



# 2024 北京高考真题

## 化 学

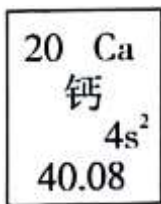
本试卷满分 100 分，考试时间 90 分钟。

可能用到的相对原子质量：H-1 C-12 N-14 O-16

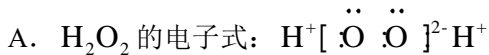
### 第一部分

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 我国科研人员利用激光操控方法，从 Ca 原子束流中直接俘获  $^{41}\text{Ca}$  原子，实现了对同位素  $^{41}\text{Ca}$  的灵敏检测。 $^{41}\text{Ca}$  的半衰期（放射性元素的原子核有半数发生衰变所需的时间）长达 10 万年，是  $^{14}\text{C}$  的 17 倍，可应用于地球科学与考古学。下列说法正确的是（ ）



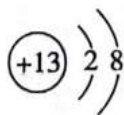
- A.  $^{41}\text{Ca}$  的原子核内有 21 个中子
  - B.  $^{41}\text{Ca}$  的半衰期长，说明  $^{41}\text{Ca}$  难以失去电子
  - C.  $^{41}\text{Ca}$  衰变一半所需的时间小于  $^{14}\text{C}$  衰变一半所需的时间
  - D. 从 Ca 原子束流中直接俘获  $^{41}\text{Ca}$  原子的过程属于化学变化
2. 下列化学用语或图示表达不正确的是（ ）



B.  $\text{CH}_4$  分子的球棍模型：

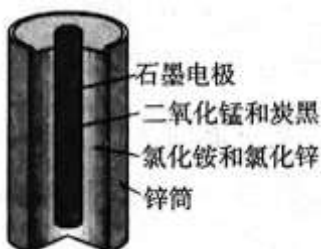


C.  $\text{Al}^{3+}$  的结构示意图：



D. 乙炔的结构式： $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$

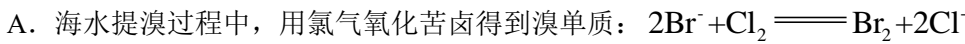
3. 酸性锌锰干电池的构造示意图如下。关于该电池及其工作原理，下列说法正确的是（ ）



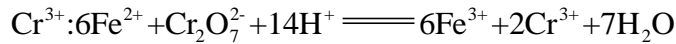
- A. 石墨作电池的负极材料
  - B. 电池工作时， $\text{NH}_4^+$  向负极方向移动
  - C.  $\text{MnO}_2$  发生氧化反应
  - D. 锌筒发生的电极反应为  $\text{Zn}-2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+}$
4. 下列说法不正确的是（ ）
- A. 葡萄糖氧化生成  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  的反应是放热反应



- B. 核酸可看作磷酸、戊糖和碱基通过一定方式结合而成的生物大分子  
 C. 由氨基乙酸形成的二肽中存在两个氨基和两个羧基  
 D. 向饱和的 NaCl 溶液中加入少量鸡蛋清溶液会发生盐析  
 5. 下列方程式与所给事实不相符的是 ( )



B. 用绿矾 ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) 将酸性工业废水中的  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  转化为



C. 用 5%  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液能有效除去误食的  $\text{Ba}^{2+}$ :  $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow$

D. 用  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液将水垢中的  $\text{CaSO}_4$  转化为溶于酸的  $\text{CaCO}_3$ :  $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow$

6. 下列实验的对应操作中, 不合理的是 ( )



A. 用 HCl 标准溶液滴定 NaOH 溶液

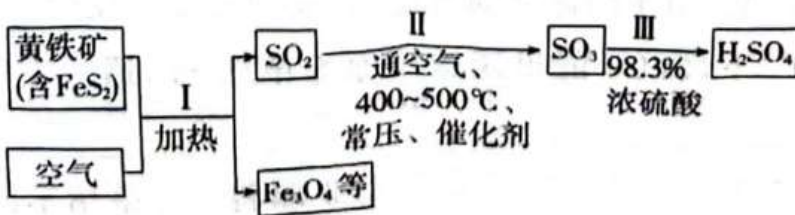
B. 稀释浓硫酸

C. 从提纯后的 NaCl 溶液获得 NaCl 晶体

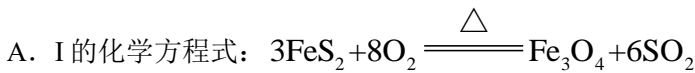
D. 配制一定物质的量浓度的 KCl 溶液

- A. A    B. B    C. C    D. D

7. 硫酸是重要化工原料, 工业生产制取硫酸的原理示意图如下。



下列说法不正确的是 ( )



B. II 中的反应条件都是为了提高  $\text{SO}_2$  平衡转化率

C. 将黄铁和换成硫黄可以减少废渣的产生

D. 生产过程中产生的尾气可用碱液吸收

8. 关于  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{NaHCO}_3$  的下列说法中, 不正确的是 ( )

A. 两种物质的溶液中, 所含微粒的种类相同

B. 可用 NaOH 溶液使  $\text{NaHCO}_3$  转化为  $\text{Na}_2\text{CO}_3$



C. 利用二者热稳定性差异，可从它们的固体混合物中除去  $\text{NaHCO}_3$

D. 室温下，二者饱和溶液的 pH 差约为 4，主要是由于它们的溶解度差异

9. 氘代氨 ( $\text{ND}_3$ ) 可用于反应机理研究。下列两种方法均可得到  $\text{ND}_3$ ：

①  $\text{Mg}_3\text{N}_2$  与  $\text{D}_2\text{O}$  的水解反应；②  $\text{NH}_3$  与  $\text{D}_2\text{O}$  反应。下列说法不正确的是 ( )

A.  $\text{NH}_3$  和  $\text{ND}_3$  可用质谱法区分

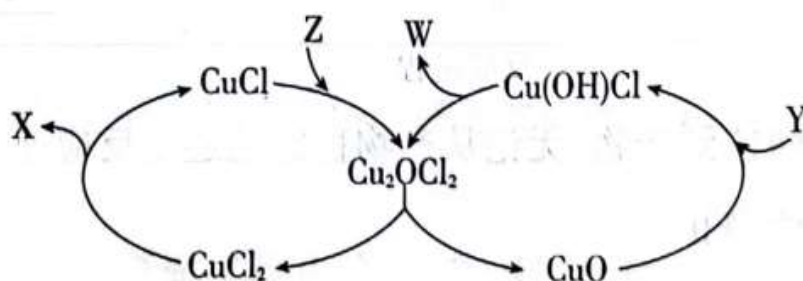
B.  $\text{NH}_3$  和  $\text{ND}_3$  均为极性分子

