



化 学

2024.4

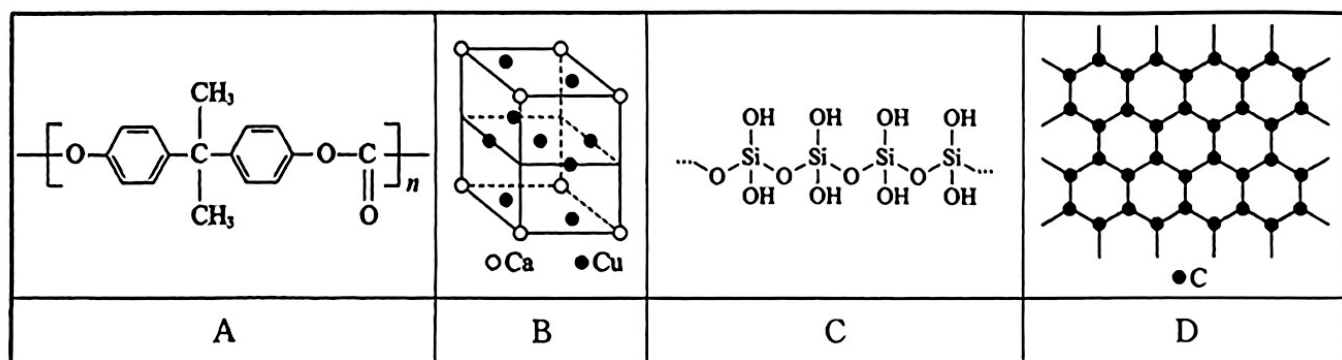
本试卷共 10 页,共 100 分。考试时长 90 分钟,考生务必将答案答在答题卡上,在试卷上作答无效。考试结束后,将答题卡交回。

可能用到的相对原子质量: H 1 C 12 N 14 O 16 S 32 Fe 56 Ba 137

第一部分

本部分共 14 题,每题 3 分,共 42 分。在每题列出的 4 个选项中,选出最符合题目要求的一项。

1. 下列物质属于有机高分子的是



2. 下列实验中,酸的使用不合理的是

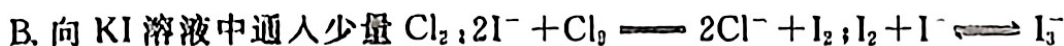
- A. 用硫酸促进淀粉水解
- B. 用盐酸配制 FeCl_3 溶液
- C. 用硝酸与锌粒制备氢气
- D. 用浓硝酸和浓盐酸的混合液溶解金

3. 下列说法不正确的是

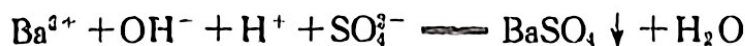
- A. CH_2ClBr 不存在对映异构体
- B. 碳、硫和氮的氧化物都是形成酸雨的主要物质
- C. 核苷酸间通过缩合聚合生成核酸
- D. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液和 AgNO_3 溶液使鸡蛋清溶液变浑浊的原因不同



4. 下列离子方程式书写不正确的是



C. 向 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中滴加少量 NaHSO_4 溶液:



D. 向 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液中滴加过量 NaHCO_3 溶液:



5. 下列对事实的分析正确的是

选项	事实	分析
A	键角: $\text{CH}_4 > \text{NH}_3 > \text{H}_2\text{O}$	电负性: $\text{C} < \text{N} < \text{O}$
B	第一电离能: $\text{P} > \text{S}$	原子半径: $\text{P} > \text{S}$
C	沸点: $\text{CO} > \text{N}_2$	CO 为极性分子, N_2 为非极性分子
D	热稳定性: $\text{HF} > \text{HCl}$	HF 中存在氢键, HCl 中不存在氢键

6. 下列装置或操作能达到实验目的的是

选项	A	B	C	D
装置或操作				
目的	证明铝元素既有金属性又有非金属性	验证碳酸的酸性比苯酚的强	验证改变压强能破坏化学平衡状态	鉴别苯和己烷

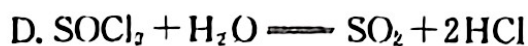
7. 二氯亚砷 (SOCl_2) 的结构式为 $\text{Cl}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{S}}-\text{Cl}$, 易水解产生两种刺激性气味的气体。

下列说法不正确的是

A. S 的化合价为 +4

B. 该分子呈平面三角形

C. 该分子是极性分子





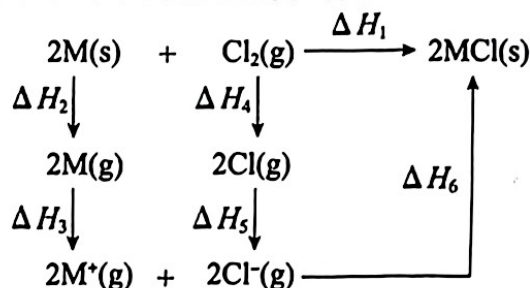
8. 碱金属单质 M 和 Cl_2 反应的能量变化如下图所示。下列说法正确的是

A. CsCl 晶体是共价晶体

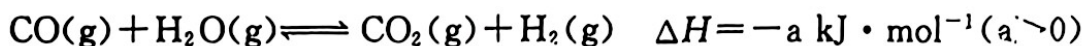
B. $\Delta H_6 = \Delta H_1 - \Delta H_2 - \Delta H_3 - \Delta H_4 - \Delta H_5$

