

2016年普通高等学校招生全国统一考试(江苏卷)化学

一、单项选择题(共10小题,每小题2分,满分20分,每小题只有一个选项符合题意)

1. (2分)大气中CO₂含量的增加会加剧“温室效应”。下列活动会导致大气中CO₂含量增加的是()

- A. 燃烧煤炭供热
- B. 利用风力发电
- C. 增加植被面积
- D. 节约用电用水

解析: A. 燃烧煤炭供热时,碳与氧气反应产生大量的二氧化碳气体,故A正确;

B. 风力发电中不会涉及到含碳物质的燃烧,故不会导致二氧化碳含量增加,故B错误;


C. 增加植被面积可以吸收二氧化碳,减少CO₂含量,故C错误;

D. 节约用水用电与二氧化碳无关,故D错误。

答案: A

2. (2分)下列有关化学用语表示正确的是()


A. 中子数为10的氧原子: ${}_{8}^{10}\text{O}$

B. Mg²⁺的结构示意图: 

C. 硫化钠的电子式: $\text{Na}:\ddot{\text{S}}:\text{Na}$

D. 甲酸甲酯的结构简式: C₂H₄O₂

解析: A. 中子数为10的氧原子,质子数为8,则质量数为18,则原子表示为 ${}_{8}^{18}\text{O}$,故A错误;

B. 镁离子是镁原子失去最外层2个电子形成,离子的结构示意图为: ,故B正确;

C. 硫化钠的化学式中含有两个钠离子,硫化钠正确的电子式为: $\text{Na}:\ddot{\text{S}}:\text{Na}$,故C错误;

D. 甲酸甲酯的结构简式: HCOOCH₃, C₂H₄O₂为甲酸甲酯的分子式,故D错误。

答案: B

3. (2分)下列有关物质的性质与用途具有对应关系的是()

- A. SO₂具有氧化性,可用于漂白纸浆
- B. NH₄HCO₃受热易分解,可用作氮肥
- C. Fe₂(SO₄)₃易溶于水,可用作净水剂
- D. Al₂O₃熔点高,可用作耐高温材料

解析: A. 二氧化硫化合价居于中间价态,具有氧化性和还原性,但漂白纸浆是利用二氧化硫的漂白性,不是其氧化性,故A错误;

- B. 做氮肥是利用碳酸氢铵溶解后的铵根离子被植物吸收做氮肥，不是利用其分解的性质，故 B 错误；
- C. 硫酸铁溶液中铁离子水解生成氢氧化铁胶体具有吸附悬浮杂质的作用，可以净水，不是利用的易溶于水的性质，故 C 错误；
- D. Al_2O_3 熔点高，不易熔融可用作耐高温材料，故 D 正确。

答案：D

4. (2分)短周期主族元素 X、Y、Z、W 原子序数依次增大，X 原子的最外层有 6 个电子，Y 是迄今发现的非金属性最强的元素，在周期表中 Z 位于 IA 族，W 与 X 属于同一主族。下列说法正确的是()

- A. 元素 X、W 的简单阴离子具有相同的电子层结构
- B. 由 Y、Z 两种元素组成的化合物是离子化合物
- C. W 的简单气态氢化物的热稳定性比 Y 的强
- D. 原子半径： $r(\text{X}) < r(\text{Y}) < r(\text{Z}) < r(\text{W})$

解析：Y 是迄今发现的非金属性最强的元素，应为 F，X 原子的最外层有 6 个电子，且原子序数小于 F，应为 O 元素，在周期表中 Z 位于 IA 族，由原子序数关系可知 Z 为 Na 元素，W 与 X 属于同一主族，W 应为 S 元素，

- A. 元素 X、W 的简单阴离子分别为 O^{2-} 、 S^{2-} ，离子的电子层结构不同，故 A 错误；
- B. Y 为 F，Z 为 Na，由 Y、Z 两种元素组成的化合物为 NaF，是离子化合物，故 B 正确；
- C. 非金属性 $\text{F} > \text{S}$ ，元素的非金属性越强，对应的氢化物越稳定，故 C 错误；
- D. 原子核外电子层数越多，原子半径越大，同周期元素从左到右原子半径逐渐减小，则半径 $r(\text{F}) < r(\text{O}) < r(\text{S}) < r(\text{Na})$ ，故 D 错误。

答案：B

5. (2分)下列指定反应的离子方程式正确的是()

- A. 将铜插入稀硝酸中： $\text{Cu} + 4\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- B. 向 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中加入过量铁粉： $\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 2\text{Fe}^{3+}$
- C. 向 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中加入过量氨水： $\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{NH}_4^+$
- D. 向 Na_2SiO_3 溶液中滴加稀盐酸： $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 3\text{H}^+ = \text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow + 3\text{Na}^+$

解析：A. 将铜插入稀硝酸中反应的离子方程式为： $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ ，故 A 错误；

B. 向 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中加入过量铁粉反应的离子方程式为： $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$ ，故 B 错误；

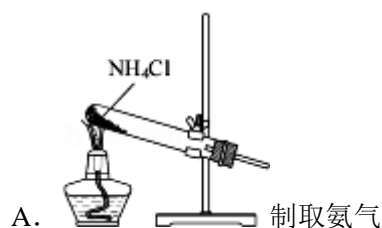
C. 向 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中加入过量氨水反应的离子方程式：

$\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{NH}_4^+$ ，故 C 正确；

D. 向 Na_2SiO_3 溶液中滴加稀盐酸反应的离子方程式： $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow$ ，故 D 错误。

答案：C

6. (2分)根据侯氏制碱原理制备少量 NaHCO_3 的实验，经过制取氨气、制取 NaHCO_3 、分离 NaHCO_3 、干燥 NaHCO_3 四个步骤，下列图示装置和原理能达到实验目的是()





C. 分离 NaHCO_3 分离 NaHCO_3



D. 干燥 NaHCO_3 干燥 NaHCO_3

解析：A. 氯化铵不稳定，加热易分解，温度稍低又可生成氯化铵，制备氨气，应用氯化铵和氢氧化钙为反应物，故 A 错误；

B. 应将二氧化碳从长导管进入，否则将液体排出，故 B 错误；

C. 从溶液中分离碳酸氢钠固体，可用过滤的方法，故 C 正确；

D. 碳酸氢钠不稳定，不能直接加热干燥，可烘干，故 D 错误。

答案：C

7. (2分)下列说法正确的是()

