

可能用到的相对原子质量: H—1 C—12 N—14 O—16 S—32 Ce—140

一、单项选择题: 本题共 13 小题, 每小题 3 分, 共 39 分。每小题只有一个选项最符合题意。

1. 人形机器人传动关节材料含有下列元素: Si、Fe、Cr、Ni, 其中不属于第四周期的是 ()

A. Si B. Cr C. Fe D. Ni

2. 反应 $2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O}$ 可用于制备尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$, 下列说法正确的是 ()

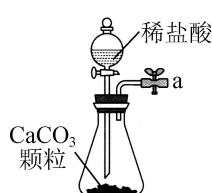
A. NH_3 的电子式为 $\begin{array}{c} \text{H} : \text{N} : \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$

B. CO_2 的空间结构为直线形

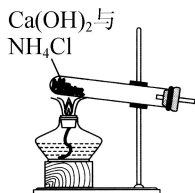
C. $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 中既含离子键又含共价键

D. H_2O 为非极性分子

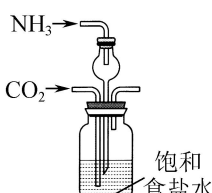
3. 实验室模拟侯氏制碱制备 Na_2CO_3 。下列实验原理、装置及操作不能达到实验目的的是 ()



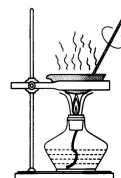
A. 制取 CO_2



B. 制取 NH_3



C. 制备 NaHCO_3 固体



D. 灼烧 NaHCO_3 固体

4. 硫氰铝镁 $[\text{MgAl}(\text{SCN})_5]$ 可作为 C_2H_4 聚合反应的催化剂。下列说法正确的是 ()

A. 电负性: $\chi(\text{C}) > \chi(\text{N})$

B. 原子半径: $r(\text{Mg}) < r(\text{S})$

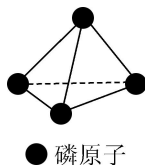
C. 电离能: $I_1(\text{N}) > I_1(\text{S})$

D. 碱性: $\text{Mg}(\text{OH})_2 < \text{Al}(\text{OH})_3$

阅读下列材料, 完成 5~7 题。

VA 族元素单质及其化合物应用广泛。氨是重要的化工原料, 肼 (N_2H_4) 是高能燃料, 其标准燃烧热为 $624 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。常温下, 可用氨水与 NaClO 溶液制备 N_2H_4 。由 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 、 SiO_2 和碳粉在电弧炉中高温灼烧可生成白磷 (P_4) 和 CO 。砷烷 (AsH_3 , 砷元素的化合价为 -3 , 熔点为 -116.3°C), 可由 Na_3AsO_3 在碱性溶液中电解制得。

5. 下列说法正确的是 ()



A. $1 \text{ mol } \text{N}_2\text{H}_4$ 中含有 $5 \text{ mol } \sigma$ 键

B. AsH_3 晶体类型为共价晶体

C. As 的核外电子排布式为 $[\text{Ar}]4s^24p^3$

D. 白磷的空间结构为正四面体(如右图所示), 键角为 $109^\circ28'$

6. 下列物质结构与性质或物质性质与用途具有对应关系的是 ()

A. NaClO 溶液具有碱性, 可用作漂白剂

B. N_2H_4 具有还原性, 可用作燃料电池的燃料

C. SiO_2 为酸性氧化物, 可用作光导纤维

D. NH_3 分子间可形成氢键, NH_3 的热稳定性比 PH_3 的高

7. 下列化学反应方程式不正确的是()

A. 电解 Na_3AsO_3 碱性溶液制砷的阴极反应: $\text{AsO}_3^{3-} + 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{e}^- = \text{AsH}_3 + 9\text{OH}^-$

B. 氨水与 NaClO 溶液制 N_2H_4 的反应: $2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{ClO}^- = \text{Cl}^- + \text{N}_2\text{H}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$

C. 肼的燃烧: $\text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}); \Delta H = +624 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

D. 由 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 制白磷的反应: $2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{SiO}_2 + 10\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 6\text{CaSiO}_3 + \text{P}_4 \uparrow + 10\text{CO} \uparrow$

