【解析】方案Ⅰ：电解熔融 NaCl 生成 Na 和 Cl_2，Na 和 O_2 在加热条件下反应生成 Na_2O_2，Na_2O_2 和 CO_2 反应生成 Na_2CO_3 和 O_2。方案Ⅱ：电解饱和食盐水生成 NaOH、H_2 和 Cl_2，NaOH 和过量 CO_2 反应生成 $NaHCO_3$，$NaHCO_3$ 和 NaOH 反应生成 Na_2CO_3 和 H_2O。方案Ⅲ：饱和食盐水中通入 NH_3、CO_2 生成 NH_4Cl 和溶解度较小的 $NaHCO_3$，过滤分离出 $NaHCO_3$，$NaHCO_3$ 受热分解为 Na_2CO_3。

(1)纯碱溶液显碱性，酚酞遇碱性溶液呈红色，钠元素的焰色呈黄色。

(2)方案Ⅰ中物质 A 是 Na_2O_2，Na_2O_2 是淡黄色粉末状固体；A→B 发生的反应为 $2Na_2O_2+2CO_2=2Na_2CO_3+O_2$，该反应中 Na_2O_2 既是氧化剂又是还原剂，Na_2O_2 中部分 O 由−1 价升高到 0 价，部分 O 由−1 价降至−2 价，则每生成 2 个 O_2 分子转移 4 个电子。

(3)由分析知 C 为 $NaHCO_3$，$NaHCO_3$ 和 NaOH 反应生成 Na_2CO_3 和 H_2O，离子方程式为 $HCO_3^-+OH^-=CO_3^{2-}+H_2O$。

(4)由于 CO_2 在水中的溶解度较小，为了增大 CO_2 的溶解量，先通入极易溶于水的 NH_3 使得溶液显碱性，再通入 CO_2；由分析知 D 是 $NaHCO_3$ 固体，$NaHCO_3$ 固体受热分解为 Na_2CO_3、H_2O 和 CO_2，反应的化学方程式为 $2NaHCO_3\xlongequal{\triangle}Na_2CO_3+H_2O+CO_2\uparrow$。

(5)由题给 NaCl 和 NH_4Cl 的溶解度曲线可知，NaCl 溶解度受温度影响较小、NH_4Cl 溶解度受温度影响较大，为使 NH_4Cl 充分沉淀析出并分离，需要采取的操作依次为蒸发浓缩、冷却结晶(析出 NH_4Cl)、过滤(分离出 NH_4Cl 晶体)、洗涤、干燥(得到 NH_4Cl)。

17. (1)$MnO_2+4HCl(浓)\xlongequal{\triangle}MnCl_2+2H_2O+Cl_2\uparrow$

(2)分液漏斗　(3)饱和食盐水

(4)氢氧化钾溶液　在温度较高条件下生成氯酸钾，且试管受热均匀

(5)降低了 NaClO 和 $KClO_3$ 的产率

(6)NaClO

(7)$NaClO+CO_2+H_2O=HClO+NaHCO_3$

(8)$NaClO+2HCl=H_2O+NaCl+Cl_2\uparrow$

(9)$NaClO+CH_3COOH=CH_3COONa+HClO$、$NaClO+NaCl+2CH_3COOH=2CH_3COONa+H_2O+Cl_2\uparrow$

【解析】(1)A 中二氧化锰和浓盐酸在加热条件下发生反应生成氯气、氯化锰、水：$MnO_2+4HCl(浓)\xlongequal{\triangle}MnCl_2+2H_2O+Cl_2\uparrow$。

(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^-；C 装置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和水，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，降低了 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 $NaClO+CO_2+H_2O=HClO+NaHCO_3$。

(8)由题表可知，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和氯化钠，化学方程式为 $NaClO+2HCl=H_2O+NaCl+Cl_2\uparrow$。

(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 $NaClO+CH_3COOH=CH_3COONa+HClO$，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 $NaClO+NaCl+2CH_3COOH=2CH_3COONa+H_2O+Cl_2\uparrow$。

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】纯铁不易被腐蚀，含杂质的铁易被腐蚀，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；赤铁矿的主要成分是红棕色的氧化铁，⑤错误；铁与水蒸气在高温条件下反应生成四氧化三铁和氢气，⑥正确。故选 B。

2-1. A　【解析】Fe_2O_3、Fe_3O_4 都能与 CO 等还原剂发生氧化还原反应生成 Fe，即 Fe_2O_3 和 Fe_3O_4 都是炼铁原料，A 正确；FeO 中铁元素显+2 价，Fe_3O_4 中的铁元素显+3 价和+2 价，故 FeO、Fe_3O_4 既有氧化性，又有还原性，B 错误；FeO 是黑色粉末，Fe_3O_4 是黑色晶体，Fe_2O_3 是红棕色粉末，俗称铁红，C 错误；碱性氧化物与酸反应只能生成一种盐和水，而 Fe_3O_4 与

酸反应生成分别含 Fe^{2+}、Fe^{3+} 的两种盐，不属于碱性氧化物，D 错误。

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 【解析】向 $FeCl_3$ 溶液中加入过量铁粉，铁与 Fe^{3+} 反应生成 Fe^{2+}，溶液由黄色变为浅绿色，A 正确；滴加 KSCN 溶液后，溶液不变色，说明无 Fe^{3+}，B 正确；滴入氯水后，Fe^{2+} 被氯气氧化生成 Fe^{3+}，C 正确；由实验现象和反应方程式可知，氧化性的强弱顺序为 $Cl_2>Fe^{3+}>Fe^{2+}$，D 错误。

