

专题1 物质的分类及计量

第一单元 物质及其反应的分类

课时提优1 物质的分类及转化

1. **D** 醋酸、纯碱(碳酸钠)、氯化钠分别属于酸、盐和盐,A不符合题意;硝酸、生石灰(氧化钙)、硫酸钡分别属于酸、碱性氧化物、盐,B不符合题意;盐酸、熟石灰(氢氧化钙)、石英(二氧化硅)分别属于混合物、碱和酸性氧化物,C不符合题意;硫酸、烧碱(氢氧化钠)、碳酸氢钠分别属于酸、碱、盐,D符合题意。

2. **A** 石青的主要成分为 $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$,高温下受热分解生成 CuO 、 CO_2 和 H_2O ,A正确; $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ 属于碱式盐,B错误;石青的主要成分为 $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$,说明石青中还含有其他成分,属于混合物,C错误;竹是指竹筒,主要成分为纤维素,D错误。

3. **C** A项,用可溶性碱 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 或 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和 Na_2CO_3 反应生成难溶性碳酸盐,可实现一步转化,如 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$;B项, $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$;C项,钠盐和硝酸盐都易溶于水,不能发生复分解反应;D项,铁置换铜的反应为 $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$ 。故选C。

4. **D** Fe 与 HCl 反应生成 FeCl_2 ,不能生成 FeCl_3 ,A错误; H_2O_2 加热分解生成 O_2 和 H_2O ,无 H_2 生成,B错误; CaCl_2 不能与 CO_2 反应,C错误。

5. **D** 由于醋酸的酸性比碳酸的强,所以醋酸与水垢的主要成分 CaCO_3 会发生复分解反应, CaCO_3 转化为可溶性醋酸钙,从而达到除水垢的目的,反应不属于氧化还原反应,A不符合题意;蔗糖溶解在水中发生的是物理变化,B不符合题意;由于盐酸的酸性比碳酸的强,所以稀盐酸洒在大理石台面上,稀盐酸与大理石的主要成分 CaCO_3 发生复分解反应产生大量 CO_2 气体,C不符合题意;洗过的菜刀未擦干,放置一段时间出现斑点是由于 Fe 单质与空气中的 O_2 反应生成 Fe_2O_3 ,反应过程中铁元素和氧元素的化合价发生了变化,因此反应属于氧化还原反应,D符合题意。

6. **B** 该反应是置换反应,不是化合反应,A不符合题意;反应中氧元素、氮元素化合价发生改变,且是2种物质生成1种物质的反应,既属于氧化还原反应,又属于化合反应,B符合题意;反应生成2种物质,不是化合反应,C不符合题意;反应中没有元素化合价发生改变,不是氧化还原反应,D不符合题意。

7. **B** 反应 $3\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Fe}_2\text{O}_3 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 属于复分解反应;反应 $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 4\text{Fe} + 3\text{CO}_2 \uparrow$ 属于置换反应;反应 $\text{C} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$ 属于化合反应;反应 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3$ 属于化合反应。综上所述,反应中不存在分解反应。故选B。

8. **A** 碳和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 在高温下可发生氧化还原反应转化为水煤气(CO 和 H_2),A正确; CO_2 与澄清石灰水反应生成 CaCO_3 、 H_2O ,因生成物有两种,所以不属于化合反应,B错误;植树种

草加强光合作用,可以吸收空气中的 CO_2 ,C错误;飞船中航天员呼出的 CO_2 可用 Na_2O_2 吸收转化为 O_2 ,D错误。

9. **D** CH_4 中C元素化合价为-4价,A为-4价C元素的有机物,则A可能是 CH_4 ,A正确;B对应的物质是碳单质,D对应的是C元素的+4价氧化物,D是 CO_2 ,碳充分燃烧可生成 CO_2 ,B正确; CaCO_3 是盐,C元素化合价为+4价,所以其对应的是F,C正确;C对应的物质是C元素的+2价氧化物,C是 CO , CO 与水不反应,D错误。

10. **A** 反应①是 Cu 与 O_2 、 CO_2 、 H_2O 反应生成 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$,化学方程式为 $2\text{Cu} + \text{O}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$,该反应为化合反应,A正确;铜绿是 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$,能与酸反应生成可溶性铜盐, CuO 不溶于水,不能与水直接反应生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$,故甲不是 CuO ,B错误;反应④是 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 受热分解生成 CuO 和 H_2O ,该反应为分解反应,C错误;铜绿是碱式盐,其化学式是 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$,D错误。

11. **B** 碘酒是碘溶于酒精形成的溶液,属于混合物,黄铜为合金,属于混合物,A错误;氢氧化铜属于化合物,是纯净物,澄清石灰水是溶液,属于混合物,石灰石是混合物,其主要成分是 CaCO_3 ,C错误; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 属于化合物,是纯净物, CaO 属于金属氧化物,不是盐,D错误。

12. (1) $\text{MgSO}_4 \quad \text{BaCl}_2$ (2) $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} = \text{MgCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{MgCl}_2 + 2\text{AgNO}_3 = \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{AgCl} \downarrow$

解析: MgSO_4 和 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 反应生成 BaSO_4 沉淀和 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$,X是 MgSO_4 , MgSO_4 和 NaOH 反应生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀,Y是 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 和盐酸反应生成 MgCl_2 和水,Z是 MgCl_2 , MgCl_2 和 AgNO_3 反应生成 AgCl 沉淀和 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$,试剂乙是 AgNO_3 。(1) MgSO_4 和 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 反应生成 BaSO_4 沉淀和 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$,X是 MgSO_4 , MgSO_4 和 BaCl_2 反应生成 BaSO_4 和 MgCl_2 ,试剂甲是 BaCl_2 。(2) ③是 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 和盐酸反应生成 MgCl_2 和水。④是 MgCl_2 和 AgNO_3 反应生成 AgCl 沉淀和 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 。

13. (1) ① CO_2 酸性 ② 复分解反应 (2) ① 生石灰 ② $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

解析:(1) ①若X为木炭,且与 O_2 反应生成的氧化物能与水反应,则Y为 CO_2 , CO_2 属于酸性氧化物。② CO_2 与水反应生成 H_2CO_3 , H_2CO_3 与 NaOH 发生酸碱中和反应,属于复分解反应。(2) 若X为钙单质,与 O_2 反应生成 CaO , CaO 与水反应生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 与盐酸反应生成 CaCl_2 。①Y常用作建筑材料,则Y为 CaO ,俗称生石灰。②反应Ⅲ的化学方程式为 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

第二单元 物质的化学计量

课时提优2 物质的量

1. **A** 物质的量是一个基本物理量,表示一定数目粒子的集合体,不是物质的数量,A错误;物质的量可以把宏观物质的质量与微观粒子的数量联系起来,是连接宏观量和微观量的桥梁,B正确;物质的量表示一定数目粒子的集合体,适用于计量分子、原子、离子等微观粒子,C正确;阿伏加德罗常数是 1 mol

粒子所含的粒子数, $12\text{ g }^{12}\text{C}$ 的物质的量为 1 mol , 所以 $12\text{ g }^{12}\text{C}$ 含有的碳原子数就是阿伏加德罗常数, D 正确。

2. D 物质的量为国际单位制中 7 个基本物理量之一, 其单位为摩尔, A 正确; 3.6 g 水的物质的量 $=\frac{3.6\text{ g}}{18\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}=0.2\text{ mol}$, 其中含氢原子的数目 $=2\times 0.2\text{ mol}\times N_{\text{A}}\text{ mol}^{-1}=0.4N_{\text{A}}$, B 正确; $0.5\text{ mol Na}_2\text{SO}_4$ 中含有的 Na^+ 数 $\approx 0.5\text{ mol}\times 2\times 6.02\times 10^{23}\text{ mol}^{-1}=6.02\times 10^{23}$, C 正确; O_2 与 O_3 均由氧原子构成, 则等质量的 O_2 与 O_3 所含氧原子数之比是 $1:1$, D 错误。

3. D $a\text{ g CO}_2$ 的物质的量为 $\frac{a}{44}\text{ mol}$, b 个 CO_2 分子的物质的量为 $\frac{b}{N_{\text{A}}}\text{ mol}$, $\frac{a}{44}=\frac{b}{N_{\text{A}}}$, 所以 $N_{\text{A}}=\frac{44b}{a}$, D 正确。

4. C 氢为元素, 是宏观概念, 应说明氢元素的具体微粒是原子还是离子, A 错误; 22 g CO_2 的物质的量为 0.5 mol , 含有的氧原子的物质的量为 1 mol , 氧原子数约等于 6.02×10^{23} , B 错误; 当质量以“g”为单位时, 钠的摩尔质量在数值上等于它的相对原子质量, C 正确; NO_2 的摩尔质量是 $46\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, D 错误。

5. B $1\text{ mol H}_2\text{SO}_4$ 的质量是 98 g , A 错误; SO_2 的摩尔质量为 $64\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, B 正确; 两者数值相等, 单位不同, C 错误; 1 mol 氧指代不明, D 错误。

6. D 1.505×10^{23} 个 X 气体分子的物质的量 $=\frac{1.505\times 10^{23}}{6.02\times 10^{23}\text{ mol}^{-1}}=0.25\text{ mol}$, 由 1.505×10^{23} 个 X 气体分子的质量为 8 g 可知, X 气体的摩尔质量 $=\frac{8\text{ g}}{0.25\text{ mol}}=32\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, D 正确。