C. 若 M 分别为 Na 和 K, 则 $\Delta H_3: \text{Na} < \text{K}$

D. $\Delta H_4 < 0, \Delta H_6 > 0$



9. $t^\circ\text{C}$ 时, 在恒温、恒容的密闭容器中发生反应:



实验数据如下。

容器编号	起始时各物质的物质的量/mol				达到平衡时体系的能量变化/kJ
	CO	H ₂ O	CO ₂	H ₂	
①	1	4	0	0	0.8a
②	1	1	2	2	b

下列说法不正确的是

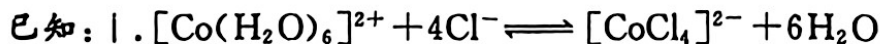
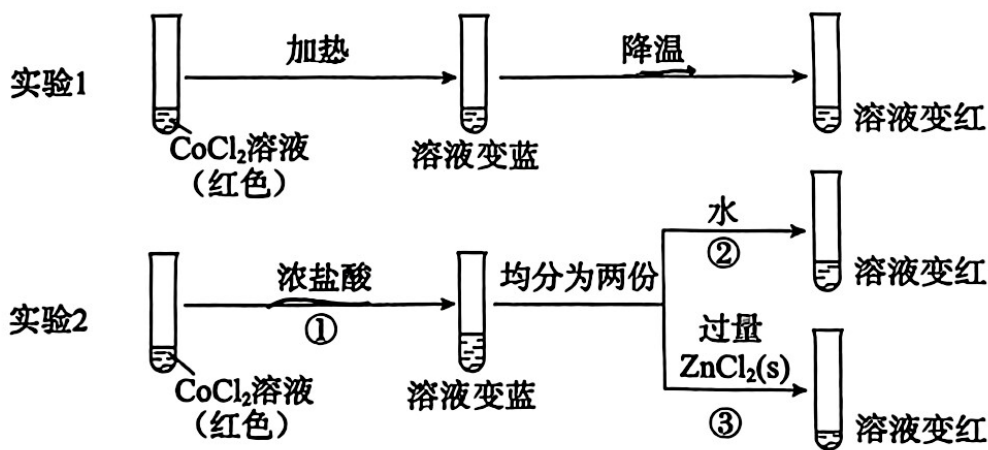
A. ①中 H_2O 的平衡转化率为 20%

B. $t^\circ\text{C}$ 时, 该反应的平衡常数为 1

C. 当②中 CO 和 CO_2 浓度相等时, 反应达到平衡

D. 达到平衡时②中能量变化: $b = 1.5a$

10. 某小组同学利用如下实验探究平衡移动原理。



ii. ZnCl_2 溶液为无色。

下列说法正确的是

A. 结合实验 1 和 2, 推测 i 中反应是放热反应

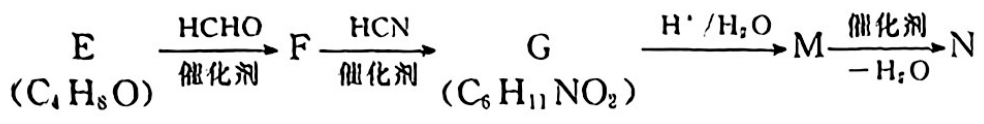
B. ①中滴加浓盐酸, 增大了 $c(\text{Cl}^-)$, 导致 $Q > K$, i 中平衡正向移动

C. ②中加水, 溶液变红, 说明平衡逆向移动, $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 的浓度增大

D. ③中加入 ZnCl_2 , 溶液变红, 推测 Zn^{2+} 与 Cl^- 形成了配合物



11. N()是合成 COA 的中间体,其合成路线如下。

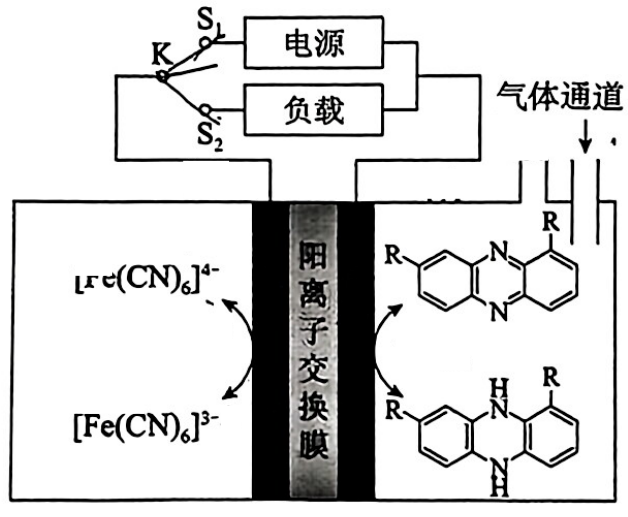


已知: i. $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H} + \text{CH}_3\text{CHO} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{R}-\overset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_2\text{CHO}$
 ii. M → N 时,需控制 M 的浓度不宜过大。