5-1. C 【解析】黄色的 $Fe_2(SO_4)_3$ 溶液和 M 反应生成红褐色沉淀，该红褐色沉淀为 $Fe(OH)_3$，则要求 M 为可溶于水的碱或者 M 与水反应生成碱，$NH_3\cdot H_2O$、Na、NaOH、Na_2O_2 四种物质均满足条件；黄色的 $Fe_2(SO_4)_3$ 溶液和 N 反应生成白色沉淀，要求 N 能提供 Ba^{2+} 从而生成白色的 $BaSO_4$ 沉淀，且 N 中不能含有 OH^-，若含有 OH^-，则会生成红褐色的 $Fe(OH)_3$ 沉淀，红褐色沉淀会掩盖白色沉淀的颜色，A、D 错误；黄色的 $Fe_2(SO_4)_3$ 溶液和 P 反应得到浅绿色溶液，说明 P 和 $Fe_2(SO_4)_3$ 反应生成了 Fe^{2+}，Fe 能与 Fe^{3+} 反应生成 Fe^{2+}，但 FeO 不能与 Fe^{3+} 反应生成 Fe^{2+}，B 错误；黄色的 $Fe_2(SO_4)_3$ 溶液和 Q 反应得到红色溶液，则 Q 为 KSCN，C 正确。

5-2. 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。

越刷越强

1. A 【解析】Fe_3O_4 是黑色固体，Fe_2O_3 是红棕色固体，红色油漆、红色涂料的主要成分是 Fe_2O_3，A 错误；铁锈的主要成分是 Fe_2O_3，单质 Fe 转化为 Fe_2O_3，发生了氧化还原反应，B 正确；铁粉具有还原性，可防止富脂食品因被氧化而变质，C 正确；Fe^{3+} 转变为 Fe^{2+}，Fe 的化合价降低，Fe^{3+} 被还原，则加入的维生素 C 具有还原性，D 正确。

2. B 【解析】反应前后电荷不守恒，正确的离子方程式应为 $2Fe^{3+}+Cu=2Fe^{2+}+Cu^{2+}$，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 $Fe(SCN)_3$ 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+}，根据得失电子守恒及电荷守恒可得反应的离子方程式为 $3Fe(OH)_2+10H^++NO_3^-=3Fe^{3+}+NO\uparrow+8H_2O$，D 错误。

3. A 【解析】Fe_2O_3 呈红棕色，俗称铁红，赤铁矿的主要成分是 Fe_2O_3，Fe_3O_4 有磁性，磁铁矿的主要成分是 Fe_3O_4，A 正确；陨铁中含有游离态的铁，B 错误；铁和氯化铁可以发生化合反应生成氯化亚铁：$Fe+2FeCl_3=3FeCl_2$，C 错误；Fe_2O_3、FeO 都是碱性氧化物，但它们都不溶于水，不能与水反应生成相应的 $Fe(OH)_3$ 和 $Fe(OH)_2$，D 错误。

4. C 【解析】Fe 与 $FeCl_3$ 溶液反应的离子方程式为 $Fe+2Fe^{3+}=3Fe^{2+}$，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 $Fe^{3+}+3SCN^-=Fe(SCN)_3$，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 $Cl^-+Ag^+=AgCl\downarrow$，产生白色沉淀，实验方案设计与 Fe^{3+} 的性质无关，④错误；NaOH 与 $FeCl_3$ 溶液反应的离子方程式为 $Fe^{3+}+3OH^-=Fe(OH)_3\downarrow$，出现红褐色沉淀，⑤正确。

5. B 【解析】酸性 $KMnO_4$ 溶液紫色褪去，说明该溶液中一定含有还原性物质，但不一定是 Fe^{2+}，如 Cl^- 也可使酸性 $KMnO_4$ 溶液紫色褪去，A 错误；红褐色是 $Fe(OH)_3$ 沉淀的特征颜色，故加入 NaOH 溶液，立即产生红褐色沉淀，说明原溶液中含有 Fe^{3+}，B 正确；滴加 KSCN 溶液显红色，只能说明溶液中 Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+}，但无法说明 Fe^{2+} 被完全氧化为 Fe^{3+}，C 错误；Fe 与 $H_2O(g)$ 反应生成 Fe_3O_4，Fe_3O_4 溶于稀硫酸所得溶液中同时存在 Fe^{2+}、Fe^{3+}，加入 KSCN 溶液时，溶液会变红，再加入双氧水，无实验现象的改变，故无法证明产物中含+2 价铁，D 错误。

6. B 【解析】过程Ⅰ中反应的化学方程式为 $2Fe_3O_4\xlongequal{光照}6FeO+O_2\uparrow$，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 $3FeO+H_2O\xlongequal{\triangle}Fe_3O_4+H_2\uparrow$，其中铁元素化合价升高，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 价，每生成 1 分子氢气，转移 2 个电子，D 正确。

7. B 【解析】由氧化性的强弱($Fe^{3+}>Cu^{2+}$)及图像变化可知:①加入 0~0.56 g Fe 时发生反应 $Fe+2Fe^{3+}=\!=\!=3Fe^{2+}$,②加入 0.56 g~1.68 g Fe 时发生反应 $Fe+Cu^{2+}=\!=\!=Cu+Fe^{2+}$,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 g~2.24 g(即再加入 0.56 g Fe)时,固体增加 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。由图像变化可知,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;由分析知,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 $c=\frac{n}{V}=\frac{0.03\ mol+0.02\ mol}{0.1\ L}=0.5\ mol\cdot L^{-1}$,C 正确。原溶液中 $n(Fe^{3+})=0.02$ mol,由分析知,Cu^{2+}消耗铁粉 1.68 g−0.56 g=1.12 g,由 $Fe+Cu^{2+}=\!=\!=Cu+Fe^{2+}$可知,$n(Cu^{2+})=n(Fe)=\frac{1.12\ g}{56\ g\cdot mol^{-1}}=0.02$ mol,则原溶液中 $n(Fe^{3+}):n(Cu^{2+})=1:1$,D 正确。

8. (1)A (2)氧化 C (3)还原 (4)氧化 酸

【解析】(1)中间价态的粒子既有氧化性又有还原性,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、$KMnO_4(H^+)$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 $Fe+4HNO_3(稀)=\!=\!=Fe(NO_3)_3+NO\uparrow+2H_2O$ 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 $Fe(NO_3)_3$,所以 HNO_3 既表现了氧化性又表现了酸性。