C. 方法①的化学方程式是  $\text{Mg}_3\text{N}_2 + 6\text{D}_2\text{O} \longrightarrow 3\text{Mg}(\text{OD})_2 + 2\text{ND}_3 \uparrow$

D. 方法②得到的产品纯度比方法①的高

10. 可采用 Deacon 催化氧化法将工业副产物  $\text{HCl}$  制成  $\text{Cl}_2$ ，实现氯资源的再利用。反应的热化学方程式：

$4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons{\text{CuO}} 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -114.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。下图所示为该法的一种催化机理。



下列说法不正确的是 ( )

A. Y 为反应物  $\text{HCl}$ ，W 为生成物  $\text{H}_2\text{O}$

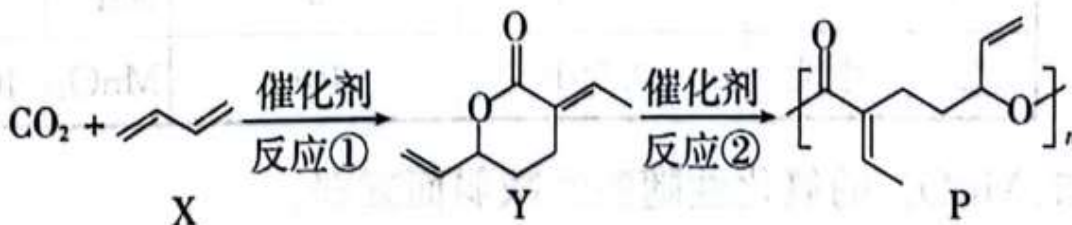
B. 反应制得  $1 \text{ mol Cl}_2$ ，须投入  $2 \text{ mol CuO}$

C. 升高反应温度， $\text{HCl}$  被  $\text{O}_2$  氧化制  $\text{Cl}_2$  的反应平衡常数减小

D. 图中转化涉及的反应中有两个属于氧化还原反应

11.  $\text{CO}_2$  的资源化利用有利于实现“碳中和”。利用  $\text{CO}_2$  为原料可以合成新型可降解高分子 P，其合成路线如下。

已知：反应①中无其他产物生成。



下列说法不正确的是 ( )

A.  $\text{CO}_2$  与 X 的化学计量比为 1:2

B. P 完全水解得到的产物的分子式和 Y 的分子式相同

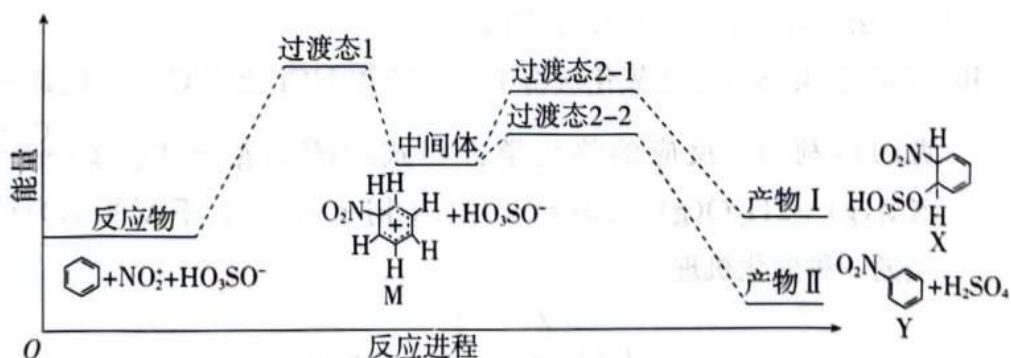
C. P 可以利用碳碳双键进一步交联形成网状结构

D. Y 通过碳碳双键的加聚反应生成的高分子难以降解

12. 下列依据相关数据作出的推断中，不正确的是 ( )



- A. 依据相同温度下可逆反应的  $Q$  与  $K$  大小的比较, 可推断反应进行的方向  
 B. 依据一元弱酸的  $K_a$ , 可推断它们同温度同浓度稀溶液的  $pH$  大小  
 C. 依据第二周期主族元素电负性依次增大, 可推断它们的第一电离能依次增大  
 D. 依据  $F$ 、 $Cl$ 、 $Br$ 、 $I$  的氢化物分子中氢卤键的键能, 可推断它们的热稳定性强弱
13. 苯在浓  $HNO_3$  和浓  $H_2SO_4$  作用下, 反应过程中能量变化示意图如下。下列说法不正确的是 ( )



- A. 从中间体到产物, 无论从产物稳定性还是反应速率的角度均有利于产物 II  
 B. X 为苯的加成产物, Y 为苯的取代产物  
 C. 由苯得到 M 时, 苯中的大  $\pi$  键没有变化  
 D. 对于生成 Y 的反应, 浓  $H_2SO_4$  作催化剂

14. 不同条件下, 当  $KMnO_4$  与  $KI$  按照反应①②的化学计量比恰好反应, 结果如下。

反应序号	起始酸碱性	KI	$KMnO_4$	还原产物	氧化产物
		物质的量/mol	物质的量/mol		
①	酸性	0.001	n	$Mn^{2+}$	$I_2$
②	中性	0.001	10n	$MnO_2$	$IO_x^-$

已知:  $MnO_4^-$  的氧化性随酸性减弱而减弱。

下列说法正确的是 ( )

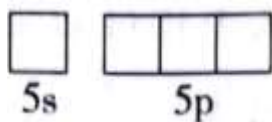
- A. 反应①,  $n(Mn^{2+}):n(I_2)=1:5$       B. 对比反应①和②,  $x=3$   
 C. 对比反应①和②,  $I^-$  的还原性随酸性减弱而减弱      D. 随反应进行, 体系  $pH$  变化: ①增大, ②不变

## 第二部分

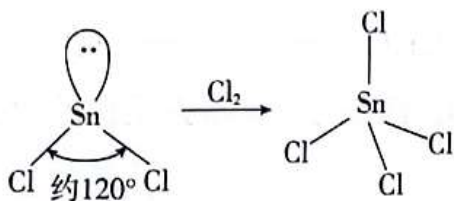
本部分共 5 题, 共 58 分。

15. (9 分) 锡 ( $Sn$ ) 是现代“五金”之一, 广泛应用于合金、半导体工业等。

(1)  $Sn$  位于元素周期表的第 5 周期第 IVA 族。将  $Sn$  的基态原子最外层轨道表示式补充完整:



(2)  $SnCl_2$  和  $SnCl_4$  是锡的常见氯化物,  $SnCl_2$  可被氧化得到。

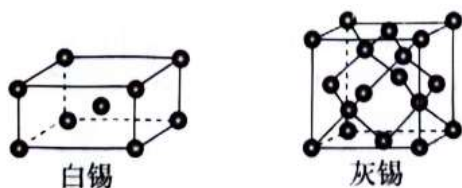


①  $SnCl_2$  分子的 VSEPR 模型名称是\_\_\_\_\_。



②  $\text{SnCl}_4$  的  $\text{Sn}-\text{Cl}$  键是由锡的\_\_\_\_\_轨道与氯的  $3p$  轨道重叠形成。键。

(3) 白锡和灰锡是单质  $\text{Sn}$  的常见同素异形体。二者晶胞如图：白锡具有体心四方结构；灰锡具有立方金刚石结构。



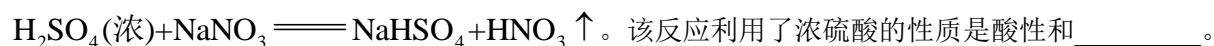
① 灰锡中每个  $\text{Sn}$  原子周围与它最近且距离相等的  $\text{Sn}$  原子有\_\_\_\_\_个。

② 若白锡和灰锡的晶胞体积分别为  $v_1 \text{ nm}^3$  和  $v_2 \text{ nm}^3$ ，则白锡和灰锡晶体的密度之比是\_\_\_\_\_。

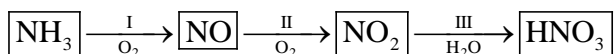
(4) 单质  $\text{Sn}$  的制备：将  $\text{SnO}_2$  与焦炭充分混合后，于惰性气氛中加热至  $800^\circ\text{C}$ ，由于固体之间反应慢，未明显发生反应。若通入空气在  $800^\circ\text{C}$  下， $\text{SnO}_2$  能迅速被还原为单质  $\text{Sn}$ ，通入空气的作用是\_\_\_\_\_。

16. (10分)  $\text{HNO}_3$  是一种重要的工业原料。可采用不同的氮源制备  $\text{HNO}_3$ 。

(1) 方法一：早期以硝石（含  $\text{NaNO}_3$ ）为氮源制备  $\text{HNO}_3$ ，反应的化学方程式为：

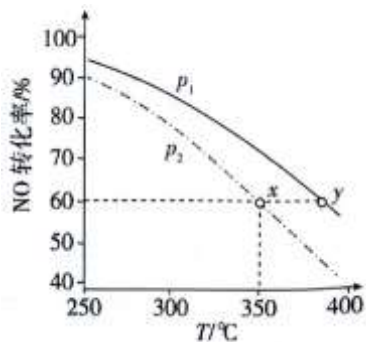


(2) 方法二：以  $\text{NH}_3$  为氮源催化氧化制备  $\text{HNO}_3$ ，反应原理分三步进行。

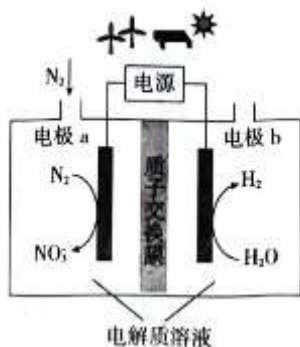


① 第 I 步反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

② 针对第 II 步反应进行研究：在容积可变的密闭容器中，充入  $2n \text{ mol NO}$  和  $n \text{ mol O}_2$  进行反应。在不同压强下 ( $p_1$ 、 $p_2$ )，反应达到平衡时，测得  $\text{NO}$  转化率随温度的变化如图所示。解释  $y$  点的容器容积小于  $x$  点的容器容积的原因\_\_\_\_\_。



(3) 方法三：研究表明可以用电解法以  $\text{N}_2$  为氮源直接制备  $\text{HNO}_3$ ，其原理示意图如下。



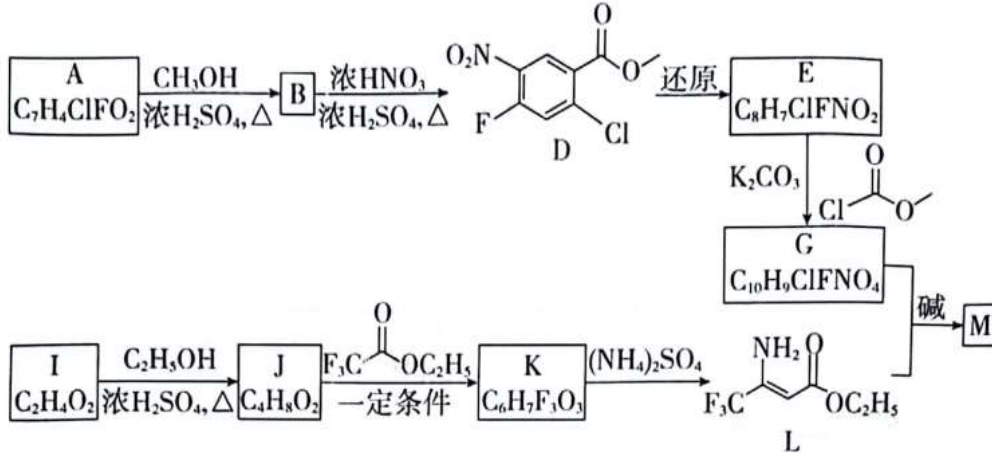


①电极 a 表面生成  $\text{NO}_3^-$  的电极反应式：\_\_\_\_\_。

②研究发现： $\text{N}_2$  转化可能的途径为  $\text{N}_2 \xrightarrow{\text{i}} \text{NO} \xrightarrow{\text{ii}} \text{NO}_3^-$ 。电极 a 表面还发生 iii.  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2$ 。iii 的存在，有利于途径 ii，原因是\_\_\_\_\_。

(4) 人工固氮是高能耗的过程，结合  $\text{N}_2$  分子结构解释原因\_\_\_\_\_。方法三为  $\text{N}_2$  的直接利用提供了一种新的思路。