下列说法不正确的是

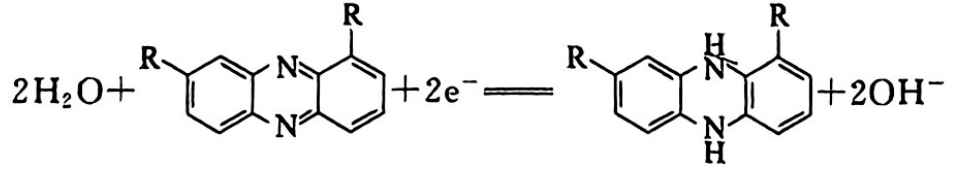
- A. E 的结构简式是 $\text{CH}_3\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{CHO}$
- B. F → G 的反应类型是加成反应
- C. M 浓度过大会导致 M 分子间脱水生成的副产物增多
- D. 含 $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$ 且核磁共振氢谱有 2 组峰的 N 的同分异构体有 1 种

12. 一种能捕获和释放 CO₂ 的电化学装置如下图所示。其中 a、b 均为惰性电极,电解质溶液均为 KCl 溶液。当 K 连接 S₁ 时,b 极区溶液能捕获通入的 CO₂。



下列说法不正确的是

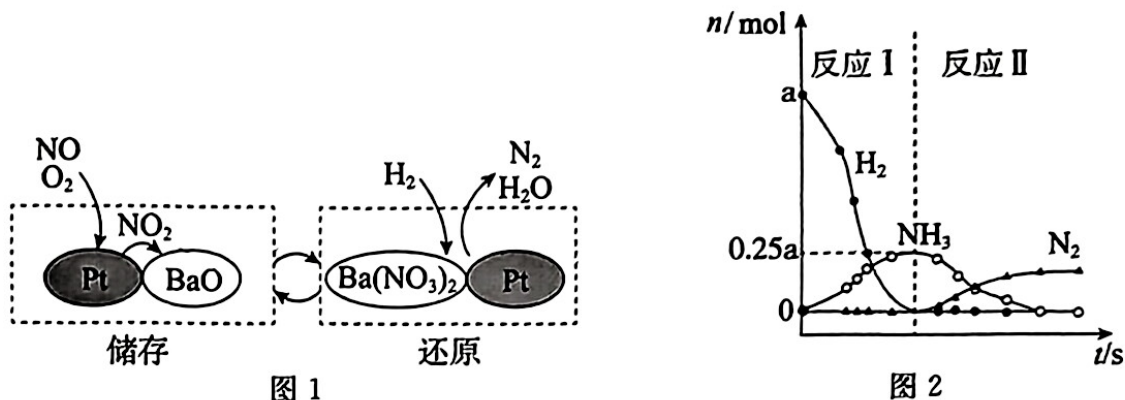
A. K 连接 S₁ 时,b 极发生反应:



- B. K 连接 S₁ 时,a 连接电源正极
- C. K 连接 S₂ 时,a 极区 $n([\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}) : n([\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-})$ 的值增大
- D. 该装置通过“充电”和“放电”调控 b 极区溶液 pH,捕获和释放 CO₂

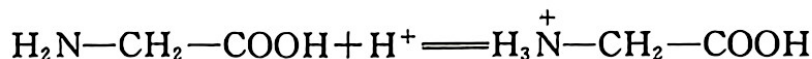


13. 在 Pt-BaO 催化下, NO 的“储存-还原”过程如图 1 所示。其中“还原”过程依次生反应 I 和反应 II, 各气体的物质的量变化如图 2 所示。

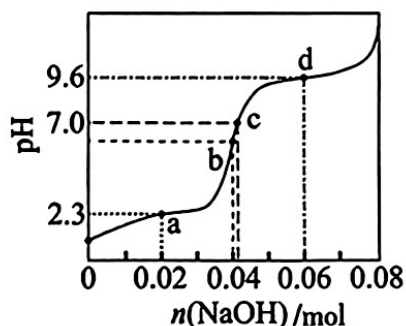


下列说法不正确的是

- A. NO_2 与 BaO 的反应中, NO_2 既是氧化剂, 又是还原剂
 - B. 反应 I 为 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + 8\text{H}_2 = \text{BaO} + 2\text{NH}_3 + 5\text{H}_2\text{O}$
 - C. 反应 II 中, 最终生成 N_2 的物质的量为 $0.2a \text{ mol}$
 - D. 反应 I 和 II 中消耗的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 的质量比是 3 : 5
14. 将等物质的量浓度等体积的甘氨酸溶液与盐酸混合, 发生反应:



取上述溶液(含 $0.04 \text{ mol H}_3\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{COOH}$), 滴加 NaOH 溶液, pH 的变化如下图所示(注: b 点溶液中甘氨酸以 $\text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{COO}^-$ 的形式存在)。



