





2020年北京市西城区高三一模化学考试逐题解析

本试卷共9页，100分。考试时长90分钟。考试时务必将答案写在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

第一部分

本部分共14题，每题3分，共42分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 下列防疫物品的主要成分属于无机物的是

			
A. 聚丙烯	B. 聚碳酸酯	C. 二氧化氯	D. 丁腈橡胶

【答案】C

【解析】聚丙烯、聚碳酸酯和丁腈橡胶为高分子化合物，而二氧化氯为无机物，故选C。

2. 化学与生产生活密切相关，下列说法不正确的是

- A. 用食盐、蔗糖等作食品防腐剂
- B. 用氧化钙作吸氧剂和干燥剂
- C. 用碳酸钙、碳酸镁和氢氧化铝等作抗酸药
- D. 用浸泡过高锰酸钾溶液的硅藻土吸收水果产生的乙烯以保鲜

【答案】B

【解析】食盐和蔗糖可用来作防腐剂，故A正确。氧化钙作干燥剂，与水反应原理为： $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} == \text{Ca}(\text{OH})_2$ ，但不能作为吸氧剂，故B错误。碳酸钙、碳酸镁和氢氧化铝与胃酸中的氢离子发生反应，从而可作为抗酸药，故C正确。乙烯与高锰酸钾会发生氧化还原反应，可以用浸泡了高锰酸钾的硅藻土吸收乙烯，故D正确。

3. 短周期元素 W、X、Y、Z 的原子序数依次增大。W 的气态氢化物遇湿润的红色石蕊试纸变蓝色，X 是地壳中含量最高的元素，Y 在同周期主族元素中原子半径最大，Z 与 Y 形成的化合物的化学式为 YZ。下列说法不正确的是

- A. W 在元素周期表中的位置是第二周期 VA 族
 B. 同主族中 Z 的气态氢化物稳定性最强
 C. X 与 Y 形成的两种常见的化合物中，阳离子和阴离子的个数比均为 2:1
 D. 用电子式表示 YZ 的形成过程为： $\text{Y} \cdot + \cdot \ddot{\text{Z}}: \longrightarrow \text{Y}^+ [\ddot{\text{Z}}:]^-$

【答案】B

【解析】根据题干信息可知，W 气态的氢化物遇湿润的红色石蕊试纸变蓝，可知 W 为氮元素；X 是地壳中含量最高的元素，可知 X 为氧元素；Y 在同周期主族元素中原子半径最大，可知 Y 为钠元素；Z 与 Y 形成的化合物化学式为 YZ，且 W、X、Y、Z 原子序数依次增加，可知 Z 为氯元素。根据原子结构示意图可知氮元素在元素周期表中第二周期第 VA 族，故 A 正确。气态氢化物稳定性与非金属性有关，元素非金属性越强氧化性越大，气态氢化物稳定性越强，氯元素属于卤族元素，同主族中气态氢化物稳定性最强的为氟化氢，故 B 错误。X 与 Y 形成的两种常见化合物过氧化钠和氧化钠，阴离子和阳离子比均为 1:2，故 C 正确。Y 和 Z 形成的 NaCl 为离子化合物，其形成过程可用电子式表示为： $\text{Na} \cdot + \cdot \ddot{\text{Cl}}: \longrightarrow \text{Na}^+ [\ddot{\text{Cl}}:]^-$ ，故 D 正确。

4. 下列变化过程不涉及氧化还原反应的是

A	B	C	D
将铁片放入冷的浓硫酸中无明显现象	向 FeCl ₂ 溶液中滴加 KSCN 溶液，不变色，滴加氯水后溶液显红色	向 Na ₂ SO ₃ 固体中加入硫酸，生成无色气体	向包有 Na ₂ O ₂ 粉末的脱脂棉上滴几滴蒸馏水，脱脂棉燃烧

【答案】C

【解析】将铁片放入冷的浓硫酸中发生钝化反应，在铁片表面形成致密的氧化膜，发生氧化还原反应，故 A 错误。向氯化亚铁溶液中加入 KSCN 溶液不变色，滴加氯水后溶液中有 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ ，三价铁离子遇 KSCN 溶液变红，发生氧化还原反应，故 B 错误。向亚硫酸钠固体中加入硫酸，生成无色气体，发生反应： $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，未发生氧化还原反应，故 C 正确。向过氧化钠粉末的脱脂棉上滴加几滴蒸馏水，发生反应： $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ ，生成氧气且放出大量的热使脱脂棉燃烧，发生氧化还原反应，故 D 错误。

5. 海水提溴过程中发生反应： $3\text{Br}_2 + 6\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 5\text{NaBr} + \text{NaBrO}_3 + 6\text{NaHCO}_3$ ，

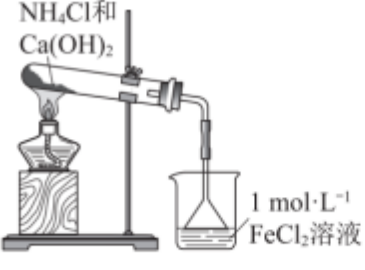
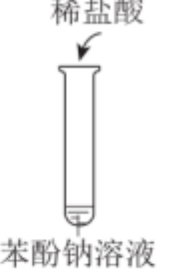
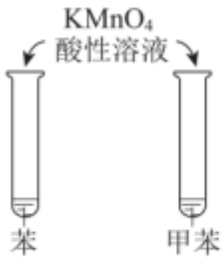

下列说法正确的是

- A. 标准状况下 $2 \text{ mol H}_2\text{O}$ 的体积约为 44.8 L
- B. $1 \text{ L } 0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ Na}_2\text{CO}_3$ 溶液中 CO_3^{2-} 物质的量为 0.1 mol
- C. 反应中消耗 3 mol Br_2 转移的电子数约为 $5 \times 6.02 \times 10^{23}$
- D. 反应中氧化产物和还原产物的物质的量之比为 $5 : 1$

【答案】C

【解析】在标准状况下 H_2O 不是气体，不能直接运用公式计算，故 A 错误。 CO_3^{2-} 属于弱酸根离子，在水溶液中会发生水解反应，则其物质的量会小于 0.1 mol ，故 B 错误。 3 mol Br_2 参与反应时，其中有 5 mol Br 原子由 0 价降到 -1 得 5 mol 电子， 1 mol Br 原子由 0 价上升到 +5 失去 5 mol 电子，所以消耗 3 mol Br_2 转移电子数约为 $5 \times 6.02 \times 10^{23}$ ，故 C 正确。 3 mol Br_2 参与反应时，其中有 5 mol Br 原子由 0 价降到 -1 得 5 mol 电子，被还原，得到 5 mol 还原产物 NaBr ， 1 mol Br 原子由 0 价上升到 +5 失去 5 mol 电子，被氧化，得到 1 mol 氧化产物 NaBrO_3 ，故 D 错误。

