

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

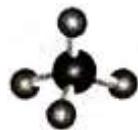
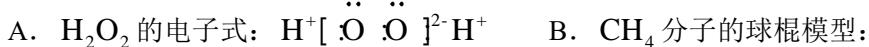
本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

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⁴¹Ca 原子，实现了对同位素⁴¹Ca 的灵敏检测。⁴¹Ca 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¹⁴C 的 17 倍，可应用于地球科学与考古学。下列说法正确的是（ ）

20	Ca
钙	
4s ²	
40.08	

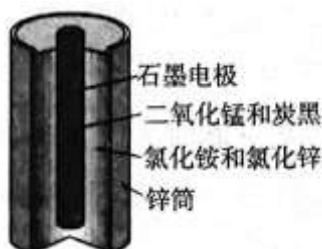
- A. ⁴¹Ca 的原子核内有 21 个中子
B. ⁴¹Ca 的半衰期长，说明 ⁴¹Ca 难以失去电子
C. ⁴¹Ca 衰变一半所需的时间小于¹⁴C 衰变一半所需的时间
D. 从 Ca 原子束流中直接俘获⁴¹Ca 原子的过程属于化学变化

2. 下列化学用语或图示表达不正确的是（ ）



- C. Al³⁺ 的结构示意图： D. 乙炔的结构式： H—C≡C—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，NH₄⁺向负极方向移动
C. MnO₂发生氧化反应 D. 锌筒发生的电极反应为 Zn-2e⁻=Zn²⁺

4. 下列说法不正确的是（ ）

- A. 葡萄糖氧化生成CO₂和H₂O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

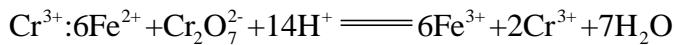
C. 由氨基乙酸形成的二肽中存在两个氨基和两个羧基

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（ ）

A. 海水提溴过程中，用氯气氧化苦卤得到溴单质： $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$

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% Na_2SO_4 溶液能有效除去误食的 Ba^{2+} : $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow$

D. 用 Na_2CO_3 溶液将水垢中的 CaSO_4 转化为溶于酸的 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（ ）



眼睛注视锥形瓶中溶液

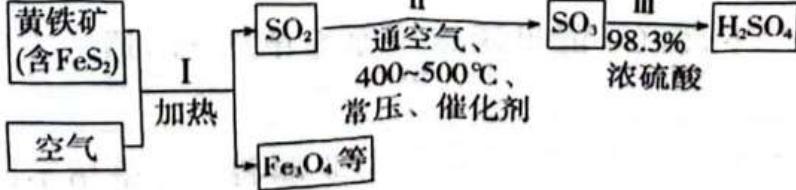


A. 用 HCl 标准溶液滴定 B. 稀释浓硫酸
NaOH 溶液

C. 从提纯后的 NaCl 溶液 D. 配制一定物质的量浓
获得 NaCl 晶体 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（ ）

A. I 的化学方程式： $3\text{FeS}_2 + 8\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 6\text{SO}_2$

B. II 中的反应条件都是为了提高 SO_2 平衡转化率

C. 将黄铁矿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 Na_2CO_3 和 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 NaHCO_3 转化为 Na_2CO_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 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. 氖代氨 (ND_3) 可用于反应机理研究。下列两种方法均可得到 ND_3 ：

① Mg_3N_2 与 D_2O 的水解反应；② NH_3 与 D_2O 反应。下列说法不正确的是（）

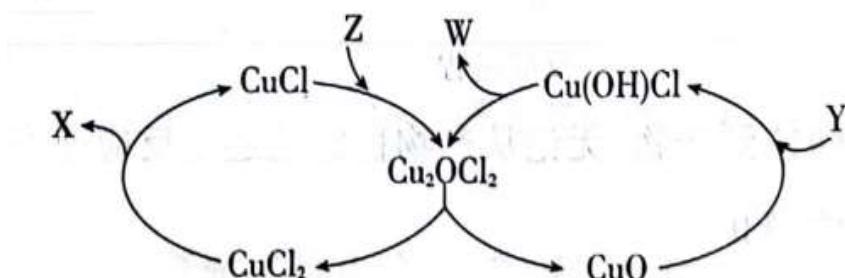
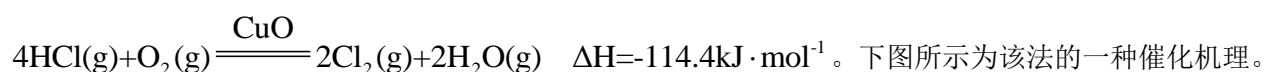
A. NH_3 和 ND_3 可用质谱法区分

