

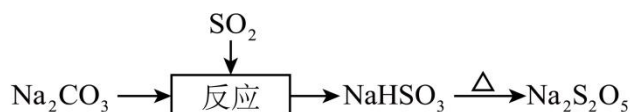
1. (2023·辽宁卷)

“氧化”中，混合气在金属离子的催化作用下产生具有强氧化性的过一硫酸(H_2SO_5)，

1 mol H_2SO_5 中过氧键的数目为_____。

2. 五氧化铬又称过氧化铬，其中 Cr 元素的化合价为+6 价，则每个 CrO_5 分子中存在过氧键的数目为_____个。

3. (2026·江苏南通·一模) 焦亚硫酸钠 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 有强还原性, 可作抗氧化剂。一种制备焦亚硫酸钠的实验流程如图所示。室温下, 已知 $K_{a1}(\text{H}_2\text{SO}_3) = 1.2 \times 10^{-2}$, $K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_3) = 6.0 \times 10^{-8}$, $K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4.5 \times 10^{-7}$, $K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4.5 \times 10^{-11}$ 。下列说法正确的是



A. 通入 SO_2 与 Na_2CO_3 恰好反应生成 Na_2SO_3 、 NaHCO_3 的混合溶液中:

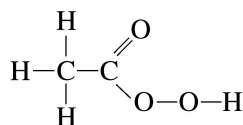
$$c(\text{OH}^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) = c(\text{H}^+) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{SO}_3) + c(\text{H}_2\text{CO}_3)$$

B. 通入 SO_2 至溶液 $\text{pH} = 7$: $c(\text{SO}_3^{2-}) < c(\text{HSO}_3^-)$

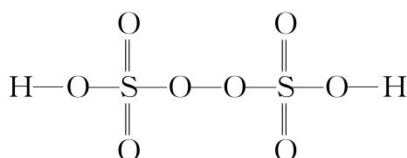
C. 反应 $\text{SO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{HSO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$ 的平衡常数 $K = 1.33 \times 10^3$

D. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 中可能含有过氧键($-\text{O}-\text{O}-$)

过氧乙酸



过二硫酸



16. (2026·云南卷) $\text{HSO}_5^- + \text{SO}_5^{2-} =$

7. (1)五氧化铬又称过氧化铬, 其中 Cr 元素的化合价为+6 价, 则每个 CrO_5 分子中存在过氧键的数目为_____个。

(2)过氧化尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2]$ 是一种白色晶体, 可用于漂白、消毒和增氧剂, 在酸性溶液中过氧化尿素中的过氧化氢与重铬酸钾反应生成较稳定的蓝色过氧化铬(CrO_5), 重铬酸钾与 H_2O_2 反应的离子方程式为_____, 上述反应_____(填“是”或“不是”)氧化还原反应。

11. (2023·辽宁卷) 某工厂采用如下工艺处理镍钴矿硫酸浸取液(含 Ni^{2+} 、 Co^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Mg^{2+} 和 Mn^{2+})。实现镍、钴、镁元素的回收。

已知:

物质	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Co}(\text{OH})_2$	$\text{Ni}(\text{OH})_2$	$\text{Mg}(\text{OH})_2$
----	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

K_{sp}	$10^{-37.4}$	$10^{-14.7}$	$10^{-14.7}$	$10^{-10.8}$
----------	--------------	--------------	--------------	--------------

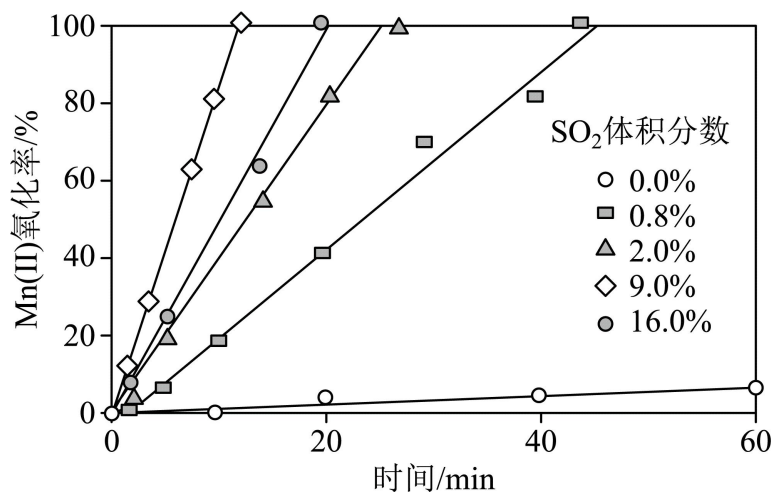
回答下列问题:

(1)用硫酸浸取镍钴矿时,提高浸取速率的方法为_____ (答出一条即可)。

(2)“氧化”中,混合气在金属离子的催化作用下产生具有强氧化性的过一硫酸(H_2SO_5), $1molH_2SO_5$ 中过氧键的数目为_____。

(3)“氧化”中,用石灰乳调节 $pH=4$, Mn^{2+} 被 H_2SO_5 氧化为 MnO_2 , 该反应的离子方程式为_____ (H_2SO_5 的电离第一步完全, 第二步微弱); 滤渣的成分为 MnO_2 、_____ (填化学式)。

(4)“氧化”中保持空气通入速率不变, $Mn(II)$ 氧化率与时间的关系如下。 SO_2 体积分数为_____ 时, $Mn(II)$ 氧化速率最大; 继续增大 SO_2 体积分数时, $Mn(II)$ 氧化速率减小的原因是_____。



(5)“沉钴镍”中得到的 $Co(II)$ 在空气中可被氧化成 $CoO(OH)$, 该反应的化学方程式为_____。

(6)“沉镁”中为使 Mg^{2+} 沉淀完全 ($25^{\circ}C$), 需控制 pH 不低于_____ (精确至 0.1)。

【答案】(1)适当增大硫酸浓度或适当升高温度或将镍钴矿粉碎增大接触面积

(2) N_A

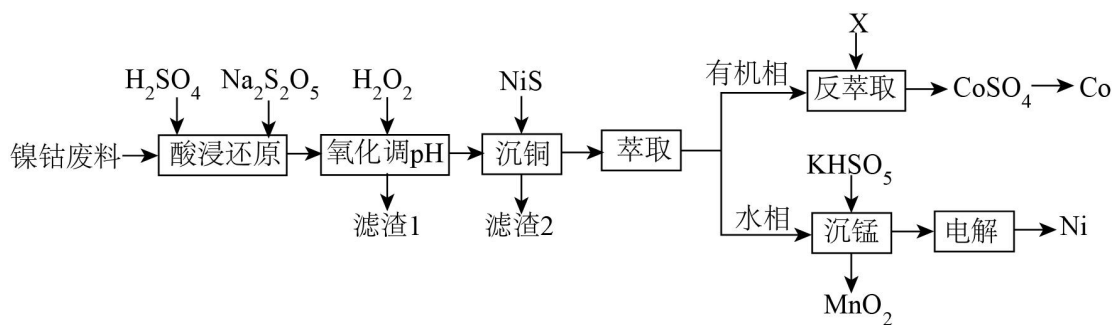
(3) $H_2O + Mn^{2+} + HSO_5^- = MnO_2 + SO_4^{2-} + 3H^+$ $CaSO_4$ 、 $Fe(OH)_3$

(4) 9.0% SO_2 有还原性, 过多将会降低 H_2SO_5 的浓度, 降低 $Mn(II)$ 氧化速率

(5) $4Co(OH)_2 + O_2 = 4CoO(OH) + 2H_2O$

(6)11.1

1. (25-26 高三上·辽宁丹东·期末) 以一种镍钴废料(主要成分为 Co_2O_3 、 CoO 、 NiO , 含少量的 CuO 、 MnO_2 、 Al_2O_3 、 FeO 、 Fe_2O_3 等)为原料回收 Co 、 Ni 的工艺流程如下:



已知：

I．焦亚硫酸钠($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$)是一种常见的食品抗氧化剂。

II．25℃时，部分金属阳离子完全形成氢氧化物沉淀时的 pH 值：

金属离子	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Al^{3+}	Co^{2+}	Ni^{2+}
完全沉淀的 pH	8.3	2.8	4.7	9.3	8.9