8. 在给定条件下, 下列制备过程涉及的物质转化均可实现的是()

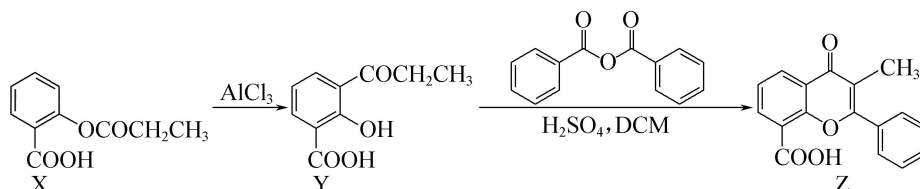
A. 制硝酸: $\text{NH}_3 \xrightarrow[\text{催化剂}, \Delta]{\text{O}_2} \text{NO} \xrightarrow[\Delta]{\text{H}_2\text{O}} \text{HNO}_3$

B. 硅的提纯: $\text{Si}(\text{粗硅}) \xrightarrow[\Delta]{\text{Cl}_2} \text{SiCl}_4 \xrightarrow[\text{高温}]{\text{H}_2} \text{Si}$

C. 工业制钛: 饱和 NaCl 溶液 $\xrightarrow{\text{通电}} \text{Na} \xrightarrow[\text{高温}]{\text{TiCl}_4(1)} \text{Ti}$

D. 工业制银镜: $\text{AgNO}_3(\text{aq}) \xrightarrow{\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}(\text{aq}) \xrightarrow[\Delta]{\text{蔗糖}} \text{Ag}$

9. 化合物 Z 是一种药物的重要中间体, 部分合成路线如下:



下列说法正确的是()

A. X 中所有碳原子一定共平面

B. Y 能与甲醛发生缩聚反应

C. 1 mol Z 最多能与 7 mol H_2 发生加成反应

D. Y、Z 可用 FeCl_3 溶液鉴别

10. 反应: $4\text{SO}_2(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) + 8\text{NH}_3(\text{g}) \xrightarrow{\text{催化剂}} 4\text{NH}_4\text{HSO}_4(\text{s}) + 2\text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 可用于氨气

脱硫, 下列说法正确的是()

A. 反应的 $\Delta S > 0$

B. 上述反应平衡常数 $K = \frac{c^2(\text{N}_2) \cdot c^2(\text{H}_2\text{O})}{c^4(\text{SO}_2) \cdot c^5(\text{O}_2) \cdot c^8(\text{NH}_3)}$

C. 使用高效催化剂能降低反应的焓变

D. 该反应中每消耗 1 mol SO_2 , 转移电子的数目约为 $5 \times 6.02 \times 10^{23}$

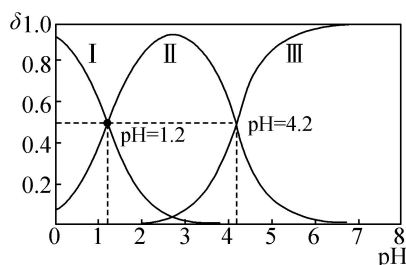
11. 室温下, 下列实验探究方案能达到探究目的的是()

选项	探究方案	探究目的
A	用 pH 计分别测定浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaClO 溶液和 NaNO_2 溶液的 pH, 比较读数大小	HClO 和 HNO_2 的酸性强弱
B	在一支干燥的试管里加入 2 mL 无水乙醇, 溶解适量苯酚, 振荡。再加入绿豆大小的吸干煤油的金属钠, 观察是否产生气泡	苯酚能否与钠反应
C	某卤代烃与 NaOH 水溶液共热后, 滴入 AgNO_3	该卤代烃中含有卤元素的种类

	溶液，观察沉淀颜色	
D	向 Na ₂ S 溶液中滴加 Na ₂ SO ₃ 溶液无明显现象，再向其中加入稀硫酸，观察是否有黄色沉淀生成	该反应中硫酸作氧化剂

12. 室温下，H₂C₂O₄ 溶液中含碳微粒的分布系数与 pH 的关系如下图所示。

已知 C₂O₄²⁻ 的分布系数： $\delta(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = \frac{c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})}{c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})}$ 。

