

专题六 金属及其化合物

【5 年高考】

考点一 钠及其化合物

1. (2024 浙江 7 月选考, 12, 2 分) 下列说法正确的是 ()

- A. Na_2O 在空气中加热可得固体 Na_2O_2
- B. Mg 加入过量 FeCl_3 溶液中可得 Fe
- C. FeS_2 在沸腾炉中与 O_2 反应主要生成 SO_3
- D. H_2O_2 溶液中加入少量 MnO_2 粉末生成 H_2 和 O_2

答案 A

2. (2024 江苏单科, 6, 2 分) 下列有关化学反应的叙述正确的是 ()

- A. 室温下, Na 在空气中反应生成 Na_2O_2
- B. 室温下, Al 与 $4.0\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液反应生成 NaAlO_2
- C. 室温下, Cu 与浓 HNO_3 反应放出 NO 气体
- D. 室温下, Fe 与浓 H_2SO_4 反应生成 FeSO_4

答案 B

3. (2024 浙江 7 月选考, 8, 2 分) 下列说法不正确的是 ()

- A. Cl^- 会破坏铝表面的氧化膜
- B. NaHCO_3 的热稳定性比 Na_2CO_3 强
- C. KMnO_4 具有氧化性, 其稀溶液可用于消毒
- D. 钢铁在潮湿空气中生锈主要是发生了电化学腐蚀

答案 B

4. (2024 天津理综, 3, 6 分) 下列有关金属及其化合物的应用不合理的是 ()

- A. 将废铁屑加入 FeCl_2 溶液中, 可用于除去工业废气中的 Cl_2
- B. 铝中添加适量锂, 制得低密度、高强度的铝合金, 可用于航空工业
- C. 盐碱地(含较多 Na_2CO_3 等)不利于作物生长, 可施加熟石灰进行改良
- D. 无水 CoCl_2 呈蓝色, 吸水会变为粉红色, 可用于推断变色硅胶是否吸水

答案 C

考点二 铁及其化合物

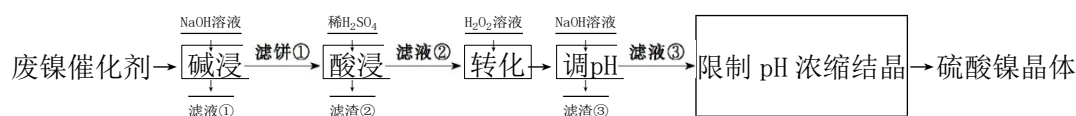
5. (2024 江苏单科, 6, 2 分) 下列有关化学反应的叙述正确的是 ()

- A. Fe 在稀硝酸中发生钝化
- B. MnO_2 和稀盐酸反应制取 Cl_2
- C. SO_2 与过量氨水反应生成 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$
- D. 室温下 Na 与空气中 O_2 反应制取 Na_2O_2

答案 C

6. (2024 课标III, 27, 15 分) 某油脂厂废弃的油脂加氢镍催化剂主要含金属 Ni、Al、Fe 及其氧化物, 还有少量其他不溶性物质。采纳如下工艺流程回收其中的镍制备硫酸镍晶体

$(\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$:



溶液中金属离子起先沉淀和完全沉淀的 pH 如下表所示:

金属离子	Ni^{2+}	Al^{3+}	Fe^{3+}	Fe^{2+}
起先沉淀时 ($c=0.01\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 的 pH	7.2	3.7	2.2	7.5
沉淀完全时 ($c=1.0 \times 10^{-5}\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 的 pH	8.7	4.7	3.2	9.0

回答下列问题:

(1) “碱浸”中 NaOH 的两个作用分别是_____。为回收金属, 用稀硫酸将“滤液①”调为中性, 生成沉淀。写出该反应的离子方程

式_____。

(2) “滤液②”中含有的金属离子是_____。

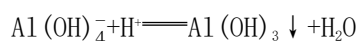
(3) “转化”中可替代 H_2O_2 的物质是_____。若工艺流程改为先“调 pH”后“转

化”, 即 $\text{滤液②} \xrightarrow{\text{NaOH 溶液}} \text{调 pH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_2 \text{ 溶液}} \text{转化} \xrightarrow{\text{滤液③}}$, “滤液③”中可能含有的杂质离子为_____。

(4) 利用上述表格数据, 计算 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 的 $K_{\text{sp}} =$ _____ (列出计算式)。假如“转化”后的溶液中 Ni^{2+} 浓度为 $1.0\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则“调 pH”应限制的 pH 范围是_____。

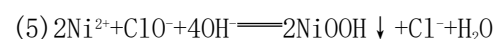
- (5) 硫酸镍在强碱溶液中用 NaClO 氧化, 可沉淀出能用作镍镉电池正极材料的 NiOOH 。写出该反应的离子方程式_____。
- (6) 将分别出硫酸镍晶体后的母液收集、循环运用, 其意义是_____。

答案 (1) 除去油脂、溶解铝及其氧化物



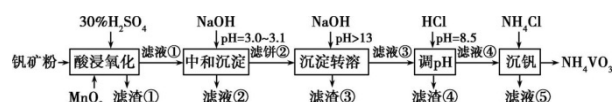
(2) Ni^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} (3) O_2 或空气 Fe^{3+}

(4) $0.01 \times (10^{7.2-14})^2$ [或 $10^{-5} \times (10^{8.7-14})^2$] $3.2 \sim 6.2$



(6) 提高镍回收率

7. (2024 课标 I, 26, 14 分) 钒具有广泛用途。黏土钒矿中, 钒以+3、+4、+5 价的化合物存在, 还包括钾、镁的铝硅酸盐, 以及 SiO_2 、 Fe_3O_4 。采纳以下工艺流程可由黏土钒矿制备 NH_4VO_3 。



该工艺条件下, 溶液中金属离子起先沉淀和完全沉淀的 pH 如下表所示:

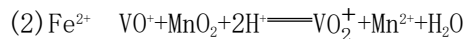
金属离子	Fe^{3+}	Fe^{2+}	Al^{3+}	Mn^{2+}
起先沉淀 pH	1.9	7.0	3.0	8.1
完全沉淀 pH	3.2	9.0	4.7	10.1

回答下列问题:

- (1) “酸浸氧化”须要加热, 其缘由是_____。
- (2) “酸浸氧化”中, VO^+ 和 VO^{2+} 被氧化成 VO_2^+ , 同时还有_____离子被氧化。写出 VO^+ 转化为 VO_2^+ 反应的离子方程式_____。
- (3) “中和沉淀”中, 钒水解并沉淀为 $\text{V}_2\text{O}_5 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, 随滤液②可除去金属离子 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 、_____, 以及部分的_____。
- (4) “沉淀转溶”中, $\text{V}_2\text{O}_5 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 转化为钒酸盐溶解。滤渣③的主要成分是_____。
- (5) “调 pH”中有沉淀生成, 生成沉淀反应的化学方程式是_____。

(6) “沉钒”中析出 NH_4VO_3 晶体时,须要加入过量 NH_4Cl ,其缘由是_____。

答案 (1)加快酸浸和氧化反应速率(促进氧化完全)



(6)利用同离子效应,促进 NH_4VO_3 尽可能析出完全

8. (2016 课标 II, 28, 15 分)某班同学用如下试验探究 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 的性质。回答下列问题:

(1)分别取肯定量氯化铁、氯化亚铁固体,均配制成 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液。在 FeCl_2 溶液中需加入少量铁屑,其目的是_____。

(2)甲组同学取 2mL FeCl_2 溶液,加入几滴氯水,再加入 1 滴 KSCN 溶液,溶液变红,说明 Cl_2 可将 Fe^{2+} 氧化。 FeCl_2 溶液与氯水反应的离子方程式为_____。

(3)乙组同学认为甲组的试验不够严谨,该组同学在 2mL FeCl_2 溶液中先加入 0.5mL 煤油,再于液面下依次加入几滴氯水和 1 滴 KSCN 溶液,溶液变红,煤油的作用是_____。

(4)丙组同学取 $10\text{mL } 0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KI}$ 溶液,加入 $6\text{mL } 0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeCl}_3$ 溶液混合。分别取 2mL 此溶液于 3 支试管中进行如下试验:

①第一支试管中加入 1mL CCl_4 充分振荡、静置, CCl_4 层显紫色;

②其次支试管中加入 1 滴 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液,生成蓝色沉淀;

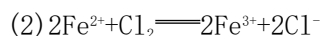
③第三支试管中加入 1 滴 KSCN 溶液,溶液变红。

试验②检验的离子是_____ (填离子符号);试验①和③说明:在 I^- 过量的状况下,溶液中仍含有_____

(填离子符号),由此可以证明该氧化还原反应为_____。

(5)丁组同学向盛有 H_2O_2 溶液的试管中加入几滴酸化的 FeCl_2 溶液,溶液变成棕黄色,发生反应的离子方程式为_____;一段时间后,溶液中有气泡出现,并放热,随后有红褐色沉淀生成。产生气泡的缘由是_____;生成沉淀的缘由是_____ (用平衡移动原理说明)。

答案 (1)防止 Fe^{2+} 被氧化



(3)隔绝空气(解除氧气对试验的影响)

(4) $\text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+}$ 可逆反应

(5) $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ Fe^{3+} 催化 H_2O_2 分解产生 O_2 H_2O_2 分解反应放热, 促进 Fe^{3+} 的水解平衡正向移动

考点三 金属冶炼 金属材料

9. (2024 浙江 1 月选考, 12, 2 分) 下列关于铝及其化合物的说法, 不正确的是 ()

- A. 明矾可用作净水剂和消毒剂
- B. 利用铝热反应可冶炼高熔点金属
- C. 铝可用作包装材料和建筑材料
- D. 氢氧化铝可用作治疗胃酸过多的药物

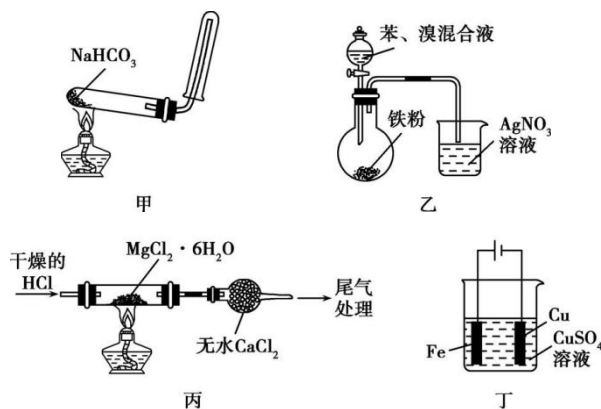
答案 A

10. (2024 浙江 1 月选考, 9, 2 分) 下列说法不正确的是 ()

