

(3) 盐酸具有挥发性,使得氯气不纯,通过 B 中试剂洗气,除去挥发的氯化氢,故装置 B 中为饱和食盐水。

(4) 已知:氯气与碱反应,温度较高时生成 ClO_3^- ,温度较低时生成 ClO^- ;装置 C 在加热条件下发生反应,结合实验目的知,a 溶液是氢氧化钾溶液,氢氧化钾和氯气在加热条件下反应生成氯酸钾;C 处采用水浴加热, Cl_2 与 KOH 在温度较高条件下反应生成氯酸钾,且试管受热均匀。

(5) 氯化氢会和碱溶液反应,如果缺少装置 B,则氯气中的氯化氢会消耗部分碱溶液,降低 NaClO 和 KClO_3 的产率。

(6) 氯气与氢氧化钠反应制取“84 消毒液”,反应生成氯化钠和次氯酸钠,有效成分为次氯酸钠。

(7) “84 消毒液”在空气中放置,次氯酸钠和水、空气中的二氧化碳反应生成次氯酸和碳酸氢钠,化学方程式为 $\text{NaClO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HClO} + \text{NaHCO}_3$ 。

(8) 由题表可知, $\text{pH} < 2$ 时产生氯气,则反应为次氯酸钠和 HCl 发生氧化还原反应生成氯气、氯化钠和水,化学方程式为 $\text{NaClO} + 2\text{HCl} = \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 。

(9) 探究“84 消毒液”能否漂白米醋,因“84 消毒液”中含有大量的水分,醋酸易挥发且具有刺激性气味,所以设计实验一和二对比,排除米醋因被稀释而颜色褪去的可能性和醋酸挥发产生刺激性气味气体的可能性。实验一中,向 5 滴管“84 消毒液”中滴加 2 滴米醋,次氯酸钠和醋酸反应生成醋酸钠和有漂白性的次氯酸,使得米醋褪色,反应为 $\text{NaClO} + \text{CH}_3\text{COOH} = \text{CH}_3\text{COONa} + \text{HClO}$,在醋酸存在条件下,次氯酸钠、氯化钠、醋酸发生氧化还原反应生成氯气、醋酸钠、水,产生刺激性气味,化学方程式为 $\text{NaClO} + \text{NaCl} + 2\text{CH}_3\text{COOH} = 2\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 。

第三章 铁 金属材料

第一节 铁及其化合物

变式训练

1-1. B 【解析】铁可以被磁铁吸引,①错误;血红蛋白中含有亚铁离子,则人体的血红蛋白中含有铁元素,②正确;铁在足量氯气和少量氯气中燃烧均生成氯化铁,③错误;铁能与水蒸气在高温条件下反应,但没有发光发热的现象,不是燃烧过程,④正确;铁与水蒸气在高温条件下反应生成四氧化三铁和氢气,⑤正确。故选 B。

2-1. A 【解析】 FeO 在空气中受热被氧气氧化成 Fe_3O_4 ,A 错误; FeCl_2 可通过化合反应 $2\text{FeCl}_3 + \text{Fe} = 3\text{FeCl}_2$ 制取, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 可通过化合反应 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ 制取,B 正确;维生素 C 具有还原性,能防止 Fe^{2+} 被氧化,则硫酸亚铁片和维生素 C 同时服用能增强治疗缺铁性贫血的效果,C 正确;铁与水蒸气高温下会发生反应: $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$,故钢铁生产中,炽热的铁水需要注入干燥的模具中,D 正确。

3-1. A 【解析】 Fe 与稀硫酸反应生成的氢气将装置内空气排出,可防止生成的氢氧化亚铁被氧化,①选;先打开 a,利用 Fe 与稀硫酸反应生成的氢气将装置内空气排出,再关闭 a,产生的氢气使 A 中压强增大,将硫酸亚铁溶液压入 B 中,与 NaOH 溶液反应生成氢氧化亚铁,且防止生成的氢氧化亚铁被氧化,②选;没有隔绝空气,生成的氢氧化亚铁易被氧化,③不选;苯隔绝空气,可防止生成的氢氧化亚铁被氧化,④选;选 A。

4-1. D

思路导引 铁和氯气发生反应: $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{FeCl}_3$,则固体产物中含 FeCl_3 ,可能含 Fe ,加入过量稀盐酸、少许植物油,得到淡黄色溶液,加入试剂 X 得到淡红色溶液,则试剂 X 中溶质可能为 KSCN ,向淡红色溶液中加入少量新制氯水得到深红色溶液,说明加入氯水后, Cl_2 将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , Fe^{3+} 浓度增大,则淡红色溶液中含 Fe^{2+} ,由此推知固体产物中含 Fe 。固体产物加入过量稀盐酸后, Fe 完全转化为 FeCl_2 。

【解析】稀硫酸和稀盐酸都是非氧化性强酸溶液,都可以将可能存在的铁粉完全转化为 Fe^{2+} ,而不会将可能存在的 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ,A 正确; KSCN 能与 Fe^{3+} 反应生成红色的 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$,则试剂 X 中溶质可能为 KSCN ,B 正确;新制氯水具有强氧化性,所以新制氯水能将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ,C 正确;在加热条件下,铁粉与氯气反应生成的是 FeCl_3 ,而不是 FeCl_2 ,结合分析知,固体产物的成分为 Fe 、 FeCl_3 ,D 错误。

5-1. C 【解析】依据氧化还原反应的反应先后规律, Fe^{3+} 氧化性比 Cu^{2+} 强,加入铁粉, Fe 先与 Fe^{3+} 反应生成 Fe^{2+} ,剩余 Fe 再与 Cu^{2+} 反应生成 Fe^{2+} 和 Cu 。若铁粉有剩余,则 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 均完全反应,溶液中的金属阳离子只有 Fe^{2+} ,不溶物中一定含有铜,A、B 正确。若铁粉无剩余,且溶液中有 Cu^{2+} ,则可能有三种情况:一种为 Cu^{2+} 只反应一部分, Fe^{3+} 完全反应;一种为 Cu^{2+} 未反应, Fe^{3+} 恰好完全反应;一种为 Cu^{2+} 未反应,且 Fe^{3+} 只反应一部分,则溶液中可能含有 Fe^{3+} ,C 错误。若铁粉无剩余,且溶液中无 Cu^{2+} ,说明 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 恰好与 Fe 完全反应,所以溶液中一定不含 Fe^{3+} ,一定含有 Fe^{2+} ,D 正确。

思路导引 假设该含铁氧化物中 Fe 的化合价有 +2、+3，对流程进行分析：向 30.4 g Fe_xO_y 中加入足量的盐酸， Fe_xO_y 溶解得到溶液 a，溶液 a 含 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} ，向溶液 a 中加入 0.1 mol 过氧化氢，发生反应： $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ，将亚铁盐氧化为铁盐，加入足量的氢氧化钠溶液，生成沉淀 c，沉淀 c 一定含 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，可能含 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ，将沉淀 c 在空气中充分灼烧，氢氧化铁受热分解为氧化铁和水，若含 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ， $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 会被氧化，受热分解，最终也得到 Fe_2O_3 和水，则固体 d 为 Fe_2O_3 。

【解析】 32 g 固体 d 是氧化铁， $n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{32 \text{ g}}{160 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$ ，含有的铁元素 $n(\text{Fe}) = 2n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0.2 \text{ mol} \times 2 = 0.4 \text{ mol}$ ， $m(\text{Fe}) = 0.4 \text{ mol} \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 22.4 \text{ g}$ ，根据 Fe 元素守恒，该含铁氧化物中 $m(\text{Fe}) = 22.4 \text{ g}$ ，则 $m(\text{O}) = 30.4 \text{ g} - 22.4 \text{ g} = 8 \text{ g}$ ， $n(\text{O}) = \frac{8 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$ ，设 30.4 g Fe_xO_y 中 +2 价 Fe 的物质的量为 $a \text{ mol}$ ，则 +3 价 Fe 的物质的量为 $(0.4 - a) \text{ mol}$ ，由化合物中各元素正、负化合价代数和为 0 可得， $2a + 3 \times (0.4 - a) = 2 \times 0.5$ ，解得 $a = 0.2$ ，则 Fe_xO_y 中 $n(+2 \text{ 价 Fe}) = 0.2 \text{ mol}$ ， $n(+3 \text{ 价 Fe}) = 0.2 \text{ mol}$ ，溶液 a 中的金属阳离子为 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} ，A 错误；溶液 a 中含 Fe^{2+} ，则操作 II 发生反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ，且 0.1 mol 过氧化氢刚好将 0.2 mol Fe^{2+} 完全氧化，B 正确；由 B 项分析知，溶液 b 中铁元素以 Fe^{3+} 存在，滴加 NaOH 溶液后直接生成红褐色的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀，C 错误； Fe_xO_y 中铁和氧的物质的量之比是 4:5，则其化学式为 Fe_4O_5 ，D 错误。