17. (13 分) 除草剂苯嘧磺草胺的中间体 M 合成路线如下。

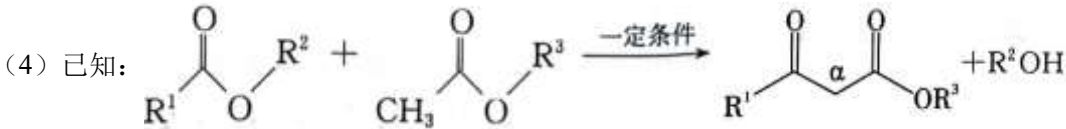


(1) D 中含氧官能团的名称是\_\_\_\_\_。

(2) A→B 的化学方程式是\_\_\_\_\_。

(3) I→J 的制备过程中，下列说法正确的是\_\_\_\_\_ (填序号)。

- 依据平衡移动原理，加入过量的乙醇或将 J 蒸出，都有利于提高 I 的转化率
- 利用饱和碳酸钠溶液可吸收蒸出的 I 和乙醇
- 若反应温度过高，可能生成副产物乙醚或者乙烯

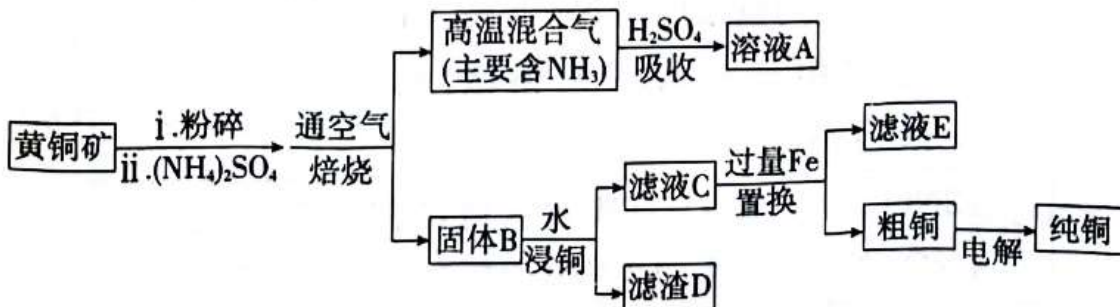


①K 的结构简式是\_\_\_\_\_。

②判断并解释 K 中氟原子对  $\alpha$ -H 的活泼性的影响\_\_\_\_\_。

(5) M 的分子式为  $\text{C}_{13}\text{H}_7\text{ClF}_4\text{N}_2\text{O}_4$ 。除苯环外，M 分子中还有个含两个氮原子的六元环，在合成 M 的同时还生成产物甲醇和乙醇。由此可知，在生成 M 时，L 分子和 G 分子断裂的化学键均为 C—O 键和\_\_\_\_\_键，M 的结构简式是\_\_\_\_\_。

18. (12 分) 利用黄铜矿 (主要成分为  $\text{CuFeS}_2$ ，含有  $\text{SiO}_2$  等杂质) 生产纯铜，流程示意图如下。



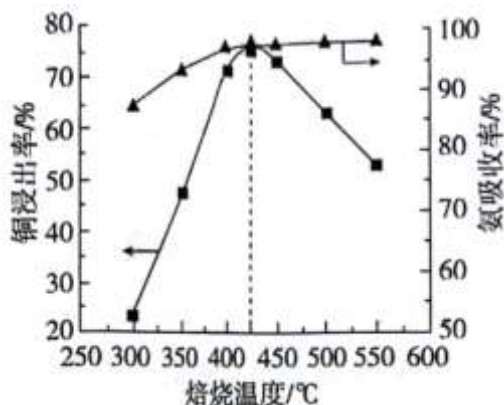
(1) 矿石在焙烧前需粉碎，其作用是\_\_\_\_\_。

(2)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  的作用是利用其分解产生的  $\text{SO}_3$  使矿石中的铜元素转化为  $\text{CuSO}_4$ 。 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  发生



热分解的化学方程式是\_\_\_\_\_。

(3) 矿石和过量 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 按一定比例混合,取相同质量,在不同温度下焙烧相同时间,测得:“吸收”过程氨吸收率和“浸铜”过程铜浸出率变化如图; i.  $400^\circ\text{C}$ 和 $500^\circ\text{C}$ 时,固体B中所含铜、铁的主要物质如表。



温度/ $^\circ\text{C}$	B中所含铜、铁的主要物质
400	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CuSO}_4$ 、 $\text{CuFeS}_2$
500	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 $\text{CuSO}_4$ 、 $\text{CuO}$

①温度低于 $425^\circ\text{C}$ ,随焙烧温度升高,铜浸出率显著增大的原因是\_\_\_\_\_。

②温度高于 $425^\circ\text{C}$ ,根据焙烧时可能发生的反应,解释铜浸出率随焙烧温度升高而降低的原因是\_\_\_\_\_。

(4) 用离子方程式表示置换过程中加入Fe的目的\_\_\_\_\_。

(5) 粗铜经酸浸处理,再进行电解精炼:电解时用酸化的 $\text{CuSO}_4$ 溶液做电解液,并维持一定的 $c(\text{H}^+)$ 和 $c(\text{Cu}^{2+})$ 。粗铜若未经酸浸处理,消耗相同电量时,会降低得到纯铜的量,原因是\_\_\_\_\_。

19. (14分) 某小组同学向 $\text{pH}=1$ 的 $0.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $\text{FeCl}_3$ 溶液中分别加入过量的Cu粉、Zn粉和Mg粉,探究溶液中氧化剂的微粒及其还原产物。

(1) 理论分析

依据金属活动性顺序,Cu、Zn、Mg中可将 $\text{Fe}^{3+}$ 还原为Fe的金属是\_\_\_\_\_。

(2) 实验验证

实验	金属	操作、现象及产物
I	过量Cu	一段时间后,溶液逐渐变为蓝绿色,固体中未检测到Fe单质
II	过量Zn	一段时间后有气泡产生,反应缓慢,pH逐渐增大,产生了大量红褐色沉淀后,无气泡冒出,此时溶液pH为3~4,取出固体,固体中未检测到Fe单质
III	过量Mg	有大量气泡产生,反应剧烈,pH逐渐增大,产生了大量红褐色沉淀后,持续产生大量气泡,当溶液pH为3~4时,取出固体,固体中检测到Fe单质