6. 下列实验现象预测正确的是

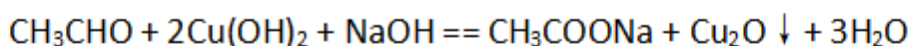
A	B	C	D
			
烧杯中产生白色沉淀, 一段时间后沉淀无明显变化	加盐酸出现白色浑浊, 加热变澄清	KMnO ₄ 酸性溶液在苯和甲苯中均褪色	液体分层, 下层呈无色

【答案】B

【解析】氯化铵和氢氧化钙反应产生氨气，氨气与氯化亚铁溶液反应生成白色沉淀氢氧化亚铁，氢氧化亚铁被氧化变成红褐色氢氧化铁，故 A 错误。稀盐酸与苯酚钠溶液反应生成苯酚，苯酚在常温下微溶于水，加热到 65 摄氏度时会与水以任意比例互溶，则加热溶液会变澄清，故 B 正确。苯不能使酸性 KMnO₄ 溶液褪色，而甲苯可以和酸性 KMnO₄ 溶液反应生成苯甲酸，使酸性 KMnO₄ 溶液褪色，故 C 错误。由于 CCl₄ 溶液密度比水的密度大，所以溶于 I₂ 的 CCl₄ 溶液在下层为紫红色，故 D 错误。

7. 下列解释事实的方程式不正确的是

- A. 用 Na₂CO₃ 溶液将水垢中的 CaSO₄ 转化为 CaCO₃: $\text{CO}_3^{2-} + \text{Ca}^{2+} == \text{CaCO}_3 \downarrow$
- B. 电解饱和食盐水产生黄绿色气体: $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$
- C. 红热木炭遇浓硝酸产生红棕色气体: $\text{C} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \xrightarrow{\text{加热}} \text{CO}_2 \uparrow + 4\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- D. 用新制 Cu(OH)₂ 检验乙醛，产生红色沉淀:

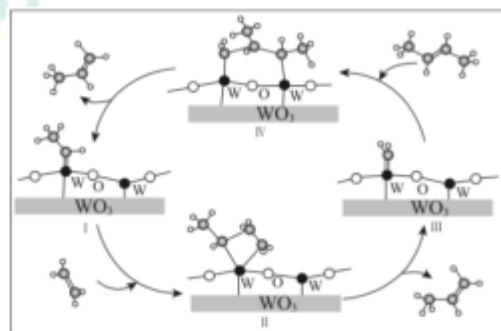


【答案】A

【解析】 CaSO_4 微溶于水，作为反应物，不拆。故 A 错误。

8. 科学家提出由 WO_3 催化乙烯和 2-丁烯合成丙烯的反应历程如右图（所有碳原子满足最外层八电子结构）。下列说法不正确的是

- A. 乙烯、丙烯和 2-丁烯互为同系物
 B. 乙烯、丙烯和 2-丁烯的沸点依次升高
 C. III \rightarrow IV 中加入的 2-丁烯具有反式结构
 D. 碳、钨 (W) 原子间的化学键在 III \rightarrow IV \rightarrow I 的过程中未发生断裂


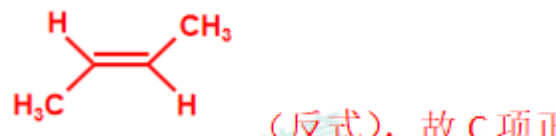


【答案】D

【解析】

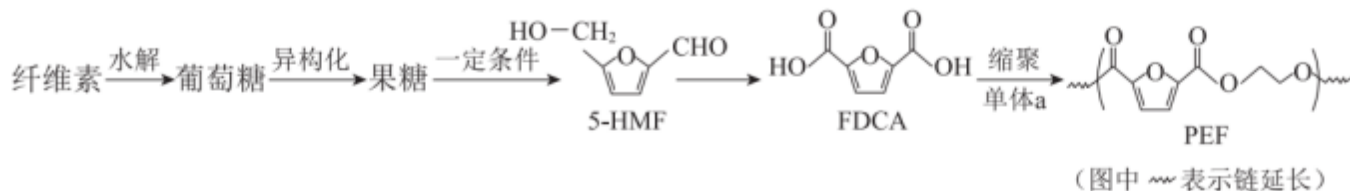
A. 乙烯、丙烯、2-丁烯官能团种类和数目相同，分子式相差一个或若干个 $-\text{CH}_2-$ ，故三者互为同系物，A 选项正确。

B. 乙烯、丙烯、2-丁烯都是烯烃，且分子量逐渐增大，沸点依次升高，故 B 选项正确。

C. 2-丁烯具有顺反异构： (顺式)、 (反式)，故 C 项正确。

D. 在 III \rightarrow IV 和 IV \rightarrow I 的过程中，碳和钨的化学键均发生断裂，故 D 项错误，本题选 D

9. 以富含纤维素的农作物为原料，合成 PEF 树脂的路线如下：



下列说法不正确的是

- A. 葡萄糖、果糖均属于多羟基化合物
 B. 5-HMF→FDCA 发生氧化反应
 C. 单体 a 为乙醇
 D. PEF 树脂可降解以减少对环境的危害

【答案】C

【解析】A 选项，葡萄糖为多羟基醛，果糖为多羟基酮，故 A 正确。B 选项，5-HMF 中的羟基和醛基均转化为 FDCA 中的羧基，被氧化，发生氧化反应，故 B 正确。C 选项，从 PEF 的链节上可得出单体 a 为乙二醇，故 C 错误。D 选项，PEF 树脂是脂肪类聚酯，可以降解为易溶于水的脂肪酸和醇类小分子，减少对环境的危害，故 D 正确。

10. 向某密闭容器中充入 NO_2 ，发生反应： $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ 。其它条件相同时，不同温度下平衡体系中各物质的物质的量分数如下表：（已知： N_2O_4 为无色气体）

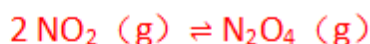
t/°C	27	35	49	70
$\text{NO}_2\%$	20	25	40	66
$\text{N}_2\text{O}_4\%$	80	75	60	34

下列说法不正确的是

- A. 27°C 时，该平衡体系中 NO_2 的转化率为 8/9
 B. 平衡时， NO_2 的消耗速率为 N_2O_4 消耗速率的 2 倍
 C. 室温时，将盛有 NO_2 的密闭玻璃球放入冰水中其颜色会变浅
 D. 增大 NO_2 起始量，可增大相同温度下该反应的化学平衡常数