A. 氢氧燃料电池工作时， H_2 在负极上失去电子

B. $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液加热后，溶液的 pH 减小

C. 常温常压下， 22.4LCl_2 中含有的分子数为 6.02×10^{23} 个

D. 室温下，稀释 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{CH}_3\text{COOH}$ 溶液，溶液的导电能力增强

解析：A、氢氧燃料电池中， H_2 在负极上失去电子被氧化，故 A 正确；

B、 Na_2CO_3 溶液加热，促进碳酸根离子的水解，使得氢氧根离子浓度增大，溶液的 pH 增大，故 B 错误；

C、常温常压，不是标准状况， 22.4LCl_2 中，不能用公式计算气体的物质的量，故 C 错误；

D、电解质的导电能力与溶液中自由移动阴阳离子的浓度有关，稀释 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{CH}_3\text{COOH}$ 溶液，使得离子浓度减小，导电能力减弱，故 D 错误。

答案：A

8. (2分)通过以下反应均可获取 H_2 。下列有关说法正确的是()

①太阳光催化分解水制氢： $2\text{H}_2\text{O}(\text{l})=2\text{H}_2(\text{g})+\text{O}_2(\text{g})\Delta H_1=571.6\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

②焦炭与水反应制氢： $\text{C}(\text{s})+\text{H}_2\text{O}(\text{g})=\text{CO}(\text{g})+\text{H}_2(\text{g})\Delta H_2=131.3\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

③甲烷与水反应制氢： $\text{CH}_4(\text{g})+\text{H}_2\text{O}(\text{g})=\text{CO}(\text{g})+3\text{H}_2(\text{g})\Delta H_3=206.1\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

A. 反应①中电能转化为化学能

B. 反应②为放热反应

C. 反应③使用催化剂, ΔH_3 减小

D. 反应 $\text{CH}_4(\text{g}) = \text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g})$ 的 $\Delta H = 74.8\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

解析: A、太阳光催化分解水制氢气, 是光能转化为化学能, 故 A 错误;

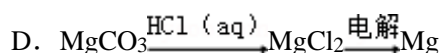
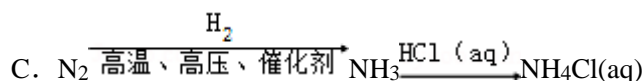
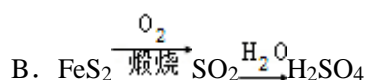
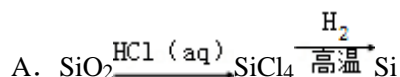
B、反应的 $\Delta H_2 > 0$, 故该反应为吸热反应, 故 B 错误;

C、催化剂不能改变反应热的大小, 只能改变化学反应速率, 故 C 错误;

D、根据盖斯定律, 目标反应 $\text{CH}_4(\text{g}) = \text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g})$ 相当于 ③ - ②, 故 $\Delta H = \Delta H_3 - \Delta H_2$, $\Delta H = 206.1\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1} - 131.3\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1} = 74.8\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, 故 D 正确。

答案: D

9. (2分)在给定的条件下, 下列选项所示的物质间转化均能实现的是()



解析: A. 二氧化硅属于酸性氧化物和盐酸不反应, 不能一步实现反应, 故 A 错误;

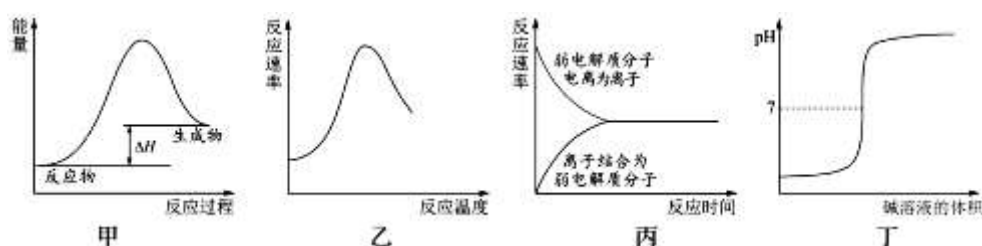
B. 二氧化硫和水反应生成亚硫酸, 亚硫酸被氧化生成硫酸, 二氧化硫和水不能一步转化, 故 B 错误;

C. 氮气和氢气在催化剂、高温高压条件下反应生成氨气, 氨气是碱性气体和盐酸反应生成氯化铵, 两步反应能一步实现, 故 C 正确;

D. 碳酸镁溶于盐酸生成氯化镁溶液, 氯化镁溶液电解得到氢氧化镁和氢气, 不能直接得到金属镁, 应是电解熔融状态的氯化镁得到金属镁, 故 D 错误。

答案: C

10. (2分)下列图示与对应的叙述不相符合的是()



A. 图甲表示燃料燃烧反应的能量变化

B. 图乙表示酶催化反应的反应速率随反应温度的变化

C. 图丙表示弱电解质在水中建立电离平衡的过程

D. 图丁表示强碱滴定强酸的滴定曲线

解析: A. 燃料燃烧应放出热量, 反应物总能量大于生成物总能量, 而题目所给图为吸热反应, 故 A 错误;

B. 酶为蛋白质, 温度过高, 蛋白质变性, 则酶催化能力降低, 甚至失去催化活性, 故 B 正确;

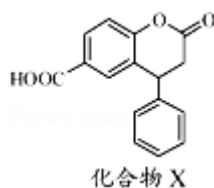
C. 弱电解质存在电离平衡, 平衡时正逆反应速率相等, 图像符合电离特点, 故 C 正确;

D. 强碱滴定强酸, 溶液 pH 增大, 存在 pH 的突变, 图像符合, 故 D 正确。

答案：A

二、不定项选择题：本题共5个小题，每小题4分，共计20分，每个小题只有一个或两个选项符合题意。若正确答案只包括一个选项，多选时，该小题得0分；若正确答案包括两个选项，只选一个且正确的得2分，选两个且全部选对的得4分，但只要选错一个，该小题就得0分。

11. (4分)化合物X是一种医药中间体，其结构简式如图所示。下列有关化合物X的说法正确的是()



- A. 分子中两个苯环一定处于同一平面
- B. 不能与饱和 Na_2CO_3 溶液反应
- C. 在酸性条件下水解，水解产物只有一种
- D. 1 mol 化合物 X 最多能与 2 mol NaOH 反应