III．25℃时，几种硫化物的溶度积常数：

$$K_{sp}(\text{NiS}) = 3.2 \times 10^{-26}; \quad K_{sp}(\text{MnS}) = 2.5 \times 10^{-13}; \quad K_{sp}(\text{CuS}) = 6.4 \times 10^{-36}$$

回答下列问题：

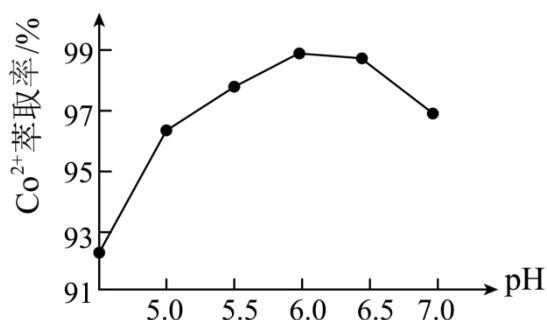
(1)元素 Ni 在周期表中的位置为_____。

(2)“酸浸还原”步骤中， $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 与 Co_2O_3 反应的化学方程式为_____。

(3)“氧化调 pH”时需调 pH 至 5 左右，此过程中温度不易过高的原因是_____。

(4)“沉铜”时发生 $\text{NiS}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CuS}(\text{s}) + \text{Ni}^{2+}(\text{aq})$ ，25℃时，该反应的平衡常数为_____。

(5)“萃取”时常用 HA 作萃取剂，该过程中发生如下反应： $\text{Co}^{2+} + n\text{HA} \rightleftharpoons \text{CoA}_2 \cdot (n-2)\text{HA} + 2\text{H}^+$ ，实验测得 Co^{2+} 萃取率随 pH 的变化如图所示，pH>6.0 后 Co^{2+} 的萃取率随 pH 升高而降低的可能原因是_____。



(6)“反萃取”操作中向有机相中加入的试剂 X 是_____ (填化学式)。

(7)“沉锰”中加入的过一硫酸氢钾(KHSO_5)是一种强氧化剂，1 mol KHSO_5 中含有过氧键为_____ mol。

【答案】(1)第四(或 4)周期第Ⅷ族



(3)防止温度过高, H_2O_2 分解

(4) 5×10^9

(5)当 $\text{pH} > 6.0$ 时, 随着 pH 升高, 溶液中 $c(\text{OH}^-)$ 增大, Co^{2+} 与 OH^- 形成 $\text{Co}(\text{OH})_2$ 沉淀

(6) H_2SO_4

(7)1

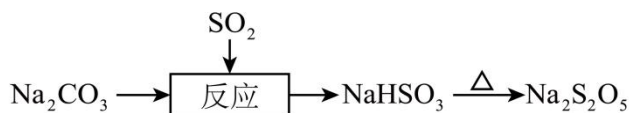
2. (2026·黑龙江哈尔滨·一模)

(1)1 mol $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 中过氧键的数目为_____, 硫原子的杂化方式为_____。

4. (2026·江苏南通·一模) 焦亚硫酸钠 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 有强还原性, 可作抗氧化剂。一种制备焦亚硫酸钠的实验流程如图

所示。室温下, 已知 $K_{a1}(\text{H}_2\text{SO}_3) = 1.2 \times 10^{-2}$, $K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_3) = 6.0 \times 10^{-8}$, $K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4.5 \times 10^{-7}$, $K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4.5 \times 10^{-11}$ 。

下列说法正确的是



A. 通入 SO_2 与 Na_2CO_3 恰好反应生成 Na_2SO_3 、 NaHCO_3 的混合溶液中:

$$c(\text{OH}^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) = c(\text{H}^+) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{SO}_3) + c(\text{H}_2\text{CO}_3)$$

B. 通入 SO_2 至溶液 $\text{pH} = 7$: $c(\text{SO}_3^{2-}) < c(\text{HSO}_3^-)$

C. 反应 $\text{SO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{HSO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$ 的平衡常数 $K = 1.33 \times 10^3$