7. C 摩尔质量的单位是 $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$, A 错误; S_2 和 S_8 都是由硫原子构成的, 等质量的 S_2 和 S_8 所含硫原子的物质的量相同, 数目之比为 $1:1$, B 错误; 1 mol O_2 的质量 $=32\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}\times 1\text{ mol}=32\text{ g}$, C 正确; 1 mol CO_2 的分子数 $=1\text{ mol}\times N_{\text{A}}\text{ mol}^{-1}=N_{\text{A}}$, D 错误。

8. C N_2 的摩尔质量为 $28\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, A 错误; $n(\text{O}_2)=\frac{N}{N_{\text{A}}}=\frac{9.03\times 10^{23}}{6.02\times 10^{23}}=1.5\text{ mol}$, B 错误; $n(\text{Na}_2\text{O}_2)=\frac{39\text{ g}}{78\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}=0.5\text{ mol}$, $n(\text{Na}^+)=0.5\text{ mol}\times 2=1\text{ mol}$, Na^+ 的个数约为 6.02×10^{23} , C 正确; 盛有 SO_2 的密闭容器中含有 N_{A} 个(即 1 mol)氧原子, 则 $n(\text{SO}_2)=\frac{1\text{ mol}}{2}=0.5\text{ mol}$, D 错误。

9. C 含 $0.5N_{\text{A}}$ 个氯原子的 Cl_2 的物质的量 $=\frac{1}{2}\times\frac{0.5N_{\text{A}}}{N_{\text{A}}\text{ mol}^{-1}}=0.25\text{ mol}$, A 错误; 1 g NH_4^+ 含有 10 个电子, 0.1 mol NH_4^+ 含有 1 mol 电子, 即含有 N_{A} 个电子, B 错误; 1 g NO 和 1 g CO 中均含有 1 个氧原子, 则 N_{A} 个 NO 和 CO 混合气体中含有 N_{A} 个氧原子, C 正确; 氖气为单原子分子, 1 mol Ne 中含有的原子数为 N_{A} , D 错误。

10. B 摩尔质量的单位是 $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$, A 错误; 16 g O_2 的物质的量 $=\frac{16\text{ g}}{32\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}=0.5\text{ mol}$, B 正确; SO_3 中 S、O 的质量之比 $=1\times 32:3\times 16=2:3$, C 错误; 等物质的量的 SO_2 与 SO_3

中氧原子数之比为 $2:3$, 设 SO_2 和 SO_3 的质量均为 $m\text{ g}$, SO_2 和 SO_3 中氧原子数之比 $=\frac{m\text{ g}}{64\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}\times 2:\frac{m\text{ g}}{80\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}\times 3=5:6$, D 错误。

11. (1) $\frac{44b}{3a}$ (2) 28.5 (3) $32\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ $1:3$

解析: (1) CO_2 的相对分子质量为 44 , 若 $a\text{ g CO}_2$ 含 b 个原子, 依据物质的量可建立关系 $\frac{m}{M}=\frac{N}{N_{\text{A}}\text{ mol}^{-1}}$, 则阿伏加德罗常数 $=\frac{44\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}{a\text{ g}}\times\frac{b}{3}=\frac{44b}{3a}\text{ mol}^{-1}$ 。(2) 氯化镁的化学式为 MgCl_2 , 含 0.6 mol Cl^- 的氯化镁的物质的量为 0.3 mol , 质量 $=0.3\text{ mol}\times 95\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}=28.5\text{ g}$ 。(3) 已知 4.8 g CO_2 和 CO 混合气体中含分子数为 $0.15N_{\text{A}}$, 则其物质的量为 0.15 mol , 该混合气体的平均摩尔质量 $=\frac{4.8\text{ g}}{0.15\text{ mol}}=32\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; 设 CO_2 的物质的量为 x , 则 CO 的物质的量为 $0.15\text{ mol}-x$, $44\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}\times x+28\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}\times (0.15\text{ mol}-x)=4.8\text{ g}$, $x=0.0375\text{ mol}$, $0.15\text{ mol}-x=0.1125\text{ mol}$, 所以 CO_2 和 CO 的物质的量之比 $=0.0375\text{ mol}:0.1125\text{ mol}=1:3$ 。

12. (1) 0.02 mol (2) 0.02 mol (3) $\text{KCl}\cdot\text{MgCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$

解析: (1) 操作后固体 1.160 g 全部为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, 根据镁原子守恒, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的物质的量等于 MgCl_2 的物质的量, 试样中 $n(\text{MgCl}_2)=n[\text{Mg}(\text{OH})_2]=\frac{1.160\text{ g}}{58\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}=0.02\text{ mol}$ 。(2) 因为 AgNO_3 过量, 则样品中 Cl^- 全部转化为 8.610 g AgCl , 根据氯元素守恒, 整个试样中的 $n(\text{Cl}^-)=n(\text{AgCl})=\frac{8.610\text{ g}}{143.5\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}=0.06\text{ mol}$ 。试样中 $n(\text{KCl})=0.06\text{ mol}-0.02\text{ mol}\times 2=0.02\text{ mol}$ 。(3) 结晶水的物质的量 $=\frac{6.170\text{ g}-4.010\text{ g}}{18\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}=0.12\text{ mol}$, 则 $x:y:z=0.02\text{ mol}:0.02\text{ mol}:0.12\text{ mol}=1:1:6$, 故化学式为 $\text{KCl}\cdot\text{MgCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 。

课时提优 3 气体摩尔体积

1. D 气态物质微粒之间的距离要比微粒本身的直径大很多倍, 故气态物质微粒本身的大小不是决定气态物质体积的主要因素, 气体的体积与气体分子的相对分子质量也没有关系。故选 D。

2. D N_2 、 CO 的摩尔质量均为 $28\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, 根据 $n=\frac{m}{M}$ 可知, 等质量的 N_2 、 CO 的物质的量相等, 相同条件下, 气体体积之比等于其物质的量之比, 故二者占有的体积相等, A 正确; 同温同压下, 相同体积的气体, 它们的物质的量必相等, 但构成分子的原子数不一定相同, 故两种气体原子数不一定相等, B 正确; 同温同压下, 气体体积与气体的物质的量成正比, 即气体体积与气体分子数成正比, C 正确; 根据 $pV=nRT$, 两种分子数和体积都相等的气体, 所处的温度和压强均可以不相同, D 错误。

3. A 根据 $n=\frac{V}{V_{\text{m}}}$, 其中 V_{m} 与温度、压强有关, 不同气体, 若温度、压强不确定, 则 V_{m} 有可能相同, 即使体积不同, n 也有可能

相同, A 错误; 标准状况下, 1 mol 任何气体的体积均约为 22.4 L, 即其摩尔体积为 $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$, B 正确; 气体体积的大小与分子间距离、构成气体的分子数有关, 当分子数相同时, 气体体积的大小主要决定于气体分子间的距离, 分子间距离又与压强和温度有关, C 正确; 根据 $n = \frac{V}{V_m}$ 可得, $V = nV_m$, 一定温度和压强下, V 与 n 成正比, D 正确。

4. D 根据阿伏加德罗定律, 等温等压下, 等体积的气体的物质的量相等, 故 CO 、 N_2 、 C_2H_2 三种气体的物质的量相等。当三种气体的物质的量相等时, 它们的质量之比等于摩尔质量之比, 则三种气体的质量之比为 $14 : 14 : 13$, A 错误; 三种气体的物质的量之比为 $1 : 1 : 1$, B 错误; 三种气体的物质的量相等, 则它们所含分子数相等, 即分子数之比为 $1 : 1 : 1$, C 错误; 设 CO 、 N_2 、 C_2H_2 各为 1 mol, 则三种分子中含有的原子数分别为 2、2、4, 则三种气体中含有的原子个数之比为 $1 : 1 : 2$, D 正确。

5. D 32 g O_2 的物质的量为 1 mol, 但未指明气体所处的状态, 故无法计算 O_2 的体积, A 错误; 常温常压下不能用 $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 计算气体的物质的量, B 错误; H_2O 在标准状况下为液体, 不能用 $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 计算水的体积, C 错误; 根据阿伏加德罗定律及其推论, 同温同压下, 气体的体积之比等于气体的分子数之比, 则同温同压下, N_A 个 N_2 和 $0.5N_A$ 个 H_2 的体积之比为 $2 : 1$, D 正确。

6. C 标准状况下, 某气体的体积为 4.48 L, 其质量为 6.4 g, 则气体的物质的量 $= \frac{4.48 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$, $M = \frac{6.4 \text{ g}}{0.2 \text{ mol}} = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 所以该气体的相对分子质量为 32, C 符合题意。

7. C 未指明 H_2 所处的状态, 不能比较二者所含 H_2 的物质的量的多少, A 错误; 标准状况下, 只有 N_A 个气体分子所占的体积为 22.4 L, B 错误; 1 mol H_2O 中所含氧原子的物质的量为 1 mol, 其质量为 16 g, C 正确; 常温常压下, 气体的摩尔体积大于 $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$, 11.2 L N_2 的物质的量小于 0.5 mol, 所含的原子数目小于 N_A , D 错误。

8. B 标准状况下, ①中 $n(\text{NH}_3) = \frac{6.72 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.3 \text{ mol}$;

②中 $n(\text{H}_2\text{S}) = \frac{1.204 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$; ③中 $n(\text{CH}_4) =$

$\frac{5.6 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.35 \text{ mol}$; ④中 $n(\text{HCl}) = 0.5 \text{ mol}$, 根据阿伏加