解析：A. 两个苯环连接在饱和碳原子上，具有甲烷的结构特点，且 C - C 为 σ 键，可自由旋转，则分子中两个苯环不一定处于同一平面，故 A 错误；

B. 含有羧基，具有酸性，可与碳酸钠反应，故 B 错误；

C. 能水解的只有酯基，因为环状化合物，则水解产物只有一种，故 C 正确；

D. 能与氢氧化钠反应的为酯基、羧基，且酯基可水解生成酚羟基和羧基，则 1 mol 化合物 X 最多能与 3 mol NaOH 反应，故 D 错误。

答案：C

12. (4分)制备 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 的实验中，需对过滤出产品的母液($\text{pH} < 1$)进行处理。常温下，分别取母液并向其中加入指定物质，反应后的溶液中主要存在的一组离子正确的是()

- A. 通入过量 Cl_2 : Fe^{2+} 、 H^+ 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-}
- B. 加入过量 NaClO 溶液: NH_4^+ 、 Fe^{2+} 、 H^+ 、 SO_4^{2-} 、 ClO^-
- C. 加入过量 NaOH 溶液: Na^+ 、 Fe^{2+} 、 NH_4^+ 、 SO_4^{2-} 、 OH^-
- D. 加入过量 NaClO 溶液和 NaOH 的混合溶液: Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 ClO^- 、 OH^-

解析：A. 氯气与还原性离子 Fe^{2+} 发生氧化还原反应，不能存在二价铁离子，故 A 错误；

B. Fe^{2+} 有强还原性，酸性条件 ClO^- 离子具有强氧化性，要发生氧化还原反应，不能共存，故 B 错误；

C. Fe^{2+} 、 OH^- 结合生成沉淀，铵根离子与碱结合生成弱电解质，不能共存，故 C 错误；

D. 该组离子之间不反应，能共存，加入过量 NaClO 溶液和 NaOH 的混合溶液，离子之间不反应，能共存，故 D 正确。

答案：D

13. (多选)(4分)根据下列实验操作和现象所得到的结论正确的是()

| 选项 | 实验操作和现象 | 结论 |
|----|---------------------------------------|------------|
| A | 室温下，向苯酚钠溶液中通入足量 CO_2 ，溶液变浑浊。 | 碳酸的酸性比苯酚的强 |

| | | |
|---|---|---|
| B | 室温下，向浓度均为 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 BaCl_2 和 CaCl_2 混合溶液中滴加 Na_2SO_4 溶液，出现白色沉淀。 | $K_{\text{sp}}(\text{Ba}_2\text{SO}_4) < K_{\text{sp}}(\text{Ca}_2\text{SO}_4)$ |
| C | 室温下，向 FeCl_3 溶液中滴加少量 KI 溶液，再滴加几滴淀粉溶液，溶液变蓝色。 | Fe^{3+} 的氧化性比 I_2 的强 |
| D | 室温下，用 PH 试纸测得： $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{SO}_3$ 溶液的 pH 约为 10； $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaHSO}_3$ 溶液的 pH 约为 5。 | HSO_3^- 结合 H^+ 的能力比 SO_3^{2-} 的强 |

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

解析：A. 向苯酚钠溶液中通入足量 CO_2 ，溶液变浑浊，说明生成苯酚，可说明碳酸的酸性比苯酚的强，故 A 正确；

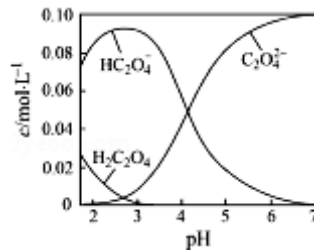
B. 向浓度均为 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 BaCl_2 和 CaCl_2 混合溶液中滴加 Na_2SO_4 溶液，出现白色沉淀，不能确定生成的沉淀成分，则不能比较溶度积大小，故 B 错误；

C. 室温下，向 FeCl_3 溶液中滴加少量 KI 溶液，再滴加几滴淀粉溶液，溶液变蓝色，说明生成碘，可说明 Fe^{3+} 的氧化性比 I_2 的强，故 C 正确；

D. 阴离子水解程度越大，溶液 pH 越大，说明越易结合氢离子，则 HSO_3^- 结合 H^+ 的能力比 SO_3^{2-} 的弱，故 D 错误。

答案：AC

14. (多选)(4分) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 为二元弱酸。20°C 时，配制一组 $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)+c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)+c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})=0.100\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 和 NaOH 混合溶液，溶液中部分微粒的物质的量浓度随 pH 的变化曲线如图所示。下列指定溶液中微粒的物质的量浓度关系一定正确的是()



- A. PH=2.5 的溶液中： $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)+c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) > c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$
 B. $c(\text{Na}^+)=0.100\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的溶液中： $c(\text{H}^+)+c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)=c(\text{OH}^-)+c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$
 C. $c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)=c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ 的溶液中： $c(\text{Na}^+) > 0.100\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}+c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$
 D. pH=7 的溶液中： $c(\text{Na}^+) > 2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$

解析：A. 分析图象可知，PH=2.5 的溶液中 $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ 和 $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ 浓度之和小于 $c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$ ，则 $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)+c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) < c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$ ，故 A 错误；

B. 依据溶液中电荷守恒和物料守恒分析， $c(\text{Na}^+)=0.100\text{mol/L}$ 的溶液中为 NaHC_2O_4 溶液，溶液中存在电荷守恒 $c(\text{H}^+)+c(\text{Na}^+)=2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})+c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)+c(\text{OH}^-)$ ，物料守恒 $c(\text{Na}^+)=c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})+c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)+c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ ，代入计算得到 $c(\text{H}^+)+c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)=c(\text{OH}^-)+c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ ，故 B 正确；

C. $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)+c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)+c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})=0.100\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ， $c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)=c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ ，电荷守恒 $c(\text{H}^+)+c(\text{Na}^+)=2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})+c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)+c(\text{OH}^-)$ ，得到溶液中 $c(\text{Na}^+) < 0.100\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}+c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$ ，故 C 错误；

D. pH=7 的溶液中溶质为草酸钠，草酸根离子水解减少，则 $c(\text{Na}^+) > 2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ ，故 D 正确。

答案：BD

15. (多选)(4分)一定温度下,在3个体积均为1.0L的容量密闭容器中反应
 $2\text{H}_2(\text{g})+\text{CO}(\text{g})\rightleftharpoons\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 达到平衡,下列说法正确的是()

| 容器 | 温度/ $^{\circ}\text{C}$ | 物质的起始浓度/ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ | | | 物质的平衡浓度/ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ |
|-----|------------------------|---|----------------|---------------------------|---|
| | | $c(\text{H}_2)$ | $c(\text{CO})$ | $c(\text{CH}_3\text{OH})$ | $c(\text{CH}_3\text{OH})$ |
| I | 400 | 0.20 | 0.10 | 0 | 0.080 |
| II | 400 | 0.40 | 0.20 | 0 | |
| III | 500 | 0 | 0 | 0.10 | 0.025 |