①分别取实验I、II、III中的少量溶液,滴加 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液,证明都有 $\text{Fe}^{2+}$ 生成,依据的现象是\_\_\_\_\_。

②实验II、III都有红褐色沉淀生成,用平衡移动原理解释原因\_\_\_\_\_。

③对实验II未检测到Fe单质进行分析及探究。



i. a. 甲认为实验 II 中, 当  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{H}^+$  浓度较大时, 即使  $\text{Zn}$  与  $\text{Fe}^{2+}$  反应置换出少量  $\text{Fe}$ ,  $\text{Fe}$  也会被  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{H}^+$  消耗。写出  $\text{Fe}$  与  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{H}^+$  反应的离子方程式\_\_\_\_\_。

b. 乙认为在  $\text{pH}$  为 3~4 的溶液中即便生成  $\text{Fe}$  也会被  $\text{H}^+$  消耗。设计实验\_\_\_\_\_ (填实验操作和现象)。

证实了此条件下可忽略  $\text{H}^+$  对  $\text{Fe}$  的消耗。

c. 丙认为产生的红褐色沉淀包裹在  $\text{Zn}$  粉上, 阻碍了  $\text{Zn}$  与  $\text{Fe}^{2+}$  的反应。实验证实了  $\text{Zn}$  粉被包裹。

i. 查阅资料:  $0.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{Fe}^{3+}$  开始沉淀的  $\text{pH}$  约为 1.2, 完全沉淀的  $\text{pH}$  约为 3。

结合 a、b 和 c, 重新做实验 II, 当溶液  $\text{pH}$  为 3~4 时, 不取出固体, 向固-液混合物中持续加入盐酸, 控制  $\text{pH}<1.2$ , \_\_\_\_\_ (填实验操作和现象), 待  $\text{pH}$  为 3~4 时, 取出固体, 固体中检测到  $\text{Fe}$  单质。

(3) 对比实验 II 和 III, 解释实验 III 的固体中检测到  $\text{Fe}$  单质的原因\_\_\_\_\_。





## 参考答案

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

1. A **原子结构**  $^{41}\text{Ca}$  的质量数为 41, 质子数为 20, 所以中子数为  $41 - 20 = 21$ , A 正确;  $^{41}\text{Ca}$  的半衰期长短与得失电子能力没有关系, B 错误; 根据题意  $^{41}\text{Ca}$  衰变一半所需的时间要大于  $^{14}\text{C}$  衰变半所需的时间, C 错误; 从 Ca 原子束流中直接俘获  $^{41}\text{Ca}$  原子的过程没有新物质产生, 不属于化学变化, D 错误。

2. A **化学用语**  $\text{H}_2\text{O}_2$  是共价化合物, 其电子式为  $\text{H} \begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \end{array} \text{O} \begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \end{array} \text{O} \text{H}$ , A 错误。

3. D **化学电源** 酸性锌锰干电池, 锌筒为负极, 石墨电极为正极, 负极发生失电子的氧化反应

$\text{Zn} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+}$ , A 错误, D 正确; 原电池工作时, 阳离子向正极 (石墨电极) 方向移动, B 错误;

$\text{MnO}_2$  发生得电子的还原反应, C 错误。

4. C **生物大分子** 氨基乙酸形成的二肽中存在一个氨基、一个羧基和一个肽键, C 错误。

5. D **离子方程式正误判断** 氯气氧化苦卤得到溴单质, 发生置换反应, A 正确;  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  可以将  $\text{Fe}^{2+}$  氧化成  $\text{Fe}^{3+}$ , B 正确;  $\text{SO}_4^{2-}$  结合  $\text{Ba}^{2+}$  生成  $\text{BaSO}_4$  沉淀, 可以阻止  $\text{Ba}^{2+}$  被人体吸收, C 正确;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  与  $\text{CaSO}_4$  反应属于沉淀的转化,  $\text{CaSO}_4$  不能拆分, D 错误。

6. D **实验基本操作** 配制一定物质的量浓度的溶液时, 定容阶段用玻璃棒引流, 玻璃棒下端应靠在刻度线以下的内壁上, 否则溶液体积会偏大, 所得溶液浓度会偏低, D 错误。

7. B **工艺流程** 根据原理示意图写出 I 的化学方程式, A 正确; 反应 II 条件要兼顾平衡转化率和反应速率, 还要考虑生产成本, 如 II 中“常压”不是为了提高  $\text{SO}_2$  平衡转化率, B 错误; 将黄铁矿换成硫黄, 则不再产生  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , 即可以减少废渣产生, C 正确; 硫酸工业产生的尾气为  $\text{SO}_2$ 、 $\text{SO}_3$ , 可以用碱液吸收, D 正确。

8. D **盐类水解、物质分离与提纯**  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{NaHCO}_3$  的溶液中均存在  $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{H}^+$ 、 $\text{OH}^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ , A 正确;  $\text{NaHCO}_3$  加入  $\text{NaOH}$  溶液会发生反应:

$\text{NaOH} + \text{NaHCO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ , B 正确;  $\text{NaHCO}_3$  受热易分解, 转化为  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 而  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

热稳定性较强, C 正确; 室温下  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{NaHCO}_3$  饱和溶液 pH 相差较大的主要原因是  $\text{CO}_3^{2-}$  的水解程度远大于  $\text{HCO}_3^-$ , D 错误。

**【归纳总结】** 除  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  固体中的少量  $\text{NaHCO}_3$  可采用加热的方法; 除  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中的少量  $\text{NaHCO}_3$  可加入适量  $\text{NaOH}$  溶液; 除  $\text{NaHCO}_3$  溶液中的少量  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  可通入足量  $\text{CO}_2$  气体。

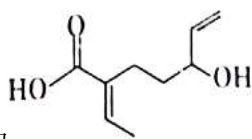
9. D **元素化合物与物质结构**  $\text{NH}_3$  和  $\text{ND}_3$  的相对分子质量不同, 可以用质谱法区分, A 正确;  $\text{NH}_3$  和  $\text{ND}_3$  的 H 原子不同, 但空间构型均为三角锥形, 是极性分子, B 正确; 方法①的化学方程式书写正确, C 正确; 方法②是通过  $\text{D}_2\text{O}$  中 D 原子代替  $\text{NH}_3$  中 H 原子的方式得到  $\text{ND}_3$ , 代换的个数不同、产物不同, 纯度低, D 错误。