下列说法不正确的是

- A. $\text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{COOH}$ 中解离出 H^+ 的能力: $-\text{COOH} > -\text{NH}_3^+$
- B. b 点溶液 $\text{pH} < 7$, 推测 $\text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{COO}^-$ 中 $-\text{NH}_3^+$ 解离出 H^+ 的程度大于 $-\text{COO}^-$ 水解的程度
- C. c 点溶液中存在:

$$c(\text{Na}^+) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{COOH}) > c(\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COO}^-)$$
- D. 由 d 点可知: $\text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{COO}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COO}^- + \text{H}^+$ 的 $K \approx 10^{-9.6}$

第二部分



本部分共 5 题,共 58 分。

15. (10 分) 柠檬酸铁铵和铁氰化钾在紫外线照射下产生普鲁士蓝(PB),可用于染色和能源行业。

(1) 制备柠檬酸铁铵的原料有铁盐、氨水和柠檬酸。

① 基态 Fe^{3+} 的价层电子轨道表示式是_____。

② NH_4^+ 的 VSEPR 模型名称是_____。

(2) 避光条件下,柠檬酸铁铵与铁氰化钾反应得到普鲁士黄(PY),其晶胞形状为立方体,结构如图 1 所示。

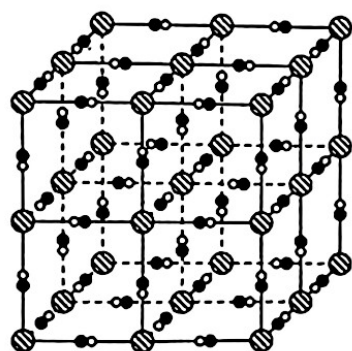


图 1 PY 晶胞

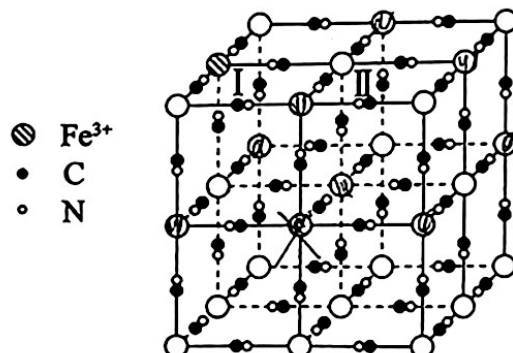


图 2 PB 晶胞 (K^+ 未画出)

① PY 中所有 Fe^{3+} 均与 CN^- 形成配位键。结合电子式,解释 CN^- 在 PY 中作配体的原因:_____。

② 已知 PY 中相邻 Fe^{3+} 之间的距离为 $a \text{ nm}$, N_A 表示阿伏加德罗常数的值, PY 的密度为_____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (用代数式表示, $1 \text{ nm} = 10^{-7} \text{ cm}$)。

(3) 在紫外线照射下, PY 中部分 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+} , 同时 K^+ 嵌入, PY 转变为 PB。PB 晶胞结构如图 2 所示,其中 Fe^{3+} 周围最近且等距的 Fe^{3+} 有 12 个。图 2 中“○”位置被 Fe^{2+} 或 Fe^{3+} 占据,用“⊗”补全 PB 晶胞结构中 I 和 II 两个小立方体中的 Fe^{3+} 。

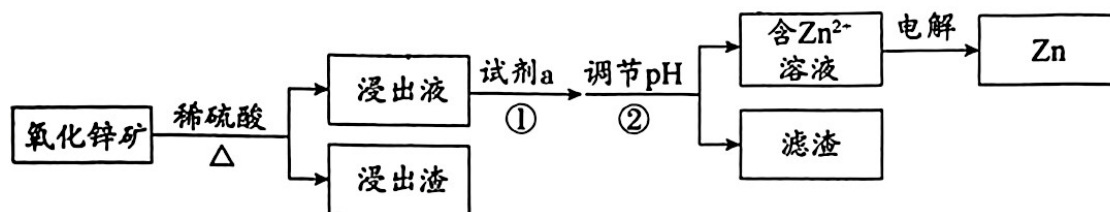
(4) 由于 PB 中的 K^+ 能很容易地嵌入和脱嵌,因此 PB 可作为钾离子电池的正极材料。充电过程中,推测 K^+ 会从 PB 中脱嵌出来,理由是_____。



16. (13分) 研究从含锌资源中获取 Zn 的途径具有重要意义。

I. 工业上酸浸提锌

氧化锌矿中含有 ZnO、Fe₂O₃、FeO、PbO、Al₂O₃、CaO、SiO₂ 等。



已知：i. 几种难溶电解质的 K_{sp}

难溶电解质	Fe(OH) ₂	Fe(OH) ₃	Al(OH) ₃	Zn(OH) ₂
K_{sp}	4.9×10^{-17}	2.8×10^{-39}	1.0×10^{-33}	3.0×10^{-17}

ii. 浸出液中主要金属阳离子浓度

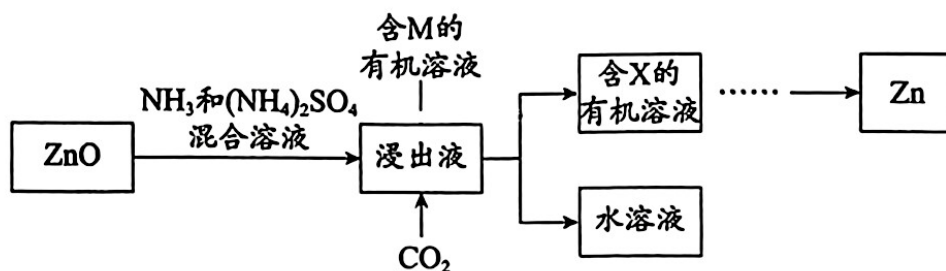
粒子	Zn ²⁺	Fe ²⁺ 和 Fe	Al
浓度/(mol · L ⁻¹)	0.3	0.1	0.1