【答案】D

【解析】A 选项，设开始充入 1mol NO_2 ，由方程式



初始 1mol 0

转化 $2x \text{ mol}$ $x \text{ mol}$

平衡 $(1-2x) \text{ mol}$ $x \text{ mol}$ 由题意，可列计算式：

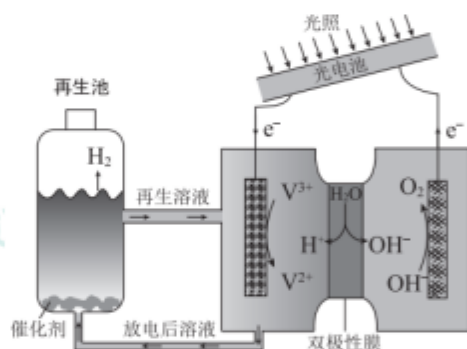
$$\frac{1-2x}{1-2x+x} = 20\% \quad x = \frac{4}{9}$$

$$\text{计算得 NO}_2 \text{ 的转化率} = \frac{2 \times \frac{4}{9}}{1} \times 100\% = \frac{8}{9}$$

B 选项，反应达平衡时，反应速率之比等于化学计量数之比，故 B 正确。C 选项，由表中表格可知，在初始二氧化氮投料比相同时，温度升高，二氧化氮的物质的量分数增加，可知平衡逆向移动，故反应为放热反应。放入冷水中，温度下降，平衡正向移动，二氧化氮（红棕色）减少，四氧化二氮（无色）增加，颜色变浅，故 C 正确。D 选项，化学平衡常数只与温度有关，温度不变，K 不变，故 D 错误。

11. 光电池在光照条件下可产生电压，如下装置可以实现光能源的充分利用，双极性膜可将水解离为 H^+ 和 OH^- ，并实现其定向通过。下列说法不正确的是

- A. 该装置将光能转化为化学能并分解水
- B. 双极性膜可控制其两侧溶液分别为酸性和碱性
- C. 光照过程中阳极区溶液中的 $n(\text{OH}^-)$ 基本不变
- D. 再生池中的反应 $2\text{V}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{V}^{3+} + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$



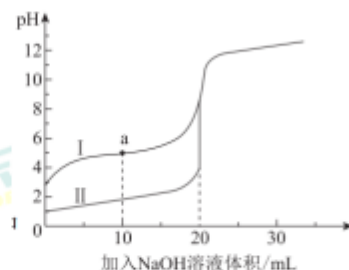
【答案】D

【解析】A 选项，该装置利用光电池将光能转换为电能，再利用电解池将电能转化为化学能，最终达到分解水的目的，故 A 正确。B 选项，由图可知，阳极区为碱性环境，阴极区为酸性环境，且 H^+ 、 OH^- 均来自双极性膜上进行的水的解离，故 B 正确。C 选项，阳极区： $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ ，阴极区： $\text{V}^{3+} + \text{e}^- = \text{V}^{2+}$ ，双极性膜： $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ ，再生池中： $2\text{V}^{2+} + 2\text{H}^+ \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{V}^{3+} + \text{H}_2 \uparrow$ ，联立上述 4 个方程式，假设此过程转移 4 个电子，由此建立比例关系，电解池： $4\text{e}^- \sim 4\text{OH}^- \sim 4\text{V}^{3+}$ ，再生池： $4\text{V}^{3+} \sim 4\text{H}^+$ ，阳极区消耗 4 个 OH^- 的同时，双极性膜上的水会电离出 4 个 OH^- ，故 C 正确。D 选项，放电后

的溶液中含有 V^{2+} 、 H^+ ，再生池中的反应： $2V^{2+} + 2H^+ \xrightarrow{\text{催化剂}} 2V^{3+} + H_2 \uparrow$ ，故 D 错误。

12. 室温时，向 $20\text{ mL } 0.1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的两种酸 HA、HB 中分别滴加 $0.1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液，其 pH 变化分别对应下图中的 I、II。下列说法不正确的是

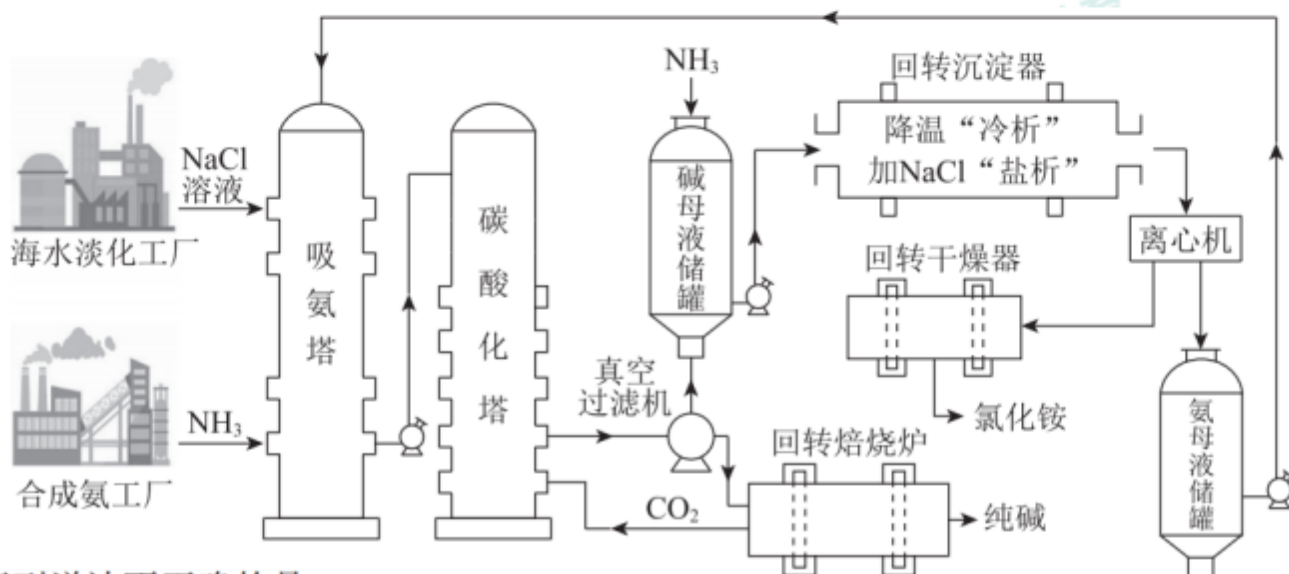
- A. 向 NaA 溶液中滴加 HB 可产生 HA
 B. a 点，溶液中微粒浓度： $c(A^-) > c(Na^+) > c(HA)$
 C. 滴加 NaOH 溶液至 pH=7 时，两种溶液中 $c(A^-) = c(B^-)$
 D. 滴加 20 mL NaOH 溶液时，I 中 H_2O 的电离程度大于 II 中