越刷越强

- 1. C 【解析】** 碳纳米管由碳原子构成，属于单质，而电解质是化合物，因此碳纳米管不是电解质，A 错误； Fe_3O_4 为黑色固体，红棕色固体是 Fe_2O_3 ，B 错误；铁在纯氧中燃烧生成 Fe_3O_4 （黑色固体），反应条件为点燃，描述正确，C 正确；丁达尔效应是分散质粒子使光波发生散射形成的，粒子直径为 1~100 nm 的微粒分散在分散剂中形成的胶体分散系能产生丁达尔效应，碳纳米管是单质，因此无法观察到丁达尔效应，D 错误。
- 2. B 【解析】** 反应前后电荷不守恒，正确的离子方程式应为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ ，A 错误；从化合价看， Fe_3O_4 中有 $\frac{1}{3}$ 的 Fe 为 +2 价， $\frac{2}{3}$ 的 Fe 为 +3 价，因此与稀盐酸反应生成 FeCl_3 、 FeCl_2 和 H_2O ，选项符合电荷守恒与原子守恒，B 正确； Fe^{3+} 遇到 KSCN 溶液变为红色，生成的 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ 是难电离的配合物，不是沉淀，C 错误； HNO_3 具有强氧化性， Fe^{2+} 有较强的还原性， HNO_3 会把 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ，根据得失电子守恒、

原子守恒及电荷守恒可得反应的离子方程式为 $3\text{Fe}(\text{OH})_2 + 10\text{H}^+ + \text{NO}_3^- \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ ，D 错误。

- 3. C 【解析】** 铁与氯气在点燃条件下反应生成氯化铁，正确的化学方程式为 $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{FeCl}_3$ ，题给方程式未配平，A 错误；反应②为 $2\text{FeCl}_3 + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{FeCl}_2$ ，生成 3 mol FeCl_2 转移 2 mol 电子，则生成 1 mol FeCl_2 转移 $\frac{2}{3}$ mol 电子，B 错误；反应③为 FeCl_2 与 NaOH 溶液、 O_2 反应，先生成白色 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀， $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 易被氧化，白色沉淀迅速变为灰绿色，最终变为红褐色 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，C 正确；单质铁高温下与水蒸气反应生成 Fe_3O_4 和 H_2 ，而非 Fe_2O_3 ，D 错误。
- 4. C 【解析】** Fe 与 FeCl_3 溶液反应的离子方程式为 $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ ，溶液颜色由黄色变为浅绿色，①正确；KSCN 与 FeCl_3 溶液反应的离子方程式为 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$ ，溶液颜色由黄色变为红色，②正确； CuSO_4 与 FeCl_3 溶液不反应，混合后溶液颜色不会变为无色，③错误； AgNO_3 与 FeCl_3 溶液反应的离子方程式为 $\text{Cl}^- + \text{Ag}^+ \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow$ ，产生白色沉淀，与 Fe^{3+} 的性质无关，实验方案设计错误，④错误；NaOH 与 FeCl_3 溶液反应的离子方程式为 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$ ，出现红褐色沉淀，⑤正确。
- 5. D 【解析】** 铁与水蒸气反应生成的气体是 H_2 ，该反应中 H_2O 中 H 元素由 +1 价变成 0 价，被还原，体现了 H_2O 的氧化性，A 错误；滴加新制氯水， Fe^{2+} 可被氧化为 Fe^{3+} ，再加入 KSCN 溶液，即使变成红色，也无法说明待测液中一定有 Fe^{3+} ，B 错误；酸性条件下 NO_3^- 具有强氧化性，而 Fe^{2+} 具有还原性，二者发生氧化还原反应也有 Fe^{3+} 生成，遇 KSCN 溶液呈红色，不能证明 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 试样变质，C 错误；CO 还原 Fe_2O_3 得到单质 Fe，若还原不完全，即有 Fe_3O_4 ，溶于盐酸后产生的 Fe^{3+} 与 Fe 发生反应： $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ ，加入 KSCN 溶液也不显红色，D 正确。
- 6. B 【解析】** 过程 I 中反应的化学方程式为 $2\text{Fe}_3\text{O}_4 \xrightarrow{\text{光照}} 6\text{FeO} + \text{O}_2 \uparrow$ ，部分氧元素化合价升高，产生的 O_2 是氧化产物，A 正确；过程 II 中反应的化学方程式为 $3\text{FeO} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ ，其中氢元素化合价降低， H_2O 是氧化剂，B 错误；过程 I 利用太阳能分解 Fe_3O_4 ，将太阳能转变为化学能，C 正确；过程 II 中氢元素化合价从 +1 降低至 0，每生成 1 mol 氢气，转移 2 mol 电子，D 正确。
- 7. B 【解析】** 由氧化性的强弱 ($\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+}$) 及图像变化可知：①加入 0~0.56 g Fe 时发生反应 $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ ；②加入 0.56~1.68 g Fe 时发生反应 $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}$ ， Cu^{2+} 完全反应后，剩余固体质量为 1.28 g，即析出 Cu 的物质的量为 0.02 mol，生成的 Fe^{2+} 的物质的量也为 0.02 mol；③加入铁粉质量为 1.68~2.24 g（即再加入 0.56 g Fe）时，剩余固体质量增加 1.84 g-1.28 g=0.56 g，所以此时溶液中不含 Cu^{2+} ，固体

增加的质量为加入的铁粉的质量。由分析知, a 点时 Fe^{3+} 还未反应完全, Cu^{2+} 未参加反应, 则溶液中的阳离子为 Cu^{2+} 、 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} , A 正确。由分析知, c 点未发生化学反应, B 错误。分析图像变化可知, Fe^{3+} 消耗铁粉 0.56 g (0.01 mol), 推得 Fe^{3+} 只有 0.02 mol , 生成 Fe^{2+} 的物质的量为 0.03 mol ; 加入铁粉 1.68 g 时, 刚好与溶液中的 Cu^{2+} 反应完全, 溶液中的溶质为 FeSO_4 , 所以 c 点时溶液中溶质的物质的量浓度 $c = \frac{n}{V} = \frac{0.03 \text{ mol} + 0.02 \text{ mol}}{0.1 \text{ L}} = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, C 正确。原溶液中 $n(\text{Fe}^{3+}) = 0.02 \text{ mol}$, 由分析知, Cu^{2+} 消耗铁粉 $1.68 \text{ g} - 0.56 \text{ g} = 1.12 \text{ g}$, 由 $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}$ 可知, $n(\text{Cu}^{2+}) = n(\text{Fe}) = \frac{1.12 \text{ g}}{56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.02 \text{ mol}$, 则原溶液中 $n(\text{Fe}^{3+}) : n(\text{Cu}^{2+}) = 1 : 1$, D 正确。

8. (1) A (2) 氧化 C (3) 还原 (4) 氧化 酸

【解析】(1) 元素化合价处于中间价态的粒子既有氧化性又有还原性, 元素化合价处于最低价态的粒子只有还原性, 所以 Fe 只有还原性, A 符合题意。

(2) 因为中毒过程中 Fe^{2+} 发生氧化反应生成 Fe^{3+} , 所以 NaNO_2 具有氧化性; Cl_2 、 O_2 、 $\text{KMnO}_4(\text{H}^+)$ 均具有氧化性, 能把 Fe^{2+} 转化为 Fe^{3+} , A、B、D 不符合题意, FeCl_3 与 Fe^{2+} 不反应, C 符合题意。