德罗定律, 在其他条件不变的情况下, 体积之比等于物质的量之比, 故体积④>③>①>②, A 正确。①中 NH_3 质量 $= 17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.3 \text{ mol} = 5.1 \text{ g}$; ②中 H_2S 质量 $= 34 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.2 \text{ mol} = 6.8 \text{ g}$; ③中 CH_4 质量为 5.6 g; ④中 HCl 质量 $= 36.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.5 \text{ mol} = 18.25 \text{ g}$, 则质量④>②>③>①, B 错误。根据 $\rho M = \rho RT$ 可得, 在其他条件不变的情况下, 密度与摩尔质量成正比, 则密度④>②>①>③, C 正确。①中含原子 $= 0.3 \text{ mol} \times 4 = 1.2 \text{ mol}$; ②中含原子 $= 0.2 \text{ mol} \times 3 = 0.6 \text{ mol}$; ③中含原子 $= 0.35 \text{ mol} \times 5 = 1.75 \text{ mol}$; ④中含原子 $= 0.5 \text{ mol} \times 2 = 1 \text{ mol}$, 原子数目之比等于物质的量之比, 则原子数目③>①>④>②, D 正确。

9. C CO_2 能导致温室效应, 该研究成果有利于实现“碳中和”, 减轻温室效应, A 正确; 22 g CO_2 的物质的量为 0.5 mol, 约含 3.01×10^{23} 个 CO_2 分子, B 正确; 标准状况下, CO_2 气体的摩尔体积约为 $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$, C 错误; 16.2 g 淀粉 $[(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n]$ 中 $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ 的物质的量为 0.1 mol, 故含有 0.6 mol 碳原子, 约含 3.612×10^{23} 个碳原子, D 正确。

10. B 左右两侧气体所处的温度、压强相同, 根据阿伏加德罗定律, 气体的体积之比=气体的物质的量之比=3:1, 故右侧气体的物质的量为 3 mol, 右边 CO 和 CO_2 的质量之和为 96 g, 设 CO 的物质的量为 $x \text{ mol}$, 则 CO_2 的物质的量为 $(3-x) \text{ mol}$, $28x + 44 \times (3-x) = 96$, 解得 $x = 2.25 \text{ mol}$, 故混合气体中 $n(\text{CO}) = 2.25 \text{ mol}$, $n(\text{CO}_2) = 0.75 \text{ mol}$ 。由分析可知, 右侧混合气体中含有 CO 的物质的量是 2.25 mol, $m(\text{CO}) = 2.25 \text{ mol} \times 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 63 \text{ g}$, A 错误; 右侧混合气体中含有 2.25 mol CO 、0.75 mol CO_2 , 由元素守恒可知, 右侧混合气体中 $n(\text{C}) : n(\text{O}) = [n(\text{CO}) + n(\text{CO}_2)] : [n(\text{CO}) + 2n(\text{CO}_2)] = (2.25 \text{ mol} + 0.75 \text{ mol}) : (2.25 \text{ mol} + 2 \times 0.75 \text{ mol}) = 3 : 3.75 =$

$4 : 5$, B 正确; 根据 $pV = nRT$, $n = \frac{m}{M}$ 及 $m = \rho V$ 知, $p = \frac{\rho}{M}RT$, 同温同压下, 气体密度之比等于其摩尔质量之比, 右侧气体的平均摩尔质量 $= \frac{96 \text{ g}}{3 \text{ mol}} = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则混合气体的密度与氧

气的密度相同, C 错误; 使隔板处于中间的 $\frac{1}{2}$ 处, 则两边气体的物质的量要相同, 即右边气体的物质的量也是 9 mol, 9 mol CO 的质量 $= 9 \text{ mol} \times 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 252 \text{ g}$, 9 mol CO_2 的质量 $= 9 \text{ mol} \times 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 396 \text{ g}$, 所以 9 mol CO 和 CO_2 混合气体的质量一定大于 252 g, 因此右边充入 252 g CO 和 CO_2 混合气体, 无论如何改变两种气体的个数之比, 隔板不可能处于中间的 $\frac{1}{2}$ 处, D 错误。

11. (1) $64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 11.2 (2) 44.8 (3) 1.6 32

(4) 0.05 mol 14.6%

解析: (1) 32 g 某气体中含有的分子数为 3.01×10^{23} , 其物质的量 $n = \frac{3.01 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$, $M = \frac{32 \text{ g}}{0.5 \text{ mol}} =$

$64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $V = 0.5 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 11.2 \text{ L}$ 。(2) 24 g

CH_4 的物质的量 $= \frac{24 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1.5 \text{ mol}$, $n(\text{H}) = 1.5 \text{ mol} \times$

$4 = 6 \text{ mol}$, 则含 6 mol 氢原子的 NH_3 的物质的量为 2 mol, 故标准状况下 $V(\text{NH}_3) = 2 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 44.8 \text{ L}$ 。(3) $3.9 \text{ g Na}_2\text{R}$ 中含 0.1 mol Na^+ 和 0.05 mol R^{2-} , 则 $m(\text{Na}^+) = 0.1 \text{ mol} \times 23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.3 \text{ g}$, 则所含 R 元素的质量 $= 3.9 \text{ g} - 2.3 \text{ g} =$

1.6 g , 故 R 的摩尔质量 $= \frac{1.6 \text{ g}}{0.05 \text{ mol}} = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 即 R 的相

对原子质量为 32。(4) 表面被氧化的金属钠投入水中发生以下两个反应: $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH}$, $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$, $n(\text{H}_2) = \frac{3.36 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.15 \text{ mol}$, Na 反应生成的 NaOH 的物质的量为 0.3 mol, 与水反应的 Na 的物质的量为 0.3 mol, 其质量 $= 23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.3 \text{ mol} = 6.9 \text{ g}$, 故

Na_2O 的质量 $= 10.0\text{ g} - 6.9\text{ g} = 3.1\text{ g}$, $n(\text{Na}_2\text{O}) = \frac{3.1\text{ g}}{62\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.05\text{ mol}$, Na_2O 与水反应生成的 NaOH 的物质的量为 0.1 mol , 溶液中溶质 NaOH 的物质的量 $= 0.3\text{ mol} + 0.1\text{ mol} = 0.4\text{ mol}$, 其质量 $= 40\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.4\text{ mol} = 16\text{ g}$, 反应后所得溶液的质量 $= 10\text{ g} + 100\text{ g} - 2\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.15\text{ mol} = 109.7\text{ g}$, 故所得溶液中 NaOH 的质量分数 $= \frac{16\text{ g}}{109.7\text{ g}} \times 100\% \approx 14.6\%$ 。

第三单元 物质的分散系

课时提优 4 物质的分散系

1. **A** 分散系是一种或几种物质的微粒分散到另外一种物质中所得的体系,因此所有分散系均属于混合物,A 正确;油是不溶于水的液体物质,则油水混合物属于乳浊液,B 错误;根据分散系中分散质微粒直径大小,将分散系分为溶液、胶体、浊液,C 错误;将饱和 FeCl_3 溶液滴加到沸水中继续加热至液体呈红褐色停止加热,即可得到 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体,D 错误。
2. **B** 乙醇在水溶液中和熔融状态下都不能导电,且为化合物,属于非电解质,A 错误;用一束强光照射该分散系,可看到明显的光路,说明该分散系具有丁达尔效应,其属于胶体,B 正确;胶体的分散质粒子直径在 $1 \sim 100\text{ nm}$,C 错误;胶体粒子可以透过滤纸,D 错误。
3. **B** 胶体中分散质粒子直径在 $1 \sim 100\text{ nm}$,而该“纳米药物分子运输车”直径为 200 nm ,大于胶粒直径,则其分散于水中所得的分散系不属于胶体,A 错误;葡萄糖、酒精都是有机化合物,它们在水溶液中和熔融状态下都不导电,属于非电解质,B 正确;该“运输车”中铁元素以 Fe_3O_4 的形式存在,铁元素的价态为 $+2$ 价、 $+3$ 价,C 错误; Fe_3O_4 属于金属氧化物, SiO_2 属于非金属氧化物,D 错误。
4. **B** 电解质是指在水溶液中或熔融状态下能够导电的化合物,非电解质是指在水溶液中和熔融状态下都不能导电的化合物。盐酸是氯化氢的水溶液,属于混合物,既不是电解质又不是非电解质,A 不符合题意;氯化钠、硫酸、硫酸钡均属于电解质,B 符合题意;水银是汞,属于单质,既不是电解质也不是非电解质,C 不符合题意;干冰、氨气均属于非电解质,D 不符合题意。
5. **A** NaOH 固体在水溶液中和熔融状态下均可以导电,属于电解质; CO_2 自身不能电离出自由移动的离子,不能导电,属于非电解质;铜丝属于单质,不属于电解质;氨水是溶液,属于混合物,不属于电解质。故选 A。
6. **B** 盐酸是氯化氢的水溶液,属于混合物;天然气的主要成分是甲烷,天然气属于混合物;A 不符合题意。冰水混合物是纯净物;胆矾是 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$,属于化合物;氯化钾在水溶液中和熔融状态下都能够电离出自由移动的离子而导电,氯化钾属于电解质;乙醇自身或在水溶液中均不能导电,属于非电解质,B 符合题意。浓硫酸为溶液,属于混合物;氧气属于单质,既不是电解质又不是非电解质,C 不符合题意。白酒是乙醇的水溶液,属于混合物;氨水是氨气的水溶液,属于混合物,因此氨水不属于电解质,D 不符合题意。

7. **D** AlCl_3 是易溶于水的强电解质,在水溶液中的电离方程式为 $\text{AlCl}_3 = \text{Al}^{3+} + 3\text{Cl}^-$,A 错误;电解质电离不需要通电, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 是易溶于水的强电解质,在水溶液中的电离方程式为 $\text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-$,B 错误; NaHCO_3 是弱酸的酸式盐,易溶于水,在水溶液中的电离方程式为 $\text{NaHCO}_3 = \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$,C 错误; $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 是可溶性盐,在水溶液中的电离方程式为 $\text{CH}_3\text{COONH}_4 = \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{NH}_4^+$,D 正确。

