

# 第三章 铁 金属材料

## 第一节 铁及其化合物

### 第1课时 铁单质、氧化物和氢氧化物



#### 对点上分

1. B 【解析】实验时,应先点燃甲处酒精灯,使水蒸气充满乙处硬质玻璃管,一段时间后再点燃乙、丁处酒精灯,是为了防止铁粉被氧化,A 正确;乙处是铁与水蒸气在高温条件下反应生成  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  和  $\text{H}_2$ ,反应的化学方程式为  $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$ ,B 错误;实验过程中有氢气产生,可还原氧化铜,能观察到丁处黑色粉末变红,因为氢气还原氧化铜时有水产生,所以戊处白色固体变蓝,C 正确;己的作用是防止空气中的水蒸气进入戊中干扰实验,D 正确。

提示: 在实验装置末尾的干燥管可能有两个作用: ①吸收尾气(尾气污染空气); ②防止空气中水蒸气或二氧化碳进入干扰实验。

2. D 【解析】碱性氧化物是能跟酸反应只生成一种盐和水的氧化物,而  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  和盐酸反应生成  $\text{FeCl}_3$ 、 $\text{FeCl}_2$  和水,生成的盐不止一种,所以  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  不是碱性氧化物,A 错误;四氧化三铁可以看作是由  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  和  $\text{FeO}$  按物质的量之比为 1 : 1 组成的化合物, $\text{Fe}_3\text{O}_4$  不是混合物,是纯净物,B 错误; $\text{FeO}$  和氢碘酸发生复分解反应生成  $\text{FeI}_2$  和水,但  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$  和  $\text{HI}$  溶液反应,由于  $\text{Fe}^{3+}$  具有氧化性, $\text{I}^-$  具有还原性,会发生氧化还原反应生成  $\text{I}_2$ , $\text{Fe}_2\text{O}_3$  和  $\text{HI}$  的反应为  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{I}^- + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ , $\text{Fe}_3\text{O}_4$  和  $\text{HI}$  的反应为  $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 2\text{I}^- + 8\text{H}^+ = 3\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ ,C 错误;铁的三种氧化物都能在高温下被焦炭还原为铁,若焦炭少量,则生成  $\text{CO}_2$ ,若焦炭过量,则生成  $\text{CO}$ ,D 正确。

#### 归纳总结 铁的氧化物的总结

- (1)  $\text{FeO}$  不稳定,易被氧化为  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 。
- (2)  $\text{FeO}$ 、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$  遇氧化性酸(如  $\text{HNO}_3$ ) 发生氧化还原反应,生成  $\text{Fe}^{3+}$ 。
- (3)  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  不是碱性氧化物,属于复杂的氧化物。

### 3. D



思路导引 将铁的氧化物加入足量盐酸中溶解,其中的铁元素与盐酸反应分别生成  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$ ,再通入氯气进行氧化,离子方程式为  $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ 。溶液 A 中  $\text{Fe}^{2+}$  消耗标准状况下 224 mL 即 0.01 mol  $\text{Cl}_2$ ,则溶液 A 中含有  $\text{Fe}^{2+}$  0.02 mol,相当于 3.04 g X 中有 0.02 mol  $\text{FeO}$ ,质量为  $0.02 \text{ mol} \times 72 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.44 \text{ g}$ ,则 3.04 g X 中相当于含有  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的质量为  $3.04 \text{ g} - 1.44 \text{ g} = 1.6 \text{ g}$ ,物质的量为 0.01 mol。故 X 可看作  $2\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ,相当于  $\text{Fe}_{0.8}\text{O}$ 。

【解析】根据以上分析可知溶液 A 中  $c(\text{Fe}^{2+}) : c(\text{Fe}^{3+}) = 1 : 1$ , A 正确; 氯气氧化后溶液 B 中溶质的主要成分是  $\text{FeCl}_3$ 、 $\text{HCl}$ , B 正确; 根据以上分析可知, X 可以看作  $2\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ , 相当于  $\text{Fe}_{0.8}\text{O}$ , 则该铁的氧化物中氧元素的质量分数为  $\frac{16}{16+0.8 \times 56} \times 100\% \approx 26.3\%$ , C 正确; 根据上述分析可知 X 的组成为  $2\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ , D 错误。

4. A 【解析】 $\text{Fe}(\text{OH})_2$  是一种白色固体, 不稳定, 在空气中易被氧化转变为红褐色固体  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , 发生反应  $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ , A 错误;  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  具有还原性, 在空气中易被氧化为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , B 正确;  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$  都具有不稳定性, 受热分解为相应的氧化物和水, C 正确;  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体呈红褐色且透明, 能产生丁达尔效应, D 正确。

5. (1) 除去蒸馏水中溶解的氧气 C

(2) 排除 B 中空气 A 中有气泡连续稳定地冒出 C 中的空气没有排尽



### 攻略上分

氢氧化亚铁在空气中不能稳定存在, 如何保持长时间的白色, 通法攻略 26“创意设计” $\text{Fe}(\text{OH})_2$  的制备装置帮你解答。

【解析】(1) 由于亚铁离子以及氢氧化亚铁易被氧气氧化, 实验中所用蒸馏水均需经煮沸后迅速冷却, 以除去蒸馏水中溶解的氧气; 装置 B 中产生  $\text{Fe}^{2+}$ , 要制备氢氧化亚铁, 则试剂 a 为  $\text{NaOH}$  溶液, C 正确。  
(2) 按图连接好装置, 检验装置气密性后加入药品, 打开  $K_1$ 、 $K_2$ , 关闭  $K_3$ , B 中有氢气产生, 该气体的作用是排除 B 中空气, 防止氧化生成的氢氧化亚铁; 当 A 中有气泡连续稳定地冒出时, 说明空气已经排尽, 此时打开  $K_3$ , 关闭  $K_1$ 、 $K_2$ , 在氢气压力的作用下 B 中溶液进入 C, C 中产生了灰绿色沉淀而没有观察到白色沉淀的原因是 C 中的空气没有排尽, 导致氢氧化亚铁被氧化。

## 第 2 课时 铁盐和亚铁盐



### 对点上分

1. C 【解析】向  $\text{FeCl}_2$  溶液中通入氯气会生成  $\text{FeCl}_3$ , 向  $\text{FeCl}_3$  溶液中加入铁会生成  $\text{FeCl}_2$ , 这 2 种反应都属于化合反应, A 正确; 将铁粉加入氯水中, 当铁粉过量时, 最终得到  $\text{FeCl}_2$  溶液, B 正确;

提示: 铁粉和氯气反应, 无论铁过量还是少量, 产物都只是氯化铁。

$\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Cl}^-$  均具有还原性, 酸性高锰酸钾具有强氧化性, 能将  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Cl}^-$  氧化, 使溶液褪色, 则不能利用酸性高锰酸钾溶液鉴别  $\text{FeCl}_2$  溶液和  $\text{FeCl}_3$  溶液, C 错误;  $\text{Fe}^{2+}$  不稳定, 可被氧气氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ , 分别向盛有  $\text{FeCl}_2$  溶液和  $\text{FeCl}_3$  溶液的试管中加入  $\text{NaOH}$  溶液, 均可得到氢氧化铁, D 正确。

2. B 【解析】氯化亚铁溶液为浅绿色, 在氯化亚铁溶液中滴加新制氯水, +2 价的铁被氯水氧化, 生成 +3 价的铁, 溶液变成黄色, 说明  $\text{Fe}^{2+}$  具有还原性, A 错误; 锌具有还原性, 氯化亚铁溶液中 +2 价的铁具有氧化性, 能氧化锌, 同时析出铁, 实验结论为  $\text{Fe}^{2+}$  具有氧化性, B 正确;  $\text{Fe}$  和  $\text{Fe}^{3+}$  反应生成  $\text{Fe}^{2+}$ , 说明  $\text{Fe}$  具有还原性, 但是离子反应中电

荷不守恒,正确的离子方程式应为  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ , C 错误;实验现象中,反应前氯化铁溶液为棕黄色,反应后氯化亚铁溶液为浅绿色,氯化铜溶液为蓝色,实验现象不正确, D 错误。

- 3. D** 【解析】向含有  $\text{Fe}^{2+}$  的溶液中滴入几滴酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液,酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液的紫红色褪去后,再滴入 2~3 滴  $\text{KSCN}$  溶液,溶液变成红色,发生反应的离子方程式为  $\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KMnO}_4$  为氧化剂,  $\text{Fe}^{3+}$  为氧化产物,故氧化性:  $\text{KMnO}_4 > \text{Fe}^{3+}$ , A 正确;  $\text{KMnO}_4$  作氧化剂,发生还原反应, B 正确;由于滴入的是几滴酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液,即酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液少量,故变成红色后的混合液中可能含有  $\text{Fe}^{2+}$ , C 正确;实验中  $\text{Fe}^{2+}$  只发生了氧化反应,只能说明  $\text{Fe}^{2+}$  具有还原性, D 错误。

#### 4. A



#### 攻略上分

铁盐、亚铁盐的鉴别是考试的高频点,通法攻略 27 教你“六法鉴别”铁盐、亚铁盐。

【解析】 $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体能出现丁达尔效应,  $\text{FeCl}_3$  溶液不能出现丁达尔效应,则利用丁达尔效应可以鉴别  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体和  $\text{FeCl}_3$  溶液, A 正确;向某溶液中滴入  $\text{KSCN}$  溶液后,溶液呈红色,说明原溶液含  $\text{Fe}^{3+}$ ,但不能说明原溶液不含  $\text{Fe}^{2+}$ , B 错误;  $\text{FeCl}_2$  与氯气反应生成  $\text{FeCl}_3$ ,则通入足量的氯气可除去  $\text{FeCl}_2$ ,加入足量的锌粉时,锌会与  $\text{FeCl}_3$  反应, C 错误;  $\text{Cl}_2$  与  $\text{HCl}$  的混合气体通过装有饱和  $\text{NaHCO}_3$  溶液的洗气瓶会产生  $\text{CO}_2$ ,除去  $\text{HCl}$ ,产生新杂质,且  $\text{Cl}_2$  也会被消耗,应用饱和食盐水洗气, D 错误。

- 5. B** 【解析】 $\text{FeSO}_4$  溶液久置后出现的红褐色沉淀应为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,而不是  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,发生的反应为  $12\text{FeSO}_4 + 3\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$ , A 错误;  $\text{FeSO}_4$  溶液变质会有  $\text{Fe}^{3+}$  生成,  $\text{KSCN}$  与  $\text{Fe}^{3+}$  会形成红色物质,故可用  $\text{KSCN}$  溶液检验  $\text{FeSO}_4$  溶液是否变质, B 正确;  $\text{FeCl}_2$  溶液中滴加  $\text{KSCN}$  溶液,无明显现象, C 错误;  $\text{Fe}^{2+}$  遇  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液能够产生蓝色沉淀,因此原溶液中一定含有  $\text{Fe}^{2+}$ ,但是否含有  $\text{Fe}^{3+}$  无法确定,若要确定  $\text{Fe}^{3+}$  的存在,则需要向溶液中加入  $\text{KSCN}$  溶液,观察溶液是否变为红色, D 错误。

- 6. C** 【解析】灰化后铁以氧化物的形式存在,步骤④中酸浸用到的试剂为稀盐酸或稀硫酸,使  $\text{Fe}$  元素以  $\text{Fe}^{2+}$  形式存在,硝酸会把  $\text{Fe}^{2+}$  氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ,影响后续操作和判断, C 错误。

- 7. B** 【解析】若样品溶于盐酸有气泡产生,说明还有铁单质,但不能说明铁粉未变质, A 错误;滴加  $\text{KSCN}$  溶液,溶液未变红,说明溶液中不含  $\text{Fe}^{3+}$ ,但溶液中的  $\text{Fe}^{2+}$  可能为  $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{Fe}$  反应生成的,即铁粉可能变质, B 正确;若铁粉没有变质,溶于盐酸后,依次滴加氯水、 $\text{KSCN}$  溶液,溶液会变红, C 错误;若铁粉完全变质,溶于

→ **关键点** 检验  $\text{Fe}^{2+}$ , 滴加顺序一定是先加  $\text{KSCN}$  溶液无现象,再滴加氯水,否则无法说明。

盐酸后,溶液中一定存在  $\text{Fe}^{3+}$ ,滴加  $\text{KSCN}$  溶液,溶液变红, D 错误。

- 8. D** 【解析】 $\text{Fe}_3\text{O}_4$  能被  $\text{CO}$  还原成单质铁, A 正确;  $\text{FeCl}_2$  具有还原性,通入氯气,  $\text{FeCl}_2$  与氯气反应生成氯化铁, B 正确;  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  中

Fe 有+2 价、+3 价,稀硝酸具有强氧化性, $\text{Fe}_3\text{O}_4$  与稀硝酸反应后生成  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ,C 正确;Fe 与水蒸气在高温条件下反应生成四氧化三铁和氢气,不生成氧化铁,D 错误。

9. (1) ①稀盐酸  $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$  ②升高 c

(2) ①一 分散质粒子直径为  $1 \sim 100 \text{ nm}$  用红色激光笔照射该分散系,在与光束垂直的方向进行观察,如果有一条光亮的“通路”出现,则证明该方案成功

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

【解析】(1) ①根据  $\text{FeCO}_3$  转化为  $\text{FeCl}_2$  可知,步骤 I 中另一种试剂为稀盐酸;步骤 II 为氯化亚铁被氧气氧化为氯化铁,还有  $\text{H}_2\text{O}$  生成,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步骤 III 中反应前 Fe 为 0 价,反应后生成的  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  中 Fe 为+3 价,故反应前后 Fe 元素的化合价升高;反应 IV 的基本反应类型是复分解反应,故选 c。

(2) ①方案一能够制得胶体;胶体区别于溶液与悬浊液的本质特征为分散质粒子直径为  $1 \sim 100 \text{ nm}$ ;丁达尔效应可以检验胶体,检验该方案是否成功的方法为用红色激光笔照射该分散系,在与光束垂直的方向进行观察,如果有一条光亮的“通路”出现,则证明该方案成功。②将  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体缓缓加入过量稀盐酸中,发生酸碱中和反应,溶液由无色变为棕黄色,反应的离子方程式为  $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

10. (1) ①过滤 ② $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$

(2) ①将  $\text{Fe}^{2+}$  氧化为  $\text{Fe}^{3+}$   $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$  ②生成红褐色沉淀

(3)  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$

**思路导引** 过程 I 发生的反应有  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{FeO} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ ,通过过滤,除去不与酸反应且难溶于水的杂质,得到溶液;进行过程 II 时发生的反应为  $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ,溶液中的  $\text{Fe}^{2+}$  全部转化为了  $\text{Fe}^{3+}$ ;过程 III 即向含  $\text{Fe}^{3+}$  的溶液中加入氨水,产生红褐色沉淀  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,反应原理为  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$ ,过滤后洗涤得到纯净的  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,经过加热得到铁红;过程 IV 中加入 Fe,发生的反应为  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ ,经过过程 IV 的溶液中的溶质只有  $\text{FeSO}_4$ ,经处理得到  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 。

【解析】(1) ①分离出杂质的操作为过滤。② $\text{Fe}_2\text{O}_3$  与硫酸反应生成硫酸铁和水: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) ① $\text{H}_2\text{O}_2$  具有氧化性,过程 II 中加入  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液的目的是将  $\text{Fe}^{2+}$  氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ,若用  $\text{Cl}_2$  代替  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,则发生的氧化还原反应为氯气氧化  $\text{Fe}^{2+}$  生成  $\text{Fe}^{3+}$ ,离子方程式为  $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ 。②过程 III 中,加入氨水后生成红褐色的氢氧化铁沉淀。

(3) 加入铁屑的主要目的是将  $\text{Fe}^{3+}$  还原为  $\text{Fe}^{2+}$ :  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$ 。



