

# 专题 1 化学基本概念

## 考点 1 物质的组成、分类及转化

1. C 【解析】微粒直径介于  $1 \sim 100 \text{ nm}$  之间的粒子分散到分散剂中,得到的分散系是胶体,A 错误; $\text{NO}_2$  与碱反应不止生成一种盐,不是酸性氧化物,B 错误;金属氧化物不一定都属于碱性氧化物,例如  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  是酸性氧化物,C 正确;纯碱是碳酸钠,属于盐,D 错误。

刷有所得

碱性氧化物都是金属氧化物,但金属氧化物不一定是碱性氧化物。

2. A 【解析】碳纤维属于新型无机非金属材料,A 正确;光敏树脂是高聚物,高聚物属于混合物,B 错误;量子通信材料螺旋碳纳米管、石墨均为碳元素形成的单质,互为同素异形体,C 错误;碲为第五周期第 VIA 族元素,镉为第五周期第 IIB 族元素,D 错误。
3. B 【解析】氯水中含氯分子、氯离子、次氯酸和水等,与(1)中物质同属于混合物,故 A 正确;煤的干馏过程中有新物质生成,发生了化学变化,故 B 错误; $\text{HF}$  与(1)中物质同属于弱电解质,故 C 正确; $\text{SO}_3$  与碱反应只生成一种盐和水,与(1)中物质同属于酸性氧化物,故 D 正确。
4. A 【解析】氟利昂会造成臭氧层空洞,二氧化碳跨临界制冷不会造成环境污染,符合绿色化学的思想,A 正确;废弃电池深埋会污染土壤和地下水,焚烧秸秆会污染大气,均不符合绿色化学的思想,B、C 错误;有机溶剂大多有毒,研制有机溶剂涂料不符合绿色化学的思想,D 错误。
5. C 【解析】放置较久的红薯因部分淀粉水解生成葡萄糖而比新挖出的甜,葡萄糖不能水解,A 错误;冰水混合物属于纯净物,B 错误;将阿司匹林与聚甲基丙烯酸、乙二醇连接起来可得到长效缓释阿司匹林,延长药效时间,C 正确;发蓝处理指将钢铁部件表面氧化生成一层致密的四氧化三铁薄膜,使内部金属不易被氧化,该处理属于化学变化,D 错误。
6. A 【解析】金和汞以一定比例混合后,涂于器具表面,加热,使水银蒸发,金就附着在器具表面,此为鎏金工艺的原理,和电镀无关,A 错误;疫苗的有效成分通常为蛋白质,蛋白质在温度较高时易发生变性,失去活性,因此疫苗一般冷藏存放,B 正确;采用光伏发电,减少化石燃料的使用,有利于实现“碳中和”,C 正确;氮化硼属于新型无机非金属材料,D 正确。
7. C 【解析】液化石油气的主要成分是丙烷、丁烷等碳氢化合物;焦炉气的主要成分是  $\text{H}_2$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{C}_2\text{H}_4$  和  $\text{CO}$ ,故 A 错误。明矾溶于水可形成氢氧化铝胶体,常用于净水,明矾不能杀菌消毒,故 B 错误。漂粉精的有效成分是  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ,既可作棉、麻、纸张的漂白剂,又可用作环境的消毒剂,故 C 正确。二氧化硅能与氢

氧化钠、碳酸钠等物质反应生成硅酸钠,石英坩埚不能用来加热熔化烧碱、纯碱等固体,故 D 错误。

**8. A 【解析】**聚四氟乙烯属于合成高分子材料,A 错误;“白墙黛瓦马头墙”中所使用的砖瓦是用黏土烧制而成,黏土主要成分为含水的铝硅酸盐,B 正确;石墨烯弹性气凝胶制成的轻质“碳海绵”疏松多孔,具有吸附性,可用作处理海上原油泄漏的吸油材料,C 正确;高铁酸钾( $\text{K}_2\text{FeO}_4$ )具有强氧化性,在水处理过程中能使细菌蛋白质变性,生成的  $\text{Fe}^{3+}$  水解生成氢氧化铁胶体,氢氧化铁胶体吸附水中的悬浮杂质沉降而达到净水的目的,净水过程包含蛋白质的变性、胶体聚沉、盐类水解、氧化还原反应,D 正确。

**9. C 【解析】**“蒸粮”时适当鼓风,增加氧气的浓度,可以加快燃烧速率,A 正确;酒曲在酿酒时起到催化作用,B 正确;升温是因为发酵时放出热量,C 错误;“馏酒”时将酒精从混合物中蒸出,即为蒸馏,D 正确。

**10. A 【解析】**琉璃石和水晶的主要成分为  $\text{SiO}_2$ ,A 错误;青铜属于合金,其硬度大于成分金属铜,B 正确;乙醇和水互溶,分离二者应采用蒸馏法,C 正确;用“火烧法”区分  $\text{KNO}_3$  和  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  时,火焰的颜色不同,应用了焰色试验,D 正确。

**11. D 【解析】**“淘洗去土滓”是使矿石和土分离的操作,属于原料的富集,A 正确;纯铜为紫红色,由“自然铜……色似干银泥”可知,炼制所得自然铜不是纯铜,应为合金,B 正确;铜与铅混合物的分离过程中,“铅质先化从上孔流出”利用了物质的熔点不同,C 正确;铜一般用热还原法冶炼,不用热分解法,D 错误。