8. **D** “碳纳米泡沫”中,每个泡沫含有约 $4\,000$ 个碳原子,因为只含碳原子,是一种新型的碳单质,A 错误;“碳纳米泡沫”中每个泡沫直径约 $6 \sim 9\text{ nm}$,溶于水形成的分散系是胶体,B 错误;“碳纳米泡沫”是单质,C 错误;“碳纳米泡沫”属于单质,既不是电解质也不是非电解质,D 正确。

9. **D** 酸性氧化物是与碱反应生成盐和水的氧化物,但酸性氧化物不一定均能与碱发生反应,如 CO_2 不能与 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 反应,①错误;金属氧化物可能是碱性氧化物(如 Na_2O),也可能是酸性氧化物(如 Mn_2O_7)、两性氧化物(如 Al_2O_3)、过氧化物(如 Na_2O_2)等,但碱性氧化物一定是金属氧化物,②正确;蔗糖是有机化合物,在水溶液中和熔融状态下都不能导电,属于非电解质,硫酸钡在熔融状态下或溶于水中的部分会全部发生电离,属于电解质,③错误;纯碱是 Na_2CO_3 的俗称,属于盐而不属于碱,④错误;胶粒虽比溶液中溶质粒子大,但也能透过滤纸,故不能用过滤的方法从胶体中把胶粒分离出来,⑤错误;氢氧化铁胶体稳定存在的主要原因是胶粒能够选择性吸附正电荷,同种电荷相互排斥,因而比较稳定,⑥错误。综上所述,只有②正确。故选 D。

10. **C** 诗词中所涉及的“烟、云、酒”都属于分散系,只有冰不是分散系。故选 C。

11. **C** BaSO_4 是化合物,且熔融状态下能导电,属于电解质,①错误; NH_3 本身不能电离产生自由移动的离子,是非电解质, HCl 是化合物,在水溶液中能电离出离子,故能导电,属于电解质,②错误; NaHSO_4 在水溶液中电离时产生的阳离子有 H^+ ,同时有 Na^+ ,所以不属于酸,属于酸式盐,③正确;电解质放在水中不一定导电,如氯化银放在水中几乎不导电,非电解质放在水中不一定不导电,如 CO_2 的水溶液能导电,④错误;在水中或熔融状态下导电的化合物为电解质,在水中和熔融状态下都不导电的化合物为非电解质,混合物和单质既不是电解质也不是非电解质,⑤错误。故选 C。

12. (1) C (2) C (3) A (4) 胶体发生了聚沉

解析:(1) 分散质微粒直径小于 10^{-9} m 的是溶液,大于 10^{-7} m 的是浊液, $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 胶体粒子的微粒直径在 $10^{-9} \sim 10^{-7}\text{ m}$ 之间。(2) 溶液、胶体、浊液的本质区别是分散质粒子的直径不同,则 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 浊液与 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 胶体性质不同的本质原因是分散质粒子的大小不同。(3) 胶体具有的性质:①能产生丁达尔效应;②胶体粒子能通过滤纸但不能通过半透膜;③能产生电泳现象;④介稳性;⑤加热、加入电解质等发生聚沉等,其中胶体的丁达尔效应操作简单、现象明显,则判断胶体制备成功的最简单方法是丁达尔效应。(4) 胶体中加入电解质等会发生聚沉,故该同学没有制得蓝色透明的胶体,反而出现了浑浊

的原因是:由于一次性加入大量 CuCl_2 溶液,有部分 CuCl_2 使产生的胶体发生了聚沉。

专题 1 综合

1. B 盐酸是 HCl 气体的水溶液,属于混合物,A 错误;碱性氧化物一定是金属氧化物,B 正确;纯碱是 Na_2CO_3 的俗称,属于盐,C 错误; NH_3 溶于水生成的 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 发生电离,产生了能自由移动的 NH_4^+ 和 OH^- , NH_3 本身不能发生电离,属于非电解质,D 错误。

2. B 干冰(固态二氧化碳)、二氧化硫、三氧化硫均能与碱反应生成盐和水,均属于酸性氧化物,A 正确;冰水混合物中只含有水分子,属于纯净物,B 错误;乙醇、四氯化碳、油脂在水溶液中和熔融状态下都不导电,均属于非电解质,C 正确;氧化钙、氧化铁、氧化镁都可以跟酸反应生成盐和水,均属于碱性氧化物,D 正确。

3. B 金刚石由碳元素组成,属于非金属单质,A 错误;根据元素质量守恒可知,制造过程中元素种类、原子的个数不会改变,B 正确; Na 和 CCl_4 反应生成金刚石和 NaCl ,钠元素、碳元素的化合价均发生改变,属于氧化还原反应,C 错误; Na 和 CCl_4 反应生成金刚石和 NaCl ,属于置换反应,不属于复分解反应,D 错误。

4. C Mn_2O_7 属于酸性氧化物,①错误;胆矾的化学式为 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$,为纯净物,不是混合物,②错误; Al_2O_3 在熔融状态下能导电,说明 Al_2O_3 在熔融状态下能电离出自由移动的离子,③正确;碱石灰是 NaOH 和 CaO 的混合物,不属于电解质,④错误;电解质在水溶液中能电离出自由移动的离子,故其溶液能导电,⑤正确。综上所述,③⑤正确。故选 C。

5. D 标准状况下,水是液体,不能用 $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 计算其物质的量,A 错误;1 个 CO_2 中含有 3 个原子,标准状况下,22.4 L (即 1 mol) CO_2 中含有的原子数目为 $3N_A$,B 错误;常温常压下不能用 $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 计算气体的物质的量,则常温常压下 22.4 L CO 的物质的量不是 1 mol,故其与 1 mol N_2 所含的分子数不相等,C 错误; O_2 和 O_3 均由氧原子构成,常温常压下,混合气体中含有的氧原子的质量 $= 2.1 \text{ g} + 2.7 \text{ g} = 4.8 \text{ g}$,含氧原子的物质的量 $= \frac{4.8 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.3 \text{ mol}$,即含氧原子数为 $0.3N_A$,D 正确。

6. A a 处 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 与稀硫酸恰好完全反应,溶液中只含有水,导电能力几乎为 0,说明溶液中几乎没有自由移动的离子,A 正确;AB 段溶液的导电能力不断减弱,是因为溶液中离子浓度逐渐降低,生成的 BaSO_4 是难溶物质,但 BaSO_4 溶解的部分会全部电离,是电解质,B 错误;a 点前 Ba^{2+} 和 SO_4^{2-} 发生反应,二者的浓度不断减小,a 点时 Ba^{2+} 和 SO_4^{2-} 完全反应,二者的浓度几乎为 0,a 点后 SO_4^{2-} 的浓度不断增大,C 错误;a 点时 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 与稀硫酸恰好完全反应,BC 段溶液的导电能力不断增大,主要是由于过量的稀硫酸电离出 H^+ 和 SO_4^{2-} ,D 错误。

7. C 同温同压下,气体体积与物质的量成正比,两种气体的物质的量相等,故二者的体积之比为 1 : 1,A 正确;根据 $m = n \cdot M$,等物质的量的两种气体的质量之比等于摩尔质量之比,则 a 中 N_2 和 H_2 的质量之比 $= 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} : 2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} =$

14 : 1,B 正确;已知 a 气体的质量,但气体所处的温度、压强未知,无法确定气体的体积,则无法确定气体的密度;C 错误;设 a 中两种气体的物质的量均为 $n \text{ mol}$,则 N_2 和 H_2 的平均摩尔质量 $= \frac{m_{\text{总}}}{n_{\text{总}}} = \frac{n \text{ mol} \times 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + n \text{ mol} \times 2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{2n \text{ mol}} = 15 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,D 正确。

8. (1) ③⑤ ①② ③④ (2) ①盐 氧化物 ②不溶于③盐 $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (3) +6 价

解析:(1) ① CO_2 是氧化物,自身不能电离,不能导电,是非电解质;②乙醇在水溶液中或熔融状态下都不能导电,是非电解质;③熔融 NaCl 能导电,是电解质;④ CuCl_2 溶液是混合物,既不是电解质也不是非电解质;⑤固态 Na_2CO_3 溶于水能导电,属于电解质。故属于电解质的是③⑤;属于非电解质的是①②;所给状态下能导电的是③④。(2) ①碳酸钙属于盐,二氧化硅属于氧化物。②氢氧化铝、碳酸钙、二氧化硅 3 种摩擦剂都不溶于水, Na_2SiO_3 属于盐, SO_2 与 NaOH 溶液反应的化学方程式为 $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。(3) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 中 Cr 的化合价为 +6 价。

9. (1) ②⑤⑦ ①⑤⑥⑧⑨ ③④ (2) ⑧ $\text{NaHSO}_4 = \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ (3) $2\text{HCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ (4) $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (5) $3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{Fe}(\text{OH})_3 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$

