



第三章 铁 金属材料

第一节 铁及其化合物

★教材 P77【练习与应用】



【解析】铁与水蒸气的反应中， H_2O 中的 H 元素的化合价由 +1 价降低到 H_2 中的 0 价，被还原，作氧化剂；Fe 与 Cl_2 的反应中， Cl_2 中的 Cl 元素的化合价由 0 价降低到 FeCl_3 中的 -1 价，化合价降低，被还原。

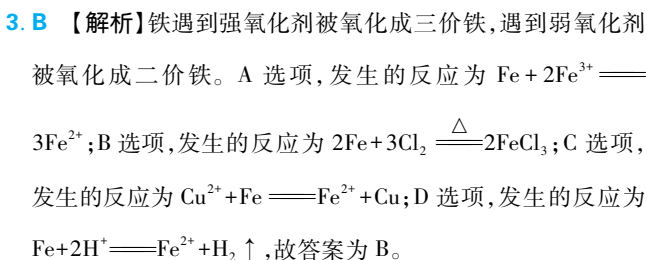
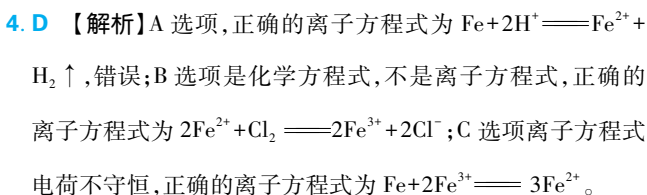


【解析】选择除杂试剂时，既要去除杂质，又要易于分离，同时还不能引入新杂质。

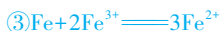
(1) Fe^{3+} 具有氧化性，Fe 具有还原性，Fe 可以将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} 。

(2) Fe^{2+} 具有还原性，可以被 Cl_2 氧化为 Fe^{3+} 。

(3) Cu^{2+} 具有氧化性，Fe 具有还原性且还原性强于 Cu，Fe 可以置换出 Cu。



② 在 FeCl_2 溶液中滴加氯水 溶液由浅绿色变为棕黄色



【解析】① 根据实验现象可知 Fe^{2+} 被 Zn 还原，说明 Fe^{2+} 具有氧化性。② 根据实验结论要验证 Fe^{2+} 具有还原性，则需要加入氧化剂，根据所给的试剂可知，可以选择氯水。③ 根据实



验现象可知, Fe^{3+} 被 Fe 还原。

6. (1) FeCl_2 KCl



【解析】本题的一个突破口是焰色试验呈紫色,再结合框图可知 H 为 AgCl ,则 D 溶液为 KCl 溶液;另一个突破口为白色沉淀 E 在空气中变为红褐色沉淀 F,可以确定 E、F 分别为 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$,再结合框图可以推断出 A 为 Fe, B 为 FeCl_2 , C 为 KOH , G 为 FeCl_3 。

第二节 金属材料

★教材 P86【练习与应用】

1. 钢 碳素钢 合金钢 铬、镍

2. 酸 碱 两性

【解析】 Al_2O_3 既能与酸反应生成盐和水,又能与碱反应生成四羟基合铝酸盐和水,因此, Al_2O_3 是一种两性氧化物。如与盐酸反应: $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} \longrightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$, 与 NaOH 溶液反应: $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 。

3. (1) CO_2 与 NaOH 溶液发生了反应,导致易拉罐内气体减少,压强减小 $\text{CO}_2 + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

(2) 铝与 NaOH 溶液反应生成氢气,导致易拉罐内气体增多,压强增大 $2\text{OH}^- + 2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2 \uparrow$

【解析】(1) CO_2 属于酸性氧化物,与碱可以发生反应生成盐和水,气体减少,造成易拉罐内压强减小,在大气压作用下,易拉罐变瘪。

(2) 铝可以与氢氧化钠溶液反应生成 H_2 , 气体增多,造成易拉罐内压强增大,所以瘪了的易拉罐又会鼓起来。

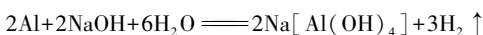
4. D 【解析】合金的熔点一般比各成分金属的低,但有例外, A 错误;我国最早使用的合金是铜合金, B 错误;生铁的含碳量为 2%~4.3%, C 错误;稀土金属既可以单独使用,又可以用来生产合金, D 正确。

5. D 【解析】铝的化学性质较活泼,在常温下与空气中的氧气发生反应,表面生成一层致密的氧化物保护膜,阻止内部铝进一步被腐蚀, A、C 错误, D 正确;铝既能与酸反应又能与碱反应, B 错误。

6. A 【解析】Al 与盐酸反应: $2\text{Al} + 6\text{HCl} \longrightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$, 铝与 NaOH 溶液反应: $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2 \uparrow$, 故等质量的铝分别与足量的盐酸、 NaOH 溶液反应放出等物质的量的氢气,同温同压下体积比为 1:1。