(3) 结合(2)中信息, 要缓解工业盐中毒, 则应服用具有还原性且能使 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+} 的物质, 维生素 C 能缓解中毒, 所以具有还原性。

(4) 在 $\text{Fe} + 4\text{HNO}_3(\text{稀}) = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 的反应中, 一部分 HNO_3 起氧化作用, 生成 NO , 另一部分 HNO_3 转化为 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, 所以 HNO_3 既表现了氧化性又表现了酸性。

9. (1) B (2) $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$ Fe_2O_3 和 SO_2

$$(3) 3 \quad 3:10 \quad (4) \text{O}_2 \quad (5) \frac{60m(1-w_2)}{83w_1}$$

思路导引

FeS_2 中 Fe 为 +2 价, 则 S 为 -1 价, 具有还原性, 高温条件下, FeS_2 被 O_2 氧化为 Fe_2O_3 和 SO_2 , 根据得失电子守恒和原子守恒, 反应方程式为 $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$, Fe_2O_3 溶于盐酸生成 FeCl_3 , 反应的化学方程式为 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$, 向 FeCl_3 溶液中加入 NaClO 和 NaOH 溶液制备 Na_2FeO_4 , Fe^{3+} 被 ClO^- 氧化为 FeO_4^{2-} , ClO^- 自身被还原为 Cl^- , 反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{3+} + 10\text{OH}^- + 3\text{ClO}^- = 2\text{FeO}_4^{2-} + 5\text{H}_2\text{O} + 3\text{Cl}^-$; 反应④中 SO_2 被氧气氧化为 SO_3 , 硫元素化合价由 +4 变为 +6, SO_3 溶于水形成硫酸。

【解析】(1) Na_2FeO_4 含 Na、Fe、O 3 种元素, 故 Na_2FeO_4 不属于氧化物; Na_2FeO_4 在水中电离时产生的阴、阳离子分别为 FeO_4^{2-} 和 Na^+ , 是一种含氧酸盐。

(2) 由分析知, 反应①化学方程式为 $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$, Fe 由 FeS_2 中的 +2 价升至 Fe_2O_3 中的 +3 价, S 由 FeS_2 中的 -1 价升至 SO_2 中的 +4 价, Fe_2O_3 和 SO_2 为氧化产物。

(3) 由分析中反应③的离子方程式知, 每消耗 1 个 Fe^{3+} 生成 1 个 FeO_4^{2-} , 铁元素化合价从 +3 价升高至 +6 价, 转移 3 个电子, ClO^- 与 OH^- 个数比为 3:10。

(4) 溶液变黄说明高铁酸钠中的 FeO_4^{2-} 被还原成 Fe^{3+} , 则有元素化合价升高, 结合反应产生无色气体, 知 -2 价的氧元素被氧化为 O_2 。

$$(5) \text{根据收率的计算公式, } \eta = \frac{m(1-w_2) \times \frac{56}{166}}{100w_1 \times \frac{56}{120}} \times 100\% =$$

$$\frac{60m(1-w_2)}{83w_1} \%$$

10. A 【解析】铁离子具有氧化性, 能氧化 Cu, 与 FeCl_3 溶液呈酸性无关, A 错误; K_2FeO_4 具有强氧化性, 能利用 K_2FeO_4 的强氧化性给水消毒, B 正确; 常温下, 铁遇浓硝酸发生钝化, 在铁的表面形成致密的薄膜, 能保护内部金属不被腐蚀, 所以可用铁制容器贮运浓硝酸, C 正确; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 具有还原性, 可以与氧气反应, 减缓食物的氧化速度, 可用作食品包装中的抗氧化剂, D 正确。

11. C 【解析】Fe 与水蒸气在高温条件下发生反应生成 Fe_3O_4 , A 错误; $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 呈红褐色, Fe_2O_3 呈红棕色, B 错误; $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 在潮湿空气中发生反应: $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$, C 正确; Fe^{3+} 与铜粉反应生成 Fe^{2+} 和 Cu^{2+} , 会引入杂质 Cu^{2+} , 不能得到纯净的 FeCl_2 溶液, D 错误。

12. B 【解析】反应①中, O 从 -2 价变成 0 价, 生成 1 mol O_2 , 有 4 mol 电子转移, A 错误; 若 $\text{MnFe}_2\text{O}_{4-y}$ 中 $y = 0.5$, 则为 $\text{MnFe}_2\text{O}_{3.5}$, 设 +2 价 Fe 个数为 x , 则 +3 价 Fe 个数为 $2-x$, 反应前后 Mn 的化合价均为 +2 价, 氧元素的化合价为 -2 价, 根据在化合物中各元素的正、负化合价代数和为 0, 可得 $2 + 2x + 3(2-x) = 3.5 \times 2$, 解得 $x = 1$, 则 +2 价 Fe 与 +3 价 Fe 的个数比为 1:1, B 正确; 反应②中 $\text{MnFe}_2\text{O}_{4-y}$ 和水反应生成 MnFe_2O_4 和氢气, 其中 H 元素的化合价降低, $\text{MnFe}_2\text{O}_{4-y}$ 中 Fe 元素化合价升高, 故 $\text{MnFe}_2\text{O}_{4-y}$ 是还原剂, C 错误; 整个过程总反应是 $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$, 则每消耗 18 g 即 1 mol H_2O , 生成 1 mol H_2 , 即 2 g H_2 , D 错误。

13. (1) 还原

(2) FeCl_2 中铁元素为 +2 价, 可以升高

(3) ① $\text{FeCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NaCl}$

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

② $\text{Zn} + \text{Fe}^{2+} = \text{Zn}^{2+} + \text{Fe}$ ③ 溶液紫色变浅

(4) FeCl_2 中氯元素为 -1 价, 具有还原性 KSCN 溶液 溶液变红色



(7) 滴加 KSCN 溶液的溶液变红

(8) 向褪色后的溶液中滴加盐酸酸化的氯化钡溶液, 产生白色沉淀

思路导引 I. 氯化亚铁与 NaOH 反应生成氢氧化亚铁沉淀和 NaCl; FeCl₂ 溶液与 Zn 发生置换反应生成 ZnCl₂ 和 Fe; 氯化亚铁溶液滴入酸性高锰酸钾溶液中, 两者发生氧化还原反应, 酸性高锰酸钾溶液紫色变浅。II. 氯化铁溶液中加入少量铁粉, 铁离子与单质铁反应生成亚铁离子, 取上层清液, 向溶液中加入 KSCN 溶液后无明显变化, 说明此时溶液中只有亚铁离子, 逐滴加入氯水后溶液变红色, 说明氯气将亚铁离子氧化成铁离子; 而后溶液红色褪去, 说明 SCN⁻ 或 Fe³⁺ 不存在了。

【解析】(1) FeCl₂ 具有氧化性, FeCl₂ 和 Zn 反应生成 ZnCl₂ 和 Fe, Zn 元素化合价升高, 此时 Zn 体现还原性。

(2) FeCl₂ 中 Fe 元素化合价为 +2, 化合价可以升高, 所以预测 FeCl₂ 具有还原性。

(3) ① i 中 FeCl₂ 溶液和氢氧化钠溶液反应产生白色沉淀 Fe(OH)₂ 和氯化钠, 反应的化学方程式为 $\text{FeCl}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NaCl}$, Fe(OH)₂ 被氧气氧化为 Fe(OH)₃, 故白色沉淀迅速变为灰绿色, 最终变为红褐色, 反应的化学方程式为 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。

(4) 若 iii 中现象不是因为 Fe²⁺ 与 MnO₄⁻ 的氧化还原反应, 则除题给理由外, 还应考虑其他还原性物质的干扰, 再结合溶液中粒子种类分析, Cl⁻ 中 Cl 为 -1 价, 也具有还原性, 理论上也可与 MnO₄⁻ 发生氧化还原反应。若 Fe²⁺ 确实被氧化, 溶液中含有 Fe³⁺, Fe³⁺ 可与 KSCN 反应生成红色的 Fe(SCN)₃, 在反应后的溶液中加入试剂 KSCN 溶液, 观察到的现象为溶液变红, 说明 Fe²⁺ 确实被氧化。

