

2024 年普通高中学业水平等级性考试(北京卷)

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

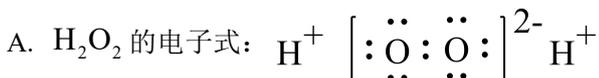
本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

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

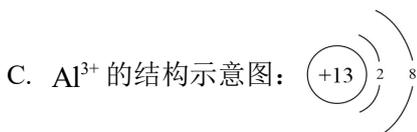
20	Ca
	钙
	$4s^2$
40.08	

- A. ^{41}Ca 的原子核内有 21 个中子
- B. ^{41}Ca 的半衰期长，说明 ^{41}Ca 难以失去电子
- C. ^{41}Ca 衰变一半所需的时间小于 ^{14}C 衰变一半所需的时间
- D. 从 Ca 原子束流中直接俘获 ^{41}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

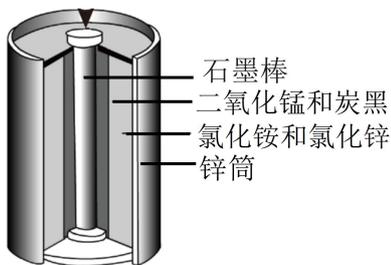


B. CH_4 分子的球棍模型：



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， NH_4^+ 向负极方向移动
 C. MnO_2 发生氧化反应
 D. 锌筒发生的电极反应为 $\text{Zn}-2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$

4. 下列说法不正确的是

- A. 葡萄糖氧化生成 CO_2 和 H_2O 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： $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 = \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$

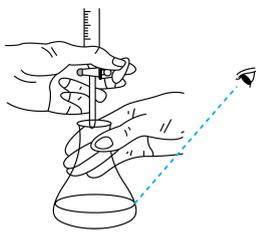
- B. 用绿矾($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)将酸性工业废水中的 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 转化为

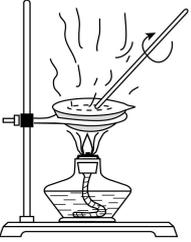


- C. 用 5% Na_2SO_4 溶液能有效除去误食的 Ba^{2+} : $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4 \downarrow$

- D. 用 Na_2CO_3 溶液将水垢中的 CaSO_4 转化为溶于酸的 CaCO_3 : $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow$

6. 下列实验的对应操作中，不合理的是

 <p>眼睛注视锥形瓶中溶液</p>	 <p>浓硫酸 蒸馏水</p>
<p>A. 用 HCl 标准溶液滴定 NaOH 溶液</p>	<p>B. 稀释浓硫酸</p>

	
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

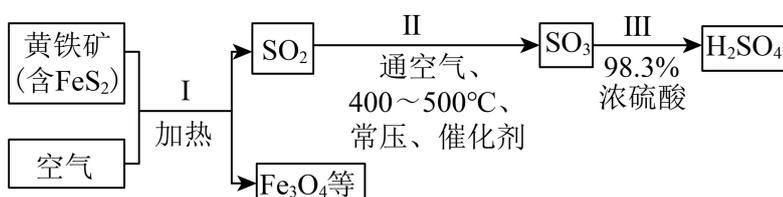
A. A

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 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. 氘代氨(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