**12. C 【解析】**丝绸中含有蛋白质,加酶洗衣粉会使蛋白质水解,损坏衣物,A 正确;青铜属于铜的合金,硬度比纯铜大,B 正确;纤维素水解最终生成葡萄糖,C 错误;兽骨的主要成分是碳酸钙,质地坚硬,D 正确。

**13. B 【解析】**“蛎房”是指牡蛎的壳,主要成分为碳酸钙,A 正确;“翠色”为青色或者绿色,而氧化亚铜呈砖红色,B 错误;“杓”具有磁性,其主要成分为磁性氧化铁—— $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,C 正确;“矾”一般指带结晶水的硫酸盐,如绿矾为  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,D 正确。

**14. A 【解析】**金属材料包括金属和合金,绿松石是磷酸盐化合物,不属于金属材料,A 项错误;碱式碳酸铜属于碱式盐,B 项正确;绢丝主要成分为蛋白质,属于天然有机高分子材料,C 项正确;墨水属于胶体,具有胶体的性质,D 项正确。

## 考点 2 离子反应

**1. D 【解析】**硫离子具有还原性,会被硝酸氧化,不能生成  $\text{H}_2\text{S}$ ,A 错误;Ag 在金属活动性顺序表中位于 H 后面,不能与盐酸反应置换出氢气,B 错误;亚硫酸不能与氯化钙反应生成亚硫酸钙沉淀和 HCl,因为亚硫酸钙可以溶于强酸中,C 错误;铁

氰化钾可以与氯化亚铁反应生成蓝色沉淀  $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , D 正确。

**2. D 【解析】**向  $\text{NaClO}$  溶液中通入过量  $\text{CO}_2$  应生成  $\text{HCO}_3^-$ , 正确的离子方程式为  $\text{CO}_2 + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{HCO}_3^-$ , A 错误; 硝酸过量, 氧化产物为  $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{I}_2$  两种, 正确的离子方程式为  $\text{Fe}^{2+} + \text{NO}_3^- + 2\text{I}^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ , B 错误; 在  $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$  溶液中滴入过量  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液, 产物为  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$  以及  $\text{BaSO}_4$  三种, 正确的离子方程式为  $2\text{Ba}^{2+} + 2\text{SO}_4^{2-} + \text{NH}_4^+ + \text{Al}^{3+} + 5\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + [\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 2\text{BaSO}_4 \downarrow$ , C 错误; 向含  $\text{H}_2\text{O}_2$ 、氨的混合液中加入铜粉, 得到深蓝色溶液即生成了  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ , D 正确。

**3. C 【解析】**铵根离子、亚铁离子水解使得溶液显酸性, 加入紫色石蕊溶液后变红色, A 不符合题意; 硫酸根离子和钡离子反应生成硫酸钡白色沉淀, B 不符合题意; 稀  $\text{HNO}_3$  对应还原产物为  $\text{NO}$ , 反应的离子方程式应为  $3\text{Fe}^{2+} + \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{NO} \uparrow$ , C 符合题意; 铵根离子和氢氧根离子反应生成有刺激性气味的氨, D 不符合题意。

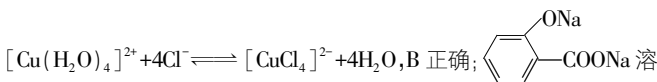
**4. C 【解析】**

选项	错误分析	正确的离子方程式
A	原子不守恒	$2\text{Fe}^{2+} + \text{Br}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}^-$
B	$\text{SO}_2$ 少量, 最终应生成 $\text{SO}_3^{2-}$	$\text{SO}_2 + \text{SiO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + \text{SO}_3^{2-}$
D	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 按物质的量之比 1:1 在溶液中反应, 反应生成 $\text{BaSO}_4$ 沉淀和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 完全反应	$2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{Ba}^{2+} + 6\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{BaSO}_4 \downarrow$

**5. B 【解析】**

选项	错误分析	正确的方程式
A	反应中生成的 $\text{O}_2$ 来自 $\text{Na}_2\text{O}_2$	$2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2^{18}\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Na}^+ + 2^{18}\text{OH}^- + 2\text{OH}^- + \text{O}_2 \uparrow$
C	强碱性条件下, $\text{CO}_2$ 与 $\text{OH}^-$ 反应最终生成 $\text{CO}_3^{2-}$	$2\text{ClO}_2 + 4\text{OH}^- + 2\text{CN}^- \rightleftharpoons \text{N}_2 + 2\text{CO}_3^{2-} + 2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$
D	$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ 是弱电解质, 不能拆分	$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{PbS} \downarrow + 2\text{CH}_3\text{COOH}$

**6. B** 【解析】 $\text{NaHSO}_3$  与  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  反应,  $\text{NO}_3^-$  在酸性条件下的氧化性比  $\text{Fe}^{3+}$  强, 所以反应为  $2\text{NO}_3^- + 3\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons 2\text{NO} \uparrow + 3\text{SO}_4^{2-} + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$ , A 错误;  $\text{CuSO}_4$  溶液中通入  $\text{HCl}$ , 生成黄色的  $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ , 与蓝色的  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  共存时, 溶液呈黄绿色, 反应的离子方程式为