B. NH_3 和 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 HCl 制成 Cl_2 ，实现氯资源的再利用。反应的热化学方程式：



下列说法不正确的是（）

A. Y 为反应物 HCl ，W 为生成物 H_2O

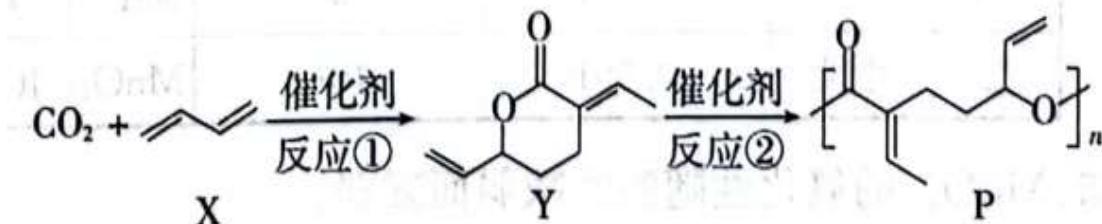
B. 反应制得 1 mol Cl_2 ，须投入 2 mol CuO

C. 升高反应温度， HCl 被 O_2 氧化制 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. CO_2 的资源化利用有利于实现“碳中和”。利用 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. CO_2 与 X 的化学计量比为 1:2

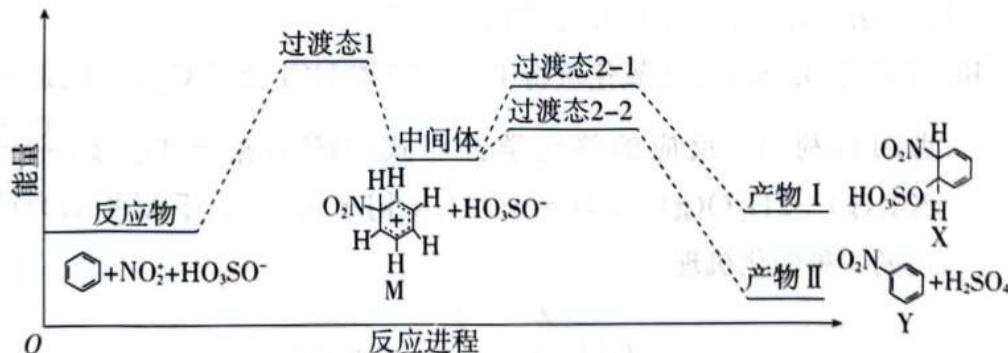
B. P 完全水解得到的产物的分子式和 Y 的分子式相同

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 π 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（ ）

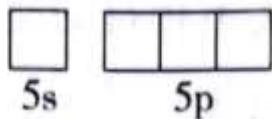
- A. 反应①， $n(Mn^{2+}):n(I_2)=1:5$ B. 对比反应①和②， $x=3$
 C. 对比反应①和②， I^- 的还原性随酸性减弱而减弱 D. 随反应进行，体系 pH 变化：①增大，②不变

第二部分

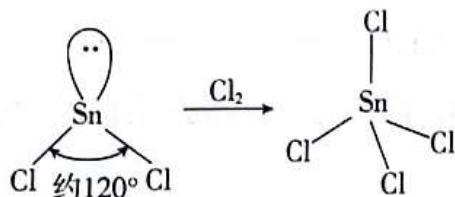
本部分共 5 题，共 58 分。

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：



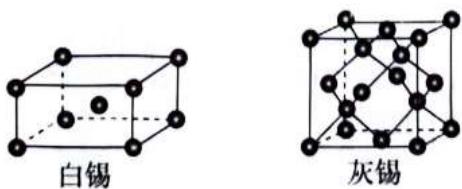
(2) $SnCl_2$ 和 $SnCl_4$ 是锡的常见氯化物， $SnCl_2$ 可被氧化得到。



