

2024年江苏省南京市高考化学模拟试卷（二）

一、单选题

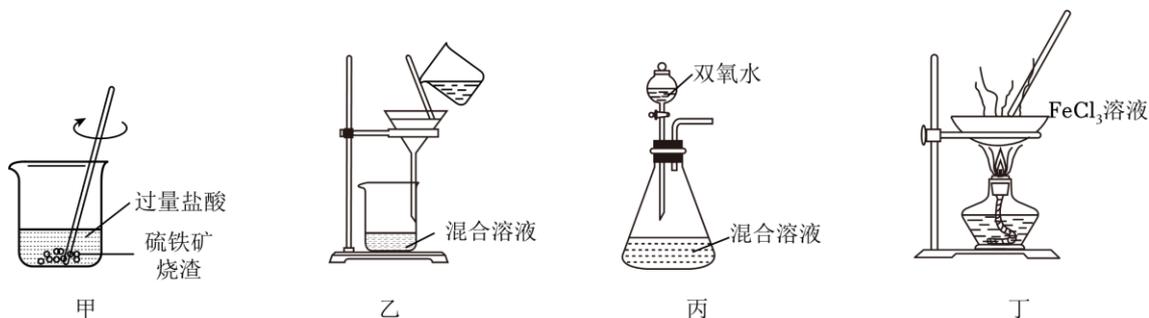
1. 2023年南京大学首次实现了氨基酸的直接检测和区分。氨基酸中不一定含有的元素是（ ）

A. 硫 B. 氧 C. 氮 D. 氢

2. 超硬陶瓷材料氮化硅可由反应 $3\text{SiH}_4 + 4\text{NH}_3 = \text{Si}_3\text{N}_4 + 12\text{H}_2$ 制得。下列说法正确的是（ ）

- A. NH_3 的电子式为 $\text{H}:\overset{\text{H}}{\underset{\cdot\cdot}{\text{N}}}\cdot\text{H}$
- B. SiH_4 为平面正方形结构
- C. H_2 是非极性分子
- D. Si_3N_4 属于分子晶体

3. 实验室由硫铁矿烧渣（含 FeO 、 Fe_2O_3 、 SiO_2 等）制取无水氯化铁的实验原理和装置不能达到实验目的的是（ ）



- A. 用装置甲溶解硫铁矿烧渣
- B. 用装置乙过滤得到含 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 混合溶液
- C. 用装置丙氧化得到 FeCl_3 溶液
- D. 用装置丁蒸干溶液获得无水 FeCl_3
4. 一种超导材料中含 Cu 、 P 、 O 、 S 等元素。下列说法正确的是（ ）
- A. 原子半径: $r(\text{P}) > r(\text{S}) > r(\text{O})$
- B. 第一电离能: $I_1(\text{O}) > I_1(\text{S}) > I_1(\text{P})$
- C. 酸性强弱: $\text{H}_3\text{PO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_4$
- D. 基态 Cu 原子 $3d$ 轨道上有 9 个电子

氮的常见氢化物有氨 (NH_3) 和肼 (N_2H_4)。 Mg_3N_2 与水反应可产生 NH_3 ，液氨发生微弱电离产生 NH_2^- ，

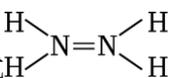
液氨能与碱金属（如 Na 、 K ）反应产生 H_2 。 NH_3 中一个 H 被 $-\text{NH}_2$ 取代可得 N_2H_4 ，常温下 N_2H_4 为液体，具有很高的燃烧热 ($622.1\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)。以硫酸为电解质，通过催化电解可将 N_2 转化为 N_2H_4 ；碱性

条件下, NaClO 氧化 NH₃ 也可制备 N₂H₄。

5. 下列说法正确的是 ()

A. N₂ 中 σ 键与 π 键的数目比例为 1: 1

B. 液氨电离可表示为: $2\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{NH}_2^-$

C. N₂H₄ 的结构式 

D. Mg₃N₂ 中存在 Mg 与 N₂ 之间的强烈相互作用

6. 下列化学反应表示正确的是 ()

A. 肼在氧气中燃烧: $\text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = 622.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

B. 液氨与钠反应: $2\text{Na} + 2\text{NH}_3 = 2\text{NaNH}_2 + \text{H}_2 \uparrow$

C. NaClO 氧化 NH₃ 制备 N₂H₄: $4\text{NH}_3 + \text{ClO}^- + 2\text{OH}^- = 2\text{N}_2\text{H}_4 + \text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O}$

D. 电解法制备 N₂H₄ 的阴极反应: $\text{N}_2 + 4\text{H}^+ - 4\text{e}^- = \text{N}_2\text{H}_4$

7. 下列物质结构与性质或物质性质与用途不具有对应关系的是 ()

A. NH₃ 分子间存在氢键, NH₃ 极易溶于水

B. 液氨汽化时吸收大量的热, 可用作制冷剂

C. N₂H₄ 中 N 原子能与 H⁺ 形成配位键, N₂H₄ 的水溶液呈碱性

D. N₂H₄ 具有还原性, 可用作燃料电池的燃料

8. 铁及其化合物的转化具有重要应用。下列说法正确的是 ()

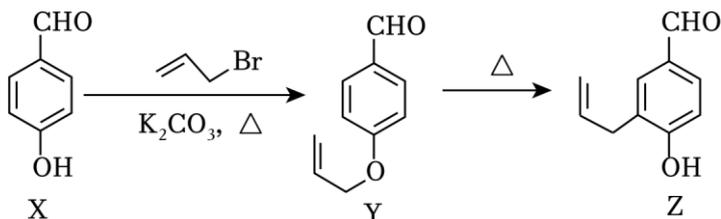
A. 工业制硫酸涉及的物质转化: $\text{FeS}_2 \xrightarrow[\text{高温}]{\text{O}_2} \text{SO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_2\text{SO}_4$

B. 实验室制溴苯涉及的物质转化: $\text{Fe} \xrightarrow{\text{Br}_2} \text{FeBr}_2, \text{C}_6\text{H}_6 \xrightarrow[\text{FeBr}_2]{\text{Br}_2} \text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$

C. 利用高温水蒸气处理铁器的化学方程式: $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$

D. 利用铁粉从 AgCl 中获取 Ag 的离子方程式: $\text{Fe} + 2\text{Ag}^+ = \text{Fe}^{2+} + 2\text{Ag}$

9. 化合物 Z 是一种有机合成中的重要中间体, 其部分合成路线如图, 下列说法正确的是 ()



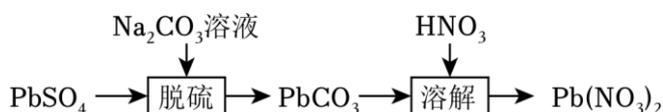
A. Y 与 Z 分子均存在顺反异构体

- B. 用酸性高锰酸钾溶液鉴别 X 和 Y
- C. X、Y、Z 三种物质中，Y 在水中的溶解度最大
- D. Z 与足量 H₂ 加成后的产物中有 3 个手性碳原子
10. 对于反应 2SO₂ (g) + O₂ (g) ⇌ 2SO₃ (g)，下列有关说法正确的是 ()
- A. 该反应的 ΔS > 0
- B. 该反应平衡常数的表达式为 $K = \frac{c(\text{SO}_3)}{c(\text{SO}_2)c(\text{O}_2)}$
- C. 反应中每消耗 22.4L O₂ (标准状况)，转移电子数约为 2 × 6.02 × 10²³
- D. 温度不变，提高 c_{起始}(O₂) 或增大反应压强，均能提高反应速率和 SO₂ 的转化率
11. 探究 NaClO 溶液的性质，下列实验方案能达到探究目的的是 ()

选项	探究目的	实验方案
A	检验 NaClO 溶液中的 Na ⁺	用洁净的铂丝蘸取少量 NaClO 溶液，在酒精灯上灼烧，透过蓝色钴玻璃观察火焰颜色
B	检验 NaClO 溶液的氧化性	将 NaClO 溶液滴加到淀粉 KI 溶液中，观察溶液颜色变化
C	检验 NaClO 溶液的 pH	用洁净的玻璃棒蘸取 NaClO 溶液滴在 pH 试纸上，待变色后与标准比色卡比对
D	检验 NaClO 溶液的还原产物	将少量 NaClO 溶液与 FeCl ₂ 充分反应后，滴加硝酸酸化的硝酸银溶液，观察沉淀产生情况

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

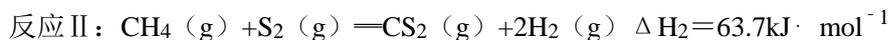
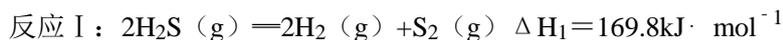
12. 室温下，通过矿物中 PbSO₄ 获得 Pb(NO₃)₂ 的过程如图：



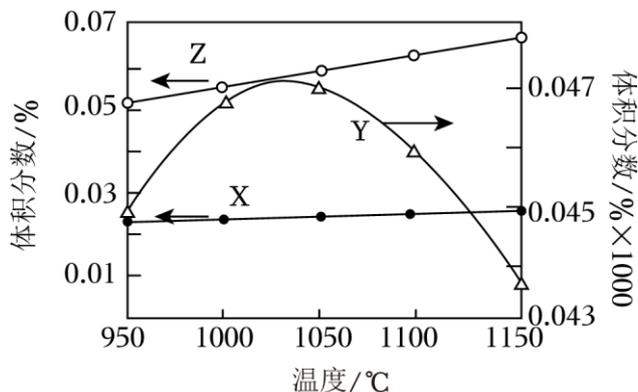
已知：K_{sp}(PbSO₄) = 1.6 × 10⁻⁸，K_{sp}(PbCO₃) = 7.4 × 10⁻¹⁴。下列说法正确的是 ()

- A. Na₂CO₃ 溶液中：c(OH⁻) < c(H⁺) + c(HCO₃⁻) + c(H₂CO₃)
- B. 反应 PbSO₄ + CO₃²⁻ ⇌ PbCO₃ + SO₄²⁻ 正向进行，需满足 $\frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} > \frac{8}{37} \times 10^6$
- C. “脱硫”后上层清液中：2c(SO₄²⁻) + c(OH⁻) = c(Na⁺) + c(H⁺)
- D. PbCO₃ 悬浊液加入 HNO₃ “溶解”过程中，溶液中 CO₃²⁻ 浓度逐渐减小

13. 采用热分解法脱除沼气中的 H_2S 过程中涉及的主要反应为



保持 100kPa 不变, 将 H_2S 与 CH_4 按 2: 1 体积比投料, 并用 N_2 稀释, 在不同温度下反应达到平衡时, 所得 H_2 、 S_2 与 CS_2 的体积分数如题图所示。下列说法正确的是 ()



- A. 反应 $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g}) = \text{CS}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g})$ 的 $\Delta H = 106.1\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B. 曲线 Y 代表的是 CS_2 的平衡体积分数
- C. 高于 1050°C 时, H_2S 平衡转化率与 CH_4 平衡转化率的差值随温度升高减小
- D. 1050°C 下反应, 增大体系的压强, 平衡后 H_2 的体积分数可能达到 0.07

二、解答题

14. α -FeOOH 在环境保护等领域有广泛应用。

(1) 在 80°C 下, 向 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液中边搅拌边分批加入 NaClO_3 固体, 同时滴加 NaOH 溶液, 使溶液 pH 控制在 4~4.5 之间。一段时间后, 过滤、洗涤得 α -FeOOH 固体。