7. 某种金属能否成为一种应用广泛的材料,往往取决于下列因素:储量是否丰富,开采、冶炼的难易程度和成本大小,金属的物理、化学或机械性能是否优良,是否利于回收利用等。铁、铝的冶炼相对较容易,且储量较大,所以被大量使用。
8. 利用铝和氢氧化钠、水反应产生大量气体,增大管道内的气压,同时 NaOH 具有一定的腐蚀性,从而疏通管道。反应的化学方程式为 $2\text{Al}+2\text{NaOH}+6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]+3\text{H}_2 \uparrow$ 。
9. 应考虑合金的硬度、光泽、价格、耐磨性、耐腐蚀性,易加工程度等因素。
10. 6.72 L

【解析】5.4 g 铝的物质的量 $n(\text{Al}) = \frac{5.4 \text{ g}}{27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$,



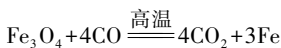
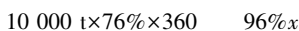
$$\frac{2 \text{ mol}}{0.2 \text{ mol}} = \frac{3 \text{ mol}}{n(\text{H}_2)}$$

解得 $n(\text{H}_2) = 0.3 \text{ mol}$, $V(\text{H}_2) = 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.3 \text{ mol} = 6.72 \text{ L}$ 。

11. 55% $2.1 \times 10^6 \text{ t}$

【解析】矿石中铁的质量分数 $w = \frac{168}{232} \times 76\% \approx 55\%$ 。

设生铁的年产量为 x 。



$$\frac{232}{10\,000 \text{ t} \times 76\% \times 360} = \frac{168}{96\%x}, \text{解得 } x \approx 2.1 \times 10^6 \text{ t}。$$

★教材 P88【复习与提高】

1. $\text{Fe}+2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{2+}+\text{H}_2 \uparrow$

【解析】铁与 HCl 反应生成氯化亚铁和氢气。

2. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ Fe_2O_3

【解析】铁与稀硫酸反应生成 FeSO_4 ; 加入氯水, 二价铁被氧化为三价铁, 再加入过量的氨水生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 受

热分解生成 Fe_2O_3 : $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

3. Fe^{2+}

【解析】加入铁粉, 发生的反应有 $\text{Fe}+2\text{Fe}^{3+} \longrightarrow 3\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}+\text{Fe} \longrightarrow \text{Fe}^{2+}+\text{Cu}$ 、 $\text{Fe}+2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{2+}+\text{H}_2 \uparrow$, 由于剩余的固体可以被磁铁吸引, 故铁粉过量, 因此溶液中存在较多的阳离子为 Fe^{2+} 。

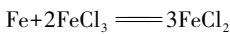
**4. 铁粉 防止 FeSO_4 被氧化**

【解析】因为 FeSO_4 变质后生成 Fe^{3+} , 加入铁粉后发生反应:

$\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} \longrightarrow 3\text{Fe}^{2+}$, 可防止 FeSO_4 被氧化。

5. 2:3

【解析】设已反应的 Fe^{3+} 和未反应的 Fe^{3+} 的物质的量分别为 $x \text{ mol}$ 、 $y \text{ mol}$, 则:



$$x \text{ mol} \qquad \frac{3x}{2} \text{ mol}$$

依题意得 $y = \frac{3x}{2}$, 所以 $x:y = x:\frac{3x}{2} = 2:3$ 。

6. B 【解析】含有 Fe^{3+} 的溶液遇到 KSCN 溶液时变成红色, 这一反应常用来检验 Fe^{3+} 的存在。

7. C 【解析】铁片与稀硫酸反应, 放出氢气, A 不符合题意; 铁片与 CuSO_4 溶液反应, 离子方程式为 $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} \longrightarrow \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}$, 铁片溶解, 析出铜, 溶液质量减少, B 不符合题意; 铁片与 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液反应生成 FeSO_4 , 溶液质量增加, C 符合题意; 铁片与 AgNO_3 溶液反应, 离子方程式为 $\text{Fe} + 2\text{Ag}^+ \longrightarrow 2\text{Ag} + \text{Fe}^{2+}$, 铁片溶解, 析出银, 溶液质量减少, D 不符合题意。

8. D 【解析】A 项应生成 Fe^{2+} ; B 项电荷和质量均不守恒; C 项得失电子和电荷均不守恒。

9. A 【解析】铁粉与盐酸反应生成 Fe^{2+} , 若检验出溶液中有 Fe^{3+} , 说明铁粉变质, A 正确; 加入 KSCN 溶液时未变成红色, 不能说明铁粉没有变质, 因为即使有部分变质, 过量的铁粉会与少量的 Fe^{3+} 发生反应: $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} \longrightarrow 3\text{Fe}^{2+}$, 遇到 KSCN 溶液也不变成红色, B 错误; 由于先加了氯水, 则铁粉即使没有变质, 溶液中的 Fe^{2+} 也会被氧化为 Fe^{3+} , C 错误; 若铁粉部分变质或未变质, 也会出现与 D 中相同的现象, D 错误。