9. (1)$Cu+2Fe^{3+}=\!=\!=2Fe^{2+}+Cu^{2+}$

(2)Fe 和 Cu 盐酸

(3)$2Fe^{2+}+Cl_2=\!=\!=2Fe^{3+}+2Cl^-$

(4)C

(5)产生白色沉淀,迅速变成灰绿色,一段时间后变成红褐色 $4Fe(OH)_2+O_2+2H_2O=\!=\!=4Fe(OH)_3$

【解析】$FeCl_3$ 溶液与镀铜电路板反应,化学方程式为 $2FeCl_3+Cu=\!=\!=2FeCl_2+CuCl_2$,废液中含 $FeCl_2$、$CuCl_2$、$FeCl_3$,加过量的铁(X),发生反应 $2FeCl_3+Fe=\!=\!=3FeCl_2$、$CuCl_2+Fe=\!=\!=Cu+FeCl_2$,则滤渣 1 为 Cu 和 Fe,滤液 1 中溶质为 $FeCl_2$,加过量的稀盐酸(Y),Fe 与稀盐酸反应生成 $FeCl_2$ 和 H_2,向 $FeCl_2$ 溶液中通入 Cl_2,生成 $FeCl_3$。

(3)向滤液 2 中通入的气体 Z 为 Cl_2,发生反应的离子方程式为 $2Fe^{2+}+Cl_2=\!=\!=2Fe^{3+}+2Cl^-$。

(4)可替代气体 Cl_2 的试剂需要具有氧化性,能够氧化 Fe^{2+}但不氧化 Cl^-,且不能引入杂质离子,硝酸溶液会引入硝酸根离子,酸性高锰酸钾溶液会同时氧化 Cl^-,过氧化氢溶液的还原产物为 H_2O,不会引入杂质,故选 C。

(5)滤液 1 中溶质为 $FeCl_2$,向其中滴加足量氢氧化钠溶液,$FeCl_2$ 与 NaOH 发生复分解反应生成白色沉淀 $Fe(OH)_2$,$Fe(OH)_2$ 会被 O_2 氧化为红褐色的 $Fe(OH)_3$,现象是产生白色沉淀,迅速变成灰绿色,一段时间后变成红褐色;$Fe(OH)_2$ 被 O_2 氧化为红褐色的 $Fe(OH)_3$ 的化学方程式为 $4Fe(OH)_2+O_2+2H_2O=\!=\!=4Fe(OH)_3$。

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氧化膜,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;$FeSO_4\cdot 7H_2O$ 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. A 【解析】根据题图可知,X 是 Fe,Y 是 FeO,Z 是 Fe_2O_3,N 是 $Fe(OH)_2$,M 是 $Fe(OH)_3$,Q 是亚铁盐,P 是铁盐。Fe_2O_3 是一种红棕色粉末,常用作红色油漆和涂料,A 正确;常温下,$Fe(OH)_2$ 在潮湿的空气中易被氧化为 $Fe(OH)_3$,不能稳定存在,B 错误;Fe 在高温下与水蒸气反应可生成 Fe_3O_4,不能生成 Z(Fe_2O_3),C 错误;Q 是亚铁盐,Fe 元素的化合价是+2 价,而碱式硫酸铁[$Fe(OH)SO_4$]中的 Fe 元素的化合价是+3 价,故 Q 不可能为碱式硫酸铁,D 错误。

12. C 【解析】结合题给装置图分析可知,在仪器 2 中加入铁粉,分液漏斗中盛放稀硫酸,开启开关 B、C,关闭开关 A,利用反应生成的氢气排尽装置中的空气;将装置中的空气排尽后,关闭开关 B,开启开关 A,利用生成的氢气增大仪器 2 中压强,把反应生成的硫酸亚铁溶液压入仪器 3 的氢氧化钠溶液中,反应生成氢氧化亚铁白色沉淀。分液漏斗,即仪器 1 中盛放稀硫酸,A 正确;打开开关 B、C,关闭开关 A,利用仪器 2 中产生的氢气,把仪器 3 中的空气排尽,然后关闭开关 B,打开开关 A,把仪器 2 产生的 $FeSO_4$ 溶液压到仪器 3 中,产生 $Fe(OH)_2$,B 正确、C 错误;本实验装置处于 H_2 保护的氛围中,故制备的氢氧化亚铁可以相对较长时间保持白色状态,D 正确。

13. D 【解析】由题中流程可知,含铁废液中可能含亚铁离子,加过氧化氢可以氧化亚铁离子,且不引入新杂质,向反应液

中加入硫酸钠溶液后得到 $Fe_2(SO_4)_3$，再缓慢加入 NaOH 发生反应：$3Fe_2(SO_4)_3+12NaOH=2NaFe_3(SO_4)_2(OH)_6\downarrow+5Na_2SO_4$，过滤、洗涤得到黄铁矾沉淀。加 H_2O_2 的目的是将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+}，用氯水代替 H_2O_2 会引入杂质氯离子，A 错误；洗涤沉淀时，为了洗涤充分，向漏斗中加水没过沉淀物后，使液体自然流下，重复操作 2～3 次，不能用玻璃棒搅拌，以免损坏滤纸，B 错误；NaOH 不能过量，否则将生成氢氧化铁沉淀，C 错误；由反应物、生成物可知生成黄铁矾沉淀的反应为 $3Fe_2(SO_4)_3+12NaOH=2NaFe_3(SO_4)_2(OH)_6\downarrow+5Na_2SO_4$，D 正确。

14. (1)还原

(2)$FeCl_2$ 中铁元素为+2 价，可以升高

(3)①$FeCl_2+2NaOH=Fe(OH)_2\downarrow+2NaCl$

$4Fe(OH)_2+O_2+2H_2O=4Fe(OH)_3$

②$Zn+Fe^{2+}=Zn^{2+}+Fe$　③酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色