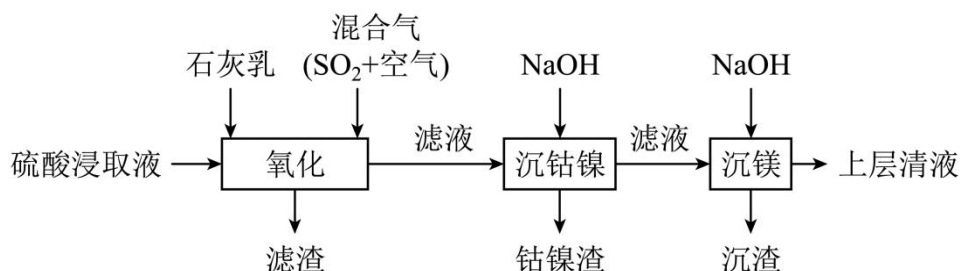
D. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 中可能含有过氧键($-\text{O}-\text{O}-$)

【答案】B

5. (2025·湖北宜昌·模拟预测) 某工厂采用如下工艺处理镍钴矿硫酸浸取液(含 Ni^{2+} 、 Co^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Mg^{2+} 和 Mn^{2+}),

实现镍、钴、镁元素的回收。已知混合气在金属离子的催化作用下产生具有强氧化性的过一硫酸(H_2SO_5), H_2SO_5 可

将 Mn^{2+} 氧化为 MnO_2 。下列说法错误的是

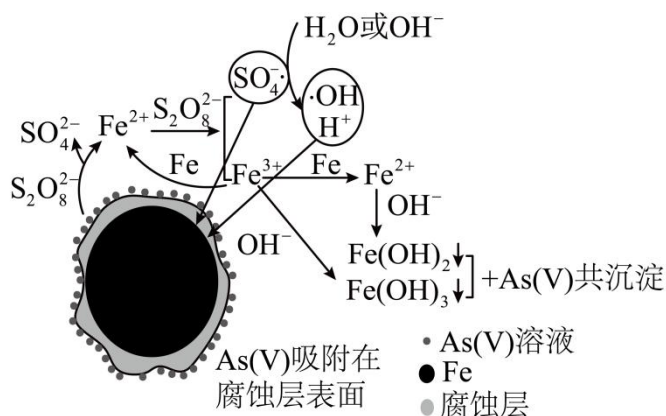


A. “滤渣”的主要成分为 MnO_2 、 CaSO_4 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$

- B. 第三电离能: $\text{Fe} > \text{Mn}$
- C. $1 \text{ mol H}_2\text{SO}_5$ 中过氧键的数目为 N_A
- D. 混合气中 $n(\text{SO}_2):n(\text{O}_2)$ 过大时, Mn^{2+} 的氧化率可能会降低

【答案】B

6. (25-26 高三上·福建厦门·开学考试)《环境科学》曾刊发我国科研部门采用零价铁活化过二硫酸钠($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$, 其中 S 为 +6 价)去除废水中的正五价砷的研究成果, 其反应机理模型如图下列说法不正确的是



- A. $1 \text{ mol SO}_4^{\cdot-}$ (自由基) 中含 $49 N_A$ 个电子
- B. pH 越大, 越不利于去除废水中的正五价砷
- C. 1 mol 过二硫酸钠中含 N_A 个过氧键
- D. 转化过程中, 若共有 $1 \text{ mol S}_2\text{O}_8^{2-}$ 被还原, 则参加反应的 Fe 约为 37.3 g

【答案】B

7. (2026·安徽淮北·二模) 下列关于物质性质或应用解释错误的是

选项	性质或应用	解释
A	金刚石硬度大	碳碳键键能高, 不易断裂
B	$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 氧化性强	存在过氧键
C	MgO 的熔点比 NaCl 高	MgO 的离子键更强
D	石墨烯导电性优良	存在离域 π 电子