解析:(1) ① HCl 气体是由 HCl 分子构成的,无自由移动的离子,不能导电,在水溶液中能够发生电离而导电,属于电解质。②固体 Cu 是金属单质,能导电,既不是电解质,也不是非电解质。③乙醇中不含离子,不能导电,属于非电解质。④ SO_3 中不含离子,不能导电,属于非电解质。⑤熔融 NaCl 含有自由移动的离子,能够导电,属于电解质。⑥ Al_2O_3 固体中无自由移动的离子,不能导电,其在熔融状态下能够产生自由移动的离子而导电,属于电解质。⑦稀硫酸是混合物,含有自由移动的离子,能够导电,既不是电解质也不是非电解质。⑧ NaHSO_4 固体中含有的离子不能自由移动,不能导电,其在水溶液中和熔融状态下均能产生自由移动的离子,能导电,属于电解质;⑨ BaSO_4 固体中的离子不能自由移动,不能导电,其在熔融状态下能产生自由移动的离子而导电,属于电解质。(2) NaHSO_4 在水溶液中发生电离,产生自由移动的 Na^+ 、 H^+ 、 SO_4^{2-} ,属于酸式盐。(3) 上述给出的物质中,无氧酸是 HCl ,钠盐是纯碱(Na_2CO_3), HCl 与 Na_2CO_3 反应生成 NaCl 、 H_2O 和 CO_2 。(4) 酸性氧化物是 SO_2 ,可溶性碱是烧碱(NaOH), SO_2 与足量 NaOH 溶液反应生成 Na_2SO_3 、 H_2O 。(5) 含氧酸是硫酸,不溶性碱是氢氧化铁,二者在溶液中发生中和反应生成 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 H_2O 。

10. (1) 红褐 用光束照射所得的液体,若能在垂直于光线的方向看到一条光亮的通路,则成功制得胶体 (2) $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} = \text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 复分解反应 (3) C

解析:(1) 向沸水中滴加 FeCl_3 饱和溶液,并持续加热保持沸腾,至液体呈红褐色,即可制得 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体。可通过丁达尔效应验证实验是否成功,用光束照射所得的液体,若能在垂直于光线的方向看到一条光亮的通路,则实验成功制得胶体。(2) 加热时间过久得到浊液,表明胶体发生了凝聚,形成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$

沉淀,向浊液中加入稀盐酸,得到棕黄色溶液,说明生成了 Fe^{3+} ,则加入盐酸时发生反应的化学方程式为 $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} = \text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。该反应的反应类型为复分解反应。
(3) 提纯 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体时,需去除 Fe^{3+} 、 Cl^- 、 H^+ 等,由已知信息可知,应采用渗析的方法,故使用装置 C。

11. (1) ④ ⑥ ② ④ ⑤ ① ③ (2) ① 1.5 2
② $135 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

解析:(1) ① SO_2 为非电解质,不导电;② 液态氯化氢为电解质,以分子形式存在,不导电;③ CH_4 为非电解质,以分子形式存在,不导电;④ 熔融 NaOH 为电解质,含有自由移动的离子,能导电;⑤ NH_4Cl 固体为电解质,没有自由移动的离子,不导电;⑥ 氨水为混合物,既不是电解质也不是非电解质,含有自由移动的离子,能导电。(2) ① 38 g 过氧乙酸(CH_3COOOH)的物质的量 $= \frac{38 \text{ g}}{76 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$,含有 O 原子 $= 0.5 \text{ mol} \times 3 = 1.5 \text{ mol}$,含 O 原子数为 $1.5N_A$,含有的 H 原子的物质的量 $= 0.5 \text{ mol} \times 4 = 2 \text{ mol}$ 。② 40.5 g 某金属氯化物 MCl_2 中含有 0.6 mol Cl^- ,说明 $n(\text{MCl}_2) = 0.3 \text{ mol}$,则该金属氯化物的摩尔质量 $= \frac{40.5 \text{ g}}{0.3 \text{ mol}} = 135 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

感悟真题

1. C $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 是由金属阳离子(K^+ 、 Al^{3+})和酸根阴离子(SO_4^{2-})及结晶水构成的纯净物,是一种复盐。故选 C。
2. A CO_2 溶于水生成碳酸,碳酸电离出自由移动的离子使溶液导电, CO_2 自身无法电离,不属于电解质,A 符合题意; HCl 在水中可电离出 H^+ 和 Cl^- ,从而使溶液导电,属于电解质,B 不符合题意; NaOH 在水溶液中和熔融状态下均能电离出自由移动的离子,能导电,属于电解质,C 不符合题意; BaSO_4 在熔融状态下能电离出自由移动的离子而导电,属于电解质,D 不符合题意。
3. B 湖笔是以竹管为笔杆,以动物尾毫为笔头制成,不涉及氧化还原反应,A 不符合题意;松木中的 C 主要以有机化合物的形式存在,徽墨主要为碳单质,过程中碳元素的化合价发生变化,属于氧化还原反应,B 符合题意;宣纸是以楮树皮为原料,得到纸浆纤维,从而制作宣纸,不涉及氧化还原反应,C 不符合题意;端砚以端石为原料经过采石、维料、制璞、雕刻、磨光、配盒等步骤制成,不涉及氧化还原反应,D 不符合题意。
4. B 四种氧化物中, CO_2 和 SiO_2 是酸性氧化物, SiO_2 的熔点高, MgO 和 Na_2O 属于碱性氧化物。故选 B。
5. A CH_4 属于有机化合物,在水溶液中和熔融状态下均不导电,为非电解质,A 符合题意; KI 属于盐,在水溶液中和熔融状态下能导电,为电解质,B 不符合题意; H_2SO_4 属于酸,在水溶液中能导电,为电解质,C 不符合题意; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 属于碱,在水溶液中能电离出 Ca^{2+} 和 OH^- ,即 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 在水溶液中能导电,为电解质,D 不符合题意。
6. A 高锰酸钾溶液的有效成分为 KMnO_4 ,其在水溶液中电离出 K^+ 和 MnO_4^- , KMnO_4 属于盐,A 符合题意;过氧乙酸溶液的有效成分是 CH_3COOOH ,其在水溶液中电离生成的阳离

子全部为 H^+ ,属于酸,B 不符合题意;双氧水属于过氧化物,C 不符合题意;医用酒精的有效成分为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$,属于有机物,不属于盐,D 不符合题意。

7. D 石胆为铜盐,“石胆能化铁为铜”即硫酸铜与铁发生置换反应生成铜,涉及化学变化,A 不符合题意;侯氏制碱法是利用 NH_3 、 CO_2 、 H_2O 和 NaCl 反应生成 NaHCO_3 晶体,再加热使 NaHCO_3 分解制 Na_2CO_3 ,涉及化学变化,B 不符合题意;将 CO_2 转化为淀粉或葡萄糖,有新物质生成,涉及化学变化,C 不符合题意;用 CO_2 跨临界直冷制冰,是将水直接转化为冰,没有新物质生成,只发生了物理变化,没有涉及化学变化,D 符合题意。

专题2 研究物质的基本方法

第一单元 研究物质的实验方法

课时提优5 实验安全与基本规范 物质的分离提纯

1. C A 项为腐蚀品标志,乙醇没有腐蚀性,A 不符合题意;B 项为有毒气体标志,乙醇无毒且常温下为液体,B 不符合题意;C 项为易燃液体标志,乙醇为易燃液体,C 符合题意;D 项为放射性物品标志,乙醇没有放射性,D 不符合题意。
2. C 可燃性气体与空气混合点燃可能发生爆炸,因此进行可燃性气体燃烧性质实验时,必须先验纯后点燃,A 正确;用湿抹布覆盖在燃烧的酒精上,既能使酒精与空气中的氧气隔绝,又能起到降温的作用,B 正确;浓碱具有强腐蚀性,不慎将浓硫酸沾到皮肤上,要立即用大量水冲洗,然后涂上 NaHCO_3 溶液,C 错误;用点燃的方法可使有毒的 CO 转化为无毒的 CO_2 ,D 正确。
3. C “蒸令气上”是利用混合物的沸点差异进行分离,将低沸点的酒精先汽化后冷凝分离出来,则该法为蒸馏。故选 C。
4. A 萃取分液应在分液漏斗中进行,充分振荡摇匀后置于铁架台上静置,待液体分层后,下层液体从下端口放出,A 正确;碳酸铵加热易分解,蒸干溶液不能得到碳酸铵固体,B 错误;过滤时需用玻璃棒引流,C 错误;蒸馏时温度计下端的水银球应处于蒸馏烧瓶的支管口处,且冷凝管应下口进水,上口出水,D 错误。
5. B NaOH 溶液和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液都能与 CuSO_4 溶液反应,则用 CuSO_4 溶液无法除去 NaOH 溶液中混有的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$,A 错误;铜与 AgNO_3 溶液反应生成银和 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$,则用铜粉能除去 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中混有的 AgNO_3 ,B 正确;炽热的炭与 CO_2 反应生成 CO ,则用炽热的炭无法除去 CO_2 中混有的 CO ,C 错误; CO_2 和 HCl 都能与 NaOH 溶液反应,则用 NaOH 溶液无法除去 CO_2 中混有的 HCl ,D 错误。
6. A 分离乙酸(沸点为 118°C)和乙醚(沸点为 34°C)时,二者的沸点相差较大,可采用蒸馏法进行分离,A 正确;汽油和水不互溶,分离汽油和水时,可采用分液法,B 错误;除去 KNO_3 固体中混有的 KCl ,因 KNO_3 的溶解度受温度的影响较大,而 KCl 在水中的溶解度随温度变化不大,可采用降温结晶的方法分离,若采用蒸发结晶法,两种晶体会同时析出,C 错误;乙醇

易溶于水,不能萃取溶于水的溴,可使用四氯化碳等萃取,D 错误。

7. C 根据乙醚浸取法的流程可知,对青蒿进行干燥研碎,可以增大青蒿与乙醚的接触面积,提高青蒿素的浸取率,用乙醚对青蒿素进行浸取后,过滤,可得滤液和滤渣,提取液经过蒸馏后可得青蒿素的粗品,在粗品中加 95% 的乙醇,浓缩、结晶、过滤可得精品。对固体物质干燥通常在坩埚中进行,A 错误;操作 I 是过滤除去滤渣得到提取液,所用的玻璃仪器有烧杯、漏斗、玻璃棒,B 错误;操作 II 是蒸馏,将低沸点乙醚蒸出获得青蒿素固体,所用的主要玻璃仪器是蒸馏烧瓶、酒精灯、冷凝管、温度计、锥形瓶等,C 正确;青蒿素热稳定性差,不能用酒精灯加热,且青蒿素在水中几乎不溶,应该加 95% 的乙醇溶解,然后经蒸发浓缩、降温结晶、过滤得到精品,D 错误。