(7) 若 Fe³⁺ 被氧化, 则溶液中还有 SCN⁻, 此时滴加 FeCl₃ 溶液, 溶液会变红色, 同理, 若 SCN⁻ 被氧化, 则向褪色后溶液中滴加 KSCN 溶液, 溶液会变红色, 根据题给结论, 可知现象为滴加 KSCN 溶液的溶液变红。

(8) 要证明 SCN⁻ 被转化为 SO₄²⁻, 应向溶液中加入试剂证明 SO₄²⁻ 的存在, 故实验操作: 向褪色后的溶液中滴加盐酸酸化的氯化钡溶液; 对应现象: 产生白色沉淀。

第二节 金属材料

变式训练

1-1.B 【解析】赤铁矿的主要成分是 Fe₂O₃, 而 FeS₂ 是黄铁矿的主要成分, A 错误; 高温条件下, Fe 与水蒸气会发生反应, 因此钢水注入模具之前, 模具必须进行干燥处理, B 正确; 钢的含碳量越高, 硬度和脆性越大, C 错误; 烤蓝生成的氧化膜是 Fe₃O₄ 而非 Fe₂O₃, D 错误。

2-1.C 【解析】金属铝具有良好的延展性, 因此铝可以制成铝箔用于食品包装, 铝合金密度小、强度大, 金属铝也可用作建筑材料, 如铝合金门窗, A 正确; Al₂O₃ 熔点高, 耐高温, 可用作耐火材料, B 正确; 明矾 [KAl(SO₄)₂ · 12H₂O] 溶于水后, Al³⁺ 能与水反应, 生成的 Al(OH)₃ 胶体具有吸附作用, 可用作净水剂, 但 Al(OH)₃ 并不具有消毒作用, 明矾本身也没有强氧化性, 不能用作消毒剂, C 错误; Al(OH)₃ 与盐酸反应生成氯化铝和水, 反应的化学方程式为 $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} \rightleftharpoons \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$, 故 Al(OH)₃ 既可治疗胃酸过多(胃酸主要成分为盐酸), 也可制备铝盐, D 正确。

3-1.C 【解析】将一半合金 (25.5 g) 与足量氢氧化钠溶液反应, 只有 Al 与 NaOH 反应, 标准状况下生成氢气的体积为 16.8 L, 其物质的量为 0.75 mol, 根据化学方程式 $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2 \uparrow$, 生成 0.75 mol 氢气消耗 Al 的物质的量为 0.5 mol, 其质量为 13.5 g, 则 Mg 质量为 12 g, 合金中 Al 的质量分数 = $\frac{13.5 \text{ g}}{25.5 \text{ g}} \times 100\% \approx 52.94\%$, 故选 C。

3-2. (1) $2a+3b=c+2d$



(4) 分解生成的二氧化碳不支持燃烧, 可隔绝空气, 水变为水蒸气吸热降低温度

【解析】(1) 化合物中各元素化合价的代数和为 0, 所以 $2a+3b+c+4d=(c+3d) \times 2$, 即 $2a+3b=c+2d$ 。

(2) Mg₂Al(OH)₅CO₃ 与胃酸反应生成氯化镁、氯化铝、二氧化碳和水, 反应的离子方程式为 $\text{Mg}_2\text{Al}(\text{OH})_5\text{CO}_3 + 7\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Mg}^{2+} + \text{Al}^{3+} + \text{CO}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 样品在 270 °C 时完全失去结晶水, 600 °C 以上残留固体为金属氧化物的混合物, 说明在 270~600 °C 样品中 H 元素转化为 H₂O, C 元素转化为 CO₂, 则样品受热分解放出的气体是 CO₂、H₂O; 6.80 g 样品与足量稀盐酸充分反应生成 CO₂ 的

物质的量 $n(\text{CO}_2) = \frac{1.120 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.05 \text{ mol}$, $m(\text{CO}_2) = 0.05 \text{ mol} \times 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.20 \text{ g}$, 270~600 °C 样品分解放出 CO₂ 和 H₂O, $m(\text{CO}_2) + m(\text{H}_2\text{O}) = 5.00 \text{ g} - 2.50 \text{ g} = 2.50 \text{ g}$, $m(\text{H}_2\text{O}) = 2.50 \text{ g} - 2.20 \text{ g} = 0.30 \text{ g}$, $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0.30 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 0.0167 \text{ mol}$, $n(\text{H}) \approx 0.0167 \text{ mol} \times 2 \approx 0.033 \text{ mol}$ 。

越刷越强

1.C 【解析】常温下汞(水银)为液体, 因此并非所有金属常温下都是固体, A 错误; 钢和生铁均为铁合金, 属于混合物, B 错误; 钛合金生物相容性好、耐腐蚀, 常在医学治疗中用于制造人造骨, C 正确; 银导电性虽好, 但成本高, 实际上电线多用铜或铝作材料, D 错误。

2. D 【解析】Na-K 合金熔点低、导热性好,可用作原子反应堆的导热剂,不是用于高铁和共享单车制造业的重要金属材料,A 不符合题意;Cu-Sn 合金、Sn-Pb 合金密度较大,不适用于高铁和共享单车制造业,B、C 不符合题意;Mg-Al 合金强度和硬度大、密度小,具有较强的抗腐蚀能力,可被广泛应用于汽车、船舶、飞机、高铁和共享单车等制造业,D 符合题意。

3. B 【解析】铝可用于制作各种形状的铝金属制品,利用了铝良好的延展性,A 正确。一般情况下,合金比成分金属硬度大、熔点低,B 错误。多数合金的抗腐蚀性能比纯金属好,可以用来制作盛放腐蚀性药品的容器,C 正确。铝能与酸溶液反应生成铝离子和氢气、与碱溶液反应生成四羟基合铝酸根离子和氢气;氧化铝能与酸溶液反应生成铝离子和水、与碱溶液反应生成四羟基合铝酸根离子,所以铝制炊具不宜用来蒸煮酸性或碱性食物,D 正确。

4. C 【解析】常温下铝具有较强的抗腐蚀性,是因为铝易被空气中的氧气氧化,在表面生成一层致密的氧化铝薄膜,氧化铝薄膜防止内部金属被继续氧化,A 错误;镁铝合金的密度小、强度高,是制造飞机和宇宙飞船的理想材料,B 错误;在空气中用酒精灯加热铝箔,铝表面很容易被空气中的氧气氧化,生成一层致密的氧化铝薄膜,氧化铝的熔点很高,可以观察到铝熔化了但并不滴落,C 正确;铝与 O_2 反应,表面生成的致密薄膜为 Al_2O_3 , Al_2O_3 能与酸发生反应,不能用铝罐长期储存酸溶液,D 错误。

5. D 【解析】①Al 可以和 HCl 反应生成 $AlCl_3$ 和 H_2 ,也可以和 NaOH 溶液反应生成 $Na[Al(OH)_4]$ 和 H_2 ;② Al_2O_3 是两性氧化物,和 HCl 反应生成 $AlCl_3$ 和 H_2O ,和 NaOH 溶液反应生成 $Na[Al(OH)_4]$;③ $Al(OH)_3$ 是两性氢氧化物,和 HCl 反应生成 $AlCl_3$ 和 H_2O ,和 NaOH 反应生成 $Na[Al(OH)_4]$;④ $NaHCO_3$ 可以和 HCl 反应生成 $NaCl$ 、 CO_2 和 H_2O ,也可以和 NaOH 反应生成 Na_2CO_3 和 H_2O ;⑤ $(NH_4)_2CO_3$ 可以和 HCl 反应生成 NH_4Cl 、 CO_2 和 H_2O ,也可以和 NaOH 反应生成 Na_2CO_3 和 $NH_3 \cdot H_2O$;⑥ $AlCl_3$ 只能和碱反应,和少量 NaOH 反应生成 $Al(OH)_3$ 沉淀和 NaCl,和过量 NaOH 反应生成 $Na[Al(OH)_4]$ 、NaCl;选 D。