①制备 1mol α -FeOOH 理论上需要 NaClO_3 的物质的量为 _____ mol; 实际生产过程中所加 NaClO_3 低于理论用量的原因是 _____。

②为检验 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 已被完全氧化, 某同学向过滤所得滤液中滴加酸性 KMnO_4 溶液, 该设计方案不合理的理由是 _____。

(2) α -FeOOH 的结构中, 每个 Fe(III) 与羟基氧和非羟基氧构成了 $\text{FeO}_3(\text{OH})_3$ 八面体, 相同环境的氧原子之间构成正三角形。补充完整该八面体的结构 _____。

(3) α -FeOOH 可用于脱除烟气中的 H_2S 。脱硫、再生过程中可能的物种变化如图 1 所示。生成的 S_8 (结构如图 2 所示) 覆盖在 α -FeOOH 的表面。

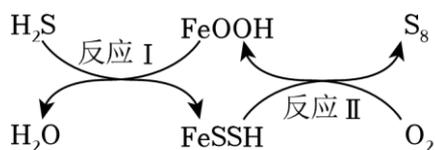


图1

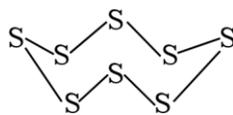


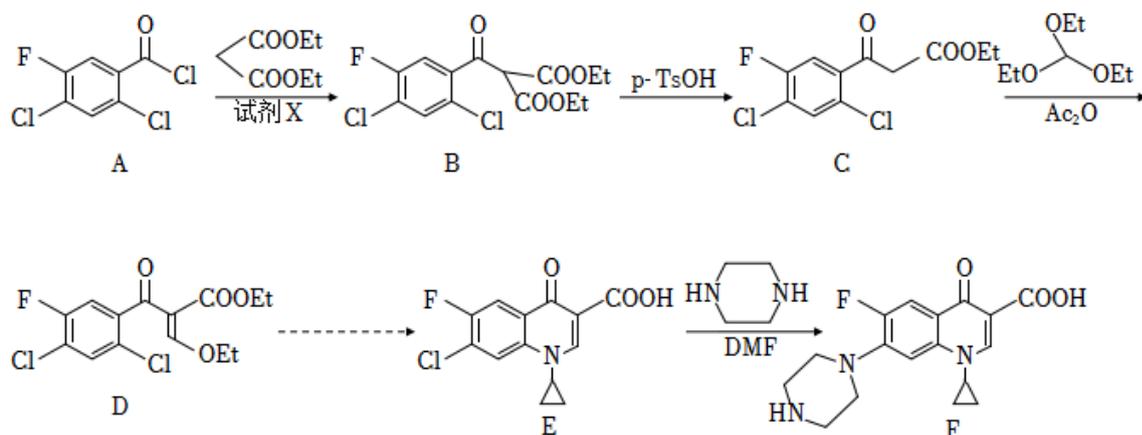
图2

①写出反应 II 的化学方程式: _____。

②工业可使用四氯乙烯 (C₂Cl₄) 溶解 S₈ 并实现与 α - FeOOH 分离。四氯乙烯能溶解 S₈ 的原因是 _____。

③部分环状分子 (如苯) 中由于存在大 π 键, 增强了分子的稳定性。S₈ 分子中不能形成大 π 键的原因是 _____。

15. 化合物 F 是合成药物盐酸环丙沙星的重要中间体, 其合成路线如图:



已知: Et 表示 -CH₂CH₃。

(1) A 分子中处于同一平面上的原子最多有 _____ 个。

(2) 为提高 B 的产率, 试剂 X 可选用 _____ (填序号)。

A. CH₃CH₂ONa

B. CH₃OH

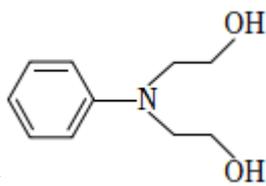
C. HCl

(3) C→D 发生反应: C + (EtO)₃CH → D + 2Y, Y 的结构简式为 _____。

(4) C 的一种同分异构体同时满足下列条件, 写出该同分异构体的结构简式: _____。

卤素原子均直接连在苯环上。在酸性条件下水解, 得到 2 种产物, 2 种产物分子中均含有 2 种不同化学环境的氢原子, 其中一种水解产物能与 FeCl₃ 溶液发生显色反应, 另一水解产物能与 NaHCO₃ 溶液反应生成 CO₂。

(5) 已知: R - NO₂ $\xrightarrow[\text{H}^+]{\text{Fe}}$ R - NH₂



写出以苯和乙烯为原料制备 $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_2$ 的合成路线流程图 _____（无机试剂和有机溶剂任用，合成路线流程图示例见本题题干）。

16. 学习小组利用废银催化剂制备乙炔银 (Ag_2C_2) 和酸性乙炔银 ($\text{Ag}_2\text{C}_2 \cdot n\text{AgNO}_3$)。已知乙炔银和酸性乙炔银在受热时均易发生分解。

(1) 制取乙炔。利用如图装置制取纯净的乙炔。

① 电石与水反应剧烈，为减缓反应速率，在不改变电石用量和大小的情况下，可采取的措施有 _____（写两点）。

② 电石主要含 CaC_2 ，还含有 CaS 等杂质。洗气瓶中 CuSO_4 溶液的作用是 _____。

(2) 制备乙炔银。向含有 $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$ 的溶液中通入乙炔可得到乙炔银沉淀。

① 写出生成乙炔银的化学方程式：_____。

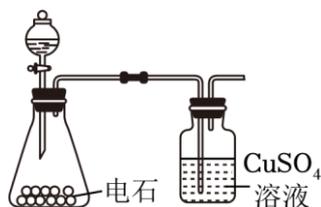
② 补充完整制取乙炔银固体的实验方案：将废银催化剂分批加入浓硝酸中，采用空气搅拌，用稀硝酸和氢氧化钠溶液先后吸收反应产生的废气，过滤除去不溶物，_____，将 Ag_2C_2 转入棕色试剂瓶中。（实验中须使用的试剂有： C_2H_2 、2%氨水、去离子水）。

(3) 制备酸性乙炔银并测定其组成。将乙炔通入硝酸银溶液中可制得酸性乙炔银。反应原理为 $\text{C}_2\text{H}_2 + (n+2)\text{AgNO}_3 = \text{Ag}_2\text{C}_2 \cdot n\text{AgNO}_3 \downarrow + 2\text{HNO}_3$ 。

① 将过滤所得滤渣置于小烧杯中，利用丙酮反复多次冲洗沉淀。检验滤渣已经洗净的实验方案是 _____。

② 准确称取 1.260g 样品，用浓硝酸完全溶解后，定容得 200mL 溶液，取 20.00mL 于锥形瓶中，以 $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 作指示剂，用 $0.05000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{NH}_4\text{SCN}$ 标准溶液进行滴定 ($\text{Ag}^+ + \text{SCN}^- = \text{AgSCN} \downarrow$)，终点时消耗标准溶液的体积为 16.00mL。

滴定终点的现象为 _____。通过计算确定 n 的数值 _____（写出计算过程）。



17. 一种燃煤烟气中 CO_2 的捕集和资源再利用技术可通过如图 1 转化过程实现。

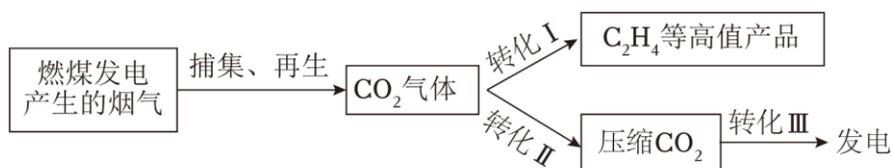


图1

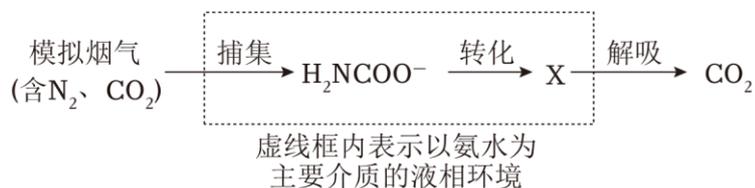


图2

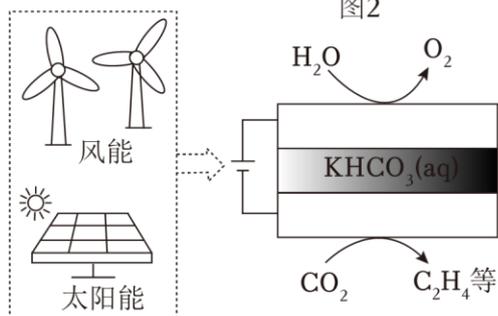
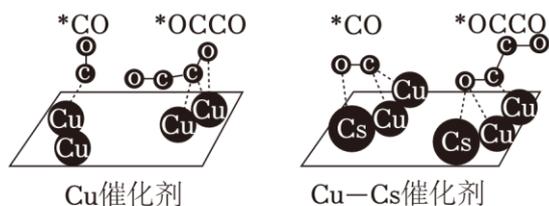
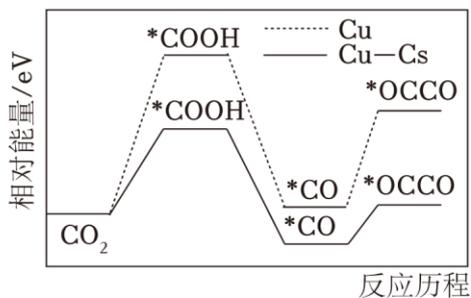


图3



图甲



图乙

图4

转化 I 是利用风/太阳能电厂过剩电力, 将 CO_2 转化为 C_2H_4 等高值产品。

转化 II 是利用风/太阳能电厂过剩电力驱动压缩机压缩 CO_2 。

转化 III 是风/太阳能电厂发电低谷时, 利用压缩 CO_2 推动汽轮机, 带动发电机发电。

(1) 利用氨水可捕集烟气中的 CO_2 捕集、再生过程中含碳物种的变化如图 2 所示。

①液相中 H_2NCOO^- 发生转化: $\text{H}_2\text{NCOO}^- + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{OH}^-} \text{X} + \text{NH}_3$ 。X 的结构式为 _____。

②已知: $\text{Co}^{2+} + 6\text{NH}_3 = \text{Co}(\text{NH}_3)_6^{2+} K_1 = 1 \times 10^5$

$\text{Zn}^{2+} + 4\text{NH}_3 = \text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+} K_2 = 1 \times 10^9$

反应 $2\text{Co}^{2+} + 3\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+} \rightleftharpoons 2\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{2+} + 3\text{Zn}^{2+}$ 的平衡常数 $K =$ _____。

③转化后的溶液通过反应 $\text{NH}_4^+ + \text{X} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 解吸释放 CO_2 。向两份相同的转化后的溶液中分别加入等体积、等浓度的 CoCl_2 和 ZnCl_2 溶液, 加入 CoCl_2 溶液后释放 CO_2 效果更好的原因是 _____。

（2）以过渡金属作催化剂，利用如图 3 所示装置可实现“转化 1”。

①写出阴极表面的电极反应方程式：_____。

②在金属催化剂表面发生 $^*CO_2 \rightarrow ^*C_2H_4$ 转化的过程可能为 $^*CO_2 \rightarrow ^*COOH \rightarrow ^*CO \rightarrow ^*OCCO \rightarrow ^*C_2H_4$ （*表示吸附在催化剂表面）。其中部分物种在催化剂表面的吸附构型如图 4 甲所示，反应历程中的相对能量如图 4 乙所示。与 Cu 催化剂相比，掺杂了 Cs 的 Cu - Cs 复合催化剂更有利于 C_2H_4 的形成，可能原因是_____。