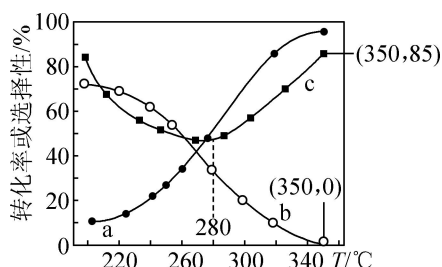


下列说法正确的是()

- A. pH=3.0 时: $c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) > c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) > c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$
 B. 浓度均为 0.1 mol·L⁻¹ Na₂C₂O₄ 和 NaHC₂O₄ 的混合液中: $c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) > c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$
 C. 向 0.1 mol·L⁻¹ H₂C₂O₄ 溶液中滴加氨水至 pH=7 的溶液中: $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) > c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$
 D. 向 0.1 mol·L⁻¹ H₂C₂O₄ 溶液中加入 NaOH 溶液至 pH=4.2 的反应:
 $3\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 5\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{HC}_2\text{O}_4^- + 2\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 5\text{H}_2\text{O}$

13. CO₂ 加氢转化为二甲醚(CH₃OCH₃)的反应过程如下:

- I. $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}); \Delta H_1 = -49.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 II. $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}); \Delta H_2 = +41.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 III. $2\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}); \Delta H_3 = -23.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

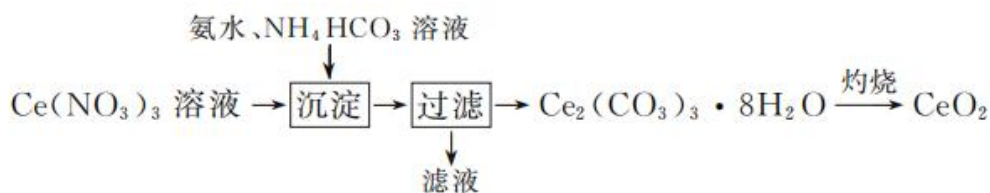


在 3.0 MPa 的恒压密闭容器中充入 5.4 mol H₂ 和 2 mol CO₂ 发生上述反应，CO₂ 的平衡转化率、CH₃OCH₃ 和 CO 生成物的选择性随温度变化如图所示。已知：生成物 R 的选择性 = $\frac{\text{R 物质含有的碳原子数} \times n(\text{R})}{\text{参加反应的 } n(\text{CO}_2)} \times 100\%$ 。下列说法不正确的是()

- A. 曲线 b 表示 CH₃OCH₃ 的选择性
 B. 升高温度，反应 I 的平衡常数 K 持续减小
 C. 350 °C，达到平衡时，容器内 H₂O 的物质的量小于 1.7 mol
 D. 高于 280 °C 后，温度对反应 II 的影响程度大于反应 I

二、非选择题：本题共 4 小题，共 61 分。

14. (15 分) 稀土元素 Ce 是重要的战略资源，其氧化物 CeO₂ 是一种重要的催化剂。一种沉淀法制备 CeO₂ 的流程如下：



(1) 制备 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 沉淀

① 配制 $\text{Ce(NO}_3)_3$ 溶液时，需滴加适量稀硝酸调节酸度，其原因为

_____。

② 生成 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 沉淀的化学方程式为_____。

③ 溶液 pH 与 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 沉淀产率的关系如图 1 所示。滴加 NH_4HCO_3 溶液(弱碱性)前，先加氨水调节溶液 pH 约为 6 的原因为_____。

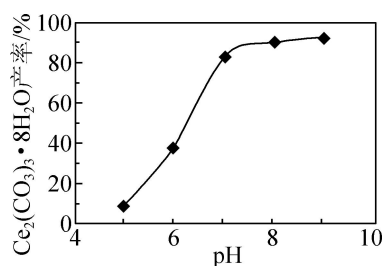


图 1

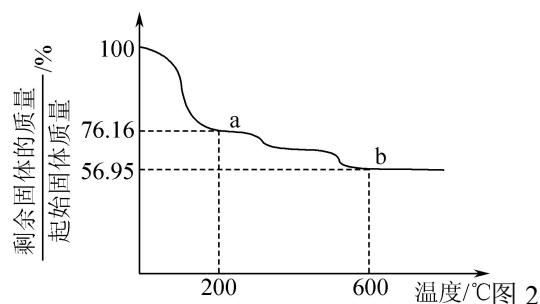


图 2

(2) 灼烧 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 制备 CeO_2

在空气中灼烧 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ，测得灼烧过程中剩余固体质量与起始固体质量的比值随温度变化曲线如图 2 所示。已知 a 到 b 过程中产生的气体不能使无水 CuSO_4 变蓝，但能被碱液完全吸收。