8. (1) $4\text{NaClO}_3 \xrightarrow{\Delta} 3\text{NaClO}_4 + \text{NaCl}$ (2) 蒸发浓缩 降温结晶 过滤 减少产品的溶解损失 两者均极易溶于水,且溶于水后发生中和反应放出大量的热

解析:(2) NH_4ClO_4 、 NaClO_4 的溶解度受温度影响变化较大,且低温时 NaClO_4 的溶解度仍很大,而 NH_4ClO_4 的溶解度最小, NaCl 溶解度受温度影响较小,故从混合溶液中获得较多 NH_4ClO_4 晶体的实验操作依次为蒸发浓缩、降温结晶、过滤、冰水洗涤、干燥。用冰水洗涤的目的是减少 NH_4ClO_4 的溶解损失。若 NH_4Cl 溶液用 NH_3 和浓盐酸代替,则蒸发浓缩不需要加热就能进行,其原因是二者均极易溶于水,且溶于水后发生中和反应放出大量的热,替代了加热供能。

9. (1) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$ (2) C (3) 向滤液中加入适当过量的盐酸,然后加热蒸发溶剂,就可以获得 NaCl 晶体 (4) CaCO_3

解析:(2) CaCO_3 高温煅烧发生分解反应生成 CaO 和 CO_2 ,反应的化学方程式为 $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$, CaO 与 H_2O 发生化合反应生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$,反应的化学方程式为 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 与天然碱晶体中的 Na_2CO_3 发生复分解反应生成 CaCO_3 沉淀和 NaOH ,反应的化学方程式为 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$,则上述转化中未涉及的反应类型是置换反应,故选 C。(3) 滤液中的溶质主要为 NaCl 和 NaOH ,要从滤液中获得 NaCl 晶体,可以向该滤液中加入适当过量的盐酸,发生反应 $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$,然后加热,过量的 HCl 挥发逸出,由于 NaCl 的溶解度随温度升高变化不大,则可以采用蒸发溶剂的方法获得 NaCl 晶体。(4)“煅烧”过程中 CaCO_3 分解生成 CaO ,”苛化”过程中又会产生 CaCO_3 沉淀,因此 CaCO_3 在该流程中可以循环利用。

课时提优 6 物质的检验 物质性质和变化的探究

1. B 稀硫酸不挥发,生成的硫酸盐沸点高,杂质不易除去,会干扰实验,而盐酸易挥发,且生成的氯化物灼烧易挥发而除去,因此焰色反应中应每次用稀盐酸洗涤铂丝,A 错误;焰色反应是元素的性质,B 正确;钾元素的焰色反应,需要隔着蓝色钴玻璃观察,避免钠元素焰色的干扰,C 错误;焰色反应中没有生成新物质,发生的变化是物理变化,D 错误。

2. C KNO_3 的焰色反应现象为透过蓝色钴玻璃为紫色, HCl 的焰色反应无现象, Na_2CO_3 的焰色反应呈黄色,故可以用焰色反应的方法一次性鉴别,A 不符合题意; KNO_3 溶液显中性, HCl 溶液显酸性, Na_2CO_3 溶液显碱性,故可以用测定溶液 pH 的方法一次性鉴别,B 不符合题意; HCl 、 Na_2CO_3 溶液均能与 AgNO_3 溶液反应生成白色沉淀,故不能一次性鉴别,C 符合题意; HCl 与 $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ 反应生成气体, Na_2CO_3 与 $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ 反应生成沉淀, KNO_3 与 $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ 不反应,无现象,可一次性鉴别,D 不符合题意。

3. C 若溶液中含有 HCO_3^- 、 HSO_3^- 或 SO_3^{2-} ,产生的气体也能使澄清石灰水变浑浊,故不能确定原溶液中一定含有 CO_3^{2-} ,A 错误;焰色反应呈黄色,说明溶液中一定含有 Na^+ ,是否含有 K^+ 需要透过蓝色钴玻璃观察,B 错误; Al_2O_3 的熔点比 Al 的高,形成的 Al_2O_3 薄膜包裹住熔化的铝,使熔化的铝不滴落,C 正确;若溶液中存在 Ag^+ ,会产生 AgCl 白色沉淀,且生成的沉淀难溶于稀盐酸,故不能确定原溶液一定存在 SO_4^{2-} ,D 错误。

4. B 根据“将 CO_2 通入水中,向其中滴入几滴紫色石蕊试液,溶液变成红色”可知,有酸性物质生成,该酸性物质为碳酸,A 正确;无法通过此实验证明碳酸具有不稳定性,B 错误;向溶液中滴入 NaOH 溶液后红色逐渐变成紫色,说明 CO_2 能与碱反应,属于酸性氧化物,C 正确;恰好完全反应时溶液先变紫色,最终变成蓝色,说明溶液由酸性变中性,最终变为碱性,有碱性物质生成,D 正确。

5. B 向某溶液中加入酚酞变红,则该溶液显碱性,可能是碱溶液,也可能是呈碱性的盐溶液,如 Na_2CO_3 溶液,A 错误;向某溶液中加入硝酸酸化的 AgNO_3 溶液,生成的白色沉淀一定为 AgCl ,所以该溶液中一定含 Cl^- ,B 正确;向 2 mL 5% H_2O_2 溶液中滴加几滴 FeSO_4 溶液,气泡产生的速率加快,可能是 Fe^{2+} 或 SO_4^{2-} 催化 H_2O_2 分解,也可能是 Fe^{2+} 先被 H_2O_2 氧化成 Fe^{3+} , Fe^{3+} 再催化 H_2O_2 分解,C 错误;向某溶液中加入 BaCl_2 溶液,产生白色沉淀,再滴入盐酸,白色沉淀不消失,此沉淀可能为 AgCl ,也可能为 BaSO_4 ,则该溶液中不一定含有 SO_4^{2-} ,D 错误。

6. C Fe^{2+} 为浅绿色,无色溶液中不存在 Fe^{2+} ,A 不符合题意; K^+ 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 HCO_3^- 不能与稀硫酸反应生成白色沉淀,B 不符合题意; NH_4^+ 与 NaOH 溶液反应生成 NH_3 , Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 反应生成 BaSO_4 白色沉淀,C 符合题意; H^+ 、 Ba^{2+} 、 Al^{3+} 、 Cl^- 与 NaOH 溶液反应无气体生成,D 不符合题意。

7. D NaOH 变质生成 Na_2CO_3 , Na_2CO_3 溶液遇酚酞也变红色,A 错误;如果有少量 NaOH 变质生成 Na_2CO_3 ,加稀硫酸也产生气泡,B 错误; $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 易溶于水, Na_2CO_3 与 BaCl_2 反应生成的白色沉淀为 BaCO_3 ,C 错误;加入的 BaCl_2 过量,且生成白色沉淀,说明已有 NaOH 变质为 Na_2CO_3 ,将 Na_2CO_3 全部转化为 CaCO_3 沉淀,过滤后滤液仍显红色,说明 NaOH 有剩余,D 正确。

8. C ①碳和 CO_2 反应会生成 CO ,气体物质的量增大,则该无色气体中一定有 CO_2 ;②通过灼热的 CuO 时,固体由黑色变

第二单元 溶液组成的定量研究

课时提优7 物质的量浓度 溶液的配制及分析

1. B 10 g NaOH 的物质的量为 0.25 mol,若溶于水配成 250 mL 溶液,则所得溶液中溶质的物质的量浓度是 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,现溶解在 250 mL 水中,溶液体积不是 250 mL,则所得溶液浓度不是 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,A 不符合题意;将 100 mL $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液与 50 mL $4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液混合后,再加水稀释到 500 mL,所得溶液中溶质的物质的量浓度 = $\frac{0.1 \text{ L} \times 3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + 0.05 \text{ L} \times 4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{0.5 \text{ L}} = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,B

符合题意;16 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的物质的量不是 0.1 mol,溶于水配成 100 mL 溶液,则所得溶液浓度不是 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,C 不符合题意;HCl 是气体,由于温度、压强未知,无法根据体积计算其物质的量,D 不符合题意。

2. B $V \text{ mL}$ 溶液中含 Al^{3+} 的物质的量 = $\frac{m \text{ g}}{27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{m}{27} \text{ mol}$,由 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 的化学式知, $n(\text{SO}_4^{2-}) = 1.5n(\text{Al}^{3+})$,则 $n(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{m}{27} \text{ mol} \times 1.5 = \frac{m}{18} \text{ mol}$,取出 $\frac{1}{3}$,则 $n(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{m}{18} \text{ mol} \times \frac{1}{3} = \frac{m}{54} \text{ mol}$,稀释成 $3V \text{ mL}$ 后, $c(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{\frac{m}{54} \text{ mol}}{3V \times 10^{-3} \text{ L}} = \frac{500m}{81V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。故选 B。

3. C 溶解 NaOH 固体还需要用玻璃棒搅拌,A 错误;实验室中没有 240 mL 容量瓶,因此需选用 250 mL 容量瓶,则需称量 NaOH 固体的质量 = $0.25 \text{ L} \times 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 10.0 \text{ g}$,B 错误;定容时俯视刻度线,溶液凹液面低于刻度线,溶液体积偏小,所配溶液的浓度偏大,C 正确;定容摇匀静置后,由于溶液附着于瓶颈等处未及时流回,使得液面低于刻度线,若再加蒸馏水,则溶液浓度偏低,D 错误。