（3）从物质转化与资源综合利用角度分析，本工艺中 CO_2 的捕集和资源再利用技术的优点是_____。

2024年江苏省南京市高考化学模拟试卷（二）

参考答案与试题解析

一、单选题

1. 2023年南京大学首次实现了氨基酸的直接检测和区分。氨基酸中不一定含有的元素是（ ）

- A. 硫 B. 氧 C. 氮 D. 氢

【答案】A

【分析】氨基酸中含有C、H、O、N元素，据此判断。

【解答】解：氨基酸中含有C、H、O、N元素，不含S，故A正确；

故选：A。

2. 超硬陶瓷材料氮化硅可由反应 $3\text{SiH}_4 + 4\text{NH}_3 \rightarrow \text{Si}_3\text{N}_4 + 12\text{H}_2$ 制得。下列说法正确的是（ ）

- A. NH_3 的电子式为 $\text{H}:\overset{\text{H}}{\underset{\cdot\cdot}{\text{N}}}\cdot\text{H}$
- B. SiH_4 为平面正方形结构
- C. H_2 是非极性分子
- D. Si_3N_4 属于分子晶体

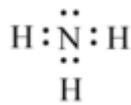
【答案】C

【分析】A. 漏掉氮原子未成键的电子对；

B. 硅烷中硅杂化方式为 sp^3 杂化；

C. 氢气分子正负电荷中心重合；

D. 氮化硅是氮原子与硅原子通过共价键结合成空间网状结构晶体。



【解答】解：A. 氨气是共价化合物，电子式为： $\text{H}:\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{N}}}\cdot\text{H}$ ，故A错误；

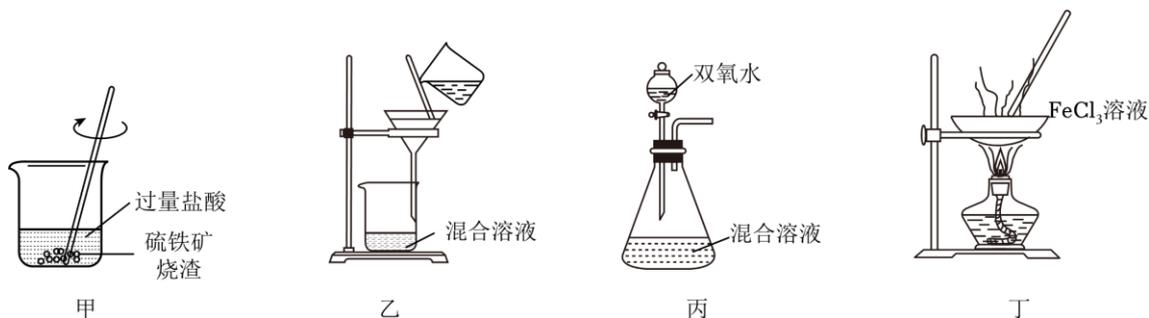
B. 硅烷中硅杂化方式为 sp^3 杂化， SiH_4 为正四面体结构，故B错误；

C. 氢气分子正负电荷中心重合，属于非极性分子，故C正确；

D. 氮化硅是氮原子与硅原子通过共价键结合成空间网状结构晶体，属于共价晶体，故D错误；

故选：C。

3. 实验室由硫铁矿烧渣（含 FeO 、 Fe_2O_3 、 SiO_2 等）制取无水氯化铁的实验原理和装置不能达到实验目的的是（ ）



- A. 用装置甲溶解硫铁矿烧渣
 B. 用装置乙过滤得到含 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 混合溶液
 C. 用装置丙氧化得到 FeCl_3 溶液
 D. 用装置丁蒸干溶液获得无水 FeCl_3

【答案】 D

【分析】 A. FeO 、 Fe_2O_3 均溶于盐酸，二氧化硅不反应；

B. 只有二氧化硅不溶；

C. 过氧化氢氧化亚铁离子；

D. 加热促进铁离子的水解，且生成的盐酸易挥发。

【解答】 解：A. FeO 、 Fe_2O_3 均溶于盐酸，二氧化硅不反应，可在烧杯中溶解，玻璃棒搅拌可加深溶解，故 A 正确；

B. 只有二氧化硅不溶，图中过滤装置可过滤得到含 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 混合溶液，故 B 正确；

C. 过氧化氢氧化亚铁离子，可选装置丙氧化得到 FeCl_3 溶液，故 C 正确；

D. 加热促进铁离子的水解，且生成的盐酸易挥发，应在 HCl 气流中蒸发制备无水氯化铁，故 D 错误；
 故选：D。

4. 一种超导材料中含 Cu 、 P 、 O 、 S 等元素。下列说法正确的是（ ）

A. 原子半径： $r(\text{P}) > r(\text{S}) > r(\text{O})$

B. 第一电离能： $I_1(\text{O}) > I_1(\text{S}) > I_1(\text{P})$

C. 酸性强弱： $\text{H}_3\text{PO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_4$

D. 基态 Cu 原子 3d 轨道上有 9 个电子

【答案】 A

【分析】 A. 电子层数越多原子半径越大，电子层数相同时，原子序数越大半径越小；

B. 同一周期从左到右元素的第一电离能呈增大趋势，IIA、VA 元素的第一电离能大于同周期相邻元素的第一电离能；

C. 非金属越强，最高价氧化物对应水化物的酸性越强；

D. Cu 为 29 号元素，价电子排布式为 $3d^{10}4s^1$ 。

【解答】解：A. 电子层数越多原子半径越大，电子层数相同时，原子序数越大半径越小，则原子半径： $r(P) > r(S) > r(O)$ ，故 A 正确；

B. 同一周期从左到右元素的第一电离能呈增大趋势，IIA、VA 元素的第一电离能大于同周期相邻元素的第一电离能，则第一电离能： $I_1(P) > I_1(S)$ ，故 B 错误；

C. 非金属越强，最高价氧化物对应水化物的酸性越强，非金属性： $P < S$ ，则酸性强弱： $H_3PO_4 < H_2SO_4$ ，故 C 错误；

D. Cu 为 29 号元素，价电子排布式为 $3d^{10}4s^1$ ，3d 轨道上有 10 个电子，故 D 错误；

故选：A。

氮的常见氢化物有氨 (NH_3) 和肼 (N_2H_4)。 Mg_3N_2 与水反应可产生 NH_3 ，液氨发生微弱电离产生 NH_2^- ，

液氨能与碱金属（如 Na、K）反应产生 H_2 。 NH_3 中一个 H 被 $-NH_2$ 取代可得 N_2H_4 ，常温下 N_2H_4 为液体，具有很高的燃烧热 ($622.1 kJ \cdot mol^{-1}$)。以硫酸为电解质，通过催化电解可将 N_2 转化为 N_2H_4 ；碱性条件下，NaClO 氧化 NH_3 也可制备 N_2H_4 。

5. 下列说法正确的是 ()

A. N_2 中 σ 键与 π 键的数目比例为 1: 1

B. 液氨电离可表示为： $2NH_3 \rightleftharpoons NH_4^+ + NH_2^-$

C. N_2H_4 的结构式 $\begin{array}{c} H & & H \\ & \diagdown & / \\ & N=N & \\ & / & \diagdown \\ H & & H \end{array}$

D. Mg_3N_2 中存在 Mg 与 N_2 之间的强烈相互作用

【答案】B

【分析】A. N_2 分子中 N 原子之间以三键结合；

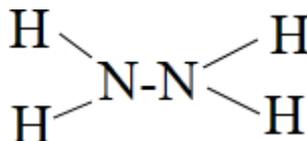
B. 依据水的电离方程式可知液氨的电离方程式；

C. 联氨中氮原子之间为单键；

D. 离子晶体中阴离子和阳离子间存在强烈的静电作用。

【解答】解：A. N_2 分子中含有氮氮三键，三键由 2 个 π 键和 1 个 σ 键构成，即 N_2 中 σ 键与 π 键数目之比为 1: 2，故 A 错误；

B. 依据水的电离方程式可知，液氨的电离方程式可表示为 $2NH_3 \rightleftharpoons NH_4^+ + NH_2^-$ ，故 B 正确；



C. 根据 N 原子的成键特点， N_2H_4 的结构式为： $\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{N}-\text{N} & \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$ ，故 C 错误；

D. Mg_3N_2 晶体为离子晶体，其中存在 Mg^{2+} 与 N^{3-} 之间强烈的相互作用，故 D 错误；

故选：B。

6. 下列化学反应表示正确的是（ ）

A. 肼在氧气中燃烧： $\text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = 622.1 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

B. 液氨与钠反应： $2\text{Na} + 2\text{NH}_3 = 2\text{NaNH}_2 + \text{H}_2 \uparrow$

C. NaClO 氧化 NH_3 制备 N_2H_4 ： $4\text{NH}_3 + \text{ClO}^- + 2\text{OH}^- = 2\text{N}_2\text{H}_4 + \text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O}$

D. 电解法制备 N_2H_4 的阴极反应： $\text{N}_2 + 4\text{H}^+ - 4\text{e}^- = \text{N}_2\text{H}_4$

【答案】B

【分析】A. 肼在氧气中燃烧是放热反应， $\Delta H < 0$ ，另燃烧热是生成稳定产物的热效应；

B. 液氨与钠反应，生成 NaNH_2 和氢气；

C. NaClO 氧化 NH_3 制备 N_2H_4 ，N 元素由 -3 价升高为 -2 价，Cl 元素由 +1 价降低为 -1 价；

D. 阴极反应是得到电子的反应，阳极反应是失去电子的反应。

【解答】解：A. 肼在氧气中燃烧： $\text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -622.1 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，故 A 错误；

B. 液氨与钠反应，生成 NaNH_2 和氢气，化学方程式为： $2\text{Na} + 2\text{NH}_3 = 2\text{NaNH}_2 + \text{H}_2 \uparrow$ ，故 B 正确；

C. NaClO 氧化 NH_3 制备 N_2H_4 ，方程式为： $2\text{NH}_3 + \text{ClO}^- = \text{N}_2\text{H}_4 + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ ，故 C 错误；

D. 电解法制备 N_2H_4 的阴极反应： $\text{N}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- = \text{N}_2\text{H}_4$ ，故 D 错误；

故选：B。

7. 下列物质结构与性质或物质性质与用途不具有对应关系的是（ ）

A. NH_3 分子间存在氢键， NH_3 极易溶于水

B. 液氨汽化时吸收大量的热，可用作制冷剂

C. N_2H_4 中 N 原子能与 H^+ 形成配位键， N_2H_4 的水溶液呈碱性

D. N_2H_4 具有还原性，可用作燃料电池的燃料

【答案】A

【分析】A. NH_3 分子与水分子之间存在氢键，另氨气与水分子都是极性分子，符合相似相溶原理；

B. 氨气的沸点较高，易液化为液氨，液氨汽化时吸热；

C. N_2H_4 中 N 原子有孤电子对, 可以与 H^+ 形成配位键;

D. N_2H_4 中 N 元素为 -2 价, 化合价可以升高, 被氧化。

【解答】解: A. NH_3 分子与水分子之间存在氢键, 不是氨气分子间存在氢键, 另氨气与水分子都是极性分子, 促进 NH_3 极易溶于水, 故 A 错误;