- A. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 可通过 CuSO_4 溶液与过量氨水作用得到
- B. 铁锈的主要成分可表示为 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
- C. 钙单质可以从 TiCl_4 中置换出 Ti
- D. 可用 H_2 还原 MgO 制备单质 Mg

答案 D

11. (2024 山东, 5, 2 分) 利用下列装置(夹持装置略)进行试验, 能达到试验目的的是 ()



- A. 用甲装置制备并收集 CO_2
- B. 用乙装置制备溴苯并验证有 HBr 产生
- C. 用丙装置制备无水 MgCl_2
- D. 用丁装置在铁上镀铜

答案 C

12. (2024 上海选考, 16, 2 分) 在 pH 为 1 的 100mL 0.1mol/L 的 AlCl_3 溶液中, 加入 300mL 0.1mol/L 的氢氧化钠溶液后铝元素的存在形式是 ()

- A. AlO_2^- B. Al^{3+}
C. $\text{Al}(\text{OH})_3$ D. Al^{3+} 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$

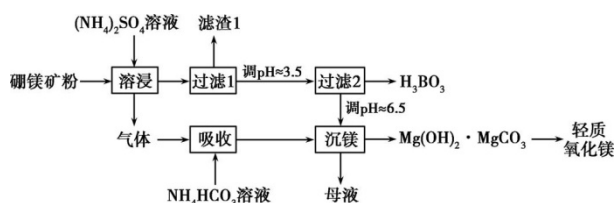
答案 D

13. (2024 江苏单科, 9, 2 分) 在给定条件下, 下列选项所示的物质间转化均能实现的是 ()

- A. $\text{NaHCO}_3(\text{s}) \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) \xrightarrow{\text{饱和石灰水}} \text{NaOH}(\text{aq})$
B. $\text{Al}(\text{s}) \xrightarrow{\text{NaOH}(\text{aq})} \text{NaAlO}_2(\text{aq}) \xrightarrow{\text{过量 HCl}(\text{aq})} \text{Al}(\text{OH})_3(\text{s})$
C. $\text{AgNO}_3(\text{aq}) \xrightarrow{\text{氨水}} [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+(\text{aq}) \xrightarrow{\text{蔗糖}(\text{aq})} \text{Ag}(\text{s})$
D. $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) \xrightarrow[\text{高温}]{\text{Al}} \text{Fe}(\text{s}) \xrightarrow{\text{HCl}(\text{aq})} \text{FeCl}_3(\text{aq})$

答案 A

14. (2024 课标 I, 26, 14 分) 硼酸 (H_3BO_3) 是一种重要的化工原料, 广泛应用于玻璃、医药、肥料等工业。一种以硼镁矿 (含 $\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 SiO_2 及少量 Fe_2O_3 、 Al_2O_3) 为原料生产硼酸及轻质氧化镁的工艺流程如下:



回答下列问题:

- (1) 在 95°C “溶浸” 硼镁矿粉, 产生的气体在 “汲取” 中反应的化学方程式为__。
(2) “滤渣 1” 的主要成分有____。为检验 “过滤 1” 后的滤液中是否含有 Fe^{3+} 离子, 可选用的化学试剂是____。
(3) 依据 H_3BO_3 的解离反应: $\text{H}_3\text{BO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{B}(\text{OH})_4^-$, $K_a = 5.81 \times 10^{-10}$, 可推断 H_3BO_3 是____酸; 在 “过滤 2” 前, 将溶液 pH 调整至 3.5, 目的是____。

(4) 在“沉镁”中生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCO}_3$ 沉淀的离子方程式

为_____，母液经加热后可返回_____工序循环运用。由碱式碳酸镁制备轻质氧化镁的方法是_____。

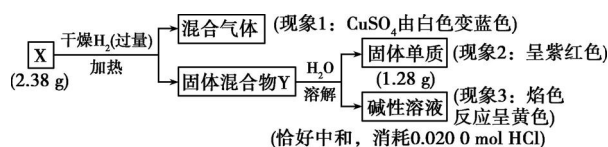
答案 (1) $\text{NH}_4\text{HCO}_3 + \text{NH}_3 \rightleftharpoons (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

(2) SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 KSCN

(3) 一元弱 转化为 H_3BO_3 ，促进析出

(4) $2\text{Mg}^{2+} + 3\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCO}_3 \downarrow + 2\text{HCO}_3^-$ [或 $2\text{Mg}^{2+} + 2\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow$] 溶浸 高温焙烧

15. (2024 浙江 4 月选考, 27, 6 分) 固体化合物 X 由 3 种元素组成。某学习小组进行了如下试验:



请回答:

(1) 由现象 1 得出化合物 X 含有_____元素(填元素符号)。

(2) 固体混合物 Y 的成分_____ (填化学式)。

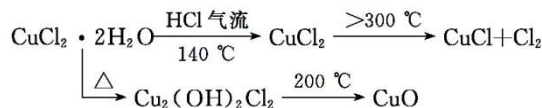
(3) X 的化学式_____。X 与浓盐酸反应产生黄绿色气体, 固体完全溶解, 得到蓝色溶液, 该反应的化学方程式是_____。

答案 (1) O (2) Cu 和 NaOH

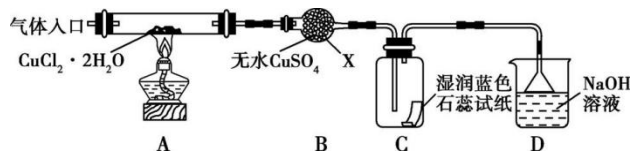
(3) NaCuO_2 $2\text{NaCuO}_2 + 8\text{HCl} \rightleftharpoons 2\text{NaCl} + 2\text{CuCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

16. (2016 四川理综, 9, 13 分) CuCl 广泛应用于化工和印染等行业。某探讨性学习小组拟热分解 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 制备 CuCl , 并进行相关探究。

【资料查阅】



【试验探究】 该小组用下图所示装置进行试验(夹持仪器略)。



请回答下列问题:

(1) 仪器 X 的名称是_____。

(2) 试验操作的先后依次是 a→_____→e (填操作的编号)。

- a. 检查装置的气密性后加入药品
- b. 熄灭酒精灯, 冷却
- c. 在“气体入口”处通入干燥 HCl
- d. 点燃酒精灯, 加热
- e. 停止通入 HCl, 然后通入 N₂

(3) 在试验过程中, 观察到 B 中物质由白色变为蓝色, C 中试纸的颜色改变是_____。

(4) 装置 D 中发生的氧化还原反应的离子方程式是_____。

【探究反思】

(5) 反应结束后, 取出 CuCl 产品进行试验, 发觉其中含有少量的 CuCl₂ 或 CuO 杂质。依据资料信息分析:

①若杂质是 CuCl₂, 则产生的缘由是__。

②若杂质是 CuO, 则产生的缘由是__。

答案 (1) 干燥管 (2) cdb (3) 先变红, 后褪色 (4) $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{ClO}^- + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ (5) ①加热时间不足或温度偏低 ②通入 HCl 的量不足

[老师专用题组]

【5 年高考】

考点一 钠及其化合物

1. (2024 江苏单科, 3, 2 分) 下列有关物质的性质与用途具有对应关系的是 ()

- A. 铝的金属活泼性强, 可用于制作铝金属制品
- B. 氧化铝熔点高, 可用作电解冶炼铝的原料
- C. 氢氧化铝受热分解, 可用于中和过多的胃酸
- D. 明矾溶于水并水解形成胶体, 可用于净水

答案 D A 项, 金属铝用于制作金属制品是因为金属铝易加工, 且表面形成的氧化膜有肯定的防腐作用, 错误; B 项, 冶炼铝用氧化铝作原料, 是因为氧化铝是离子化合物, 熔融时能电离, 错误; C 项, 氢氧化铝有弱碱性, 可用于中和过多的胃酸, 错误; D 项, 明矾中的铝离子在水溶液中水解生成氢氧化铝胶体, 可用于净水, 正确。

2. (2024 江苏单科, 9, 2 分) 在给定条件下, 下列选项所示的物质间转化均能实现的是

()

- A. $\text{NaHCO}_3(\text{s}) \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) \xrightarrow{\text{饱和石灰水}} \text{NaOH}(\text{aq})$
- B. $\text{Al}(\text{s}) \xrightarrow{\text{NaOH}(\text{aq})} \text{NaAlO}_2(\text{aq}) \xrightarrow{\text{过量 HCl}(\text{aq})} \text{Al}(\text{OH})_3(\text{s})$
- C. $\text{AgNO}_3(\text{aq}) \xrightarrow{\text{氨水}} [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+(\text{aq}) \xrightarrow{\text{蔗糖}(\text{aq})} \text{Ag}(\text{s})$
- D. $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) \xrightarrow[\text{高温}]{\text{Al}} \text{Fe}(\text{s}) \xrightarrow{\text{HCl}(\text{aq})} \text{FeCl}_3(\text{aq})$

答案 A 本题考查元素化合物之间的相互转化。 $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$, A 正确; NaAlO_2 与过量 $\text{HCl}(\text{aq})$ 反应生成 AlCl_3 和 NaCl , B 不正确; $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 与蔗糖无法发生银镜反应生成 Ag , C 不正确; Fe 与 $\text{HCl}(\text{aq})$ 反应生成 FeCl_2 和 H_2 , D 不正确。

3. (2016 课标 II, 12, 6 分) 某白色粉末由两种物质组成, 为鉴别其成分进行如下试验:

- ①取少量样品加入足量水仍有部分固体未溶解; 再加入足量稀盐酸, 有气泡产生, 固体全部溶解;
- ②取少量样品加入足量稀硫酸有气泡产生, 振荡后仍有固体存在。

该白色粉末可能为 ()

- A. NaHCO_3 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ B. AgCl 、 NaHCO_3
- C. Na_2SO_3 、 BaCO_3 D. Na_2CO_3 、 CuSO_4

答案 C A 项, 加入足量稀硫酸后, 固体全部溶解; B 项, 加入足量稀盐酸时有气泡产生, 但仍有固体存在; D 项, 加入足量稀硫酸并振荡后, 固体全部溶解。故 A、B、D 均不符合题意。

4. (2015 课标 I, 10, 6 分) 下列试验中, 对应的现象以及结论都正确且两者具有因果关系的是

()

选项	试验	现象	结论
A.	将稀硝酸加入过量铁粉中, 充分反应后滴加 KSCN 溶液	有气体生成, 溶液呈血红色	稀硝酸将 Fe 氧化为 Fe^{3+}
B.	将铜粉加入 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液	溶液变蓝、有黑色固体出现	金属铁比铜活泼