溶液中加入少量盐酸, 应先反应生成酚羟基, C 错误; 泡沫灭火器的反应原理:  $\text{Al}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$ , D 错误。

**7. (1)** ①  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$



(2) 温度过高细菌失活  $\text{CuFeS}_2 + 4\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 5\text{Fe}^{2+} + 2\text{S} + \text{Cu}^{2+}$

【解析】(1) ①  $\text{Fe}^{2+}$  具有还原性,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  具有强氧化性, 二者能发生氧化还原反应, 亚铁离子被氧化为铁离子,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  被还原为  $\text{Cr}^{3+}$ , 反应的离子方程式为  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ ; ②由题意可知, 常温下当 pH 超过 10 即  $c(\text{OH}^-) > 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时,  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  发生反应  $\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CrO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(2)  $\text{Cu}^{2+}$  的生物浸出过程中细菌参与了反应, 若浸出温度过高, 细菌会失活; 反应①为  $\text{CuFeS}_2$  和  $\text{Fe}^{3+}$  反应生成亚铁离子、硫和铜离子, 离子方程式为  $\text{CuFeS}_2 + 4\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 5\text{Fe}^{2+} + 2\text{S} + \text{Cu}^{2+}$ 。

**8. (1)**  $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$



【解析】(1) 生物堆浸过程第二阶段的反应为  $\text{Fe}^{2+}$  与  $\text{O}_2$  之间发生氧化还原反应生成  $\text{Fe}^{3+}$ , 反应的离子方程式为  $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(2)  $\text{H}_2\text{O}_2$  具有氧化性,  $\text{CuS}$  具有还原性, 二者发生反应的离子方程式为  $\text{CuS} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{S}$ 。

**9. A** 【解析】各离子间不发生反应, 可以大量共存, A 正确; 溶液中水电离的  $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 说明水的电离受到抑制, 溶液可能呈碱性, 也可能呈酸性, 酸性环境下  $\text{NO}_3^-$  与  $\text{I}^-$  间发生氧化还原反应, 不能大量共存, B 错误; 明矾溶液中的  $\text{Al}^{3+}$  与  $\text{HCO}_3^-$  间相互促进水解, 不能大量共存, C 错误; 使甲基橙变红的溶液为酸性溶液,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  不能大量存在, D 错误。

**10. C** 【解析】 $\text{Al}^{3+}$  和  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  反应生成  $\text{Al}(\text{OH})_3$  沉淀, 而不是  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ , A 项错误; 该粒子组不能大量共存的原因是  $\text{HCO}_3^-$  与  $\text{OH}^-$  反应生成  $\text{CO}_3^{2-}$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  和  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  反应会生成沉淀, B 项错误;  $\text{Fe}^{3+}$  可催化  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解,  $\text{H}_2\text{O}_2$  不会将  $\text{Fe}^{3+}$  还原, 离子方程式书写错误, D 项错误。

**11. D** 【解析】当加入少量  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液时,  $\text{Fe}^{2+}$  先于  $\text{NH}_4^+$  参加反应, 故 A 错误; 滴加少量浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 反应的离子方程式为  $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ , 故 B 错误; 酸性溶液中高锰酸根离子能氧化氯离子, 不能大量共存, 故 C 错误; 该组离子间不反应, 可大量

共存,加入过量 NaOH 溶液,生成氢氧化镁、水和碳酸钠,反应的离子方程式为  $\text{Mg}^{2+} + \text{HCO}_3^- + 3\text{OH}^- = \text{H}_2\text{O} + \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{CO}_3^{2-}$ , 故 D 正确。

- 12. D 【解析】**根据流程判断,步骤②为固液分离的操作,为过滤,步骤③后液体分为有机层、水层,步骤③为萃取,A 项错误;加入  $\text{H}_2\text{O}_2$  时,溶液呈酸性,反应的离子方程式为  $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ = \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ,B 项错误;加入硝酸会将  $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{I}^-$  氧化,C 项错误;根据已知信息,该钠盐溶液中的  $\text{S}^{2-}$  与  $\text{Cu}^{2+}$  能发生复分解反应生成硫化铜沉淀, $\text{I}^-$  能与  $\text{Cu}^{2+}$  发生氧化还原反应生成碘单质和  $\text{CuI}$ ,D 项正确。

