

江苏省 2022 年普通高中学业水平选择性考试

化学

可能用到的相对原子质量: H 1 C 12 N 14 O 16 S 32 Cl 35.5 Cr 52

Fe 56 Cu 64 Ce 140

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

1. 我国为人类科技发展作出巨大贡献。下列成果研究的物质属于蛋白质的是 ()

A. 陶瓷烧制 B. 黑火药 C. 造纸术 D. 合成结晶牛胰岛素

2. 少量 Na_2O_2 与 H_2O 反应生成 H_2O_2 和 NaOH 。下列说法正确的是 ()

A. Na_2O_2 的电子式为 $\text{Na}^+ \cdot \ddot{\text{O}} \cdot \ddot{\text{O}} \cdot \text{Na}^+$ B. H_2O 的空间构型为直线形

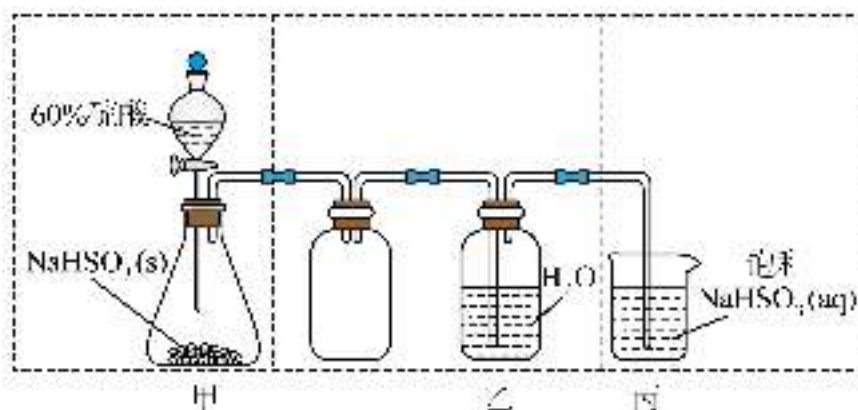
C. H_2O_2 中 O 元素的化合价为 -1 D. NaOH 仅含离子键

3. 工业上电解熔融 Al_2O_3 和冰晶石 (Na_3AlF_6) 的混合物可制得铝。下列说法正确的是 ()

A. 半径大小: $r(\text{Al}^{3+}) < r(\text{Na}^+)$ B. 电负性大小: $\chi(\text{F}) < \chi(\text{O})$

C. 电离能大小: $I_1(\text{O}) < I_1(\text{Na})$ D. 碱性强弱: $\text{NaOH} < \text{Al}(\text{OH})_3$

4. 实验室制取少量 SO_2 水溶液并探究其酸性, 下列实验装置和操作不能达到实验目的的是 ()



A. 用装置甲制取 SO_2 气体

B. 用装置乙制取 SO_2 水溶液

C. 用装置丙吸收尾气中的 SO_2

D. 用干燥 pH 试纸检验 SO_2 水溶液的酸性

阅读下列材料, 完成 5~7 题:

周期表中 IVA 族元素及其化合物应用广泛, 甲烷具有较大的燃烧热 ($890.3\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$), 是常见燃料; Si、Ge 是重要的半导体材料, 硅晶体表面 SiO_2 能与氢氟酸 (HF , 弱酸) 反

应生成 H_2SiF_6 (H_2SiF_6 在水中完全电离为 H^+ 和 SiF_6^{2-})；1885 年德国化学家将硫化锗 (GeS_2) 与 H_2 共热制得了门捷列夫预言的类硅-锗；我国古代就掌握了青铜（铜-锡合金）的冶炼、加工技术，制造出许多精美的青铜器； Pb 、 PbO_2 是铅蓄电池的电极材料，不同铅化合物一般具有不同颜色，历史上曾广泛用作颜料。

5. 下列说法正确的是 ()