	₃ 溶液中		
C.	用坩埚钳夹住一小块用砂纸细致打磨过的铝箔在酒精灯上加热	熔化后的液态铝滴落下来	金属铝的熔点较低
D.	将 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{MgSO}_4$ 溶液滴入 NaOH 溶液至不再有沉淀产生, 再滴加 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{CuSO}_4$ 溶液	先有白色沉淀生成, 后变为浅蓝色沉淀	$\text{Cu}(\text{OH})_2$ 的溶度积比 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的小

答案 D A 项, 稀硝酸加入过量铁粉中, 产物是 Fe^{2+} , 滴加 KSCN 溶液, 不会出现血红色; B 项, 将铜粉加入 $1.0\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中, 溶液变蓝, 发生了反应: $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$, 说明氧化性 $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+}$, 没有黑色固体出现; C 项, 用坩埚钳夹住一小块用砂纸细致打磨过的铝箔在酒精灯上加热, 铝箔表面的铝和空气中的氧气反应生成 Al_2O_3 , Al_2O_3 熔点高, 包袱着熔化的铝, 熔化后的液态铝不会滴落下来; D 项, 将 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{MgSO}_4$ 溶液滴入 NaOH 溶液至不再有沉淀产生, 说明 NaOH 已反应完全, 再滴加 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{CuSO}_4$ 溶液, 白色沉淀变为浅蓝色沉淀, 说明 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 的溶度积比 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的小。

5. (2015 课标 II, 13, 6 分) 用如图所示装置进行下列试验: 将①中溶液滴入②中, 预料的现象与实际相符的是 ()

选项	①中物质	②中物质	预料②中的现象
A.	稀盐酸	碳酸钠与氢氧化钠的混合溶液	马上产生气泡
B.	浓硝酸	用砂纸打磨过的铝条	产生红棕色气体
C.	氯化铝溶液	浓氢氧化钠溶液	产生大量白色沉淀
D.	草酸溶液	高锰酸钾酸性溶液	溶液渐渐褪色



答案 D 稀盐酸滴入 Na_2CO_3 和 NaOH 的混合溶液中, NaOH 优先发生反应, 不会马上产生气泡, A 项错误; 常温下, 铝遇浓硝酸发生钝化, 不会产生红棕色气体, B 项错误; AlCl_3 溶液滴加到 NaOH 溶液中发生反应: $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- \longrightarrow \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$, 不会产生沉淀, C 项错误; $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 与高锰酸钾酸性溶液发生氧化还原反应, 而使 KMnO_4 溶液褪色, D 项正确。

6. (2015 山东理综, 10, 5 分) 某化合物由两种单质干脆反应生成, 将其加入 $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液中同时有气体和沉淀产生。下列化合物中符合上述条件的是 ()

A. AlCl_3 B. Na_2O C. FeCl_2 D. SiO_2

答案 A AlCl_3 可由 Al 与 Cl_2 干脆反应生成, 加入 $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液中因发生双水解反应而同时生成气体和沉淀: $\text{Al}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- \longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$, A 正确; Na_2O 加入 $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液中生成 BaCO_3 沉淀, 但无气体产生, B 错误; Fe 与 Cl_2 干脆反应生成 FeCl_3 , C 错误; SiO_2 与 $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液不反应, D 错误。

7. (2013 山东理综, 9, 4 分) 足量下列物质与相同质量的铝反应, 放出氢气且消耗溶质物质的量最少的是 ()

A. 氢氧化钠溶液 B. 稀硫酸
C. 盐酸 D. 稀硝酸

答案 A Al 与稀硝酸反应生成 NO 气体, D 项不符合题意; $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2 \uparrow$, $2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$, $2\text{Al} + 6\text{HCl} \longrightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$, 可知消耗溶质物质的量最少的是 NaOH 溶液, A 项符合题意。

8. (2013 广东理综, 23, 6 分) 下列试验的现象与对应结论均正确的是(双选) ()

选项	操作	现象	结论
A	将浓硫酸滴到蔗糖表面	固体变黑膨胀	浓硫酸有脱水性和强氧化性
B	常温下将 Al 片放入浓硝酸中	无明显现象	Al 与浓硝酸不反应
C	将一小块 Na 放入无水乙醇中	产生气泡	Na 能置换出醇羟基中的氢
D	将水蒸气通过灼热的铁粉	粉末变红	铁与水在高温下发生反应

答案 AC 浓硫酸有脱水性,能使蔗糖变黑;浓硫酸又有强氧化性,能发生反应 $C+2H_2SO_4(浓) \xrightarrow{\Delta} CO_2 \uparrow + 2SO_2 \uparrow + 2H_2O$,生成的气体使固体膨胀,A项正确。常温下,Al遇浓硝酸发生钝化,是因为Al与浓硝酸反应生成了一层致密的氧化物保护膜,阻碍反应进一步进行,B项错误。

$2Na+2C_2H_5OH \longrightarrow 2C_2H_5ONa+H_2 \uparrow$,C项正确。 $3Fe+4H_2O(g) \xrightarrow{高温} Fe_3O_4+4H_2$, Fe_3O_4 是黑色晶体,D项错误。

评析 本题综合考查元素及其化合物的学问。本题易因误认为钝化是不发生反应而错选B;因将水蒸气与Fe在高温下反应的产物误认为是 Fe_2O_3 而错选D。理解现象的本质,熟记常见反应的化学方程式是解答该类题的关键。难度中等。

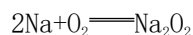
9. (2012 重庆, 11, 6 分) 向 10mL 0.1mol · L⁻¹ NH₄Al(SO₄)₂ 溶液中, 滴加等浓度 Ba(OH)₂ 溶液 x mL。下列叙述正确的是 ()

- A. x=10 时, 溶液中有 NH₄⁺、Al³⁺、SO₄²⁻, 且 $c(NH_4^+) > c(Al^{3+})$
- B. x=10 时, 溶液中有 NH₄⁺、AlO₂⁻、SO₄²⁻, 且 $c(NH_4^+) > c(SO_4^{2-})$
- C. x=30 时, 溶液中有 Ba²⁺、AlO₂⁻、OH⁻, 且 $c(OH^-) < c(AlO_2^-)$
- D. x=30 时, 溶液中有 Ba²⁺、Al³⁺、OH⁻, 且 $c(OH^-) = c(Ba^{2+})$

答案 A 当滴加的 Ba(OH)₂ 溶液体积为 10mL 时, Ba(OH)₂ 不足量, 离子方程式为: $3Ba^{2+}+6OH^-+2Al^{3+}+3SO_4^{2-} \longrightarrow 2Al(OH)_3 \downarrow + 3BaSO_4 \downarrow$, 溶液中 Al³⁺、SO₄²⁻ 过量, 且 NH₄⁺ 没有参与反应; 当加入 30mL Ba(OH)₂ 溶液时, Ba(OH)₂ 过量, 离子方程式为: $Al^{3+}+5OH^-+2Ba^{2+}+2SO_4^{2-}+NH_4^+ \longrightarrow AlO_2^-+NH_3 \cdot H_2O+2BaSO_4 \downarrow + 2H_2O$, 剩余的 OH⁻ 与生成的 AlO₂⁻ 的物质的量相同, 再考虑 NH₃ · H₂O 的电离及 AlO₂⁻ 的水解等, 则溶液中 $c(OH^-) > c(AlO_2^-)$ 。

10. (2012 北京理综, 7, 6 分) 下列说明试验现象的反应方程式正确的是 ()

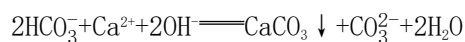
A. 切开的金属 Na 暴露在空气中, 光亮表面渐渐变暗



B. 向 AgCl 悬浊液中滴加 Na₂S 溶液, 白色沉淀变成黑色 $2AgCl+S^{2-} \longrightarrow Ag_2S \downarrow + 2Cl^-$

C. Na₂O₂ 在潮湿的空气中放置一段时间, 变成白色黏稠物 $2Na_2O_2+2CO_2 \longrightarrow 2Na_2CO_3+O_2$

D. 向 NaHCO₃ 溶液中加入过量的澄清石灰水, 出现白色沉淀

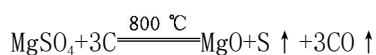
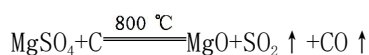
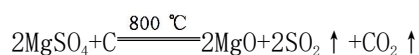


答案 B A 项, 切开的金属钠暴露在空气中, 光亮表面变暗的缘由是钠被氧化生成 Na₂O, 反应方程式为 $4Na+O_2 \longrightarrow 2Na_2O$, 故 A 错误; C 项, Na₂O₂ 放置在潮湿的空气中发生反应 $2Na_2O_2+2H_2O$

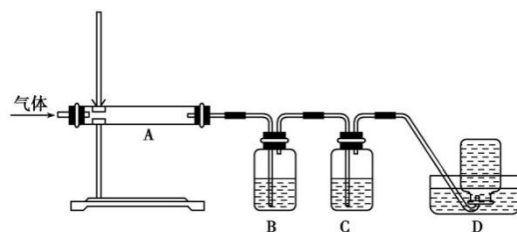
$\text{—}4\text{NaOH}+\text{O}_2\uparrow$, 因 NaOH 易吸水而形成白色黏稠物, 故 C 错误; D 项, 向 NaHCO_3 溶液中加入过量的澄清石灰水, 出现白色沉淀的反应方程式为 $\text{HCO}_3^-+\text{Ca}^{2+}+\text{OH}^- \text{—} \text{CaCO}_3\downarrow+\text{H}_2\text{O}$, 故 D 错误。

11. [2013 江苏单科, 16(4), 6 分, 0.442] 氧化镁在医药、建筑等行业应用广泛。硫酸镁还原热解制备高纯氧化镁是一种新的探究。

(4) 煅烧过程存在以下反应:



利用下图所示装置对煅烧产生的气体进行分步汲取或收集。



①D 中收集的气体是_____ (填化学式)。

②B 中盛放的溶液可以是_____ (填字母)。

- a. NaOH 溶液 b. Na_2CO_3 溶液
c. 稀硝酸 d. KMnO_4 溶液

③A 中得到的淡黄色固体能与热的 NaOH 溶液反应, 产物中元素的最高价态为 +4, 写出该反应的离子方程式:_____。

答案 (4) ① CO ②d ③ $3\text{S}+6\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} 2\text{S}^{2-}+\text{SO}_3^{2-}+3\text{H}_2\text{O}$

解析 (4) 气体成分为 SO_2 、 CO_2 、 CO 、 $\text{S}(\text{g})$, 分步汲取的依次: A 中收集 S , B 汲取 SO_2 , C 汲取 CO_2 , D 收集 CO 。B 中可以选择 KMnO_4 溶液。