6. B 【解析】实验 I 中发生反应: $2Al + 2NaOH + 6H_2O = 2Na[Al(OH)_4] + 3H_2 \uparrow$,实验 II 中先后发生反应: $Al_2O_3 + 2NaOH + 3H_2O = 2Na[Al(OH)_4]$ 、 $2Al + 2NaOH + 6H_2O = 2Na[Al(OH)_4] + 3H_2 \uparrow$ 。反应中 Al 转化为 $[Al(OH)_4]^-$,化合价升高,则一定有元素化合价降低,结合反应体系中各元素化合价知,产生的气体只能是氢气,A 正确;由 A 项分析知,反应中部分氢元素化合价降低,含氢元素的物质除 NaOH 外,还有 H_2O ,无法证明 NaOH 是氧化剂,B 错误;实验 II 中,未打磨过的 Al 表面有一层 Al_2O_3 ,将未打磨过的 Al 加入

NaOH 溶液中一段时间后会有气泡产生,结合实验 I 可知 NaOH 先和表面的 Al_2O_3 反应,再和 Al 反应生成气体,说明 Al_2O_3 可以与强碱反应,C 正确;实验 I 和 II 反应后所得溶液都是四羟基合铝酸钠和 NaOH 的混合溶液,溶液中微粒种类完全相同,D 正确。

7. (1)+4 FeCl₃ (2)B



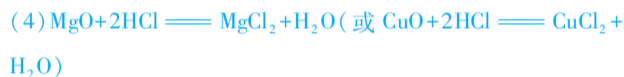
【解析】(1)钛酸亚铁($FeTiO_3$)中,铁元素化合价为+2价,氧元素化合价为-2价,设钛元素化合价为 x ,根据化合物中各元素化合价代数和为零,可得 $+2+x+(-2) \times 3 = 0$,解得 $x = +4$;反应前后原子数目不变,等号左边 Fe、Ti、O、C、Cl 的个数分别为 2、2、6、6、14,等号右边除 $2X$ 外,Fe、Ti、O、C、Cl 的个数分别为 0、2、6、6、8,则 $2X$ 中含有 2 个铁原子、6 个氯原子,故 X 为 $FeCl_3$ 。

(2)钛与人体有良好的相容性,则可用于制作人造头颅骨,A 正确;钛的熔点较高,不能作保险丝,B 错误;钛的强度高,且抗腐蚀性强,可用于制作潜水刀具,C 正确;钛密度小,且强度高,可用于制作飞机起落架,D 正确。

(3)根据信息,钛和水蒸气在一定条件下反应生成二氧化钛和一种可燃性气体,反应前后元素种类不变,则该可燃性气体为氢气,反应的化学方程式为 $Ti + 2H_2O \xrightarrow{\text{一定条件}} TiO_2 + 2H_2$;该反应中,Ti 的化合价升高,是还原剂。

8. (1)还原性 (2) Cu^{2+} (或 $CuCl_2$)

(3)过滤 烧杯、玻璃棒、漏斗



思路导引 镁铝合金废料(主要含有 Mg、Al 及少量 MgO 、 Al_2O_3 、Cu 和 CuO 等)与盐酸反应,Mg、Al 与盐酸反应生成氢气(气体 B),铜与盐酸不反应,过滤分离出铜。 MgO 、 Al_2O_3 和 CuO 可以和盐酸反应生成对应盐,故溶液 A 中含有 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 Cu^{2+} 等;溶液 A 中加入铝,置换出铜,过滤后,溶液 C 中主要含 Mg^{2+} 、 Al^{3+} ;溶液 C 和氢氧化钠溶液反应,生成氢氧化镁沉淀和四羟基合铝酸钠,最后通过一系列反应得到单质镁和铝。

【解析】(1)气体 B 是氢气,可用于冶炼 Cu,是因为氢气具有还原性。

(2)由分析知,铝与溶液 A 中 Cu^{2+} 发生置换反应: $2Al + 3Cu^{2+} = 3Cu + 2Al^{3+}$,Cu 元素化合价降低, Cu^{2+} (或 $CuCl_2$)作氧化剂。

(3)题给流程①②③中均涉及分离固液混合物,所以进行的实验操作名称为过滤。过滤需要的玻璃仪器有烧杯、玻璃棒、漏斗。

(4) 流程涉及物质中,氧化铝是两性氧化物,氧化镁和氧化铜为碱性氧化物,在流程中与盐酸发生反应,化学方程式为 $\text{MgO} + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CuO} + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 。

9. (1) 0.06 (2) 2.24

【解析】氧化铁与盐酸发生反应: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$, Fe^{3+} 氧化性强于 H^+ ; 向反应后所得溶液中滴加 KSCN 溶液不显红色,说明溶液中无 Fe^{3+} ,发生反应: $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$; 因有气体产生,说明发生反应: $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow + \text{Fe}^{2+}$ 。

(1) 因为向反应后所得溶液中滴加硫氰化钾溶液不显红色,则反应后溶液的溶质为 FeCl_2 ,且 HCl 完全反应,利用原子守恒,

$$\text{得出 } n(\text{FeCl}_2) = \frac{n(\text{HCl})}{2} = \frac{0.6 \text{ L} \times 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{2} = 0.06 \text{ mol}。$$

(2) 根据铁元素守恒,得出 $n(\text{Fe}) + 2n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0.06 \text{ mol}$,根据得失电子守恒,得 $2n(\text{Fe}) = 2n(\text{Fe}_2\text{O}_3) + 2n(\text{H}_2)$, $n(\text{H}_2) =$

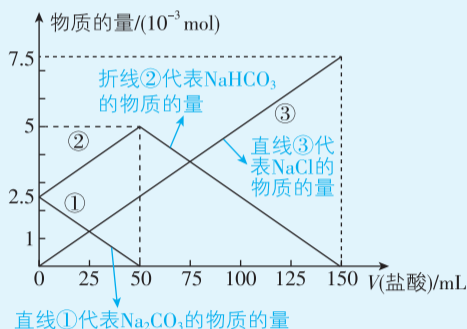
$$\frac{0.672 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.03 \text{ mol}, \text{联立解得 } n(\text{Fe}) = 0.04 \text{ mol},$$

$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0.01 \text{ mol}, m(\text{Fe}) = 0.04 \text{ mol} \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.24 \text{ g}。$$

10. D

图解

Na_2CO_3 与盐酸的反应分为两步,第一步反应为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$,第二步反应为 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$,故 Na_2CO_3 的物质的量一直减小, NaHCO_3 的物质的量先增大后减小, Na_2CO_3 、 NaHCO_3 和盐酸反应最终产物为 NaCl ,故 NaCl 的物质的量一直增大。



【解析】根据分析可知,直线③代表氯化钠的物质的量,A 错误;由图可知,25 mL 溶液中, Na_2CO_3 的物质的量是 $2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$,则 1 L 原溶液中, Na_2CO_3 的物质的量是 $2.5 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 40 = 0.1 \text{ mol}$,故原混合物中 Na_2CO_3 的质量为 $0.1 \text{ mol} \times 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 10.6 \text{ g}$,B 错误;根据反应方程式 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$,可知碳酸钠完全转化为 NaHCO_3 消耗 HCl 的物质的量为 $2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$,由图可知,消耗盐酸的体积为 50 mL,则盐酸浓度 $c = \frac{n}{V} = \frac{2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}}{0.05 \text{ L}} = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,C 错误;由分析可知,50~150 mL 发生反应 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$,标准状况下 56 mL CO_2

$$\text{气体的物质的量 } n = \frac{V}{V_m} = \frac{56 \times 10^{-3} \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}, \text{根据}$$

反应的方程式可知, NaHCO_3 消耗 HCl 的物质的量为 $2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$,由 C 项分析知, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaHCO}_3$ 消耗 HCl 的物质的量为 $2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$,一共消耗 HCl 的物质的量为 $5.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$,则消耗的盐酸的体积为 $\frac{5.0 \times 10^{-3} \text{ mol}}{0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 0.1 \text{ L} =$