B. 氨气的沸点较高, 易液化为液氨, 液氨汽化时吸收大量的热, 可用作制冷剂, 故 B 正确;

C. N_2H_4 中 N 原子有孤电子对, 可以与 H^+ 形成配位键, 促进水的电离, 故 N_2H_4 的水溶液呈碱性, 故 C 正确;

D. N_2H_4 中 N 元素为 -2 价, 化合价可以升高, 具有还原性, 可用作燃料电池的燃料, 故 D 正确;
故选: A。

8. 铁及其化合物的转化具有重要应用。下列说法正确的是 ()

A. 工业制硫酸涉及的物质转化: $\text{FeS}_2 \xrightarrow[\text{高温}]{\text{O}_2} \text{SO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_2\text{SO}_4$

B. 实验室制溴苯涉及的物质转化: $\text{Fe} \xrightarrow{\text{Br}_2} \text{FeBr}_2$, $\text{C}_6\text{H}_6 \xrightarrow[\text{FeBr}_2]{\text{Br}_2} \text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$

C. 利用高温水蒸气处理铁器的化学方程式: $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$

D. 利用铁粉从 AgCl 中获取 Ag 的离子方程式: $\text{Fe} + 2\text{Ag}^+ = \text{Fe}^{2+} + 2\text{Ag}$

【答案】C

【分析】A. 工业制硫酸过程中的物质转化黄铁矿煅烧生成二氧化硫, 二氧化硫催化剂加热反应生成三氧化硫, 三氧化硫和水反应生成硫酸;

B. 溴具有强氧化性, 与铁反应生成溴化铁;

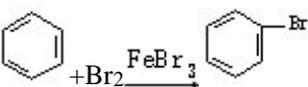
C. Fe 与水蒸气反应, 生成四氧化三铁和氢气;

D. AgCl 不能拆。

【解答】解: A. 工业制硫酸过程中的物质转化: $\text{FeS}_2 (\text{s}) \xrightarrow[\text{高温}]{\text{O}_2} \text{SO}_2 (\text{g}) \xrightarrow[\Delta]{\text{O}_2} \text{SO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{aq})$,

故 A 错误;

B. 溴具有强氧化性, 与铁反应生成溴化铁, 方程式为 $3\text{Br}_2 + 2\text{Fe} = 2\text{FeBr}_3$, 实验室用液溴和苯在催化剂

作用下制溴苯:  + HBr , 故 B 错误;

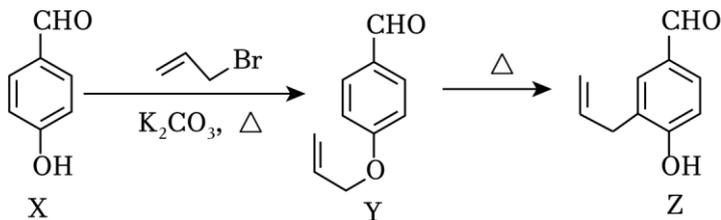
C. Fe 与水蒸气反应, 生成四氧化三铁和氢气, 反应的化学方程式为 $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} (\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$,

故 C 正确;

D. AgCl 是难溶物, 不能拆, 故 D 错误;

故选: C。

9. 化合物 Z 是一种有机合成中的重要中间体, 其部分合成路线如图, 下列说法正确的是 ()



- A. Y 与 Z 分子均存在顺反异构体
 B. 用酸性高锰酸钾溶液鉴别 X 和 Y
 C. X、Y、Z 三种物质中, Y 在水中的溶解度最大
 D. Z 与足量 H_2 加成后的产物中有 3 个手性碳原子

【答案】 D

【分析】 A. 碳碳双键的碳原子上连接不同基团时存在顺反异构;

B. 醛基、羟基、碳碳双键均可被酸性高锰酸钾氧化;

C. X 含羟基、醛基, 且烃基部分最小;

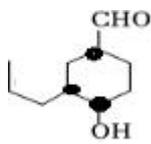
D. 连接 4 个不同基团的碳原子为手性碳原子。

【解答】 解: A. 碳碳双键的碳原子上连接不同基团时存在顺反异构, 则 Y 与 Z 分子均不存在顺反异构体, 故 A 错误;

B. X、Y 均含醛基, 且酚羟基、碳碳双键, 均使酸性高锰酸钾褪色, 不能鉴别, 故 B 错误;

C. X 含羟基、醛基, 且烃基部分最小, 则 X 在水中的溶解度最大, 故 C 错误;

D. 连接 4 个不同基团的碳原子为手性碳原子, 则 Z 与足量 H_2 加成后的产物中有 3 个手性碳原子, 图



中黑球表示的 3 个碳原子为手性碳原子, 故 D 正确;

故选: D。

10. 对于反应 $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$, 下列有关说法正确的是 ()

A. 该反应的 $\Delta S > 0$

B. 该反应平衡常数的表达式为 $K = \frac{c(SO_3)}{c(SO_2)c(O_2)}$

C. 反应中每消耗 22.4L O_2 (标准状况), 转移电子数约为 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$

D. 温度不变, 提高 $c_{起始}(O_2)$ 或增大反应压强, 均能提高反应速率和 SO_2 的转化率

【答案】D

【分析】A. 反应为气体体积减小的反应；

B. 化学平衡常数 $K = \frac{\text{生成物平衡浓度幂次方乘积}}{\text{反应物平衡浓度幂次方乘积}}$ ；

C. 反应中镁消耗 1molO_2 ，电子转移 4mol ；

D. 增大浓度、增大压强、升高温度都可以提高反应速率，平衡正向进行可以提高二氧化硫的转化率。

【解答】解：A. $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ ，反应前后气体体积减小，反应的 $\Delta S < 0$ ，故 A 错误；

B. $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ ，该反应平衡常数的表达式为 $K = \frac{c^2(\text{SO}_3)}{c^2(\text{SO}_2) \times c(\text{O}_2)}$ ，故 B 错误；

C. 反应中每消耗 22.4LO_2 （标准状况），消耗氧气物质的量 $n(\text{O}_2) = \frac{22.4\text{L}}{22.4\text{L/mol}} = 1\text{mol}$ ，转移电子数约为 $4 \times 6.02 \times 10^{23}$ ，故 C 错误；

D. 温度不变，提高 $c_{\text{起始}}(\text{O}_2)$ 或增大反应压强，平衡正向进行，均能提高反应速率和 SO_2 的转化率，故 D 正确；

故选：D。

11. 探究 NaClO 溶液的性质，下列实验方案能达到探究目的的是（ ）

选项	探究目的	实验方案
A	检验 NaClO 溶液中的 Na^+	用洁净的铂丝蘸取少量 NaClO 溶液，在酒精灯上灼烧，透过蓝色钴玻璃观察火焰颜色
B	检验 NaClO 溶液的氧化性	将 NaClO 溶液滴加到淀粉 KI 溶液中，观察溶液颜色变化
C	检验 NaClO 溶液的 pH	用洁净的玻璃棒蘸取 NaClO 溶液滴在 pH 试纸上，待变色后与标准比色卡比对
D	检验 NaClO 溶液的还原产物	将少量 NaClO 溶液与 FeCl_2 充分反应后，滴加硝酸酸化的硝酸银溶液，观察沉淀产生情况

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】B

【分析】A. 钠元素的焰色为黄色，可直接观察；

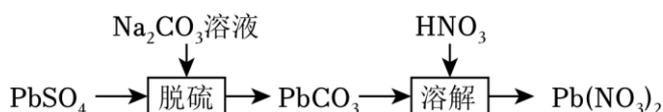
B. NaClO 氧化 KI 生成碘，淀粉遇碘变蓝；

C. NaClO 溶液可使 pH 试纸褪色；

D. FeCl_2 含氯离子, 与硝酸银反应生成白色沉淀。

- 【解答】**解: A. 钠元素的焰色为黄色, 可直接观察, 不需要透过蓝色钴玻璃观察, 故 A 错误;
 B. NaClO 氧化 KI 生成碘, 淀粉遇碘变蓝, 溶液变蓝可知 NaClO 溶液具有氧化性, 故 B 正确;
 C. NaClO 溶液可使 pH 试纸褪色, 应选 pH 计测定, 故 C 错误;
 D. FeCl_2 含氯离子, 与硝酸银反应生成白色沉淀, 不能检验 NaClO 溶液的还原产物, 故 D 错误;
 故选: B。

12. 室温下, 通过矿物中 PbSO_4 获得 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 的过程如图:



已知: $K_{\text{sp}}(\text{PbSO}_4) = 1.6 \times 10^{-8}$, $K_{\text{sp}}(\text{PbCO}_3) = 7.4 \times 10^{-14}$ 。下列说法正确的是 ()

- A. Na_2CO_3 溶液中: $c(\text{OH}^-) < c(\text{H}^+) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3)$
 B. 反应 $\text{PbSO}_4 + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{PbCO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$ 正向进行, 需满足 $\frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} > \frac{8}{37} \times 10^6$
 C. “脱硫”后上层清液中: $2c(\text{SO}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-) = c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)$
 D. PbCO_3 悬浊液加入 HNO_3 “溶解”过程中, 溶液中 CO_3^{2-} 浓度逐渐减小

【答案】D

- 【分析】**A. 根据 Na_2CO_3 溶液中存在电荷守恒和物料守恒关系分析判断;
 B. 反应正向进行, 则浓度熵 $Q < K$;
 C. “脱硫”后上层清液中还含有 CO_3^{2-} 、 Pb^{2+} ;
 D. PbCO_3 悬浊液加入 HNO_3 “溶解”过程中生成 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 、 CO_2 气体和 H_2O 。

【解答】解: A. Na_2CO_3 溶液中电荷守恒和物料守恒关系分别为 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-})$ 、 $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{H}_2\text{CO}_3) + 2c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-})$, 则 $c(\text{OH}^-) = c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}^+) + 2c(\text{H}_2\text{CO}_3) > c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{CO}_3)$, 故 A 错误;

B. 反应 $\text{PbSO}_4 + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{PbCO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$ 的平衡常数 $K = \frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{PbSO}_4)}{K_{\text{sp}}(\text{PbCO}_3)} = \frac{1.6 \times 10^{-8}}{7.4 \times 10^{-14}} =$

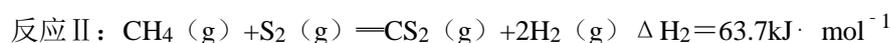
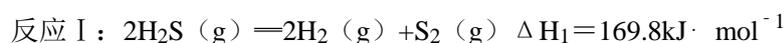
$\frac{8}{37} \times 10^5$, 若反应正向碱性时浓度熵 $Q < K$, 即 $Q = \frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} < \frac{8}{37} \times 10^5$, 故 B 错误;

C. PbCO_3 存在沉淀溶解平衡,“脱硫”后上层清液中还含有 CO_3^{2-} 、 Pb^{2+} , CO_3^{2-} 水解生成 HCO_3^- , 则“脱硫”后上层清液中存在的电荷守恒关系为 $2c(\text{CO}_3^{2-}) + 2c(\text{SO}_4^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{Na}^+) + 2c(\text{Pb}^{2+})$, 故 C 错误;