- A. 该反应的正反应放热
 B. 达到平衡时,容器I中反应物转化率比容器II中的大
 C. 达到平衡时,容器II中 $c(\text{H}_2)$ 大于容器III中 $c(\text{H}_2)$ 的两倍
 D. 达到平衡时,容器III中的反应速率比容器I中的大

解析: A. 对比 I、III, 如温度相同, 0.1mol/L 的 CH_3OH 相当于 0.20mol/L 的 H_2 和 0.1mol/L 的 CO , 为等效平衡, 但 III 温度较高, 平衡时 CH_3OH 较低, 说明升高温度平衡逆向移动, 正反应为放热反应, 故 A 正确;

B. 对比 I、II, 在相同温度下反应, 但 II 浓度较大, 由方程式可知, 增大浓度, 平衡正向移动, 则容器 I 中反应物转化率比容器 II 中的小, 故 B 错误;

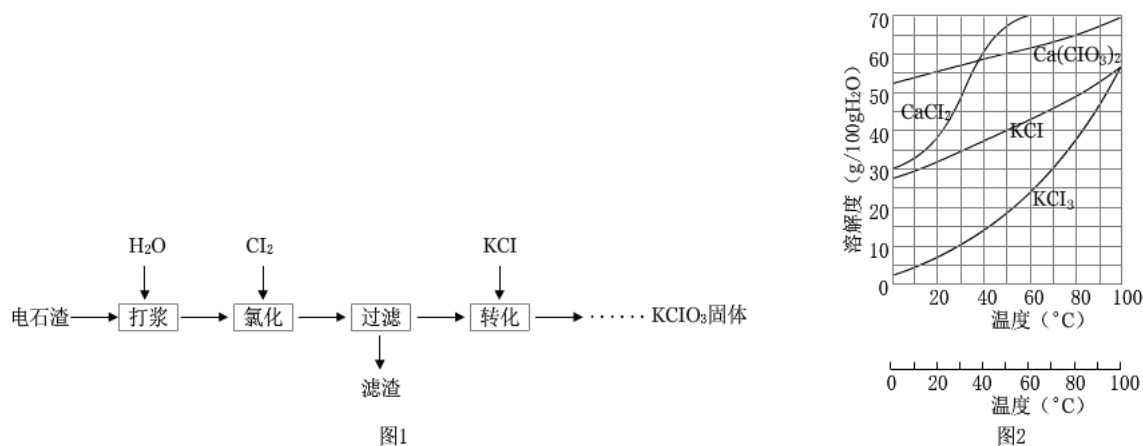
C. II 浓度较大, III 温度较高, 增大浓度平衡正向移动, 升高温度平衡逆向移动, 则不能比较 II、III $c(\text{H}_2)$ 关系, 故 C 错误;

D. 对比 I、III, III 温度较高, 浓度相当, 升高温度, 反应速率增大, 故 D 正确。

答案: AD

三、解答题(共5小题, 满分68分)

16. (12分)以电石渣[主要成分为 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和 CaCO_3]为原料制备 KClO_3 的流程如图1:



(1)氯化过程控制电石渣过量,在 75°C 左右进行。氯化时存在 Cl_2 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 作用生成 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 的反应, $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 进一步转化为 $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$, 少量 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 分解为 CaCl_2 和 O_2 。

①生成 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 的化学方程式为_____。

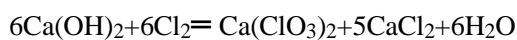
②提高 Cl_2 转化为 $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$ 的转化率的可行措施有_____ (填序号)。

- A. 适当减缓通入 Cl_2 速率
 B. 充分搅拌浆料
 C. 加水使 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 完全溶解

解析：①氯气和氢氧化钙反应生成氯化钙、次氯酸钙和水；②氯气和氢氧化钙反应生成氯化钙、次氯酸钙和水，反应的化学方程式为 $2\text{Cl}_2+2\text{Ca}(\text{OH})_2=\text{CaCl}_2+\text{Ca}(\text{ClO})_2+2\text{H}_2\text{O}$ ，

答案：① $2\text{Cl}_2+2\text{Ca}(\text{OH})_2=\text{CaCl}_2+\text{Ca}(\text{ClO})_2+2\text{H}_2\text{O}$ ② AB

(2)氯化过程中 Cl_2 转化为 $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$ 的总反应方程式为：



氯化完成后过滤。

①滤渣的主要成分为_____ (填化学式)。

②滤液中 $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$ 与 CaCl_2 的物质的量之比 $n[\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2]:n[\text{CaCl}_2]$ _____ 1:5 (填“>”、“<”或“=”)。

解析：①发生 $6\text{Ca}(\text{OH})_2+6\text{Cl}_2=\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2+5\text{CaCl}_2+6\text{H}_2\text{O}$ ，生成的 $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$ 溶于水， CaCO_3 不溶于水， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 微溶，则滤渣中含有 CaCO_3 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ；②氯化过程中 Cl_2 与氢氧化钙反应部分生成 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 和 CaCl_2 ，则 $n[\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2]:n[\text{CaCl}_2]<1:5$ 。