## 能力上分

**1. B** 【解析】铁的氧化物与盐酸反应生成盐和水,  $\text{HCl}$  的物质的量  $n(\text{HCl}) = 4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.060 \text{ L} = 0.24 \text{ mol}$ , 由原子守恒可知,  $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{2}n(\text{HCl}) = n(\text{铁的氧化物中的 O})$ , 则该铁的氧化物中 O 原子的物质的量为  $0.12 \text{ mol}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  恰好能被标准状况下  $672 \text{ mL}$  氯气氧化, 由得失电子守恒可知  $n(\text{Fe}^{2+}) = 2n(\text{Cl}_2)$ , 故  $n(\text{Fe}^{2+}) = 0.06 \text{ mol}$ , 铁的氧化物中元素正、负化合价的代数和为 0, 设  $n(\text{Fe}^{3+}) = x \text{ mol}$ , 则  $3x + 0.06 \times 2 = 0.12 \times 2$ , 解得  $x = 0.04$ , 该固体中铁原子和氧原子的个数之比为  $(0.06 \text{ mol} + 0.04 \text{ mol}) : 0.12 \text{ mol} = 5 : 6$ , 故选 B。

## 2. C



### 思路导引

向工业废液中加入的过量试剂 a 为铁, 操作 I 为过滤, 得到的滤渣 Y 为  $\text{Fe}$ 、 $\text{Cu}$ , 滤液 X 为氯化亚铁溶液。向滤渣 Y 中加入的试剂 b 为稀盐酸, 操作 II 为过滤, 则滤液 Z 为氯化亚铁溶液, 滤液 Z 和 X 合并后加入氧化剂, 使  $\text{Fe}^{2+}$  转变为  $\text{Fe}^{3+}$ , 则溶液 W 为  $\text{FeCl}_3$  溶液, 经蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥得到氯化铁晶体。

【解析】由思路导引可知, 试剂 b 为稀盐酸, 若试剂 b 为稀硫酸, 则会引入杂质, A 错误; 由思路导引可知, 操作 I、II 是过滤, 操作 III 是蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥, B 错误; 滤液 X、滤液 Z 中均含有  $\text{FeCl}_2$ , 试剂 c 可以是  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液或氯气, 将  $\text{Fe}^{2+}$  转化为  $\text{Fe}^{3+}$ , C 正确;  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$  都可以被酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液氧化, 则用酸

性  $\text{KMnO}_4$  溶液不能检验溶液 W 中是否还有  $\text{Fe}^{2+}$ , D 错误。

### 3. (1) KSCN 溶液, 溶液变为红色

(2) 隔绝空气, 防止  $\text{FeSO}_4$  被氧化 还原性

(3) 白色沉淀迅速变为灰绿色, 最后变为红褐色

【解析】(1) 检测补铁药片是否变质, 如若变质,  $\text{Fe}^{2+}$  会转化为  $\text{Fe}^{3+}$ , 所以取少量步骤 1 所得滤液于试管中, 滴加几滴 KSCN 溶液, 溶液变红, 说明该补铁药片已变质。

(2)  $\text{FeSO}_4$  药片外表的糖衣可以隔绝空气, 防止  $\text{FeSO}_4$  被氧化。将  $\text{FeSO}_4$  药片与维生素 C 同服, 可使  $\text{Fe}^{3+}$  转化为  $\text{Fe}^{2+}$ , 铁元素化合价降低, 被还原, 体现了维生素 C 的还原性。

(3)  $\text{Fe}^{2+}$  易被氧化, 浊液中的  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  被溶解在浊液中的  $\text{O}_2$  氧化, 可以观察到白色沉淀迅速变为灰绿色, 最后变为红褐色。

### 4. (1) $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 溶解铁的氧化物

(2) 漏斗、玻璃棒

(3)  $\text{Fe}^{3+}$  还原性

(4)  $\text{Fe}^{3+}$  具有氧化性

(5)  $\text{Fe}(\text{OH})_2 \quad 4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3$

【解析】(1)  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  具有磁性,墨粉里的铁的氧化物中有部分黑色粉末可以被磁铁吸引,说明墨粉中铁的氧化物中含有  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ;  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  与稀硫酸反应生成硫酸亚铁、硫酸铁和水,酸浸的目的是溶解铁的氧化物。

(2) 过滤操作所需的玻璃仪器除烧杯外还有漏斗、玻璃棒。

(3)  $\text{Fe}^{3+}$  遇  $\text{KSCN}$  溶液会使溶液变为红色,取少许滤液于试管中,滴入几滴  $\text{KSCN}$  溶液,溶液显红色,说明滤液中含有  $\text{Fe}^{3+}$ ;另取滤液进行检验,该滤液能使酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液的紫色褪去,说明  $\text{KMnO}_4$  发生还原反应,即滤液中存在具有还原性的粒子。

(4) 向  $\text{FeCl}_3$  溶液中加入足量铜粉后铜粉逐渐溶解,溶液由棕黄色变为蓝色,说明铜被氧化为  $\text{Cu}^{2+}$ ,发生的反应为  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ ,得出的结论为  $\text{Fe}^{3+}$  具有氧化性。

(5) Y 物质为  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  在潮湿的空气中被氧气氧化为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,反应的化学方程式为  $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。

## 第一节 节测上分

1. B 【解析】铁丝在氯气中燃烧会生成氯化铁,氯化铁的水溶液为棕黄色,实验现象为产生棕褐色的烟,加水溶解后,溶液呈棕黄色,A 正确; $\text{FeO}$  不稳定,在氧气中受热会被氧化为  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,而不是  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,B 错误;纯氧化亚铁晶体中  $\frac{n(\text{Fe})}{n(\text{O})} = 1$ ,若  $\frac{n(\text{Fe})}{n(\text{O})} < 1$ ,说明有多余的 O 存在,O 为 -2 价,则 O 越多 Fe 的化合价越高,C 正确; $\text{FeSO}_4$  易被氧化,铁粉可将  $\text{Fe}^{3+}$  还原为  $\text{Fe}^{2+}$ ,所以实验室配

制  $\text{FeSO}_4$  溶液时,常加入适量铁粉以防  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化,D 正确。

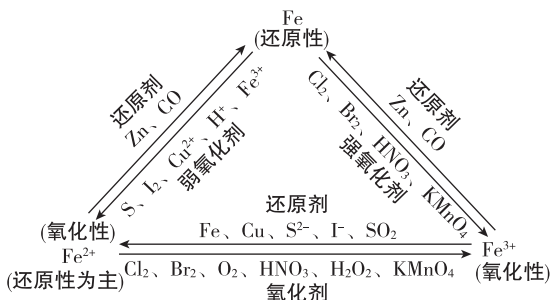
2. A 【解析】 $\text{Cl}_2$  有强氧化性,点燃条件下能将 Fe 氧化成  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{FeCl}_3$  与  $\text{NaOH}$  溶液发生复分解反应生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀和  $\text{NaCl}$ ,A 正确; $\text{Fe}_2\text{O}_3$  与  $\text{HCl}(\text{aq})$  反应生成  $\text{FeCl}_3$  和水, $\text{FeCl}_3(\text{aq})$  与  $\text{NaOH}$  溶液发生复分解反应生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀和  $\text{NaCl}$ ,B 错误; $\text{Fe}$  与  $\text{HCl}(\text{aq})$  反应生成  $\text{FeCl}_2(\text{aq})$  和  $\text{H}_2$ , $\text{FeCl}_2$  与铁单质不反应,C 错误;铁在氧气中燃烧生成的是  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,而不是  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,D 错误。

3. C 【解析】题图中 A 为铁单质,B 为  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,C 为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。铁与盐酸反应生成氯化亚铁,铁与氯气反应生成氯化铁,因此铁与不同的氧化剂反应,可能得到不同价态的含铁化合物,A 正确;化合反应  $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Fe}_3\text{O}_4$ ,置换反应  $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$ ,都能生成  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,B 正确; $\text{Fe}_2\text{O}_3$  不能与水反应生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,C 错误;从元素价态来看, $\text{Fe}^{2+}$  既具有氧化性,也具有还原性,D 正确。



## 归纳总结 铁及其化合物之间的转化

此类题目考查与铁有关的物质间的相互转化,需要熟练掌握有关反应,可依托以下“铁三角”转化关系加强理解。



- 4. C** 【解析】制备 Fe(OH)<sub>2</sub> 沉淀的过程中需要隔绝氧气,可将胶头滴管伸入试管中,不违反实验操作规范,A 错误;②中胶头滴管伸入试管中,是为了避免 FeSO<sub>4</sub> 溶液被氧气氧化,进而长时间观察到 Fe(OH)<sub>2</sub> 白色沉淀,B 错误;②中试管里的少量花生油用于隔绝空气,防止生成的 Fe(OH)<sub>2</sub> 被氧化,C 正确;②中隔绝空气,

提示:能起隔绝空气作用的物质,密度要比溶液小,苯、汽油均可以,CCl<sub>4</sub> 不行,原因是其密度大,沉入液体底部,无法起隔绝空气的作用。

可以比①能更长时间看到 Fe(OH)<sub>2</sub> 沉淀,D 错误。

- 5. C** 【解析】Cl<sub>2</sub> 和水反应生成 HCl 和次氯酸,反应的离子方程式为 H<sub>2</sub>O+Cl<sub>2</sub> ⇌ Cl<sup>-</sup>+HClO+H<sup>+</sup>,A 正确;2FeCl<sub>3</sub>+Fe = 3FeCl<sub>2</sub>,铁屑的作用是将 FeCl<sub>3</sub> 还原为 FeCl<sub>2</sub>,B 正确;ClO<sup>-</sup> 能把 Fe<sup>2+</sup> 氧化为 Fe<sup>3+</sup>,Fe<sup>2+</sup>、ClO<sup>-</sup> 不能大量共存,C 错误;FeCl<sub>2</sub> 吸收氯气生成 FeCl<sub>3</sub>,离子方程式为 2Fe<sup>2+</sup>+Cl<sub>2</sub> = 2Cl<sup>-</sup>+2Fe<sup>3+</sup>,D 正确。

关键点 ClO<sup>-</sup> 在酸性、碱性、中性溶液中都具有氧化性,故不能与具有还原性的 Fe<sup>2+</sup> 共存。

## 6. B

**思路导引** FeCl<sub>2</sub> · nH<sub>2</sub>O 固体首先加热脱水生成 FeCl<sub>2</sub>,然后在氮气保护下,与 H<sub>2</sub> 在高温下发生氧化还原反应生成纳米级 Fe。

【解析】高温制备纳米级 Fe 的反应为 FeCl<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>  $\xrightarrow{\text{高温}}$  Fe+2HCl,为了防止氢气与空气混合在加热时发生爆炸,反应前应向反应器中通入氮气,目的是排尽装置内的空气,防止加热时发生爆炸,同时制得的纳米级 Fe 易被空气中的氧气氧化,故氮气可作保护气,并且氮气有利于铁粉分散形成纳米级 Fe,A 正确;纳米级 Fe 与盐酸反应生成氯化亚铁和氢气,离子方程式为 Fe+2H<sup>+</sup> = Fe<sup>2+</sup>+H<sub>2</sub> ↑,B 错误;FeCl<sub>2</sub> · nH<sub>2</sub>O 固体加热脱水生成 FeCl<sub>2</sub>,有新物质生成,即该过程属于化学变化,C 正确;纳米级 Fe 比普通铁粉的颗粒更小,与氧气接触面积更大,更易与氧气反应,D 正确。

- 7. D** 【解析】①中产生的白色沉淀为硫酸钡,反应的离子方程式为 Ba<sup>2+</sup>+SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> = BaSO<sub>4</sub> ↓,A 正确;向 FeSO<sub>4</sub> 溶液中加入 NaOH 溶液生成的氢氧化亚铁会被氧气氧化为氢氧化铁,故②中沉淀

变成红褐色的原因为  $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ , B 正确; Mg、Zn 的金属性均强于 Fe, 则③中用镁条(已打磨)替换锌粒, 也可以证明  $\text{FeSO}_4$  具有氧化性, C 正确; 氯水可将亚铁离子氧化为铁离子, ④中调换试剂的加入顺序, 不能确定溶液中是否只含有亚铁离子, 不能证明  $\text{FeSO}_4$  具有还原性, D 错误。



② 过量维生素 C 与高锰酸钾反应  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液 (或 NaOH 溶液) 蓝色沉淀 (或生成的白色絮状沉淀迅速变为灰绿色, 最终变为红褐色的现象)

【解析】(1) 铁粉与胃酸 (主要成分是 HCl) 反应的化学方程式为  $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$ 。

(2) 制备  $\text{Na}_2\text{FeO}_4$  的反应为  $3\text{NaClO} + 2\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 10\text{NaOH} = 2\text{Na}_2\text{FeO}_4 + 3\text{NaCl} + 6\text{NaNO}_3 + 5\text{H}_2\text{O}$ , 其中 NaClO 作氧化剂,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  作还原剂, 氧化剂与还原剂的物质的量之比为 3 : 2, 反应中铁元素由 +3 价变为 +6 价, 则制备 1 mol  $\text{Na}_2\text{FeO}_4$  转移的电子数目为  $3N_A$ , 即  $3 \times 6.02 \times 10^{23} = 1.806 \times 10^{24}$ 。

(3) ①  $\text{Fe}^{2+}$  与  $\text{Cl}_2$  反应的离子方程式为  $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ ;  $\text{Fe}^{2+}$  不稳定, 易被氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ , 改进实验中煮沸的作用是除去水中溶解的氧气, 煤油的作用是隔绝空气, 防止氯化亚铁被氧化。② 维生素 C 具有还原性, 该实验中, 过量的维生素 C 也可使酸性高锰酸钾溶液褪色, 无法证明是  $\text{Fe}^{2+}$  使酸性高锰酸钾溶液褪色, 改进实验为取溶液 a 少许, 滴加  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液 (或 NaOH 溶液), 若出现蓝色沉淀 (或生成的白色絮状沉淀迅速变为灰绿色, 最终变为红褐色), 则可证明结论正确。



(2) 不含, 因为 Cu 剩余, 若含  $\text{Fe}^{3+}$ , 则 Cu 会将  $\text{Fe}^{3+}$  还原为  $\text{Fe}^{2+}$

(3) 取少量滤液 II, 滴加 KSCN 溶液, 无明显现象, 再滴加氯水, 溶液显红色 { 或取少量滤液 II, 滴加  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液, 产生蓝色沉淀 }



**思路分析** 黄铜灰渣含有 Cu、Zn、CuO、ZnO 及少量 FeO、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 用足量的盐酸溶解, 过滤出铜, 得到含有  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$  的溶液, 加入适量的锌粉置换出单质铜, 铜和稀硝酸反应得到硝酸铜溶液。

【解析】(1) “浸取”时  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  和盐酸反应生成氯化铁、氯化亚铁、水, 反应的离子方程式为  $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 由流程图可知, 过滤 I 得到单质铜, 若滤液中含  $\text{Fe}^{3+}$ , 则 Cu 会将  $\text{Fe}^{3+}$  还原为  $\text{Fe}^{2+}$ , 所以过滤 I 后所得滤液中不含  $\text{Fe}^{3+}$ 。

(3) 取少量滤液 II, 滴加 KSCN 溶液, 无明显现象, 再滴加氯水, 溶液显红色, 则滤液 II 中铁元素以  $\text{Fe}^{2+}$  形式存在; 或取少量滤液 II, 滴加  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液, 产生蓝色沉淀, 则滤液 II 中铁元素



以  $\text{Fe}^{2+}$  形式存在。

(4) 质量分数为 63%、密度为  $1.4 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  的浓硝酸的物质的量

浓度  $c = \frac{1000\rho w}{M} = \frac{1000 \times 1.4 \times 63\%}{63} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 14 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 设要

获得 100 mL  $1.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的稀硝酸, 需要用到浓硝酸的体积为  $V \text{ mL}$ , 根据稀释前后硝酸物质的量不变, 则有  $14V = 100 \times 1.4$ ,  $V = 10.0$ 。

(5) ①氯化铁与铜反应生成氯化亚铁和氯化铜, 即  $2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} = 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$ , 在浸泡液中加足量的铁粉并使之充分反应, 过滤并干燥固体, 固体质量比加入的铁粉质量减少了 4.8 g, 说明浸泡液中还含有氯化铁, 则浸泡液中的溶质为  $\text{FeCl}_3$ 、 $\text{FeCl}_2$ 、 $\text{CuCl}_2$ 。