- A. A B. B C. C D. D

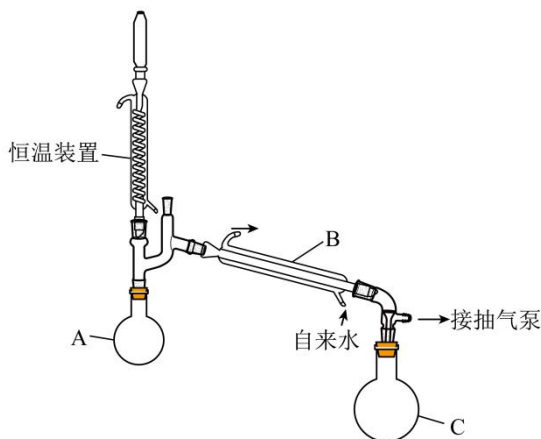
【答案】A

8. (24-25 高三上·辽宁大连·期中) 过氧乙酸($\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$)是一种无色透明液体, 常用于漂白和

消毒，氧化性比 H_2O_2 强，与酸性 KMnO_4 相近。某课外实验小组同学用 75% H_2O_2 溶液与乙酸酐制备高浓度过氧乙酸，并对其含量进行测定，实验过程如下。

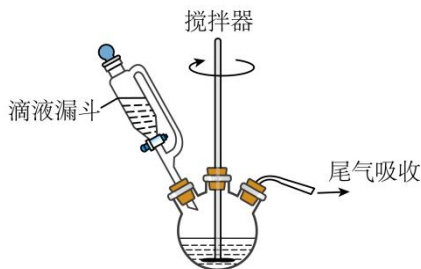
制备原理： $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{浓硫酸}} \text{CH}_3\text{COOOH} + \text{CH}_3\text{COOH}$ 。

I. H_2O_2 的浓缩：将 30% H_2O_2 溶液浓缩至 75% (H_2O_2 沸点 150.2°C)，装置如下图所示(橡胶管、支持仪器和及抽气泵已省略)：



(1) 仪器 B 的名称 _____，浓 H_2O_2 溶液主要在 _____ 烧瓶中得到(填“A”或“C”)。

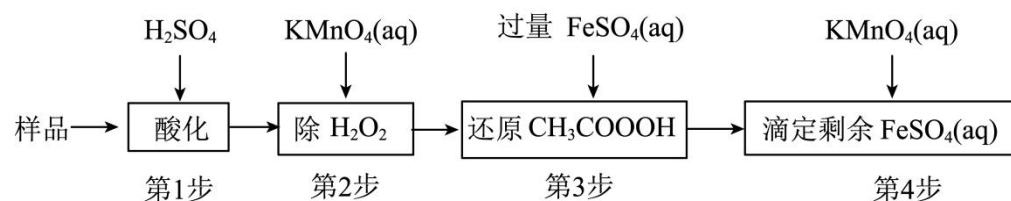
II. 过氧乙酸的制备：如图所示，搅拌器不断搅拌下，向三颈烧瓶中加入 45mL 乙酸酐，逐步滴加 75% H_2O_2 溶液 25mL (过量)，再加 1mL 浓硫酸，搅拌 4 小时，室温静置 15 小时即得 47% 的过氧乙酸溶液。



(2) 该实验采用水浴加热的目的 _____。

(3) 乙酸酐与 H_2O_2 反应的尾气可以用 _____ 吸收。

III. 过氧乙酸(含杂质)的含量测定：取适量样品按下图所示步骤依次进行实验，测定过氧乙酸的含量。



(4) ①第 2 步滴加 KMnO_4 溶液恰好除尽 H_2O_2 的实验现象是 _____。

②第 3 步中过氧乙酸可被 Fe^{2+} 还原为乙酸，其离子方程式为 _____。

③若实验中所取样品种体积为 $V_0\text{mL}$ ，第 3 步中加入 $c_1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{FeSO}_4$ 溶液 $V_1\text{mL}$ ，第 4 步滴定中消耗 $c_2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KMnO}_4$ 溶

液 $V_2\text{mL}$ ，则过氧乙酸含量为_____ $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