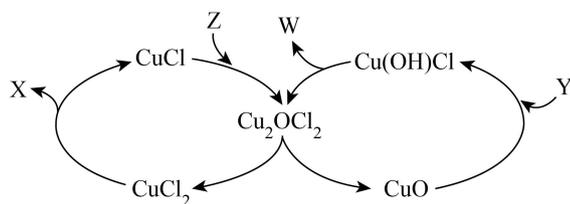
B. NH_3 和 ND_3 均为极性分子

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

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：

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



下列说法不正确的是

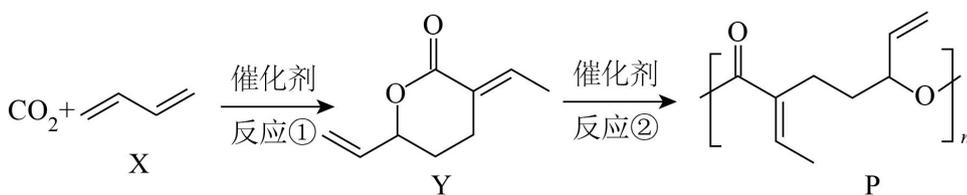
A. Y 为反应物 HCl，W 为生成物 H_2O

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

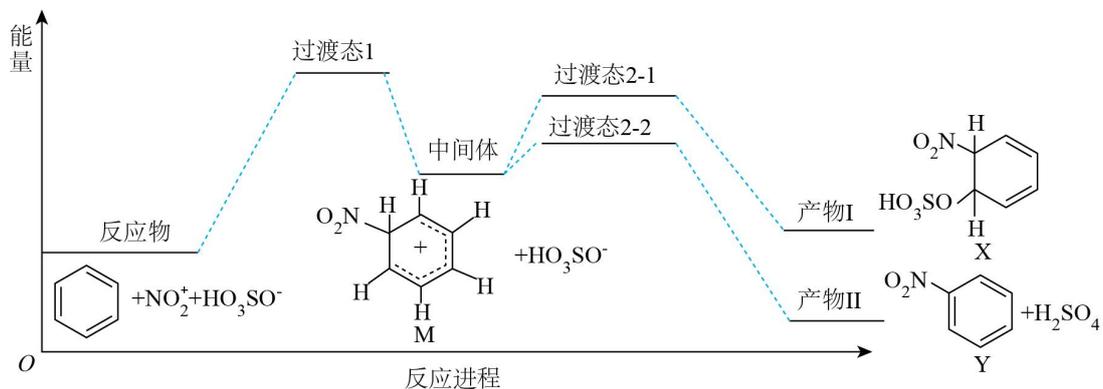
A. 依据相同温度下可逆反应的 Q 与 K 大小的比较，可推断反应进行的方向

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

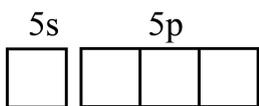
- A. 反应①， $n(\text{Mn}^{2+}):n(\text{I}_2)=1:5$
- B. 对比反应①和②， $x=3$
- C. 对比反应①和②，I⁻ 的还原性随酸性减弱而减弱
- D. 随反应进行，体系 pH 变化：①增大，②不变

第二部分

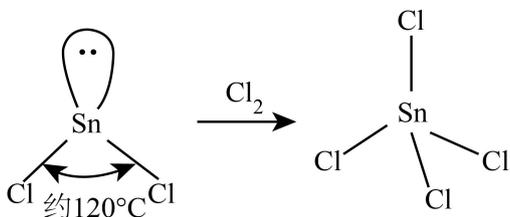
本部分共 5 题，共 58 分。

15. 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：_____。



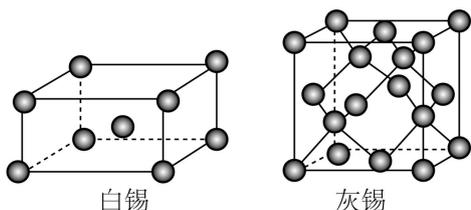
(2) SnCl₂ 和 SnCl₄ 是锡的常见氯化物，SnCl₂ 可被氧化得到。



① SnCl₂ 分子的 VSEPR 模型名称是_____。

② SnCl₄ 的 Sn—Cl 键是由锡的_____轨道与氯的 3p 轨道重叠形成σ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。



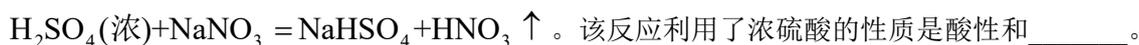
① 灰锡中每个 Sn 原子周围与它最近且距离相等的 Sn 原子有_____个。

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_____。

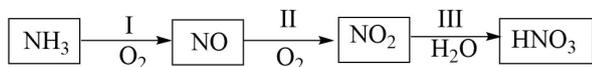
(4) 单质 Sn 的制备：将 SnO₂ 与焦炭充分混合后，于惰的气氛中加热至 800°C，由于固体之间反应慢，未明显发生反应。若通入空气在 800°C 下，SnO₂ 能迅速被还原为单质 Sn，通入空气的作用是_____。