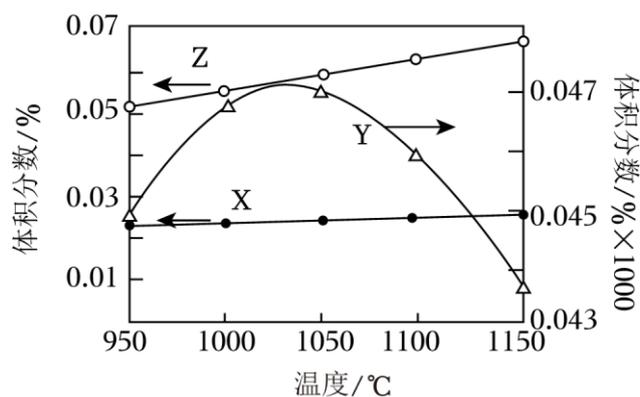
D. PbCO_3 悬浊液加入 HNO_3 “溶解”过程中生成 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 、 CO_2 气体和 H_2O , 溶液逐渐澄清, 则“溶解”过程中溶液中 CO_3^{2-} 浓度逐渐减小, 故 D 正确;

故选: D。

13. 采用热分解法脱除沼气中的 H_2S 过程中涉及的主要反应为



保持 100kPa 不变, 将 H_2S 与 CH_4 按 2: 1 体积比投料, 并用 N_2 稀释, 在不同温度下反应达到平衡时, 所得 H_2 、 S_2 与 CS_2 的体积分数如题图所示。下列说法正确的是 ()



A. 反应 $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g}) = \text{CS}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g})$ 的 $\Delta H = 106.1\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

B. 曲线 Y 代表的是 CS_2 的平衡体积分数

C. 高于 1050°C 时, H_2S 平衡转化率与 CH_4 平衡转化率的差值随温度升高减小

D. 1050°C 下反应, 增大体系的压强, 平衡后 H_2 的体积分数可能达到 0.07

【答案】 C

【分析】 A. 反应 I: $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) = 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1 = +169.8\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 反应 II: $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g}) = \text{CS}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H_2 = +63.7\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 盖斯定律计算反应 I + 反应 II 得到 $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g}) = \text{CS}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g})$ 的 ΔH ;

B. 反应为吸热反应, 升温平衡正向进行;

C. $1050^\circ\text{C} \sim 1150^\circ\text{C}$ 之间, S_2 与 CS_2 的体积分数差值越来越小;

D. 1050°C 下反应, 反应 I、反应 II 都是气体体积增大的反应, 增大体系压强, 平衡逆向进行。

【解答】解：A. 反应 I： $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g}) \Delta H_1 = +169.8\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，反应 II： $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CS}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \Delta H_2 = +63.7\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，盖斯定律计算反应 I + 反应 II 得到 $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CS}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \Delta H = (+169.8\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) + (+63.7\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = +233.5\text{kJ/mol}$ ，故 A 错误；

B. 升高温度，平衡正向进行， CS_2 的平衡体积分数增大，Y 曲线不符合，Y 为 S_2 的变化曲线，故 B 错误；

C. $1050^\circ\text{C} \sim 1150^\circ\text{C}$ 之间， S_2 与 CS_2 的体积分数差值越来越小，高于 1050°C 时， H_2S 平衡转化率与 CH_4 平衡转化率的差值随温度升高减小，故 C 正确；

D. 1050°C 下反应，反应 I、反应 II 都是气体体积增大的反应，增大体系压强，平衡逆向进行，平衡后 H_2 的体积分数小于 0.07，故 D 错误；

故选：C。

二、解答题

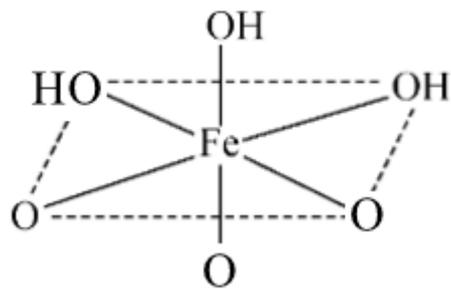
14. α -FeOOH 在环境保护等领域有广泛应用。

(1) 在 80°C 下，向 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液中边搅拌边分批加入 NaClO_3 固体，同时滴加 NaOH 溶液，使溶液 pH 控制在 4~4.5 之间。一段时间后，过滤、洗涤得 α -FeOOH 固体。

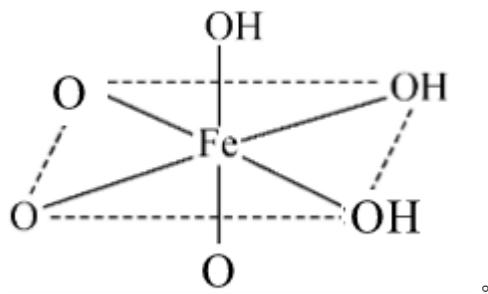
①制备 1mol α -FeOOH 理论上需要 NaClO_3 的物质的量为 $\frac{1}{6}\text{mol}$ ；实际生产过程中所加 NaClO_3 低于理论用量的原因是 少量 Fe^{2+} 被氧气氧化，减少了 NaClO_3 的消耗量。

②为检验 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 已被完全氧化，某同学向过滤所得滤液中滴加酸性 KMnO_4 溶液，该设计方案不合理的理由是 滤液中的 Cl^- 能使酸性 KMnO_4 溶液褪色，干扰 Fe^{2+} 的检验。

(2) α -FeOOH 的结构中，每个 Fe(III) 与羟基氧和非羟基氧构成了 $\text{FeO}_3(\text{OH})_3$ 八面体，相同环



境的氧原子之间构成正三角形。补充完整该八面体的结构 _____ 或 _____



(3) α -FeOOH 可用于脱除烟气中的 H_2S 。脱硫、再生过程中可能的物种变化如图 1 所示。生成的 S_8 (结构如图 2 所示) 覆盖在 α -FeOOH 的表面。

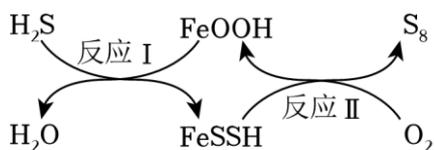


图1

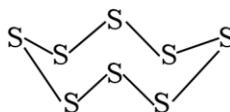


图2

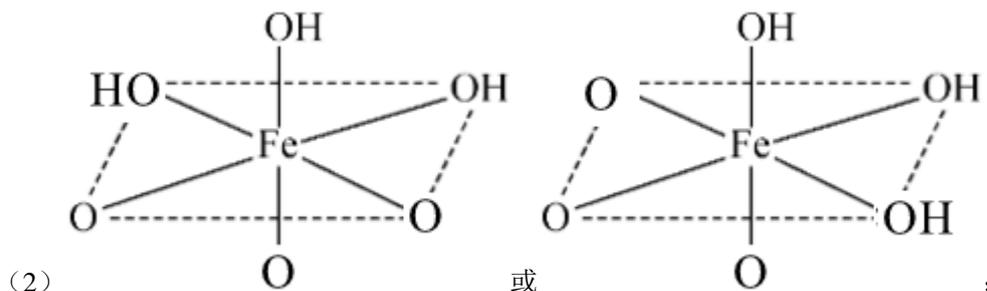
①写出反应 II 的化学方程式: $4\text{FeSSH} + 4\text{O}_2 = 4\text{FeOOH} + \text{S}_8$ 。

②工业可使用四氯乙烯 (C_2Cl_4) 溶解 S_8 并实现与 α -FeOOH 分离。四氯乙烯能溶解 S_8 的原因是 四氯乙烯与 S_8 都是非极性分子, 符合“相似相溶”原理。

③部分环状分子 (如苯) 中由于存在大 π 键, 增强了分子的稳定性。 S_8 分子中不能形成大 π 键的原因是 S_8 中 S 原子采取 sp^3 杂化, 无剩余的 p 轨道用于形成 π 键。

【答案】(1) $\frac{1}{6}$; 少量 Fe^{2+} 被氧气氧化, 减少了 NaClO_3 的消耗量;

②滤液中的 Cl^- 能使酸性 KMnO_4 溶液褪色, 干扰 Fe^{2+} 的检验;



(3) ① $4\text{FeSSH} + 4\text{O}_2 = 4\text{FeOOH} + \text{S}_8$;

②四氯乙烯与 S_8 都是非极性分子, 符合“相似相溶”原理;

③ S_8 中 S 原子采取 sp^3 杂化, 无剩余的 p 轨道用于形成 π 键。

【分析】(1) ①反应方程式为: $6(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 + \text{NaClO}_3 + 12\text{NaOH} = 6\text{FeOOH} + \text{NaCl} + 6\text{Na}_2\text{SO}_4 + 6(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$, 根据 NaClO_3 与 α -FeOOH 的关系式计算制备 1mol α -FeOOH 理论上需要 NaClO_3 的物质的量; Fe^{2+} 能被氧气氧化;

②滤液中 NaCl 能被酸性高锰酸钾溶液氧化而使酸性高锰酸钾溶液褪色;

(2) α -FeOOH 的结构中, 每个 Fe(III) 与羟基氧和非羟基氧构成了 $\text{FeO}_3(\text{OH})_3$ 八面体, 相同环境的氧原子之间构成正三角形;

(3) ①反应 II 的反应物是 FeSSH、 O_2 , 生成物是 FeOOH、 S_8 ;

②非极性分子的溶质易溶于非极性分子的溶剂;

③ S_8 中 S 原子价层电子对个数是 4, 则 S 原子采取 sp^3 杂化, 没有剩余的 p 轨道。

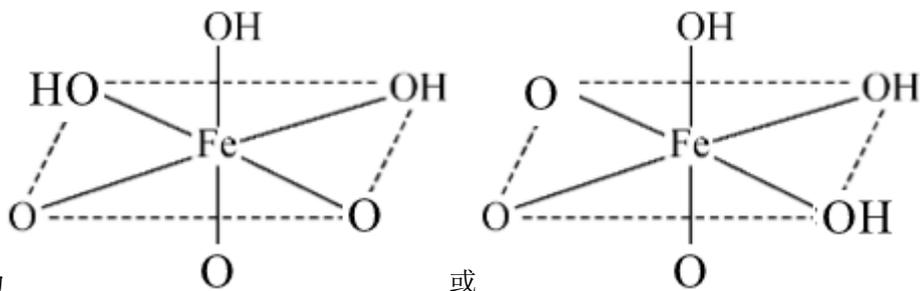
【解答】解: (1) ①反应方程式为: $6(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 + \text{NaClO}_3 + 12\text{NaOH} = 6\text{FeOOH} + \text{NaCl} + 6\text{Na}_2\text{SO}_4 + 6(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$, 根据关系式 $\text{NaClO}_3 \sim 6\text{FeOOH}$ 得制备 1mol α -FeOOH 理论上需要 NaClO_3 的物质的量为 $\frac{1}{6}$ mol; Fe^{2+} 能被氧气氧化, 减少了 NaClO_3 的消耗, 所以实际生产过程中所加 NaClO_3 低于理论用量,

故答案为: $\frac{1}{6}$; 少量 Fe^{2+} 被氧气氧化, 减少了 NaClO_3 的消耗量;