- A. 金刚石与石墨烯中的 $\text{C}-\text{C}-\text{C}$ 夹角都为 120°
- B. SiH_4 、 SiCl_4 都是由极性键构成的非极性分子
- C. 锗原子 (${}_{32}\text{Ge}$) 基态核外电子排布式为 $4s^1 4p^1$
- D. IVA 族元素单质的晶体类型相同

6. 下列化学反应表示正确的是 ()

- A. SiO_2 与 HF 溶液反应: $\text{SiO}_2 + 6\text{HF} \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SiF}_6^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$
- B. 高温下 H_2 还原 GeS_2 : $\text{GeS}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{Ge} + 2\text{H}_2\text{S}$
- C. 铅蓄电池放电时的正极反应: $\text{Pb} - 2\text{e}^- + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{PbSO}_4$
- D. 甲烷的燃烧: $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = 890.3\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

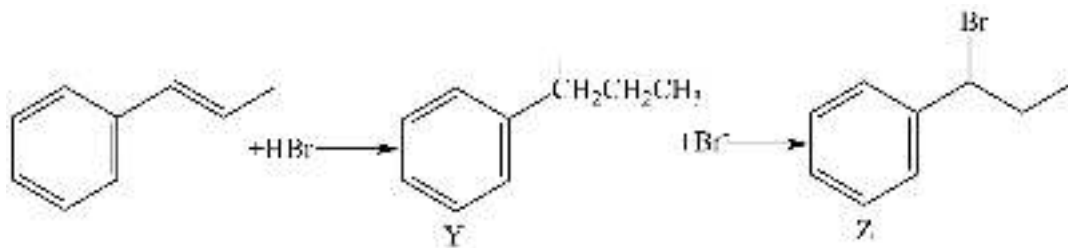
7. 下列物质性质与用途具有对应关系的是 ()

- A. 石墨能导电，可用作润滑剂
- B. 单晶硅熔点高，可用作半导体材料
- C. 青铜比纯铜熔点低、硬度大，古代用青铜铸剑
- D. 含铅化合物颜色丰富，可用作电极材料

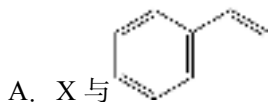
8. 氮及其化合物的转化具有重要应用。下列说法不正确的是 ()

- A. 自然固氮、人工固氮都是将 N_2 转化为 NH_3
- B. 侯氏制碱法以 H_2O 、 NH_3 、 CO_2 、 NaCl 为原料制备 NaHCO_3 和 NH_4Cl
- C. 工业上通过 NH_3 催化氧化等反应过程生产 HNO_3
- D. 多种形态的氮及其化合物间的转化形成了自然界的“氮循环”

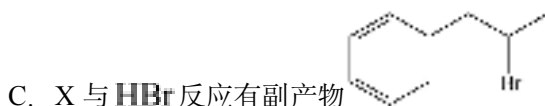
9. 精细化学品 Z 是 X 与 HBr 反应的主产物， $\text{X} \rightarrow \text{Z}$ 的反应机理如下：



下列说法**不正确**的是 ()

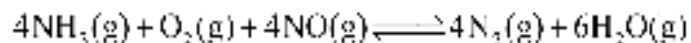


B. X 能使溴的 CCl_4 溶液褪色



D. Z 分子中含有 2 个手性碳原子

10. 用尿素水解生成的 NH_3 催化还原 NO , 是柴油机车辆尾气净化的主要方法。反应为



下列说法正确的是 ()

A. 上述反应 $\Delta S < 0$

B. 上述反应平衡常数 $K = \frac{c^4(\text{N}_2) \cdot c^6(\text{H}_2\text{O})}{c^4(\text{NH}_3) \cdot c(\text{O}_2) \cdot c^4(\text{NO})}$