10. B **反应机理分析、氧化还原、化学平衡** 结合反应机理分析, X、Y、Z、W 依次是  $\text{Cl}_2$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ , A 正确;  $\text{CuO}$  在反应中作催化剂, 会不断循环, 适量即可, B 错误; 总反应为放热反应, 其



他条件一定，升温平衡逆向移动，平衡常数减小。C 正确；图中涉及的两个氧化还原反应是  $\text{CuCl}_2 \rightarrow \text{CuCl}$  和  $\text{CuCl}_n \rightarrow \text{Cu}_2\text{OCl}_2$ ，D 正确。

11. B 合成高分子 结合已知信息，通过对比 X、Y 的结构可知  $\text{CO}_2$  与 X 的化学计量比为 1:2，A 正确；



P 完全水解得到的产物结构简式为  $\text{HO}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2)-\text{COOH}$ ，分子式为  $\text{C}_9\text{H}_{14}\text{O}_3$ ，Y 的分子式为  $\text{C}_9\text{H}_{12}\text{O}_2$ ，二者分子式不相同，B 错误；P 的支链上有碳碳双键，可进一步交联形成网状结构，C 正确；碳碳双键加聚得到的高分子与聚酯类高分子相比难以降解，D 正确。

12. C 化学反应原理及物质结构与性质 一元弱酸的  $K_a$  越大，同温度同浓度稀溶液的酸性越强，电离出的  $\text{H}^+$  越多，pH 越小，B 不符合题意；电负性为吸引电子的能力，而电离能为失去电子的能力，所以同一周期从左到右，第一电离能是增大的趋势，但是 II A 大于 III A，VA 大于 VIA，C 符合题意；F、Cl、Br、I 的氢化物分子中氢卤键的键能越大，氢化物的热稳定性越强，D 不符合题意。

【归纳总结】对于可逆反应的 Q 与 K 的关系： $Q > K$ ，反应向逆反应方向进行； $Q < K$ ，反应向正反应方向进行； $Q = K$ ，反应处于平衡状态。

13. C 有机化学与反应历程图 生成产物 II 的反应的活化能更低，反应速率更快，且产物 II 的能量更低即产物 II 更稳定，以上 2 个角度均有利于产物 II，A 正确；根据前后结构对照，X 为米的加成产物，Y 为苯的取代产物，B 正确；M 的六元环中与  $-\text{NO}_2$  相连的 C 为  $\text{sp}^3$  杂化，苯中大  $\pi$  键发生改变，C 错误；苯的硝化反应中浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  作催化剂，D 正确。

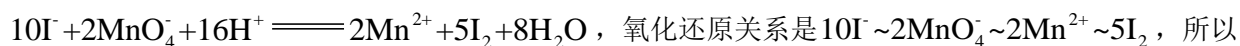
【知识拓展】大  $\pi$  键的形成条件

(1) 所有参与离域  $\pi$  键的原子都必须在同一平面内，即连接这些原子的中心原子只能采取  $\text{sp}$  或  $\text{sp}^2$  杂化；

(2) 所有参与离域  $\pi$  键的原子都必须提供一个或两个相互平行的 p 轨道；

(3) 根据泡利不相容原理，参与离域  $\pi$  键的 p 轨道上的电子总数必须小于 p 轨道数的 2 倍。

14. B 氧化还原反应 根据得失电子守恒，反应①的化学方程式是：

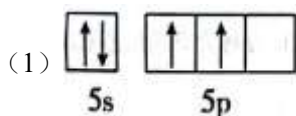


$n(\text{Mn}^{2+}):n(\text{I}_2)=2:5$ ，A 错误；根据反应①的氧化还原关系  $10\text{I}^- \sim 2\text{MnO}_4^-$ ，可以求得  $n=0.0002$ ，所以反应②的  $n(\text{I}^-):n(\text{MnO}_4^-)=1:2$ ，所以反应②对应的氧化还原关系是  $\text{I}^- \sim 2\text{MnO}_4^- \sim 2\text{MnO}_2 \sim \text{IO}_3^- \sim 6\text{e}^-$ ，

$x=3$ ，反应②的化学方程式是： $\text{I}^- + 2\text{MnO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{MnO}_2 \downarrow + \text{IO}_3^- + 2\text{OH}^-$ ，B 正确；对比反应①和

②的产物， $\text{I}^-$  的还原性随酸性减弱而增强，C 错误；根据反应①和②的化学方程式，反应①消耗  $\text{H}^+$ ，产生水，pH 增大，反应②产生  $\text{OH}^-$ ，消耗水，pH 增大，D 错误。

15. (9 分)



(2) ①平面三角形 ②  $\text{sp}^3$  杂化

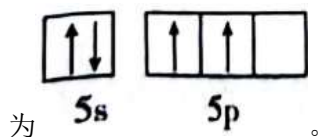


(3) ①4 ② $\frac{v_2}{4v_1}$

(4) 与焦炭在高温下反应生成CO，CO将SnO<sub>2</sub>还原为单质Sn

**【解析】物质结构与性质**

(1) Sn加位于元素周期表的第5周期IVA族，其基态原子的价电子排布式为5s<sup>2</sup>5p<sup>2</sup>，所以其轨道表示式



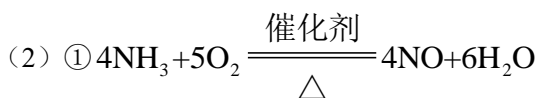
(2) ①SnCl<sub>2</sub>中Sn的价层电子对数为 $\frac{4+2}{2}=3$ ，VSEPR模型是平面三角形，②SnCl<sub>4</sub>中Sn的价层电子对数为 $\frac{4+4}{2}=4$ ，有4个σ键，所以Sn采用sp<sup>3</sup>杂化方式，则SnCl<sub>4</sub>的Sn-Cl键是由锡的sp<sup>3</sup>杂化轨道与氯的3p轨道重叠形成σ键。

(3) ①灰锡具有立方金刚石结构，所以每个Sn原子周围与它最近且距离相等的Sn原子有4个，②白锡晶胞中均摊可得Sn原子数目为2，而灰锡晶胞中均摊可得Sn原子数目为8，所以其密度之比为

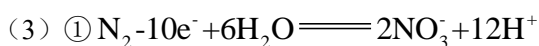
$$\frac{2M}{N_A v_1} : \frac{8M}{N_A v_2} = \frac{v_2}{4v_1}。$$

16. (10分)