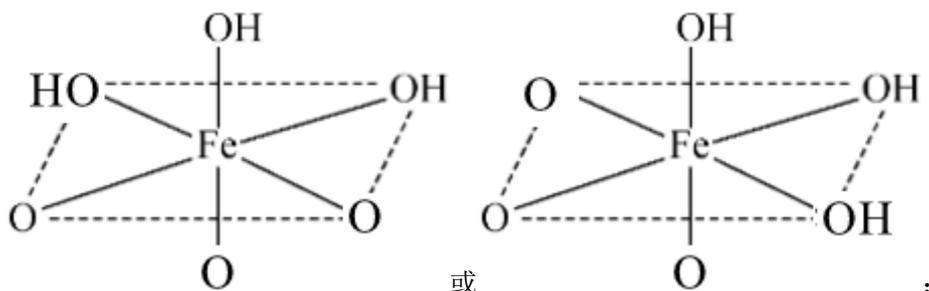
②滤液中 NaCl 能被酸性高锰酸钾溶液氧化而使酸性高锰酸钾溶液褪色, 干扰 Fe^{2+} 的检验, 则该设计方案不合理,

故答案为: 滤液中的 Cl^- 能使酸性 KMnO_4 溶液褪色, 干扰 Fe^{2+} 的检验;

(2) 每个 Fe(III) 与羟基氧和非羟基氧构成了 $\text{FeO}_3(\text{OH})_3$ 八面体, 相同环境的氧原子之间构成正



三角形, 所以其结构为



故答案为:

(3) ①反应 II 的反应物是 FeSSH、 O_2 , 生成物是 FeOOH、 S_8 , 则反应方程为 $4\text{FeSSH} + 4\text{O}_2 = 4\text{FeOOH} + \text{S}_8$,

故答案为: $4\text{FeSSH} + 4\text{O}_2 = 4\text{FeOOH} + \text{S}_8$;

②非极性分子的溶质易溶于非极性分子的溶剂, 四氯乙烯与 S_8 都是非极性分子, 符合“相似相溶”原

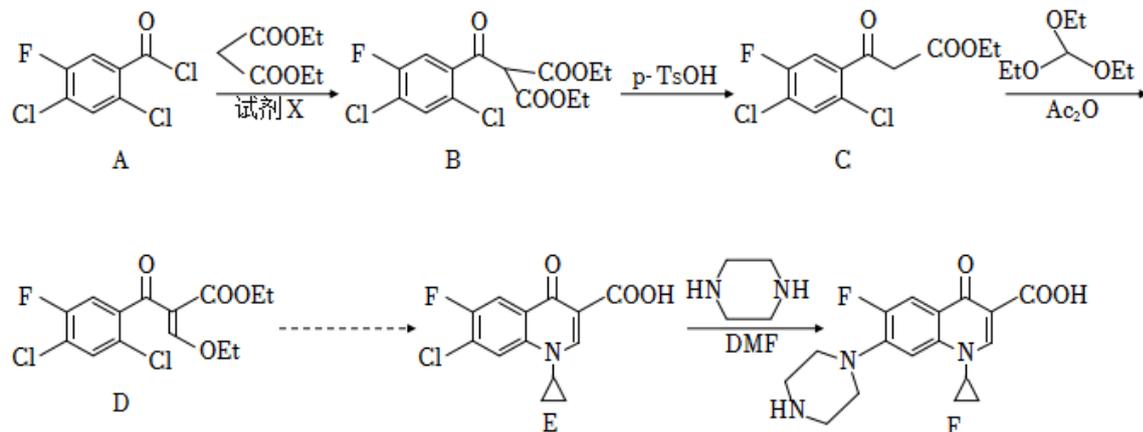
理, 所以工业可使用四氯乙烯 (C_2Cl_4) 溶解 S_8 并实现与 $\alpha - FeOOH$ 分离,

故答案为: 四氯乙烯与 S_8 都是非极性分子, 符合“相似相溶”原理;

③ S_8 中 S 原子价层电子对个数是 4, 则 S 原子采取 sp^3 杂化, 无剩余的 p 轨道用于形成 π 键,

故答案为: S_8 中 S 原子采取 sp^3 杂化, 无剩余的 p 轨道用于形成 π 键。

15. 化合物 F 是合成药物盐酸环丙沙星的重要中间体, 其合成路线如图:



已知: Et 表示 $-CH_2CH_3$ 。

(1) A 分子中处于同一平面上的原子最多有 14 个。

(2) 为提高 B 的产率, 试剂 X 可选用 A (填序号)。

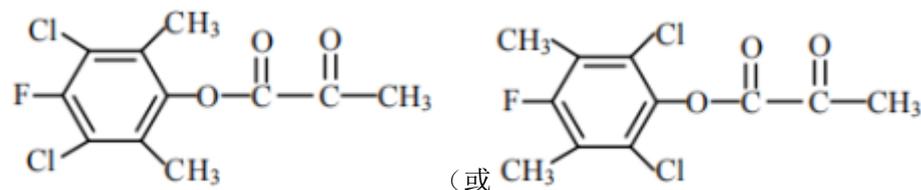
A. CH_3CH_2ONa

B. CH_3OH

C. HCl

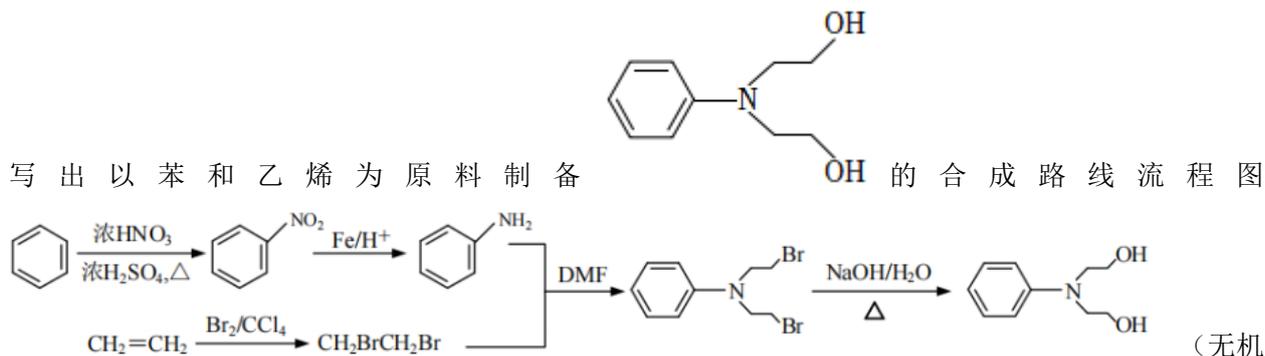
(3) $C \rightarrow D$ 发生反应: $C + (EtO)_3CH \rightarrow D + 2Y$, Y 的结构简式为 CH_3CH_2OH 。

(4) C 的一种同分异构体同时满足下列条件, 写出该同分异构体的结构简式:



在酸性条件下水解, 得到 2 种产物, 2 种产物分子中均含有 2 种不同化学环境的氢原子, 其中一种水解产物能与 $FeCl_3$ 溶液发生显色反应, 另一水解产物能与 $NaHCO_3$ 溶液反应生成 CO_2 。

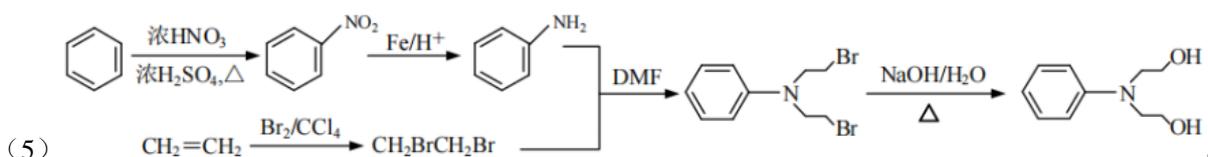
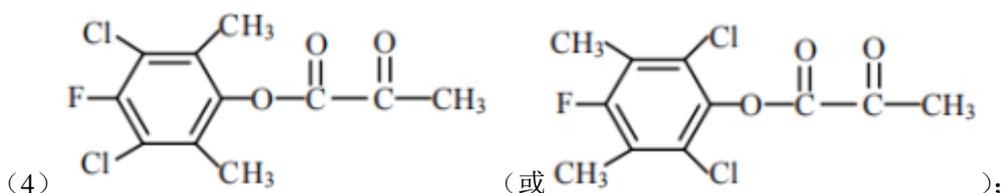
(5) 已知: $R - NO_2 \xrightarrow{Fe/H^+} R - NH_2$



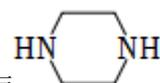
【答案】(1) 14;

(2) A;

(3) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$;

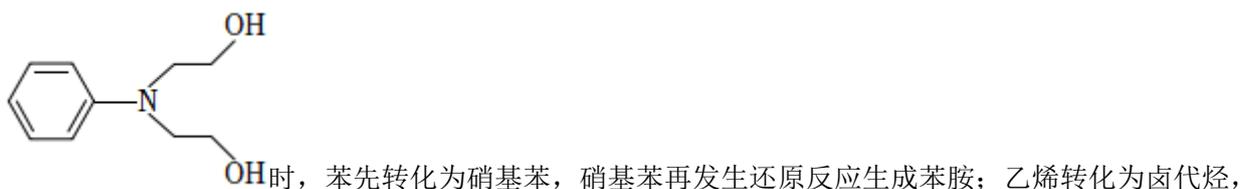


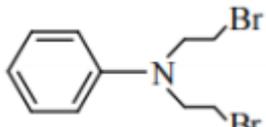
【分析】由图可知, 物质 A 与 X 发生取代反应生成 B 和 HCl, 物质 B 在 p-TsOH 作用下发生断裂碳链生成 C, 物质 C 在 Ac_2O 作用下与 $(\text{EtO})_3\text{CH}$ 生成 D 和 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, 物质 D 经过一系列过程生成 E,

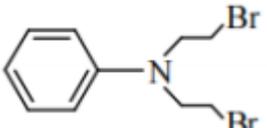
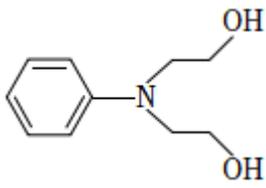
物质 E 在 DMF 作用下与  发生取代反应生成 F 和 HCl, 据此解答 (1) ~ (3);

(4) C 物质的分子式为 $\text{C}_{11}\text{H}_9\text{O}_3\text{Cl}_2\text{F}$, 其一种同分异构体同时满足下列条件: 在酸性条件下水解生成 2 种产物, 一水解产物能与 FeCl_3 溶液发生显色反应、为酚类, 另一水解产物能与 NaHCO_3 溶液反应生成 CO_2 , 为羧酸类, 则该物质含有酯基, 且是羧酸的苯酚酯类, 2 种产物分子中均含有 2 种不同化学环境的氢原子, 则羧酸为 $\text{CH}_3\text{COCO}_2\text{H}$, 另一种产物的卤原子均直接连在苯环上、含有酚羟基 -OH、含有 8 个 C 原子, 则 -F 原子处于 -OH 对位、两个 Cl 原子处于对称位置、2 个 -CH₃ 也处于对称位置;

(5) 根据 E → F 的转化可知, 胺与卤代烃可发生取代反应, 所以以苯和乙烯为原料制备



即先与溴水发生加成反应生成 1, 2 - 二溴乙烷, 二者在 DMF 作用下生成  , 结合

卤代烃水解性质可知,  发生水解反应可得到  , 据此分析解答。

【解答】解: (1) 与苯环直接相接的原子均共平面, 与 C=O 键直接相接的原子均共平面, 所以构成物质 A 的 14 个原子即可共平面, 即 A 分子中处于同一平面上的原子最多有 14 个,