②测得电路板质量减少了 6.4 g, 即参加反应的 Cu 为 6.4 g, 即 0.1 mol, 在浸泡液中加入足量的铁粉, 首先发生反应  $2\text{FeCl}_3 + \text{Fe} = 3\text{FeCl}_2$ , 该反应会使固体质量减少, 氯化铁完全反应后, 氯化铜与 Fe 发生置换反应  $\text{Fe} + \text{CuCl}_2 = \text{Cu} + \text{FeCl}_2$ , 该反应会使固体质量增加, 每置换出 1 mol Cu, 则消耗 1 mol Fe, 固体质量增加  $64 \text{ g} - 56 \text{ g} = 8 \text{ g}$ , 即置换出 0.1 mol Cu 使固体质量增加 0.8 g, 但固体质量比加入的 Fe 粉质量减少了 4.8 g, 说明  $\text{FeCl}_3$  消耗 Fe 的质量为 5.6 g, 物质的量为 0.1 mol, 所以参加反应的 Fe 粉的质量为 11.2 g。③  $2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} = 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$ 、 $\text{Fe} + \text{CuCl}_2 = \text{Cu} + \text{FeCl}_2$  两个反应过程中, 相当于发生反应  $2\text{FeCl}_3 + \text{Fe} = 3\text{FeCl}_2$ , 消耗 Fe 的物质的量为 0.2 mol, 则反应后生成的二价铁的物质的量为 0.6 mol, 则最后所得溶液中  $\text{Fe}^{2+}$  的浓度为  $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

## 第二节 金属材料

### 第 1 课时 合金的性质和应用



#### 对点上分

1. C 【解析】生铁是铁与碳的合金, A 不符合题意; 硬铝是铝、铜、镁、锰等的合金, B 不符合题意; 聚乙烯是有机高分子材料, 不属于合金, C 符合题意; 喷气式飞机的发动机叶片是镍钴合金, D 不符合题意。
2. C 【解析】合金中的金属元素以单质形态存在, A 错误; 合金中可以有非金属元素, B 错误; 多数合金的抗腐蚀性能比其成分金属好, C 正确; 组成合金的元素种类、含量等都会影响合金性能, D 错误。
3. A 【解析】该合金的导电性比铁的导电性差, 不适合制作导线, A 符合题意; 该合金的硬度大、密度小, 可制作门窗框, B 不符合题意; 该合金的熔点高, 可制作炉具, C 不符合题意; 该合金的硬度大、密度小、熔点高, 可制作飞机外壳, D 不符合题意。
4. C 【解析】世界上使用最广泛的金属材料是铁合金, 我国铁制品的使用最早可追溯到商朝晚期, A 正确; 不锈钢是合金钢的一种, 它的合金元素有铬 (Cr) 和镍 (Ni), B 正确; 合金硬度比其成分金属大, 熔、沸点比其成分金属低, 导电、导热性比其成分金属差, C 错误; 合金是金属与金属或金属与非金属熔合而成的, 所以

合成合金的过程是物理变化,D 正确。

**5. D 【解析】**合金的熔点低于其成分金属,即生铁的熔点比纯铁低,A 错误;在我国使用最早的合金是青铜,B 错误;钢的含碳量比生铁的含碳量低,C 错误;钢的硬度比铁大的原因是钢含碳原子,使铁原子层之间的相对滑动变得困难,D 正确。

**6. A 【解析】**镁铝合金硬度大、密度小,可用来制飞机外壳,与合金熔点低无关,A 符合题意; $\text{Fe}_2\text{O}_3$  为红棕色粉末,难溶于水,性质稳定,常用作油漆、涂料,B 不符合题意;具有高熔点的物质,可以用作耐火、耐高温材料, $\text{Al}_2\text{O}_3$  的熔点高,所以  $\text{Al}_2\text{O}_3$  常用作耐火、耐高温材料,C 不符合题意; $\text{Al}(\text{OH})_3$  可与  $\text{HCl}$  反应,且对人体没有腐蚀作用,所以  $\text{Al}(\text{OH})_3$  可用作医用胃酸中和剂,D 不符合题意。

**7. D 【解析】**整个过程中发生两个反应,首先铝与硝酸汞发生置换反应生成硝酸铝和单质汞,之后铝单质与氧气发生化合反应生成氧化铝,两者都属于氧化还原反应,A 正确;由“不久铝箔表面生出‘白毛’”的现象,可知金属铝易被空气氧化,说明铝是较活泼金属,B 正确;“红墨水柱右端上升”说明试管内压强增大,由于试管密闭,可判断出试管内温度升高,即铝与氧气反应放出大量的热,C 正确;汞的化学性质不活泼,很难与氧气反应生成氧化汞,铝箔上生出的“白毛”是氧化铝,不含氧化汞,D 错误。

**8. C 【解析】**由题图可知,反应过程中温度升高,反应过程中有热量放出,A 正确;氧化铝覆盖在铝的表面,由题图可知,0~50 s,发生稀盐酸与  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的反应, $\text{HCl}$  未反应完,溶液中溶质为  $\text{AlCl}_3$ 、 $\text{HCl}$ ,B 正确,C 错误;100~140 s,反应停止了,压强减小是因为温度降低,D 正确。

**9. D**



**攻略上分**

铝既可以和酸反应,又可以和碱反应,通法攻略 29 带你学习铝的性质。

**【解析】**加入铝粉能放出氢气的溶液可能是酸性溶液,也可能是碱性溶液。在酸性溶液中  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{H}^+$  之间发生反应,不能大量共存,A 错误;在碱性溶液中  $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{OH}^-$  之间反应生成碳酸钡、碳酸钙沉淀,在酸性溶液中  $\text{H}^+$ 、 $\text{HCO}_3^-$  之间发生反应,不能大量共存,B 错误;在碱性溶液中  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{OH}^-$  之间反应生成氢氧化镁沉淀,不能大量共存,C 错误; $\text{K}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  之间不反应,且都不与  $\text{H}^+$ 、 $\text{OH}^-$  反应,即在酸性或碱性溶液中都能够大量共存,D 正确。

**10. D 【解析】**纯铝硬度较小,铝锂合金硬度比纯铝大,A 错误;一般来说合金的熔点比其成分金属低,铝锂合金熔点比纯铝低,B 错误;铝为活泼金属,比较耐腐蚀是由于铝与氧气反应生成一层致密的氧化铝薄膜,这层膜起到保护内部金属的作用,C 错误;铝有较好的导电性和导热性,D 正确。

**11. D 【解析】**神舟十八号载人飞船轨道舱壳体结构使用了大量的铝合金材料,是因为铝合金具有密度小、硬度大、耐腐蚀、良好的可塑性等特性,与其导热性无关,D 符合题意。

**12. B** 【解析】如果在氮气保护下制备该合金, Mg 单质在一定温度下熔炼时, Mg 和氮气发生反应  $3\text{Mg} + \text{N}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Mg}_3\text{N}_2$ , A 错误; 1 mol Mg 与足量盐酸反应生成 1 mol  $\text{H}_2$ , 1 mol Al 与足量盐酸反应生成 1.5 mol  $\text{H}_2$ , 则 1 mol  $\text{Mg}_{17}\text{Al}_{12}$  与足量盐酸完全反应, 放出  $\text{H}_2$  的物质的量为 35 mol, B 正确; 镁铝合金中 Mg、Al 均为较活泼金属, 可以与盐酸反应, 但 Mg 和 NaOH 溶液不反应, C 错误; 设镁、铝和镁铝合金的质量都为  $m$  g, 金属提供的电子越多, 则生成氢气的体积越大, Al 提供的电子的物质的量为  $\frac{m}{27} \times 3 = \frac{m}{9}$  mol, Mg 提供的电子的物质的量为  $\frac{m}{24} \times 2 = \frac{m}{12}$  mol,  $\frac{m}{12} \text{ mol} < \frac{m}{9} \text{ mol}$ , 则生成  $\text{H}_2$  的体积(同温同压)由大到小的顺序为  $V(\text{Al}) > V(\text{合金}) > V(\text{Mg})$ , D 错误。

**13. B** 【解析】钛合金耐高温、耐腐蚀, 可用于制造发动机的火花塞, A 正确; 不锈钢耐腐蚀, 是因为其中的 Cr 能形成致密的氧化膜, B 错误; 碱金属单质导热性好, 故钠钾合金可用作核反应堆的传热介质, C 正确; 储氢合金在一定条件下与吸收氢气, 并在条件合适时释放氢气, 是储氢材料, 可用于解决氢能储存和运输的难题, D 正确。

**14. B** 【解析】生产飞机发动机叶片的金属材料应具有密度小、硬度大、耐高温等性能, 镍钴合金有良好的耐高温性能, 且密度较小, 可用来制造国产 C919 飞机发动机叶片, A 正确; 储氢合金能大量吸收  $\text{H}_2$ , 并与氢气结合成金属氢化物, 稍稍加热金属氢化物又会分解, 该过程发生的是化学变化, B 错误; 山东舰所用特种钢材具有高屈强比、抗腐蚀、耐高温等特点, 符合航母用钢材的要求, C 正确; 钛合金具有很强的结构强度, 可用于制造“蛟龙”号载人潜水器的耐压球壳, D 正确。

**15. C** 【解析】记忆合金的形状变化过程中只发生了形变, 并无新物质生成, 没有发生化学反应, 属于物理变化, A 错误; 合金的熔点一般比其成分金属的低, 但硬度比其成分金属的大, B 错误; 形状记忆合金在医疗上的应用引人注目, 例如接骨用的骨板, 不但能将两段断骨固定, 而且在恢复原形状的过程中产生压缩力, 迫使断骨接合在一起, 在日常生活中可制眼镜框架等, C 正确; 合金的化学性质与其成分金属的化学性质是相同的, 钛合金除了具备钛单质的化学性质外, 还具备其他成分金属的性质, D 错误。

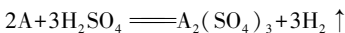
## 第 2 课时 物质的量在化学方程式计算中的应用



**1. D** 【解析】部分被氧化的镁条为 Mg、MgO 的混合物, Mg 与盐酸反应生成氢气的物质的量为  $\frac{1.12 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.05 \text{ mol}$ , 根据得失电子守恒, 可知金属 Mg 的物质的量为 0.05 mol, 故 MgO 的质量为  $1.6 \text{ g} - 0.05 \text{ mol} \times 24 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.4 \text{ g}$ , 被氧化的镁的质量为  $0.4 \text{ g} \times \frac{24}{40} = 0.24 \text{ g}$ , D 正确。

2. D 【解析】 $n(\text{H}_2) = \frac{VL}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{V}{22.4} \text{ mol}$ , 设金属为 A,  $b \text{ g}$  金属

物质的量为  $x \text{ mol}$ , 则有:



2

3

$x \text{ mol}$   $\frac{V}{22.4} \text{ mol}$

$$\text{则 } \frac{2}{x \text{ mol}} = \frac{3}{\frac{V}{22.4} \text{ mol}}, \text{ 解得 } x = \frac{V}{33.6}, M(\text{A}) = \frac{b \text{ g}}{\frac{V}{33.6} \text{ mol}} = \frac{33.6b}{V} \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1},$$

金属的摩尔质量 ( $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) 与其相对原子质量在数值上相等, 则

该金属的相对原子质量为  $\frac{33.6b}{V}$ , D 正确。

3. D 【解析】镁与盐酸反应的离子方程式为  $\text{Mg} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ , 铝与盐酸反应的离子方程式为  $2\text{Al} + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$ , 反应产生的氢气的体积相等, 则消耗镁、铝的物质的量之比为 3:2, 但镁、铝均为固体, 根据题中条件不能确定两者的体积之比, A 错误、D 正确; 反应消耗的镁和铝的物质的量之比为 3:2, 则质量之比为  $(3 \times 24) : (2 \times 27) = 4 : 3$ , B 错误; 镁和铝的摩尔质量之比为  $24 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} : 27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 8 : 9$ , C 错误。

4. (1) 4.48 L (2) 0.4 mol (3) 0.2 L (或 200 mL)

【解析】(1) 17.4 g 二氧化锰的物质的量  $n(\text{MnO}_2) = \frac{m}{M} =$

$$\frac{17.4 \text{ g}}{87 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}, \text{ 根据反应方程式 } \text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta}$$

$\text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$  可知, 0.2 mol  $\text{MnO}_2$  与足量浓盐酸反应可得到 0.2 mol  $\text{Cl}_2$ , 其在标准状况下的体积  $V(\text{Cl}_2) = 0.2 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 4.48 \text{ L}$ 。

(2) 根据反应方程式  $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$  可知, 每产生 1 mol  $\text{Cl}_2$ , 需氧化 2 mol HCl, 则反应得到 0.2 mol  $\text{Cl}_2$ , 被氧化的 HCl 的物质的量  $n(\text{HCl}) = 2 \times 0.2 \text{ mol} = 0.4 \text{ mol}$ 。

(3)  $\text{Cl}_2$  与 NaOH 溶液发生反应  $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ , 由于反应制取的  $\text{Cl}_2$  的物质的量是 0.2 mol, 因此消耗 0.4 mol NaOH, 由于 NaOH 溶液浓度是  $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则消耗 NaOH

$$\text{溶液的体积 } V(\text{NaOH}) = \frac{n}{c} = \frac{0.4 \text{ mol}}{2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 0.2 \text{ L} = 200 \text{ mL}。$$

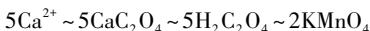
5. B



攻略上分

关系式法解决化学计算题, 可减少写方程式的时间, 提高做题效率, 更多方法见大招攻略 30。

【解析】结合题给反应可得关系式为  $5\text{Ca}^{2+} \sim 5\text{CaC}_2\text{O}_4 \sim 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \sim 2\text{KMnO}_4$ , 设血液样品中含钙量为  $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则:



5

2

$$c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.015 \text{ L} \quad 0.001 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.015 \text{ L}$$

所以  $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.015 \text{ L} \times 2 = 5 \times 0.001 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.015 \text{ L}$ , 解

得  $c = 0.0025$ , B 正确。

6. C 【解析】碳酸铜和碱式碳酸铜均可溶于盐酸, 转化为氯化铜, 根据题意, 可列出关系式  $2\text{HCl} \sim \text{CuCl}_2 \sim \text{Cu} \sim \text{CuO}$ , 溶解 28.4 g 混合物, 消耗  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  盐酸 500 mL, HCl 的物质的量为 0.5 mol, 则得到氧化铜的质量是  $0.25 \text{ mol} \times 80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 20 \text{ g}$ , 故选 C。

7.  $\frac{1.27}{m}$

【解析】由反应可知,  $\text{KIO}_3 \sim 3\text{I}_2 \sim 6\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , 则题述加碘盐中碘含量(以碘

元素计)为 
$$\frac{10.0 \times 10^{-3} \text{ L} \times 6.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times \frac{1}{6} \times 127 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{m \times 10^{-3} \text{ kg}} =$$

$\frac{1.27}{m} \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

8. (1) ①  $\text{CO}_2 + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

②  $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{HCO}_3^-$

(2) 0.05 g 56 mL (3) C

**思路导引** 向  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  和  $\text{NaOH}$  的混合溶液中通入  $\text{CO}_2$ , 开始时产生沉淀, 故 A 点前发生的反应为  $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ , A ~ B 之间发生的反应为  $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ , B ~ C 之间发生的反应为  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{NaHCO}_3$ , C 点后发生的反应为  $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 。

【解析】(1) ①根据思路导引可知, A 点前发生的反应为  $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ , 离子方程式为  $\text{CO}_2 + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 。②B ~ C 之间发生反应的化学方程式为  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{NaHCO}_3$ , 离子方程式为  $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{HCO}_3^-$ 。