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

(5)$2Fe^{3+}+Fe=3Fe^{2+}$

(6)$2Fe^{2+}+Cl_2=2Fe^{3+}+2Cl^-$

(7)滴加 KSCN 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，氯化亚铁溶液中加入酸性高锰酸钾溶液，两者发生氧化还原反应，酸性高锰酸钾溶液褪色。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，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，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。

【解析】(1)$FeCl_2$ 具有氧化性，$FeCl_2$ 和 Zn 反应生成 $ZnCl_2$ 和 Fe，Zn 元素化合价升高，此时 Zn 体现还原性。

(2)Fe 元素的最高价为+3，$FeCl_2$ 中 Fe 元素化合价为+2，化合价可以升高，所以预测 $FeCl_2$ 具有还原性。

(3)① ⅰ 中 $FeCl_2$ 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 $FeCl_2+2NaOH=Fe(OH)_2\downarrow+2NaCl$，$Fe(OH)_2$ 被氧气氧化为 $Fe(OH)_3$，迅速变为灰绿色，最终变为红褐色，反应的化学方程式为 $4Fe(OH)_2+O_2+2H_2O=4Fe(OH)_3$。

(4)若 Fe^{2+} 确实被氧化，溶液中含有 Fe^{3+}，Fe^{3+} 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 Fe^{2+} 确实被氧化。

(8)要证明 SCN^- 被转化为 SO_4^{2-}，应向溶液中加入试剂证明 SO_4^{2-} 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】生铁和钢都是铁的含碳合金，钢中含碳量为 0.03%～2.0%，生铁中含碳量为 2.0%～4.3%，所以生铁的含碳量高于钢的含碳量，A 错误；通过炼制和锻打，可以降低生铁的含碳量，除去生铁中杂质元素 P、S，调整生铁中 Si、Mn 的含量，这样的铁合金有韧性、可锻轧、可延压，B 正确；根据含碳量的不同，碳素钢可分为高碳钢、中碳钢、低碳钢，其中高碳钢硬度较大，韧性较差，低碳钢硬度较小，韧性较强，C 错误；不锈钢是一种常见的合金钢，它的合金元素主要是铬(Cr)、镍(Ni)，不锈钢常用来制造医疗器械、餐具等，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；电解熔融的 Al_2O_3 可冶炼金属 Al，由于 Al_2O_3 具有耐高温的性质，也可用作耐火材料，B 正确；明矾[$KAl(SO_4)_2\cdot12H_2O$]溶于水后，Al^{3+} 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，C 错误；$Al(OH)_3$ 与胃酸中的盐酸反应生成氯化铝和水，反应的化学方程式为 $Al(OH)_3+3HCl=AlCl_3+3H_2O$，D 正确。

3-1. C 【解析】将合金与足量氢氧化钠溶液反应，只有 Al 与 NaOH 反应，生成标准状况下氢气体积为 16.8 L，其物质的量为 0.75 mol，根据化学方程式 $2Al+2NaOH+6H_2O=2Na[Al(OH)_4]+3H_2\uparrow$，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$=\frac{13.5\ g}{25.5\ g}\times100\%\approx52.94\%$，故选 C。

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

(2)$2Mg_2Al(OH)_5CO_3+14H^+=4Mg^{2+}+2Al^{3+}+2CO_2\uparrow+12H_2O$

(3)CO_2、H_2O　0.033

(4)分解生成的二氧化碳、水蒸气稀释空气，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 $2a+3b+c+4d=(c+3d)\times2$，即 $2a+3b=c+2d$。

(2)$Mg_2Al(OH)_5CO_3$ 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 $2Mg_2Al(OH)_5CO_3+14H^+=4Mg^{2+}+2Al^{3+}+2CO_2\uparrow+12H_2O$。

(3)样品在 270 ℃时完全失去结晶水，600 ℃以上残留固体为金属氧化物的混合物，说明在 270～600 ℃之间样品中 H

元素转化为 H_2O，C 元素转化为 CO_2，则样品受热分解放出的气体是 CO_2、H_2O；6.80 g 样品与足量稀盐酸充分反应生成 CO_2 的物质的量 $n(CO_2)=\frac{1.120\ L}{22.4\ L\cdot mol^{-1}}=0.05\ mol$，$m(CO_2)=0.05\ mol\times44\ g\cdot mol^{-1}=2.20\ g$，270～600 ℃之间样品分解放出 CO_2 和 H_2O，$m(CO_2)+m(H_2O)=5.00\ g-2.50\ g=2.50\ g$，$m(H_2O)=2.50\ g-2.20\ g=0.30\ g$，$n(H_2O)=\frac{0.30\ g}{18\ g\cdot mol^{-1}}\approx0.016\ 7\ mol$，$n(H)=0.016\ 7\times2\approx0.033\ mol$。

越刷越强

1. B 【解析】合金是指向一种金属中加入其他金属或非金属而形成的具有金属特性的混合物，则合金中一定含有金属元素，可能含有非金属元素，A 错误；铁能制成铁丝利用了铁具有优良的延展性，B 正确；生锈的钢铁制品可以废物利用，仍有回收价值，C 错误；合金的熔点一般比其成分金属的熔点低，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 错误；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 错误；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 正确。

3. B 【解析】铝可用于制作铝金属制品，利用了铝具有良好的延展性，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；铝表面有一层氧化铝薄膜，氧化铝也可以和氢氧化钠反应，向装有氢氧化钠溶液的试管中放入未打磨的铝片，氢氧化钠先与氧化铝反应，然后和内部的铝反应，故过一段时间可观察到气泡，D 错误。