① $SnCl_2$ 分子的 VSEPR 模型名称是_____。

② 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 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 Sn 原子周围与它最近且距离相等的 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_____。

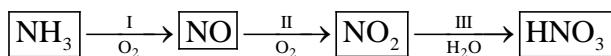
(4) 单质 Sn 的制备：将 SnO_2 与焦炭充分混合后，于惰性气氛中加热至 800°C ，由于固体之间反应慢，未明显发生反应。若通入空气在 800°C 下， SnO_2 能迅速被还原为单质 Sn ，通入空气的作用是_____。

16. (10分) HNO_3 是一种重要的工业原料。可采用不同的氮源制备 HNO_3 。

(1) 方法一：早期以硝石（含 NaNO_3 ）为氮源制备 HNO_3 ，反应的化学方程式为：

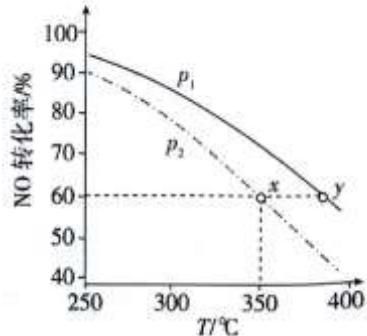


(2) 方法二：以 NH_3 为氮源催化氧化制备 HNO_3 ，反应原理分三步进行。

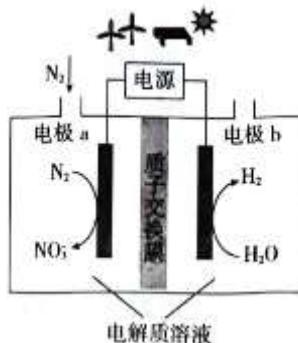


① 第 I 步反应的化学方程式为_____。

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 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 N_2 为氨源直接制备 HNO_3 ，其原理示意图如下。

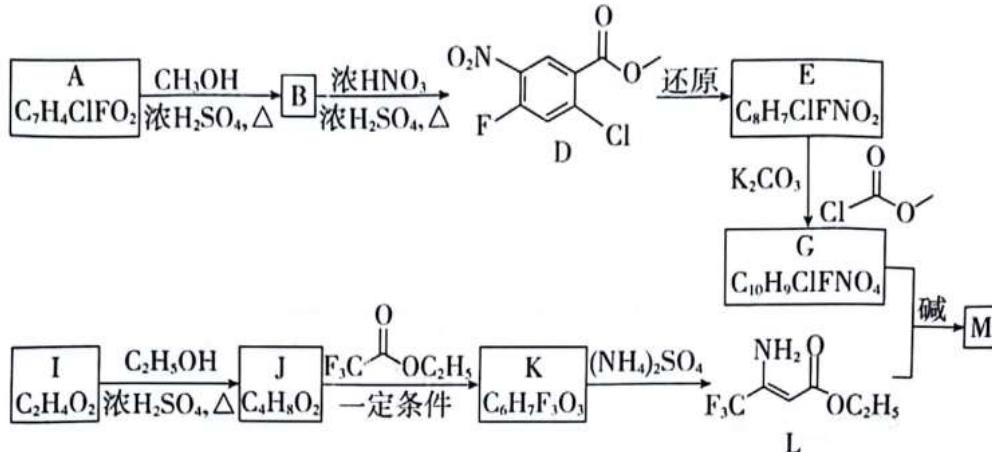


①电极 a 表面生成 NO_3^- 的电极反应式: _____。

②研究发现： 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 N_2 分子结构解释原因_____。方法三为 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。