(2) A 点前发生反应  $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ , 消耗  $\text{CO}_2$  的物质的量为  $\frac{11.2 \times 10^{-3} \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 5 \times 10^{-4} \text{ mol}$ , 则生成  $\text{CaCO}_3$  的物质的量为  $5 \times 10^{-4} \text{ mol}$ , 质量为  $5 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 100 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.05 \text{ g}$ ; 由题图可知, C 点碳酸钙开始溶解, 发生反应  $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , 消耗标准状况下  $\text{CO}_2$  11.2 mL, 则 C 点对应的  $\text{CO}_2$  的体积为  $67.2 \text{ mL} - 11.2 \text{ mL} = 56 \text{ mL}$ 。

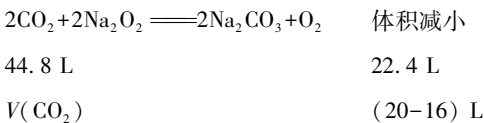
(3) A ~ B 之间发生的反应为  $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ , P 在 A、B 点之间, 所以 P 点对应溶液的溶质为碳酸钠和氢氧化钠, 滴加盐酸, 先发生反应  $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ , 然后发生反应  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$ , 最后发生反应  $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ , 所以开始没有气体生成, 加入一定量盐酸后有气体生成, 且生成气体阶段消耗盐酸的体积比没有气体生成的阶段消耗盐酸的体积小, C 符合题意。

9. B 【解析】已知 1 mol  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  转化为 1 mol  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  的过程中失去 2 mol  $\text{e}^-$ , 设元素 A 在还原产物中的化合价为  $x$ , 则  $\text{K}_2\text{A}_2\text{O}_7$  被还原过程中每个 A 原子得到  $(6-x)$  个电子, 根据氧化还原反应中的电子守恒, 得到  $40 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0.03 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 = 20 \times 10^{-3} \text{ L} \times$

$0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 \times (6-x)$ , 即得  $x=+3$ , 故选 B。

**10. B** 【解析】28 g 铁粉的物质的量是 0.5 mol, 溶于稀盐酸中生成氯化亚铁, 然后加入足量的  $\text{Na}_2\text{O}_2$  固体, 充分反应后过滤得到氢氧化铁, 将滤渣加强热, 最终得到的固体是氧化铁, 根据铁原子守恒可知氧化铁的质量为  $0.25 \text{ mol} \times 160 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 40 \text{ g}$ , 故选 B。

**11. C** 【解析】混合气体中只有  $\text{CO}_2$  和  $\text{Na}_2\text{O}_2$  反应, 反应的化学方程式为  $2\text{CO}_2 + 2\text{Na}_2\text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ , 设二氧化碳体积为  $V(\text{CO}_2)$ , 根据差量法有:



$44.8 \text{ L} : 22.4 \text{ L} = V(\text{CO}_2) : (20-16) \text{ L}$ , 解得  $V(\text{CO}_2) = 8 \text{ L}$ , 则  $V(\text{CO}) = (20-8) \text{ L} = 12 \text{ L}$ 。故选 C。

**12. D** 【解析】可求 30 g Fe、Zn、Al、Mg、Cu 分别与稀盐酸反应所产生氢气(标准状况)的体积, D 项中 30 g Al、Mg 分别与足量盐酸反应产生的氢气的体积均大于 11.2 L, 故 30 g 的 Mg、Al 混合物与足量盐酸反应产生  $\text{H}_2$  的体积也大于 11.2 L, 故 D 错误。

**13. C**



**思路导引** 向悬浊液中加入盐酸时, 开始阶段沉淀的质量不变, 说明溶液中 NaOH 过量, 则铝离子完全转化为四羟基合铝酸根离子, 溶液中存在的 1.16 g 白色沉淀为  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ; AB 段, HCl 溶液和四羟基合铝酸钠反应生成氢氧化铝沉淀, 离子方程式为  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+ = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ , B 点时溶液的溶质是氯化钠, 沉淀为  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ; BC 段,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$  与 HCl 溶液反应生成氯化镁和氯化铝, 所以 C 点时溶液的溶质是氯化铝、氯化镁和氯化钠。

**【解析】**A 点的沉淀的化学式为  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , A 正确; B 点处溶液为 NaCl 溶液, 溶液中的  $\text{Cl}^-$  来源于混合物中的  $\text{AlCl}_3$ 、 $\text{MgCl}_2$  和加入的 30.0 mL HCl 溶液, 溶液中的  $\text{Na}^+$  来源于混合物中的 NaOH, AB 段发生反应  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{HCl} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ ,  $n\{\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]\} = n_{AB}(\text{HCl}) = 0.02 \text{ L} \times 1.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.02 \text{ mol}$ , 由铝原子守恒得原混合物中  $n(\text{AlCl}_3) = n\{\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]\} = 0.02 \text{ mol}$ , 由镁原子守恒得混合物中  $n(\text{MgCl}_2) = n[\text{Mg}(\text{OH})_2] = \frac{1.16 \text{ g}}{58 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.02 \text{ mol}$ , 到 B 点消耗的  $n(\text{HCl}) = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.03 \text{ L} = 0.03 \text{ mol}$ , 由 Na 原子和 Cl 原子守恒得, 原混合物中  $n(\text{NaOH}) = n(\text{NaCl}) = n(\text{Cl}^-) = 2n(\text{MgCl}_2) + 3n(\text{AlCl}_3) + n(\text{HCl}) = 0.13 \text{ mol}$ , 则  $m(\text{NaOH}) = 0.13 \text{ mol} \times 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 5.2 \text{ g}$ , B 正确; C 点溶液的溶质是氯化铝、氯化镁和氯化钠, 此时所加入 HCl 溶液中  $n(\text{HCl}) = n(\text{NaOH}) = 0.13 \text{ mol}$ , C 点表示 HCl 溶液的体积  $V = \frac{0.13 \text{ mol}}{1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 0.13 \text{ L} = 130.0 \text{ mL}$ , C 错误; AB 段, HCl 溶液和四羟基合铝酸根离子反应生成氢氧化铝沉淀, 离子方程式为  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+ = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ , D 正确。



14. B



**思路导引** 还原性:  $I^- > Fe^{2+} > Br^- > Cl^-$ , 则向  $FeBr_2$ 、 $FeI_2$  的混合溶液中通入氯气, 依次发生反应  $2I^- + Cl_2 = I_2 + 2Cl^-$ 、 $2Fe^{2+} + Cl_2 = 2Fe^{3+} + 2Cl^-$ 、 $2Br^- + Cl_2 = Br_2 + 2Cl^-$ , 即  $ab$  段(通入  $0 \sim 1 \text{ mol } Cl_2$ )表示  $I^-$  物质的量的变化情况,  $de$  段(通入  $1 \sim 2.5 \text{ mol } Cl_2$ )表示  $Fe^{2+}$  物质的量的变化情况,  $bc$  段(通入  $1 \sim 2.5 \text{ mol } Cl_2$ )表示  $Fe^{3+}$  物质的量的变化情况,  $fg$  段(通入  $2.5 \sim 4.5 \text{ mol } Cl_2$ )表示  $Br^-$  物质的量的变化情况, 由题图可知原溶液中  $n(I^-) = 2 \text{ mol}$ 、 $n(Fe^{2+}) = 3 \text{ mol}$ 、 $n(Br^-) = 4 \text{ mol}$ 。

**【解析】**由思路导引可知,  $bc$  段表示  $Fe^{3+}$  物质的量的变化情况,  $de$  段表示  $Fe^{2+}$  物质的量的变化情况, A 错误; 原溶液中  $n(Br^-) = 4 \text{ mol}$ 、 $n(I^-) = 2 \text{ mol}$ , 则  $FeBr_2$  的物质的量为  $2 \text{ mol}$ ,  $FeI_2$  的物质的量为  $1 \text{ mol}$ , B 正确;  $bc$  段发生反应  $2Fe^{2+} + Cl_2 = 2Fe^{3+} + 2Cl^-$ , 而  $fg$  段发生反应  $2Br^- + Cl_2 = Br_2 + 2Cl^-$ , C 错误; 还原性:  $I^- > Fe^{2+}$ , 氯气先氧化  $I^-$ , 后氧化  $Fe^{2+}$ , 则反应  $3Cl_2 + 6FeI_2 = 2FeCl_3 + 4FeI_3$  不能发生, D 错误。

15. (1)  $0.20 < a \leq 0.62$

(2)  $0.17 < a < 0.20$

(3)  $0 < a \leq 0.17$

**【解析】**(1) 采用极值法, 假设  $5.6 \text{ g}$  合金全部为  $Fe$ , 则根据反应的化学方程式  $Fe + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2 \uparrow$  可计算出此时产生氢气的质量为  $0.20 \text{ g}$ ; 假设  $5.6 \text{ g}$  合金全部为  $Al$ , 根据反应的化学方程式  $2Al + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2 \uparrow$  可计算出  $5.6 \text{ g } Al$  与足量稀硫酸反应产生氢气的质量约为  $0.62 \text{ g}$ , 因此当粉末为  $Fe-Al$  合金时,  $a$  的取值范围为  $0.20 < a \leq 0.62$ 。

(2) 当合金全部为  $Zn$  时, 根据反应的化学方程式  $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2 \uparrow$ ,  $5.6 \text{ g } Zn$  与足量稀硫酸反应产生氢气的质量约为  $0.17 \text{ g}$ , 结合(1)中的分析, 当粉末为  $Fe-Zn$  合金时,  $a$  的取值范围为  $0.17 < a < 0.20$ 。

(3) 铜不与稀硫酸反应, 因此当粉末为  $Fe-Cu$  合金时,  $0 < a < 0.20$ , 但是当  $0.17 < a < 0.20$  时, 粉末可能是  $Fe-Cu$  合金或  $Fe-Zn$  合金, 因此当  $0 < a \leq 0.17$  时, 可判定该粉末一定为  $Fe-Cu$  合金。

## 第二节 节测上分

**1. D** **【解析】**硬铝是铝的合金, A 不符合题意; 制造地铁列车车体所用的金属为铁或铝的合金, B 不符合题意; 狗首铜像是由铜的合金制成的, C 不符合题意; 精美的青花瓷的主要成分是硅酸盐, 属于无机非金属材料, 不是合金, D 符合题意。

**2. A** **【解析】**纯铝的强度小、易被腐蚀, 不适合用于制造飞机外壳, A 错误; 将稀土元素加入钢中有多种作用, 可增加钢的韧性、抗氧化性、耐磨性等, B 正确; 储氢合金能够大量吸收  $H_2$ , 并生成金属氢化物, 便于氢气的储存和运输, C 正确; 钢是铁合金, 钢是目前用量最大、用途最广的合金, D 正确。

**3. D** 【解析】C 在高温下与  $\text{CO}_2$  反应生成  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}$  燃烧生成  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}_2$  与  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  反应生成  $\text{CaCO}_3$ , 均可以一步实现, A 不符合题意;  $\text{Na}$  与氧气在加热条件下生成  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}_2$  与  $\text{H}_2\text{O}$  反应生成  $\text{NaOH}$ ,  $\text{NaOH}$  与少量  $\text{CO}_2$  反应生成  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 均可以一步实现, B 不符合题意;  $\text{Fe}$  与盐酸反应生成  $\text{FeCl}_2$ ,  $\text{FeCl}_2$  与  $\text{Cl}_2$  反应生成  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{FeCl}_3$  与  $\text{NaOH}$  反应生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , 均可以一步实现, C 不符合题意;  $\text{Al}$  与氧气反应生成  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  不能直接生成  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , D 符合题意。

**4. D** 【解析】恰好完全反应时消耗  $\text{I}_2$  的物质的量为  $\frac{2.54 \times 10^{-3} \text{ g}}{254 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \times 10^{-5} \text{ mol}$ , A 正确; 根据反应  $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HI} + \text{Na}_2\text{SO}_4$  可知, 反应中转移电子的物质的量为  $2 \times 10^{-5} \text{ mol}$ , B 正确; 根据反应  $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HI} + \text{Na}_2\text{SO}_4$  可知, 被吸收的空气中  $\text{SO}_2$  的质量为  $0.64 \text{ mg}$ , C 正确; 由 C 项分析可知, 被测空气样品中  $\text{SO}_2$  的浓度为  $\frac{0.64 \text{ mg}}{2 \text{ m}^3} = 0.32 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , 达到了二级标准, D 错误。

**5. D**



**思路导引** 铝和过量氢氧化钠溶液反应生成甲溶液(四羟基合铝酸钠、 $\text{NaOH}$  的混合溶液), 四羟基合铝酸钠和适量稀硫酸反应生成氢氧化铝沉淀, 向氢氧化铝沉淀中加入过量的稀硫酸得到乙溶液(硫酸铝、 $\text{H}_2\text{SO}_4$  的混合溶液), 再加入硫酸钾饱和溶液结晶得到明矾。

**【解析】**①中铝和过量氢氧化钠溶液反应生成甲溶液(四羟基合铝酸钠、 $\text{NaOH}$  的混合溶液), 体现了铝能与碱溶液反应的性质, A 正确; 乙溶液中含有反应生成的硫酸铝、过量的硫酸, 故离子有  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{H}^+$ , B 正确; 由④中明矾晶体先结晶析出可推测, 室温下明矾的溶解度小于  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  和  $\text{K}_2\text{SO}_4$  的溶解度, C 正确;  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  不能与强酸反应, D 错误。

**6. A**



**思路导引** 由题图可知, 从开始至加入  $10 \text{ mL}$   $\text{NaOH}$  溶液, 没有沉淀生成, 说明原溶液中  $\text{HCl}$  有剩余, 此时发生的反应为  $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ ; 继续滴加  $\text{NaOH}$  溶液至  $50 \text{ mL}$  时, 沉淀质量最大, 此时沉淀为  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  和  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , 溶液溶质为  $\text{NaCl}$ ; 再继续滴加  $\text{NaOH}$  溶液, 发生反应  $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} = \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$  溶解。

**【解析】**加入  $\text{NaOH}$  溶液  $50 \text{ mL}$  时, 沉淀质量最大, 生成沉淀的阶段消耗  $\text{NaOH}$  溶液  $40 \text{ mL}$ , 则根据元素守恒,  $n(\text{HCl}) = n(\text{NaCl}) = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.04 \text{ L} = 0.04 \text{ mol}$ , 则氢气的物质的量为  $0.02 \text{ mol}$ , 由于没有注明气体所处状况, 则氢气的体积无法计算, A 错误; 加入  $\text{NaOH}$  溶液  $50 \text{ mL}$  时, 沉淀为  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  和  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , 溶液溶质为  $\text{NaCl}$ , 则根据元素守恒,  $n(\text{HCl}) = n(\text{NaCl}) = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.05 \text{ L} = 0.05 \text{ mol}$ , 因此盐酸的浓度为  $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , B 正确; 根据思路

导引可知,滴加 NaOH 溶液至 50 mL 时,溶液溶质为 NaCl,则所得溶液中溶质仅有一种,C 正确;根据思路导引可知,A 点之前未产生沉淀,则原溶液中 HCl 有剩余,镁铝合金已经完全溶解于盐酸中,D 正确。

**7. A** 【解析】废易拉罐中含有 Al 和少量 Fe、Mg 杂质,碱溶时,Al 与 NaOH 反应生成四羟基合铝酸钠进入沉铝步骤,Fe、Mg 均不与 NaOH 溶液反应,进入滤渣中,A 错误;明矾的化学式为  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ,B 正确;加入碳酸氢铵饱和溶液的目的是将四羟基合铝酸钠转化为氢氧化铝沉淀,可用过量  $CO_2$  代替  $NH_4HCO_3$  饱和溶液,达到沉铝的目的,C 正确;在溶解步骤生成硫酸铝钾溶液,为制得纯净、干燥的明矾晶体,要经过蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥这一系列操作,D 正确。