(1) 难挥发性



② $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ ，该反应正向气体分子总数减小，同温时，p<sub>1</sub>条件下NO转化率高于p<sub>2</sub>，故p<sub>1</sub>>p<sub>2</sub>，x、y点转化率相同，此时压强对容积的影响大于温度对容积的影响



②反应iii生成O<sub>2</sub>，O<sub>2</sub>将NO氧化成NO<sub>2</sub>，NO<sub>2</sub>更易转化成NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

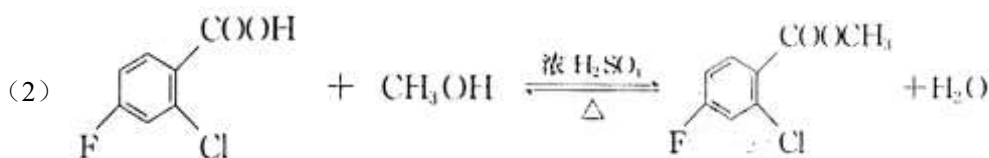
(4) N<sub>2</sub>中存在氮氮三键，键能高，断键时需要较大的能量，故人工固氮是高能耗的过程

**【解析】化学反应原理**

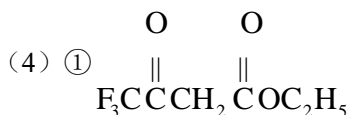
(1) (浓)难挥发，产物H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>为气体，有利于复分解反应进行，体现了HNO<sub>3</sub>(浓)的难挥发性和酸性。(2) ①第I步反应为氨气的催化氧化，化学方程式为 $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) ①由电极a上的物质转化可知，电极a为阳极，电极反应式为 $\text{N}_2 - 10\text{e}^- + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NO}_3^- + 12\text{H}^+$ 。

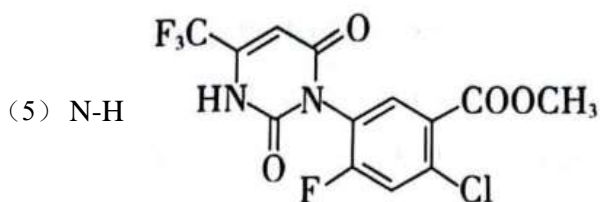
17. (13分) (1) 硝基、酯基



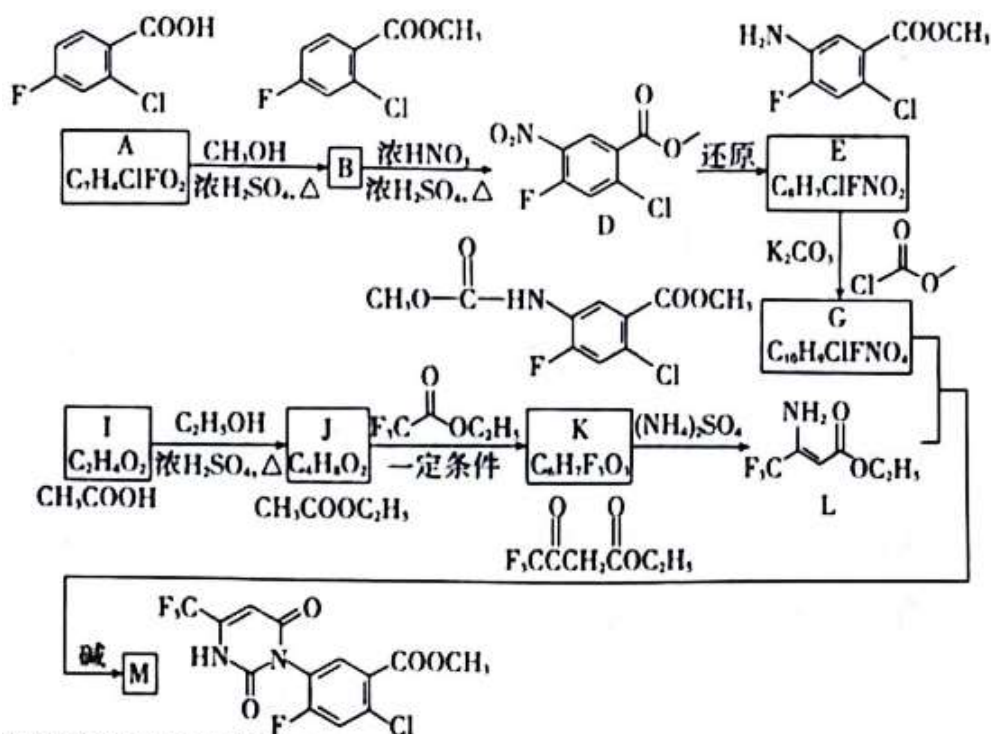
(3) abc



②增强其活泼性：氟原子为吸电子基团，降低相连碳原子的电子云密度，使得碳原子的正电性增加，有利于增强 $\alpha$ -H的活泼性

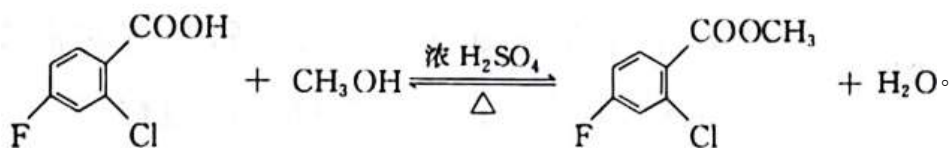


**【综合推断】**



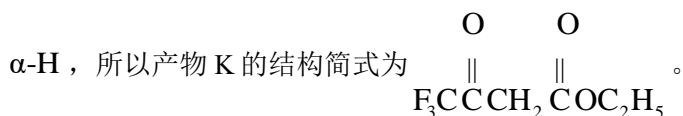
**【解析】** 苯咪唑草胺的中间体 M 的合成路线分析

(2) A→B 的过程为 A 中羧基与甲醇中羟基发生酯化反应，化学方程式为

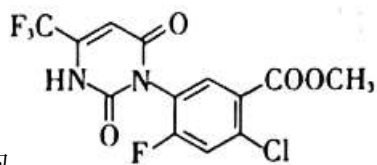


(3) I→J 的制备过程为乙酸与乙醇的酯化过程，依据平衡移动原理，加入过量的乙醇或将乙酸乙酯蒸出，都有利于提高乙酸的转化率，a 正确；饱和碳酸钠溶液可与蒸出的乙酸反应并溶解乙醇，b 正确；反应温度过高，乙醇在浓硫酸的作用下发生分子间脱水生成乙醚，发生分子内消去生成乙烯，c 正确。