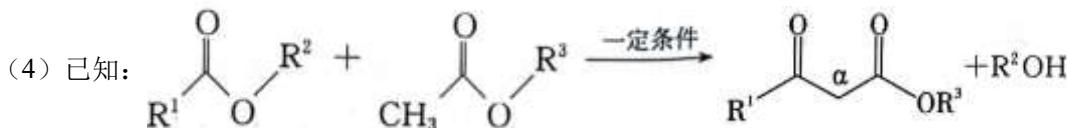


(1) D 中含氧官能团的名称是[。]

(2) A→B 的化学方程式是 $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

(3) I→J的制备过程中,下列说法正确的是 (填序号)。

- a. 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
 - b. 利用饱和碳酸钠溶液可吸收蒸出的 I 和乙醇
 - c. 若反应温度过高，可能生成副产物乙醚或者乙烯

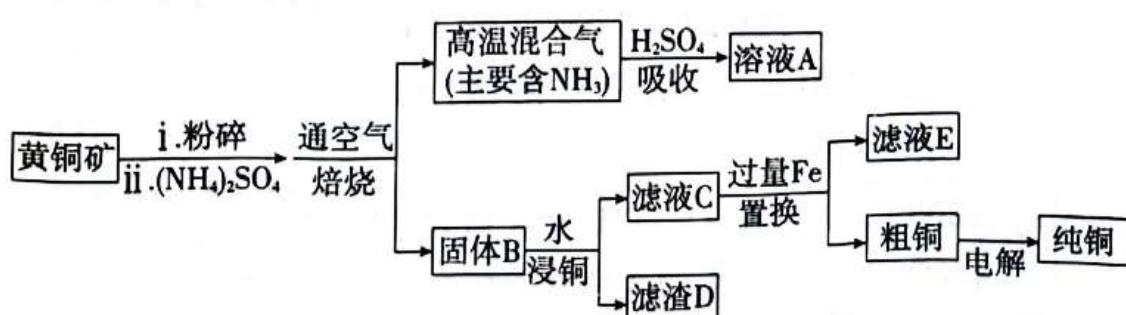


①K的结构简式是K。

②判断并解释 K 中氟原子对 α -H 的活泼性的影响。

(5) M 的分子式为 $C_{13}H_7ClF_4N_2O_4$ 。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 CuFeS_2 , 含有 SiO_2 等杂质)生产纯铜。流程示意图如下:

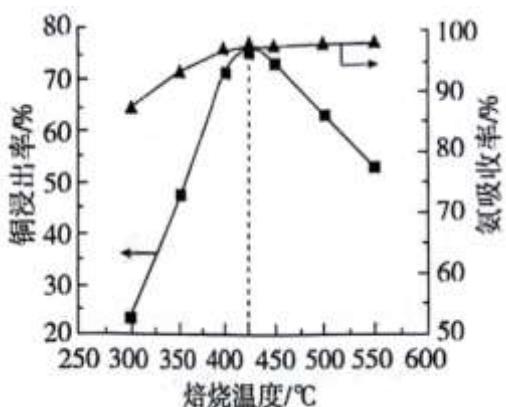


(1) 矿石在焙烧前需粉碎，其作用是_____。

(2) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的作用是利用其分解产生的 SO_3 使矿石中的铜元素转化为 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°C 和 500°C 时, 固体 B 中所含铜、铁的主要物质如表。



温度/°C	B 中所含铜、铁的主要物质
400	Fe_2O_3 、 CuSO_4 、 CuFeS_2
500	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 CuSO_4 、 CuO