(1) 浸出渣的主要成分有 PbSO₄、CaSO₄ 和 SiO₂。PbO 和 H₂SO₄ 反应的离子方程式是_____。

(2) 加入试剂 a 的目的是_____。

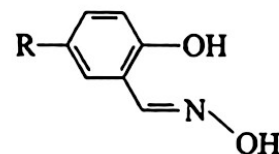
(3) 电解前，含 Zn²⁺ 溶液中铁和铝的离子浓度均需小于 10⁻⁶ mol · L⁻¹，应调节 pH 的范围是_____ (忽略①和②导致的体积变化)。

II. 实验室中氨浸提锌



已知：iii. $[Zn(NH_3)_4]^{2+} \rightleftharpoons Zn^{2+} + 4NH_3 \quad K = 10^{-9.5}$

iv. M 的结构简式如右图所示，R 为 -C₉H₁₉，两个羟基中，酚羟基酸性较强。

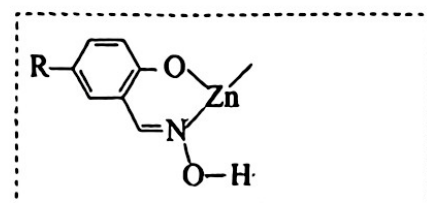


(4) NH₃ 和 (NH₄)₂SO₄ 浸取 ZnO 发生反应的离子方程式是_____。

(5) M 能与 Zn²⁺ 形成稳定的配合物 X，相关反应为 $2M + Zn^{2+} \rightleftharpoons 2H^+ + X$ 。

① 补全右图中 X 的结构并用“…”标出氢键。

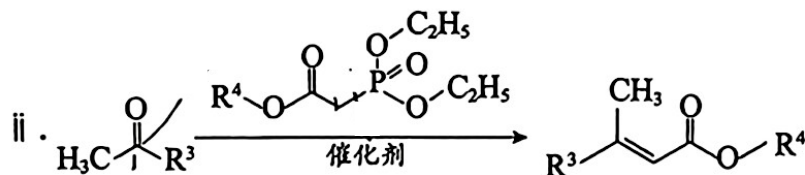
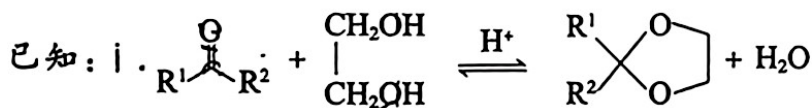
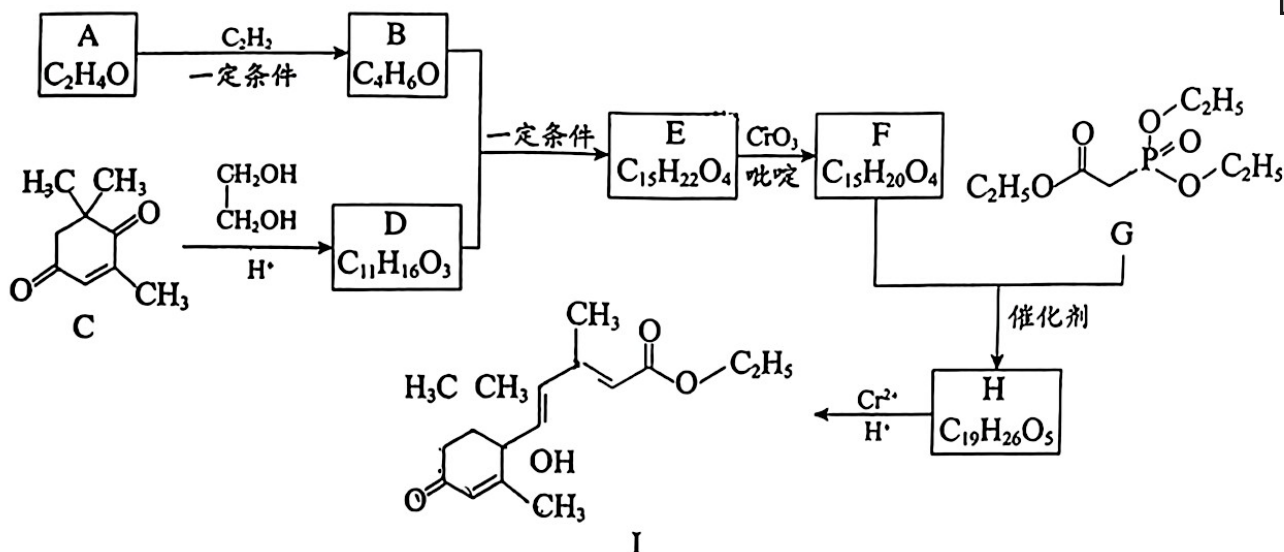
② X 中形成氢键有利于 Zn²⁺ 的萃取，原因可能是_____。