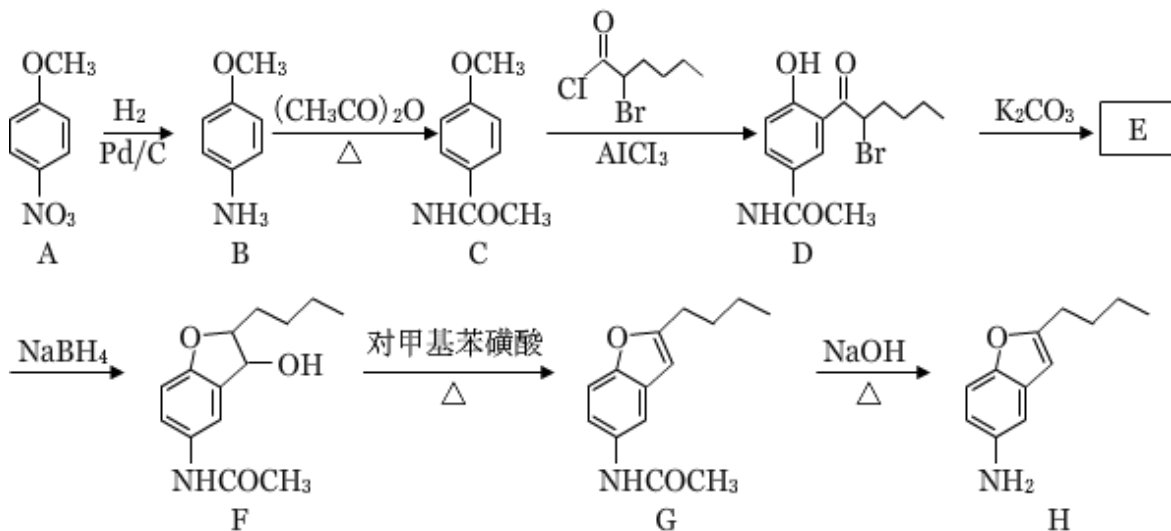
答案： CaCO_3 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ <

(3)向滤液中加入稍过量 KCl 固体可将 $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$ 转化为 KClO_3 ，若溶液中 KClO_3 的含量为 $100\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ，从该溶液中尽可能多地析出 KClO_3 固体的方法是_____。

解析：该溶液中尽可能多地析出 KClO_3 固体，应经蒸发浓缩、冷却结晶。

答案：蒸发浓缩、冷却结晶。

17. (15分)化合物 H 是合成抗心律失常药物泰达隆的一种中间体，可通过以下方法合成：



(1)D 中的含氧官能团名称为_____ (写两种)。

解析：由结构简式可知 D 含有酚羟基、羰基和酰胺键。

答案：酚羟基、羰基和酰胺键等

(2)F→G 的反应类型为_____。

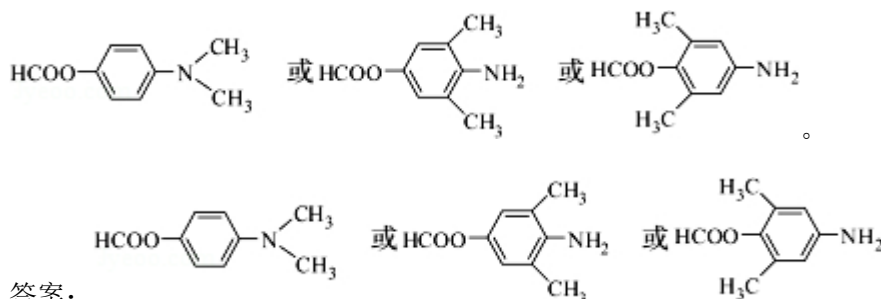
解析：F 含有羟基，而生成 G 含有碳碳双键，可知发生消去反应。

答案：消去反应

(3)写出同时满足下列条件的 C 的一种同分异构体的结构简式_____。

- ①能发生银镜反应；
 ②能发生水解反应，其水解产物之一能与 FeCl_3 溶液发生显色反应；
 ③分子中只有 4 种不同化学环境的氢。

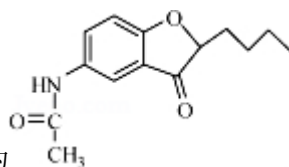
解析：C 的一种同分异构体：①能发生银镜反应，说明含有醛基；②能发生水解反应，其水解产物之一能与 FeCl_3 溶液发生显色反应，说明水解可生成酚羟基，应含有 $\text{HCOO}-$ 结构；③分子中只有 4 种不同化学环境的氢，应为对称结构，则同分异构体可为



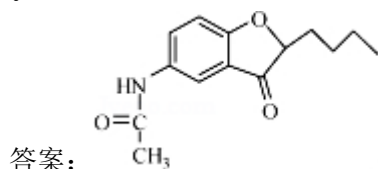
答案：

(4)E 经还原得到 F，E 的分子是为 $\text{C}_{14}\text{H}_{17}\text{O}_3\text{N}$ ，写出 E 的结构简式_____。

解析：E 经还原得到 F，E 的分子是为 $\text{C}_{14}\text{H}_{17}\text{O}_3\text{N}$ ， $\Omega = \frac{14 \times 2 + 2 - 16}{2} = 7$ ，由 F 的结构简式可知 E

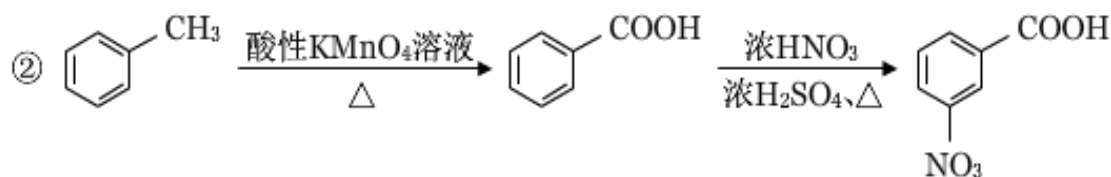


中含有 $\text{C}=\text{O}$ 键，发生还原反应生成 $-\text{OH}$ ，E 的结构简式为



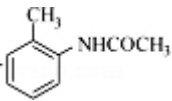
答案：

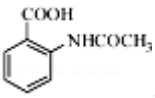
(5)已知：①苯胺()易被氧化



请以甲苯和 $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ 为原料制备 ，写出制备的合成路线流程图(无机试剂任用，合成路线流程图示例见本题题干)。

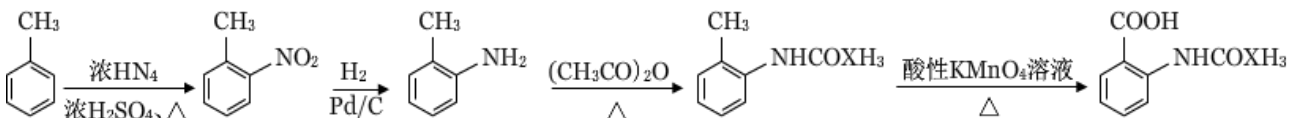
解析：甲苯和 $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ 为原料制备 ，可先由甲苯发生硝化反应，生成邻 - 硝基

甲苯，然后发生还原反应生成邻甲基苯胺，与乙酸酐发生取代反应生成 

，氧化可生成 ，流程为



答案：



18. (12分)过氧化钙($\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$)是一种在水产养殖中广泛使用的供氧剂。