审题技巧 解此类题时, 不仅要关注题干部分, 同时也要关注题目中提供的信息。如本题中的

③小题, 提示 A 中得到淡黄色固体, 联系上下文, 很简单推出该固体为 S 单质。

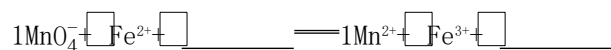
命题归纳 无机化工题来自实际化工生产, 考查相关的化学基础学问和基本技能。这类题目所考的学问点比较分散, 既考查元素化合物基础学问, 又考查与之相关的化学基本理论、试验操作和化学计算。

12. (2013 北京理综, 27, 12 分)用含有 Al_2O_3 、 SiO_2 和少量 $\text{FeO} \cdot x\text{Fe}_2\text{O}_3$ 的铝灰制备 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, 工艺流程如下(部分操作和条件略):

- I. 向铝灰中加入过量稀 H_2SO_4 , 过滤;
- II. 向滤液中加入过量 KMnO_4 溶液, 调整溶液的 pH 约为 3;
- III. 加热, 产生大量棕色沉淀, 静置, 上层溶液呈紫红色;
- IV. 加入 MnSO_4 至紫红色消逝, 过滤;
- V. 浓缩、结晶、分别, 得到产品。

(1) H_2SO_4 溶解 Al_2O_3 的离子方程式是_____。

(2) 将 MnO_4^- 氧化 Fe^{2+} 的离子方程式补充完整:



(3) 已知:

生成氢氧化物沉淀的 pH

	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$
起先沉淀时	3.4	6.3	1.5
完全沉淀时	4.7	8.3	2.8

注: 金属离子的起始浓度为 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

依据表中数据说明步骤 II 的目的: _____。

(4) 已知: 肯定条件下, MnO_4^- 可与 Mn^{2+} 反应生成 MnO_2 。

①向 III 的沉淀中加入浓 HCl 并加热, 能说明沉淀中存在 MnO_2 的现象是_____。

②IV 中加入 MnSO_4 的目的是_____。

答案 (1) $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$

(2) $5\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{Fe}^{2+} = 5\text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} + 5\text{Fe}^{3+}$

(3) pH 约为 3 时, Fe^{2+} 和 Al^{3+} 不能形成沉淀, 将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 可使铁完全沉淀

(4) ①生成黄绿色气体 ②除去过量的 MnO_4^-

解析 (2) 由得失电子守恒知 Fe^{2+} 和 MnO_4^- 的化学计量数之比为 5:1, 再由电荷守恒可知左边还应填 8H^+ , 由原子守恒推出右边还应填 $4\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 滤液中含有 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} , 由生成氢氧化物沉淀的 pH 可知, 要使 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 完全沉淀而 Al^{3+} 不生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀, 应将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 且限制 pH 在 2.8~3.4 之间。

(4) ① $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, Cl_2 是一种黄绿色气体。

② 由题干提供的信息可得出加入 MnSO_4 的目的是除去溶液中过量的 MnO_4^- : $2\text{MnO}_4^- + 3\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 5\text{MnO}_2 \downarrow + 4\text{H}^+$ 。

评析 本题考查了元素及其化合物、氧化还原反应方程式的配平等学问。重点考查考生综合分析问题的实力。依据得失电子守恒、电荷守恒、原子守恒配平氧化还原反应方程式是解该题的关键。考生不能精确应用(3)中的信息说明步骤II的目的是本题的失分点。难度中等。

13. (2013 浙江理综, 26, 15 分, ★★☆☆) 氢能源是一种重要的清洁能源。现有两种可产生 H_2 的化合物甲和乙。将 6.00g 甲加热至完全分解, 只得到一种短周期元素的金属单质和 6.72L 的 H_2 (已折算成标准状况)。甲与水反应也能放出 H_2 , 同时还产生一种白色沉淀物, 该白色沉淀可溶于 NaOH 溶液。化合物乙在催化剂存在下可分解得到 H_2 和另一种单质气体丙, 丙在标准状况下的密度为 $1.25\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。请回答下列问题:

(1) 甲的化学式是_____; 乙的电子式是_____。

(2) 甲与水反应的化学方程式是_____。

(3) 气体丙与金属镁反应的产物是_____ (用化学式表示)。

(4) 乙在加热条件下与 CuO 反应可生成 Cu 和气体丙, 写出该反应的化学方程式_____。有人提出产物 Cu 中可能还混有 Cu_2O , 请设计试验方案验证之_____。

(已知: $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cu} + \text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$)

(5) 甲与乙之间_____ (填“可能”或“不行能”) 发生反应产生 H_2 , 推断理由是_____。

答案 (1) AlH_3 $\text{H} \cdot \cdot \cdot \overset{\text{H}}{\underset{\cdot\cdot}{\text{N}}} \cdot \cdot \cdot \text{H}$

(2) $\text{AlH}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}_2 \uparrow$

(3) Mg_3N_2

(4) $2\text{NH}_3 + 3\text{CuO} \xrightarrow{\Delta} 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

取样后加稀 H_2SO_4 , 假如溶液变蓝, 说明产物中含有 Cu_2O 。反之则无 Cu_2O

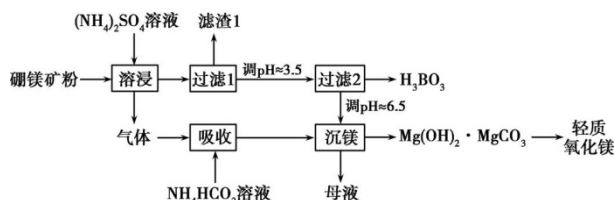
(5) 可能

AlH_3 中的氢化合价为-1 价, NH_3 中的氢为+1 价, 因而有可能发生氧化还原反应生成氢气

解析 由甲加热可产生金属单质和 H_2 , 可推断甲为氢化物, 又因甲与水反应生成的白色沉淀可溶于 NaOH 溶液及依据质量关系可推出甲为 AlH_3 。丙的摩尔质量为

1. $25\text{g} \cdot \text{L}^{-1} \times 22.4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} = 28\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 中学中常见的摩尔质量为 $28\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 的物质有 N_2 、 CO 、 C_2H_4 等, 又因丙为单质, 则丙为 N_2 , 乙为 NH_3 。

14. (2024 课标 I, 26, 14 分) 硼酸(H_3BO_3)是一种重要的化工原料, 广泛应用于玻璃、医药、肥料等工业。一种以硼镁矿(含 $\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 SiO_2 及少量 Fe_2O_3 、 Al_2O_3)为原料生产硼酸及轻质氧化镁的工艺流程如下:



回答下列问题:

- (1) 在 95°C “溶浸” 硼镁矿粉, 产生的气体在 “汲取” 中反应的化学方程式为__。
- (2) “滤渣 1” 的主要成分有_____。为检验 “过滤 1” 后的滤液中是否含有 Fe^{3+} 离子, 可选用的化学试剂是_____。
- (3) 依据 H_3BO_3 的解离反应: $\text{H}_3\text{BO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{B}(\text{OH})_4^-$, $K_a = 5.81 \times 10^{-10}$, 可推断 H_3BO_3 是_____酸; 在 “过滤 2” 前, 将溶液 pH 调整至 3.5, 目的是_____。
- (4) 在 “沉镁” 中生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCO}_3$ 沉淀的离子方程式为_____, 母液经加热后可返回_____工序循环运用。由碱式碳酸镁制备轻质氧化镁的方法是_____。

答案 (1) $\text{NH}_4\text{HCO}_3 + \text{NH}_3 \rightleftharpoons (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

(2) SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 KSCN

(3) 一元弱 转化为 H_3BO_3 , 促进析出

(4) $2\text{Mg}^{2+} + 3\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCO}_3 \downarrow + 2\text{HCO}_3^-$ [或 $2\text{Mg}^{2+} + 2\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow$] 溶浸 高温焙烧

解析 (1) “溶浸” 步骤产生的 “气体” 是 NH_3 , 用 NH_4HCO_3 溶液汲取 NH_3 的化学方程式为 $\text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{HCO}_3 \rightleftharpoons (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 。

(2) 依据流程图可知, Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 SiO_2 不溶于 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液, 故 “滤渣 1” 的主要成分有 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 ; 检验 Fe^{3+} 通常选用 KSCN 溶液。

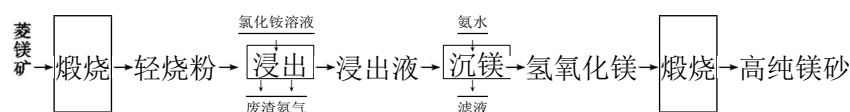
(3) 依据 H_3BO_3 的解离反应以及电离平衡常数, 可推断 H_3BO_3 是一元弱酸; 在 “过滤 2” 操作前 B 元素主要以 $\text{B}_2\text{O}_5^{4-}$ 的形式存在, 调整 pH 至 3.5 后生成了 H_3BO_3 沉淀, 由此可推断调整 pH 的目的是将 $\text{B}_2\text{O}_5^{4-}$ 转化成 H_3BO_3 。

(4) 反应物有 Mg^{2+} 、 CO_3^{2-} , 生成物有 $\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCO}_3$ 沉淀, 再结合电荷守恒、原子守恒可写出反应的离子方程式; “沉镁”后的母液的主要成分为 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 可供“溶浸”工序循环运用; $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 MgCO_3 在高温条件下均易分解生成 MgO , 故高温焙烧碱式碳酸镁可以制备轻质氧化镁。

方法归纳 可循环利用的物质通常是某步骤的副产物, 可以作为其他步骤的反应物。

考点二 铁及其化合物

1. (2024 山东, 9, 2 分) 以菱镁矿(主要成分为 MgCO_3 , 含少量 SiO_2 、 Fe_2O_3 和 Al_2O_3) 为原料制备高纯镁砂的工艺流程如下:



已知浸出时产生的废渣中有 SiO_2 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 。下列说法错误的是 ()

- A. 浸出镁的反应为 $\text{MgO} + 2\text{NH}_4\text{Cl} \rightleftharpoons \text{MgCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- B. 浸出和沉镁的操作均应在较高温度下进行
- C. 流程中可循环运用的物质有 NH_3 、 NH_4Cl
- D. 分别 Mg^{2+} 与 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 是利用了它们氢氧化物 K_{sp} 的不同

答案 B A 项, 通过煅烧操作, MgCO_3 转化为 MgO , NH_4Cl 溶液显酸性, 能与 MgO 发生反应, 正确; B 项, 适当上升温度, 可以加快反应速率, 提高浸出率, 但沉镁时加入的氨水受热易分解, 故浸出时可以适当上升温度, 沉镁时温度不宜过高, 错误; C 项, 结合题给流程图, 浸出时有氨气产生, 沉镁时发生的反应为 $\text{MgCl}_2 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4\text{Cl}$, 故可循环运用的物质有 NH_3 、 NH_4Cl , 正确; D 项, 结合题给已知信息浸出时产生的废渣中有 SiO_2 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 可知, Fe^{3+} 、 Al^{3+} 在弱酸性环境中完全沉淀, 而 Mg^{2+} 没有产生沉淀, 利用了它们氢氧化物 K_{sp} 的不同, 正确。