5. A 【解析】根据得失电子守恒及题图可知，Fe^{3+} 为生成物，则 Fe^{2+} 为反应物，NO_3^- 为反应物，则 NH_4^+ 为生成物，H^+ 为反应物，H_2O 为生成物，反应为 $8Fe^{2+}+NO_3^-+10H^+=\!=\!=8Fe^{3+}+NH_4^++3H_2O$，参加反应的还原剂为 Fe^{2+}，氧化剂为 NO_3^-，Fe^{2+} 与 NH_4^+ 的化学计量数之比为 8∶1，A 错误；根据还原剂的还原性大于还原产物的还原性可知，还原性：$Fe^{2+}>NH_4^+$，B 正确；反应中 Fe 元素的化合价升高，Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+}，C 正确；反应中 N 元素的化合价降低，NO_3^- 被还原，发生还原反应，D 正确。

6. (1)混合物

(2)$Fe_2O_3+6HCl=\!=\!=2FeCl_3+3H_2O$

(3)延展

(4)①化学　②隔绝氧气和水

(5)$Fe_3O_4+4CO\xlongequal{高温}3Fe+4CO_2$

【解析】(1)钢是由铁和碳等元素组成的合金，属于混合物。

(2)铁锈的主要成分为 Fe_2O_3，盐酸与铁锈反应的化学方程式为 $Fe_2O_3+6HCl=\!=\!=2FeCl_3+3H_2O$。

(3)铝块制成铝箔增大了铝的表面积，即利用了铝的延展性。

(4)①“发蓝”是使钢铁制品表面生成一层致密的氧化膜，有新物质生成，属于化学变化。②铁生锈是铁与空气中的 O_2 和 H_2O 共同作用的结果，“发蓝”即表面形成了一层致密的氧化膜，能防止钢铁锈蚀的原因是隔绝了 O_2 和 H_2O。

(5)用磁铁矿炼铁的原理是利用 CO 与 Fe_3O_4 在高温下发生氧化还原反应生成 Fe 和 CO_2，根据得失电子守恒及原子守恒可得该反应的化学方程式为 $Fe_3O_4+4CO\xlongequal{高温}3Fe+4CO_2$。

7. (1)$2Al+2NaOH+6H_2O=\!=\!=2Na[Al(OH)_4]+3H_2\uparrow$　0.4

(2)铁红　$\overset{6e^-}{2Al+Fe_2O_3}\xlongequal{高温}2Fe+Al_2O_3$(答案合理即可)

【解析】(1)Al 与 NaOH 溶液反应生成 $Na[Al(OH)_4]$ 和 H_2，对应的化学方程式为 $2Al+2NaOH+6H_2O=\!=\!=2Na[Al(OH)_4]+3H_2\uparrow$；$n(H_2)=\frac{4.48\ L}{22.4\ L\cdot mol^{-1}}=0.2\ mol$，转移电子的物质的量 $n(e^-)=2n(H_2)=0.4\ mol$，即反应转移的电子数为 $0.4N_A$。

(2)氧化铁俗称铁红；该反应中 Al 失电子转化为 Al_2O_3，Fe_2O_3 得电子转化为 Fe，对应电子转移的方向和数目可表示为 $\overset{6e^-}{2Al+Fe_2O_3}\xlongequal{高温}2Fe+Al_2O_3$。

8. (1)0.06　(2)2.24

【解析】氧化铁为碱性氧化物，与盐酸发生反应：$Fe_2O_3+6H^+=\!=\!=2Fe^{3+}+3H_2O$，$Fe^{3+}$ 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：$2Fe^{3+}+Fe=\!=\!=3Fe^{2+}$；因有气体产生，说明发生反应：$Fe+2H^+=\!=\!=H_2\uparrow+Fe^{2+}$。

(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,得出 $n(FeCl_2)=\frac{n(HCl)}{2}=\frac{0.6\ L\times0.2\ mol\cdot L^{-1}}{2}=0.06\ mol$。

(2)根据铁元素守恒,得出 $n(Fe)+2n(Fe_2O_3)=0.06\ mol$,根据得失电子守恒,得 $2n(Fe)=2n(Fe_2O_3)+2n(H_2)$,$n(H_2)=\frac{0.672\ L}{22.4\ L\cdot mol^{-1}}=0.03\ mol$,联立解得 $n(Fe)=0.04\ mol$,$n(Fe_2O_3)=0.01\ mol$,$m(Fe)=0.04\ mol\times56\ g\cdot mol^{-1}=2.24\ g$。

9. D 【解析】①Al 可以和 HCl 反应生成 $AlCl_3$ 和 H_2,也可以和 NaOH 反应生成 $Na[Al(OH)_4]$ 和 H_2;②Al_2O_3 是两性氧化物,和 HCl 反应生成 $AlCl_3$ 和 H_2O,和 NaOH 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。

10. 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,从元素化合价升降相等角度看,产生的气体只能是氢气,A 正确;因为反应中氢元素化合价降低,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溶液,溶液中微粒种类完全相同,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仍继续变大,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. C 【解析】有元素化合价发生变化的反应属于氧化还原反应,题中反应①②③⑦属于氧化还原反应,A 错误;反应①为铝热反应,为固体之间的反应,不是离子反应,B 错误;金属铝可以和酸或强碱反应生成氢气,即反应②③都有氢气生成,由得失电子守恒可知,产生等量的氢气时消耗 Al 的质量和转移的电子数分别相等,C 正确;反应⑦中 Al 元素化合价降低,被还原,Al 为还原产物,D 错误。

13. (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 $mol\cdot L^{-1}$ 的盐酸,恰好使混合物完全溶解并放出 448 mL(标准状况)气体,$n(H_2)=0.02\ mol$,所得溶液中滴加几滴 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,$n(Cl^-)=0.05\ L\times2.0\ mol\cdot L^{-1}=0.1\ mol$,则 $FeCl_2$ 的物质的量为 0.05 mol,物质的量浓度为 $\frac{0.05\ mol}{0.05\ L}=1.0\ mol\cdot L^{-1}$。

(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 $0.05\ mol\times56\ g\cdot mol^{-1}=2.8\ g$。

(3)由上述计算可知,$n(Fe)=0.05\ mol$,依据氢、氧元素守恒,$n(O)=0.5[n(HCl)-2n(H_2)]=0.5\times(0.1\ mol-0.02\ mol\times2)=0.03\ mol$,该混合物中铁、氧两种元素的粒子个数比为 $N(Fe):N(O)=0.05\ mol:0.03\ mol=5:3$。