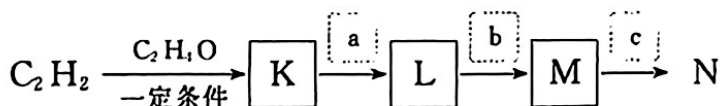
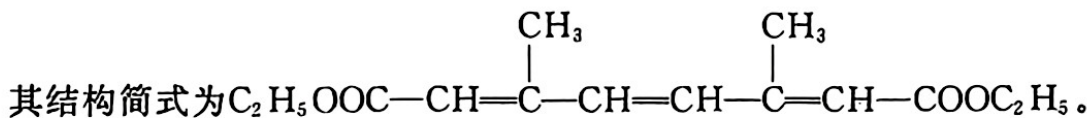
(6) 从平衡移动的角度解释 CO₂ 能提高有机溶液中 X 含量的原因：_____。



17. (12分)脱落酸是一种抑制植物生长的激素,其衍生物 I 的合成路线如下。



- (1) A 能发生银镜反应, B 中含有碳碳三键。A→B 的化学方程式是_____。
- (2) D 的结构简式是_____。
- (3) E→F 过程中, E 中的_____ (填官能团名称,下同)变为 F 中的_____。
- (4) H→I 过程中, Cr^{2+} 转化为 Cr^{3+} , 则参与反应的有机化合物 H 与 Cr^{2+} 的物质的量之比是_____。
- (5) 依据上述合成路线的原理, 利用其中原料, 设计如下路线, 合成有机化合物 N,

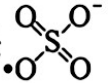


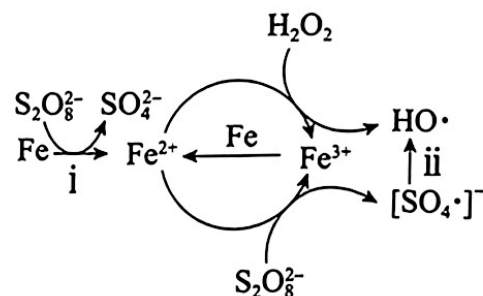
- ① L 的结构简式是_____。
- ② 试剂和条件: a 是_____, c 是_____。



18. (11分)利用零价铁(Fe)耦合过硫酸盐($S_2O_8^{2-}$)和过氧化氢产生自由基去除污水中的有机化合物是目前研究的热点。其中自由基

$[SO_4 \cdot]^-$ 和 $HO \cdot$ 产生的机理如右图所示。

(1) $[SO_4 \cdot]^-$ 的结构式是,则 $S_2O_8^{2-}$ 的结构式是_____。



(2)过程 i 中反应的离子方程式是_____

(3)过程 ii 会导致溶液酸性增强,其中硫元素在反应前后均为+6价。该过程参与反应的物质还有_____ (填化学式)。

(4)探究零价铁和 $S_2O_8^{2-}-H_2O_2$ 混合氧化剂体系降解水样中有机化合物 M 的能力。

I. 通过加入甲醇或叔丁醇探究不同自由基降解 M 的能力。测得 M 的残留百分含量随时间变化如图 1 所示。

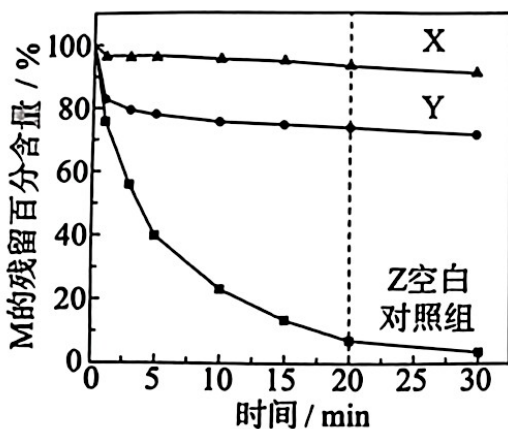


图 1

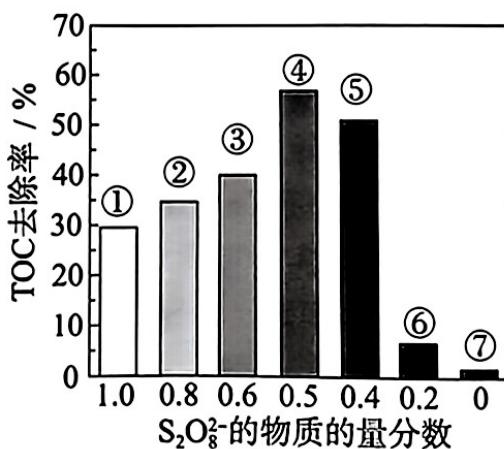


图 2

已知:该实验条件下,甲醇同时消耗 $HO \cdot$ 和 $[SO_4 \cdot]^-$,叔丁醇只消耗 $HO \cdot$ 。

a. X 中加入的是_____ (填“甲醇”或“叔丁醇”)。

b. 0~20 min, Z 中降解 M 的自由基主要是 $HO \cdot$,判断依据是_____。

II. 探究混合氧化剂中 $S_2O_8^{2-}$ 的物质的量分数对水样中总有机碳(TOC)去除率的影响。实验开始时,水样的 $pH=7$ 且加入的 $[n(S_2O_8^{2-})+n(H_2O_2)]$ 相同,其他条件不变。在相同时间内测得的实验数据如图 2 所示。