【答案】(1) 直形冷凝管 A

(2)受热均匀；防止温度过高过氧化氢分解

(3)NaOH 溶液

(4) 溶液刚好变为浅红色，且半分钟内不褪色 $\text{CH}_3\text{COOOH} + 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$

$$\frac{38(c_1 V_1 - 5c_2 V_2)}{V_0}$$

9. (2026·河北廊坊·一模) N_A 为阿伏加德罗常数的值，下列说法正确的是

A. $20\text{g D}_2^{16}\text{O}$ 中含有的质子数为 $12N_A$

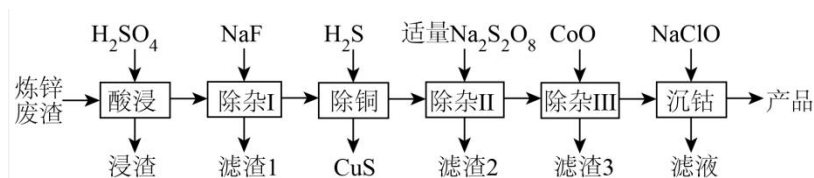
B. $2.0\text{L pH}=13$ 的 NaOH 溶液中含 OH^- 的数目为 $0.2N_A$

C. 1mol CrO_5 (Cr 的化合价为 +6) 含过氧键的数目为 $2N_A$

D. 标准状况下， 22.4L HF 含分子数为 N_A

【答案】C

10. (25-26 高三上·四川绵阳·期中) 钴在新能源、新材料领域的核心用途集中在电池材料和高温合金。某炼锌废渣含有钙、镁、铅、铜、铁、钴、锰的+2 价氧化物及铜的单质。从该废渣中提取钴的一种流程如下：



回答下列问题：

(1)钴元素位于元素周期表第_____周期、第_____族。

(2)浸渣的成分除铜外，还有_____。

(3)“除铜”步骤中，发生反应的化学方程式为_____。

(4)“除杂 II”步骤得到的滤渣 2 是 MnO_2 ，适量 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 的作用有_____。 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 中含有过氧键“-O-O-”，则其中-1 价和-2 价氧的原子个数之比为_____。

(5)“除杂 III”步骤需加入 CoO 调节 $\text{pH}=4$ ，该步骤反应的离子方程式为_____。

(6)“沉钴”步骤得到的产品是 $\text{Co}(\text{OH})_3$ ，产生的滤液应该返回到_____步骤。

【答案】(1) 四 VIII

(2) CaSO_4 、 PbSO_4

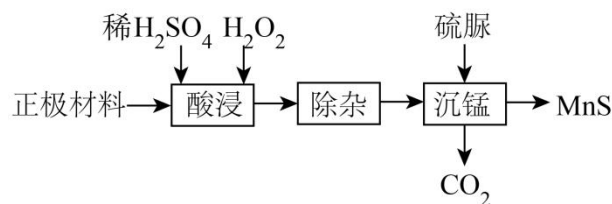
(3) $\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{S} = \text{CuS}\downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4$

(4) 将 Mn^{2+} 转化为 MnO_2 除去；将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} 1: 3

(5) $3\text{CoO} + 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} = 3\text{Co}^{2+} + 2\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow$ 或 $3\text{CoO} + \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}^+ = 3\text{Co}^{2+} + \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow$

(6)酸浸

12. (2026·陕西榆林·模拟预测) MnS 是锰的一种重要化合物, 可用于制备光催化剂。一种应用废旧锂离子电池正极材料(含 LiMn_2O_4 及炭黑、铝箔等)制备 MnS 的过程如下:



(1)基态 Mn 原子的价电子排布式为_____。

(2)①“酸浸”后锰元素以 Mn^{2+} 形式存在, 请写出 LiMn_2O_4 发生的化学反应方程式_____。

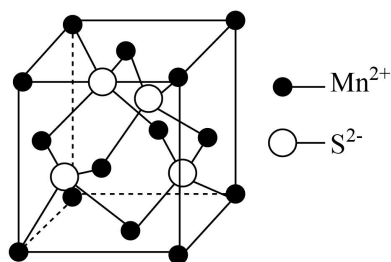
②“沉锰”前, 需测定 MnSO_4 溶液的浓度。测定过程需用到试剂 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, 已知 S 为 +6 价, 则 $1\text{ mol } (\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 含的过氧键数目为_____。

(3)已知硫脲的结构简式为 $\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{S}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{NH}_2$, 则“沉锰”过程中发生的反应类型为_____ (填“氧化还原”或“非氧化还原”)。