C. 上述反应中消耗 1mol NH_3 , 转移电子的数目为 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$

D. 实际应用中, 加入尿素的量越多, 柴油机车辆排放的尾气对空气污染程度越小

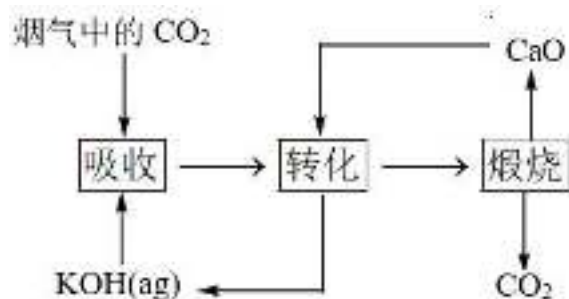
11. 室温下, 下列实验探究方案**不能**达到探究目的的是 ()

选项	探究方案	探究目的
A	向盛有 FeSO_4 溶液的试管中滴加几滴 KSCN 溶液, 振荡, 再滴加几滴新制氯水, 观察溶液颜色变化	Fe^{2+} 具有还原性
B	向盛有 SO_2 水溶液的试管中滴加几滴品红溶液, 振荡, 加热试管, 观察溶液颜色变化	SO_2 具有漂白性
C	向盛有淀粉-KI 溶液的试管中滴加几滴溴水, 振荡, 观察溶液颜色变化	Br_2 的氧化性比 I_2 的强
D	用 pH 计测量醋酸、盐酸的 pH, 比较溶液 pH 大小	CH_3COOH 是弱电解质

12. 一种捕集烟气中 CO_2 的过程如图所示。室温下以 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KOH 溶液吸收 CO_2 , 若通入 CO_2 所引起的溶液体积变化和 H_2O 挥发可忽略, 溶液中含碳物种的浓度

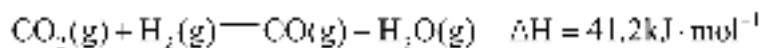
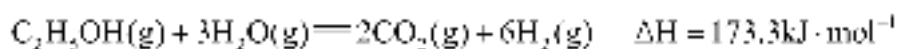
$c_{\text{总}} = c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-})$ 。 H_2CO_3 电离常数分别为 $K_{a1} = 4.4 \times 10^{-7}$ 、 $K_{a2} = 4.4 \times 10^{-11}$ 。

下列说法正确的是 ()

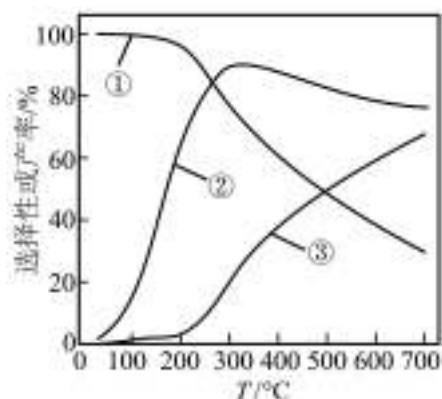


- A. KOH 吸收 CO_2 所得到的溶液中: $c(\text{H}_2\text{CO}_3) > c(\text{HCO}_3^-)$
- B. KOH 完全转化为 K_2CO_3 时, 溶液中: $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3)$
- C. KOH 溶液吸收 CO_2 , $c_{\text{总}} = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 溶液中: $c(\text{H}_2\text{CO}_3) > c(\text{CO}_3^{2-})$
- D. 如图所示的“吸收”“转化”过程中, 溶液的温度下降

13. 乙醇-水催化重整可获得 H_2 。其主要反应为



在 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、 $n_{\text{总}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) : n_{\text{总}}(\text{H}_2\text{O}) = 1 : 3$ 时, 若仅考虑上述反应, 平衡时 CO_2 和 CO 的选择性及 H_2 的产率随温度的变化如图所示。



$$\text{CO} \text{ 的选择性} = \frac{n_{\text{总}}(\text{CO})}{n_{\text{总}}(\text{CO}_2) + n_{\text{总}}(\text{CO})} \times 100\%$$

下列说法正确的是 ()