100 mL,D 正确。

11. C 【解析】铝在空气中会形成一层致密的氧化膜(Al_2O_3),该氧化膜可与稀盐酸发生反应,氧化铝反应完后,铝与稀盐酸反应生成了氯化铝和氢气,再结合图示温度和压强的变化分析、判断。由题图乙可知,反应的过程中温度升高,故反应过程中有热量放出,A 正确;氧化铝覆盖在铝的表面,由题图甲可知,0~50 s,压强基本不变,无气体产生,故发生稀盐酸与 Al_2O_3 的反应,50 s 后溶液的温度与体系压强变大,说明 50 s 时盐酸未反应完,50 s 时,溶液中溶质为 AlCl_3 、HCl,B 正确、C 错误;100 s 时容器内压强最大,温度最高,100 s 后密闭容器中的压强和温度均减小,说明反应停止了,热量散失,温度降低,压强减小,D 正确。

12. D 【解析】 SiO_2 不与盐酸反应,高铝矾土加入过量盐酸反应后过滤,滤渣 A 为 SiO_2 ,滤液 A 含有氯化铝、氯化铁和过量盐酸,为分离 Fe、Al 元素,步骤②中加入过量强碱,反应后得到的沉淀 B 为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$,滤液 B 含有 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 、过量强碱等,通入过量二氧化碳,强碱与过量 CO_2 反应生成酸式盐, $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 与过量 CO_2 反应生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 HCO_3^- ,氢氧化铝受热分解为氧化铝。 Al_2O_3 为两性氧化物,A 错误; $\text{Al}(\text{OH})_3$ 不溶于浓氨水,无法实现 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的分离,B 错误;过量的盐酸与 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 反应生成的是 AlCl_3 ,C 错误;若 R 选用 NaOH,则滤液 C 中的溶质为碳酸氢钠,可用于治疗胃酸过多,D 正确。

13. D 【解析】由于相同条件下,Ni 的还原性与 Fe 相当,则镍与铝高温条件下均能与空气反应,通入 Ar 可防止铝和镍被空气氧化,A 正确;“浸出”时合金中的铝与氢氧化钠溶液反应生成四羟基铝酸钠和氢气,反应方程式为 $2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2 \uparrow$,B 正确;用铝与镍制成合金后,再用 NaOH 溶液将铝溶解,形成多孔结构,使镍具有更大的表面积,可以加快反应速率,C 正确;雷尼镍可大大提高氧化剂与氢气的反应速率,具有特殊的多孔结构,化学活性高,故雷尼镍的保存和普通镍不同,D 错误。

14. (1) 1.0 (2) 2.8 (3) 5:3

【解析】向一定质量含有 Fe、FeO、 Fe_2O_3 的混合物中,加入 50 mL $2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸,恰好使混合物完全溶解并放出 448 mL(标准状况)气体, $n(\text{H}_2) = 0.02 \text{ mol}$,所得溶液中滴

第三章综合检测

加几滴 KSCN 溶液,溶液未显红色,表明溶液中不含有 Fe^{3+} ,从而说明最终溶液中的溶质只有 FeCl_2 。

(1)加盐酸后所得溶液的溶质是 FeCl_2 ,依据 Cl 元素守恒, $n(\text{Cl}^-) = 0.05 \text{ L} \times 2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.1 \text{ mol}$,则 FeCl_2 的物质的量为 0.05 mol ,物质的量浓度为 $\frac{0.05 \text{ mol}}{0.05 \text{ L}} = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(2)若用足量的 CO 在高温下还原相同质量的该混合物,依据 Fe 元素守恒,最多能得到的单质铁的质量等于 FeCl_2 中所含 Fe 元素的质量,则质量是 $0.05 \text{ mol} \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.8 \text{ g}$ 。

(3)由上述计算可知, $n(\text{Fe}) = 0.05 \text{ mol}$,依据氢、氧元素守恒, $n(\text{O}) = 0.5[n(\text{HCl}) - 2n(\text{H}_2)] = 0.5 \times (0.1 \text{ mol} - 0.02 \text{ mol} \times 2) = 0.03 \text{ mol}$,该混合物中铁、氧两种元素的粒子个数比为 $N(\text{Fe}) : N(\text{O}) = 0.05 \text{ mol} : 0.03 \text{ mol} = 5 : 3$ 。

15. (1)① $3\text{CuSO}_4 + 2\text{Al} \longrightarrow 3\text{Cu} + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ② H_2 (或氢气)

(2)①促进 ② CuSO_4 快于 ③ Cl^-

思路导引

实验一:4 mL CuSO_4 溶液与铝片反应,短时间无变化,数小时后铝片上仅有少量红色固体即铜,说明金属铝与 CuSO_4 溶液反应置换出少量金属铜,反应为 $3\text{CuSO}_4 + 2\text{Al} \longrightarrow 3\text{Cu} + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 。

实验二:4 mL 相同浓度的 CuCl_2 溶液与铝片反应,立即产生大量气泡,产生的气体经检验有爆鸣声,结合元素守恒与得失电子守恒可知该气体为 H_2 ;铝片上迅速有红色固体即铜出现,说明金属铝能与 CuCl_2 溶液快速反应置换出金属铜,反应为 $2\text{Al} + 3\text{CuCl}_2 \longrightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{Cu}$;有少量蓝色沉淀,说明还有 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 产生。

实验现象差异原因:铝与硫酸铜溶液反应慢,是因铝表面致密的氧化膜(Al_2O_3)阻碍反应;而氯化铜溶液中,氯离子破坏氧化膜,促进铝与铜离子反应,同时 CuCl_2 溶液显酸性,铝与氢离子反应产生氢气。

【解析】(2)①相对于铝与硫酸铜溶液的反应,铝与氯化铜溶液反应时,不同的地方是阴离子不同;结合实验一、二的现象差异,可以得出氯离子对铝置换铜具有促进作用。②根据对比实验,要验证“假设1”,应保持其他条件相同,甲试管中有 Cl^- ,乙试管中无 Cl^- ,故初始甲、乙两支试管中分别加入等体积的 CuSO_4 溶液,向甲试管中加入 1 g 氯化钠固体,向两支试管中各加入相同铝片(经打磨后),结果是假设1成立,则观察到甲试管产生红色固体速率快于乙试管产生红色固体速率。③根据前面的探究实验可以得到以下结论:铝和铜盐溶液反应时, Cl^- 是加快反应速率的影响因素。

1. C 【解析】玉主要成分是硅酸盐,属于无机非金属材料,不是合金材料,A 不符合题意;丝的主要成分是蛋白质,不属于合金材料,B 不符合题意;青铜属于铜合金,C 符合题意;瓷主要成分是硅酸盐,属于无机非金属材料,不属于合金材料,D 不符合题意。

2. B 【解析】铁与氯气在常温下不反应,因此可以用钢瓶储液氯,铁与氯气在加热条件下可以反应,A 错误;在高温条件下铁能与水蒸气反应生成四氧化三铁和氢气,钢铁生产中的模具须提前进行干燥处理,避免发生危险,B 正确; $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 是红褐色沉淀,但常用作红色颜料的是 Fe_2O_3 ,C 错误;湿法炼铜过程中发生反应: $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \longrightarrow \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}$,铜离子将铁氧化为亚铁离子,D 错误。

3. C 【解析】能溶解 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的溶液呈强酸性或强碱性。 Mg^{2+} 在强碱性溶液中会与 OH^- 反应生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀,无法大量共存,A 不符合题意; HCO_3^- 会与 H^+ 或 OH^- 反应,无法大量共存,B 不符合题意; Na^+ 、 Ba^{2+} 、 Cl^- 、 NO_3^- 之间不反应,且在强酸或强碱条件下均稳定,可以大量共存,C 符合题意; Fe^{3+} 在碱性溶液中与 OH^- 反应生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 在酸性溶液中会与 H^+ 反应,无法大量共存,D 不符合题意。