【答案】C

【解析】根据滴定之前两种酸的 pH 值可知，HA 为弱酸、HB 为强酸，故 A 正确；a 点溶质为 HA 和 NaA，且两者物质的量之比为 1:1，由 $\text{pH} < 7$ 可知：HA 电离大于 NaA 水解，故 B 正确；根据电荷守恒，I 中 $c(Na^+) = c(A^-)$ 、II 中 $c(Na^+) = c(B^-)$ ，但是 I、II 中 $c(Na^+)$ 不同，故 C 错误；滴加 20 mL NaOH ，I、II 中溶质分别为 NaA、NaB，I 中 A^- 水解促进水的电离，故 D 正确。

13. 我国化学家侯德榜发明的“侯氏制碱法”联合合成氨工业生产纯碱和氮肥，工艺流程图如下。碳酸化塔中的反应： $\text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ 。



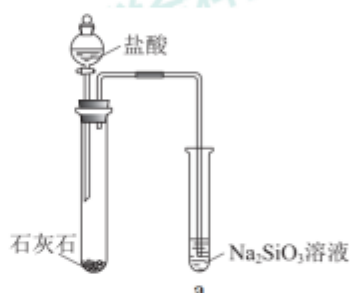
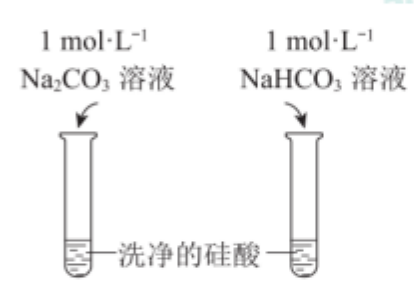
下列说法不正确的是

- A. 以海水为原料，经分离、提纯和浓缩后得到饱和氯化钠溶液进入吸氨塔
- B. 碱母液储罐“吸氨”后的溶质是 NH_4Cl 和 NaHCO_3
- C. 经“冷析”和“盐析”后的体系中存在平衡 $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$
- D. 该工艺的碳原子利用率理论上为 100%

【答案】B

【解析】碱母液储罐吸收氨气后溶质是碳酸钠与氯化铵，故 B 错误。

14. 硅酸 (H_2SiO_3) 是一种难溶于水的弱酸，从溶液中析出时常形成凝胶状沉淀。实验室常用 Na_2SiO_3 溶液制备硅酸。某小组同学进行了如下实验：

编号	I	II
实验		
现象	a 中产生凝胶状沉淀	b 中凝胶状沉淀溶解，c 中无明显变化

下列结论不正确的是

- A. Na_2SiO_3 溶液一定显碱性
- B. 由 I 不能说明酸性 $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{H}_2\text{SiO}_3$
- C. 由 II 可知，同浓度时 Na_2CO_3 溶液的碱性强于 NaHCO_3 溶液
- D. 向 Na_2SiO_3 溶液中通入过量 CO_2 ，发生反应： $\text{SiO}_3^{2-} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow$

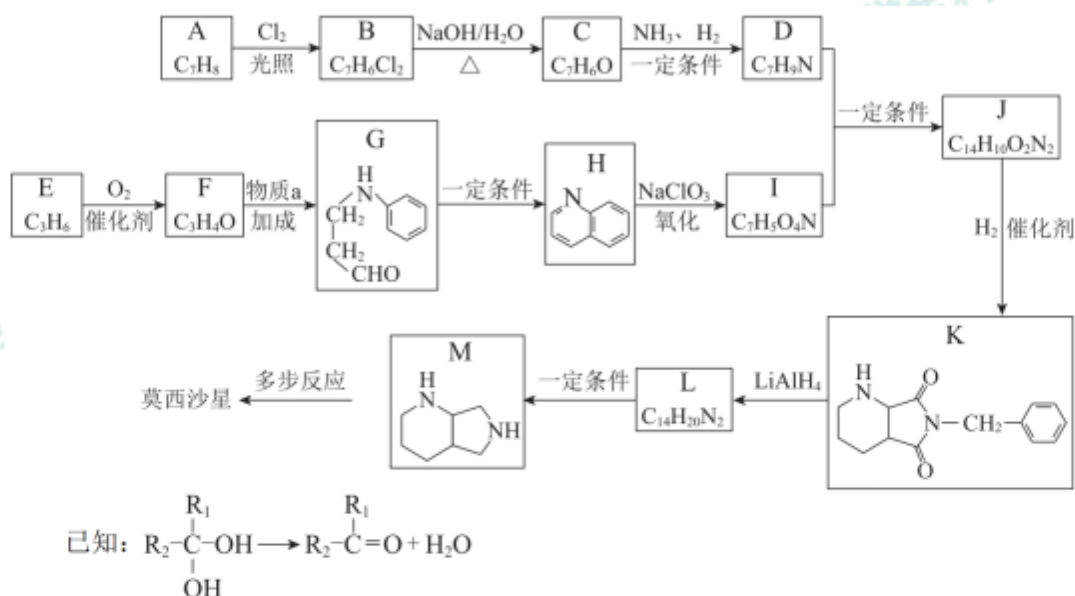
【答案】D

【解析】 $\text{SiO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HSiO}_3^- + \text{OH}^-$ ，故 A 正确；I 中盐酸具有挥发性，故 B 正确；由 II 中现象知： H_2SiO_3 与 Na_2CO_3 溶液反应不与 NaHCO_3 溶液反应，说明 Na_2CO_3 溶液碱性强，故 C 正确；通入过量 CO_2 应生成 HCO_3^- ，故 D 错误。

第二部分

本部分共 5 题，共 58 分。

15. (15 分) 莫西沙星主要用于治疗呼吸道感染，合成路线如下：



(1) A 的结构简式是_____。

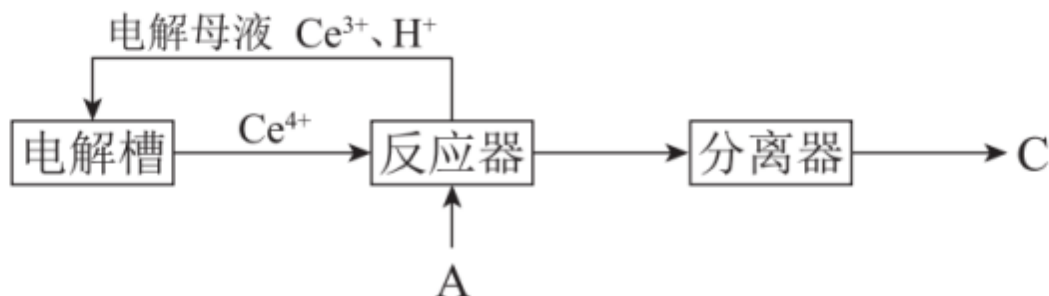
(2) A→B 的反应类型是_____。

(3) C 中含有的官能团是_____。

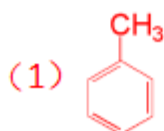
(4) 物质 a 的分子式为 C₆H₇N，其分子中有_____种不同化学环境的氢原子。(5) I 能与 NaHCO₃ 反应生成 CO₂，D+I→J 的化学方程式是_____。