- A. 图中曲线①表示平衡时 H_2 产率随温度的变化
- B. 升高温度, 平衡时 CO 的选择性增大
- C. 一定温度下, 增大 $\frac{n(C_2H_5OH)}{n(H_2O)}$ 可提高乙醇平衡转化率
- D. 一定温度下, 加入 $CaO(s)$ 或选用高效催化剂, 均能提高平衡时 H_2 产率

二、非选择题: 共 4 题, 共 61 分。

14. (15 分) 硫铁化合物 (FeS 、 FeS_2 等) 应用广泛。

(1) 纳米 FeS 可去除水中微量六价铬 [$Cr(VI)$]。在 $pH = 4 \sim 7$ 的水溶液中, 纳米 FeS 颗粒表面带正电荷, $Cr(VI)$ 主要以 $HCrO_4^-$ 、 $Cr_2O_7^{2-}$ 、 CrO_4^{2-} 形式存在, 纳米 FeS 去除水中 $Cr(VI)$ 主要经过“吸附→反应→沉淀”的过程。

已知: $K_{sp}(FeS) = 6.5 \times 10^{-8}$, $K_{sp}[Fe(OH)_2] = 5.0 \times 10^{-17}$;

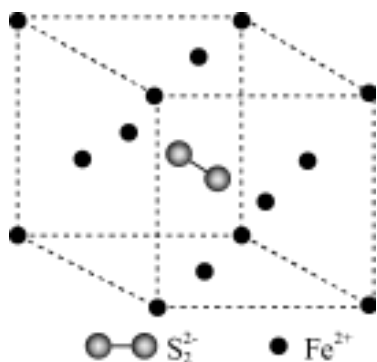
H_2S 电离常数分别为 $K_{a1} = 1.1 \times 10^{-7}$ 、 $K_{a2} = 1.3 \times 10^{-13}$ 。

①在弱碱性溶液中, FeS 与 CrO_4^{2-} 反应生成 $Fe(OH)_2$ 、 $Cr(OH)_3$ 和单质 S , 其离子方程式为_____。

②在弱酸性溶液中, 反应 $FeS + H^+ \rightleftharpoons Fe^{2+} + HS^-$ 的平衡常数 K 的数值为_____。

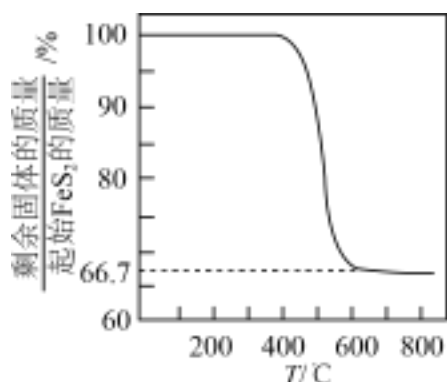
③在 $pH = 4 \sim 7$ 溶液中, pH 越大, FeS 去除水中 $Cr(VI)$ 的速率越慢, 原因是_____。

(2) FeS_2 具有良好半导体性能。 FeS_2 的一种晶体与 $NaCl$ 晶体的结构相似, 该 FeS_2 晶体的一个晶胞中 S_2^{2-} 的数目为_____; 在 FeS_2 晶体中, 每个 S 原子与三个 Fe^{2+} 紧邻, 且 $Fe-S$ 间距相等, 如图-1 给出了 FeS_2 晶胞中的 Fe^{2+} 和位于晶胞体心的 S_2^{2-} (S_2^{2-} 中的 $S-S$ 键位于晶胞体对角线上, 晶胞中的其他 S_2^{2-} 已省略)。在答题卡的题 14 图-1 中用“—”将其中一个 S 原子与紧邻的 Fe^{2+} 连接起来。