10. (1) $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} \longrightarrow 3\text{Fe}^{2+}$

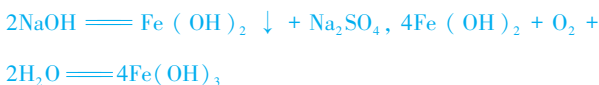
(2) 向氯化铁溶液中加入过量氢氧化钠溶液生成氢氧化铁沉淀, 过滤, 灼烧滤渣即可得到氧化铁(即铁红)。涉及反应的化学方程式: $\text{FeCl}_3 + 3\text{NaOH} \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NaCl}$;



11. (1) ①Fe、Cu ② FeSO_4 ③Cu ④ FeSO_4 、 H_2SO_4 ⑤足量的 Fe ⑥过滤 ⑦足量稀硫酸 ⑧过滤

(2) KSCN 溶液、氯水 开始无明显现象, 加入氯水后溶液变成红色 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$

(3) 开始产生白色絮状沉淀, 白色沉淀迅速变成灰绿色, 最后变成红褐色 $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeSO}_4 +$



【解析】(1)由题干分析流程目的是回收 FeSO_4 和 Cu , 所以, 先加入过量铁粉, 铁将铜置换出来, 因此①为 Fe 、 Cu 的混合物, ②为 FeSO_4 溶液; 再利用铁能与稀硫酸反应, 而铜不能, 可以把 Fe 、 Cu 分离, 因此⑦为足量稀硫酸, ③为 Cu , ④为 FeSO_4 和 H_2SO_4 的混合溶液。

(2)检验 Fe^{2+} , 常常先加入 KSCN 溶液, 溶液无明显变化, 再滴加新制氯水, 将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 溶液呈红色。

(3)溶液④中含 H_2SO_4 、 FeSO_4 , 加入 NaOH 溶液, H_2SO_4 先反应, 然后 FeSO_4 与 NaOH 溶液反应生成白色的 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀, $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 最后被氧化为红褐色的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。

12. 人体需要的铁为二价铁, 可溶性的亚铁盐易被人体吸收, 常用的有硫酸亚铁、葡萄糖酸亚铁、富马酸亚铁、乳酸亚铁、琥珀酸亚铁等。

13. 方案一: 铁与稀硫酸反应制备硫酸亚铁

步骤: 将过量铁粉加入稀硫酸中, 过滤, 所得滤液即为硫酸亚铁溶液。

方案二: 铁与硫酸铜溶液反应制备硫酸亚铁

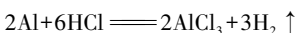
步骤: 略。

方案三: 铁与硫酸铁溶液反应制备硫酸亚铁

步骤: 略。

14. (1) 52.9% (2) 1:1

【解析】设合金中铝的质量为 x g, 镁的质量为 y g, 则



$$54 \text{ g} \qquad \qquad \qquad 3 \text{ mol}$$

$$x \text{ g} \qquad \qquad \qquad n_1(\text{H}_2)$$

$$\text{解得 } n_1(\text{H}_2) = \frac{3x}{54} \text{ mol}。$$



$$24 \text{ g} \qquad \qquad \qquad 1 \text{ mol}$$

$$y \text{ g} \qquad \qquad \qquad n_2(\text{H}_2)$$

$$\text{解得 } n_2(\text{H}_2) = \frac{y}{24} \text{ mol}。$$

$$\text{则有} \begin{cases} x+y=5.1 \\ \frac{3x}{54} + \frac{y}{24} = \frac{5.6}{22.4} \end{cases}$$

$$\text{解得 } x=2.7, y=2.4。$$

$$w(\text{Al}) = \frac{2.7 \text{ g}}{5.1 \text{ g}} \times 100\% \approx 52.9\%。$$

$$n(\text{Al}) : n(\text{Mg}) = \frac{2.7 \text{ g}}{27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} : \frac{2.4 \text{ g}}{24 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 : 1。$$

**15. $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$**

【解析】设两溶液的体积都为 1 L , 则 $n(\text{Cu}^{2+}) = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 \text{ L} = 1.0 \text{ mol}$, 根据反应: $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$, 生成的 $n(\text{Fe}^{2+}) = 1.0 \text{ mol}$; $n(\text{Fe}^{3+}) = 2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 \text{ L} = 2.0 \text{ mol}$, 根据反应: $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$, 生成的 $n(\text{Fe}^{2+}) = 3.0 \text{ mol}$, 因此总共生成的 $n(\text{Fe}^{2+}) = 4 \text{ mol}$, 故溶液中 Fe^{2+} 的浓度为 $\frac{4 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。