(6) 芳香化合物 L 的结构简式是_____。

(7) 还可用 A 为原料，经如下间接电化学氧化工艺流程合成 C，反应器中生成 C 的离子方程式是_____。



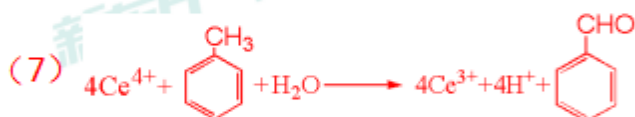
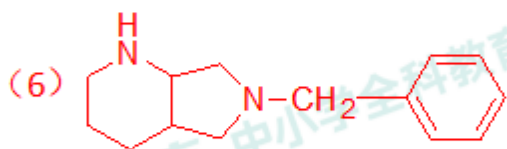
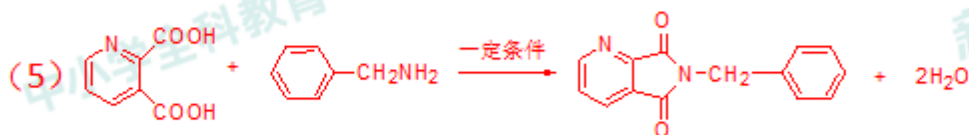
【答案】



(2) 取代反应

(3) 醛基

(4) 4

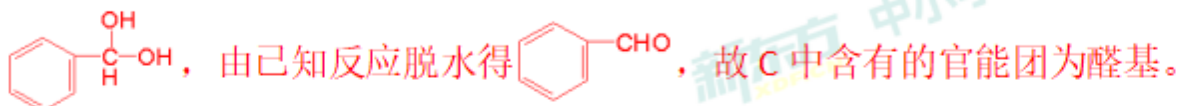


【解析】

(1) 由 A 的分子式 C_7H_8 知其不饱和度为 4，故知其为甲苯，结构简式为

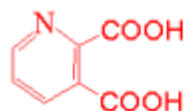
(2) 由 $\text{A} \rightarrow \text{B}$ 的反应条件为光照，可知其反应类型为取代反应。

(3) 由 $\text{B} \rightarrow \text{C}$ 反应条件可知该过程为卤代烃水解反应得到的分子中含有 2 个 $-\text{OH}$ 的结构

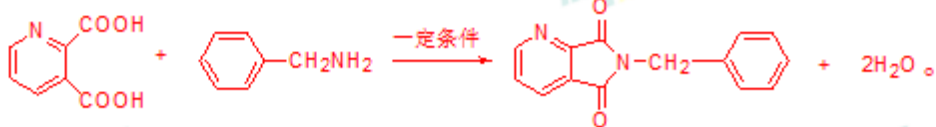


(4) 物质 a 的分子式为 $\text{C}_6\text{H}_7\text{N}$ ，G 的结构简式可知，物质 a 的结构简式为 ，分子中含有 4 种不同化学环境的氢原子。

(5) 由 $\text{C} \rightarrow \text{D}$ 反应类型及 D 的分子式可知 D 的结构简式为 ， $\text{H} \rightarrow \text{I}$ 为氧化反应且 I 能与 NaHCO_3 反应生成 CO_2 ，可知 I 中含有 $-\text{COOH}$ ，结合 I 的分子式知其结构为



，又由 J 的分子式与 D、I 分子式可知反应脱去 2 分子 H_2O ，故反应方程式为：



(6) $LiAlH_4$ 是一种常用的还原剂，K→L 的反应为还原反应，对比 K、L 分子式差异并结合

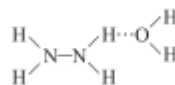
M 的结构简式可知 K 中 $\text{C}=\text{O}$ 被还原为 $-\text{CH}_2-$ ，故 L 的结构简式为

(7) 由题目中流程图可知 A (), Ce^{4+} 为该步反应物，C (), Ce^{3+} 、 H^+ 为

生成物，配平即可，故离子方程式为： $4Ce^{4+} + \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + H_2O \longrightarrow 4Ce^{3+} + 4H^+ + \text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$

16. (9) 水合肼 ($N_2H_4 \cdot H_2O$) 可用作抗氧化剂等，工业上常用尿素 [$CO(NH_2)_2$] 和 $NaClO$ 溶液反应制备水合肼。

已知：I. $N_2H_4 \cdot H_2O$ 的结构如右图 (...表示氢键)。



II. $N_2H_4 \cdot H_2O$ 沸点 118°C ，具有强还原性。

(1) 将 Cl_2 通入过量 $NaOH$ 溶液中制备 $NaClO$ ，得到溶液 X，离子方程式是_____。

(2) 制备水合肼：将溶液 X 滴入尿素水溶液中，控制一定温度，装置如图 a (夹持及控温装置已略) 充分反应后，A 中的溶液经蒸馏获得水合肼粗品后，剩余溶液再进一步处理还可获得副产品 $NaCl$ 和 $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ 。

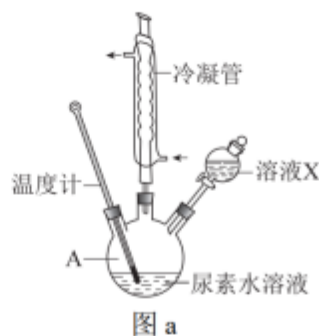


图 a

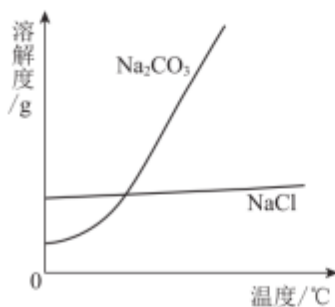


图 b

①A 中反应的化学方程式是_____。

②冷凝管的作用是_____。

③若滴加 NaClO 溶液的速度较快时，水合肼的产率会下降，原因是_____。

④NaCl 和 Na₂CO₃ 的溶解度曲线如图 b。由蒸馏后的剩余溶液获得 NaCl 粗品的操作是_____。

(3) 水合肼在溶液中可发生类似 NH₃·H₂O 的电离，呈弱碱性；其分子中与 N 原子相连的 H 原子易发生取代反应。

①水合肼和盐酸按物质的量之比 1:1 反应的离子方程式是_____。

②碳酰肼 (CH₆N₄O) 是目前去除锅炉水中氧气的最先进材料，由水合肼与 DEC (C₂H₅O-C(=O)-OC₂H₅) 发生取代反应制得。碳酰肼的结构简式是_____。

【答案】



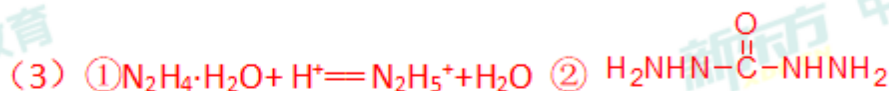
(2)