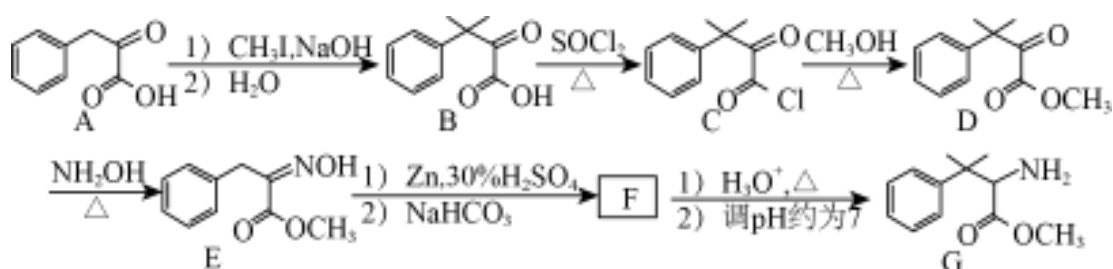


(3) FeS_2 、 FeS 在空气中易被氧化。将 FeS_2 在空气中氧化, 测得氧化过程中剩余固体的

质量与起始 FeS_2 的质量的比值随温度变化的曲线如题 14 图-2 所示。800℃时， FeS_2 氧化成含有两种元素的固体产物为_____（填化学式，写出计算过程）。



15. (15分) 化合物 G 可用于药用多肽的结构修饰，其人工合成路线如下：



(1) A 分子中碳原子的杂化轨道类型为_____。

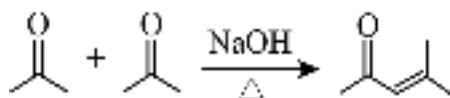
(2) $\text{B} \rightarrow \text{C}$ 的反应类型为_____。

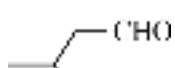
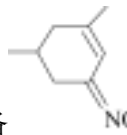
(3) D 的一种同分异构体同时满足下列条件，写出该同分异构体的结构简式：_____。

①分子中含有 4 种不同化学环境的氢原子；②碱性条件水解，酸化后得 2 种产物，其中一种含苯环且有 2 种含氧官能团，2 种产物均能被银氨溶液氧化。

(4) F 的分子式为 $\text{C}_{12}\text{H}_{17}\text{NO}_2$ ，其结构简式为_____。

(5) 已知：
$$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R}' \xrightarrow[2) \text{H}_3\text{O}^+]{1) \text{R}''\text{MgBr}} \text{R}-\overset{\text{OH}}{\underset{\text{R}''}{\text{C}}}-\text{R}'$$
 (R 和 R' 表示烷基或氢， R'' 表示烷基)；



写出以  和 CH_3MgBr 为原料制备  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) 实验室以二氧化铈 (CeO_2) 废渣为原料制备 Cl^- 含量少的 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$ ，其部分实验过程如下：



(1) “酸浸”时 CeO_2 与 H_2O_2 反应生成 Ce^{3+} 并放出 O_2 ，该反应的离子方程式为_____。

(2) pH 约为 7 的 CeCl_3 溶液与 NH_4HCO_3 溶液反应可生成 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$ 沉淀，该沉淀中 Cl^- 含量与加料方式有关。得到含 Cl^- 量较少的 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$ 的加料方式为_____ (填序号)。

A. 将 NH_4HCO_3 溶液滴加到 CeCl_3 溶液中 B. 将 CeCl_3 溶液滴加到 NH_4HCO_3 溶液中

(3) 通过中和、萃取、反萃取、沉淀等过程，可制备 Cl^- 含量少的 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$ 。已知 Ce^{3+} 能被有机萃取剂 (简称 HA) 萃取，其萃取原理可表示为



