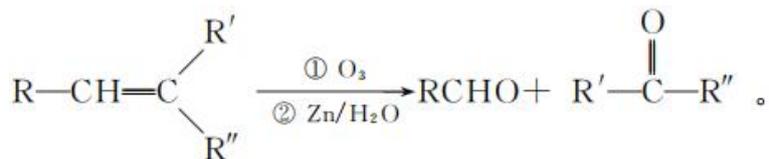
图 2

16. (14 分) 化合物 F 是合成一种镇痛药物的重要中间体，其合成路线如图：

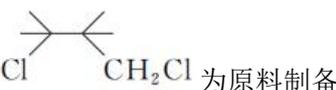


注：Ts—为

- (1) A 分子中采取  $\text{sp}^3$  杂化的碳原子数目是 \_\_\_\_\_。
- (2) 设计“B→C”步骤的目的是 \_\_\_\_\_。
- (3) 可用于鉴别 B 和 C 的常用化学试剂为 \_\_\_\_\_。
- (4) F 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；② 能发生银镜反应；③ 核磁共振氢谱中有 3 个吸收峰。

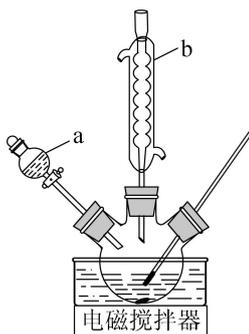


(5) 已知：

请设计以  为原料制备  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. (16 分) 铬(Cr)属于分布较广的元素之一，其单质与化合物在颜料、纺织、电镀、制

革等方面都有着重要作用。



(1) 氯化铬晶体( $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )是一种重要的工业原料, 可通过甲醇还原铬酸钠( $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ )制备。其实验装置和步骤如下:

I. 将一定量铬酸钠、甲醇与水的混合物加入三颈瓶;

II. 缓慢滴加足量盐酸, 保持温度在  $100\text{ }^\circ\text{C}$  反应 3 h;

III. 冷却后加入  $\text{NaOH}$ , 得到  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  沉淀;

IV. 洗净沉淀, 加入理论用量 1.1 倍的盐酸溶解后, 通过结晶法得到  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  晶体。

回答下列问题:

① 装置 b 的主要作用除导气外, 还有\_\_\_\_\_。

② 步骤 II 中的反应会有  $\text{CO}_2$  生成, 请写出反应的化学方程式: \_\_\_\_\_。

③ 步骤 IV 中, 盐酸过量的原因是\_\_\_\_\_。

(2) 已知: 碱性条件下,  $\text{H}_2\text{O}_2$  能把  $\text{Cr}(\text{III})$  氧化为  $\text{CrO}_4^{2-}$ ; 酸性条件下,  $\text{H}_2\text{O}_2$  能把  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  还原为  $\text{Cr}^{3+}$ ;  $\text{Pb}^{2+}$  形成  $\text{Pb}(\text{OH})_2$  开始沉淀 pH 为 5, 完全沉淀 pH 为 8。

以  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  为原料可制备铬酸铅( $\text{PbCrO}_4$  难溶于水), 具体步骤如下: 边搅拌边向  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  晶体中加入  $2\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{NaOH}$  溶液至产生的沉淀完全溶解, 得到  $\text{NaCrO}_2$  溶液, \_\_\_\_\_。过滤, 冷水洗涤, 烘干, 得到铬酸铅产品[实验中须使用的试剂:  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液、 $6\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的醋酸溶液、 $0.5\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  溶液]。

(3) 由含铬污水(主要含  $\text{CrO}_4^{2-}$ )制备具有磁性的铁铬氧体( $\text{Cr}_x\text{Fe}_y\text{O}_z$ )的流程如下:



$\text{FeSO}_4$  的作用是将  $\text{CrO}_4^{2-}$  还原为  $\text{Cr}^{3+}$ , 通入的空气主要是将部分  $\text{Fe}^{2+}$  氧化。若处理含  $1\text{ mol CrO}_4^{2-}$  的污水时, 投入的  $\text{FeSO}_4$  的物质的量为  $14\text{ mol}$ , 且沉淀时消耗  $\text{O}_2$  的物质的量为  $1.5\text{ mol}$ (清液中不含铬元素和铁元素)。则形成的铁铬氧体的化学式为\_\_\_\_\_。(写出计算过程)

18. (16分)有效去除大气中的  $\text{NO}_x$  和 水体中的氮是环境保护的重要课题。

(1) 已知: ①  $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}); \Delta H_1 = -566.0\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

②  $\text{N}_2(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g}); \Delta H_2 = +64\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

反应  $2\text{NO}_2(\text{g}) + 4\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 4\text{CO}_2(\text{g}); \Delta H_3 = \text{_____}$ 。