(1) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 悬浊液与 H_2O_2 溶液反应可制备 $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 。



反应时通常加入过量的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，其目的是_____。

解析：依据方程式 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = \text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 可知，反应时加入氢氧化钙是为了提高双氧水的利用率。

答案：提高过氧化氢的利用率

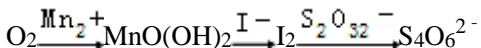
(2)箱池塘水中加入一定量的 $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 后，池塘水中浓度增加的离子有(____)(填序号)。

- A. Ca^{2+}
- B. H^+
- C. CO_3^{2-}
- D. OH^-

解析：过氧化钙与水反应生成氢氧化钙、氧气和水，因此箱池塘水中加入一定量的 $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ，池塘水中浓度增加的离子有钙离子和氢氧根离子，选择 AD。

答案：AD

(3)水中溶解氧的测定方法如下：向一定量水样中加入适量 MnSO_4 和碱性 KI 溶液，生成 $\text{MnO}(\text{OH})_2$ 沉淀，密封静置，加入适量稀 H_2SO_4 ，将 $\text{MnO}(\text{OH})_2$ 与 I^- 完全反应生成 Mn^{2+} 和 I_2 后，以淀粉作指示剂，用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定至终点，测定过程中物质的转化关系如下：



①写出 O_2 将 Mn^{2+} 氧化成 $\text{MnO}(\text{OH})_2$ 的离子方程式：_____。

②取加过一定量 $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 的池塘水样 100.00mL，按上述方法测定水中溶解氧量，消耗 $0.01000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液 13.50mL。计算该水样中的溶解氧(用 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 表示)，写出计算过程。

解析：① O_2 将 Mn^{2+} 氧化成 $\text{MnO}(\text{OH})_2$ 的反应中 O_2 是氧化剂得到 4 个电子，Mn 元素的化合价从 +2 价升高到 +4 价，失 2 个电子，所以根据电子得失守恒以及原子守恒可知反应的离子方程式为： $\text{O}_2 + 2\text{Mn}^{2+} + 4\text{OH}^- = \text{MnO}(\text{OH})_2 \downarrow$ ；②依据流程图并依据电子得失守恒可知氧气得到的电子就是硫代硫酸钠失去的电子，其中硫元素化合价从 +2 价升高到 +2.5 价，计算该水样中的溶解氧

答案：① $\text{O}_2 + 2\text{Mn}^{2+} + 4\text{OH}^- = \text{MnO}(\text{OH})_2 \downarrow$ ；

$$\textcircled{2} \text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}, n(\text{I}_2) = \frac{c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{2} = 6.750 \times 10^{-5} \text{mol},$$

$$n(\text{MnO}(\text{OH})_2) = n(\text{I}_2) = 6.750 \times 10^{-5} \text{mol},$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{1}{2} n(\text{MnO}(\text{OH})_2) = \frac{1}{2} \times 6.750 \times 10^{-5} \text{mol} = 3.375 \times 10^{-5} \text{mol},$$

$$\text{水中溶解氧} = \frac{3.375 \times 10^{-5} \text{mol} \times 32 \text{g/mol} \times 1000 \text{mg/g}}{100.00 \text{ml} \times 10^{-3} \text{L/mol}} = 10.80 \text{mg/L},$$

答：该水样中的溶解氧 10.80mg/L。

19. (15分)实验室以一种工业废渣(主要成分为 MgCO_3 、 MgSO_4 和少量 Fe、Al 的氧化物)为原料制备 $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 。实验过程如图 1:

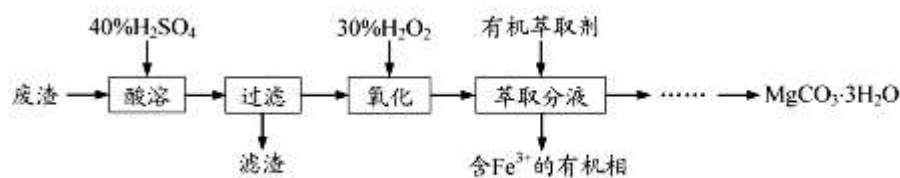
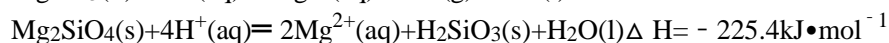


图1



图2

(1)酸溶过程中主要反应的热化学方程式为



酸溶需加热的目的是_____；所加 H_2SO_4 不宜过量太多的原因是_____。

解析：加热，温度升高，可增大反应速率，即加快酸溶速率，但加入硫酸不能过多，避免制备 MgCO_3 时消耗过多的碱而浪费原料。

答案：加快酸溶速率 避免制备 MgCO_3 时消耗过多的碱

(2)加入 H_2O_2 氧化时发生反应的离子方程式为_____。

解析：加入 H_2O_2 溶液与二价铁离子发生氧化还原反应，反应的离子方程式为：



答案： $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$

(3)用图 2 所示的实验装置进行萃取分液，以除去溶液中的 Fe^{3+} 。

①实验装置图中仪器 A 的名称为_____。

②为使 Fe^{3+} 尽可能多地从水相转移至有机相，采取的操作：向装有水溶液的仪器 A 中加入一定量的有机萃取剂，_____、静置、分液，并重复多次。

解析：①由装置图可知仪器 A 为分液漏斗，用于萃取、分液；②萃取时，为使溶质尽可能被萃取，应充分振荡，以充分接触而分离。

答案：分液漏斗 充分振荡

(4)请补充完整由萃取后得到的水溶液制备 $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 的实验方案：边搅拌边向溶液中滴加氨水，_____，过滤、用水洗涤固体 2 - 3 次，在 50°C 下干燥，得到 $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 。[已知该溶液中 $\text{pH}=8.5$ 时 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 开始沉淀； $\text{pH}=5.0$ 时 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀完全]。

解析：分液后水溶液中含有 Mg^{2+} 、 Al^{3+} ，可调节溶液 pH 至 $5 < \text{pH} < 8.5$ ，可除去 Al^{3+} ，又可防止生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ，过滤后在滤液中加入碳酸钠溶液，可生成 MgCO_3 沉淀，静置，向上

层清夜中滴加碳酸钠溶液，若无沉淀生成，说明已完全反应，过滤后，用水洗涤固体 2 - 3 次，在 50°C 下干燥，得到 $MgCO_3 \cdot 3H_2O$ 。