2. (2024 浙江 7 月选考, 8, 2 分) 下列说法不正确的是 ()

- A. Cl^- 会破坏铝表面的氧化膜
- B. NaHCO_3 的热稳定性比 Na_2CO_3 强
- C. KMnO_4 具有氧化性, 其稀溶液可用于消毒
- D. 钢铁在潮湿空气中生锈主要是发生了电化学腐蚀

答案 B NaHCO_3 不稳定, 受热易分解, 发生反应: $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, NaHCO_3 的热稳定性比 Na_2CO_3 弱, 故选 B。

3. (2024 浙江 7 月选考, 9, 2 分) 下列说法不正确的是 ()

- A. 高压钠灯可用于道路照明
- B. SiO_2 可用来制造光导纤维
- C. 工业上可采纳高温冶炼黄铜矿的方法获得粗铜
- D. BaCO_3 不溶于水, 可用作医疗上检查肠胃的钡餐

答案 D A 项, 高压钠灯透雾实力强, 可用于道路照明, 正确; B 项, 光纤维的主要成分为 SiO_2 , 正确; C 项, 工业上可采纳主要成分为 CuFeS_2 的黄铜矿来高温冶炼制备粗铜, 正确; D 项, BaCO_3 会与胃酸反应, 产生剧毒重金属离子—— Ba^{2+} , 故 BaCO_3 不行用作检查肠胃的钡餐, 错误。

4. (2024 浙江 7 月选考, 12, 2 分) 下列说法正确的是 ()

- A. Na_2O 在空气中加热可得固体 Na_2O_2
- B. Mg 加入到过量 FeCl_3 溶液中可得 Fe
- C. FeS_2 在沸腾炉中与 O_2 反应主要生成 SO_3
- D. H_2O_2 溶液中加入少量 MnO_2 粉末生成 H_2 和 O_2

答案 A 氧化钠在加热条件下与空气中的氧气反应生成过氧化钠, 反应的化学方程式为 $2\text{Na}_2\text{O} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Na}_2\text{O}_2$, A 项正确; 镁与过量的三氯化铁反应生成氯化镁和氯化亚铁, 反应的化学方程式为 $\text{Mg} + 2\text{FeCl}_3 = \text{MgCl}_2 + 2\text{FeCl}_2$, Mg 无剩余, 无 Fe 生成, B 项错误; FeS_2 在高温条件下与氧气反应生成氧化铁和二氧化硫, 反应的化学方程式为 $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$, C 项错误; 过氧化氢在二氧化锰催化作用下生成氧气和水, 反应的化学方程式为 $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, D 项错误。

5. (2024 海南单科, 2, 2 分) 我国古代典籍中有“石胆……浅碧色, 烧之变白色者真”的记载, 其中石胆是指 ()

- A. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
- B. $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
- C. $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
- D. $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

答案 A $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 为蓝色晶体, CuSO_4 为白色粉末, 加热时发生反应: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{蓝}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4(\text{白}) + 5\text{H}_2\text{O}$ 。

6. (2024 天津理综, 3, 6 分) 下列有关金属及其化合物的应用不合理的是 ()

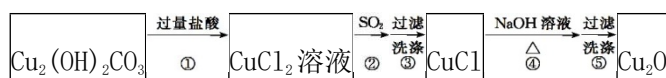
- A. 将废铁屑加入 FeCl_2 溶液中, 可用于除去工业废气中的 Cl_2
- B. 铝中添加适量锂, 制得低密度、高强度的铝合金, 可用于航空工业
- C. 盐碱地(含较多 Na_2CO_3 等)不利于作物生长, 可施加熟石灰进行改良
- D. 无水 CoCl_2 呈蓝色, 吸水会变为粉红色, 可用于推断变色硅胶是否吸水

答案 C 本题涉及的考点有铁、氯、钠及其化合物的性质, 合金的性质与应用。考查学生对元素化合物基础学问的整合实力, 体现了宏观辨识与微观探析的学科核心素养。

A 项, 溶液中发生反应: $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ 、 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$, 将废铁屑加入 FeCl_2 溶液中可以除去工业废气中的 Cl_2 , 故正确; B 项, 铝、锂均为轻金属, 铝中添加适量锂可以制得低密度、高强度的铝合金, 故正确; C 项, $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 + 2\text{NaOH}$, 施加熟石灰生成了烧碱 NaOH , 碱性增加, 不利于作物生长, 故错误; D 项, 无水 CoCl_2 吸水的现象(蓝色变粉红色)明显, 可用于推断变色硅胶是否吸水, 故正确。

易错提示 C 选项中, 熟石灰虽然可以与 Na_2CO_3 反应, 但反应后会生成碱性更强的烧碱, 适得其反。解题时务必考虑周到, 思维缜密。

7. (2024 浙江 4 月选考, 24, 2 分) 某同学通过如下流程制备氧化亚铜:



已知: CuCl 难溶于水和稀硫酸; $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}^+ = \text{Cu}^{2+} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$

下列说法不正确的是 ()

- A. 步骤②中的 SO_2 可用 Na_2SO_3 替换
- B. 步骤③中为防止 CuCl 被氧化, 可用 SO_2 水溶液洗涤
- C. 步骤④发生反应的离子方程式为 $2\text{CuCl} + 2\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Cu}_2\text{O} + 2\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$
- D. 假如 Cu_2O 试样中混有 CuCl 和 CuO 杂质, 用足量稀硫酸与 Cu_2O 试样充分反应, 依据反应前、后固体质量可计算试样纯度

答案 D SO_2 和 Na_2SO_3 中的硫都是+4 价, 都具有还原性, 故 A 正确; SO_2 水溶液具有还原性, 可以防止 CuCl 被氧化, 故 B 正确; 步骤④发生反应的离子方程式为

$2\text{CuCl} + 2\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Cu}_2\text{O} + 2\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$, 故 C 正确; CuCl 难溶于水和稀硫酸, Cu_2O 在酸中会发生自身的歧化反应, 故 D 错误。

8. (2024 江苏单科, 6, 2 分) 下列有关物质性质的叙述肯定不正确的是 ()

- A. 向 FeCl_2 溶液中滴加 NH_4SCN 溶液, 溶液显红色

B. $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 溶于水可形成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体

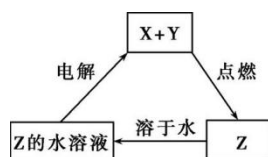
C. NH_4Cl 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 混合加热可生成 NH_3

D. Cu 与 FeCl_3 溶液反应可生成 CuCl_2

答案 A 向 FeCl_2 溶液中滴加 NH_4SCN 溶液, 溶液不显红色, A 项错误; $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 溶于水, 电离出的 Al^{3+} 发生水解可形成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体, B 项正确; 实验室常用 NH_4Cl 固体与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 固体混合加热制 NH_3 , C 项正确; Cu 与 FeCl_3 溶液反应可生成 CuCl_2 和 FeCl_2 , D 项正确。

易错易混 SCN^- 与 Fe^{3+} 可结合形成 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ 使溶液显红色, 而 SCN^- 与 Fe^{2+} 不能。

9. (2015 福建理综, 9, 6 分) 纯净物 X、Y、Z 转化关系如图所示, 下列推断正确的是 ()



- A. X 可能是金属铜 B. Y 不行是氢气
C. Z 可能是氯化钠 D. Z 可能是三氧化硫

答案 A 若用惰性电极电解 CuCl_2 溶液, 可以生成 Cu 和 Cl_2 , Cu 可以在 Cl_2 中燃烧生成 CuCl_2 , 故 X 可能是金属铜, A 正确; 若用惰性电极电解 HCl 的水溶液, 可生成 H_2 和 Cl_2 , H_2 和 Cl_2 在点燃的条件下可以生成 HCl , 故 Y 可能是 H_2 , B 错误; 在水溶液中 Na^+ 不行能放电, 故 C 错误; 若 Z 是三氧化硫, 则 Z 的水溶液为 H_2SO_4 溶液, 电解 H_2SO_4 溶液得到的 X 和 Y 作用不会生成三氧化硫, 故 D 错误。

10. (2014 课标 I, 8, 6 分) 化学与社会、生活亲密相关。对下列现象或事实的说明正确的是 ()

选项	现象或事实	说明
A.	用热的烧碱溶液洗去油污	Na_2CO_3 可干脆与油污反应
B.	漂白粉在空气中久置变质	漂白粉中的 CaCl_2 与空气中的 CO_2 反应生成 CaCO_3
C.	施肥时, 草木灰(有效成分为 K_2CO_3) 不能与 NH_4Cl 混合运用	K_2CO_3 与 NH_4Cl 反应生成氨气会降低肥效
D.	FeCl_3 溶液可用于铜质印刷线路板制作	FeCl_3 能从含 Cu^{2+} 的溶液中置换出铜

答案 C 生活中常用热的纯碱溶液洗去油污, 其缘由不是 Na_2CO_3 与油污干脆发生反应, 而是纯碱水解使溶液呈碱性, 油污在碱性条件下水解生成可溶于水的高级脂肪酸盐和甘油, A

错误;漂白粉在空气中久置变质,是因为发生了反应: $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow$

$+ 2\text{HClO}$, $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$, B 错误; K_2CO_3 与 NH_4Cl 混合运用,因发生相互促进的水解反应生成 NH_3 而降低肥效, C 正确; FeCl_3 溶液可用于铜质印刷线路板制作的反应原理是 $2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} \longrightarrow 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$ 。

11. (2014 课标 II, 9, 6 分) 下列反应中, 反应后固体物质增重的是 ()

- A. 氢气通过灼热的 CuO 粉末
- B. 二氧化碳通过 Na_2O_2 粉末
- C. 铝与 Fe_2O_3 发生铝热反应
- D. 将锌粒投入 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 溶液

答案 B A 项, CuO 被 H_2 还原为 Cu , 固体质量减轻; B 项, $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 \longrightarrow 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$, Na_2O_2 变为 Na_2CO_3 , 固体质量增加; C 项, 铝热反应前后固体总质量保持不变; D 项, 1mol Zn 置换出 1mol Cu , 固体质量减轻, 不符合题意。

12. (2014 上海单科, 17, 3 分) 用 FeCl_3 溶液腐蚀印刷电路板上的铜, 所得的溶液中加入铁粉。对加入铁粉充分反应后的溶液分析合理的是 ()

- A. 若无固体剩余, 则溶液中肯定有 Fe^{3+}
- B. 若有固体存在, 则溶液中肯定有 Fe^{2+}
- C. 若溶液中有 Cu^{2+} , 则肯定没有固体析出
- D. 若溶液中有 Fe^{2+} , 则肯定有 Cu 析出