注:TOC 是以碳的含量表示水中有机化合物的总量。

a. 从①到④, TOC 去除率升高的原因是_____。

b. 从④到⑦, TOC 去除率下降的原因是_____。



19. (12分) Na_2S 溶液久置变为黄色(记为溶液 A)。探究溶液 A 中阴离子的种类。

已知: $\text{S}_x^{2-} \rightleftharpoons (x-1)\text{S} + \text{S}^{2-}$

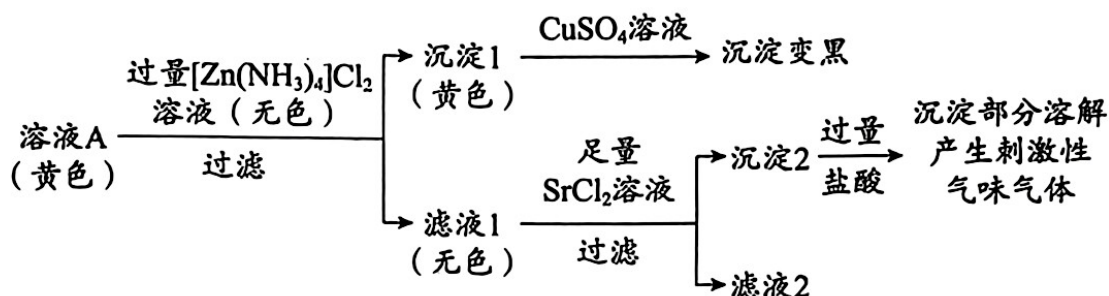
ii. 某些盐的溶解性(注: $_{38}\text{Sr}$ 、 $_{56}\text{Ba}$ 同主族)

盐	ZnS(白色)	CuS(黑色)	SrS	SrSO_3	SrSO_4	SrS_2O_3
溶解性	难溶	极难溶	易溶	难溶	难溶	易溶

iii. $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 、 S_x^{2-} 、 S^{2-} 、 SO_3^{2-} 、ZnS 均可被 I_2 氧化。

(1) 查阅资料可知, 溶液变黄是因为生成了 S_x^{2-} 。 S^{2-} 转化为 S_x^{2-} 时, 溶液的 pH 会 _____ (填“升高”或“降低”)。

(2) 探究溶液 A 中含硫粒子的种类。



① 加入过量盐酸后的现象证实 A 中存在 SO_3^{2-} 和 _____ (填离子符号)。

② 向少量含淀粉的稀碘水中滴加滤液 2 (已调至中性), _____ (填现象), 证实溶液 A 中有 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 。

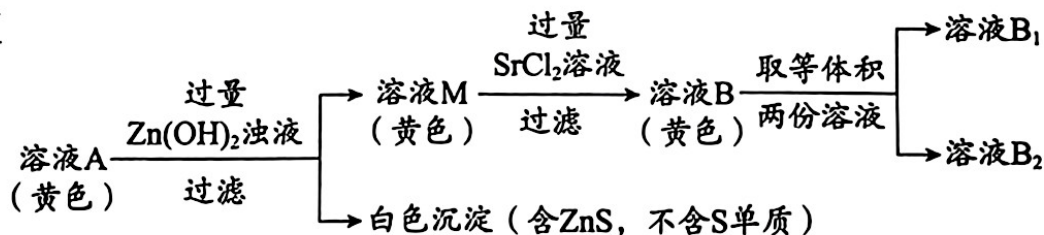
③ 加入过量 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ 溶液的目的是 _____。

(3) 利用如下实验可测定 S_x^{2-} 中 x 的值。

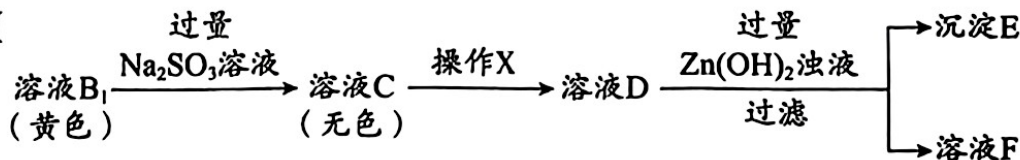
【实验原理】 $\text{S}_x^{2-} + \text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{S}^{2-}$, 其中 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 和 S^{2-} 的化学计量数之比等于 _____。通过测定 $n_{\text{生成}}(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$ 和 $n_{\text{生成}}(\text{S}^{2-})$ 可确定 x 的值。

【实验过程】

实验 I



实验 II



① 实验 I 中加入 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 的目的是除去 S^{2-} , 相关离子方程式是 _____。