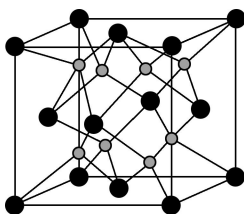


图 3

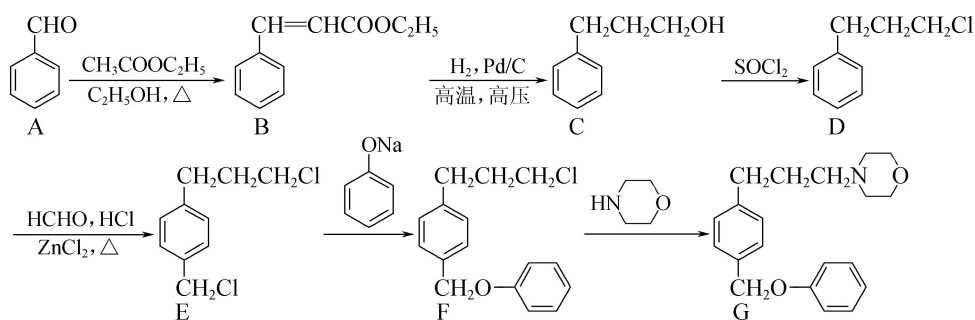
① a 点固体产物为_____ (填化学式，写出计算过程)。


② “灼烧”过程中，产生的气体选用氨水吸收的原因为

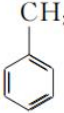
_____。

③ b 点得到 CeO_2 晶体，其晶胞如图 3 所示。晶胞中与每个 Ce^{4+} 距离最近的 Ce^{4+} 的个数为_____。

15. (15 分) 化合物 G 是一种麻醉药物，其合成路线如下：

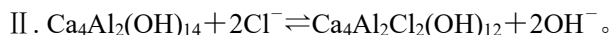
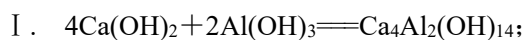


- (1) B 分子中采取 sp^2 杂化和 sp^3 杂化的碳原子个数比为_____。
- (2) $E \rightarrow F$ 中有副产物 $C_{22}H_{22}O_2$ 生成，该副产物的结构简式为_____。
- (3) $F \rightarrow G$ 的过程中， 除用作反应物，另一作用为_____。
- (4) G 的一种同分异构体同时满足下列条件，写出该同分异构体的结构简式：_____。
- ① 分子中含有 4 种不同环境的氢原子；② 酸性条件水解，产物之一为碳酸。

- (5) 写出以 CH_3OH 和  为原料制备 $\text{[-CH}_2\text{-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_2\text{O-]}_n$ 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. (15 分) 超高石灰铝工艺处理高氯(Cl^-)废水，操作简单，成本低。涉及的主要反应如下：



Cl^- 转化为弗氏盐 $[Ca_4Al_2Cl_2(OH)_{12}]$ 沉淀而除去。已知：溶液中 SO_4^{2-} 、 I^- 等离子也能发生类似反应 II 而除去； Ca^{2+} 、 Al^{3+} 在碱性较强情况下还会生成 $Ca_3Al_2(OH)_{12}$ 沉淀。

(1) ① 一定体积的高氯废水中加入石灰乳和 $NaAlO_2$ 溶液，与废水中 Cl^- 反应生成弗氏盐的离子方程式为_____。

② 投入的原料选用 $NaAlO_2$ ，而不选用 $Al_2(SO_4)_3$ 的原因 为_____。

(2) 室温下，平衡时溶液 $pH=12$ ，体系中最终存在 $Ca(OH)_2$ 和 $Al(OH)_3$ 沉淀。已知 $K_{sp}[Ca(OH)_2]=1 \times 10^{-4}$ ； $K_{sp}[Al(OH)_3]=1 \times 10^{-34}$ 。此时溶液中 Ca^{2+} 和 Al^{3+} 的浓度比为_____。