### 易错警示

双氧水既有氧化性又有还原性,与具有还原性的  $\text{I}^-$  反应体现氧化性,还原产物为水,书写方程式时还要注意溶液的酸碱性。

- 13. C 【解析】**在强酸性溶液中, $\text{CO}_3^{2-}$  不能大量存在, $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{NO}_3^-$  不能同时存在,根据实验(1)加入  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  溶液后,有白色沉淀 a 和无色气体 b 生成,说明原溶液中含有  $\text{SO}_4^{2-}$  和还原性离子  $\text{Fe}^{2+}$ ,同时可知原溶液中一定不存在  $\text{Ba}^{2+}$  和  $\text{NO}_3^-$ ,气体 b 为  $\text{NO}$ ,沉淀 a 为  $\text{BaSO}_4$ ;根据实验(2)加足量 NaOH 溶液并加热产生气体 d 和沉淀 e,可知原溶液中含有  $\text{NH}_4^+$ ,气体 d 为  $\text{NH}_3$ ,沉淀 e 为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,原溶液中可能有  $\text{Al}^{3+}$ ;根据实验(3)通入少量  $\text{CO}_2$  产生白色沉淀 f,因为步骤(1)中加入过量的  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ,且步骤(2)所得滤液呈碱性,则沉淀 f 中一定含有  $\text{BaCO}_3$ ,也可能是(2)产生的  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$  与  $\text{CO}_2$  反应生成  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,原溶液中可能含有  $\text{Al}^{3+}$ 。由上述分析可知,原溶液中一定没有  $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ ,可能含有  $\text{Al}^{3+}$ ,A、B 错误; $\text{NO}$  和  $\text{NH}_3$  在一定条件下可以反应生成氮气和水,C 正确;沉淀 f 一定含有  $\text{BaCO}_3$ ,可能含有  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,D 错误。

- 14. (1) 气体 R 遇空气变为红棕色**  $3\text{Fe}^{2+} + \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ = 3\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(2) 五 (3)  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Br}^-$

(4) ①  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$  ②  $560 < V < 1\ 120$

**【解析】**(1) 向 Q 溶液中加入足量氢溴酸后,产生气体且反应前后阴离子种类不变,说明 Q 溶液中一定含有  $\text{Br}^-$ ,一定不含  $\text{OH}^-$ 、 $\text{HSO}_3^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,则气体 R 为  $\text{Fe}^{2+}$  还原  $\text{NO}_3^-$  产生的  $\text{NO}$ , $\text{NO}$  遇空气变为红棕色,反应生成气体 R 的离子方程式为  $3\text{Fe}^{2+} + \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ = 3\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) Q 中一定不含  $\text{OH}^-$ 、 $\text{HSO}_3^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  五种阴离子。

(3) Q 溶液一定含有  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Br}^-$ ,依据溶液中共含 5 种浓度相等的离子、溶液呈电中性和离子共存的条件综合判断,溶液中一定还含  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 。

(4) ① Q 溶液中通入  $\text{Cl}_2$  后,加入 KSCN 产生血红色,证明  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化生成了  $\text{Fe}^{3+}$ ,则加入铜粉时反应的离子方程式为

$2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ ; ②还原性:  $\text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$ , 根据加入  $\text{CCl}_4$  溶液后, 液体下层呈棕红色, 上层加入  $\text{AgNO}_3$  溶液后产生  $\text{AgBr}$  浅黄色沉淀, 推知溶液中的  $\text{Br}^-$  部分被氧化, 100 mL Q 溶液中  $n(\text{Fe}^{2+}) = n(\text{Br}^-) = 0.05 \text{ mol}$ , 完全氧化  $0.05 \text{ mol Fe}^{2+}$  需消耗  $0.025 \text{ mol Cl}_2$  (标准状况下体积为  $0.56 \text{ L}$ ), 完全氧化  $0.05 \text{ mol Fe}^{2+}$  和  $0.05 \text{ mol Br}^-$  需消耗  $0.05 \text{ mol Cl}_2$  (标准状况下体积为  $1.12 \text{ L}$ ), 则  $\text{Cl}_2$  的体积范围为  $560 \text{ mL} < V \text{ mL} < 1120 \text{ mL}$ 。