①温度低于 425°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°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 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 pH=1 的 $0.5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 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 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 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 Fe^{3+} 、 H^+ 浓度较大时，即使 Zn 与 Fe^{2+} 反应置换出少量 Fe ， Fe 也会被 Fe^{3+} 、 H^+ 消耗。写出 Fe 与 Fe^{3+} 、 H^+ 反应的离子方程式_____。
- b. 乙认为在 pH 为 3~4 的溶液中即便生成 Fe 也会被 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 H^+ 对 Fe 的消耗。
- c. 丙认为产生的红褐色沉淀包裹在 Zn 粉上，阻碍了 Zn 与 Fe^{2+} 的反应。实验证实了 Zn 粉被包裹。
- i. 查阅资料： $0.5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ Fe^{3+} 开始沉淀的 pH 约为 1.2，完全沉淀的 pH 约为 3。
- 结合 a、b 和 c，重新做实验Ⅱ，当溶液 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 pH<1.2，_____（填实验操作和现象），待 pH 为 3~4 时，取出固体，固体中检测到 Fe 单质。
- (3) 对比实验Ⅱ和Ⅲ，解释实验Ⅲ的固体中检测到 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}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}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}Ca 衰变一半所需的时间要大于 ^{14}C 衰变半所需的时间，C 错误；从 Ca 原子束流中直接俘获 ^{41}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 H_2O_2 是共价化合物，其电子式为 $\text{H} \ddot{\text{O}} \ddot{\text{O}} \text{H}$ ，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



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 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} ，B 正确； SO_4^{2-} 结合 Ba^{2+} 生成 BaSO_4 沉淀，可以阻止 Ba^{2+} 被人体吸收，C 正确； Na_2CO_3 与 CaSO_4 反应属于沉淀的转化， 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 SO_2 平衡转化率，B 错误；将黄铁矿换成硫黄，则不再产生 Fe_3O_4 ，即可以减少废渣产生，C 正确；硫酸工业产生的尾气为 SO_2 、 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 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 的溶液中均存在 H_2O 、 H_2CO_3 、 H^+ 、 OH^- 、 Na^+ 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- ，A 正确； NaHCO_3 加入 NaOH 溶液会发生反应：



热稳定性较强，C 正确；室温下 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 饱和溶液 pH 相差较大的主要原因是 CO_3^{2-} 的水解程度远大于 HCO_3^- ，D 错误。

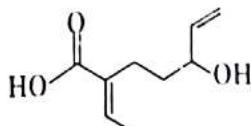
【归纳总结】除 Na_2CO_3 固体中的少量 NaHCO_3 可采用加热的方法；除 Na_2CO_3 溶液中的少量 NaHCO_3 可加入适量 NaOH 溶液；除 NaHCO_3 溶液中的少量 Na_2CO_3 可通入足量 CO_2 气体。

9. D 元素化合物与物质结构 NH_3 和 ND_3 的相对分子质量不同，可以用质谱法区分，A 正确； NH_3 和 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 D_2O 中 D 原子代替 NH_3 中 H 原子的方式得到 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 Cl_2 、 HCl 、 O_2 、 H_2O ，A 正确； 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 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 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})=\text{CH}_2$ ，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 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。

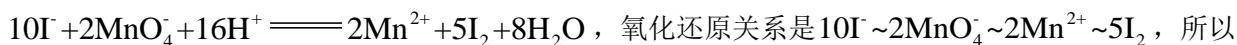
【归纳总结】对于可逆反应的 Q 与 K 的关系：Q>K，反应向逆反应方向进行；Q<K，反应向正反应方向进行；Q=K，反应处于平衡状态。

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 sp^3 杂化，苯中大 π 键发生改变，C 错误；苯的硝化反应中浓 H_2SO_4 作催化剂，D 正确。

【知识拓展】大 π 键的形成条件

- (1) 所有参与离域 π 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即 sp 或 sp^2 杂化；
- (2) 所有参与离域 π 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 π 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：

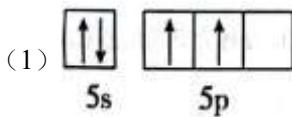


$n(\text{Mn}^{2+}):n(\text{I}_2)=2:5$ ，A 错误；根据反应①的氧化还原关系 $10\text{I}^- \sim 2\text{MnO}_4^- \sim 2\text{Mn}^{2+} \sim 5\text{I}_2$ ，可以求得 $n=0.0002$ ，所以反应②的 $n(\text{I}^-):n(\text{MnO}_4^-)=1:2$ ，所以反应②对应的氧化还原关系是 $\text{I}^- \sim 2\text{MnO}_4^- \sim 2\text{MnO}_2 \sim \text{IO}_x^- \sim 6\text{e}^-$ ，