**8. B**



**思路导引** X、Y 是日常生活中常见的金属单质,M、N、Z 是含有元素 Y 的化合物,根据图中信息可知,Z 为红褐色沉淀,因此 Z 为  $Fe(OH)_3$ ,M 中加入 NaOH 溶液后得到 Z,而  $YSO_4$  中加入稀硫酸和  $H_2O_2$  可得到 M,可知 M 为  $Fe_2(SO_4)_3$ , $YSO_4$  为  $FeSO_4$ ,Y 为 Fe,M 中加入 KSCN 溶液得到 N,则 N 为  $Fe(SCN)_3$ ;反应②是工业上制备金属 X 的方法之一,可知反应②为湿法炼铜,X 为 Cu, $XSO_4$  为  $CuSO_4$ 。

**【解析】**根据思路导引可知,X 为 Cu,Y 为 Fe,A 正确;反应①的离子方程式为  $Cu + H_2O_2 + 2H^+ \rightleftharpoons Cu^{2+} + 2H_2O$ ,反应③是  $H_2O_2$  在酸性溶液中将  $Fe^{2+}$  氧化成  $Fe^{3+}$ ,反应的离子方程式为  $2Fe^{2+} + H_2O_2 + 2H^+ \rightleftharpoons 2Fe^{3+} + 2H_2O$ ,反应①和③中等量的  $H_2O_2$  完全反应,则转移的电子数相等,B 错误; $FeCl_3$  溶液( $YCl_3$  溶液)与 Cu(X) 的反应为  $2FeCl_3 + Cu \rightleftharpoons 2FeCl_2 + CuCl_2$ ,在工业上用于制作印刷电路板,C 正确;同一氧化还原反应中,氧化剂的氧化性强于氧化产物的氧化性,根据题中的离子反应  $Cu + 2H^+ + H_2O_2 \rightleftharpoons Cu^{2+} + 2H_2O$ 、 $Fe + Cu^{2+} \rightleftharpoons Fe^{2+} + Cu$ ,可知氧化性: $H_2O_2 > Cu^{2+} > Fe^{2+}$ ,即  $H_2O_2 > X^{2+} > Y^{2+}$ ,D 正确。

**9. (1)**  $2Al + 2OH^- + 6H_2O \rightleftharpoons 2[Al(OH)_4]^- + 3H_2 \uparrow$

(2) 100

(3) E D G

(4) ①平衡气体压强,使分液漏斗中的稀硫酸能顺利滴下;消除加入稀硫酸的体积对测量氢气体积所带来的误差 ②53%

**【解析】**(1) 铝与氢氧化钠溶液反应生成四羟基合铝酸钠与氢气,反应的离子方程式为  $2Al + 2OH^- + 6H_2O \rightleftharpoons 2[Al(OH)_4]^- + 3H_2 \uparrow$ 。

(2) 根据化学方程式  $2Al + 2NaOH + 6H_2O \rightleftharpoons 2Na[Al(OH)_4] + 3H_2 \uparrow$  可知,反应消耗 NaOH 的物质的量与 Al 相等,假设合金中

Mg 的质量是 0,则 10.8 g 完全是 Al 的质量, $n(Al) = \frac{m(Al)}{M(Al)} =$

$\frac{10.8 \text{ g}}{27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.4 \text{ mol}$ ,则  $n(NaOH) = n(Al) = 0.4 \text{ mol}$ ,需要

NaOH 溶液的体积最小值为  $\frac{0.4 \text{ mol}}{4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 0.1 \text{ L} = 100 \text{ mL}$ , 故  $V \geq 100 \text{ mL}$ 。

(3) 合金与稀硫酸发生反应, 用排水量气法测定生成氢气的体积, 其中盛水的试剂瓶导管应该短管进长管出, 利用气体产生的压强, 将瓶中的水排出, 使其进入量筒, 量筒中水的体积就是生成氢气的体积, 量筒内导管应伸入量筒底部, 故最简易的装置连接顺序为 A 接 E, D 接 G。

(4) ①装置中橡胶管 a 的作用是保持分液漏斗内气体压强与锥形瓶内气体压强相等, 使稀硫酸能顺利滴下; 滴入锥形瓶的稀硫酸体积等于进入分液漏斗的气体体积, 从而消除由于加入稀硫酸引起的氢气体积误差。②标准状况下  $5.6 \text{ L H}_2$  的物质的量为  $\frac{5.6 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.25 \text{ mol}$ , 假设  $5.1 \text{ g}$  合金中 Al、Mg 的物质的量分别是  $x \text{ mol}$ 、 $y \text{ mol}$ , 可得关系式  $27x + 24y = 5.1$ ,  $1.5x + y = 0.25$ , 解得  $x = 0.1$ ,  $y = 0.1$ , 则合金中  $m(\text{Al}) = 0.1 \text{ mol} \times 27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.7 \text{ g}$ , 所以 Al 的质量分数为  $\frac{2.7 \text{ g}}{5.1 \text{ g}} \times 100\% \approx 53\%$ 。

提示: 连通上下装置, 类似的装置还有恒压滴液漏斗。

锥形瓶内气体压强相等, 使稀硫酸能顺利滴下; 滴入锥形瓶的稀硫酸体积等于进入分液漏斗的气体体积, 从而消除由于加入稀硫酸引起的氢气体积误差。②标准状况下  $5.6 \text{ L H}_2$  的物质的量为  $\frac{5.6 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.25 \text{ mol}$ , 假设  $5.1 \text{ g}$  合金中 Al、Mg 的物质的量分别是  $x \text{ mol}$ 、 $y \text{ mol}$ , 可得关系式  $27x + 24y = 5.1$ ,  $1.5x + y = 0.25$ , 解得  $x = 0.1$ ,  $y = 0.1$ , 则合金中  $m(\text{Al}) = 0.1 \text{ mol} \times 27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.7 \text{ g}$ , 所以 Al 的质量分数为  $\frac{2.7 \text{ g}}{5.1 \text{ g}} \times 100\% \approx 53\%$ 。

## 专题上分七 铁及其化合物的转化关系及应用

1. C 【解析】Fe 与氯气在加热条件下发生化合反应生成  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{FeCl}_3$  与 NaOH 发生复分解反应生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  和 NaCl,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  受热发生分解反应生成  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  和水, 氢气与  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  在高温条件下发生置换反应生成 Fe 和水, 因此该过程涉及的化学反应依次属于四种基本反应类型中的化合反应、复分解反应、分解反应、置换反应。故选 C。

2. D 【解析】Fe 与硫酸铜反应生成硫酸亚铁和 Cu, 则反应后过滤可除杂, A 正确; 铁与盐酸反应, 然后过滤可除去 Cu 粉中含有的杂质 Fe, B 正确;  $\text{FeCl}_2$  可以被新制氯水氧化为  $\text{FeCl}_3$ , C 正确;  $\text{CO}_2$ 、HCl 均能和饱和碳酸钠溶液反应, 无法除杂, D 错误。

3. B 【解析】根据该金属元素的“价—类”二维图可知, 该元素的化合价有 0、+2、+3、+6, 则该元素为 Fe, a 为铁单质, b 为 FeO, c 为  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , f 为亚铁盐, d 为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , e 为  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ , g 为铁盐, h 为高铁酸盐。HI 与 FeO 的反应为酸与碱性氧化物的反应, 而 HI 与  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  反应时, 由于  $\text{Fe}^{3+}$  可以氧化  $\text{I}^-$ , 故还会发生氧化还原反应, 原理不完全相同, A 正确; 图乙装置中 A 管中的导管没有插到液面以下, 生成的  $\text{FeSO}_4$  无法压入 B 管中, 不能形成  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ , B 错误; 根据分析, h 为高铁酸盐, +6 价的铁具有强氧化性, 可用于饮用水的消毒, 还原产物  $\text{Fe}^{3+}$  可以形成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体, 可以净水, C 正确; 亚铁盐和氯气反应生成铁盐, 铁盐和 NaOH 溶液反应生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  受热分解生成  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $f \rightarrow g \rightarrow d \rightarrow c$  的转化均可一步实现, D 正确。

## 归纳总结 铁及其化合物的性质与用途分析

物质性质	物质用途
Fe 具有还原性	作抗氧化剂防止食品氧化变质
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ 是红棕色粉末	作红色颜料
$\text{FeCl}_3$ 溶液中 $\text{Fe}^{3+}$ 水解生成氢氧化铁胶体, 具有吸附性	可用作净水剂
$\text{K}_2\text{FeO}_4$ 是强氧化剂, 还原产物铁离子水解生成氢氧化铁胶体	$\text{K}_2\text{FeO}_4$ 作新型净水剂
$\text{Cu} + 2\text{FeCl}_3 \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$	$\text{FeCl}_3$ 溶液腐蚀 Cu 制作印刷电路板

4. D 【解析】整个转化过程中, 过程②消耗  $\text{Fe}^{3+}$ , 过程③生成  $\text{Fe}^{3+}$ , 则  $\text{Fe}^{3+}$  可以循环使用, A 正确; 过程①中, 发生的反应  $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{CuS} \downarrow + 2\text{H}^+$  属于复分解反应, B 正确; 整个转化过程中  $n(\text{Fe}^{3+})$  不变, S 与  $\text{O}_2$  存在关系式  $\text{O}_2 \sim 2\text{S}$ , 当有 1 mol S 生成时, 消耗 0.5 mol  $\text{O}_2$ , 0.5 mol  $\text{O}_2$  的质量是 16 g, C 正确; 过程②发生反应的离子方程式为  $\text{CuS} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+} + \text{S}$ , D 错误。

5. (1)  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$

(2) 作还原剂 (3)  $\text{FeSO}_4$

(4) bc ac (5)  $\frac{2.78b}{a}\%$

**思路导引** 由题干工艺流程图可知, 红渣和  $\text{H}_2\text{SO}_4$  反应后氧化铁转化为铁离子, 并进入滤液 1 中,  $\text{SiO}_2$  不与  $\text{H}_2\text{SO}_4$  反应, 进入滤渣; 滤液 1 中加入黄铁矿将铁离子转化为亚铁离子, 过滤, 滤液 2 经过蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥得到  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 滤液 3 中未析出的  $\text{FeSO}_4$  可以循环利用。

【解析】(1) 氧化铁和硫酸反应生成硫酸铁和水, 反应的离子方程式为  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 由思路导引可知, 滤液 1 中含有铁离子, 铁离子具有氧化性,  $\text{FeS}_2$  具有还原性能作还原剂, 两者反应将铁离子转化为亚铁离子。

(3) 由思路导引可知, 流程中可循环利用的物质有  $\text{FeSO}_4$ 。

(4) 用含  $\text{FeSO}_4$  的滤液 3 制备  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 应加入氧化剂(如过氧化氢或  $\text{O}_2$ )将亚铁离子转化为铁离子, 然后加入碱(如  $\text{NaOH}$  或氨水)将铁离子转化为氢氧化铁沉淀, 煅烧沉淀得到氧化铁。

(5) 结合反应和铁元素守恒可知,  $n(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = n(\text{Fe}^{2+}) = 5n(\text{KMnO}_4) = 5 \times 0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times b \times 10^{-3} \text{ L} = b \times 10^{-4} \text{ mol}$ , 则

$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  的质量分数是  $\frac{b \times 10^{-4} \text{ mol} \times 278 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{a \text{ g}} \times 100\% =$

$\frac{2.78b}{a}\%$ 。

## 专题上分八 物质的量在氧化还原

### 反应中的计算

- 1. B** 【解析】氧化还原反应中存在得失电子守恒,所以反应过程中 Mn 元素得到的电子数等于 O 元素、Cl 元素失去的电子数,所以  $0.2 \text{ mol} \times (7-2) = 4a \text{ mol} + 2b \text{ mol}$ ,  $1 = 4a + 2b$ ,  $2a + b = 0.5$ ,  $m = a + b = 0.5 - a$ ,当高锰酸钾不分解生成氧气时,  $a = 0$ ,当高锰酸钾完全分解生成氧气时,生成氧气的物质的量为  $0.1 \text{ mol}$ ,所以  $a$  的取值范围为  $0 < a \leq 0.1$ ,则  $0.5 - 0.1 \leq m < 0.5 - 0$ ,即  $0.4 \leq m < 0.5$ ,故选 B。
- 2. C** 【解析】根据得失电子守恒,可得关系式:  $c(\text{Cl}^-) = c(\text{ClO}^-) + 5c(\text{ClO}_3^-)$ ,假设  $\text{ClO}_3^-$  的浓度是  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,则  $c(\text{Cl}^-) = 7 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,代入上述关系式,可得  $7 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = c(\text{ClO}^-) + 5 \times 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,解得  $c(\text{ClO}^-) = 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,反应后溶液中  $\text{ClO}^-$  与  $\text{ClO}_3^-$  的物质的量浓度之比为  $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} : 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 2 : 1$ ,故选 C。
- 3. D** 【解析】没有明确气体是否处于标准状况下,  $22.4 \text{ L NH}_3$  的物质的量不一定是  $1 \text{ mol}$ ,生成  $\text{N}_2\text{H}_4$  的分子数不一定是  $0.5N_A$ ,A 错误;没有明确溶液体积,不能计算  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaClO}$  溶液中  $\text{Na}^+$  数,B 错误;标准状况下  $\text{H}_2\text{O}$  不是气体,  $2.24 \text{ L H}_2\text{O}$  的物质的量不是  $0.1 \text{ mol}$ ,所含电子数不是  $N_A$ ,C 错误;由反应  $2\text{NH}_3 + \text{NaClO} = \text{N}_2\text{H}_4 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$  可知,N 元素化合价由  $-3$  升高为  $-2$ ,所以每生成  $1 \text{ mol N}_2\text{H}_4$ ,转移的电子数为  $2N_A$ ,D 正确。
- 4. D** 【解析】唐三彩添加的着色剂主要有氧化铁,A 错误;反应器 II 中发生的反应为  $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$ ,氧化产物为  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,还原产物为  $\text{H}_2$ ,二者物质的量之比为  $1 : 4$ ,B 错误;反应器 III 中发生的反应为  $4\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,生成  $1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3$  时,转移电子数为  $\frac{2}{3} \text{ mol}$ ,C 错误;反应器 I 中发生的反应为  $3\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{CO}_2 + 2\text{Fe}$ ,  $3\text{H}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{H}_2\text{O} + 2\text{Fe}$ ,CO 和  $\text{H}_2$  各  $1 \text{ mol}$  参与反应可生成 Fe 共  $\frac{4}{3} \text{ mol}$ ,反应器 II 中发生反应  $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} 4\text{H}_2 + \text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\frac{4}{3} \text{ mol Fe}$  参与该反应理论上可获得  $\frac{16}{9} \text{ mol H}_2$ ,D 正确。

#### 5. D

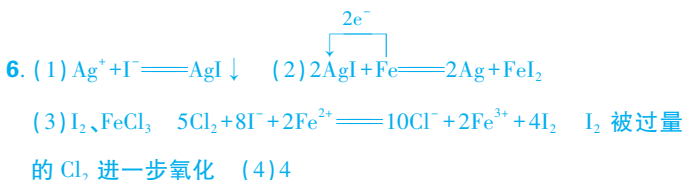


#### 思路导引

由氧化性:  $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+}$  及题图可知,加入  $0 \sim 0.56 \text{ g Fe}$  时发生反应  $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} = 3\text{Fe}^{2+}$ ,加入  $1.68 \text{ g Fe}$  时,固体剩余物的质量为  $1.28 \text{ g}$ ,而  $1.28 \text{ g Cu}$  的物质的量为  $0.02 \text{ mol}$ ,则加入  $0.56 \sim 1.68 \text{ g Fe}$  时发生反应  $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ ;加入  $1.68 \sim 2.24 \text{ g Fe}$  时,若发生反应  $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ ,则加入  $2.24 \text{ g Fe}$  时应生成  $1.92 \text{ g Cu}$ ,而由题图可知此时固体剩余物的质量为  $1.84 \text{ g}$ ,所以此时溶液中不含  $\text{Cu}^{2+}$ 。