(3) 投料中 $Ca(OH)_2$ 的量与 Cl^- 去除率如图 1 所示。钙氯摩尔比大于 6:1 后，继续增加 $Ca(OH)_2$ ， Cl^- 去除率不升反而略降的原因为_____。

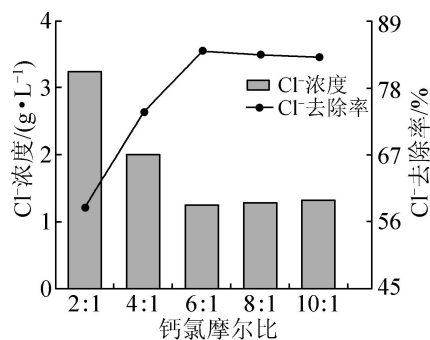


图 1

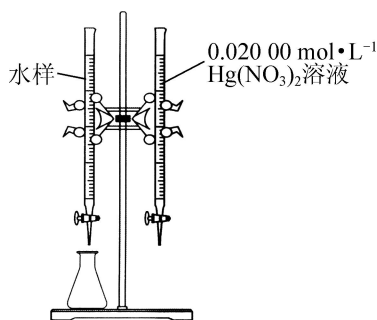
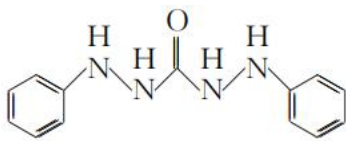


图 2

(4) 测定废水中 Cl^- 的含量

已知水溶液中 Cl^- 可用精确浓度的 $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 溶液滴定，以二苯偶氮碳酰肼为指示剂，滴定终点时溶液出现紫红色。滴定反应为 $\text{Hg}^{2+} + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{HgCl}_2 \downarrow$ (白色)，滴定装置如图 2 所示。



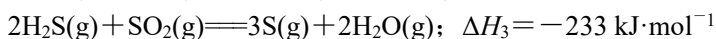
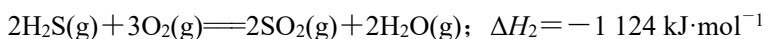
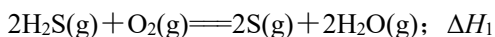
① 二苯偶氮碳酰肼()分子中的 N 原子与 Hg^{2+} 通过配位键形成含有五元环的紫红色物质，写出该物质的结构简式：_____ (须标出配位键)。

② 补充完整实验方案：准确量取 25.00 mL 水样(水样中 Cl^- 浓度约为 $0.040\ 0\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)于锥形瓶中，调节 pH 为 2.5~3.5，将 $0.020\ 00\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\ \text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 溶液装入酸式滴定管中，调整管中液面至“0”刻度，

_____。(必须使用的试剂：二苯偶氮碳酰肼)

17. (16 分) H_2S 在工业生产过程中容易导致催化剂失活，工业上脱除 H_2S 有多种方法。

(1) 克劳斯法脱 H_2S



则 $\Delta H_1 =$ _____ $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

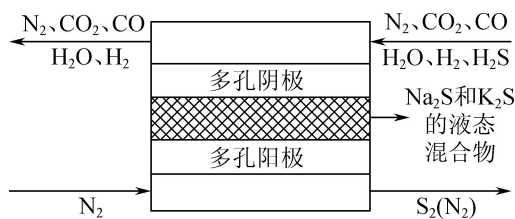


图 1

(2) 电化学脱 H_2S

工作原理如图 1 所示。

- ① 将含有 H_2S 的尾气通入电解池的阴极，阴极电极反应式为_____。
- ② 电解过程中，阳极区域需不断通入 N_2 的原因为_____。

(3) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 吸收液脱 H_2S

吸收： I. $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}(\text{aq})$; II. $\text{H}_2\text{S}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HS}^-$; III. _____。