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

②的产物， 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 H^+ ，产生水，pH 增大，反应②产生 OH^- ，消耗水，pH 增大，D 错误。

15. (9 分)



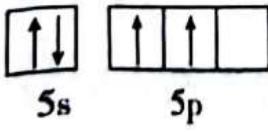
(2) ①平面三角形 ② sp^3 杂化

$$(3) \textcircled{1} 4 \quad \textcircled{2} \frac{v_2}{4v_1}$$

(4) 与焦炭在高温下反应生成 CO, CO 将 SnO₂ 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 5s²5p², 所以其轨道表示式



为 5s 5p。

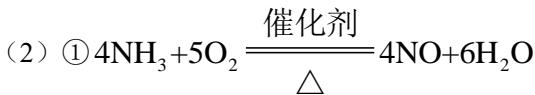
(2) ①SnCl₂ 中 Sn 的价层电子对数为 $\frac{4+2}{2}=3$, VSEPR 模型是平面三角形, ②SnCl₄ 中 Sn 的价层电子对数为 $\frac{4+4}{2}=4$, 有 4 个 σ 键, 所以 Sn 采用 sp³ 杂化方式, 则 SnCl₄ 的 Sn-Cl 键是由锡的 sp³ 杂化轨道与氯的 3p 轨道重叠形成 σ 键。

(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

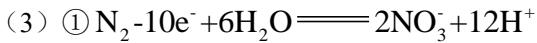
$$\frac{2M}{N_A v_1} : \frac{8M}{N_A v_2} = \frac{v_2}{4v_1}$$

16. (10 分)

(1) 难挥发性



②2NO+O₂ ⇌ 2NO₂, 该反应正向气体分子总数减小, 同温时, p₁ 条件下 NO 转化率高于 p₂, 故 p₁>p₂, 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 O₂, O₂ 将 NO 氧化成 NO₂, NO₂ 更易转化成 NO₃⁻

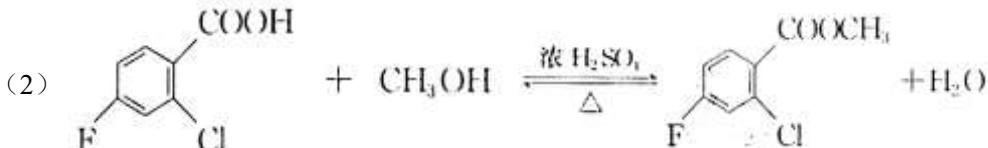
(4) N₂ 中存在氮氮三键, 键能高, 断键时需要较大的能量, 故人工固氮是高能耗的过程

【解析】化学反应原理

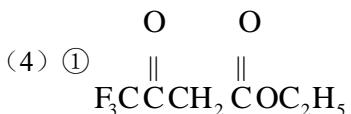
(1) (浓) 难挥发, 产物 H₂SO₄ 为气体, 有利于复分解反应进行, 体现了 HNO₃ (浓) 的难挥发性和酸性。(2) ①第 I 步反应为氨气的催化氧化, 化学方程式为 $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ 。

(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 $\text{N}_2 - 10e^- + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NO}_3^- + 12\text{H}^+$ 。