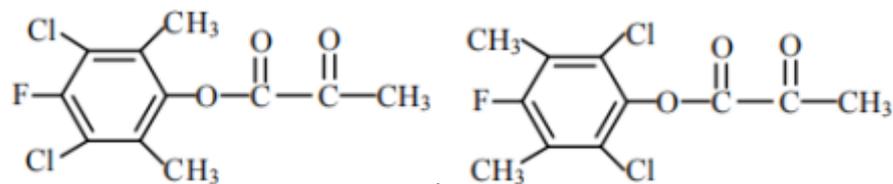
故答案为: 14;

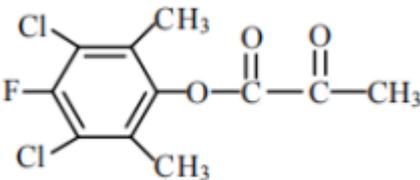
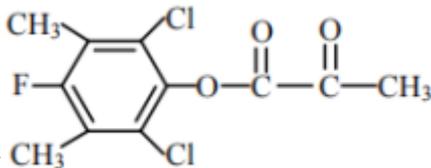
(2) 由流程图可知, 反应为物质 A 转化为 B 时还生成 HCl 气体, HCl 能与乙醇钠反应, 使反应体系中 c(HCl) 降低, 促进反应正向移动, 提高物质 B 的产率, 而甲醇对提高 B 的产率无影响、HCl 可抑制反应正向进行, 所以试剂 X 可选择乙醇钠 (CH₃CH₂ONa),

故答案为: A;

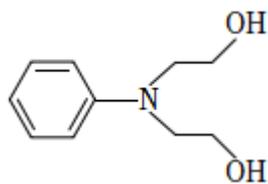
(3) C→D 发生反应: C + (EtO)₃CH → D + 2Y, 结合原子守恒可知, Y 为乙醇, 结构简式为 CH₃CH₂OH, 故答案为: CH₃CH₂OH;

(4) C 物质的一种同分异构体的分子式为 C₁₁H₉O₃Cl₂F, 在酸性条件下水解生成 2 种产物, 一水解产物能与 FeCl₃ 溶液发生显色反应、含有酚羟基, 另一水解产物能与 NaHCO₃ 溶液反应生成 CO₂, 为羧酸类, 则该物质是羧酸的苯酚酯类物质, 且 2 种产物分子中均含有 2 种不同化学环境的氢原子, 则羧酸为 CH₃COCOOH, 另一种产物的卤素原子均直接连在苯环上、含有酚羟基 - OH、含有 2 个 - CH₃, 则 - F 原子处于 - OH 对位、两个 Cl 原子处于对称位置、2 个 - CH₃ 也处于对称位置, 所以其结构简式可能为



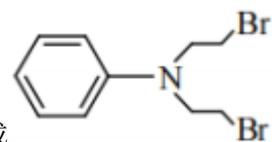
故答案为:  (或 );

(5) 根据 E→F 的转化可知, 胺与卤代烃可发生取代反应, 所以以苯和乙烯为原料制备

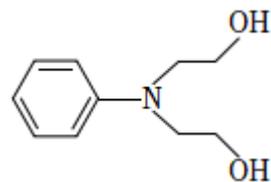


OH的流程为: 苯发生硝化反应生成硝基苯, 硝基苯发生还原反应生成苯胺; 乙烯和

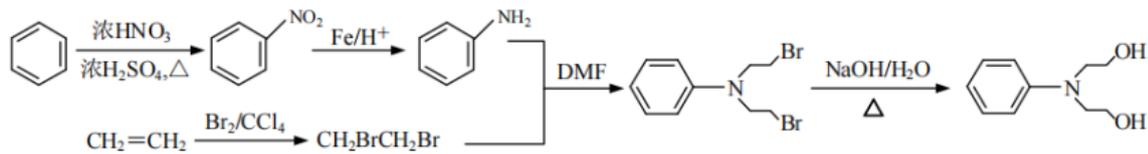
溴水发生加成反应 1,2 - 二溴乙烷, 苯胺和 1,2 - 二溴乙烷在 DMF 作用下生成



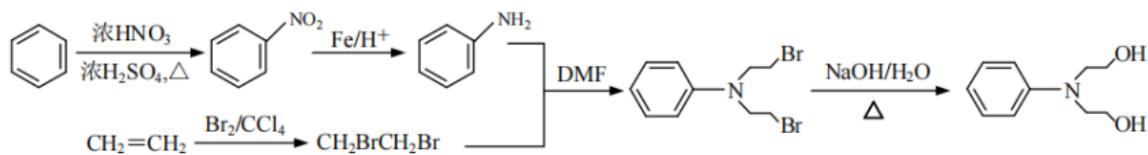
进而在 NaOH 溶液中水解生成



, 即



故 答 案 为 :



16. 学习小组利用废银催化剂制备乙炔银 (Ag_2C_2) 和酸性乙炔银 ($\text{Ag}_2\text{C}_2 \cdot n\text{AgNO}_3$)。已知乙炔银和酸性乙炔银在受热时均易发生分解。

(1) 制取乙炔。利用如图装置制取纯净的乙炔。

①电石与水反应剧烈, 为减缓反应速率, 在不改变电石用量和大小情况下, 可采取的措施有 使用饱和食盐水代替水; 减缓分液漏斗中液体的滴加速率 (写两点)。

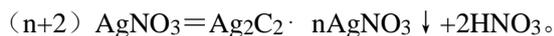
②电石主要含 CaC_2 , 还含有 CaS 等杂质。洗气瓶中 CuSO_4 溶液的作用是 除去 H_2S 气体。

(2) 制备乙炔银。向含有 $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$ 的溶液中通入乙炔可得到乙炔银沉淀。

①写出生成乙炔银的化学方程式: $\text{C}_2\text{H}_2 + 2\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ag}_2\text{C}_2 \downarrow + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

②补充完整制取乙炔银固体的实验方案: 将废银催化剂分批加入浓硝酸中, 采用空气搅拌, 用稀硝酸和氢氧化钠溶液先后吸收反应产生的废气, 过滤除去不溶物, 向滤液中加入 2% 氨水至产生的沉淀溶解, 向所得溶液中通入 C_2H_2 至不再有沉淀生成, 过滤, 用去离子水洗涤滤渣 2~3 次, 常温风干, 将 Ag_2C_2 转入棕色试剂瓶中。(实验中须使用的试剂有: C_2H_2 、2% 氨水、去离子水)。

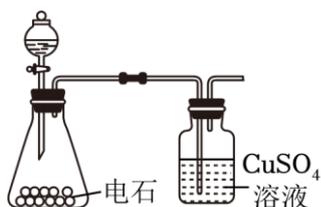
(3) 制备酸性乙炔银并测定其组成。将乙炔通入硝酸银溶液中可制得酸性乙炔银。反应原理为 $\text{C}_2\text{H}_2 +$



①将过滤所得滤渣置于小烧杯中，利用丙酮反复多次冲洗沉淀。检验滤渣已经洗净的实验方案是 将最后一次洗涤液倒入少量的蒸馏水中，用 pH 试纸检测溶液 pH，若溶液呈中性，则沉淀已洗涤干净。

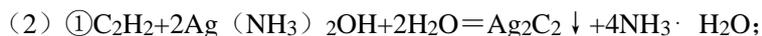
②准确称取 1.260g 样品，用浓硝酸完全溶解后，定容得 200mL 溶液，取 20.00mL 于锥形瓶中，以 $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 作指示剂，用 $0.05000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{NH}_4\text{SCN}$ 标准溶液进行滴定 ($\text{Ag}^+ + \text{SCN}^- = \text{AgSCN} \downarrow$)，终点时消耗标准溶液的体积为 16.00mL。

滴定终点的现象为 加入最后半滴标准液，锥形瓶内液体出现红色，且半分钟内不褪色。通过计算确定 n 的数值 6（写出计算过程）。



【答案】 (1) ①使用饱和食盐水代替水；减缓分液漏斗中液体的滴加速度；

②除去 H_2S 气体；



②向滤液中加入 2%氨水至产生的沉淀溶解，向所得溶液中通入 C_2H_2 至不再有沉淀生成，过滤，用去离子水洗涤滤渣 2~3 次，常温风干；

(3) ①将最后一次洗涤液倒入少量的蒸馏水中，用 pH 试纸检测溶液 pH，若溶液呈中性，则沉淀已洗涤干净；

②加入最后半滴标准液，锥形瓶内液体出现红色，且半分钟内不褪色；6。

【分析】 (1) ①为减缓反应速率，在不改变电石用量和大小的情况下，可以使用饱和食盐水代替水或者减缓分液漏斗中液体的滴加速度；

②洗气瓶中 CuSO_4 溶液与 H_2S 反应生成硫化铜沉淀；



②制取乙炔银固体的实验方案：将废银催化剂分批加入浓硝酸中，采用空气搅拌，用稀硝酸和氢氧化钠溶液先后吸收反应产生的废气，过滤除去不溶物，向滤液中加入 2%氨水至产生的沉淀溶解，向所得溶液中通入 C_2H_2 至不再有沉淀生成，过滤；

(3) ①当沉淀中不再含有硝酸时，沉淀则洗净，所以可以通过检查洗涤液中是否含有氢离子来判断，方法是：将最后一次洗涤液倒入少量的蒸馏水中，用 pH 试纸检测溶液 pH，若溶液呈中性，则沉淀已洗涤干净；

②铁离子结合 SCN^- ，溶液显红色，所以加入最后半滴标准液，锥形瓶内液体出现红色，且半分钟内不褪色，则到滴定终点；根据方程式可知，20mL 溶液中， $n(\text{Ag}^+) = n(\text{SCN}^-) = 0.8 \times 10^{-3} \text{mol}$ 。

【解答】解：（1）①为减缓反应速率，在不改变电石用量和大小的情况下，可以使用饱和食盐水代替水或者减缓分液漏斗中液体的滴加速率，

故答案为：使用饱和食盐水代替水；减缓分液漏斗中液体的滴加速率；

②洗气瓶中 CuSO_4 溶液与 H_2S 反应生成硫化铜沉淀，洗气瓶中 CuSO_4 溶液的作用是除 H_2S ，

故答案为：除去 H_2S 气体；

（2）①向含有 $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$ 的溶液中通入乙炔可得到乙炔银沉淀，方程式为： $\text{C}_2\text{H}_2 + 2\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ag}_2\text{C}_2 \downarrow + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，

故答案为： $\text{C}_2\text{H}_2 + 2\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ag}_2\text{C}_2 \downarrow + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ；

②制取乙炔银固体的实验方案：将废银催化剂分批加入浓硝酸中，采用空气搅拌，用稀硝酸和氢氧化钠溶液先后吸收反应产生的废气，过滤除去不溶物，向滤液中加入 2%氨水至产生的沉淀溶解，向所得溶液中通入 C_2H_2 至不再有沉淀生成，过滤，用去离子水洗涤滤渣 2~3 次，常温风干，将 Ag_2C_2 转入棕色试剂瓶中，

故答案为：向滤液中加入 2%氨水至产生的沉淀溶解，向所得溶液中通入 C_2H_2 至不再有沉淀生成，过滤，用去离子水洗涤滤渣 2~3 次，常温风干；

（3）①当沉淀中不再含有硝酸时，沉淀则洗净，所以可以通过检查洗涤液中是否含有氢离子来判断，方法是：将最后一次洗涤液倒入少量的蒸馏水中，用 pH 试纸检测溶液 pH，若溶液呈中性，则沉淀已洗涤干净，