再生： IV. $4\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$

- ① 写出吸收过程中步骤 III 的离子方程式：_____。

② 固定总铁浓度 $c[\text{Fe}^{(0)}] = 60 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{Fe}^{2+})$ 与 H_2S 脱除率(η)和 pH 变化关系如图 2 所示。当 $c(\text{Fe}^{2+}) > 15 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 随着 $c(\text{Fe}^{2+})$ 增大, 脱硫率逐渐减小而 pH 几乎不变的原因为_____。

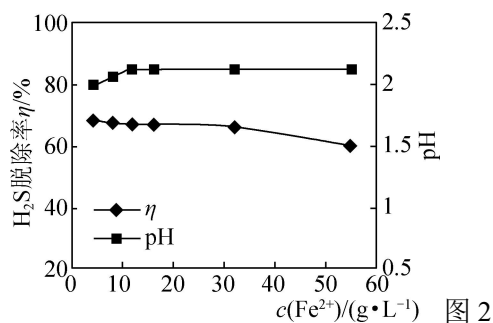


图 2

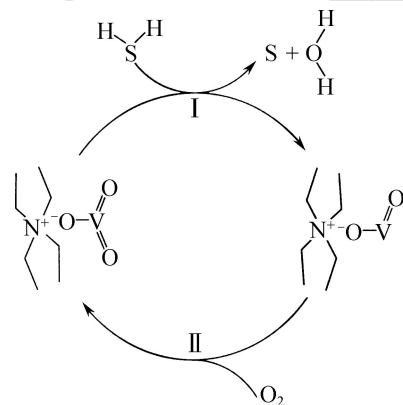


图 3

(4) 四乙基偏钒酸铵 $[(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{NVO}_3]$ 氧化脱 H_2S

四乙基偏钒酸铵难溶于冷水，易溶于 75°C 以上的热水。其中钒元素的化合价为 +5，具有强氧化性。该氧化型离子液体对 H_2S 的吸收及再生机理如图 3 所示。

- ① 吸收反应的生成物中钒元素的化合价为_____。
- ② 水浴 80°C ，反应 II 能迅速发生，该反应的离子方程式为_____。
- ③ +5 价钒的氧化性随着碱性增强而降低。但研究发现，利用碱性溶剂时，四乙基偏钒酸铵对 H_2S 的脱除率更高，可能的原因为_____。

化学参考答案及评分标准

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

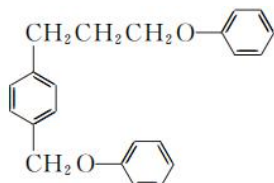
14. (15 分)

(1) ① 抑制 Ce^{3+} 水解, 防止生成 $\text{Ce}(\text{OH})_3$ 沉淀(2 分)② $2\text{Ce}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NH}_4\text{HCO}_3 + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O} = \text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \downarrow + 6\text{NH}_4\text{NO}_3$ (3 分)③ 提高 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 的沉淀产率; 节约 NH_4HCO_3 的用量(或氨水中和硝酸, 速率比 NH_4HCO_3 快); pH 超过 6, $\text{Ce}(\text{OH})_3$ 含量增大, 最终 CeO_2 产品气孔少, 吸附能力弱(3 分)(2) ① $M[\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}] = 604 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 设起始固体质量为 604 g。a 点剩余固体质量 $m = 604 \text{ g} \times 76.16\% = 460 \text{ g}$, 则剩下物质 M 为 $460 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,因为 a 到 b 点无 H_2O 生成, 所以该物质为 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$ (3 分)② 吸收 CO_2 , 减少碳排放; 氨水吸收液中生成的 NH_4HCO_3 可循环使用(2 分)

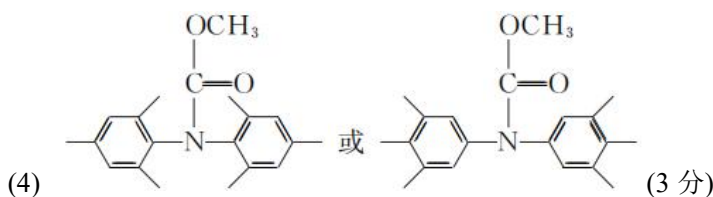
③ 12(2 分)

15. (15 分)

(1) 9 : 2(2 分)