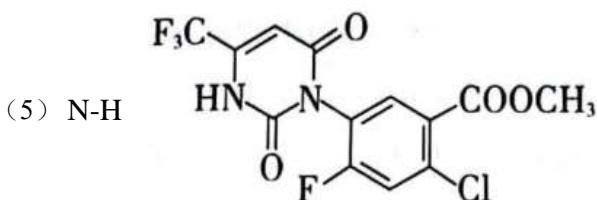
17. (13 分) (1) 硝基、酯基



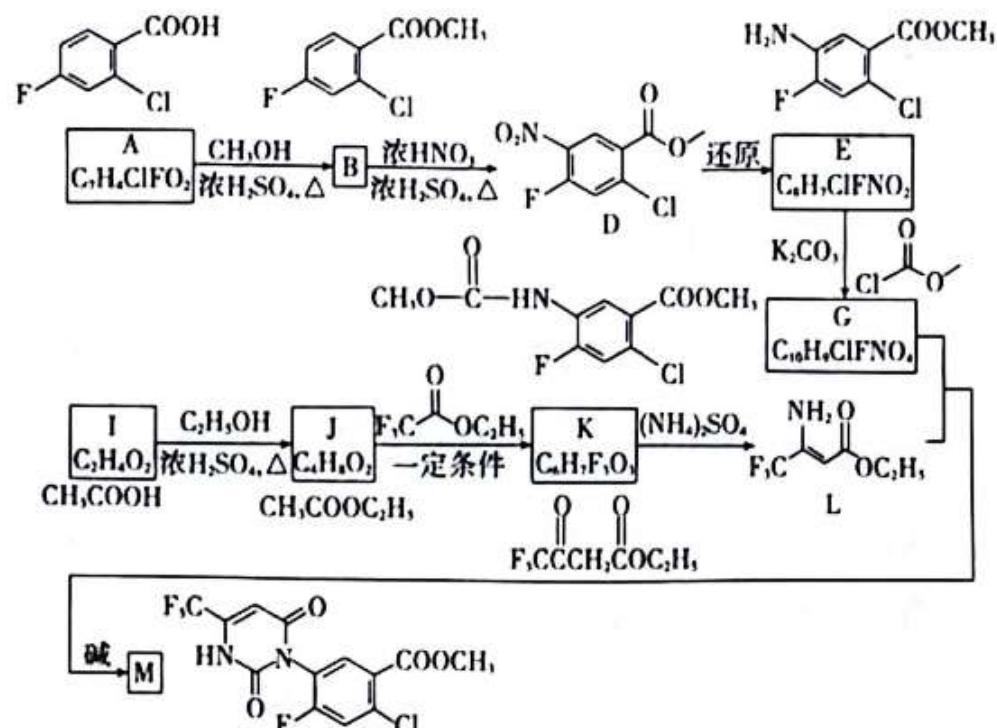
(3) abc



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 α -H 的活性。

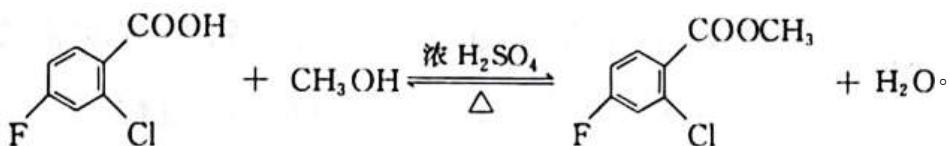


【综合推断】



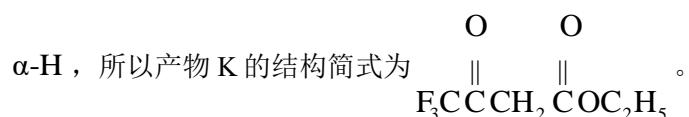
【解析】苯嘧磺草胺的中间体 M 的合成路线分析

(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

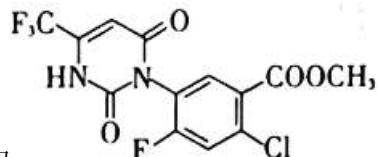


(3) I→J 的制备过程为乙酸与乙醇的酯化过程，依据平衡移动原理，加入过量的乙醇或将乙酸乙酯蒸出，都有利于提高乙酸的转化率，a 正确；饱和碳酸钠溶液可与蒸出的乙酸反应并溶解乙醇，b 正确；反应温度过高，乙醇在浓硫酸的作用下发生分子间脱水生成乙醚，发生分子内消去生成乙烯，c 正确。

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



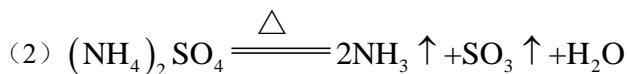
(5) M 分子中除苯环外还有一个含两个氮原子的六元环，在合成 M 的同时还生成产物甲醇和乙醇。再结合其分子式，可推测为 G 与 L 中 N-H 键与酯基分别发生反应，形成酰胺基，所以断裂的化学键均为