### 考点3 氧化还原反应

1. A 【解析】用  $\text{FeCl}_3$  溶液刻蚀铜质电路板过程中发生反应:  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$ , 是由于氧化性:  $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+}$ , A 项正确; 用  $\text{Na}_2\text{O}_2$  作呼吸面具的氧气来源时,  $\text{Na}_2\text{O}_2$  自身发生歧化反应, 未氧化  $\text{CO}_2$ , B 项错误; 用  $\text{Na}_2\text{S}$  除去废水中的  $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{Hg}^{2+}$  是发生复分解反应, 与  $\text{Na}_2\text{S}$  的还原性无关, C 项错误; 用石灰乳脱除烟气中的  $\text{SO}_2$  过程中, 石灰乳与  $\text{SO}_2$  反应生成  $\text{CaSO}_3$ , 未体现  $\text{SO}_2$  的氧化性, D 项错误。
2. A 【解析】 $\text{Eu}^{3+}/\text{Eu}^{2+}$  离子对在反应过程中可循环利用, 不需定时补充, A 错误; 消除零价铅过程中, 零价铅失电子生成二价铅,  $\text{Eu}^{3+}$  得电子生成  $\text{Eu}^{2+}$ , 反应为  $2\text{Eu}^{3+} + \text{Pb}^0 \rightleftharpoons 2\text{Eu}^{2+} + \text{Pb}^{2+}$ , B 正确; 消除零价碘的过程中,  $\text{Eu}^{2+}$  失去电子生成  $\text{Eu}^{3+}$ , 发生氧化反应, C 正确; 整个过程中总反应为零价铅和零价碘反应生成二价铅和负一价碘, 电子从  $\text{Pb}^0$  转移给  $\text{I}^0$ , D 正确。
3. A 【解析】反应(1)中,  $\text{KMnO}_4$  是氧化剂,  $\text{H}_2\text{O}_2$  是还原剂, 氧化剂、还原剂的物质的量之比为 2:3, A 项正确;  $\text{HF}$  分子间存在氢键, 导致  $\text{HF}$  的沸点高于  $\text{HCl}$  的沸点, 则反应(2)的原理是利用较高沸点的酸制备较低沸点的酸, B 项错误; 反应(3)中氧化剂是  $\text{K}_2\text{MnF}_6$ , 氧化产物是  $\text{F}_2$ , 氧化剂的氧化性强于氧化产物, 即氧化性:  $\text{K}_2\text{MnF}_6 > \text{F}_2$ , C 项错误; 反应(2)中元素化合价均未发生变化, 不属于氧化还原反应, D 项错误。
4. D 【解析】根据图中信息判断,  $\text{O}_2$  在催化剂表面得电子转化为  $\text{O}_2^{2-}$ , A 项正确; 根据总反应方程式  $\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{H}_2\text{O}_2$  判断, 反应中消耗的  $\text{H}_2$  和  $\text{O}_2$  的物质的量相等, B 项正确;  $\text{H}_2\text{O}_2$  中 O 为 -1 价, 既可升高, 又可降低, 因此  $\text{H}_2\text{O}_2$  既有还原性又有氧化性, C 项正确;  $\text{H}_2\text{O}_2$  是利用其氧化性漂白,  $\text{SO}_2$  是利用其与有色物质结合生成不稳定的无色物质漂白, 漂白原理不相同, D 项错误。
5. B 【解析】反应②中,  $(\text{CN})_2$  既作氧化剂又作还原剂, 反应③中,  $(\text{SCN})_2$  只作氧化剂, A 错误;  $\text{I}_2$  与  $\text{Fe}$  反应生成  $\text{FeI}_2$ ,  $(\text{CN})_2$  的氧化性弱于  $\text{I}_2$ , 故  $(\text{CN})_2$  和  $\text{Fe}$  反应生成  $\text{Fe}(\text{CN})_2$ , B 正确; 反应③中每消耗  $1 \text{ mol } (\text{SCN})_2$ , 转移  $2 \text{ mol}$  电子, C 错误; 因为氧化性:  $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > (\text{SCN})_2 > \text{I}_2 > (\text{CN})_2$ , 所以还原性:  $\text{CN}^- > \text{I}^- > \text{SCN}^- > \text{Br}^- > \text{Cl}^-$ , 少量  $\text{Cl}_2$  通入  $\text{KSCN}$  和  $\text{KCN}$  的混合液中, 优先得到  $(\text{CN})_2$ , D 错误。

**6. B** 【解析】由图可知,  $\text{Ni}_2\text{O}_3$  在反应过程中先消耗、后生成, 是该反应的催化剂, A 正确; “过程 1” 发生反应  $\text{ClO}^- + \text{Ni}_2\text{O}_3 \rightleftharpoons \text{Cl}^- + 2\text{NiO}_2$ ,  $\text{Cl}^-$  是还原产物,  $\text{NiO}_2$  是氧化产物, 由方程式可知氧化产物与还原产物的物质的量之比为 2:1, B 错误; “过程 2” 可表示为  $\text{ClO}^- + 2\text{NiO}_2 \rightleftharpoons \text{Ni}_2\text{O}_3 + \text{Cl}^- + 2\text{O}$ , C 正确; 根据总反应方程式和“过程 1” “过程 2”, 吸收过程中存在反应:  $\text{SO}_2 + \text{O} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ , D 正确。

**7. C** 【解析】流程中,  $\text{CaO}$  转化为  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  和  $\text{SO}_4^{2-}$  转化为  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  均为非氧化还原反应, A 项错误; 过程 I 中  $\text{O}_2$  可将  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  氧化为  $\text{MnO}_3^{2-}$ , 过程 II 中  $\text{MnO}_3^{2-}$  可将  $\text{S}^{2-}$  氧化为  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ , 氧化剂的氧化性强于氧化产物, 即氧化性:  $\text{O}_2 > \text{MnO}_3^{2-} > \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ , B 项错误; 将上层清液中的 0.1 mol  $\text{S}^{2-}$  转化为  $\text{SO}_4^{2-}$ , 共失去 0.1 mol  $\times 8 = 0.8$  mol 电子, 而 1 mol  $\text{O}_2$  在反应中得 4 mol 电子, 则理论上共需要  $\frac{0.8 \text{ mol}}{4} = 0.2$  mol 的  $\text{O}_2$ , C 项正确;  $\text{CaO}$  与水反应生成  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , 则  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  所处的溶液呈碱性, 过程 I 中反应的离子方程式为  $2\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{MnO}_3^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$ , D 项错误。

**8. (1)**  $\text{Cu} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+}$  (2)  $c(\text{Cu}^{2+})$

(3) ①生成的  $\text{Cu}^{2+}$  作为催化剂, 加快了  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解速率

②  $\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{OH}^- + 4\text{H}_2\text{O}$

③优点: 产物单一, 污染小; 缺点:  $\text{H}_2\text{O}_2$  大量分解, 成本高

(4) ①  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$  ②加入氨水后,  $\text{Cu}^+$  因为生成配位化合物, 浓度变小, 使  $\text{Cu}$  的还原能力增强, 因此增大了氧化还原反应自发进行的趋势