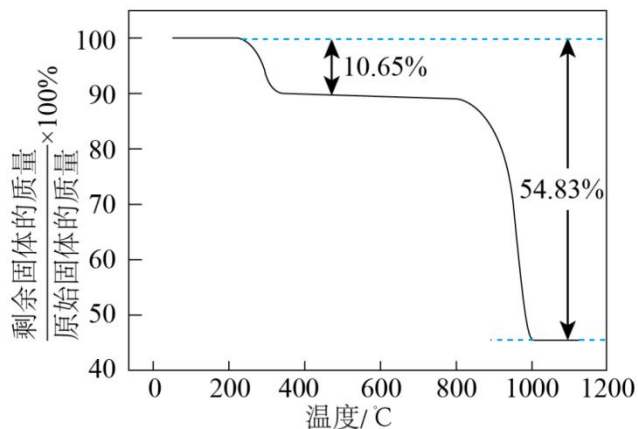
(4) MnS 纳米材料可用于光催化降解四环素类抗生素。在光照条件下, MnS 能促进水体中的 H_2O 或 OH^- 转化为 $\cdot\text{OH}$, $\cdot\text{OH}$ 分解四环素分子。

① $\cdot\text{OH}$ 具有_____ (填“氧化性”或“还原性”), 理由是_____。

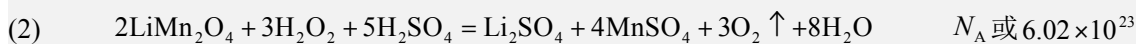
②已知 MnS 的一种立方晶胞结构如图所示。晶体中 Mn^{2+} 周围最邻近的 S^{2-} 数目为_____。



(5) MnSO_4 溶液还可以经过系列操作后得到 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 晶体, 在真空中加热分解 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 测得固体的质量随温度变化如下图所示。真空热解 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的温度为 600°C 时的产物为_____。[已知: $M(\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O})=169\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$]



【答案】(1) $3d^5 4s^2$



(3) 非氧化还原

(4) 氧化性 氧的电负性很大, 且有一个未成对电子, 极易得到电子 4

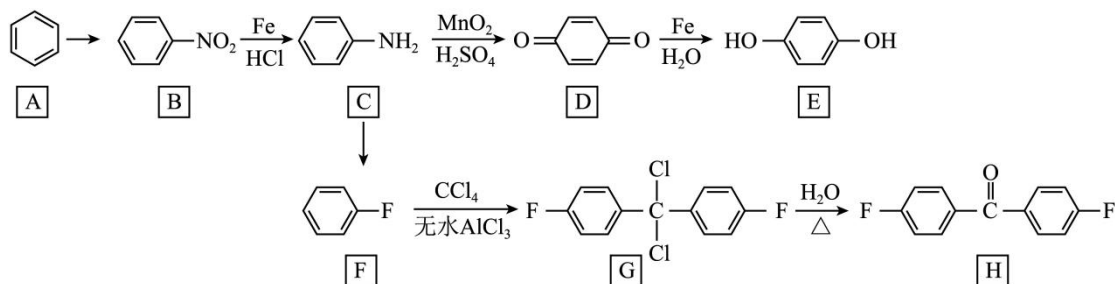
(5) MnSO_4

13. (2026·河北沧州·二模) 过二硫酸($\text{HO}-\text{S}(\text{O})_2-\text{O}-\text{O}-\text{S}(\text{O})_2-\text{OH}$)是一种白色晶体, 过二硫酸及其盐在工业上常用作强氧化剂, 如 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KMnO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Y}$ (未配平)。设 N_A 为阿伏加德罗常数的值, 下列说法正确的是

- A. 97 g 过二硫酸中含过氧键数目为 N_A
- B. 135 g $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 完全被还原时转移电子数为 $0.5 N_A$
- C. 反应式中的 Y 为 H_2SO_4
- D. 所有的 Y、 K_2SO_4 均为还原产物

【答案】C

14. (2026·陕西榆林·二模) 有机化合物 E 和 H 是制造特种工程塑料的两种重要单体, 均可以苯为起始原料按下列路线合成(部分反应步骤和条件略去):



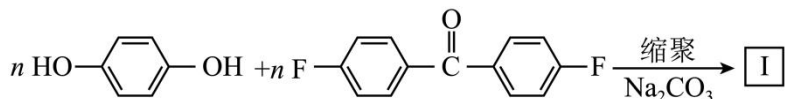
回答下列问题:

(1) C 中官能团名称为_____, B 的名称为_____。

(2) D→E 的反应类型为_____。

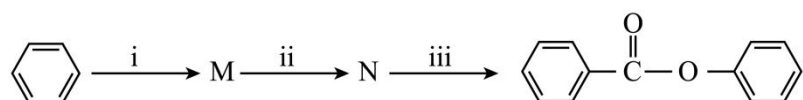
(3)与 F 相比, C 的沸点更高的原因是_____。

(4)已知 E 和 H 在一定条件下缩聚,能生成特种工程塑料 I, 写出 I 的结构简式_____。



(5)脂肪烃衍生物 J 是 E 的同分异构体, 分子中含有甲氧基($-\text{OCH}_3$), 且核磁共振氢谱只有一组峰。J 的结构简式为_____。

(6)已知酮可以被过氧酸(如间氯过氧苯甲酸, MCPBA)氧化为酯: $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R} \xrightarrow{\text{MCPBA}} \text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OR}$ 。以苯为主要原料制备苯甲酸苯酯时, 在反应体系中按先后顺序检测到中间有机物 M、N。



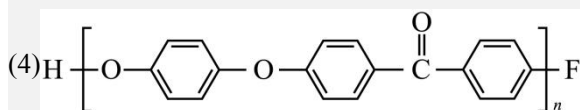
①写出步骤 i 的试剂和条件_____。

②写出步骤 ii 中 M 生成 N 的化学方程式_____。

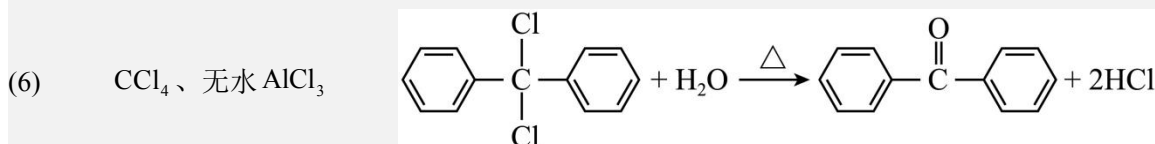
【答案】(1) 氨基 硝基苯

(2)还原反应

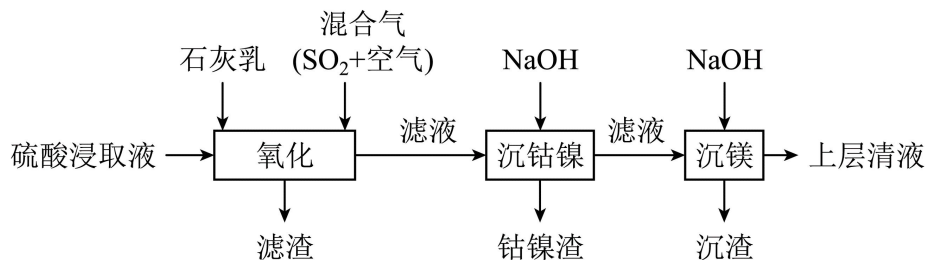
(3)C 分子间存在氢键



(5) $\text{CH}_3\text{O}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{OCH}_3$



15. (2026·江西新余·一模)某工厂采用如下工艺处理镍钴矿硫酸浸取液(含 Ni^{2+} 、 Co^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Mg^{2+} 和 Mn^{2+}), 实现镍、钴、镁元素的回收。已知混合气在金属离子的催化作用下产生具有强氧化性的过氧一硫酸(H_2SO_5), H_2SO_5 可将 Mn^{2+} 氧化为 MnO_2 。下列说法错误的是



A. “滤渣”的主要成分为 MnO_2 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$

B. 第三电离能: $\text{Fe} < \text{Mn}$

C. $1\text{mol H}_2\text{SO}_5$ 中过氧键的数目为 N_A

D. 混合气中 $n(\text{SO}_2):n(\text{O}_2)$ 过大时, Mn^{2+} 的氧化率可能会降低

【答案】A

二、例题

综合题中考点相关部分已标蓝。

1.

三、练习

1.

四、参考答案