14. (1)Al 比 Cu 活泼

(2)$4Al+3O_2=2Al_2O_3$

(3)H_2(氢气) Cu(铜)

(4)$Cu_2(OH)_2SO_4+H_2SO_4=2CuSO_4+2H_2O$

(5)NaCl(其他合理答案也可) (6)AD

【解析】(1)Al 的金属活动性强于 Fe 和 Cu,Fe 能与 $CuSO_4$ 溶液反应生成 Cu,则 Al 也能与 $CuSO_4$ 溶液反应生成 Cu。

(2)Al 容易被 O_2 氧化,其表面形成一层致密的 Al_2O_3 薄膜,从而阻止了内部的 Al 与 Cu^{2+} 反应,化学方程式为 $4Al+3O_2=2Al_2O_3$。

(3)由题知 $CuSO_4$ 溶液呈弱酸性,即溶液中有较多 H^+,H^+ 与 Al 反应生成 H_2。产生的红色物质为 Al 与 Cu^{2+} 发生置换反应生成的 Cu。

(4)根据资料可知,蓝绿色固体为 $Cu_2(OH)_2SO_4$,向其中加入稀硫酸,生成 $CuSO_4$ 蓝色溶液和 H_2O,反应的化学方程式为 $Cu_2(OH)_2SO_4+H_2SO_4=2CuSO_4+2H_2O$。

(5)根据资料可知,Cl^- 可加快铝丝与其他物质的反应速率,因此要加快 Al 与硫酸铜溶液的反应速率,可加入能电离出 Cl^- 的物质,如 NaCl。

(6)由上述分析可知,Al 或 Al_2O_3 能与酸性物质反应,食醋主要成分为 CH_3COOH,为一种酸,能与 Al 和 Al_2O_3 反应,因此不能用铝制炊具长时间盛放食醋,A 符合题意;食用油不与 Al 和 Al_2O_3 反应,可用铝制炊具长时间盛放食用油,B 不符合题意;面粉不与 Al 和 Al_2O_3 反应,可用铝制炊具长时间盛放面粉,C 不符合题意;咸菜中含有 Cl^-,可加快铝制炊具与其他物质的反应速率,不能用铝制炊具长时间盛放咸菜,D 符合题意。

第三章综合检测

1. D 【解析】西夏佛经纸本的主要成分是纤维素,不属于合金,A 不符合题意;西汉素纱禅衣是丝绸制品,主要成分是蛋白质,不属于合金,B 不符合题意;唐兽首玛瑙杯的主要成分是二氧化硅,属于无机非金属材料,不属于合金,C 不符合题意;东汉铜奔马的主要成分是铜合金,属于合金,D 符合题意。

2. B 【解析】铁与氯气在常温下不反应,因此可以用钢瓶储存液氯,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;$Fe(OH)_3$ 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:$Fe+Cu^{2+}=\!=\!= Cu+Fe^{2+}$,铜离子将铁氧化为二价铁离子,D 错误。

3. A 【解析】金属铜单质和铜合金都有良好的导电性、导热性和延展性,A 正确;合金的硬度一般比各成分金属大,故铜合金的硬度比单质铜大,B 错误;合金的熔点一般比各成分金属低,故铜合金的熔点比单质铜低,C 错误;该纪念币中含有铜,铜不能与稀硫酸反应,该纪念币不能完全溶解于稀硫酸中,D 错误。

4. C 【解析】钠很活泼,极易和氧气反应生成氧化钠,和水反应生成氢氧化钠;铝属于亲氧元素,极易和氧气反应生成氧化铝,所以自然界中没有游离态的钠和铝,A 正确。钠与水反应剧烈,用铝箔包裹钠并扎些小孔再放入水中可以减缓钠与水的反应程度,B 正确。铝钠合金投入足量硫酸铜溶液中,钠和水反应生成的氢氧化钠可以和硫酸铜反应生成氢氧化铜沉淀,但金属铝可能会与溶液中的 Cu^{2+} 反应,置换出金属铜,C 错误。氢氧化钠会和铝反应生成 $Na[Al(OH)_4]$,若铝钠合金投入水中得无色溶液,则铝和氢氧化钠完全反应,根据钠、铝原子守恒可知,$n(Al)\leqslant n(Na)$,D 正确。

5. B 【解析】Fe 的金属性强于 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 $Cu(OH)_2$ 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。碱性氧化物是指与酸反应只生成一种盐和水的氧化物,Fe_3O_4 与酸反应生成两种盐,不属于碱性氧化物,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 $Al(OH)_3$ 和 H_2,$Al(OH)_3$ 是两性氢氧化物,$Al(OH)_3$ 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。

6. 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 $2FeCl_2+Cl_2=\!=\!= 2FeCl_3$ 可知,$FeCl_2$ 的物质的量为 0.05 mol;依据题意,140 mL 5.0 mol·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 $\frac{0.14\ L\times5.0\ mol\cdot L^{-1}-0.05\ mol\times2}{3}=0.2\ mol$,所以原混合物中“FeO”“$Fe_2O_3$”的物质的量之比为 0.05 mol∶0.1 mol=1∶2,从而得出该样品可能的化学式为 $FeO\cdot(Fe_2O_3)_2$,即为 Fe_5O_7,故选 B。

7. C 【解析】一氧化碳不能一步转化为碳酸钠,A 错误;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铁,B 错误;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 正确;HCl 不能一步转化为 NaClO,D 错误。

8. C 【解析】连接装置后,在进行实验之前,需要检查装置的气密性,A 正确;该实验可以表明高温下,铁可与水蒸气反应,B 正确;铁与水蒸气反应生成四氧化三铁和氢气,氢气为可燃性气体,与空气混合会引发爆炸,所以在点燃生成的气体之前,需要验纯,C 错误;铁与水蒸气反应生成四氧化三铁和氢气,该反应属于置换反应,D 正确。