【解析】(1) 实验结果表明, 双氧水与铜可以缓慢反应,  $\text{H}_2\text{O}_2$  得电子发生还原反应:  $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Cu}$  失电子发生氧化反应生成  $\text{Cu}^{2+}$ :  $\text{Cu} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+}$ 。

(2) 根据氧化反应  $\text{Cu} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+}$ , 可降低  $\text{Cu}^{2+}$  浓度, 增强  $\text{Cu}$  的还原性。

(3) ①方案 2 中, 生成的  $\text{Cu}^{2+}$  作为催化剂, 加快了  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解速率, 所以生成气体明显更剧烈。②方案 3 中  $\text{Cu}$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 、氨水反应后溶液变为深蓝色, 说明生成了  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ , 发生主要反应的离子方程式为  $\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{OH}^- + 4\text{H}_2\text{O}$ 。③方案 2 在回收铜的过程中, 优点是产物单一, 污染小, 缺点是  $\text{H}_2\text{O}_2$  大量分解, 成本高。

(4) ①题述反应原理为  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$ 。②通常条件下, 含  $\text{Cu}^{2+}$  的溶液不能与  $\text{Cu}$  发生反应, 加入氨水后,  $\text{Cu}^+$  因为生成配位化合物, 浓度变小, 使  $\text{Cu}$  的还原能力增强, 因此增大了氧化还原反应自发进行的趋势。

**9. A** 【解析】由题给反应可知,  $\text{FeO}_4^{2-}$  是氧化产物,  $\text{ClO}^-$  是氧化剂,  $\text{FeO}_4^{2-}$  的氧化性弱于  $\text{ClO}^-$ , A 错误; 将题述反应配平为  $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{ClO}^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{FeO}_4^{2-} + 3\text{Cl}^- + 5\text{H}_2\text{O} + 6\text{e}^-$ , 生成 0.4 mol  $\text{Cl}^-$  时

转移电子数为  $0.8N_A$ , B 正确; 由 B 项分析知, 题述反应中氧化剂  $\text{ClO}^-$  和还原剂  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  的物质的量之比为  $3:2$ , C 正确;  $\text{K}_2\text{FeO}_4$  处理水的原理为  $\text{K}_2\text{FeO}_4$  溶于水生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体和  $\text{O}_2$ , 反应的离子方程式为  $4\text{FeO}_4^{2-} + 10\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{O}_2 \uparrow + 8\text{OH}^-$ , D 正确。

**10. D** 【解析】反应 1 中铋元素的化合价由 +5 价变成 +3 价, 化合价降低,  $\text{NaBiO}_3$  作氧化剂, A 正确; 反应 2 中锰元素化合价降低,  $\text{MnO}_4^-$  为氧化剂, 铬元素化合价升高,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  为氧化产物, 氧化剂的氧化性强于氧化产物, 则氧化性:  $\text{MnO}_4^- > \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , B 正确;  $2\text{mol Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  被还原成  $\text{Cr}^{3+}$  时共转移  $12\text{mol}$  电子,  $1\text{mol C}_2\text{H}_5\text{OH}$  完全被氧化成乙酸时失去  $4\text{mol}$  电子, 所以  $2\text{mol Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  能氧化  $3\text{mol C}_2\text{H}_5\text{OH}$ , C 正确; 向乙二醇中滴加足量酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液, 最终生成二氧化碳, D 错误。

**11. B** 【解析】“氯化”过程发生的反应为  $2\text{FeTiO}_3 + 7\text{Cl}_2 + 6\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{FeCl}_3 + 2\text{TiCl}_4 + 6\text{CO}$ , Fe 由 +2 价变为 +3 价, 化合价升高,  $\text{FeTiO}_3$  被氧化, 作还原剂, A 项错误; 反应中每生成  $6\text{mol CO}$ , 转移  $14\text{mol}$  电子, 则生成  $0.3\text{mol CO}$  气体, 转移  $\frac{0.3}{6} \times 14\text{mol} = 0.7\text{mol}$  电子, B 项正确; 高温下 Mg 与  $\text{N}_2$  反应, 则用 Mg 还原  $\text{TiCl}_4$  过程中不可将氩气换成氮气, C 项错误; 还原时发生反应:  $\text{TiCl}_4 + 2\text{Mg} \xrightarrow[\text{Ar 气氛中}]{800\text{ }^\circ\text{C}} \text{Ti} + 2\text{MgCl}_2$ , 原子利用率不是 100%, D 项错误。

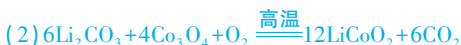
**12. C** 【解析】水解过程中各元素的化合价不变, 根据水解原理结合乙炔中常混有  $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{PH}_3$  可知,  $\text{CaS}$  水解的化学方程式为  $\text{CaS} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{S} \uparrow$ ,  $\text{Ca}_3\text{P}_2$  水解的化学方程式为  $\text{Ca}_3\text{P}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{PH}_3 \uparrow$ , 故 A 正确; 该反应能发生是因为有不溶于水也不溶于硫酸的  $\text{CuS}$  生成, 因此反应①不能说明  $\text{H}_2\text{S}$  和  $\text{H}_2\text{SO}_4$  之间的酸性强弱, 故 B 正确; 反应②中, 当  $24\text{mol CuSO}_4$  完全反应时, 有  $11\text{mol PH}_3$  参加反应, 其中被氧化的  $\text{PH}_3$  的物质的量为  $3\text{mol}$ , 故 C 错误;  $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{PH}_3$  均会被酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液氧化, 所以会干扰酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液对乙炔还原性的检验, 故 D 正确。