答案 B A 项, 当铁粉刚好与 Fe^{3+} 完全反应, 则不存在 Fe^{3+} , 故 A 错误; B 项, 无论固体有没有, 肯定有 Fe^{2+} , 故 B 正确; C 项, 可能部分 Cu^{2+} 变成 Cu , 还有 Cu^{2+} 剩余, 故 C 错误; D 项, 若溶液中 Fe^{3+} 过量, 则没有 Cu 析出, 故 D 错误。

13. (2011 山东理综, 12, 4 分) Al 、 Fe 、 Cu 都是重要的金属元素。下列说法正确的是 ()

- A. 三者对应的氧化物均为碱性氧化物
- B. 三者的单质放置在空气中均只生成氧化物
- C. 制备 AlCl_3 、 FeCl_3 、 CuCl_2 均不能采纳将溶液干脆蒸干的方法
- D. 电解 AlCl_3 、 FeCl_3 、 CuCl_2 的混合溶液时阴极上依次析出 Cu 、 Fe 、 Al

答案 C A 项, Al_2O_3 为两性氧化物; B 项, Cu 在空气中的 CO_2 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的作用下与 O_2 反应生成 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$; C 项, 三种盐均为强酸弱碱盐, 加热时都水解, 且生成易挥发的 HCl ,

随着水分和 HCl 的挥发, 蒸干时都得到金属氧化物和其氢氧化物的混合物;D 项, 电解 AlCl_3 溶液阴极上的产物为 H_2 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 。

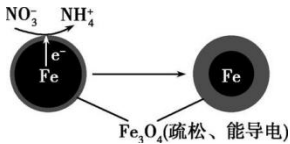
14. (2024 课标 II, 7, 6 分) 北宋沈括《梦溪笔谈》中记载: “信州铅山有苦泉, 流以为涧。挹其水熬之则成胆矾, 烹胆矾则成铜。熬胆矾铁釜, 久之亦化为铜”。下列有关叙述错误的是 ()

- A. 胆矾的化学式为 CuSO_4
- B. 胆矾可作为湿法冶铜的原料
- C. “熬之则成胆矾” 是浓缩结晶过程
- D. “熬胆矾铁釜, 久之亦化为铜” 是发生了置换反应

答案 A A 项, 胆矾是硫酸铜晶体, 其化学式为 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 错误;B 项, 湿法冶铜中的一步反应是铁与 CuSO_4 溶液发生置换反应, 故胆矾可作为湿法冶铜的原料, 正确;C 项, 将 CuSO_4 溶液蒸发浓缩, 再冷却结晶可得胆矾, 正确;D 项, 铁与硫酸铜溶液发生置换反应, 置换出来的铜附在铁釜上, 正确。

15. (2016 北京理综, 26, 13 分) 用零价铁(Fe)去除水体中的硝酸盐(NO_3^-)已成为环境修复探讨的热点之一。

(1) Fe 还原水体中 NO_3^- 的反应原理如下图所示。



- ①作负极的物质是_____。
- ②正极的电极反应式是_____。

(2) 将足量铁粉投入水体中, 经 24 小时测定 NO_3^- 的去除率和 pH, 结果如下:

初始 pH	pH=2.5	pH=4.5
NO_3^- 的去除率	接近 100%	<50%
24 小时 pH	接近中性	接近中性
铁的最终物质形态		

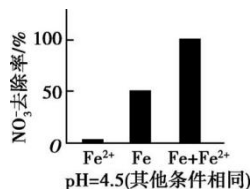
pH=4.5 时, NO_3^- 的去除率低。其缘由是_____。

(3) 试验发觉: 在初始 pH=4.5 的水体中投入足量铁粉的同时, 补充肯定量的 Fe^{2+} 可以明显提高 NO_3^- 的去除率。对 Fe^{2+} 的作用提出两种假设:

I. Fe^{2+} 干脆还原 NO_3^- ;

II. Fe^{2+} 破坏 $\text{FeO}(\text{OH})$ 氧化层。

①做对比试验, 结果如下图所示。可得到的结论是_____。



②同位素示踪法证明 Fe^{2+} 能与 $\text{FeO}(\text{OH})$ 反应生成 Fe_3O_4 。结合该反应的离子方程式, 说明加入 Fe^{2+} 提高 NO_3^- 去除率的缘由: _____。

(4) 其他条件与 (2) 相同, 经 1 小时测定 NO_3^- 的去除率和 pH, 结果如下:

初始 pH	pH=2.5	pH=4.5
NO_3^- 的去除率	约 10%	约 3%
1 小时 pH	接近中性	接近中性

与 (2) 中数据对比, 说明 (2) 中初始 pH 不同时, NO_3^- 去除率和铁的最终物质形态不同的缘由: _____。

答案 (13 分)

(1) ①Fe

② $\text{NO}_3^- + 8\text{e}^- + 10\text{H}^+ \longrightarrow \text{NH}_4^+ + 3\text{H}_2\text{O}$

(2) $\text{FeO}(\text{OH})$ 不导电, 阻碍电子转移

(3) ①本试验条件下, Fe^{2+} 不能干脆还原 NO_3^- ; 在 Fe 和 Fe^{2+} 共同作用下能提高 NO_3^- 去除率

② $\text{Fe}^{2+} + 2\text{FeO}(\text{OH}) \longrightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + 2\text{H}^+$, Fe^{2+} 将不导电的 $\text{FeO}(\text{OH})$ 转化为可导电的 Fe_3O_4 , 利于电子转移

(4) 初始 pH 低时, 产生的 Fe^{2+} 足够; 初始 pH 高时, 产生的 Fe^{2+} 不足

解析 (1) 由图示可知, Fe 失去电子作负极, NO_3^- 在正极发生反应转化为 NH_4^+ : $\text{NO}_3^- + 8\text{e}^- + 10\text{H}^+ \longrightarrow \text{NH}_4^+ + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

(4) 初始 pH 低时, 产生的 Fe^{2+} 足够, 能有效防止 $\text{FeO}(\text{OH})$ 的生成。

16. (2015 天津理综, 10, 14 分) FeCl_3 具有净水作用, 但腐蚀设备, 而聚合氯化铁是一种新型的絮凝剂, 处理污水比 FeCl_3 高效, 且腐蚀性小。请回答下列问题:

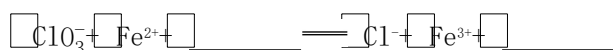
(1) FeCl_3 净水的原理是_____。 FeCl_3 溶液腐蚀钢铁设备, 除 H^+ 作用外, 另一主要缘由是(用离子方程式表示)_____。

(2) 为节约成本, 工业上用 NaClO_3 氧化酸性 FeCl_2 废液得到 FeCl_3 。

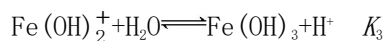
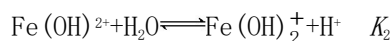
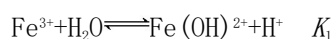
①若酸性 FeCl_2 废液中

$c(\text{Fe}^{2+})=2.0 \times 10^{-2} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{Fe}^{3+})=1.0 \times 10^{-3} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{Cl}^-)=5.3 \times 10^{-2} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则该溶液的 pH 约为_____。

②完成 NaClO_3 氧化 FeCl_2 的离子方程式:

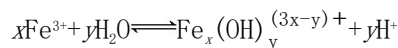


(3) FeCl_3 在溶液中分三步水解:



以上水解反应的平衡常数 K_1 、 K_2 、 K_3 由大到小的依次是_____。

通过限制条件, 以上水解产物聚合, 生成聚合氯化铁, 离子方程式为:

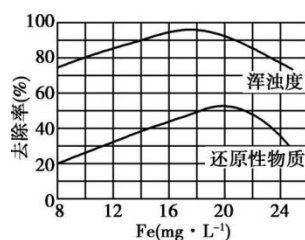


欲使平衡正向移动可采纳的方法是(填序号)_____。

- a. 降温 b. 加水稀释
c. 加入 NH_4Cl d. 加入 NaHCO_3

室温下, 使氯化铁溶液转化为高浓度聚合氯化铁的关键条件是_____。

(4) 天津某污水处理厂用聚合氯化铁净化污水的结果如下图所示。由图中数据得出每升污水中投放聚合氯化铁[以 $\text{Fe}(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$ 表示]的最佳范围约为_____ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。



答案 (1) Fe^{3+} 水解产生的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体粒子能吸附水中悬浮的杂质 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$

(2) ①2 ②1 6 6H^+ 1 6 $3\text{H}_2\text{O}$

(3) $K_1 > K_2 > K_3$ bd 调整溶液的 pH

(4) 18~20

解析 (1) FeCl_3 净水的原理是 Fe^{3+} 水解产生 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体具有较强的吸附性, 能吸附水中的悬浮杂质使其沉降, 从而起到净水作用。 FeCl_3 溶液腐蚀钢铁设备, 除 H^+ 作用外, 另一主要缘由是 Fe^{3+} 具有较强的氧化性, 将 Fe 氧化为 Fe^{2+} , 其离子方程式为: $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$ 。

(2) ①酸性 FeCl_2 废液中除存在 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Cl^- 外, 还存在 H^+ 和 OH^- , 由电荷守恒

得: $c(\text{H}^+) + 2c(\text{Fe}^{2+}) + 3c(\text{Fe}^{3+}) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-)$, 由于 $c(\text{OH}^-)$ 很小, 可忽视不计, 故有

$c(\text{H}^+) + 2 \times 2.0 \times 10^{-2} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} + 3 \times 1.0 \times 10^{-3} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 5.3 \times 10^{-2} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $c(\text{H}^+) \approx$

$1.0 \times 10^{-2} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{pH} \approx 2$ 。②由①可知溶液显酸性, 空缺的反应物为 H^+ , 则空缺的生成物为

H_2O , 由得失电子守恒、电荷守恒及原子守恒可配平该离子方程式。

(3) 离子分步水解时, 水解程度逐级减小, 而水解平衡常数能够表示水解程度的大小, K 值越

大, 水解程度越大, 故有 $K_1 > K_2 > K_3$ 。对于 $x\text{Fe}^{3+} + y\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}_x(\text{OH})_y^{(3x-y)+} + y\text{H}^+$, 由于水解反应吸热,

降温可使平衡逆向移动; 加水稀释, 水解程度增大, 平衡正向移动; 加入 NH_4Cl , NH_4^+ 水解使

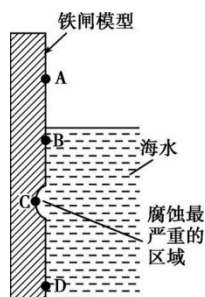
$c(\text{H}^+)$ 增大, 平衡逆向移动; 加入 NaHCO_3 , HCO_3^- 结合 H^+ 使 $c(\text{H}^+)$ 减小, 平衡正向移动, 故选 b、d。