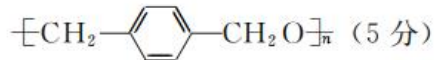
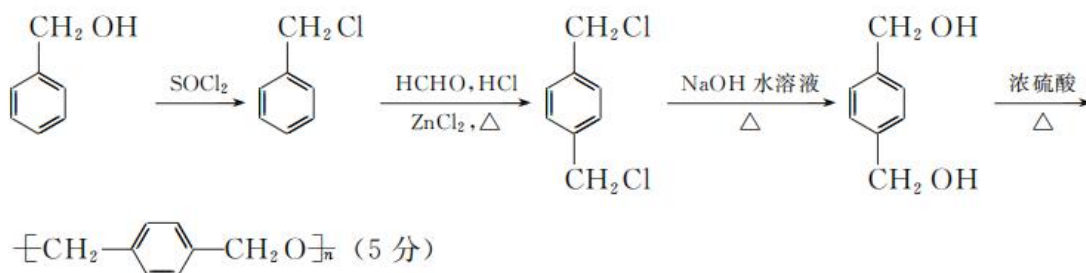
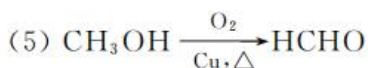


(2) (3 分)

(3) 吸收生成的 HCl , 提高 F 的转化率(2 分)

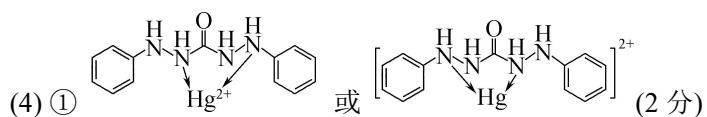
(4)

(3 分)



16. (15 分)

(1) ① $4\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{AlO}_2^- + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}^- = \text{Ca}_4\text{Al}_2\text{Cl}_2(\text{OH})_{12} \downarrow + 4\text{OH}^-$ (2 分)② 部分 $\text{Ca}_4\text{Al}_2(\text{OH})_4$ 与 SO_4^{2-} 反应, 减少了其与 Cl^- 的反应, 使 Cl^- 去除率降低; SO_4^{2-} 与 Ca^{2+} 生成 CaSO_4 沉淀(2 分)(2) $10^{28} : 1$ (2 分)(3) 加 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 使溶液的碱性增强, Ca^{2+} 、 Al^{3+} 生成了 $\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{OH})_{12}$, 使生成的 $\text{Ca}_4\text{Al}_2(\text{OH})_4$ 减少; OH^- 浓度增大反应 II 平衡逆向移动, 使 Cl^- 去除率不升反而略微下降(2 分)



② 向锥形瓶中滴加 2~3 滴二苯偶氮碳酰肼，振荡(1 分)，向锥形瓶中慢慢滴加 $0.020\ 00\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\ \text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 溶液(1 分)，边滴加边振荡锥形瓶至加入最后半滴 $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 溶液时，颜色变为紫红色，且 30 s 内颜色不褪色(1 分)；记录滴加 $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 溶液的体积(1 分)，重复上述操作 2~3 次(1 分)

17. (16 分)

(1) -530 (2 分)

(2) ① $\text{H}_2\text{S} + 2\text{e}^- = \text{S}^{2-} + \text{H}_2 \uparrow$ (2 分)

② N_2 可以吹走阳极表面生成的硫蒸气，防止 S_2 覆盖在阳极表面，降低放电效率(2 分)

(3) ① $\text{HS}^- + 2\text{Fe}^{3+} = \text{S} \downarrow + 2\text{Fe}^{2+} + \text{H}^+$ (2 分)

② 增加 $c(\text{Fe}^{2+})$ ，体系的氧化性减小了，不利于吸收反应Ⅲ的进行，因而脱硫效率下降。由于 $c(\text{Fe}^{2+})$ 增加，再生反应Ⅳ将反应Ⅱ、Ⅲ生成的 H^+ 全部消耗，导致体系 pH 几乎不变(2 分)

(4) ① $+3$ (2 分)

② $2\text{VO}_2^- + \text{O}_2 \xrightarrow{80\ ^\circ\text{C}} 2\text{VO}_3^-$ (2 分)

③ 碱性溶剂对硫化氢吸收速率的影响大于碱性条件下氧化性减弱对反应速率的影响(2 分)