①加氨水“中和”去除过量盐酸，使溶液接近中性。去除过量盐酸的目的是_____。

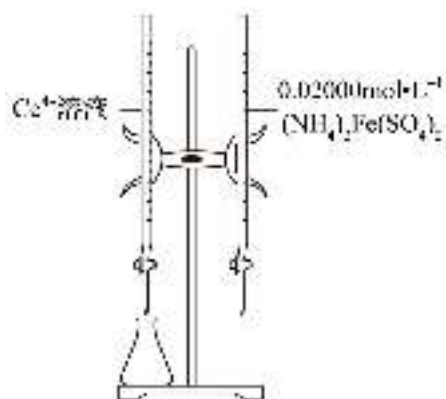
②反萃取的目的是将有机层 Ce^{3+} 转移到水层。使 Ce^{3+} 尽可能多地发生上述转移，应选择的实验条件或采取的实验操作有_____ (填两项)。

③与“反萃取”得到的水溶液比较，滤过 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$ 沉淀的滤液中，物质的量减小的离子有_____ (填化学式)。

(4) 实验中需要测定溶液中 Ce^{3+} 的含量。已知水溶液中 Ce^{3+} 可用准确浓度的 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液滴定。以苯代邻氨基苯甲酸为指示剂，滴定终点时溶液由紫红色变为亮黄色，滴定反应为 $\text{Fe}^{3+} + \text{Ce}^{3+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Ce}^{4+}$ 。请补充完整实验方案：①准确量取

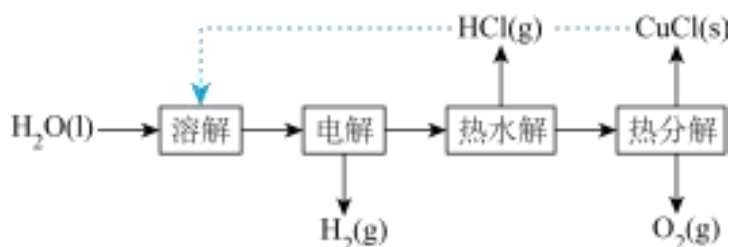
25.00ml Ce^{3+} 溶液 [$c(\text{Ce}^{3+})$ 约为 $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$]，加氧化剂将 Ce^{3+} 完全氧化并去除多余氧化剂后，用稀硫酸酸化，将溶液完全转移到 250ml 容量瓶中后定容；②按规定操作分别将 $0.02000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} (\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 和待测 Ce^{3+} 溶液装入如图所示的滴定管中：③

_____。



17. (16分) 氢气是一种清洁能源, 绿色环保制氢技术研究具有重要意义。

(1) “ $\text{CuCl}_2 - \text{H}_2\text{O}$ 热循环制氢” 经过溶解、电解、热水解和热分解 4 个步骤, 其过程如图 1 所示。

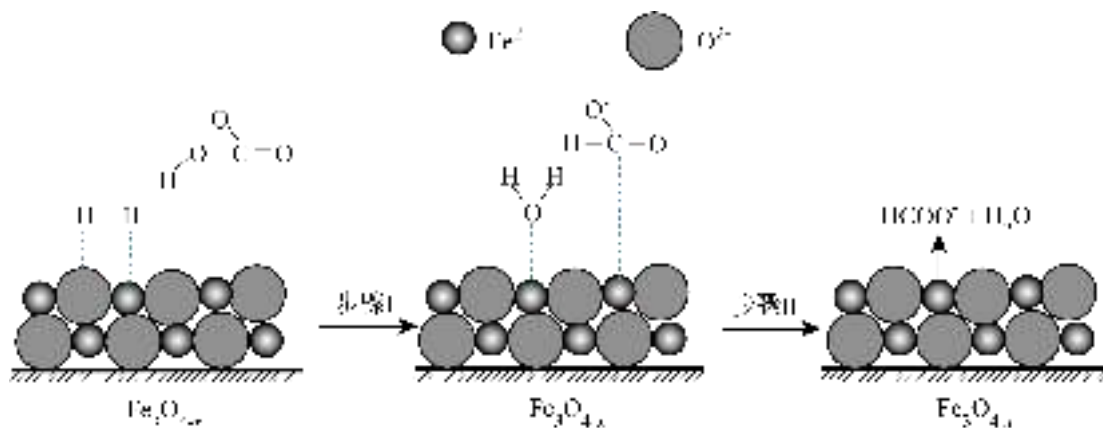


① 电解在质子交换膜电解池中进行。阳极区为酸性 CuCl_2 溶液, 阴极区为盐酸, 电解过程中 CuCl_2 转化为 CuCl_2^- 。电解时阳极发生的主要电极反应为_____ (用电极反应式表示)。