欲使 FeCl_3 溶液转化为高浓度聚合氯化铁, 应使 Fe^{3+} 的水解平衡正向移动, 在 FeCl_3 浓度肯定的条件下, 适当减小 $c(\text{H}^+)$, 即调整溶液的 pH 可达到这种效果。

(4) 由题图可以看出, 投放聚合氯化铁 $18 \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 浑浊度的去除率最高; 投放聚合氯化铁

$20 \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 还原性物质的去除率最高, 因此投放聚合氯化铁的最佳范围为 18~20 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

评析 本题以新型絮凝剂“聚合氯化铁”为背景, 综合考查了盐类的水解、氧化还原反应方程式的配平、平衡的移动及平衡常数等学问, 难度中等。



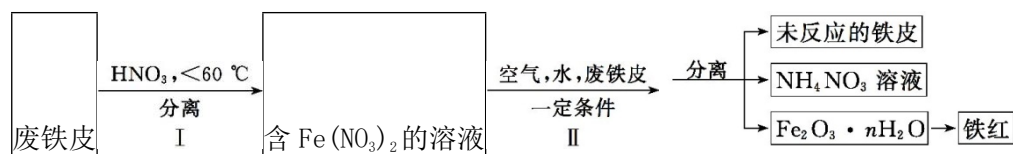
17. (2014 福建理综, 24, 15 分) 铁及其化合物与生产、生活关系亲密。

(1) 右图是试验室探讨海水对铁闸不同部位腐蚀状况的剖面示意图。

①该电化腐蚀称为_____。

②图中 A、B、C、D 四个区域, 生成铁锈最多的是_____ (填字母)。

(2) 用废铁皮制取铁红 (Fe_2O_3) 的部分流程示意图如下:



①步骤 I 若温度过高, 将导致硝酸分解。硝酸分解的化学方程式为__。

②步骤 II 中发生反应: $4\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{O}_2 + (2n+4)\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O} + 8\text{HNO}_3$, 反应产生的 HNO_3 又将废铁皮中的铁转化为 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$, 该反应的化学方程式为_____。

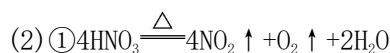
③上述生产流程中, 能体现“绿色化学”思想的是_____ (任写一项)。

(3) 已知 $t^\circ\text{C}$ 时, 反应 $\text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 的平衡常数 $K=0.25$ 。

① $t^\circ\text{C}$ 时, 反应达到平衡时 $n(\text{CO}) : n(\text{CO}_2) =$ _____。

②若在 1L 密闭容器中加入 0.02mol $\text{FeO}(\text{s})$, 并通入 $x\text{mol CO}$, $t^\circ\text{C}$ 时反应达到平衡。此时 $\text{FeO}(\text{s})$ 转化率为 50%, 则 $x =$ _____。

答案 (1) ①吸氧腐蚀 ②B



③氮氧化物排放少 (或其他合理答案)

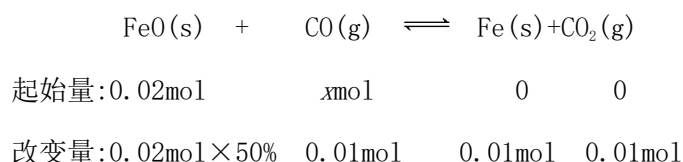
(3) ① 4 : 1 ② 0.05

解析 (2) ①硝酸在受热或光照条件下均易分解, 化学方程式为: $4\text{HNO}_3 \xrightarrow{\Delta} 4\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

②由题意可知 HNO_3 又将铁氧化为 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$, 由框图中分别的产物可知 HNO_3 被还原为 NH_4NO_3 , 故化学方程式为: $4\text{Fe} + 10\text{HNO}_3 \longrightarrow 4\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。③此生产流程中, 体现“绿色化学”思想可从两方面考虑: 一是 HNO_3 被还原为 NH_4NO_3 , 没有生成氮氧化物, 削减了对环境的污染; 二是产物的利用, 如 NH_4NO_3 可作氮肥, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 可制备铁红, 提高了原子利用率。

(3) ①该反应的平衡常数表达式为 $K = \frac{c(\text{CO}_2)}{c(\text{CO})}$, 在同样条件下, $c(\text{CO}_2) : c(\text{CO}) = n(\text{CO}_2) : n(\text{CO})$, 所以平衡状态时 $n(\text{CO}) : n(\text{CO}_2) = \frac{c(\text{CO})}{c(\text{CO}_2)} = \frac{1}{K} = \frac{1}{0.25} = 4 : 1$ 。

②可列出“三段式”:

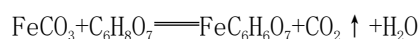
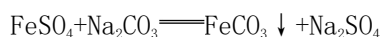


平衡量: 0.01mol (x-0.01)mol 0.01mol 0.01mol

$$K = \frac{c(\text{CO}_2)}{c(\text{CO})} = \frac{0.01}{x-0.01} = 0.25, \text{ 得 } x = 0.05。$$

评析 此题以铁及其化合物的性质为载体,综合考查了电化学腐蚀、氧化还原反应、硝酸的性质、绿色化学以及化学平衡常数的计算。要求考生基本功扎实,属于中等难度题。

18. (2013 江苏单科, 19, 15 分) 柠檬酸亚铁($\text{FeC}_6\text{H}_6\text{O}_7$) 是一种易汲取的高效铁制剂, 可由绿矾($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 通过下列反应制备:



下表列出了相关金属离子生成氢氧化物沉淀的 pH(起先沉淀的 pH 按金属离子浓度为 $1.0\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 计算)。

金属离子	起先沉淀的 pH	沉淀完全的 pH
Fe^{3+}	1.1	3.2
Al^{3+}	3.0	5.0
Fe^{2+}	5.8	8.8

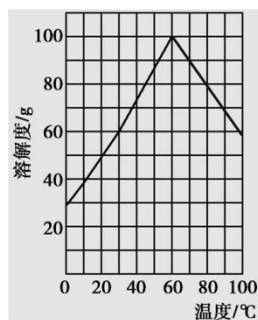
(1) 制备 FeCO_3 时, 选用的加料方式是_____ (填字母), 缘由是_____。

- a. 将 FeSO_4 溶液与 Na_2CO_3 溶液同时加入到反应容器中
- b. 将 FeSO_4 溶液缓慢加入到盛有 Na_2CO_3 溶液的反应容器中
- c. 将 Na_2CO_3 溶液缓慢加入到盛有 FeSO_4 溶液的反应容器中

(2) 生成的 FeCO_3 沉淀需经充分洗涤, 检验洗涤是否完全的方法是_____。

(3) 将制得的 FeCO_3 加入到足量柠檬酸溶液中, 再加入少量铁粉, 80°C 下搅拌反应。①铁粉的作用是_____。②反应结束后, 无需过滤, 除去过量铁粉的方法是_____。

(4) 最终溶液经浓缩、加入适量无水乙醇、静置、过滤、洗涤、干燥, 获得柠檬酸亚铁晶体。分别过程中加入无水乙醇的目的是_____。



(5) 某探讨性学习小组欲从硫铁矿烧渣(主要成分为 Fe_2O_3 、 SiO_2 、 Al_2O_3) 动身, 先制备绿矾, 再合成柠檬酸亚铁。请结合右图的绿矾溶解度曲线, 补充完整由硫铁矿烧渣制备 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 晶体的试验步骤(可选用的试剂: 铁粉、稀硫酸和 NaOH 溶液): 向肯定量烧渣中加入足量的稀硫酸充分反应, _____

_____, 得到 FeSO_4 溶液, _____,

得到 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 晶体。

答案 (15 分) (1)c 避开生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀

(2) 取最终一次的洗涤滤液 1~2mL 于试管中, 向其中滴加用盐酸酸化的 BaCl_2 溶液, 若无白色沉淀产生, 则表明已洗涤干净

(3) ①防止+2 价的铁元素被氧化 ②加入适量柠檬酸让铁粉反应完全

(4) 降低柠檬酸亚铁在水中的溶解量, 有利于晶体析出

(5) “(过滤,) 向反应液中加入足量的铁粉, 充分搅拌后, 滴加 NaOH 溶液调整反应液的 pH 约为 5, 过滤” 或 “过滤, 向滤液中滴加过量的 NaOH 溶液, 过滤, 充分洗涤固体, 向固体中加入足量稀硫酸至固体完全溶解, 再加入足量的铁粉, 充分搅拌后, 过滤” (滴加稀硫酸酸化,) 加热浓缩得到 60°C 饱和溶液, 冷却至 0°C 结晶, 过滤, 少量冰水洗涤, 低温干燥

解析 (1) Fe^{2+} 起先生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 的 pH 为 5.8, 为防止 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 的生成, 应将 Na_2CO_3 溶液滴加到 FeSO_4 溶液中制备 FeCO_3 。(2) 沉淀洗涤的目的是除去沉淀吸附的可溶性杂质, 由制备反应可知 FeCO_3 沉淀中吸附的离子有 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 等, 检验其中某种离子是否存在即可证明沉淀是否已洗净, 实际检验时应尽量选择现象明显、灵敏度高的离子来检验, 本题选择检验 SO_4^{2-} 是否存在较为合适, 详细操作见答案。(3) 因 Fe^{2+} 易被空气中的 O_2 氧化, 故应加入铁粉防止 Fe^{2+} 被氧化, 过量的铁粉可加入适量柠檬酸使之完全反应生成柠檬酸亚铁。(4) “醇析法”在《试验化学》中已有涉及, 加入乙醇可降低产品在水中的溶解量, 有利于晶体结晶析出。(5) 硫铁矿烧渣与足量稀硫酸充分反应后, 过滤滤去 SiO_2 , 为除去滤液中的 Al^{3+} , 可调整溶液 pH 约为 5,

但此时滤液中 Fe^{3+} 也已沉淀完全, 故在调 pH 之前需先加入过量铁粉将 Fe^{3+} 还原成 Fe^{2+} 。从 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 溶解度曲线可知, 要从 FeSO_4 溶液中获得 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 晶体, 应先将溶液加热浓缩得到 60°C 饱和溶液, 然后再冷却结晶, 过滤得到晶体后, 为削减晶体洗涤时的溶解损耗, 洗涤剂应选择冰水。为防止晶体干燥时脱水, 应选择低温干燥或真空干燥等方式。

19. (2012 课标, 26, 14 分) 铁是应用最广泛的金属, 铁的卤化物、氧化物以及高价铁的含氧酸盐均为重要化合物。

(1) 要确定铁的某氯化物 FeCl_x 的化学式, 可用离子交换和滴定的方法。试验中称取 0.54g 的 FeCl_x 样品, 溶解后先进行阳离子交换预处理, 再通过含有饱和 OH^- 的阴离子交换柱, 使 Cl^- 和 OH^- 发生交换。交换完成后, 流出溶液的 OH^- 用 $0.40\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸滴定, 滴至终点时消耗盐酸 25.0mL。计算该样品中氯的物质的量, 并求出 FeCl_x 中 x 值: _____ (列出计算过程)。