② 实验 II 中操作 X 是加入 _____ (补全试剂和操作)。

③ 用 I_2 标准溶液滴定 _____ (填序号, 下同), 可确定 $n_{\text{生成}}(\text{S}^{2-})$; 再用 I_2 标准溶液滴定 _____, 可确定 $n_{\text{生成}}(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$ 。(说明: 滴定过程中需调节 pH)

a. 溶液 A b. 溶液 B₂ c. 沉淀 E d. 溶液 F

【数据处理】计算 x 的值。

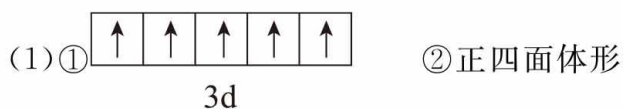


化学参考答案及评分标准

注：学生答案与本答案不符时，合理答案给分。

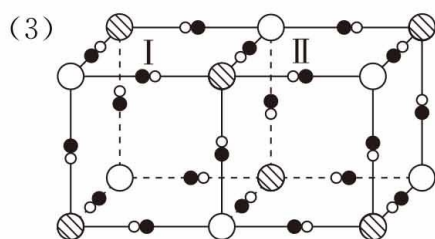
题号	1	2	3	4	5	6	7
答案	A	C	B	D	C	A	B
题号	8	9	10	11	12	13	14
答案	B	D	D	D	C	D	C

15. (10 分)



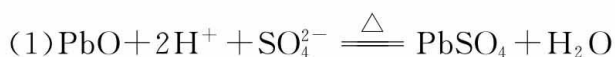
(2) ① CN^- 电子式为 $[\text{:C}::\text{N:}]^-$, C 和 N 均能提供孤电子对

② $\frac{134}{N_A \cdot a^3} \times 10^{21}$



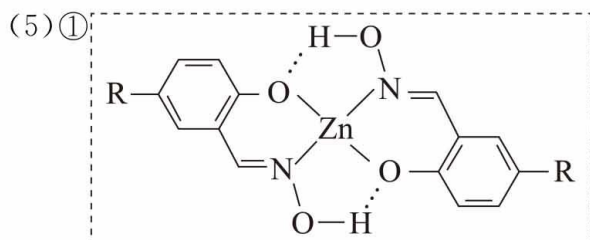
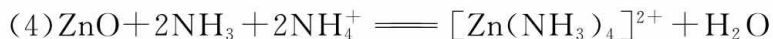
(4) 充电过程中 Fe^{2+} 失去电子转化成 Fe^{3+} , 正电荷增多, K^+ 从 PB 中脱嵌

16. (13 分)



(2) 将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} , 利于通过调 pH 将其除去

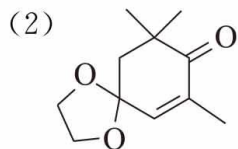
(3) 5.0~6.0



② 提高 X 结构的稳定性; 提高 X 在有机溶剂中的溶解性; 降低 X 在水中的溶解性

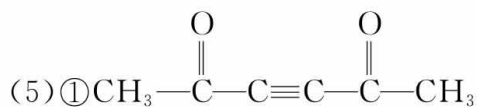
(6) CO_2 与 NH_3 反应, $c(\text{NH}_3)$ 降低, 促进 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + 4\text{NH}_3$ 向正向移动, 导致 $c(\text{Zn}^{2+})$ 增大, 促进 $2\text{M} + \text{Zn}^{2+} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{X}$ 向正向移动

17. (12 分)



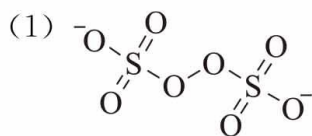
(3) 羟基 酮羰基

(4) 1 : 2



② CrO_3 , 吡啶 Cr^{2+} , H^+

18. (11 分)



(3) H_2O

(4) I. a. 甲醇

b. Y 中起作用的自由基主要是 $[\text{SO}_4 \cdot]^-$, Z 中是 $[\text{SO}_4 \cdot]^-$ 和 $\text{HO} \cdot$ 。20 min 时 M 的残留百分含量 Z 与 Y 的差值大于 Y 与 X 的差值

II. a. 随 $\frac{n(\text{S}_2\text{O}_8^{2-})}{n(\text{H}_2\text{O}_2)}$ 减小, $c([\text{SO}_4 \cdot]^-)$ 减小, $c(\text{HO} \cdot)$ 增加, 后者对 TOC 去除率的影响大于前者

b. 随 $n(\text{S}_2\text{O}_8^{2-})$ 减小, 产生的 $c(\text{Fe}^{2+})$ 降低, 对 $\text{HO} \cdot$ 和 $[\text{SO}_4 \cdot]^-$ 的生成均不利

19. (12 分)

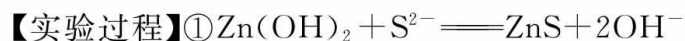
(1) 升高

(2) ① SO_4^{2-}

② 溶液蓝色褪去

③ 除去 S_x^{2-} 和 S^{2-} , 防止其干扰 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 的检验

(3) 【实验原理】 $(x-1) : 1$



② 过量 SrCl_2 溶液, 过滤

③ c bd