16. HNO₃ 是一种重要的工业原料。可采用不同的氮源制备 HNO₃。

(1) 方法一：早期以硝石(含 NaNO₃)为氮源制备 HNO₃，反应的化学方程式为：

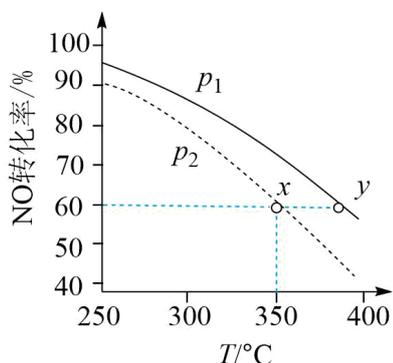


(2) 方法二：以 NH₃ 为氮源催化氧化制备 HNO₃，反应原理分三步进行。

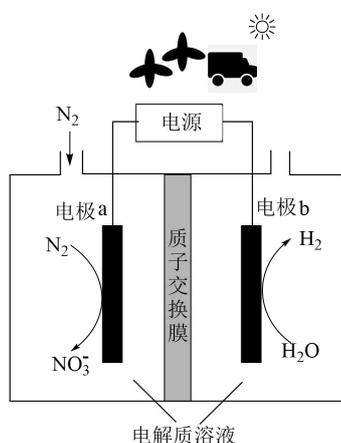


① 第 I 步反应的化学方程式为_____。

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 为氮源直接制备 HNO_3 ，其原理示意图如下。

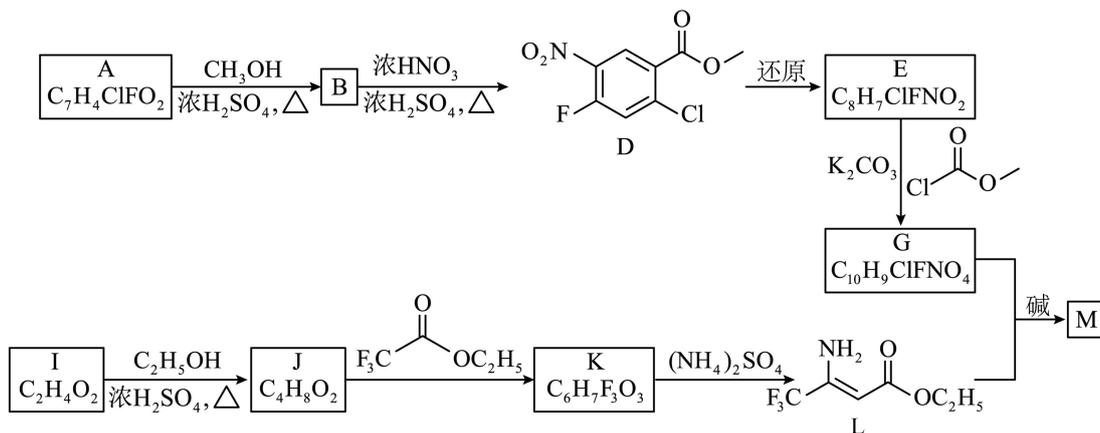


①电极 a 表面生成 NO_3^- 的电极反应式：_____。

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. 除草剂苯嘧磺草胺的中间体 M 合成路线如下。

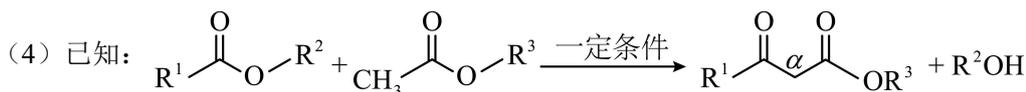


(1) D 中含氧官能团的名称是_____。

(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

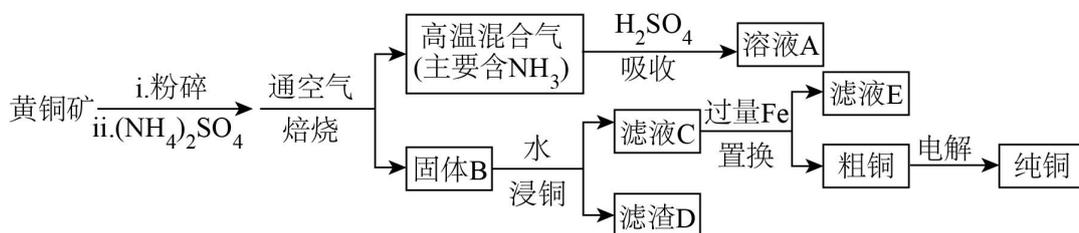


①K 的结构简式是_____。

②判断并解释 K 中氟原子对 α-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_____。

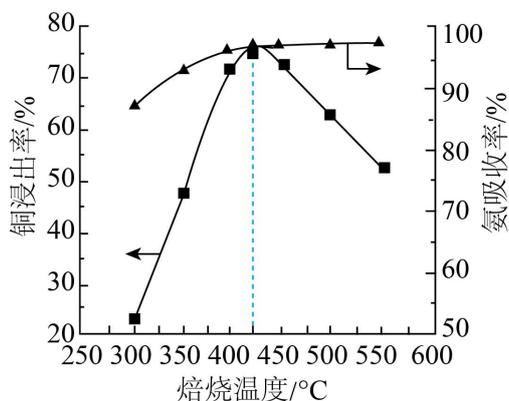
18. 利用黄铜矿(主要成分为 CuFeS_2 ，含有 SiO_2 等杂质)生产纯铜，流程示意图如下。



(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;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.某小组同学向 $\text{pH}=1$ 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	一段时间后,溶液逐渐变为蓝绿色,固体中未检测到Fe单质

	Cu	
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 $K_3[Fe(CN)_6]$ 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。

ii. 查阅资料： $0.5mol \cdot L^{-1} Fe^{3+}$ 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_____。

2024年普通高中学业水平等级性考试(北京卷)

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 题答案】

【答案】A

【2 题答案】

【答案】A

【3 题答案】

【答案】D

【4 题答案】

【答案】C

【5 题答案】

【答案】D

【6 题答案】

【答案】D

【7 题答案】

【答案】B

【8 题答案】

【答案】D

【9 题答案】

【答案】D

【10 题答案】

【答案】B

【11 题答案】

【答案】B

【12 题答案】

【答案】C

【13 题答案】

【答案】C

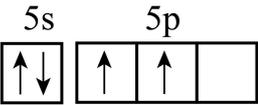
【14 题答案】

【答案】B

第二部分

本部分共 5 题，共 58 分。