C—O 键和 N—H 键，M 的结构简式为

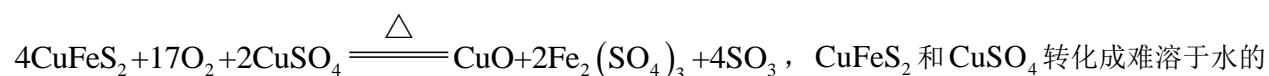
18. (12 分)

(1) 增大接触面积，加快反应速率，使反应更充分

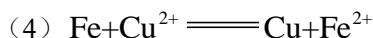


(3) ①温度低于 425°C，随焙烧温度升高， $(NH_4)_2SO_4$ 分解产生的 SO_3 增多，可溶物 $CuSO_4$ 含量增加，故铜浸出率显著增加

②温度高于 425°C，随焙烧温度升高发生反应：

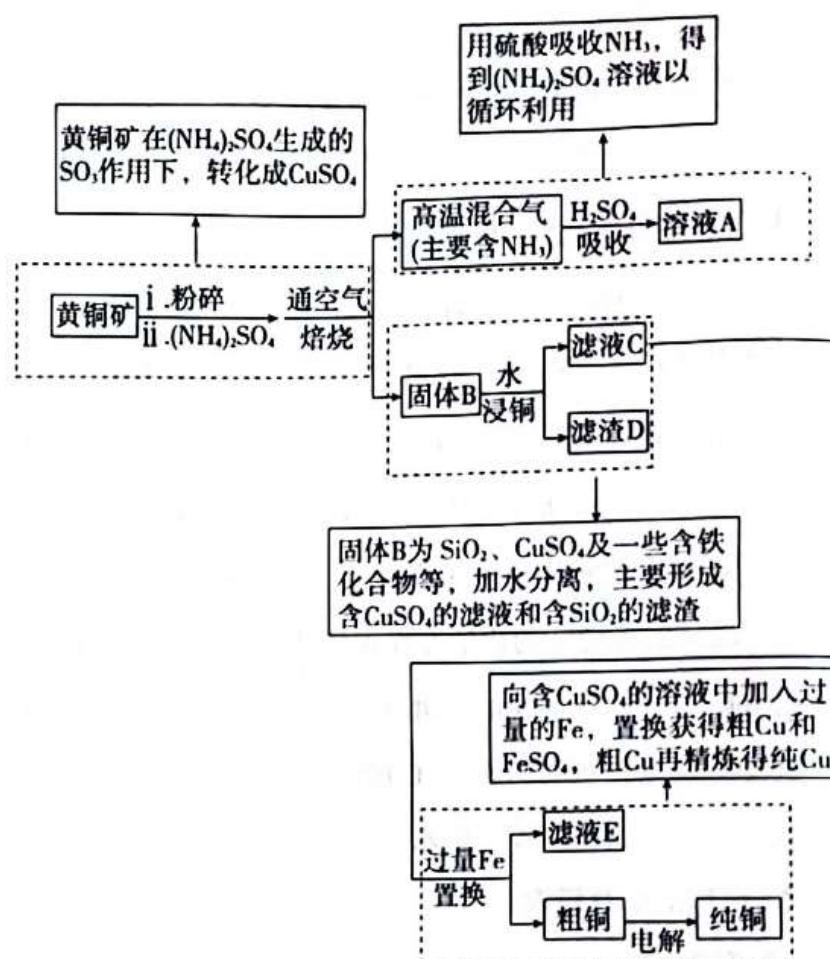


CuO ，铜浸出率降低



(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 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 H^+ ，促进 Fe^{3+} 水解平衡正向移动，使其转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀



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 Fe^{3+} 还原为 Fe。

(2) 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。

③ ii. 结合 a, b 和 c 可知，实验 II 未检测到 Fe 单质的原因可能是 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 Fe^{3+} 还原，即可排除两个干扰因素。