(2) 现有一含有 FeCl_2 和 FeCl_3 的混合物样品, 采纳上述方法测得 $n(\text{Fe}) : n(\text{Cl}) = 1 : 2.1$, 则该样品中 FeCl_3 的物质的量分数为 _____。在试验室中, FeCl_2 可用铁粉和 _____ 反应制备, FeCl_3 可用铁粉和 _____ 反应制备。

(3) FeCl_3 与氢碘酸反应时可生成棕色物质, 该反应的离子方程式为 _____。

(4) 高铁酸钾 (K_2FeO_4) 是一种强氧化剂, 可作为水处理剂和高容量电池材料。 FeCl_3 与 KClO 在强碱性条件下反应可制取 K_2FeO_4 , 其反应的离子方程式为 _____。与 $\text{MnO}_2\text{-Zn}$ 电池类似, $\text{K}_2\text{FeO}_4\text{-Zn}$ 也可以组成碱性电池, K_2FeO_4 在电池中作为正极材料, 其电极反应式为 _____, 该电池总反应的离子方程式为 _____。

答案 (14 分) (1) $n(\text{Cl}) = 0.0250\text{L} \times 0.40\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.010\text{mol}$

$0.54\text{g} - 0.010\text{mol} \times 35.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.19\text{g}$

$n(\text{Fe}) = 0.19\text{g} / 56\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.0034\text{mol}$

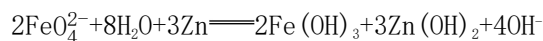
$n(\text{Fe}) : n(\text{Cl}) = 0.0034 : 0.010 \approx 1 : 3, x=3$

(2) 0.10 盐酸 氯气

(3) $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ (或 $2\text{Fe}^{3+} + 3\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_3^-$)

(4) $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{ClO}^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{FeO}_4^{2-} + 5\text{H}_2\text{O} + 3\text{Cl}^-$

$\text{FeO}_4^{2-} + 3\text{e}^- + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 5\text{OH}^-$



注: $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 写成氧化物等其他形式且正确也可给分

解析 (1) 依题

意: $n(\text{Cl}^-) = n(\text{OH}^-) = 0.40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 25.0 \times 10^{-3} \text{ L} = 1.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$, $n(\text{Fe}) : n(\text{Cl}) = 1 : x =$

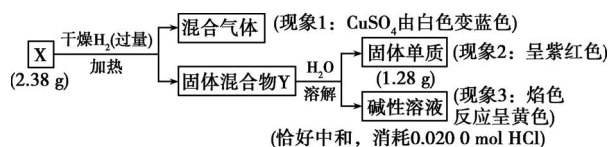
$$\frac{0.54 \text{ g} - 1.0 \times 10^{-2} \text{ mol} \times 35.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} : (1.0 \times 10^{-2} \text{ mol}), x \approx 3。$$

(2) 设 FeCl_3 的物质的量分数为 x , 由题意得 $3x + 2(1-x) = 2.1$, $x = 0.10$ 。据 $\text{Fe} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$ 、 $\text{Fe} + 2\text{FeCl}_3 \longrightarrow 3\text{FeCl}_2$ 、 $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{FeCl}_3$ 可知, FeCl_2 可用铁粉与 FeCl_3 或盐酸反应制备, FeCl_3 可用铁粉与 Cl_2 反应制备。

(3) 生成的棕色物质为 I_2 , 故可写出该反应的离子方程式: $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ 。

(4) 解答此问要紧扣题给信息, 留意离子方程式中的电荷守恒及氧化还原反应中的得失电子守恒。

20. (2024 浙江 4 月选考, 27, 6 分) 固体化合物 X 由 3 种元素组成。某学习小组进行了如下试验:



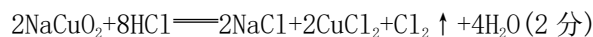
请回答:

(1) 由现象 1 得出化合物 X 含有_____元素(填元素符号)。

(2) 固体混合物 Y 的成分_____ (填化学式)。

(3) X 的化学式_____。X 与浓盐酸反应产生黄绿色气体, 固体完全溶解, 得到蓝色溶液, 该反应的化学方程式是_____。

答案 (1) O (1 分) (2) Cu 和 NaOH (2 分, 不分先后各 1 分) (3) NaCuO_2 (1 分)



解析 (1) 由现象 1 知, 混合气体中含有水蒸气, 水蒸气由 X 与干燥 H_2 反应而来, 可推知 X 中含有氧(O)元素。(2) 由现象 2 知, Y 中含有单质 Cu, X 中含有 Cu 元素, 且

$$n(\text{Cu}) = \frac{1.28 \text{ g}}{64 \text{ g/mol}} = 0.0200 \text{ mol}; \text{由现象 3 知 Y 中含有 NaOH, 且 } n(\text{NaOH}) = 0.0200 \text{ mol}。 (3) \text{X 中}$$

$$n(\text{Cu}) = 0.0200 \text{ mol}, n(\text{Na}) = n(\text{NaOH}) = 0.0200 \text{ mol}, n(\text{O}) = \frac{2.38 \text{ g} - 1.28 \text{ g} - 0.0200 \text{ mol} \times 23 \text{ g/mol}}{16 \text{ g/mol}} = 0.0400 \text{ mol}$$

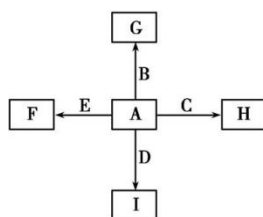
1, $n(\text{Na}) : n(\text{Cu}) : n(\text{O}) = 1 : 1 : 2$, 故 X 的化学式为 NaCuO_2 。依题意, NaCuO_2

与浓盐酸反应产生的黄绿色气体应为 Cl_2 , 得到的蓝色溶液中应含有 CuCl_2 , 由元素守恒知还应有 NaCl 和 H_2O 生成, 据此可写出反应的化学方程式为 $2\text{NaCuO}_2 + 8\text{HCl} \longrightarrow 2\text{NaCl} + 2\text{CuCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

21. (2011 全国, 27, 15 分) 下图中, A、B、C、D、E 是单质, G、H、I、F 是 B、C、D、E 分别和 A 形成的二元化合物。已知:

①反应 $\text{C} + \text{G} \xrightarrow{\text{高温}} \text{B} + \text{H}$ 能放出大量的热, 该反应曾应用于铁轨的焊接;

②I 是一种常见的温室气体, 它和 E 可以发生反应: $2\text{E} + \text{I} \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{F} + \text{D}$, F 中 E 元素的质量分数为 60%。



回答问题:

(1) ①中反应的化学方程式为__;

(2) 化合物 I 的电子式为_____, 它的空间构型是_____;

(3) 1.6gG 溶于盐酸, 得到的溶液与铜粉完全反应, 计算至少所需铜粉的质量(写出离子方程式和计算过程);

(4) C 与过量 NaOH 溶液反应的离子方程式为_____
_____, 反应后溶液与过量化合物 I 反应的离子方程式为_____;

(5) E 在 I 中燃烧视察到的现象是_____。

答案 (1) $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$ (2 分)

(2) $\text{O}::\text{C}::\text{O}$ 直线形 (2 分)

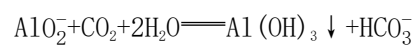
(3) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$

$2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$

$n(\text{Cu}) = n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{1.6\text{g}}{160\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.010\text{mol}$

铜粉的质量 = $64\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.010\text{mol} = 0.64\text{g}$ (5 分)

(4) $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2 \uparrow$ (2 分)



(注:不要求写 $\text{OH}^- + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$) (2分)

(5) 镁条猛烈燃烧,生成白色粉末,反应器内壁附着有黑色的碳 (2分)

解析 (1) 由题意和信息①可知,C为Al,G为 Fe_2O_3 ,B为Fe,H为 Al_2O_3 ,则①中反应的化学方

程式为 $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$ 。

(2) 由②可知,I为 CO_2 ,E为Mg,F为MgO,D为单质C。 CO_2 的电子式为

$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \end{array} \text{O} \cdot\cdot \times \times \text{C} \times \times \cdot\cdot \begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \end{array} \text{O} \cdot\cdot$, CO_2 是直线形分子。

(3) G为 Fe_2O_3 ,G与盐酸反应的离子方程式为 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$,Cu与 Fe^{3+} 反应的离子方

程式为 $\text{Cu} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$ 。则 $n(\text{Cu}) = n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{1.6\text{g}}{160\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.010\text{mol}$,铜粉的质量

$= 64\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.010\text{mol} = 0.64\text{g}$ 。

(4) Al与过量NaOH溶液反应的离子方程式为 $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2 \uparrow$ 。NaAlO₂溶液与

过量 CO_2 反应的离子方程式为 $\text{AlO}_2^- + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{HCO}_3^-$ 。

(5) 镁条在 CO_2 中能猛烈燃烧,生成白色粉末(MgO),反应容器内壁附着有黑色的碳: $2\text{Mg} + \text{CO}_2$

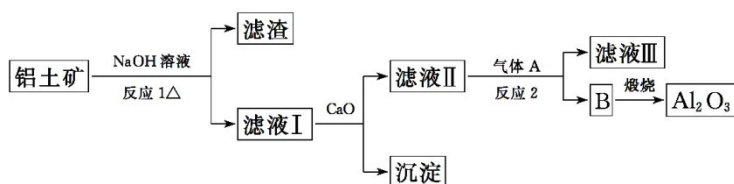
$\xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO} + \text{C}$ 。

评析 本题综合考查了元素化合物的有关推断、物质之间的化学反应、电子式、有关离子方程式的书写,试验现象的描述等学问,较易,只要细心,不难得出正确答案。

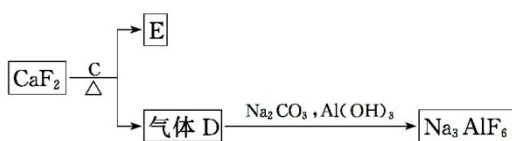
考点三 金属冶炼 金属材料

1. (2013 大纲全国, 29, 15 分) 铝是一种应用广泛的金属,工业上用 Al_2O_3 和冰晶石(Na_3AlF_6)混合熔融电解制得。

①铝土矿的主要成分是 Al_2O_3 和 SiO_2 等。从铝土矿中提炼 Al_2O_3 的流程如下:



②以萤石(CaF_2)和纯碱为原料制备冰晶石的流程如下:



回答下列问题：

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/698027040075007044>