4. C 实验室中没有 460 mL 容量瓶,应选用 500 mL 容量瓶,将 Na_2CO_3 固体放在称量纸上称取,需称量 Na_2CO_3 固体的质量 = $0.5 \text{ L} \times 0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 10.6 \text{ g}$,A 正确;溶解 Na_2CO_3 固体时,应放在烧杯中,待溶解后的溶液恢复至室温后,再转移至容量瓶中定容,B 正确;操作⑤中,定容时俯视刻度线,所配溶液体积偏小,导致溶液浓度偏高,C 错误;容量瓶不宜长期存放溶液,尤其不宜贮存配制好的碱性溶液,D 正确。

5. (1) 250 mL 容量瓶 (2) 10.0 (3) D (4) 重新配制溶液 (5) $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (6) BD

解析:(1) 配制一定物质的量浓度溶液的一般步骤为计算、称量、溶解、冷却、移液、洗涤、定容、摇匀、装瓶等,分析每步中需要用到哪些仪器。(2) 配制 240 mL $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液,应选择 250 mL 容量瓶,需要用托盘天平称量 NaOH 的质量 = $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.25 \text{ L} \times 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 10.0 \text{ g}$ 。(3) 定容操作时仍需要加入蒸馏水,所以用容量瓶配制溶液前不需要将其干燥,A 错误;用容量瓶配制溶液前用欲配制的溶液润洗,使加

成红色,说明该无色气体中含有还原性气体;③通过白色 CuSO_4 粉末时,粉末变成蓝色晶体,说明通过灼热的 CuO 后生成了水,说明该无色气体中有 H_2 ;④通入澄清石灰水中,石灰水变浑浊,可以确定通入灼热的 CuO 中有 CO ,但无法确定是原混合气体中含有的还是由反应①生成的,故可确认某无色气体中一定含有 CO_2 和 H_2 ,可能含有 CO 。综上,步骤②一定发生 H_2 还原 CuO 的反应,属于置换反应,但也发生 CO 还原 CuO 的反应,不属于置换反应。故选 C。

9. (1) Na_2CO_3 Na_2SO_4 、 CuSO_4 、 CaCl_2 NaCl 硝酸酸化的硝酸银 (2) $\text{BaCO}_3 + 2\text{HNO}_3 = \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
解析:根据①中的“无色透明溶液”可知,原固体物质中无 CuSO_4 ,根据②和③可知,该白色沉淀是 BaCO_3 ,故原固体物质中一定有 Na_2CO_3 ,且一定无 Na_2SO_4 和 CaCl_2 ,③中白色沉淀溶解的化学方程式是 $\text{BaCO}_3 + 2\text{HNO}_3 = \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。无法判断原固体物质中是否含有 NaCl ,若要进一步确认,可向③中所得滤液中滴加硝酸酸化的硝酸银溶液,若产生白色沉淀,则原固体物质中有 NaCl 。

10. 探究一 $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2 \uparrow$ (1) 97 mL

(2) 偏大

探究二 (1) 不需要

(2) ①冷却至室温后再读数 ②读数时,使量气管左右液面相平(①和②答案合理即可)

探究三 (1) 充分灼烧后固体粉末的质量

(2) 是

解析:探究一 采用“极值法”分析,铝含量最大时,求出需要的碱量。(1) 铝镁合金中镁的质量分数为 3%时,5.4 g 铝镁合金粉末样品中铝的质量 = $5.4 \text{ g} \times (1 - 3\%) = 5.4 \text{ g} \times 97\%$,根据 $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2 \uparrow$,则 $n(\text{NaOH}) = n(\text{Al}) = \frac{5.4 \text{ g} \times 97\%}{27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$,则 $n(\text{NaOH}) = 0.194 \text{ mol}$,

需要 NaOH 溶液的体积 $V = \frac{0.194 \text{ mol}}{2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 0.097 \text{ L} = 97 \text{ mL}$;

为保证合金充分反应,NaOH 溶液的体积 $V \geq 97 \text{ mL}$ 。

(2) 镁上会附着 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 等物质,未洗涤会导致测得的镁的质量偏大,镁的质量分数将偏大。

探究二 (1) 因为氯化氢极易溶于水,挥发的氯化氢不影响氢气体积的测定结果,所以不需要加除酸雾的装置。

(2) 反应中装置的气密性、合金是否完全溶解、量气装置的使用都会影响测定结果,因此为使测定结果尽可能精确,实验中应注意的问题有:检查装置的气密性,加入足量盐酸,调整量气管 C 的高度,使 C 中液面与 B 中液面相平,待冷却至室温后再读体积等。

探究三 (1) Mg、Al 均与氧气反应生成金属氧化物,则还需测定生成物的质量,才能计算出 Mg 的质量分数。

(2) 若用空气代替 O_2 进行实验,会发生反应 $3\text{Mg} + \text{N}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Mg}_3\text{N}_2$, $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO} + \text{C}$,对测定结果会有影响。

人的溶质偏多,导致配制溶液浓度偏高,B错误;容量瓶为配制一定物质的量浓度溶液的专用精密仪器,不能用于长期贮存液体,C错误;容量瓶为精密计量仪器,不能用于溶解固体、稀释浓溶液,D正确。(5)从配制好的NaOH溶液中取出200 mL,加水稀释到500 mL,根据 $c_{\text{前}}V_{\text{前}}=c_{\text{后}}V_{\text{后}}$, $1.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\times 0.2\text{ L}=c_{\text{后}}\times 0.5\text{ L}$, $c_{\text{后}}=0.4\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。(6)A项,所用氢氧化钠已经潮解,导致一定质量的固体中NaOH的实际质量偏少,溶液浓度偏低;B项,未冷却至室温就注入容量瓶定容,冷却后溶液体积偏小,溶液浓度偏高;C项,定容时,水多用滴管吸出,导致部分溶质损耗,溶液浓度偏低;D项,定容时俯视刻度线,导致溶液体积偏小,溶液浓度偏高;E项,未洗涤烧杯和玻璃棒,导致部分溶质损耗,溶液浓度偏低;F项,摇匀静置,液面下降,是因为液体留在瓶塞缝隙中,不会影响浓度。

6. A 标准状况下,33.6 L HCl 的物质的量 $=\frac{33.6\text{ L}}{22.4\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}}=1.5\text{ mol}$, $m(\text{HCl})=1.5\text{ mol}\times 36.5\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}=54.75\text{ g}$,所得盐酸的体积 $=\frac{54.75\text{ g}+100\text{ g}}{1.18\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}}\approx 131\text{ mL}$,该盐酸的物质的量浓度 $=\frac{1.5\text{ mol}}{0.131\text{ L}}\approx 11.45\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,A错误;该盐酸溶质的质量分数 $=\frac{54.75\text{ g}}{54.75\text{ g}+100\text{ g}}\times 100\%\approx 35.4\%$,B正确;常温下,HCl的溶解度为1:500,气体的溶解度随温度的降低而增大,故该温度下HCl的溶解度可能大于336(气体溶解度以体积之比计算),C正确;盐酸的密度大于水的密度,相同条件下,盐酸的浓度越大,一定量水中溶解的HCl气体越多,所得盐酸密度越大,D正确。

7. A 溶液分成两等份后,每份溶液为250 mL,一份中加入 $a\text{ mol}$ 硫酸钠恰好使 Ba^{2+} 完全沉淀,根据化学方程式 $\text{BaCl}_2+\text{Na}_2\text{SO}_4=\text{BaSO}_4\downarrow+2\text{NaCl}$ 知, BaCl_2 的物质的量为 $a\text{ mol}$,另一份中加入溶质物质的量为 $b\text{ mol}$ 的硝酸银溶液,恰好使 Cl^- 完全沉淀,则 $n(\text{Cl}^-)=n(\text{Ag}^+)$,即 $n(\text{KCl})+2n(\text{BaCl}_2)=n(\text{AgNO}_3)$,由上述分析知, $n(\text{BaCl}_2)=a\text{ mol}$,则 $n(\text{KCl})=(b-2a)\text{ mol}$,故原溶液中 K^+ 的浓度 $=\frac{(b-2a)\text{ mol}}{0.25\text{ L}}=4(b-2a)\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。故选A。

8. C 稀释过程中 $n(\text{Na}^+)$ 不变,则原溶液中 $c(\text{Na}^+)=\frac{0.16\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\times 1.00\text{ L}}{0.2\text{ L}}=0.80\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,说明X、Y代表 SO_4^{2-} 、 Cl^- ,结合溶液呈电中性可知, $c(\text{Na}^+)+c(\text{K}^+)=2c(\text{SO}_4^{2-})+c(\text{Cl}^-)$,即 $2c(\text{SO}_4^{2-})+c(\text{Cl}^-)=0.90\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}+0.80\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}=1.70\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,结合图甲知, $c(\text{SO}_4^{2-})=0.40\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $c(\text{Cl}^-)=0.90\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,所以X离子为 SO_4^{2-} ,Y离子为 Cl^- ,A正确;原溶液中 Na^+ 浓度为 $c_1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,由上述分析知, $c_1=0.8$,B正确; $c(\text{K}_2\text{SO}_4)=c(\text{SO}_4^{2-})=0.40\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,由钾离子质量守恒可知, $c(\text{KCl})=0.90\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}-2c(\text{K}_2\text{SO}_4)=0.90\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}-0.40\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\times 2=0.10\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,C错误; $c(\text{K}_2\text{SO}_4)=c(\text{SO}_4^{2-})=0.40\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, $c(\text{NaCl})=c(\text{Na}^+)=0.80\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,同一溶液中体积 V 相同,固体溶解时 K_2SO_4 与 NaCl 物质的量之比等于二者物质的量浓度之比 $=0.40\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}:0.80\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}=1:2$,