9. D 【解析】Na_2CO_3 溶液显碱性,可促进油污水解成易溶于水的物质,故用装置甲可除去废铁屑表面的油污,A 正确;Fe 与 H_2SO_4 反应生成 $FeSO_4$,B 正确;铁屑表面残留有 Na_2CO_3 溶液,与 H_2SO_4 反应时会产生酸性气体 CO_2,用 NaOH 溶液可吸收 CO_2 气体,C 正确;蒸干溶液会使 $FeSO_4\cdot7H_2O$ 失去结晶水且 Fe^{2+} 在空气中加热时易被氧化为 Fe^{3+},不能获得 $FeSO_4\cdot7H_2O$,D 错误。

10. 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 $2Fe^{2+}+Cl_2=\!=\!=2Fe^{3+}+2Cl^-$，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。

11. D 【解析】该氧化物与盐酸反应后得到含有 Fe^{3+} 和 Fe^{2+} 的溶液，通入氯气后溶液中的 Fe^{2+} 被氧化成 Fe^{3+}，其反应为 $2Fe^{2+}+Cl_2=\!=\!=2Fe^{3+}+2Cl^-$。步骤①的反应过程中没有元素化合价的变化，属于非氧化还原反应，步骤②为氧化还原反应，A 错误；因为盐酸过量，所以溶液 a 中阳离子除了 Fe^{3+} 和 Fe^{2+} 外，还有 H^+，B 错误；因为盐酸过量，且量未知，所以无法得知溶液 b 中 Fe^{3+} 与 Cl^- 的物质的量之比，C 错误；步骤②反应为 $2Fe^{2+}+Cl_2=\!=\!=2Fe^{3+}+2Cl^-$，其中消耗 0.1 mol Cl_2，则 Fe^{2+} 的物质的量为 0.2 mol，原氧化物中 Fe^{2+} 的物质的量为 0.2 mol，假设该氧化物中 Fe^{2+} 以 FeO 形式存在，则 FeO 质量为 0.2 mol×72 g·mol^{-1}=14.4 g，假设 Fe^{3+} 以 Fe_2O_3 形式存在，则其质量为 30.4 g−14.4 g=16.0 g，其物质的量为 $\frac{16.0\ g}{160\ g\cdot mol^{-1}}$=0.1 mol，则该氧化物中 $n(Fe):n(O)=4:5$，即该氧化物为 Fe_4O_5，D 正确。

12. D 【解析】由金属活动性：Mg>Zn>Fe>Cu 可知，向盛有一定质量 $MgSO_4$、$FeSO_4$ 和 $CuSO_4$ 混合溶液的烧杯中，逐渐加入锌粉至过量，锌不能与 $MgSO_4$ 反应，锌先与 $CuSO_4$ 反应：$Zn+CuSO_4=\!=\!=Cu+ZnSO_4$，硫酸铜消耗完毕，锌才能与 $FeSO_4$ 反应：$Zn+FeSO_4=\!=\!=Fe+ZnSO_4$，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：$Zn+CuSO_4=\!=\!=Cu+ZnSO_4$，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 $Zn+CuSO_4=\!=\!=Cu+ZnSO_4$ 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 $Zn+FeSO_4=\!=\!=Fe+ZnSO_4$ 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 Zn^{2+} 和 Mg^{2+}，D 正确。

13. C 【解析】步骤Ⅰ中 FeO 与碳在高温下发生氧化还原反应生成铁和碳的氧化物；步骤Ⅱ中二氧化钛与碳、氯气在高温下发生氧化还原反应生成四氯化钛和碳的氧化物；步骤Ⅲ中四氯化钛和过量镁粉在高温下发生置换反应生成氯化镁和钛，据此分析解答。由分析可知，步骤Ⅰ、Ⅱ中均发生氧化还原反应，A 正确；结合得失电子守恒可知，步骤Ⅰ、Ⅱ中碳元素的化合价均升高，B 正确；钛在高温下能被空气氧化，所以步骤Ⅲ不可在空气中进行，C 错误；钛在常温下与酸、碱均不反应，镁可以与稀硫酸反应，可用稀硫酸除去金属钛中的少量镁杂质，D 正确。

14. C 【解析】高温下，铁与水蒸气反应时生成 Fe_3O_4，A 错误；FeO 是一种黑色粉末，不稳定，在空气中受热，迅速反应生成 Fe_3O_4，B 错误；由题图可预测：高铁酸盐（FeO_4^{2-}）中的铁元素处于最高价态，容易得到电子，具有强氧化性，可用于消毒，FeO_4^{2-} 发生还原反应后最终可生成 $Fe(OH)_3$ 胶体，从而吸附水中的悬浮物，故高铁酸盐可用作净水剂，C 正确；$Fe(OH)_3$ 受热分解生成 Fe_2O_3 和水，而 $Fe(OH)_3$ 不溶于水，D 错误。

15. （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）再生池中的溶液中的溶质为 $FeCl_2$，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。

16. （1）$3CO+Fe_2O_3\xlongequal{高温}2Fe+3CO_2$

（2）玻璃管中红棕色固体变为黑色固体，澄清石灰水变浑浊

（3）尾气燃烧放出的热量可以被充分利用

（4）$Fe+CuSO_4=\!=\!=FeSO_4+Cu$

（5）刷油漆（合理答案均可）

【解析】(1)CO 与 Fe_2O_3 在高温下反应产生 Fe、CO_2,则 CO 还原氧化铁的化学方程式为 $3CO+Fe_2O_3 \xlongequal{高温} 2Fe+3CO_2$。

(2)CO 与 Fe_2O_3 在高温下反应产生 Fe、CO_2,可观察到玻璃管中固体由红棕色变为黑色,将反应产生的气体通入澄清石灰水中,CO_2 与 $Ca(OH)_2$ 反应产生 $CaCO_3$ 沉淀,因此还可看到澄清的石灰水变浑浊。