【解析】加入  $0 \sim 0.56 \text{ g Fe}$  时发生反应  $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ , A 正确; 由思路导引可知,  $b$  点溶液中的阳离子有  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ , B 正确; 加入  $1.68 \sim 2.24 \text{ g Fe}$  时, 加入铁粉的质量为  $0.56 \text{ g}$ , 固体剩余物的质量增加  $1.84 - 1.28 \text{ g} = 0.56 \text{ g}$ , 此过程中铁粉未参加反应, 即  $c$  点时溶液中溶质为  $\text{FeSO}_4$ , 加入  $0 \sim 0.56 \text{ g Fe}$  时发生反应  $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ , 生成  $\text{FeSO}_4$  的物质的量为  $0.03 \text{ mol}$ , 加入  $0.56 \sim 1.68 \text{ g Fe}$  时发生反应  $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ , 生成  $\text{FeSO}_4$  的物质的量为  $0.02 \text{ mol}$ , 所以  $c$  点时溶液中溶质的物质的量浓度为  $\frac{0.03 \text{ mol} + 0.02 \text{ mol}}{0.2 \text{ L}} = 0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , C 正确; 由上述分析可知原溶液中  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  的物质的量为  $0.01 \text{ mol}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  的物质的量为  $0.02 \text{ mol}$ , 则  $\text{CuSO}_4$  的物质的量为  $0.02 \text{ mol}$ , 所以原溶液中  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  和  $\text{CuSO}_4$  的物质的量浓度之比为  $1 : 2$ , D 错误。

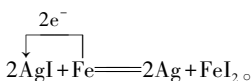


### 思路导引

该流程先利用  $\text{AgNO}_3$  将  $\text{I}^-$  转化为  $\text{AgI}$  的悬浊液, 再利用铁粉置换出  $\text{Ag}$ , 获得  $\text{FeI}_2$  溶液, 最后利用  $\text{Cl}_2$  将  $\text{I}_2$  置换出来。

【解析】(1) 步骤 1 将海水引入固定体积的硝酸银溶液中, 得到  $\text{AgI}$  悬浊液, 反应的离子方程式为  $\text{Ag}^+ + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{AgI} \downarrow$ 。

(2) 因还原性:  $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+}$ , 则转化步骤中反应生成  $\text{FeI}_2$ , 化学方程式为  $2\text{AgI} + \text{Fe} \rightleftharpoons 2\text{Ag} + \text{FeI}_2$ , 银得到电子, 化合价由  $+1$  变为  $0$ , 铁失去电子, 化合价由  $0$  变为  $+2$ , 用单线桥表示电子转移为



(3) 将  $\text{Cl}_2$  通入  $\text{FeI}_2$  溶液中, 当  $\text{Cl}_2$  较少, 即  $\frac{n(\text{Cl}_2)}{n(\text{FeI}_2)} \leq 1$  时, 发生

的反应为  $\text{FeI}_2 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{I}_2 + \text{FeCl}_2$ , 当  $\text{Cl}_2$  较多, 即  $1 < \frac{n(\text{Cl}_2)}{n(\text{FeI}_2)} \leq$

$1.5$  时, 发生的反应为  $2\text{FeI}_2 + 3\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_3 + 2\text{I}_2$ , 所以当

$\frac{n(\text{Cl}_2)}{n(\text{FeI}_2)} = 1.5$  时, 氧化产物为  $\text{I}_2$  和  $\text{FeCl}_3$ ; 由于  $\text{Cl}_2$  具有强氧化

性, 过量后可继续氧化  $\text{I}_2$ , 导致单质碘的收率降低; 当  $\text{Fe}^{2+}$  有  $50\%$  被氧化时, 反应中碘离子和亚铁离子的物质的量之比为  $4 : 1$ , 离子方程式为  $5\text{Cl}_2 + 8\text{I}^- + 2\text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons 10\text{Cl}^- + 2\text{Fe}^{3+} + 4\text{I}_2$ 。

(4)  $\text{KI}$  溶液和  $\text{CuSO}_4$  溶液混合可生成  $\text{CuI}$  沉淀和  $\text{I}_2$ , 表明  $\text{KI}$  中的  $\text{I}^-$  一部分失去电子, 被氧化为  $\text{I}_2$ , 若生成的  $\text{I}_2$  为  $1 \text{ mol}$ , 则有  $2 \text{ mol}$  的  $\text{KI}$  失去电子; 另一部分  $\text{I}^-$  与还原产物  $\text{Cu}^+$  结合形成  $\text{CuI}$ , 依据原子守恒可知生成  $2 \text{ mol CuI}$  时消耗  $2 \text{ mol}$  的  $\text{KI}$ , 所以若生成  $1 \text{ mol I}_2$ , 消耗的  $\text{KI}$  至少为  $4 \text{ mol}$ 。

## 专题上分九 实验综合题中的热点计算

### 1. A

**思路导引** 样品溶于足量稀硫酸时,氧化铁与稀硫酸反应生成硫酸铁和水,氧化铜与稀硫酸反应生成硫酸铜和水,由氧化还原反应规律可知,铁与溶液中离子反应的顺序依次为铁离子、铜离子、氢离子,由反应得到标准状况下  $V$  mL 氢气可知,铁元素完全转化为亚铁离子,铜元素完全转化为铜单质,则滤液 A 为稀硫酸和硫酸亚铁的混合溶液,滤渣为铜,滤液 A 经沉淀、过滤、灼烧得到的固体为氧化铁;由铁原子守恒可知,合金中铁元素的物质的量为  $\frac{3.2 \text{ g}}{160 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 = 0.04 \text{ mol}$ ,由电荷守恒可知,反应消耗硫酸的物质的量为  $0.04 \text{ mol}$ ,由样品的质量可知,样品中氧元素的物质的量为  $\frac{5.76 \text{ g} - 0.04 \text{ mol} \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} - 3.2 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.02 \text{ mol}$ ,由氢原子守恒可知,反应生成氢气的物质的量为  $(0.04 \text{ mol} \times 2 - 0.02 \text{ mol} \times 2) \times \frac{1}{2} = 0.02 \text{ mol}$ 。

**【解析】**由思路导引可知,标准状况下反应生成氢气的体积为  $0.02 \text{ mol} \times 22.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.448 \text{ L} = 448 \text{ mL}$ ,A 正确;由思路导引可知,合金中铁元素的质量为  $0.04 \text{ mol} \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.24 \text{ g}$ ,B 错误;由原子守恒可知,未氧化前,合金中铁元素的质量为  $2.24 \text{ g}$ ,铜元素的质量为  $3.2 \text{ g}$ ,则铁元素的质量分数为  $\frac{2.24 \text{ g}}{2.24 \text{ g} + 3.2 \text{ g}} \times 100\% \approx 41.2\%$ ,C 错误;由 B 中分析可知,样品中铁元素的质量为  $2.24 \text{ g}$ ,则氧化铜的质量一定小于  $5.76 \text{ g} - 2.24 \text{ g} = 3.52 \text{ g}$ ,D 错误。

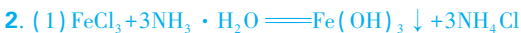
### 归纳总结 质量分数(或纯度)及转化率(或产率)的计算

$$(1) n = \frac{m}{M}, n = \frac{V}{V_m}, n = cV(\text{aq})$$

$$(2) \text{物质的质量分数(或纯度)} = \frac{\text{该物质的质量}}{\text{混合物的总质量}} \times 100\%$$

$$(3) \text{产品产率} = \frac{\text{产品实际产量}}{\text{产品理论产量}} \times 100\%$$

$$(4) \text{物质的转化率} = \frac{\text{原料参加反应的量}}{\text{加入原料的总量}} \times 100\%$$



$$(2) \frac{7n}{10m} \times 100\%$$

**【解析】**(1)步骤③中氨水与  $\text{FeCl}_3$  反应生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  红褐色悬浊液,化学方程式为  $\text{FeCl}_3 + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4\text{Cl}$ 。

(2)最终得到  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  固体  $n \text{ g}$ ,则含有的 Fe 元素的质量为  $n \text{ g} \times \frac{112}{160} = \frac{7}{10}n \text{ g}$ ,根据铁元素守恒,则原样品中含有的铁元素也为

$$\frac{7}{10}n \text{ g}, \text{该含 FeI}_2 \text{ 催化剂中铁元素的质量分数为 } \frac{\frac{7}{10}n \text{ g}}{m \text{ g}} \times 100\% = \frac{7n}{10m} \times 100\%。$$

3. (1) ① ②  $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 8\text{OH}^- \rightleftharpoons 4\text{FeOOH} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$  ③ 过滤

(2) 50.4% (计算过程见解析)

【解析】(1) ①  $\text{FeOOH}$  中原子个数之比  $\text{Fe} : \text{O} : \text{H} = 1 : 2 : 1$ ,  $\text{FeOOH}$  可表示为  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , 若  $\text{Fe}$  原子个数为 2, 则  $\text{O}$  原子个数为 4,  $\text{H}$  原子个数为 2, 故  $n = 1$ ; ② 反应生成  $\text{FeOOH}$  的离子方程式为  $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 8\text{OH}^- \rightleftharpoons 4\text{FeOOH} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ; ③ 棕黄色悬浊液经过滤、洗涤、烘干、研磨, 得到  $\text{FeOOH}$  产品。

(2) 根据题意可找出关系式:  $6\text{FeOOH} \sim 6\text{Fe}^{2+} \sim \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , 故样品中铁元素的质量分数为  $\frac{0.015 \text{ L} \times 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 6 \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1.000 \text{ g}} \times 100\% = 50.4\%。$

4.  $3\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{400^\circ\text{C}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{CO} \uparrow + 2\text{CO}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$

【解析】54.0 g 草酸亚铁晶体的物质的量为 0.3 mol,  $\text{Fe}$  元素的物质的量为 0.3 mol, 在  $\text{N}_2$  氛围下加热,  $B$  点时, 固体为一种铁的氧化物, 质量为 23.2 g, 则固体中  $\text{O}$  的物质的量为  $\frac{(23.2 - 56 \times 0.3) \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.4 \text{ mol}$ , 所以  $B$  点固体物质的化学式为  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , 从起始到  $B$  点, 草酸亚铁热分解的化学方程式为  $3\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{400^\circ\text{C}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{CO} \uparrow + 2\text{CO}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}。$

5. (1)  $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

(2)  $2\text{FeSO}_4 \xrightarrow{650^\circ\text{C}} \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{SO}_3 \uparrow$

**思路导引** 27.8 g  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  样品的物质的量为 0.1 mol, 含有的  $n(\text{H}_2\text{O}) = 0.7 \text{ mol}$ ,  $n(\text{FeSO}_4) = 0.1 \text{ mol}$ ,  $m(\text{FeSO}_4) = 15.2 \text{ g}$ , 则  $P$  为  $\text{FeSO}_4$ 。受热分解过程中先失去的是结晶水,  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  逐步失去结晶水生成  $P$ , 设  $M$  的化学式为  $\text{FeSO}_4 \cdot a\text{H}_2\text{O}$ ,  $N$  的化学式为  $\text{FeSO}_4 \cdot b\text{H}_2\text{O}$ , 则  $0.1 \times (152 + 18a) = 22.4$ ,  $a = 4$ ,  $0.1 \times (152 + 18b) = 17$ ,  $b = 1$ , 则  $M$  的化学式为  $\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $N$  的化学式为  $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}。$

【解析】(1) 由思路导引可知,  $N$  的化学式为  $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}。$

(2)  $P$  为  $\text{FeSO}_4$ , 取  $500^\circ\text{C}$  时的样品  $P$ , 隔绝空气加热到  $650^\circ\text{C}$ , 得到一种固体  $Q$ ,  $P \rightarrow Q$  为  $\text{FeSO}_4$  分解为铁的氧化物和硫的两种氧化物, 根据铁元素守恒,  $Q$  中含有 0.1 mol  $\text{Fe}$  元素, 则  $Q$  中含  $\text{O}$  元素的物质的量为  $\frac{8.0 \text{ g} - 0.1 \text{ mol} \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.15 \text{ mol}$ , 所以

$Q$  的化学式为  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; 根据得失电子守恒, 可知该过程反应的化学方程式为  $2\text{FeSO}_4 \xrightarrow{650^\circ\text{C}} \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{SO}_3 \uparrow。$

## 归纳总结 热重曲线分析的一般方法

- ①设晶体的物质的量为 1 mol。
- ②失重一般是先失水,再失非金属氧化物。
- ③计算每步的剩余固体质量,  $\frac{m(\text{剩余固体})}{m(1 \text{ mol 晶体})} \times 100\% = \text{固体残留率}$ 。
- ④晶体中金属质量不减少,仍在  $m(\text{剩余固体})$  中。
- ⑤失重最后剩余的固体一般为金属氧化物,由质量守恒得  $m(\text{O})$ , 由  $n(\text{金属}) : n(\text{O})$  即可求出失重后物质的化学式。

## 素养上分

- 1. C** 【解析】氧气具有助燃性,鼓入足量空气能使木炭充分燃烧,从而提高炉温,A 正确;合金的熔点一般低于其成分金属,炼锡时加铅,铅与锡形成合金,熔点低,较易熔化流出,B 正确;合金硬度一般大于其成分金属,锡与其他金属制成合金,目的是增大硬度,C 错误;金属锡可与酸性物质发生反应,D 正确。
- 2. D** 【解析】装置甲中放入药品铁粉、稀硫酸,装置乙中盛放氢氧化钠溶液,A 正确;亚铁离子具有还原性,易被空气中的氧气氧化,所以制备硫酸亚铁溶液时,装置甲中铁粉应略过量,防止亚铁离子被氧化,B 正确;实验开始阶段,应打开弹簧夹  $K_1$  和  $K_2$ ,装置甲中铁与稀硫酸反应生成的氢气可排尽装置中的空气,C 正确;利用反应生成的氢气排尽装置中的空气后,关闭弹簧夹  $K_1$ ,反应生成的氢气使装置甲中压强增大,将硫酸亚铁溶液压入装置乙的氢氧化钠溶液中,硫酸亚铁与氢氧化钠在氢气氛围中反应生成硫酸钠和氢氧化亚铁白色沉淀,但不能关闭弹簧夹  $K_2$ ,否则可能会使装置内压强过大,造成危险,D 错误。
- 3. C** 【解析】碘单质氧化性较弱,铁与碘反应生成碘化亚铁,不能生成碘化铁,A 错误;钠先和水反应生成氢氧化钠,氢氧化钠再和硫酸铜反应生成氢氧化铜沉淀,无法置换出铜,B 错误; $\text{Al}(\text{OH})_3$  不溶于氨水,铝盐能和氨水生成  $\text{Al}(\text{OH})_3$  沉淀, $\text{Fe}(\text{OH})_3$  不溶于氨水,可溶性的铁盐与氨水反应生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,C 正确;铜在潮湿的空气中与水、氧气、二氧化碳共同作用生成  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ ,D 错误。

### 4. C



### 思路导引

由题给流程可知,向“烂版液”中加入过量铁粉,将溶液中的氯化铁转化为氯化亚铁、氯化铜转化为铜,过滤得到含有氯化亚铁的滤液 1 和含有铁、铜的滤渣;向滤渣中加入过量稀盐酸,将铁转化为氯化亚铁,过滤得到铜和含有盐酸、氯化亚铁的滤液 2;将滤液 1、2 混合后加入过氧化氢溶液,可将溶液中的氯化亚铁转化为氯化铁,氯化铁溶液在氯化氢气流中经蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥得到六水合氯化铁。

【解析】步骤 I、II、III 所涉及的反应都有元素化合价发生变化,均为氧化还原反应,A 正确;滤液 2 的主要溶质为 HCl、氯化亚

铁,含有的阳离子为氢离子和亚铁离子,B 正确;步骤Ⅲ中加入过氧化氢溶液的目的是将溶液中的氯化亚铁转化为氯化铁,过氧化氢是反应中的氧化剂,而过氧化氢和次氯酸钠反应时,次氯酸钠是氧化剂,过氧化氢是还原剂,过氧化氢在两种反应中的作用不同,C 错误;由得失电子守恒可知,步骤Ⅲ中制备 1 mol 六水合氯化铁需要过氧化氢的质量为  $1 \text{ mol} \times \frac{1}{2} \times 34 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 17 \text{ g}$ ,由于过氧化氢受热易分解,所以实验中需要过氧化氢的质量大于 17 g,D 正确。