【15 题答案】

【答案】(1)  (2) ①. 平面三角形 ②. sp^3 杂化

(3) ①. 4 ②. $\frac{v_2}{4v_1}$

(4) 与焦炭在高温下反应生成 CO，CO 将 SnO_2 还原为单质 Sn

【16 题答案】

【答案】(1) 难挥发性

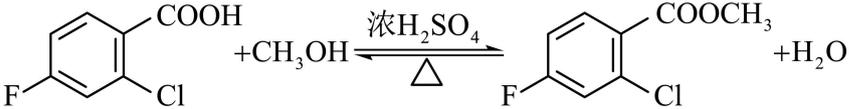
(2) ①. $4NH_3 + 5O_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4NO + 6H_2O$ ②. $2NO + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$ ，该反应正向气体分子总数减小，同温时， p_1 条件下 NO 转化率高于 p_2 ，故 $p_1 > p_2$ ，x、y 点转化率相同，此时压强对容积的影响大于温度对容积的影响

(3) ①. $N_2 - 10e^- + 6H_2O = 2NO_3^- + 12H^+$ ②. 反应 iii 生成 O_2 ， O_2 将 NO 氧化成 NO_2 ， NO_2 更易转化成 NO_3^-

(4) N_2 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

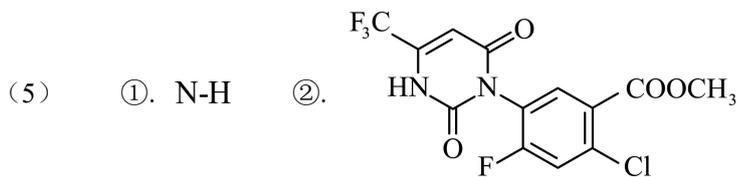
【17 题答案】

【答案】(1) 硝基、酯基

(2)  (3) abc

(4) ①.  ②. 氟原子可增强 α -H 的活泼性，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 的活泼性



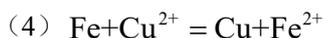
【18 题答案】

【答案】(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， $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 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：

$4\text{CuFeS}_2 + 17\text{O}_2 + 2\text{CuSO}_4 \xrightarrow{\Delta} 6\text{CuO} + 2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{SO}_3$ ， CuFeS_2 和 CuSO_4 转化成难溶于水的 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

【19 题答案】

【答案】(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 ③.

$2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Fe} + 2\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ 或 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$ 、 $2\text{H}^+ + \text{Fe} = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ ④. 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 ⑤. 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