② 电解后, 经热水解和热分解的物质可循环使用。在热水解和热分解过程中, 发生化合价变化的元素有_____ (填元素符号)。

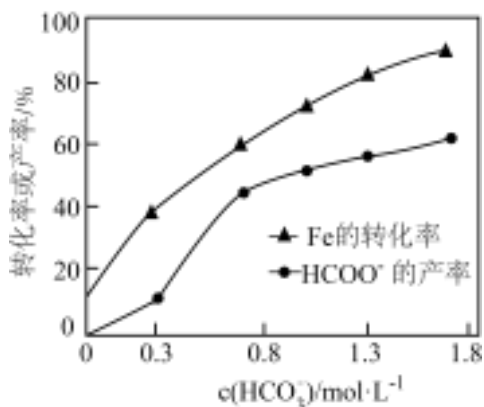
(2) “ $\text{Fe}-\text{HCO}_3^- - \text{H}_2\text{O}$ 热循环制氢和甲酸” 的原理为: 在密闭容器中, 铁粉与吸收 CO_2 制得的 NaHCO_3 溶液反应, 生成 H_2 、 HCOONa 和 Fe_3O_4 ; Fe_3O_4 再经生物柴油副产品转化为 Fe 。

① 实验中发现, 在 300°C 时, 密闭容器中 NaHCO_3 溶液与铁粉反应, 反应初期有 FeCO_3 生成并放出 H_2 , 该反应的离子方程式为_____。



②随着反应进行， FeCO_3 迅速转化为活性 Fe_3O_4 ，活性 Fe_3O_4 是 HCO_3^- 转化为 HCOO^- 的催化剂，其可能反应机理如题 17 图-2 所示。根据元素电负性的变化规律。题 17 图-2 所示的反应步骤 I 可描述为_____。

③在其他条件相同时，测得 Fe 的转化率、 HCOO^- 的产率随 $c(\text{HCO}_3^-)$ 变化如题 17 图-3 所示。 HCOO^- 的产率随 $c(\text{HCO}_3^-)$ 增加而增大的可能原因是_____。



(3) 从物质转化与资源综合利用角度分析，“ $\text{Fe}-\text{HCO}_3^--\text{H}_2\text{O}$ 热循环制氢和甲酸”的优点是_____。

江苏省 2022 年普通高中学业水平选择性考试

化学参考答案

一、单项选择题

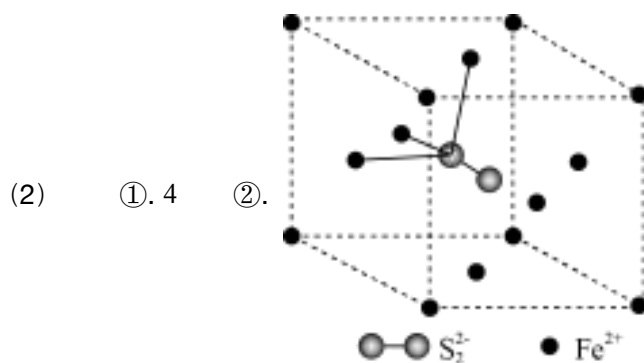
1. D 2. C 3. A 4. C 5. B 6. A 7. C 8. A 9. D 10. B 11. D 12. C 13. D

二、非选择题

14 (1) ①. $\text{FeS} + \text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{S} + 2\text{OH}^-$ ②. 5×10^{-8} ③.