**5. A** 【解析】装置乙中温度越高,碳酸氢铵越易分解,不利于  $\text{FeCO}_3$  生成,A 错误;装置甲中足量的铁屑和产生的  $\text{H}_2$  (排尽装置内的空气),都可防止  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化成  $\text{Fe}^{3+}$ ,B 正确;碳酸钠溶液碱性较强,装置甲中硫酸亚铁和碳酸钠反应易产生  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  杂质,C 正确;装置甲中导管 a 的作用是平衡气压,使分液漏斗中的稀硫酸顺利流下,D 正确。

**6. D** 【解析】 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  和  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  溶于盐酸后滴加  $\text{NaOH}$  溶液均会产生红褐色沉淀,因此有红褐色沉淀不能说明还原产物中含有  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,A 不符合题意;将铁粉加入  $\text{CuSO}_4$  溶液,析出红色固体,二者发生置换反应生成  $\text{Cu}$ ,则氧化性: $\text{Cu}^{2+} > \text{Fe}^{2+}$ ,B 不符合题意;氯离子具有还原性,能使高锰酸钾溶液褪色,因此不能确定铁锈

注意:  $\text{Cl}^-$  在酸性较强的溶液中能使  $\text{KMnO}_4$  溶液褪色。

中是否含有  $\text{Fe}^{2+}$ ,C 不符合题意;向  $\text{FeCl}_3$  溶液中加入淀粉-碘化钾溶液,溶液变蓝,表明发生反应  $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ ,则氧化性: $\text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$ ,D 符合题意。

**7. B** 【解析】洗涤应该在过滤操作的基础上进行,应该使用普通漏斗,而不是分液漏斗,且漏斗下端应与烧杯内壁紧靠在一起,A 错误;滤液中含有硫酸铵和碳酸氢铵,则往滤液中加入足量的  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,可生成白色难溶物  $\text{BaSO}_4$  和  $\text{BaCO}_3$ ,B 正确;检验滤液中是否含有  $\text{Fe}^{2+}$  的操作为向滤液中滴加  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液,若出现蓝色沉淀,则含有  $\text{Fe}^{2+}$ ,反之,则无,不能先滴加足量的氯水,氯水会将  $\text{Fe}^{2+}$  转化为  $\text{Fe}^{3+}$ ,C 错误; $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  溶液与  $\text{FeSO}_4$  溶液混合时发生反应的离子方程式为  $\text{Fe}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{FeCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ,题干未告知  $\text{CO}_2$  所处的状态,故无法计算,D 错误。

**8. (1)**  $\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{CuSO}_4 + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$

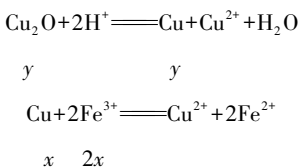
(2)  $\frac{4m}{9}$  (3)  $\frac{15m}{38}$

【解析】(1)由题干信息可知, $\text{Cu}_2\text{O}$  与稀硫酸发生反应,得到紫红色固体( $\text{Cu}$ )和蓝色溶液( $\text{CuSO}_4$  溶液),根据氧化还原反应配平可得该反应的化学方程式为  $\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{Cu}$ 。

(2)红色固体粉末为纯净物只有两种情况:全是  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  或全是  $\text{Cu}_2\text{O}$ 。若全是  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,则反应后固体质量为 0,但反应后固体质量为 0 时,由于  $\text{Cu}_2\text{O}$  与稀硫酸反应生成的铜能与铁离子反应生成亚铁离子和铜离子,则该红色固体粉末可能是  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  和  $\text{Cu}_2\text{O}$  的混合物,所以该红色固体粉末只能是氧化亚铜,由于  $\text{Cu}_2\text{O} +$

$2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cu} + \text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ , 所以  $\text{Cu}_2\text{O}$  与  $\text{Cu}$  的物质的量相等, 而  $\text{Cu}$  的物质的量为  $\frac{a}{64} \text{ mol}$ , 所以  $\text{Cu}_2\text{O}$  的质量为  $\frac{a}{64} \times 144 \text{ g} = m \text{ g}$ , 即  $a = \frac{4}{9}m$ 。

(3) 设  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cu}_2\text{O}$  的物质的量分别为  $x \text{ mol}$ 、 $y \text{ mol}$ , 根据混合物的总质量为  $m \text{ g}$ , 可得  $160x + 144y = m$ , 根据反应列出关系式:



可知反应后剩余固体质量为  $(y-x) \times 64 \text{ g} = a \text{ g} = \frac{1}{9}m \text{ g}$ , 解得  $x = \frac{3m}{1216}$ , 则  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的质量为  $\frac{3m}{1216} \text{ mol} \times 160 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = \frac{15m}{38} \text{ g}$ 。

9. (1) ①分液漏斗  $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) \rightleftharpoons 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$  还原性和酸性 ②除去  $\text{Cl}_2$  中混有的  $\text{HCl}$

(2)  $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$

(3) ① $\text{K}_2\text{FeO}_4$  在酸性溶液中不稳定, 会反应产生  $\text{Fe}^{3+}$  ②除去固体表面附着的氧化性物质 ( $\text{ClO}^-$ ), 防止其氧化  $\text{Cl}^-$  ③溶液的酸、碱性

【解析】(1) ①由题图可知, 盛装浓盐酸的装置名称是分液漏斗; A 中浓盐酸和高锰酸钾反应生成氯气、二氧化锰、氯化钾和水, 反应的化学方程式为  $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) \rightleftharpoons 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ ; 该反应中, 16 个  $\text{HCl}$  中有 10 个  $\text{HCl}$  中 -1 价的氯元素失电子生成  $\text{Cl}_2$ , 这 10 个  $\text{HCl}$  表现出还原性, 其余 6 个  $\text{HCl}$  中元素化合价不变, 表现出酸性, 故浓盐酸在该反应过程中体现了还原性和酸性。②该方法制备的氯气中混有氯化氢, 则装置 B 中饱和食盐水的作用是除去  $\text{Cl}_2$  中混有的  $\text{HCl}$ 。

(2) 氯气能与碱发生氧化还原反应, C 中含  $\text{KOH}$ , 则通入  $\text{Cl}_2$  还能发生反应的离子方程式为  $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ 。

(3) ①已知  $\text{K}_2\text{FeO}_4$  在碱性溶液中较稳定, 在酸性或中性溶液中快速产生  $\text{O}_2$ , 且自身转化为  $\text{Fe}^{3+}$ , 发生的反应为  $4\text{FeO}_4^{2-} + 20\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{3+} + 3\text{O}_2 \uparrow + 10\text{H}_2\text{O}$ 。②制备  $\text{K}_2\text{FeO}_4$  时有次氯酸根离子生成, 次氯酸根离子具有强氧化性, 在酸性条件下能和氯离子发生归中反应释放出氯气, 会干扰实验, 且  $\text{K}_2\text{FeO}_4$  在碱性溶液中较稳定, 微溶于  $\text{KOH}$  溶液, 则方案二中“用  $\text{KOH}$  溶液充分洗涤 C 中所得固体”, 其作用是除去固体表面附着的氧化性物质 ( $\text{ClO}^-$ ), 防止其氧化  $\text{Cl}^-$ 。③制备  $\text{K}_2\text{FeO}_4$  时, 是在  $\text{KOH}$  溶液中反应的,  $\text{Cl}_2$  为氧化剂,  $\text{K}_2\text{FeO}_4$  为氧化产物, 说明氧化性:  $\text{Cl}_2$  强于  $\text{FeO}_4^{2-}$ , 而方案二实验中  $\text{FeO}_4^{2-}$  与盐酸反应生成  $\text{Cl}_2$  是在酸性条件下, 高铁酸根离子为氧化剂,  $\text{Cl}_2$  为氧化产物, 表明氧化性: 高铁酸根离子比  $\text{Cl}_2$  强, 则影响物质氧化性强弱的因素有溶液的酸、碱性。



# 全章 上分

1. **D** 【解析】合金是由金属与金属或金属与非金属熔合而成的具有金属特性的物质,具有许多优良的物理、化学或机械性能,A 正确;钢是用量最大、用途最广的合金,其中合金钢又叫特种钢,B 正确;组成合金的原子的半径不同,合金内原子层之间的相对滑动变得困难,导致合金的硬度变大,C 正确;具有实用价值的储氢合金要求储氢量大,金属氢化物既容易形成,稍稍加热又容易分解,室温下吸、放氢的速率快,D 错误。
2. **D** 【解析】铁在氯气中燃烧生成  $\text{FeCl}_3$ ,A 不符合题意;铁粉与水蒸气共热生成的四氧化三铁中含有二价和三价的铁,B 不符合题意;氧化铁溶于盐酸生成氯化铁,C 不符合题意;铁与稀硫酸反应生成  $\text{FeSO}_4$  和  $\text{H}_2$ ,不可能生成三价铁的化合物,D 符合题意。
3. **C** 【解析】Fe 与盐酸反应生成  $\text{FeCl}_2$ , $\text{FeCl}_2$  与碱反应生成  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ , $\text{Fe}(\text{OH})_2$  与  $\text{O}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  反应生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,①正确;常温下 Na 和氧气反应生成  $\text{Na}_2\text{O}$ , $\text{Na}_2\text{O}$  和  $\text{CO}_2$  反应生成  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , $\text{Na}_2\text{CO}_3$  与  $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_2$  反应生成  $\text{NaHCO}_3$ , $\text{NaHCO}_3$  与足量的  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  溶液反应生成  $\text{NaOH}$ ,②正确;镁和氯气反应生成  $\text{MgCl}_2$ , $\text{MgCl}_2$  和  $\text{NaOH}$  溶液反应生成  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,③正确;铝与氧气反应生成  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$  不能通过一步反应生成  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,④错误;Al 与  $\text{NaOH}$  反应生成  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ ,向  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  溶液中通入适量的  $\text{CO}_2$ ,可生成  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,⑤正确。综上所述,每步转化都能通过一步反应实现的是①②③⑤,C 符合题意。
4. **B** 【解析】在反应开始前通入  $\text{N}_2$ ,可排尽装置中的空气,实验过程中通入  $\text{N}_2$  的目的是使反应产生的气体全部进入后续装置,A 正确;E 中固体变红,F 中澄清石灰水变浑浊只能证明热分解产物中有还原性气体 CO,CO 与  $\text{CuO}$  反应生成  $\text{CO}_2$ ,无法证明热分解产物中有  $\text{CO}_2$ ,B 错误;为防止倒吸,需要先熄灭反应装置中的酒精灯,冷却至室温的过程中需一直通入  $\text{N}_2$ ,C 正确;结束实验后,待 A 中残留物冷却至室温,取少量 A 中残留物于试管中,加稀硫酸溶解,滴加 1~2 滴  $\text{KSCN}$  溶液,溶液变红,说明溶液中含有铁离子,可证明残留物中含有  $\text{Fe}(\text{III})$ ,D 正确。
5. **A** 【解析】根据反应后溶液中含有  $\text{H}^+$ ,可知加入的盐酸过量,溶液中的溶质为  $\text{NaCl}$ 、 $\text{AlCl}_3$ 、 $\text{HCl}$ ,根据电荷守恒得溶液中  $n(\text{Al}^{3+}) : n(\text{Na}^+) = 1 : 3$ ,则原固体混合物中  $n(\text{Al}) : n(\text{Na}_2\text{O}_2) = 1 : 1.5$ ,O 元素、Al 元素的质量之比为  $1.5 \times 2 \times 16 : 1 \times 27 = 16 : 9$ ,故选 A。
6. **A** 【解析】将气体通过灼热的铜网,氧气与铜反应而  $\text{CO}_2$  不与 Cu 反应,可除去  $\text{CO}_2$  中的氧气,A 正确;铜与稀盐酸不反应而铁与稀盐酸反应,不能加稀盐酸除去铁中混有的铜,B 错误;铜与氯化铁反应生成氯化铜和氯化亚铁,引入了新的杂质,C 错误; $\text{FeSO}_4$  与足量氯气反应生成硫酸铁,但引入了新杂质( $\text{Cl}^-$ ),D 错误。

**7. A** 【解析】溶解最多的铁粉时,溶液为  $\text{FeCl}_2$  溶液,已知  $\text{Cl}^-$  的物质的量浓度为  $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,则最终  $\text{FeCl}_2$  溶液的浓度为  $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,根据氯元素守恒及题干信息可知,原溶液中各溶质的物质的量浓度均为  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,则原溶液中含有的铁元素的物质的量浓度为  $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,根据铁元素守恒,该溶液最多能溶解铁的物质的量为  $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 \text{ L} - 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 \text{ L} = 1 \text{ mol}$ ,即  $56 \text{ g}$ ,故选 A。

**8. C** 【解析】向溶液中滴入  $\text{KSCN}$  溶液,无现象,可知溶液中没有  $\text{Fe}^{3+}$ ,溶液中铁元素全部以  $\text{Fe}^{2+}$  形式存在,A 正确;盐酸中的氢元素部分转化为  $\text{H}_2$ ,部分结合四氧化三铁中的氧元素生成  $\text{H}_2\text{O}$ ,根据氢原子守恒有  $n(\text{HCl}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) + 2n(\text{H}_2)$ ,即  $0.028 \text{ L} \times 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 2n(\text{H}_2\text{O}) + 2 \times \frac{0.1344 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}$ ,解得  $n(\text{H}_2\text{O}) = 0.008 \text{ mol}$ ,由氧原子守恒知  $n(\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) = 0.008 \text{ mol}$ ,B 正确;最终溶液中的溶质为  $\text{FeCl}_2$ ,根据氯原子守恒可知  $n(\text{FeCl}_2) = \frac{1}{2}n(\text{HCl}) = \frac{1}{2} \times 0.028 \text{ L} \times 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.014 \text{ mol}$ ,则样品中的  $n(\text{Fe}) = n(\text{FeCl}_2) = 0.014 \text{ mol}$ ,由 B 项中分析可知样品中的  $n(\text{O}) = 0.008 \text{ mol}$ ,故样品中铁元素的质量分数为  $\frac{0.014 \text{ mol} \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{0.014 \text{ mol} \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 0.008 \text{ mol} \times 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 100\% \approx 86\%$ ,C 错误; $n(\text{H}_2) = 0.006 \text{ mol}$ ,根据得失电子守恒得  $n(\text{Cu}) = n(\text{H}_2) = 0.006 \text{ mol}$ ,生成  $\text{Cu}$  的质量为  $0.006 \text{ mol} \times 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.384 \text{ g}$ ,D 正确。

**9. A** 【解析】过程 d 反应生成的  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  可以作净水剂,但不能作消毒剂,A 错误;由题图可知,过程 a、c 会产生较多酸性废水,破坏矿区生态环境,B 正确;由过程 a 可知,1 mol  $\text{FeS}_2$  转化为 2 mol  $\text{SO}_4^{2-}$  时失去 14 mol 电子,则 0.1 mol  $\text{FeS}_2$  完全被氧化时失去电子的物质的量为 1.4 mol,空气中氧气的体积分数约为 20%,设消耗空气  $V \text{ L}$ ,根据关系式  $\text{O}_2 \sim 4\text{e}^-$ ,则有  $\frac{V \text{ L} \times \frac{1}{5}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 4 = 1.4 \text{ mol}$ ,解得  $V = 39.2 \approx 39$ ,C 正确;设样品中  $\text{FeCl}_2$  和  $\text{FeCl}_3$  的物质的量分别为  $x \text{ mol}$ 、 $y \text{ mol}$ ,则有  $\frac{n(\text{Fe})}{n(\text{Cl})} = \frac{x+y}{2x+3y} = \frac{1}{2.1}$ ,解得  $x:y = 9:1$ ,则该样品中  $\text{FeCl}_3$  的物质的量分数为  $\frac{1}{1+9} \times 100\% = 10\%$ ,D 正确。

**10. (1)**  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$

**(2)**  $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \longrightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$

**(3)** 17 : 12

**(4)**  $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 + 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- \longrightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