4. B 【解析】Fe 的金属活动性强于 Cu,故 Fe 可以从溶液中置换出 Cu;Na 是非常活泼的金属,常温下 Na 先与 H_2O 反应生成 NaOH , NaOH 再与 CuSO_4 反应生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀,所以 Na 不能置换出 CuSO_4 溶液中的铜,A 错误。 Cl_2 有较强的氧化性,与变价金属反应生成高价金属氯化物,故 Al、Fe 可分别与 Cl_2 反应生成 AlCl_3 、 FeCl_3 ,B 正确。 Fe_2O_3 不具有磁性,C 错误。Al 与 NaOH 溶液能反应是因为 Al 较活泼,Al 与 H_2O 先反应生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 H_2 , $\text{Al}(\text{OH})_3$ 是两性氢氧化物, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 可与 NaOH 进一步反应,但 Fe 在常温下不与水反应,且 Fe 不与 NaOH 反应,故 Fe 与 NaOH 溶液不反应,D 错误。

5. B 【解析】 0.025 mol Cl_2 可恰好使溶液中的 Fe^{2+} 全部转变为 Fe^{3+} ,由反应 $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{FeCl}_3$ 可知, FeCl_2 的物质的量为 0.05 mol ;依据题意,140 mL $5.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸恰好将该铁的“氧化物”样品完全溶解,则溶液中溶质为 FeCl_2 、 FeCl_3 ,由 Cl 元素守恒知,反应生成 FeCl_3 的物质的量为 $\frac{0.14 \text{ L} \times 5.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0.05 \text{ mol} \times 2}{3} = 0.2 \text{ mol}$,所以原混合物中“FeO”“ Fe_2O_3 ”的物质的量之比为 $0.05 \text{ mol} : 0.1 \text{ mol} = 1 : 2$,从而得出该样品可能的化学式为 $\text{FeO} \cdot (\text{Fe}_2\text{O}_3)_2$,即 Fe_5O_7 ,故选 B。

6. C 【解析】一氧化碳不能一步转化为碳酸钠,A 不符合题意;氯化铁不能一步转化为氧化铁,氧化铁不能一步转化为氢氧化

化铁,B不符合题意;钠燃烧生成过氧化钠,过氧化钠和二氧化碳反应生成碳酸钠,过氧化钠和水反应生成氢氧化钠,氢氧化钠和二氧化碳反应生成碳酸钠,碳酸钠和氢氧化钙反应生成氢氧化钠,均能一步转化,C符合题意;HCl不能一步转化为NaClO,D不符合题意。

7. B

思路导引 废铜渣(主要成分为CuO,含少量的Fe₂O₃、SiO₂等杂质)“酸浸”时CuO和少量Fe₂O₃与H₂SO₄反应生成硫酸铜、硫酸铁,SiO₂不溶于H₂SO₄,所以滤渣的成分是SiO₂。滤液中加过量氨水“沉铁”除去Fe³⁺,铜离子转化为[Cu(NH₃)₄]²⁺,向所得滤液中通二氧化硫“沉铜”,过滤出生成的CuNH₄SO₃沉淀,加稀硫酸“转化”,+1价铜发生歧化反应,得到铜离子和Cu。

【解析】“酸浸”时CuO与硫酸反应生成CuSO₄和H₂O,化学方程式为CuO+H₂SO₄====CuSO₄+H₂O,该反应是两种化合物相互交换成分生成另外两种化合物,属于复分解反应,A正确;题目中未说明“沉铜”时通入SO₂的条件为标准状况,因此22.4 L SO₂的物质的量不一定为1 mol,B错误;“转化”反应中,反应物CuNH₄SO₃中Cu元素化合价为+1价(NH₄⁺为+1价,SO₃²⁻为-2价,整体呈电中性),产物中CuSO₄中Cu为+2价,Cu单质中Cu为0价,Cu元素化合价既有升高又有降低,存在化合价变化,故“转化”属于氧化还原反应,C正确;根据题给“转化”的反应方程式可知,2 mol CuNH₄SO₃反应生成1 mol Cu,则1 mol CuNH₄SO₃理论上可制得0.5 mol Cu,质量为0.5 mol×64 g·mol⁻¹=32 g,D正确。

8. C

思路导引 碳酸锰矿中含有MnCO₃、FeCO₃等,加入过量H₂SO₄酸浸,得到MnSO₄、FeSO₄溶液;加入H₂O₂,将Fe²⁺氧化为Fe³⁺;加入NH₃·H₂O除铁,Fe³⁺转化为Fe(OH)₃沉淀,过滤出沉淀后,得到MnSO₄和(NH₄)₂SO₄溶液。

【解析】“酸浸”时FeCO₃与H⁺反应,+2价Fe不会被氧化为Fe³⁺,正确离子方程式为FeCO₃+2H⁺====Fe²⁺+CO₂↑+H₂O,A错误;“氧化”后溶液含Fe³⁺、Mn²⁺,Mn²⁺未发生改变,说明加入H₂O₂的目的是将Fe²⁺氧化为Fe³⁺,而非氧化Mn²⁺,B错误;“除铁”时加入NH₃·H₂O调节pH,仅使Fe³⁺完全沉淀为Fe(OH)₃,而Mn²⁺不沉淀以留在溶液中,C正确;溶液含MnSO₄和(NH₄)₂SO₄,蒸发结晶时二者均会析出,无法直接得到纯净的MnSO₄,D错误。

9. C 【解析】铁与氯气反应生成氯化铁,次氯酸钠在碱性环境中将氯化铁氧化成高铁酸钠,高铁酸钠在饱和氢氧化钾溶液中析出溶解度较小的高铁酸钾晶体。反应I为铁与氯气在

加热的条件下反应生成氯化铁,铁与氯气在常温下不反应,A正确;“尾气”的主要成分是氯气,氯气能与氯化亚铁反应生成氯化铁,则氯化亚铁溶液可以吸收氯气,防止其污染环境,反应的离子方程式为2Fe²⁺+Cl₂====2Fe³⁺+2Cl⁻,B正确;反应II中氯元素的化合价降低被还原,次氯酸钠作氧化剂,铁元素的化合价升高被氧化,氯化铁作还原剂,由得失电子守恒可知,反应中氧化剂与还原剂的物质的量之比为3:2,C错误;相同温度下高铁酸钾的溶解度小于高铁酸钠,溶解度小的物质先析出,D正确。

10. D 【解析】由金属活动性:Mg>Zn>Fe>Cu可知,向盛有一定质量MgSO₄、FeSO₄和CuSO₄混合溶液的烧杯中,逐渐加入锌粉至过量,锌不能与MgSO₄反应,锌先与CuSO₄反应:Zn+CuSO₄====Cu+ZnSO₄,硫酸铜消耗完毕,锌才能与FeSO₄反应:Zn+FeSO₄====Fe+ZnSO₄,反应前,烧杯中没有金属,因此乙曲线为“金属固体的质量”随锌粉质量变化情况,则甲曲线为“溶液中溶质的质量”随锌粉质量变化情况,据此分析。甲曲线ab段发生反应:Zn+CuSO₄====Cu+ZnSO₄,A错误;乙曲线表示“金属固体的质量”随锌粉质量变化情况,B错误;由Zn+CuSO₄====Cu+ZnSO₄可知,每65份质量的锌可置换出64份质量的铜,溶液质量会增加,由Zn+FeSO₄====Fe+ZnSO₄可知,每65份质量的锌可置换出56份质量的铁,溶液质量会增加,因此反应过程中溶液质量会增大,C错误;硫酸镁不能与锌发生反应,因此最终反应后溶液中所含金属阳离子是Zn²⁺和Mg²⁺,D正确。

11. B

思路导引 实验①中,红色褪去,说明Fe³⁺或SCN⁻被消耗;滴加盐酸和BaCl₂溶液产生白色沉淀,说明溶液中产生了SO₄²⁻,则SCN⁻被氧化,但由于体系中产生了O₂,无法推断是H₂O₂还是O₂氧化了SCN⁻,因此需要做对比实验探究氧化剂到底是哪种物质。

实验③中通入O₂而未加入H₂O₂溶液,溶液红色不褪去,加入盐酸和BaCl₂溶液也没有产生白色沉淀,说明在该实验条件下,O₂可将Fe²⁺氧化为Fe³⁺,但不能氧化SCN⁻。结合实验①和③能确定,实验①中酸性条件下H₂O₂氧化了SCN⁻。