答案：至 $5 < pH < 8.5$ ，过滤，边搅拌边向滤液中滴加碳酸钠溶液至有大量沉淀生成，静置，向上层清夜中滴加碳酸钠溶液，若无沉淀生成。

20. (14 分)铁炭混合物(铁屑和活性炭的混合物)、纳米铁粉均可用于处理水中污染物。

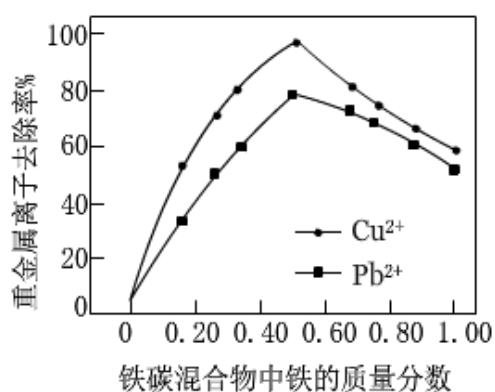
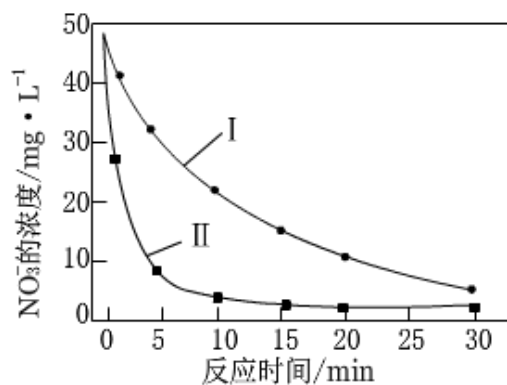


图1



I 含 $50mg \cdot L^{-1}NO_3^-$ 的水样

II 含 $50mg \cdot L^{-1}NO_3^- + 50mg \cdot L^{-1}Cu^{2+}$ 的水样

图2

(1)铁炭混合物在水溶液中可形成许多微电池。将含有 $Cr_2O_7^{2-}$ 的酸性废水通过铁炭混合物，在微电池正极上 $Cr_2O_7^{2-}$ 转化为 Cr^{3+} ，其电极反应式为_____。

解析：正极上 $Cr_2O_7^{2-}$ 转化为 Cr^{3+} ，发生还原反应，在酸性溶液中，电极方程式为 $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- = 2Cr^{3+} + 7H_2O$ 。

答案： $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- = 2Cr^{3+} + 7H_2O$

(2)在相同条件下，测量总质量相同、铁的质量分数不同的铁炭混合物对水中 Cu^{2+} 和 Pb^{2+} 的去除率，结果如图 1 所示。

①当铁炭混合物中铁的质量分数为 0 时，也能去除水中少量的 Cu^{2+} 和 Pb^{2+} ，其原因是_____。

②当铁炭混合物中铁的质量分数大于 50% 时，随着铁的质量分数的增加， Cu^{2+} 和 Pb^{2+} 的去除率不升反降，其主要原因是_____。

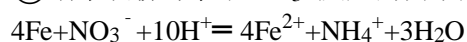
解析：①当铁炭混合物中铁的质量分数为 0 时，则只有碳粉，可去除水中少量的 Cu^{2+} 和 Pb^{2+} ，原因是碳粉具有吸附性，也可起到净水的作用；②随着铁的质量分数的增加，形成的微电池数目减少，反应速率减小，则 Cu^{2+} 和 Pb^{2+} 的去除率不升反降。

答案：①活性炭对 Cu^{2+} 和 Pb^{2+} 具有吸附作用 ②铁的质量分数的增加，碳铁混合物中微电池数目减少

(3)纳米铁粉可用于处理地下水中的污染物。

①一定条件下，向 $FeSO_4$ 溶液中滴加碱性 $NaBH_4$ 溶液，溶液中 BH_4^- (B 元素的化合价为 +3) 与 Fe^{2+} 反应生成纳米铁粉、 H_2 和 $B(OH)_4^-$ ，其离子方程式为_____。

②纳米铁粉与水中 NO_3^- 反应的离子方程式为



研究发现，若 pH 偏低将会导致 NO_3^- 的去除率下降，其原因是_____。

③相同条件下，纳米铁粉去除不同水样中 NO_3^- 的速率有较大差异(见图 2)，产生该差异的可能原因是_____。

解析：①向 FeSO_4 溶液中滴加碱性 NaBH_4 溶液，溶液中 BH_4^- (B 元素的化合价为+3)与 Fe^{2+} 反应生成纳米铁粉、 H_2 和 B(OH)_4^- ，反应中只有 Fe、H 元素化合价发生变化，发生氧化还原反应，离子方程式为 $2\text{Fe}^{2+} + \text{BH}_4^- + 4\text{OH}^- = 2\text{Fe} + 2\text{H}_2\uparrow + \text{B(OH)}_4^-$ ；

②pH 偏低，氢离子浓度偏大，则铁可与氢离子反应生成氢气，可导致 NO_3^- 的去除率下降；

③由图 2 可知铜离子浓度越大，去除率越大，铜离子可起到催化作用，也可能形成原电池反应。

答案：① $2\text{Fe}^{2+} + \text{BH}_4^- + 4\text{OH}^- = 2\text{Fe} + 2\text{H}_2\uparrow + \text{B(OH)}_4^-$

②纳米铁粉与氢离子反应生成氢气

③Cu 或 Cu^{2+} 催化纳米铁粉去除 NO_3^- 的反应(或形成 Fe - Cu 原电池增大纳米铁粉去除 NO_3^- 的反应速率)。

【选做题】本题包括 21、22 两小题，请选定其中一个小题，并在相应的答题区域内作答。若多做，则按 21 小题评分。

[物质的结构与性质]

21. (12 分) $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$ 在水溶液中与 HCHO 发生如下反应：



(1) Zn^{2+} 基态核外电子排布式为_____。

解析：Zn 是 30 号元素，其原子核外有 30 个电子，失去最外层两个电子生成锌离子，根据构造原理书写其核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$ 或 $[\text{Ar}] 3d^{10}$ 。

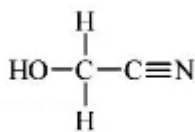
答案： $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$ 或 $[\text{Ar}] 3d^{10}$ ；

(2) 1mol HCHO 分子中含有 σ 键的数目为_____mol。

解析：单键为 σ 键，双键含有 1 个 σ 键和 1 个 π 键，三键含有 1 个 σ 键和 2 个 π 键， HCHO 分子中含有 2 个 C - H 键、1 个 C=O 双键，分子中含有 3 个 σ 键，所以 1mol 甲醛(HCHO) 分子中含有的 σ 键数目为 3mol。