【解析】(1)氧化铝是一种两性氧化物,其与  $\text{NaOH}$  溶液反应生成四羟基合铝酸钠,化学方程式为  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 。

(2)  $\text{Al}(\text{OH})_3$  中和胃酸的原理为  $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 73.2 g 该合金恰好溶解于 1.4 L  $5.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  HCl 溶液中, 假设 Mg 的物质的量为  $x \text{ mol}$ , Al 的物质的量为  $y \text{ mol}$ , 则  $24x + 27y = 73.2$ ,  $2x + 3y = 1.4 \times 5 = 7$ , 解得  $x = 1.7$ ,  $y = 1.2$ , 则该合金中 Mg 和 Al 的物质的量之比为 17 : 12。

(4) 通入的  $\text{CO}_2$  依次与  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 $\text{NaOH}$ 、 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{BaCO}_3$  发生反应, 则最先与  $\text{CO}_2$  发生反应的物质是  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $ab$  段为  $\text{CO}_2$  与  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  反应生成  $\text{Al}(\text{OH})_3$  沉淀, 发生反应的离子方程式为  $\text{CO}_2 + 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 。

## 11. (1) 三颈烧瓶

(2) ①  $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow + \text{Fe}^{2+}$  ② 装置 A 中有气泡产生, 且 A 中液体经导管进入装置 B 中 装置 A 中产生  $\text{H}_2$ , 使装置 A 中压强增大, A 中液体被压入装置 B 中 ③ 过滤 ④ 液封, 防止空气进入三颈烧瓶中氧化  $\text{Fe}^{2+}$  不能处理尾气中的  $\text{H}_2$  (或可能会引起倒吸)

(3) ① 将  $\text{Fe}^{2+}$  全部氧化为  $\text{Fe}^{3+}$  ②  $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$



### 思路导引

制备莫尔盐: 打开分液漏斗瓶塞, 关闭  $\text{K}_3$ , 打开  $\text{K}_2$ 、 $\text{K}_1$ , 稀硫酸和铁反应生成氢气, 排尽装置内的空气, 待大部分铁屑溶解后, 打开  $\text{K}_3$ , 关闭  $\text{K}_2$ , A 中的液体被压入 B 中, 关闭活塞  $\text{K}_2$ 、 $\text{K}_3$ , 采用热水浴的方式蒸发 B 中水分, 当液面产生晶膜时, 停止加热, 冷却结晶, 过滤, 用无水乙醇洗涤, 得莫尔盐晶体, 装置 C 用于液封, 防止空气进入三颈烧瓶中氧化  $\text{Fe}^{2+}$ 。

制备硫酸铁铵: 步骤①为碱煮、水洗除去废铁屑表面油污, 步骤②为铁与稀硫酸在  $80 \sim 95 \text{ }^\circ\text{C}$  的水浴加热条件下反应, 过滤得到废渣和含有硫酸亚铁的滤液, 向硫酸亚铁溶液中加入过氧化氢溶液, 将硫酸亚铁氧化为硫酸铁, 向硫酸铁溶液中加入硫酸铵固体, 经蒸发浓缩、降温结晶、过滤、洗涤、干燥得到硫酸铁铵。

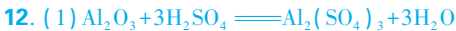
【解析】(1) 装置 B 为三颈烧瓶。

(2) ① 铁与稀硫酸反应生成硫酸亚铁和氢气, 离子方程式为  $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow + \text{Fe}^{2+}$ 。② 待大部分铁屑溶解后, 打开  $\text{K}_3$ , 关闭  $\text{K}_2$ , A 中生成氢气, 压强增大, 将 A 中的液体压入 B 中。③ 用过滤的方法将晶体从溶液中分离出来。④ 装置 C 中的导管插入水面以下, 可起到液封作用, 能防止空气进入三颈烧瓶中将  $\text{Fe}^{2+}$  氧化。装置 C 存在的缺点是不能除去尾气中的  $\text{H}_2$ , 也不能防止倒吸。

(3) ① 步骤③加入的过氧化氢溶液, 将硫酸亚铁氧化为硫酸铁, 为了保证亚铁离子完全被氧化, 所以需要选用足量的  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液。② 设硫酸铁铵晶体的化学式为  $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ , 其相

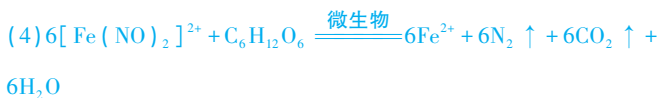
对分子质量为  $266+18x$ , 由题意可得  $\frac{1.5 \times 18}{266+18x} \times 100\% = 5.6\%$ , 解

得  $x \approx 12$ , 则硫酸铁铵晶体的化学式为  $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 。



(2) ①  $4.9 \leq \text{pH} < 7.1$  ②  $\text{Al}(\text{OH})_3$

(3) ①  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$  ② 取反应后的溶液于试管中, 滴加 KSCN 溶液, 若溶液不变红, 则证明反应已完全



### 思路导引

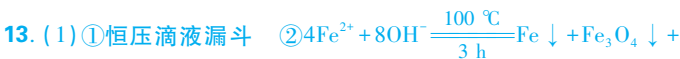
某种粉煤灰(主要含  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaCO}_3$  等)的铝、铁分离工艺流程中, 粉煤灰加入稀硫酸“酸浸”得到的溶液中含有硫酸铝、硫酸铁, 加入还原剂铁粉还原铁离子为亚铁离子, 便于加入氨水沉淀铝离子生成氢氧化铝沉淀, 过滤后所得  $\text{FeSO}_4$  溶液可用于吸收 NO,  $[\text{Fe}(\text{NO})_2]^{2+}$  在微生物的作用下与  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  发生反应生成亚铁离子、氮气、二氧化碳和水。

【解析】(1) “酸浸”时  $\text{Al}_2\text{O}_3$  发生反应的化学方程式为  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) ①“分离”过程中加入氨水使  $\text{Al}^{3+}$  完全沉淀, 而  $\text{Fe}^{2+}$  不沉淀, 结合题表中数据, 调 pH 的范围是  $4.9 \leq \text{pH} < 7.1$ 。②结合流程, 可知“废渣”的主要成分是  $\text{Al}(\text{OH})_3$ 。

(3) ①“浸出液”中加铁粉的作用: 一是除去“酸浸”中过量的稀硫酸, 利于后续调 pH; 二是将  $\text{Fe}^{3+}$  还原为  $\text{Fe}^{2+}$ , 离子方程式为  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ 。②证明该反应已完全, 即证明反应后的溶液中没有  $\text{Fe}^{3+}$  存在, 实验方案是取反应后的溶液于试管中, 滴加 KSCN 溶液, 若溶液不变红, 则证明反应已完全。

(4)  $[\text{Fe}(\text{NO})_2]^{2+}$  在微生物的作用下与  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  发生反应, 离子方程式为  $6[\text{Fe}(\text{NO})_2]^{2+} + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{微生物}} 6\text{Fe}^{2+} + 6\text{N}_2 \uparrow + 6\text{CO}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$ 。



③从三颈烧瓶中取少量反应后的溶液于试管中, 加入 2~3 滴 KSCN 溶液, 若溶液不变色, 则再加入少量新制氯水, 此时若溶液不变为红色, 则反应已经进行完全(或加入铁氰化钾溶液, 若无蓝色沉淀产生, 则反应已经进行完全)

(2) ①防止产品中的铁元素被空气中的  $\text{O}_2$  氧化

②  $m(\text{理论}) = 0.0125 \text{ mol} \times (56 + 232) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 3.6 \text{ g}$ , 则产率为

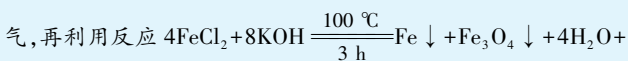
$$\frac{3.24 \text{ g}}{3.6 \text{ g}} \times 100\% = 90.00\%$$

(3) 边搅拌边加入适量稀硫酸和双氧水, 充分反应后, 加热至沸

腾,除去过量的  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,冷却,再加入  $20\text{ mL } 1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeSO}_4$  溶液,然后加入足量  $1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$  溶液,加热、搅拌使其充分反应,静置、过滤、洗涤、干燥



**思路导引** 实验室以  $\text{FeCl}_2$  溶液为原料制备高密度磁记录材料  $\text{Fe}/\text{Fe}_3\text{O}_4$  复合物,该反应利用氩气排除装置中的空气,再利用反应



制得  $\text{Fe}$  和  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  的黑色沉淀。

**【解析】**(1)①由题图可知,盛装  $\text{KOH}$  溶液的仪器名称为恒压滴

液漏斗。②三颈烧瓶中发生的反应为  $4\text{FeCl}_2 + 8\text{KOH} \xrightarrow[3\text{ h}]{100\text{ }^\circ\text{C}}$

$\text{Fe} \downarrow + \text{Fe}_3\text{O}_4 \downarrow + 4\text{H}_2\text{O} + 8\text{KCl}$ ,则其离子方程式为  $4\text{Fe}^{2+} + 8\text{OH}^- \xrightarrow[3\text{ h}]{100\text{ }^\circ\text{C}}$

$\text{Fe} \downarrow + \text{Fe}_3\text{O}_4 \downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。③反应是否进行完全,只需检验反应后溶液中是否存在亚铁离子即可。

(2)①焙烧需要在隔绝空气的条件下进行是因为产品中的铁元素能被空气中的氧气氧化。② $50\text{ mL } 1.00\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeCl}_2$  溶液

中  $\text{Fe}$  的物质的量为  $0.05\text{ mol}$ ,根据发生反应的离子方程式为

$4\text{Fe}^{2+} + 8\text{OH}^- \xrightarrow[3\text{ h}]{100\text{ }^\circ\text{C}} \text{Fe} \downarrow + \text{Fe}_3\text{O}_4 \downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$ ,可知理论上制得的  $\text{Fe}$

和  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  的物质的量均为  $0.0125\text{ mol}$ ,所以理论上得到的产品

质量  $m(\text{理论}) = 0.0125\text{ mol} \times (56 + 232)\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 3.6\text{ g}$ ,实际得

到的产品质量为  $3.24\text{ g}$ ,所以产品产率为  $\frac{3.24\text{ g}}{3.6\text{ g}} \times 100\% =$

$90.00\%$ 。

(3)根据反应  $\text{FeSO}_4 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 8\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_3\text{O}_4 \downarrow + 4\text{Na}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$  制备  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,应该先用双氧水和稀硫酸将  $\text{FeSO}_4$  氧化为  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,再加入  $\text{FeSO}_4$  溶液和氢氧化钠溶液,加热,即可达到目的。

## 真题上分

**1. C** **【解析】**纸的主要成分是纤维素,属于有机高分子材料,A 不符合题意;沙子的主要成分是  $\text{SiO}_2$ ,属于无机非金属材料,B 不符合题意;铁属于金属材料,C 符合题意;糖类属于有机物,D 不符合题意。

**2. A** **【解析】** $\text{Al}(\text{OH})_3$  呈两性,能与强酸或强碱反应,可用于中和过多的胃酸,A 错误; $\text{Na}_2\text{O}_2$  能与  $\text{CO}_2$  发生反应  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ ,可用作呼吸面具等的供氧剂,B 正确; $\text{FeO}$  中  $\text{Fe}$  元素的化合价为  $+2$  价,处于较低价态,具有还原性, $\text{FeO}$  不稳定,在空气中受热能迅速被氧化为  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,C 正确; $\text{Fe}_2\text{O}_3$  为红色粉末,性质稳定,可用作红色颜料,D 正确。

**3. B** **【解析】** $\text{Fe}$  与水蒸气在高温条件下反应生成四氧化三铁和氢

气,A 正确;该反应是在高温条件下进行的,所以铁粉与水蒸气反应需要的温度比湿棉花处产生水蒸气需要的温度更高,则酒精灯应在铁粉处加热,利用余热使湿棉花处的水汽化,若将酒精灯移至湿棉花下,会导致水蒸气生成速率过快,未反应就逸出,利用率降低,B 错误;采用肥皂泡收集氢气,再点燃肥皂泡检验氢气的方法相对比较安全,C 正确;该反应所需温度较高,需要用硬质玻璃试管,D 正确。

**4. B** 【解析】若 a 在沸水中可生成 e,则 a 为 Mg,a→f 的反应也可以是 Mg 与酸发生置换反应,A 错误;根据存在 e→d 的转化可知,a 为 Fe,e→d 的转化为  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  (白色)转化为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  (红褐色),存在物质颜色变化,B 正确;若 c 为  $\text{AlCl}_3$ ,加热其饱和溶液,不会形成能产生丁达尔效应的红棕色分散系,C 错误;若 b、d 分别为  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,均可与 HCl 反应生成  $\text{AlCl}_3$ ,D 错误。

**5. B** 【解析】“焙烧”中  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{O}_2$  反应生成含+6 价 Cr 的钠盐和  $\text{CO}_2$ ,反应的化学方程式为  $2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 4\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{焙烧}} 4\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 4\text{CO}_2$ ,A 正确;“焙烧”过程中有  $\text{O}_2$  参与,FeO 被氧化,则滤渣不可能为  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,B 错误;滤液①为碱性环境,则+6 价 Cr 元素的主要存在形式为  $\text{CrO}_4^{2-}$ ,C 正确;“转化”操作后,+6 价 Cr 元素被还原为+3 价,则淀粉水解液中的葡萄糖起还原作用,D 正确。

**6. C** 【解析】 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  与 Cu 发生氧化还原反应,刻蚀铜版,表现氧化性,A 错误;实验 II 中, $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液中存在  $\text{K}^+$ 、 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ , $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  并不能电离出  $\text{Fe}^{3+}$ ,因此  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液与 KSCN 溶液并不能发生反应,溶液颜色无明显变化,B 错误;实验 I 中,KSCN 溶液与  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  溶液反应产生  $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ ,溶液变为红色,但  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液与 KSCN 溶液不发生反应, $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液呈黄色,因此 KSCN 可以区分  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  和  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,C 正确;焰色试验用于判断试样所含的金属元素,铁元素焰色为无色,而  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  中含有钾元素,焰色试验时透过蓝色钴玻璃可以看到紫色,因此焰色试验可以区分  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  和  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,D 错误。

**7. B** 【解析】反应①中 Mn 元素的化合价由+7 价降低到+2 价,I 元素的化合价由-1 价升至 0 价,根据得失电子守恒、原子守恒和电荷守恒,反应①的离子方程式为  $10\text{I}^- + 2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{I}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$ ,可得  $n(\text{KMnO}_4) = \frac{1}{5}n(\text{KI})$ ,即  $n = 0.0002$ , $n(\text{Mn}^{2+}) : n(\text{I}_2) = 2 : 5$ ,A 错误;根据  $n = 0.0002$ ,反应②的  $n(\text{I}^-) : n(\text{MnO}_4^-) = 0.001 : (10 \times 0.0002) = 1 : 2$ ,反应②对应的关系式为  $\text{I}^- \sim 2\text{MnO}_4^- \sim 2\text{MnO}_2 \sim \text{IO}_x^- \sim 6\text{e}^-$ ,则  $\text{IO}_x^-$  中 I 元素的化合价为+5 价, $x = 3$ ,反应②的离子方程式为  $\text{I}^- + 2\text{MnO}_4^- + \text{H}_2\text{O} = 2\text{MnO}_2 \downarrow +$



$\text{IO}_3^- + 2\text{OH}^-$ , B 正确; 已知  $\text{MnO}_4^-$  的氧化性随溶液酸性减弱而减弱, 反应②中  $\text{MnO}_4^-$  的氧化性较弱, 但  $\text{I}^-$  的氧化产物中 I 元素化合价比反应①中更高, 所以反应②中  $\text{I}^-$  的还原性更强,  $\text{I}^-$  的还原性随溶液酸性减弱而增强, C 错误; 根据反应①和②的离子方程式可知, 反应①中消耗  $\text{H}^+$ 、生成水, 溶液 pH 增大, 反应②中生成  $\text{OH}^-$ 、消耗水, 溶液 pH 增大, D 错误。