② 冷凝回流水合肼

③ N₂H₄·H₂O 被 NaClO 氧化

④ 加热至有大量固体析出，趁热过滤



【解析】

(1) 本问考察 Cl₂ 与过量氢氧化钠溶液的反应，化学方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ ，离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ 。

(2) ①本问考察陌生方程式书写，根据题意确定反应物为 [CO(NH₂)₂] 和 NaClO，生成物除了 N₂H₄·H₂O 还有副产物 NaCl 和 Na₂CO₃，尿素中氮的化合价为 -3 价，水合肼中氮的化合价为 -2 价，氯元素的化合价由 +1 价变为 -1 价，根据得失电子守恒进行配平，又依

据质量守恒和第(1)问中氢氧化钠过量,反应物中需补充氢氧化钠,化学方程式为

$$[\text{CO}(\text{NH}_2)_2] + \text{NaClO} + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{CO}_3$$

②依据题目所给信息 II,水合肼沸点较低,加热后容易挥发,故冷凝管的作用为冷凝回流。

③依据题目所给信息 II,水合肼有强还原性,若 NaClO 滴加过快会将水合肼氧化。

④依据图 b 碳酸钠的溶解度受温度影响较大,氯化钠的溶解度受温度影响不大,故将剩余溶液进行蒸发结晶,有大量晶体析出时趁热过滤,可得到氯化钠粗品。

(3)

①依题意水合肼在溶液中发生类似 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的电离,呈弱碱性,其电离方程式为

$$\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_5^+ + \text{OH}^-$$
, 所以水合肼与盐酸的离子反应方程式为

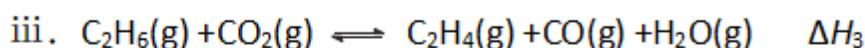
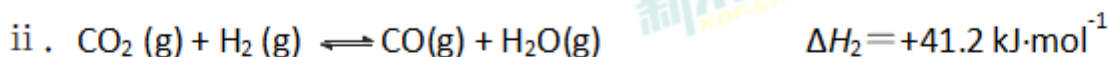
$$\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{N}_2\text{H}_5^+$$
。

②依据碳酰肼的分子式可判断出碳酰肼由 2 mol 水合肼与 1 mol DEC 发生取代反应制得,依据题意水合肼分子中的 H 原子容易发生取代反应,故水合肼中 N-H 键断裂,DEC 分子中酯基 C-O 键断裂发生取代反应,碳酰肼的结构简式为 $\text{H}_2\text{NHN}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NHNH}_2$ 。

17. (9 分) 页岩气中含有较多的乙烷,可将其转化为更有工业价值的乙烯。

(1) 二氧化碳氧化乙烷制乙烯。

将 C_2H_6 和 CO_2 按物质的量之比为 1 : 1 通入反应器中,发生如下反应: i. $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$



①用 ΔH_1 、 ΔH_2 计算 $\Delta H_3 =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

②反应 iv: $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{s}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ 为积碳反应,生成的碳附着在催化剂表面,降低催化剂的活性,适当通入过量 CO_2 可以有效缓解积碳,结合方程式解释其

原因：_____。

③二氧化碳氧化乙烷制乙烯的研究热点之一是选择催化剂，相同反应时间，不同温度、不同催化剂的数据如下表（均未达到平衡状态）：

实验编号	$t/^\circ\text{C}$	催化剂	转化率/%		选择性/%	
			C_2H_6	CO_2	C_2H_4	CO
I	650	钴盐	19.0	37.6	17.6	78.1
II	650	铬盐	32.1	23.0	77.3	10.4
III	600		21.2	12.4	79.7	9.3
IV	550		12.0	8.6	85.2	5.4

【注】 C_2H_4 选择性：转化的乙烷中生成乙烯的百分比。

CO 选择性：转化的 CO_2 中生成 CO 的百分比。

对比 I 和 II，该反应应该选择的催化剂为_____，理由是_____。

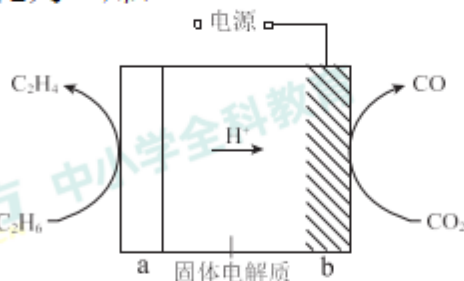
实验条件下，铬盐作催化剂时，随温度升高， C_2H_6 的转化率升高，但 C_2H_4 的选择性降低，原因是_____。

(2) 利用质子传导型固体氧化物电解池将乙烷转化为乙烯，

示意图如右图：

① 电极 a 与电源的_____极相连。

② 电极 b 的电极反应式是_____。



【答案】

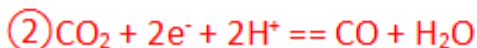
(1) ① +177.6

② 通入 CO_2 发生反应 $\text{C} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{一定温度}} 2\text{CO}$ ，消耗 C，增大 CO_2 的量，反应 iii 的正反应进行程度增加，降低了 C_2H_6 的浓度，反应 iv 进行的程度减小。

③ 铬盐；相同条件下，选择铬盐时 C_2H_6 的转化率和 C_2H_4 的选择性均比钴盐高；温

度升高，反应 ii, iii, iv 的反应速率均增大，反应 iv 增大的更多。

(2) ①正



【解析】

(1)

①由盖斯定律可知， $\Delta H_3 = \Delta H_1 + \Delta H_2 = +177.6 \text{ kJ/mol}$

② CO_2 可以与 C 反应生成 CO，从而清除催化剂表面的积碳，同时生成 CO_2 使反应 iii 平衡右移， C_2H_6 浓度降低，是反应 iv 平衡左移。

③由表格可知， 650°C 时，使用铬盐做催化剂， C_2H_6 的转化率和 C_2H_4 的选择性均比钴盐高，因此该条件下应该选择铬盐做催化剂。

温度较高时，反应速率均较快，但生产的副产物 CO 和 H 较多，使得 C_2H_4 的选择性降低。

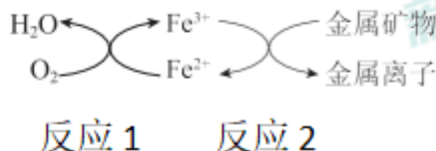
(2)

①电解池中，阳离子移向阴极，因此 a 为阳极，与电源正极相连（或电解池中，阳极发生氧化反应化合价升高，因此 a 为阳极，与电源正极相连）

②由图知 b 极发生的反应是 CO_2 转化为 CO，介质离子为 H^+ ，所以反应为



18. (11 分) 生物浸出是用细菌等微生物从固体中浸出金属离子，有速率快、浸出率高等特点。氧化亚铁硫杆菌是一类在酸性环境中加速 Fe^{2+} 氧化的细菌，培养后能提供 Fe^{3+} ，控制反应条件可达细菌的最大活性，其生物浸矿机理如下图。