实验②中,溶液变红但不褪色,说明SCN⁻未被氧化,但有O₂生成,而H₂O₂能被Fe³⁺催化分解,因此推断H₂O₂先将Fe²⁺氧化为Fe³⁺,然后再被其催化分解,而O₂也可能继续氧化剩余的Fe²⁺,因此可能发生了不止2种氧化还原反应。

【解析】结合实验①和③能确定,酸性条件下H₂O₂氧化了SCN⁻,A正确;实验②中H₂O₂先将Fe²⁺氧化为Fe³⁺,然后再

被其催化分解生成氧气,而 O_2 也可能继续氧化剩余的 Fe^{2+} ,因此可能发生了不止 2 种氧化还原反应,B 错误;胶体具有丁达尔效应,而溶液没有此现象,实验②中 H_2O_2 先将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ,铁离子生成氢氧化铁胶体产生丁达尔效应,C 正确;实验③中,在酸性条件下氧气氧化亚铁离子生成铁离子: $4Fe^{2+}+O_2+4H^+=4Fe^{3+}+2H_2O$,D 正确。

12. (1) $Cu+2Fe^{3+}=Cu^{2+}+2Fe^{2+}$ (2) 过滤

(3) 有白色沉淀生成,然后迅速变为灰绿色,最后变为红褐色
 $FeCl_2+2NaOH=2NaCl+Fe(OH)_2\downarrow$ 、 $4Fe(OH)_2+O_2+2H_2O=4Fe(OH)_3$

(4) 取适量溶液于试管中,滴加铁氰化钾溶液,产生蓝色沉淀

【解析】由流程可知覆铜板加入腐蚀液($FeCl_3$ 溶液),发生反应 $Cu+2FeCl_3=CuCl_2+2FeCl_2$,在沉降池经沉降后加入铁粉,可置换出铜,同时生成 $FeCl_2$,发生反应 $CuCl_2+Fe=FeCl_2+Cu$,过滤后得到固体 Cu 和过量的 Fe ,氯化亚铁在再生池中与氯气发生反应 $2Fe^{2+}+Cl_2=2Fe^{3+}+2Cl^-$,据此解答。

(1) 腐蚀池中 Cu 和氯化铁发生氧化还原反应生成氯化亚铁和氯化铜,则腐蚀池中发生反应的离子方程式是 $Cu+2Fe^{3+}=Cu^{2+}+2Fe^{2+}$ 。

(2) 分离难溶性固体和溶液采用过滤的方法,所以由置换池中得到固体的操作名称是过滤。

(3) 再生池中溶液的溶质为 $FeCl_2$,滴入足量的氢氧化钠溶液,生成氢氧化亚铁, $Fe(OH)_2$ 不稳定,会迅速被空气中氧气氧化,所以产生的现象是有白色沉淀生成,然后迅速变为灰绿色,最后变为红褐色,该现象对应反应的化学方程式是 $FeCl_2+2NaOH=2NaCl+Fe(OH)_2\downarrow$ 、 $4Fe(OH)_2+O_2+2H_2O=4Fe(OH)_3$ 。

(4) 在未通 Cl_2 前,再生池中的金属阳离子是亚铁离子,检验方法是取适量溶液于试管中,滴加铁氰化钾溶液,产生蓝色沉淀。

13. (1) 过滤 漏斗、干燥器 隔绝空气,密封保存

(2) 将 Cu^{2+} 、 Hg^{2+} 全部转化为单质

(3) 甲、乙 丙

(4) ①球形干燥管 ②a b c e

思路导引 废水样品中含有 Cu^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Hg^{2+} 、 H^+ 等离子,加入过量铁粉,置换出 Cu 、 Hg 和 H_2 ,过滤,得到含有硫酸亚铁的滤液和含有 Cu 、 Hg 、 Fe 的滤渣,向滤渣中加入过量稀硫酸, Fe 与稀硫酸反应生成硫酸亚铁和氢气, Cu 、 Hg 与稀硫酸不反应,过滤后,得到含有硫酸亚铁、稀硫酸的滤液和 Cu 、 Hg , Hg 沸点较低,通过灼烧可分离出汞,然后将氧化铜还原成铜单质,两次过滤所得滤液合并后经过蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥得到绿矾。

【解析】(1) 由分析可知,步骤 IV 得到绿矾的操作是蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥;题给仪器可完成蒸发浓缩、

冷却结晶、过滤、洗涤、干燥还需要漏斗和干燥器,完成步骤 IV 的实验操作还需要选择的玻璃仪器有漏斗和干燥器;绿矾中铁元素化合价为 +2,易被氧气氧化,为防止绿矾变质,应隔绝空气,密封保存。

(2) 由分析可知,加入过量的铁粉,可以将 Cu^{2+} 、 Hg^{2+} 全部转化为单质。

(3) 氢气、一氧化碳都是可燃性气体,若气体不纯,点燃时易爆炸,从安全角度考虑,方案甲、乙不好;利用炭粉还原氧化铜,若炭粉剩余,铜中含有杂质,从产品纯度考虑,方案丙不好。

(4) ①根据图示,仪器 B 的名称是球形干燥管。②为防止氧气氧化 $FeSO_4$,加热前先通入氮气排出装置内的空气,实验结束时,为防止 $FeSO_4$ 吸收水蒸气,冷却至室温后,先关闭 K_1 和 K_2 ,再称重,则实验操作步骤:打开 K_1 和 K_2 ,缓缓通入 N_2 ;点燃酒精灯,加热;熄灭酒精灯;冷却至室温;关闭 K_1 和 K_2 ;称量 A;重复上述操作步骤,直至 A 恒重,所以实验操作顺序是 $d\rightarrow a\rightarrow b\rightarrow f\rightarrow c\rightarrow e$ 。

14. (1) ①三颈烧瓶 ②除去蒸馏水中溶解的氧气 鼓入一段时间的 N_2 (合理即可)

(2) ① $FeCO_3+C_6H_8O_7\stackrel{\Delta}{=}FeC_6H_6O_7+CO_2\uparrow+H_2O$ ②A

③冷却结晶 过滤 ④防止柠檬酸亚铁在洗涤过程中被氧化,减少柠檬酸亚铁的溶解损耗(或乙醇易挥发,晶体易干燥)

【解析】(1) ② Fe^{2+} 容易被氧气氧化,因此配制硫酸亚铁溶液、碳酸钠溶液时,需要将蒸馏水煮沸,除去蒸馏水中溶解的氧气;为了达到相同目的,还可以鼓入一段时间的 N_2 排尽装置中的空气。

(2) ①碳酸亚铁固体和柠檬酸溶液反应生成柠檬酸亚铁、二氧化碳、水,反应的化学方程式是 $FeCO_3+C_6H_8O_7\stackrel{\Delta}{=}FeC_6H_6O_7+CO_2\uparrow+H_2O$ 。②亚铁离子易被氧化成铁离子,该操作中加入抗氧化剂将氧化后的铁离子还原为亚铁离子且不引入新杂质,铁单质与 Fe^{3+} 反应生成 Fe^{2+} ,不产生新杂质,A 符合题意; Cu 与 Fe^{3+} 反应生成 Cu^{2+} 和 Fe^{2+} ,引入新杂质 Cu^{2+} ,B 不符合题意;柠檬酸亚铁若被氧化, Fe_2O_3 不与 Fe^{3+} 反应,在本实验中不能作抗氧化剂,C 不符合题意; Na_2SO_3 和 Fe^{3+} 反应生成 Fe^{2+} 和 SO_4^{2-} ,引入杂质 Na^+ 、 SO_4^{2-} ,D 不符合题意。③柠檬酸亚铁可溶于水,且在热水中比在冷水中易溶,难溶于无水酒精,故由柠檬酸亚铁溶液得到柠檬酸亚铁晶体的一系列操作为蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、用无水酒精洗涤、干燥。④柠檬酸亚铁难溶于无水酒精,在潮湿的环境下易被氧化,而酒精易挥发,且可带走滤渣中的水分,故用无水酒精洗涤晶体,可以减少柠檬酸亚铁的溶解损耗,且乙醇易挥发,晶体易干燥,可防止柠檬酸亚铁在洗涤过程中被氧化。