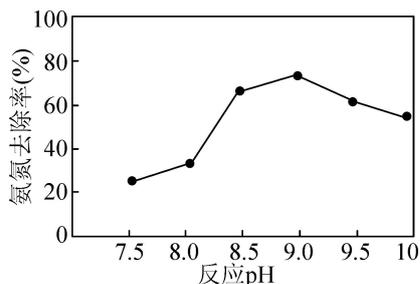


图 1

(2) 磷酸铵镁( $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$ )沉淀法可去除水体中的氨氮( $\text{NH}_4^+$  和  $\text{NH}_3$ )。实验室中模拟氨氮处理: 1 L 的模拟氨氮废水(主要含  $\text{NH}_4^+$ ), 置于搅拌器上, 设定反应温度为  $25^\circ\text{C}$ 。先后加入  $\text{MgCl}_2$  和  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  溶液, 用  $\text{NaOH}$  调节反应 pH, 投加絮凝剂; 开始搅拌, 反应 30 min 后, 取液面下 2 cm 处清液测定氨氮质量浓度。

① 生成磷酸铵镁沉淀的离子反应方程式为\_\_\_\_\_。

② 测得反应 pH 对氨氮去除率的影响如图 1 所示, 当 pH 从 7.5 增至 9.0 的过程中, 水中氨氮的去除率明显增加, 原因是\_\_\_\_\_。

③ 当反应 pH 为 9.0 时, 该沉淀法对氨氮的去除率达到最高, 当 pH 继续增至 10.0 时, 氨氮的去除率下降, 原因是\_\_\_\_\_。

(3) 纳米零价铁(NZVI)/BC 与(CuPd)/BC 联合作用可去除水体中的硝态氮。

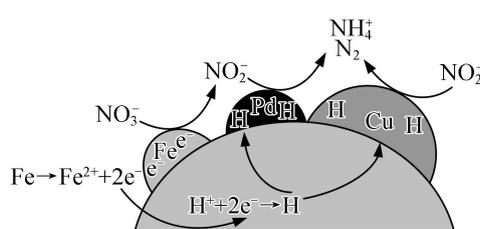


图 2

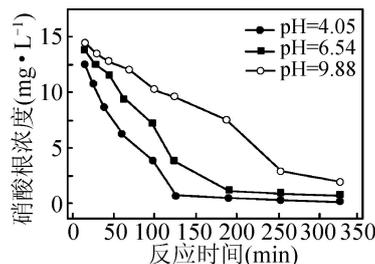


图 3

在 NZVI/BC 和(CuPd)/BC 复合材料联合作用的体系中, 生物炭(BC)作为 NZVI、Cu、Pb 的载体且减少了纳米零价铁的团聚, 纳米零价铁作为主要还原剂, Cu 和 Pd 作为催化剂且参与吸附活性 H。

① NZVI/BC 和(CuPd)/BC 复合材料还原硝酸盐的反应机理如图 2 所示,  $\text{NO}_3^-$  转化为  $\text{N}_2$  或  $\text{NH}_4^+$  的过程可描述为\_\_\_\_\_。

② 实验测得体系初始 pH 对  $\text{NO}_3^-$  去除率的影响如图 3, 前 200 min 内, pH=9.88 时的去除率远低于 pH=4.05 时, 其可能的原因是\_\_\_\_\_。

## 2021~2022 学年高三年级期末试卷(启东、通州)

### 化学参考答案及评分标准

1. B 2. C 3. A 4. B 5. C 6. C 7. B 8. C 9. D 10. D 11. A 12. B 13. C 14. D

15. (12 分)

(1) 稀硫酸(写化学式  $\text{H}_2\text{SO}_4$  也得分)(2 分)

(2) ①  $3\text{MnO}_2 + 2\text{FeS}_2 + 12\text{H}^+ = 3\text{Mn}^{2+} + 4\text{S} + 2\text{Fe}^{3+} + 6\text{H}_2\text{O}$  (3 分)

(反应物、产物均正确 2 分, 配平正确 1 分)

② 80~100 min 时,  $\text{MnO}_2$  浸出率很高, 剩余  $\text{MnO}_2$  较少,  $\text{FeS}_2$  浸出的  $\text{Fe}^{2+}$  与  $\text{MnO}_2$  接触机会减少, 所以  $\text{Fe}^{2+}$  浓度上升 (3 分)

(“ $\text{MnO}_2$  浸出率已很高, 剩余  $\text{MnO}_2$  较少”得 1 分, “ $\text{Fe}^{2+}$  与  $\text{MnO}_2$  接触机会减少”得 2 分)

(3)  $1.4 \times 10^{-8}$  (2 分)

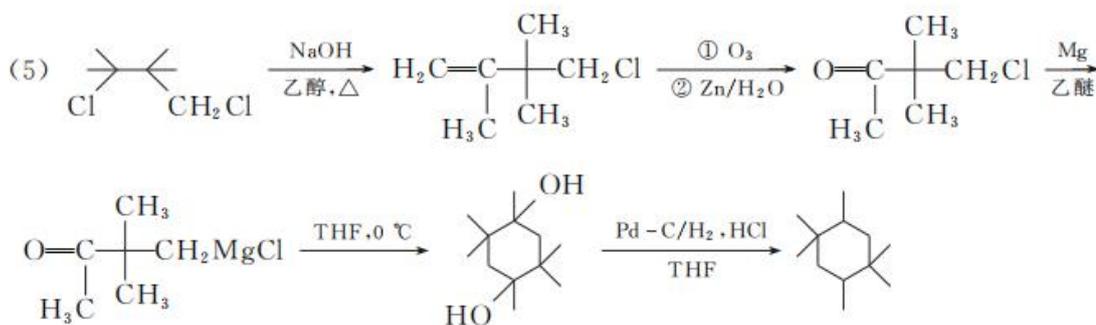
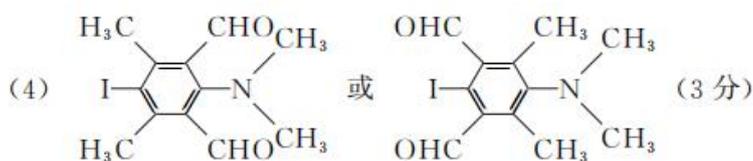
(4) 100 (2 分)