(1) 氧化亚铁硫杆菌生物浸出 ZnS 矿。

①反应 2 中有 S 单质生成，离子方程式是_____。

②实验表明温度较高或酸性过强时金属离子的浸出率均偏低，原因可能是_____。

(2) 氧化亚铁硫杆菌生物浸出废旧锂离子电池中钴酸锂 (LiCoO_2) 与上述浸出机理相似，发生反应 1 和反应 3: $\text{LiCoO}_2 + 3\text{Fe}^{3+} = \text{Li}^+ + \text{Co}^{2+} + 3\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 \uparrow$

①在酸性环境中， LiCoO_2 浸出 Co^{2+} 的总反应的离子方程式是_____。

②研究表明氧化亚铁硫杆菌存在时， Ag^+ 对钴浸出率有影响，实验研究 Ag^+ 的作用。

取 LiCoO_2 粉末和氧化亚铁硫杆菌溶液于锥形瓶中，分别加入不同浓度 Ag^+ 的溶液，钴浸出率 (图 1) 和溶液 pH (图 2) 随时间变化曲线如下：

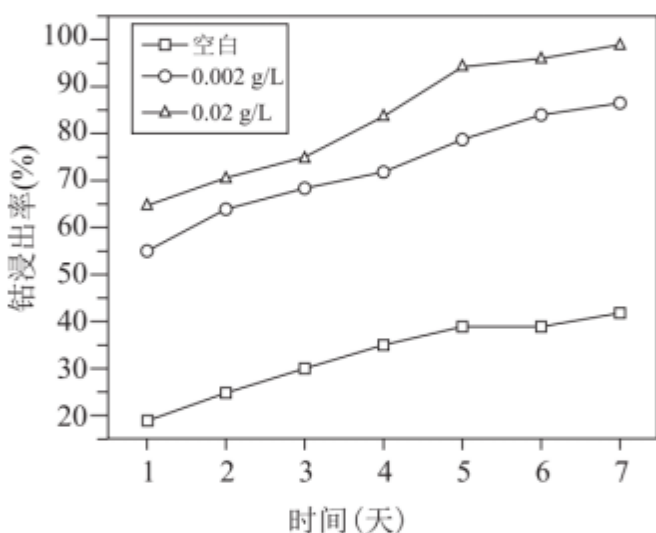


图 1 不同浓度 Ag^+ 作用下钴浸出率变化曲线

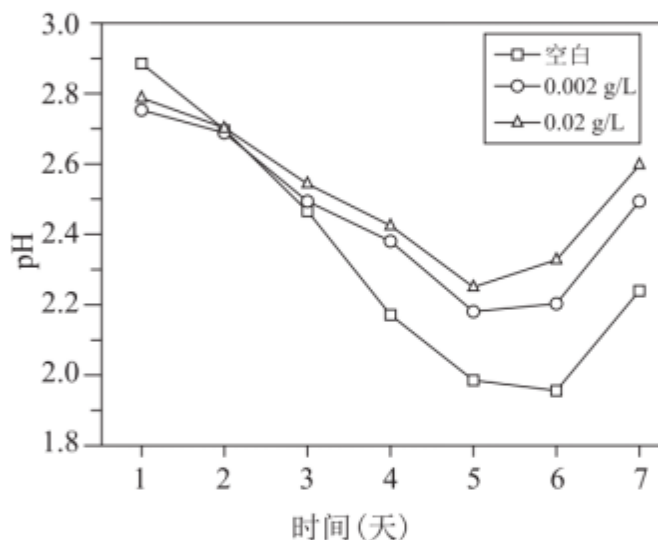
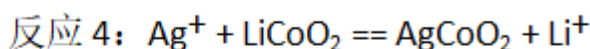


图 2 不同浓度 Ag^+ 作用下溶液中 pH 变化曲线

I. 由图 1 和其他实验可知， Ag^+ 能催化浸出 Co^{2+} ，图 1 中的证据是_____。

II. Ag^+ 是反应 3 的催化剂，催化过程可表示为：



反应 5:

反应 5 的离子方程式是_____。

III. 由图 2 可知，第 3 天至第 7 天，加入 Ag^+ 后的 pH 均比未加时大，结合反应解释其原因：_____。

【答案】

(1)



② 细菌的活性降低或失去活性

(2)

② I. 加入 Ag^+ 明显提高了单位时间内钴浸出率，即提高了钴浸出速率。

III. 加入 Ag^+ 催化了反应 3，使 LiCoO_2 浸出的总反应的化学反应速率加快，相同时间内消耗 H^+ 更多，故加入 Ag^+ 后的 pH 比未加时大。

【解析】

(1)

① 由图反应 2 和信息有 S 生成。故答案为： $2\text{Fe}^{3+} + \text{ZnS} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{S} + \text{Zn}^{2+}$

② 温度较高或酸性较强时，细菌活性会降低甚至会失去活性，导致 Fe^{2+} 转化为 Fe^{3+} 的速率慢，金属离子的浸出率低。故答案为：细菌的活性降低或失去活性。

(2)

① 反应 1 为： $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \xrightarrow{\text{细菌}} 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ， Fe^{2+} 为浸出反应的催化剂，由反应 $1 \times 3 +$ 反应 3×4 得总离子方程式。故答案为： $12\text{H}^+ + 4\text{LiCoO}_2 \rightleftharpoons 4\text{Li}^+ + 4\text{Co}^{2+} + \text{O}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$

② I. 由图 1 可知，相同时间内，加 Ag^+ 时钴的浸出率明显大于不加时的浸出率，即反应更快。故答案为：加入 Ag^+ 明显提高了单位时间内钴浸出率，即提高了钴浸出速率。

II. Ag^+ 是反应 3 的催化剂，反应前后的量不变；反应 3 减反应 4，得反应 5。故答案为： $\text{AgCoO}_2 + 3\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + \text{Co}^{2+} + 3\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2$

III. 加入 Ag^+ 催化了反应 3，使得加入 Ag^+ 的 $c(\text{Fe}^{2+})$ 比未加时的大，反应 1 的速率更快，总反应更快。故答案为：加入 Ag^+ 催化了反应 3，使 LiCoO_2 浸出的总反应的化学

反应速率加快，相同时间内消耗 H^+ 更多，故加入 Ag^+ 后的 pH 比未加时大。

19. (14 分) 研究不同 pH 时 $CuSO_4$ 溶液对 H_2O_2 分解的催化作用。

资料：a. Cu_2O 为红色固体，难溶于水，能溶于硫酸，生成 Cu 和 Cu^{2+} 。

b. CuO_2 为棕褐色固体，难溶于水，能溶于硫酸，生成 Cu^{2+} 和 H_2O_2 。

c. H_2O_2 有弱酸性： $H_2O_2 \rightleftharpoons H^+ + HO_2^-$ ， $HO_2^- \rightleftharpoons H^+ + O_2^{2-}$ 。