故答案为：将最后一次洗涤液倒入少量的蒸馏水中，用 pH 试纸检测溶液 pH，若溶液呈中性，则沉淀已洗涤干净；

②铁离子结合 SCN^- ，溶液显红色，所以加入最后半滴标准液，锥形瓶内液体出现红色，且半分钟内不褪色，则到滴定终点；根据方程式可知，20mL 溶液中， $n(\text{Ag}^+) = n(\text{SCN}^-) = 0.8 \times 10^{-3} \text{mol}$ ，则 200mL 溶液中总的银离子的物质的量为 $8 \times 10^{-3} \text{mol}$ ，

$\frac{1.260\text{g}}{(240+170 \cdot n)\text{g/mol}} \times (2+n) = 8 \times 10^{-3} \text{mol}$ ，则 $n = 6$ ，

故答案为：加入最后半滴标准液，锥形瓶内液体出现红色，且半分钟内不褪色；6。

17. 一种燃煤烟气中 CO_2 的捕集和资源再利用技术可通过如图 1 转化过程实现。

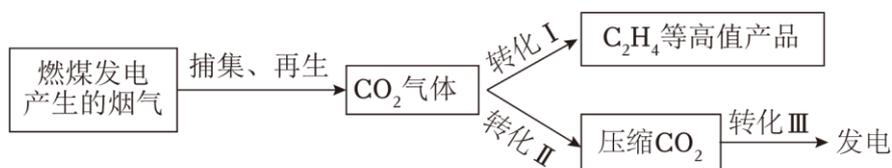


图1

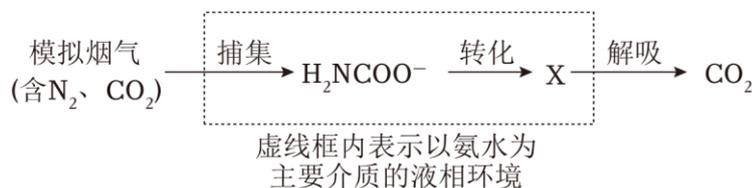


图2

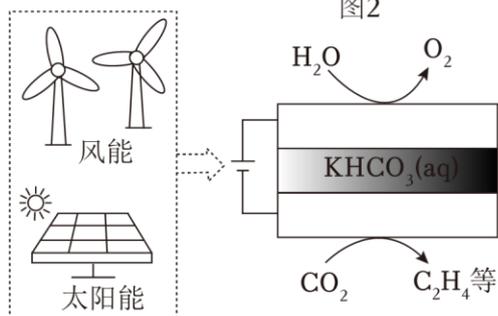
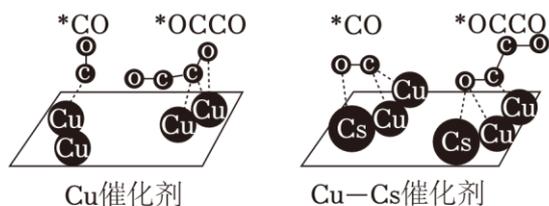
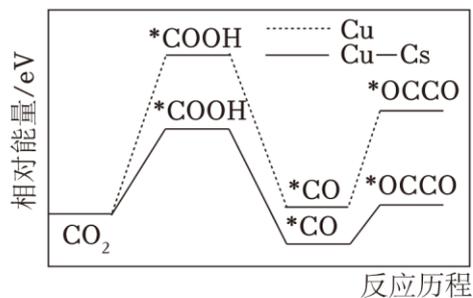


图3



图甲



图乙

图4

转化 I 是利用风/太阳能电厂过剩电力, 将 CO_2 转化为 C_2H_4 等高值产品。

转化 II 是利用风/太阳能电厂过剩电力驱动压缩机压缩 CO_2 。

转化 III 是风/太阳能电厂发电低谷时, 利用压缩 CO_2 推动汽轮机, 带动发电机发电。

(1) 利用氨水可捕集烟气中的 CO_2 捕集、再生过程中含碳物种的变化如图 2 所示。

①液相中 H_2NCOO^- 发生转化: $\text{H}_2\text{NCOO}^- + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{OH}^-} \text{X} + \text{NH}_3$ 。X 的结构式为 $\text{H}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}^-$ 。

②已知: $\text{Co}^{2+} + 6\text{NH}_3 = \text{Co}(\text{NH}_3)_6^{2+} K_1 = 1 \times 10^5$

$\text{Zn}^{2+} + 4\text{NH}_3 = \text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+} K_2 = 1 \times 10^9$

反应 $2\text{Co}^{2+} + 3\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+} \rightleftharpoons 2\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{2+} + 3\text{Zn}^{2+}$ 的平衡常数 $K = \underline{10^{-17}}$ 。

③转化后的溶液通过反应 $\text{NH}_4^+ + \text{X} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 解吸释放 CO_2 。向两份相同的转化后的溶液中分别加入等体积、等浓度的 CoCl_2 和 ZnCl_2 溶液, 加入 CoCl_2 溶液后释放 CO_2 效果更好的原因是 等物质的量的 Co^{2+} 可以和更多的 NH_3 配位, 更有利于解吸反应正向进行, 促进 CO_2 解吸。

(2) 以过渡金属作催化剂，利用如图 3 所示装置可实现“转化 1”。

①写出阴极表面的电极反应方程式： $2\text{CO}_2 + 12\text{e}^- + 12\text{HCO}_3^- = \text{C}_2\text{H}_4 + 12\text{CO}_3^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

②在金属催化剂表面发生 $^*\text{CO}_2 \rightarrow ^*\text{C}_2\text{H}_4$ 转化的过程可能为 $^*\text{CO}_2 \rightarrow ^*\text{COOH} \rightarrow ^*\text{CO} \rightarrow ^*\text{OCCO} \rightarrow ^*\text{C}_2\text{H}_4$ （*表示吸附在催化剂表面）。其中部分物种在催化剂表面的吸附构型如图 4 甲所示，反应历程中的相对能量如图 4 乙所示。与 Cu 催化剂相比，掺杂了 Cs 的 Cu - Cs 复合催化剂更有利于 C_2H_4 的形成，可能原因是 Cu - Cs 复合催化剂可提供更多的活性位点（Cu - Cs 复合催化剂更有利于 CO 等中间体的吸附），且能降低反应的活化能，因此更有利于 C_2H_4 的形成。

(3) 从物质转化与资源综合利用角度分析，本工艺中 CO_2 的捕集和资源再利用技术的优点是 有利于将 CO_2 转化为更有价值的 C_2H_4 等产品；使用风能、太阳能有利于减排 CO_2 ；能实现能量的储存和转化，调控电力过剩或电力不足。

【答案】(1) ① ；

② 10^{-17} ；

③等物质的量的 Co^{2+} 可以和更多的 NH_3 配位，更有利于解吸反应正向进行，促进 CO_2 解吸；

(2) ① $2\text{CO}_2 + 12\text{e}^- + 12\text{HCO}_3^- = \text{C}_2\text{H}_4 + 12\text{CO}_3^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$ ；

②Cu - Cs 复合催化剂可提供更多的活性位点（Cu - Cs 复合催化剂更有利于 CO 等中间体的吸附），且能降低反应的活化能，因此更有利于 C_2H_4 的形成；

(3) 有利于将 CO_2 转化为更有价值的 C_2H_4 等产品；使用风能、太阳能有利于减排 CO_2 ；能实现能量的储存和转化，调控电力过剩或电力不足。

【分析】(1) ①根据原子守恒，X 能解吸出 CO_2 ，判断 X 为碳酸氢根；

② 反应 $2\text{Co}^{2+} + 3\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+} \rightleftharpoons 2\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{2+} + 3\text{Zn}^{2+}$ 的平衡常数 $K =$

$$\frac{c^3(\text{Zn}^{2+}) \cdot c^2[\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{2+}]}{c^2(\text{Co}^{2+}) \cdot c^3[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+}]}$$

③加入 CoCl_2 溶液后释放 CO_2 效果更好的原因是：等物质的量的 Co^{2+} 可以和更多的 NH_3 配位；

(2) ①阴极表面二氧化碳发生还原反应生成乙烯；

②从图甲中可以看出 Cu - Cs 复合催化剂可提供更多的活性位点，有利于 CO 等中间体的吸附，故掺杂了 Cs 的 Cu - Cs 复合催化剂更有利于 C_2H_4 的形成，可能原因是：Cu - Cs 复合催化剂可提供更多的活性位点（Cu - Cs 复合催化剂更有利于 CO 等中间体的吸附），且能降低反应的活化能；

(3) 从物质转化与资源综合利用角度分析，本工艺中 CO₂ 的捕集和资源再利用技术的优点是：有利于将 CO₂ 转化为更有价值的 C₂H₄ 等产品；使用风能、太阳能有利于减排 CO₂。

【解答】解：(1) ①根据原子守恒，X 能解吸出 CO₂，判断 X 为碳酸氢根，结构式为： $\text{H}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}^-$ ，

故答案为： $\text{H}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}^-$ ；

② 反应 $2\text{Co}^{2+}+3\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+}\rightleftharpoons 2\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{2+}+3\text{Zn}^{2+}$ 的平衡常数 $K =$

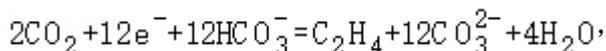
$$\frac{c^3(\text{Zn}^{2+}) \cdot c^2[\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{2+}]}{c^2(\text{Co}^{2+}) \cdot c^3[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+}]} = \frac{(K_1)^2}{(K_2)^3} = 10^{-17},$$

故答案为： 10^{-17} ；

③加入 CoCl₂ 溶液后释放 CO₂ 效果更好的原因是：等物质的量的 Co²⁺可以和更多的 NH₃ 配位，更有利于解吸反应正向进行，促进 CO₂ 解吸，

故答案为：等物质的量的 Co²⁺可以和更多的 NH₃ 配位，更有利于解吸反应正向进行，促进 CO₂ 解吸；

(2) ① 阴极表面二氧化碳发生还原反应生成乙烯，电极反应式为：



故答案为： $2\text{CO}_2 + 12\text{e}^- + 12\text{HCO}_3^- = \text{C}_2\text{H}_4 + 12\text{CO}_3^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$ ；

②从图甲中可以看出 Cu - Cs 复合催化剂可提供更多的活性位点，有利于 CO 等中间体的吸附，故掺杂了 Cs 的 Cu - Cs 复合催化剂更有利于 C₂H₄ 的形成，可能原因是：Cu - Cs 复合催化剂可提供更多的活性位点（Cu - Cs 复合催化剂更有利于 CO 等中间体的吸附），且能降低反应的活化能，因此更有利于 C₂H₄ 的形成，

故答案为：Cu - Cs 复合催化剂可提供更多的活性位点（Cu - Cs 复合催化剂更有利于 CO 等中间体的吸附），且能降低反应的活化能，因此更有利于 C₂H₄ 的形成；

(3) 从物质转化与资源综合利用角度分析，本工艺中 CO₂ 的捕集和资源再利用技术的优点是：有利于将 CO₂ 转化为更有价值的 C₂H₄ 等产品；使用风能、太阳能有利于减排 CO₂；能实现能量的储存和转化，调控电力过剩或电力不足等，

故答案为：有利于将 CO₂ 转化为更有价值的 C₂H₄ 等产品；使用风能、太阳能有利于减排 CO₂；能实现能量的储存和转化，调控电力过剩或电力不足。