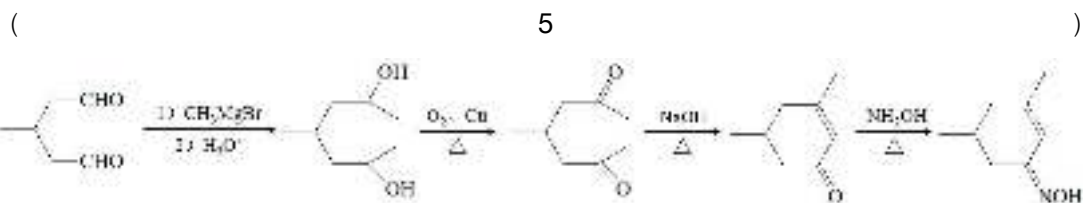
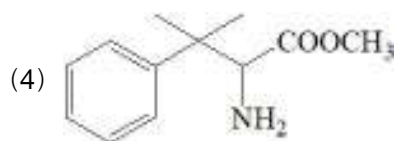
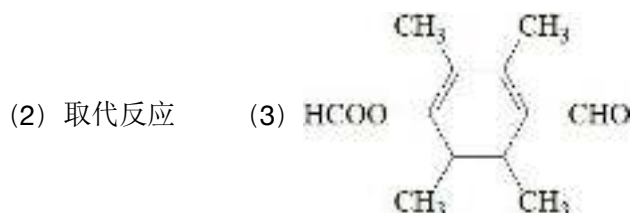
$c(\text{OH}^-)$ 越大， FeS 表面吸附的 $\text{Cr}(\text{VI})$ 的量越少， FeS 溶出量越少， $\text{Cr}(\text{VI})$ 中 CrO_4^{2-} 物质的

量分数越大



(3) Fe_2O_3 ; 设 FeS_2 氧化成含有两种元素的固体产物化学式为 FeO_x , $M_{\text{FeO}_x} = 120 \text{ g/mol}$, 则 $M_{\text{FeO}_x} = 120 \text{ g/mol} \times 66.7\% = 80.04 \text{ g/mol}$, 则 $56 + 16x = 80.04$, $x = \frac{3}{2}$, 即固体产物为 Fe_2O_3

15. (1) sp^2 和 sp^3



16 (1) $2\text{CeO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ = 2\text{Ce}^{3+} + \text{O}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

(2) B (3) ①. 降低溶液中氢离子的浓度, 促进碳酸氢根离子的电离, 增大溶液中碳酸根离子的浓度 ②. 酸性条件, 多次萃取 ③. Ca^{2+}

(4) 从左侧滴定管中放出一定体积的待测 Ca^{2+} 溶液, 加入指示剂苯代邻氨基苯甲酸, 用 $0.02000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} (\text{NH}_4)_2 \text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 来滴定, 当滴入最后半滴标准液时, 溶液由紫红色变为亮黄色, 即达到滴定终点, 记录标准液的体积

17. (1) ①. $\text{CuCl}_2 + 2\text{Cl}^- - e^- = \text{CuCl}_4^{2-}$ ②. Cu、O

(2) ①. $\text{Fe} + 2\text{HCO}_3^- \xrightarrow{300^\circ\text{C}} \text{FeCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2 \uparrow$ ②. H 的电负性大于 Fe, 小于 O, 在活性 Fe_3O_4 表面, H_2 断裂为 H 原子, 一个吸附在催化剂的铁离子上, 略带负电, 一个吸

附在催化剂的氧离子上，略带正电，前者与 HCO_3^- 中略带正电的碳结合，后者与 HCO_3^- 中略带负电的羟基氧结合生成 H_2O ， HCO_3^- 转化为 HCOO^- ③. 随 $c(\text{HCO}_3^-)$ 增加，生成 HCOO^- 和 H_2 的速率更快、产量增大，生成 HCOO^- 的速率更快、产率也增大

(3) 高效、经济、原子利用率高、无污染