(3)装置乙中未反应的 CO 是可燃性气体,其燃烧产生的热量会为 CO 还原 Fe_2O_3 提供能量,故与装置甲相比,装置乙的主要优点是尾气燃烧放出的热量可以被充分利用。

(4)铁制容器不能用来盛放硫酸铜溶液,这是由于金属活动性:Fe>Cu,Fe 与 $CuSO_4$ 在溶液中发生置换反应产生 $FeSO_4$、Cu,该反应的化学方程式为 $Fe+CuSO_4 = FeSO_4+Cu$。

(5)日常生活中可采用的防锈措施是刷油漆、涂油等。

17. (1)过滤　(2)KSCN

(3)b　(4)d

(5)溶液由紫色变为棕黄色　$5Fe^{2+}+MnO_4^-+8H^+ = 5Fe^{3+}+Mn^{2+}+4H_2O$

(6)黑木耳中含有其他还原性物质(或含维生素 C)

【解析】(1)不溶性固体和液体的分离需要过滤,因此步骤②得到滤液 A 的操作是过滤。

(2)一般用 KSCN 溶液检验铁离子,实验现象是溶液显红色,则步骤④检验 Fe^{3+} 所用试剂是 KSCN 溶液。

(3)结合已知ⅲ,根据步骤③中产生蓝色沉淀可知滤液 A 中含有亚铁离子,根据步骤④中溶液显红色可知滤液 A 中含有铁离子,b 正确;由于在灼烧过程中亚铁离子可能被氧化为铁离子,所以黑木耳中不一定含有铁离子,a 错误。

(4)滤液 A 中含有铁离子,需要加入还原剂使铁离子转化为亚铁离子,但不能再引入铁元素,也不能干扰亚铁离子与高锰酸钾的反应。加入金属钠,生成的 NaOH 与铁离子和亚铁离子反应均生成沉淀,a 错误;金属锌与铁离子和亚铁离子均反应,b 错误;加入金属铁会引入铁元素,c 错误;金属铜与铁离子反应生成亚铁离子和铜离子,且不会影响亚铁离子与高锰酸钾的反应,d 正确。

(5)酸性高锰酸钾溶液与亚铁离子反应生成铁离子、锰离子和水,则步骤⑥中观察到的实验现象是溶液由紫色变为棕黄色,反应的离子方程式是 $5Fe^{2+}+MnO_4^-+8H^+ = 5Fe^{3+}+Mn^{2+}+4H_2O$。

(6)黑木耳中含有其他具有还原性的物质(或含维生素 C),导致消耗高锰酸钾溶液的量增加,所以测得的含铁量远大于实际的含量。

第四章　物质结构　元素周期律

第一节　原子结构与元素周期表

变式训练

1-1. A 【解析】“钛”的偏旁为金字旁,则 Ti 属于金属元素,钛和钛合金都属于金属材料,A 正确;元素周期表方格中左上角的数字表示原子序数,质子数=原子序数,中子数=质量数-质子数,所以钛原子中的质子数为 22,B 错误;钛原子最外层有 2 个电子,在化学反应中容易失去最外层 2 个电子形成阳离子,即可变为 Ti^{2+},C 错误;元素周期表方格中最下面的数字表示相对原子质量,所以钛的相对原子质量为 47.87,D 错误。

2-1. B 【解析】第ⅠA 族的元素除氢元素外都是碱金属元素,包括 Li、Na、K、Rb、Cs、Fr,A 正确;最外层电子数为 2 的元素不一定位于第ⅡA 族,0 族元素氦以及很多过渡元素的最外层电子数也是 2,B 错误;过渡元素也称过渡金属,全部为金属元素,C 正确;第ⅢB 族包含镧系与锕系,含有的元素种类最多,D 正确。

3-1. D 【解析】原子序数为 35 的元素为 Br 元素,位于周期表中第四周期第ⅦA 族。16 号元素位于第三周期第ⅥA 族,x 位于第四周期 0 族,A 不符合题意;26 和 28 号元素均位于第四周期第Ⅷ族,x 位于第五周期第Ⅷ族,B 不符合题意;24 号和 26 号元素均为第四周期过渡元素,x 为第五周期过渡元素,C 不符合题意;18 号元素位于第三周期 0 族,x 位于第四周期第ⅧA 族,D 符合题意。

4-1. A 【解析】A、B、C、D 四种元素,质子数都小于 18。A 元素原子的最外层电子数是其电子层数的 3 倍,由于最外层不超过 8 个电子,则 A 为 O 元素;B 元素的原子失去 1 个电子,所得到的微粒具有与氖原子相同的电子层结构,B 为 Na 元素;C 元素是地壳中含量最多的金属元素,C 为 Al 元素;D 元素原子的 M 层电子数是 K 层的 3 倍,M 层电子数为 6,D 为 S 元素,据此分析作答。常温下,铝能溶于稀盐酸,也能溶于氢氧化钠溶液,A 错误;A 和 C 两种元素形成的化合物为氧化铝,熔点较高,B 正确;钠元素的焰色为黄色,可通过焰色试验检验 Na 元素,C 正确;A 和 D 两种元素形成的化合物为二氧化硫或三氧化硫,SO_2 和 SO_3 都是酸性氧化物,都能与氢氧化钠溶液反应生成盐和水,D 正确。

5-1. A 【解析】Co 与 X 的质子数不同,故 3 种核素属于两种元素,A 正确;$^{60}_{27}Co_3O_4$ 和 $^{59}_{27}Co_3O_4$ 均是化合物,不互为同素异形体,B 错误;$^{60}_{27}Co$ 和 $^{59}_{27}Co$ 互为同位素,其化学性质几乎完全相同,物理性质不完全相同,C 错误;衰变过程是在原子核中进行的,属于核反应,不是化学变化,D 错误。

易错点 因为 ^{60}Co 和 ^{59}Co 属于同种元素,所以 $^{60}Co_3O_4$ 和 $^{59}Co_3O_4$ 属于同种物质