(4) ①根据已知反应可知，酯基的 $\alpha$ -H 与另一分子的酯基发生取代反应， $\text{F}_3\text{CCOOC}_2\text{H}_5$  中左侧不存在



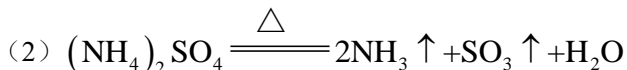
(5) M 分子中除苯环外还有一个含两个氮原子的六元环，在合成 M 的同时还生成产物甲醇和乙醇。再结合其分子式，可推测为 G 与 L 中 N-H 键与酯基分别发生反应，形成酰胺基，所以断裂的化学键均为



C-O键和N-H键，M的结构简式为

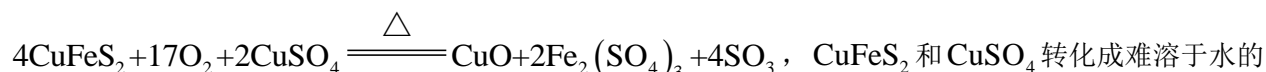
18. (12分)

(1) 增大接触面积，加快反应速率，使反应更充分

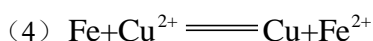


(3) ①温度低于  $425^\circ\text{C}$ ，随焙烧温度升高， $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  分解产生的  $\text{SO}_3$  增多，可溶物  $\text{CuSO}_4$  含量增加，故铜浸出率显著增加

②温度高于  $425^\circ\text{C}$ ，随焙烧温度升高发生反应：

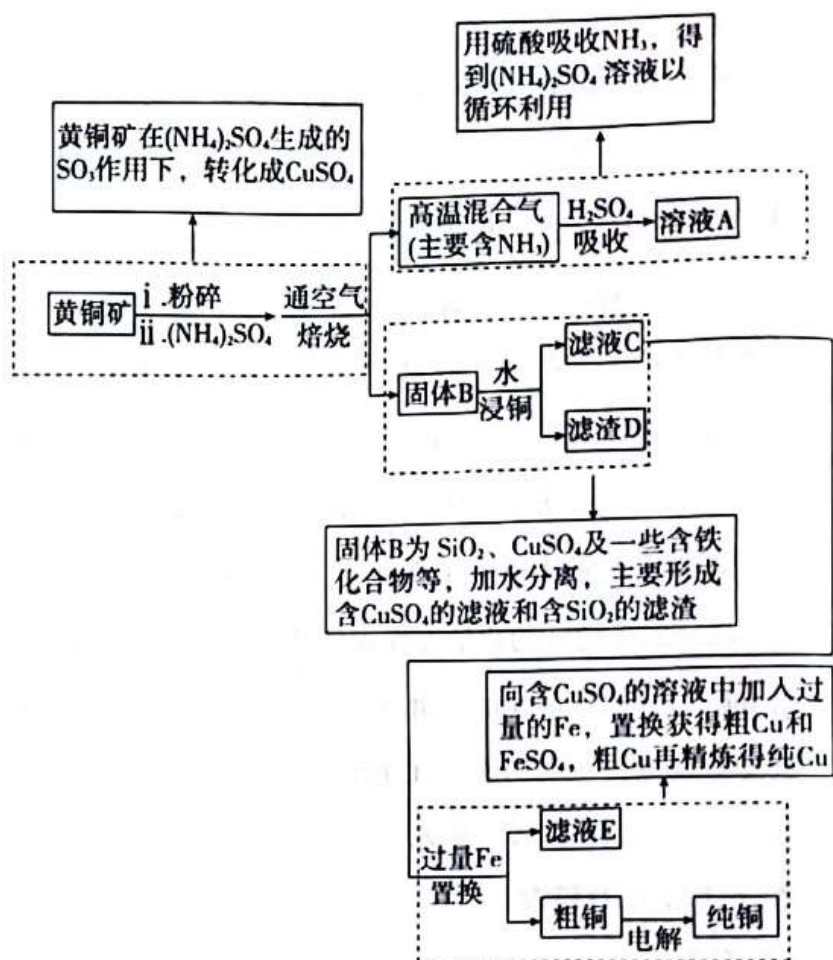


$\text{CuO}$ ，铜浸出率降低



(5) 粗铜若未经酸浸处理，其中杂质 Fe 会参与放电，则消耗相同电量时，会降低得到纯铜的量

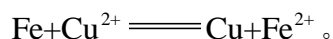
**【流程分析】**



**【解析】** 工艺流程



(2)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  分解为非氧化还原反应, 故化学方程式为



(5) 粗铜中含有 Fe 杂质, 加酸可以除 Fe, 但粗铜若未经酸浸处理, 其中杂质 Fe 会参与放电, 则消耗相同电量时, 会降低得到纯铜的量。

19. (14 分)

(1) Mg、Zn

(2) ①产生蓝色沉淀

②  $\text{Fe}^{3+}$  水解方程式为  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ , 加入的 Mg 或 Zn 会消耗  $\text{H}^+$ , 促进  $\text{Fe}^{3+}$  水解平衡正向移动, 使其转化为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀

③i. a.  $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Fe} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$  (或  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ 、 $2\text{H}^+ + \text{Fe} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ )

b. 向 pH 为 3~4 的稀盐酸中加铁粉, 一段时间后取出少量溶液, 滴加  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液, 不产生蓝色沉淀

ii. 加入几滴 KSCN 溶液, 待溶液红色消失后, 停止加入盐酸

(3) 加入镁粉后产生大量气泡, 使镁粉不容易被  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀包裹

#### 【解析】实验探究

(1) 在金属活动性顺序表中, Mg、Zn 排在 Fe 之前, Cu 排在 Fe 之后, 因此 Mg、Zn 可将  $\text{Fe}^{3+}$  还原为 Fe。

(2)  $\text{Fe}^{2+}$  与  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  会生成蓝色的  $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  沉淀。

③ii. 结合 a, b 和 c 可知, 实验 II 未检测到 Fe 单质的原因可能是  $\text{Fe}^{3+}$  的干扰以及  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀对锌粉的包裹, 因此可控制反应条件, 在未生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀时将  $\text{Fe}^{3+}$  还原, 即可排除两个干扰因素。