**13. D** 【解析】硫的最高价为 +6 价, 设过二硫酸根离子中有  $x$  个 -2 价的氧原子、 $y$  个 -1 价的氧原子, 根据化合物中各元素正负化合价代数和为 0, 则  $x+y=8$ ,  $2 \times 6 - 2x - y = -2$ , 解得  $x=6$ ,  $y=2$ , 即过二硫酸根离子中显 -2 价的氧原子和显 -1 价的氧原子的数目比是  $3:1$ , A 正确; 配平反应 I:  $2\text{Cr}^{3+} + 3\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 7\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\Delta]{\text{Ag}^+ \text{催化}} \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{SO}_4^{2-} + 14\text{H}^+$ , 其中  $\text{Cr}^{3+}$  是还原剂,  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$  是氧化剂, 氧化剂和还原剂的物质的量之比是  $3:2$ , B 正确; 配平反应 II:  $10\text{Cr}^{3+} + 6\text{MnO}_4^- + 11\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 5\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Mn}^{2+} + 22\text{H}^+$ , 可知每生成  $1\text{mol Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , 转移电子的物质的量为  $6\text{mol}$ , C 正确; 反

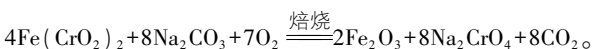


应 I 的氧化剂为  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ , 每消耗  $10 \text{ mol Cr}^{3+}$ , 消耗  $15 \text{ mol S}_2\text{O}_8^{2-}$ , 反应 II 的氧化剂为  $\text{MnO}_4^-$ , 每消耗  $10 \text{ mol Cr}^{3+}$ , 消耗  $6 \text{ mol MnO}_4^-$ , 则消耗等物质的量的  $\text{Cr}^{3+}$ , 反应 I 和 II 中消耗的氧化剂的物质的量之比为  $15:6=5:2$ , D 错误。

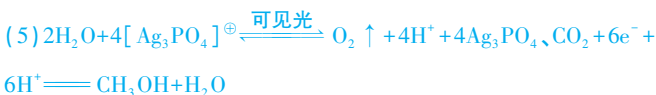
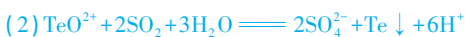
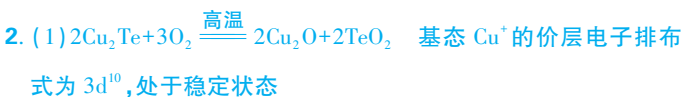
#### 考点 4 新情境下方程式的书写



【解析】(1)  $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$  被氧气氧化生成  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  和  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ , 根据元素守恒分析, 反应物还有  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 产物有  $\text{CO}_2$ , 化学方程式为



(2)  $\text{Co}_3\text{O}_4$  与  $\text{O}_2$ 、 $\text{Li}_2\text{CO}_3$  反应生成  $\text{LiCoO}_2$ , 根据元素守恒分析, 产物还有  $\text{CO}_2$ , 再配平得化学方程式为  $6\text{Li}_2\text{CO}_3 + 4\text{Co}_3\text{O}_4 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 12\text{LiCoO}_2 + 6\text{CO}_2$ 。

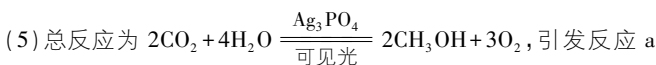


【解析】(1)  $\text{Cu}_2\text{Te}$  高温焙烧时与氧气反应生成  $\text{TeO}_2$  和  $\text{Cu}_2\text{O}$ 。从结构的角度来分析, 基态  $\text{Cu}^+$  的价层电子排布式为  $3d^{10}$ , 处于全满状态, 相比基态  $\text{Cu}^{2+}$  (价层电子排布式为  $3d^9$ ) 更稳定。

(2) “还原”时  $\text{TeO}^{2+}$  中 Te 元素化合价降低, 被还原成 Te,  $\text{SO}_2$  中 S 元素的化合价升高, 被氧化成  $\text{SO}_4^{2-}$ 。

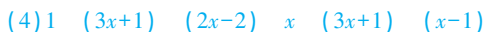
(3) 经过过滤得到钒钨溶液和钛酸钠, 推知钛酸钠难溶于水。根据  $\text{Na}_2\text{Ti}_3\text{O}_7$  的元素组成, 其化学式写成氧化物的形式为  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{TiO}_2$ ; 在酸洗过程中  $\text{Na}_2\text{Ti}_3\text{O}_7$  与稀硫酸反应生成  $\text{H}_2\text{TiO}_3$  和硫酸钠, 其化学方程式为  $\text{Na}_2\text{Ti}_3\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 3\text{H}_2\text{TiO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ 。