16. (14 分)

(1) 4 (2 分)

(2) 保护酚羟基 (2 分)

(3)  $\text{FeCl}_3$  溶液 (2 分)



(每步骤 1 分, 前面步骤产物和条件错误, 则后续步骤不再得分, 5 分)

17. (16 分)

(1) ① 冷凝回流 (2 分)

(如回答“冷凝”或“回流”得 1 分)

②  $2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{CH}_3\text{OH} + 10\text{HCl} \xrightarrow{100^\circ\text{C}} 2\text{CrCl}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + 4\text{NaCl} + 7\text{H}_2\text{O}$  (3 分)

(反应物、产物正确 2 分, 配平、条件、气体符号共 1 分)

③ 抑制  $\text{Cr}^{3+}$  的水解 (2 分)

(2) 先向溶液中加入过量  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液, 煮沸, 再向溶液中加入  $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的醋酸调节 pH 约为 5, 再滴加  $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  溶液至不再产生沉淀 (5 分)

[“加过量  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液” 1 分, “煮沸” 1 分, “ $6 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的醋酸” 1 分, “调节 pH 约为 5 或略小于 5” 1 分, “ $0.5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  溶液至不再产生沉淀” 1 分]

(3) 铁铬氧体中  $n(\text{Cr}^{3+})=n(\text{CrO}_4^{2-})=1 \text{ mol}$

根据电子守恒:  $n(\text{Fe}^{3+})=3n(\text{CrO}_4^{2-})+4n(\text{O}_2)=9 \text{ mol}$ (1 分)

根据铁元素守恒:  $n(\text{Fe}^{2+})=14 \text{ mol}-9 \text{ mol}=5 \text{ mol}$ (1 分)

根据电荷守恒:  $n(\text{O}^{2-})=\frac{2\times 5 \text{ mol}+3\times 9 \text{ mol}+3\times 1 \text{ mol}}{2}=20 \text{ mol}$ (1 分)

铁铬氧体中  $n(\text{Cr}):n(\text{Fe}):n(\text{O})=1:14:20$ (1 分)

铁铬氧体的化学式为  $\text{CrFe}_{14}\text{O}_{20}$

18. (16 分)

(1)  $-1196 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ (2 分)

(2) ①  $\text{Mg}^{2+}+\text{OH}^{-}+\text{NH}_4^{+}+\text{HPO}_4^{2-}=\text{MgNH}_4\text{PO}_4\downarrow+\text{H}_2\text{O}$  (2 分)

(反应物、产物正确 1 分, 配平、符号共 1 分)

② 随着 pH 的增大,  $\text{HPO}_4^{2-}$  转化为  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $c(\text{PO}_4^{3-})$  浓度增大, 使得生成沉淀的反应速率加快, 氨氮去除率增加(3 分)

[答“ $\text{HPO}_4^{2-}$  转化为  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $c(\text{PO}_4^{3-})$  浓度增大”得 2 分, “使得生成沉淀的反应速率加快” 1 分]

③  $\text{OH}^{-}$  浓度增大, 使得  $\text{Mg}^{2+}$  生成  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$  沉淀会转化为  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  沉淀, 释放  $\text{NH}_4^{+}$ , 促使溶液中氨氮的去除率下降(3 分)

(“ $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$  沉淀会转化为  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  沉淀” 2 分, “释放  $\text{NH}_4^{+}$ ” 1 分)

(3) ①  $\text{NO}_3^{-}$  在铁表面得到电子被还原为  $\text{NO}_2^{-}$ ,  $\text{NO}_2^{-}$  被吸附在 Cu 和 Pd 表面的活性 H 继续还原为  $\text{N}_2$  或  $\text{NH}_4^{+}$  (3 分)

(答到 1 点得 1 分, 答全 2 点得 3 分)

② 酸性越强, Fe 越易失去电子,  $\text{NO}_3^{-}$  越易得到电子被还原; 酸性越强,  $\text{H}^{+}$  浓度大, 可以减少表面氢氧化物的形成, 从而可以暴露更多的反应活性位点, 促进反应的进行(3 分)

(“酸性越强, Fe 越易失去电子,  $\text{NO}_3^{-}$  越易得到电子被还原” 1 分; “减少表面氢氧化物的形成, 从而可以暴露更多的反应活性位点, 促进反应的进行” 2 分)