答案：3

(3) HOCH_2CN 分子中碳原子轨道的杂化轨道类型是_____。



解析： HOCH_2CN 的结构简式，其中与羟基(-OH)相连的一个碳为饱和碳原子，价层电子对 $= 4 + 0 = 4$ ，杂化轨道类型为 SP^3 ，另外一碳原子与氮原子形成碳氮三键，三键含有 1 个 σ 键和

2 个 π 键，价层电子对 $= 2 + \frac{4 - 4 \times 1}{2} = 2$ ，所以碳原子杂化轨道类型为 SP 。

答案： sp^3 杂化、 sp 杂化

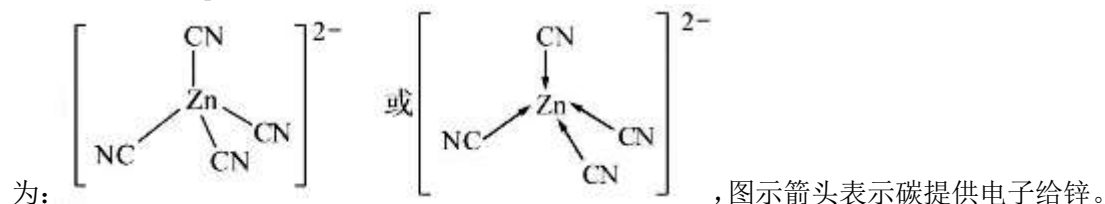
(4) 与 H_2O 分子互为等电子体的阴离子为_____。

解析：原子个数相等、价电子数相等的微粒为等电子体，与水互为等电子体的微粒该是 3 原子最外层电子数为 8 的分子或离子，这样的微粒有： H_2S 、 NH_2^- ，阴离子为： NH_2^- 。

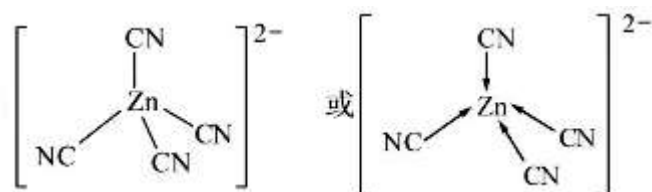
答案： NH_2^-

(5) $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$ 中 Zn^{2+} 与 CN^- 的 C 原子形成配位键, 不考虑空间构型, $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$ 的结构可用示意图表示为_____。

解析: $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$ 中锌离子提供空轨道, C 原子提供电子对形成配位键, 结构示意图表示

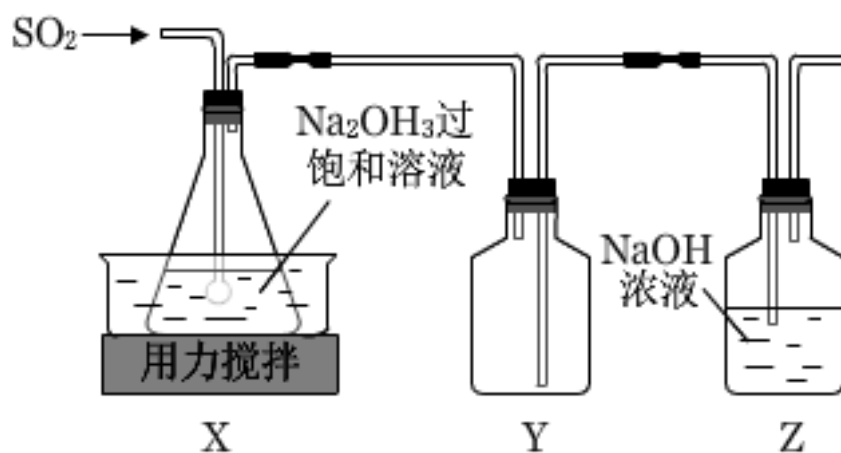


答案:



[实验化学]

22. 焦亚硫酸钠($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$)是常用的抗氧化剂, 在空气中, 受热时均易分解。实验室制备少量 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 的方法。在不断搅拌下, 控制反应温度在 40°C 左右, 向 Na_2CO_3 过饱和溶液中通入 SO_2 , 实验装置如图所示。当溶液 pH 约为 4 时, 停止反应。在 20°C 静置结晶, 生成 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 的化学方程式为: $2\text{NaHSO}_3 = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$ 。



(1) SO_2 与 Na_2CO_3 溶液反应生成 NaHSO_3 和 CO_2 , 其离子方程式为_____。

解析: 向 Na_2CO_3 过饱和溶液中通入 SO_2 , 发生反应生成 NaHSO_3 和 CO_2 , 反应的离子方程式为 $2\text{SO}_2 + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HSO}_3^- + \text{CO}_2$ 。

答案: $2\text{SO}_2 + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HSO}_3^- + \text{CO}_2$

(2) 装置 Y 的作用是_____。

解析: 二氧化硫易溶于氢氧化钠溶液, Y 为安全瓶, 可防止倒吸。

答案: 防止倒吸

(3) 析出固体的反应液经减压抽滤, 洗涤, $25^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C}$ 干燥, 可获得 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 固体。

① 组成减压抽滤装置的主要仪器是布氏漏斗、_____和抽气泵。

② 依次用饱和 SO_2 水溶液、无水乙醇洗涤 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 固体, 用饱和 SO_2 水溶液洗涤的目的是_____。

解析：①组成减压抽滤装置的主要仪器是布氏漏斗、吸滤瓶和抽气泵，

②由反应 $2\text{NaHSO}_3 = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$ 可知，增大 HSO_3^- 的浓度，有利于生成 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ，用饱和 SO_2 水溶液洗涤，可降低 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 的溶解度，减少 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 的溶解，

答案：①吸滤瓶 ②减少 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 在水中的溶解

(4)实验制得的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 固体中含有一定量的 Na_2SO_3 和 Na_2SO_4 ，其可能的原因是_____。

解析： $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 易分解生成 Na_2SO_3 ，且 Na_2SO_3 易被氧化，可知实验制得的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 固体中含有一定量的 Na_2SO_3 和 Na_2SO_4 。

答案：在制备过程中 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 易分解生成 Na_2SO_3 ，且 Na_2SO_3 易被氧化生成 Na_2SO_4 。