(4) 钒钨溶液中钨元素以  $\text{WO}_4^{2-}$  的形式存在, 调节溶液 pH 为 2~3,  $\text{WO}_4^{2-}$  会转化为  $\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{40}^{6-}$ , 即  $\text{WO}_4^{2-}$  在酸性条件下反应生成  $\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{40}^{6-}$  和水, 离子方程式为  $12\text{WO}_4^{2-} + 18\text{H}^+ \longrightarrow \text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{40}^{6-} + 8\text{H}_2\text{O}$ 。



为  $\text{Ag}_3\text{PO}_4 \xrightleftharpoons{\text{可见光}} [\text{Ag}_3\text{PO}_4]^\oplus + \text{e}^-$ , 根据题干可知  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  作为催化剂, 催化剂先消耗后生成, 引发反应 a 生成的  $[\text{Ag}_3\text{PO}_4]^\oplus$  具有强氧化性, 则后续两个反应为  $2\text{H}_2\text{O} + 4[\text{Ag}_3\text{PO}_4]^\oplus \xrightleftharpoons{\text{可见光}} \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+ + 4\text{Ag}_3\text{PO}_4 + \text{CO}_2 + 6\text{e}^- + 6\text{H}^+ \longrightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ 。





【解析】(1) ①  $\text{KMnO}_4$  在  $\text{H}_2\text{SO}_4$  作用下, 把  $\text{KCl}$  氧化成  $\text{Cl}_2$ , 自身被还原成  $\text{Mn}^{2+}$ , 再根据得失电子守恒和元素守恒可得化学方程式为  $2\text{KMnO}_4 + 10\text{KCl} + 8\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{浓}) \rightleftharpoons 6\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ ; ② 根据信息  $\text{NaBiO}_3$  不溶于冷水, 故不能拆写成离子形式,  $\text{NaBiO}_3$  作氧化剂, 把  $\text{Mn}^{2+}$  氧化成  $\text{MnO}_4^-$ , 自身被还原成  $\text{Bi}^{3+}$ , 再结合得失电子守恒、元素守恒及电荷守恒可知反应的离子方程式为  $2\text{Mn}^{2+} + 5\text{NaBiO}_3 + 14\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{MnO}_4^- + 5\text{Na}^+ + 5\text{Bi}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ 。

(2)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  作氧化剂, 被  $\text{Fe}^{2+}$  还原为  $\text{Cr}^{3+}$ , 而  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ , 结合反应后溶液中的阳离子及酸性条件可知, 反应的离子方程式为  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 根据已知中的①, 在强碱性条件下,  $\text{MnO}_4^-$  作氧化剂, 得电子生成  $\text{MnO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  失电子生成  $\text{O}_2$ , 则反应的离子方程式为  $4\text{MnO}_4^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 4\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ 。

(4) 由题意可知, 反应过程中  $\text{Na}_2\text{S}_x$  中 S 由  $-\frac{2}{x}$  价变为 +6 价,  $\text{NaClO}$  中 Cl 由 +1 价变为 -1 价, 利用得失电子守恒和元素守恒配平得  $\text{Na}_2\text{S}_x + (3x+1) \text{NaClO} + (2x-2) \text{NaOH} \rightleftharpoons x\text{Na}_2\text{SO}_4 + (3x+1) \text{NaCl} + (x-1) \text{H}_2\text{O}$ 。

(5)  $\text{MoS}_2$  失  $18\text{e}^-$  生成  $\text{MoO}_4^{2-}$  和  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{ClO}^-$  得  $2\text{e}^-$  生成  $\text{Cl}^-$ , 反应的离子方程式为  $\text{MoS}_2 + 9\text{ClO}^- + 6\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{MoO}_4^{2-} + 9\text{Cl}^- + 2\text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

### 方法总结

#### 陌生氧化还原反应方程式的书写方法

第一步	根据元素化合价的升降, 判断氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物
第二步	按“氧化剂+还原剂→还原产物+氧化产物”写出方程式, 根据得失电子守恒配平上述四种物质
第三步	根据电荷守恒和反应体系的酸碱性, 在方程式左边或右边补充 $\text{H}^+$ 、 $\text{OH}^-$ 或 $\text{H}_2\text{O}$ 等
第四步	根据质量守恒配平反应方程式



【解析】(1) 由图可知, a 极是失去电子的一极, 即负极, 酸性条件下,  $\text{CH}_3\text{OH}$  失去电子转化为  $\text{CO}_2$ , 同时生成  $\text{H}^+$ , 电极反应式为  $\text{CH}_3\text{OH} - 6\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + 6\text{H}^+$ 。

(2) 阴极  $\text{CO}_2$  得  $4\text{e}^-$  生成 C, 结合熔融碳酸盐环境, 可得阴极的电极反应为  $3\text{CO}_2 + 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{C} + 2\text{CO}_3^{2-}$ 。

(3) 在 Rh 表面, 每生成 1 mol CO, 转移 2 mol 电子, 即  $2N_A$  个电子, 则形成空穴 ( $\text{h}^+$ ) 数为  $2N_A$ ; 由图可知在价带上甲烷结合空穴和氧离子形成一氧化碳和氢气, 可以表示为  $\text{CH}_4 + 2\text{h}^+ + \text{O}^{2-} \rightleftharpoons \text{CO} + 2\text{H}_2$ 。