编号	实验	现象
I	向 1 mL pH=2 的 $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} CuSO_4$ 溶液中加入 0.5 mL 30% H_2O_2 溶液	出现少量气泡
II	向 1 mL pH=3 的 $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} CuSO_4$ 溶液中加入 0.5 mL 30% H_2O_2 溶液	立即产生少量棕黄色沉淀，出现较明显气泡
III	向 1 mL pH=5 的 $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} CuSO_4$ 溶液中加入 0.5 mL 30% H_2O_2 溶液	立即产生大量棕褐色沉淀，产生大量气泡

(1) 经检验生成的气体均为 O_2 ，I 中 $CuSO_4$ 催化分解 H_2O_2 的化学方程式是_____。

(2) 对 III 中棕褐色沉淀的成分提出 2 种假设：i. CuO_2 ，ii. Cu_2O 和 CuO_2 的混合物。

为检验上述假设，进行实验 IV：过滤 III 中的沉淀，洗涤，加入过量硫酸，沉淀完全溶解，溶液呈蓝色，并产生少量气泡。

①若 III 中生成的沉淀为 CuO_2 ，其反应的离子方程式是_____。

②依据 IV 中沉淀完全溶解，甲同学认为假设 ii 不成立，乙同学不同意甲同学的观点，理由是_____。

③为探究沉淀中是否存在 Cu_2O ，设计如下实验：

将 III 中沉淀洗涤、干燥后，取 $a \text{ g}$ 固体溶于过量稀硫酸，充分加热。冷却后调节溶液 pH，以 PAN 为指示剂，向溶液中滴加 $\text{cmol}\cdot\text{L}^{-1}$ EDTA 溶液至滴定终点，消耗 EDTA 溶液 $V \text{ mL}$ 。 $V=_____$ ，可知沉淀中不含 Cu_2O ，假设 i 成立。

(已知: $\text{Cu}^{2+} + \text{EDTA} = \text{EDTA-Cu}^{2+}$, $M(\text{CuO}_2) = 96 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $M(\text{Cu}_2\text{O}) = 144 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$)

(3) 结合方程式, 运用化学反应原理解释III中生成的沉淀多于II中的原因: _____。

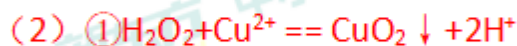
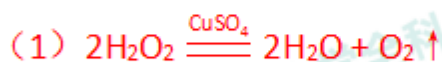
(4) 研究I、II、III中不同pH时 H_2O_2 分解速率不同的原因。

实验V: 在试管中分别取 1 mL pH=2、3、5 的 $1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ Na_2SO_4 溶液, 向其中各加入 0.5 mL $30\% \text{ H}_2\text{O}_2$ 溶液, 三支试管中均无明显现象。

实验VI: _____ (填实验操作和现象) 说明 CuO_2 能够催化 H_2O_2 分解。

(5) 综合上述实验, I、II、III中不同pH时 H_2O_2 的分解速率不同的原因是_____。

【答案】



② CuO_2 与 H^+ 反应产生的 H_2O_2 具有强氧化性, 在酸性条件下可能会氧化 Cu_2O 或 Cu , 无法观察到红色沉淀 Cu

③ $\frac{1000a}{96c}$ 或化简为 $\frac{125a}{12c}$

(3) 溶液中存在 $\text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HO}_2^-$, $\text{HO}_2^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{O}_2^{2-}$, 溶液pH增大, 两个平衡均正向移动, O_2^{2-} 浓度增大, 使得 CuO_2 沉淀量增大

(4) 将III中沉淀过滤, 洗涤, 干燥, 称取少量于试管中, 加入 $30\% \text{ H}_2\text{O}_2$ 溶液, 立即产生大量气泡, 反应结束后, 测得干燥后固体的质量不变

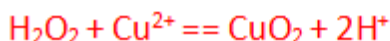
(5) CuO_2 的催化能力强于 Cu^{2+} ; 随pH增大, Cu^{2+} 与 H_2O_2 反应生成 CuO_2 增多。

【解析】



(2)

① CuO_2 为过氧化铜, H_2O_2 和 CuSO_4 发生复分解生成 CuO_2 , 离子方程式为:



②甲同学认为假设不成立是因为 Cu_2O 溶于 H_2SO_4 生成 Cu ；乙同学认为在酸性条件下， Cu 可能被 CuO_2 与 H^+ 反应产生的 H_2O_2 氧化为 Cu^{2+} ，无法观察到红色沉淀。所以答案为： CuO_2 与 H^+ 反应产生的 H_2O_2 具有强氧化性，在酸性条件下可能会氧化 Cu_2O 或 Cu ，无法观察到红色沉淀 Cu 。

③无论是 CuO_2 还是 Cu_2O ， Cu 元素守恒，均转化为 Cu^{2+} ， $n(\text{Cu}^{2+}) : n(\text{EDTA}) = 1 : 1$ ，

$n(\text{EDTA}) = cv \times 10^{-3} \text{ mol}$ 。已知沉淀中不含 Cu_2O ，只有 CuO_2 ，固体质量为 ag ，可列出：

$$a/M(\text{CuO}_2) = cv \times 10^{-3}, \text{ 解得 } v = 1000a/96c = \frac{125a}{12c}$$

(3) 由 (2) ③ 已知沉淀中只有 CuO_2 ，再结合资料 C 中的 O_2^{2-} 的产生，可得出答案：溶液中存在 $\text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HO}_2^-$ ， $\text{HO}_2^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{O}_2^{2-}$ ，溶液 pH 增大，两个平衡均正向移动， O_2^{2-} 浓度增大，使得 CuO_2 沉淀量增大。

(4) 实验 V 表明溶液 pH 值及 SO_4^{2-} 对 H_2O_2 分解无作用，实验 VI 要说明 CuO_2 能够催化 H_2O_2 分解，所以就向 H_2O_2 溶液中加入 CuO_2 并证明其在反应前后质量不变，答案如下：将 III 中沉淀过滤，洗涤，干燥，称取少量于试管中，加入 30% H_2O_2 溶液，立即产生大量气泡，反应结束后，测得干燥后固体的质量不变。

(5) 综合上述实验可知，不同 pH 时， H^+ 、 SO_4^{2-} 对 H_2O_2 分解无催化作用， Cu^{2+} 通过形成 CuO_2 对 H_2O_2 分解起催化作用，pH 越大，形成 CuO_2 越多，表面积越大，反应速率越快。答案为： CuO_2 的催化能力强于 Cu^{2+} ；随 pH 增大， Cu^{2+} 与 H_2O_2 反应生成 CuO_2 增多。