D正确。

9. (1) ①③⑤ C (2) $2.2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{NaClO}=\text{Na}^++\text{ClO}^-$ 16.4 g (3) CBDFAE 定容 洗涤 将溶质全部转移到容量瓶中 (4) BC (5) $\text{NaCl}+\text{H}_2\text{O}\xrightarrow{\text{通电}}\text{NaClO}+\text{H}_2\uparrow$

解析:(1)容量瓶上需标有①温度、③容量、⑤刻度线。容量瓶瓶塞都是固定的,如果发现漏水,应当更换容量瓶,A、B错误;检漏时应将活塞旋转 180° ,再次将容量瓶倒立检查是否漏水,C正确;检漏后的容量瓶应当用蒸馏水洗涤,不用烘干可直接使用,不影响所配制溶液的浓度,D错误。(2)“84”消毒

液有效成分NaClO的物质的量浓度 $=\frac{1\ 000\rho w}{M}=\frac{1\ 000\times 1.1\times 14.9\%}{74.5}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}=2.2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。NaClO为强

电解质,在水中完全电离,其电离方程式见答案。现欲用NaClO固体配制80 mL上述消毒溶液,需要使用100 mL的容量瓶,称量NaClO固体质量 $=2.2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\times 0.1\text{ L}\times 74.5\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}\approx 16.4\text{ g}$ 。(3)配制一定物质的量浓度的溶液,所需的步骤有计算、称量、溶解(冷却)、转移、洗涤、定容、摇匀、装瓶贴签,将上述实验步骤A~F按实验过程先后次序排列为CBDFAE;步骤B通常称为转移,步骤A通常称为定容;步骤D称为洗涤,这步操作的目的是将溶质全部转移到容量瓶中。

(4)配制前,容量瓶中有少量蒸馏水,不影响配制溶液的浓度,A不符合题意;洗涤液未转移到容量瓶中,溶质质量损耗,导致浓度偏低,B符合题意;定容时水多,超过刻度线,用胶头滴管将水吸出,部分溶质也被吸出,导致溶液浓度偏低,C符合题意;定容时,俯视溶液的凹液面,溶液体积偏小,浓度偏大,D不符合题意。(5)直接电解2.5%~3.0%食盐水生成NaOH、 Cl_2 和 H_2 ,生成的NaOH和 Cl_2 又发生反应生成NaClO、NaCl和 H_2O ,总化学方程式见答案。

课时提优8 物质的量浓度的计算

1. D 200 mL $1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中 NO_3^- 的物质的量浓度 $=1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\times 2=2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。200 mL $1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaNO_3 溶液中 NO_3^- 的物质的量浓度为 $1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,A不符合题意;100 mL $1.5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中 NO_3^- 的物质的量浓度 $=1.5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\times 2=3\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,B不符合题意;200 mL $0.5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 溶液中 NO_3^- 的物质的量浓度 $=0.5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\times 3=1.5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,C不符合题意;100 mL $2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ KNO_3 溶液中 NO_3^- 的物质的量浓度 $=2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\times 1=2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,D符合题意。

2. D $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液的体积 $=\frac{50\text{ g}}{1\ 000\rho\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}}=\frac{1}{20\rho}\text{ L}$, $n(\text{Fe}^{3+})=\frac{2.8\text{ g}}{56\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}=0.05\text{ mol}$, $n(\text{NO}_3^-)=3n(\text{Fe}^{3+})=0.15\text{ mol}$,则 $c(\text{NO}_3^-)=\frac{0.15\text{ mol}}{\frac{1}{20\rho}\text{ L}}=3\rho\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。故选D。

3. D $c=\frac{1\ 000\rho w}{M}=\frac{1\ 000\times 1.84\times 98\%}{98}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}=18.4\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,A正确;配制稀硫酸前后溶质的物质的量不变,由 $c_{\text{浓}}V_{\text{浓}}=c_{\text{稀}}V_{\text{稀}}$ 可知, $18.4\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\times V\text{ L}=$

2.3 mol · L⁻¹ × 0.5 L, 解得 V = 0.062 5 L, 即 62.5 mL, B 正确; 稀释时应将量取的硫酸沿着杯壁加入水中, 边加边搅拌, 待溶液冷却至室温后, 再用玻璃棒引流转移到容量瓶中, D 错误。

4. C 该溶液密度 $\rho = \frac{m}{V} = \frac{a \text{ g} + b \text{ g}}{V \times 10^{-3} \text{ L}} = \frac{1\,000(a+b)}{V} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, A 正确; R · nH₂O 溶于水后, 溶液中的溶质是 R, n(R) =

$n(\text{R} \cdot n\text{H}_2\text{O}) = \frac{a \text{ g}}{M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{a}{M} \text{ mol}$, 则 $c(\text{R}) = \frac{\frac{a}{M} \text{ mol}}{V \times 10^{-3} \text{ L}} = \frac{1\,000a}{MV} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, B 正确; a g R · nH₂O 中结晶水的质量 = $\frac{a}{M} \text{ mol} \times n \times 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = \frac{18na}{M} \text{ g}$, m(R) = a g - $\frac{18na}{M} \text{ g} =$

$\left(a - \frac{18na}{M}\right) \text{ g}$, 则该溶液中溶质的质量分数 $w = \frac{\left(a - \frac{18na}{M}\right) \text{ g}}{(a+b) \text{ g}} \times 100\% = \frac{100a(M-18n)}{M(a+b)}\%$, C 错误; a g 该晶体中含有结晶水

的质量为 $\frac{18na}{M} \text{ g}$, 则 V mL 该溶液中含有溶剂水的质量 m(水) = $b \text{ g} + \frac{18na}{M} \text{ g} = \left(b + \frac{18na}{M}\right) \text{ g}$, 含有溶质的质量为 m(R) = $\left(a - \frac{18na}{M}\right) \text{ g}$, 因 $\frac{m_{\text{溶质}}}{m_{\text{溶剂}}} = \frac{S}{100 \text{ g}}$, 故 25 ℃ 时, R 的溶解度 S = $\frac{\left(a - \frac{18na}{M}\right) \text{ g}}{\left(b + \frac{18na}{M}\right) \text{ g}} \times 100 \text{ g} = \frac{100(aM-18na)}{(bM+18na)} \text{ g}$, D 正确。

5. C 设溶质质量分数为 2a% 的硫酸溶液密度为 ρ₂, 由 $c = \frac{1\,000\rho w}{M}$ 可知, 溶液中 $c_2 = \frac{1\,000\rho_2 w}{M} = \frac{20\rho_2 a}{98}$; 同理, 设溶质质量分数为 a% 的硫酸溶液的密度为 ρ₁, 则溶液中 $c_1 = \frac{1\,000\rho_1 w}{M} = \frac{10\rho_1 a}{98}$, 则 $\frac{c_2}{c_1} = \frac{\frac{20\rho_2 a}{98}}{\frac{10\rho_1 a}{98}} = \frac{2\rho_2}{\rho_1}$, 由于溶液浓度越大,

密度越大(ρ₂ > ρ₁), 则 $\frac{\rho_2}{\rho_1} > 1$, $\frac{c_2}{c_1} > 2$, c₂ > 2c₁。故选 C。

6. A MgCl₂ 中 Mg²⁺ 的质量分数 = $\frac{24}{95}$, 溶液中 Mg²⁺ 的质量分数为 4.1%, 则溶液中 MgCl₂ 的质量分数 = $\frac{4.1\%}{\frac{24}{95}} \approx 16.2\%$, 溶液中

MgCl₂ 的物质的量浓度 = $\frac{1\,000 \times 1.16 \times 16.2\%}{95} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 1.98 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 c(Cl⁻) = 2c(MgCl₂) = 2 × 1.98 mol · L⁻¹ ≈ 4.0 mol · L⁻¹。故选 A。

7. B 1 L 1 mol · L⁻¹ BaCl₂ 溶液中含有的 Cl⁻ 的浓度为 2 mol · L⁻¹, A 错误; 将 1 mol · L⁻¹ H₂SO₄ 溶液与 1 mol · L⁻¹ BaCl₂ 溶液等体积混合, 设硫酸溶液的体积为 V L, 反应生成 HCl 的物质的量 = 1 mol · L⁻¹ × V L × 2 = 2V mol, 得到的盐酸浓度 = $\frac{2V \text{ mol}}{2V \text{ L}} = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, B 正确; 将 5.85 g (即 0.1 mol) NaCl 固体溶于 1 L 水中, 得到溶液的体积不是 1 L, 故 NaCl 溶液的浓度不是 0.1 mol · L⁻¹, C 错误; 10.6 g Na₂CO₃ 固体溶于水中得到 1 L 溶液, 得到的溶液中 Na⁺ 的浓

度 = $\frac{\frac{10.6 \text{ g}}{106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2}{1 \text{ L}} = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, D 错误。

8. A 设溶液的体积为 V' mL, 则密度 $\rho = \frac{m}{V'} = \frac{\left(\frac{V}{22.4} \times 17 + 1\,000\right) \text{ g}}{V' \text{ mL}} = \frac{17V + 22\,400}{22.4V'} \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 由于溶液的体

积不是 (V + 1) mL, A 错误; 根据 $w = \frac{cM}{1\,000\rho} = \frac{17c}{1\,000\rho}$, w = $\frac{\frac{V}{22.4} \times 17}{\frac{17V + 22\,400}{22.4V'}} = \frac{17V}{17V + 22\,400}$, B、C 正确; $c = \frac{1\,000\rho w}{M} =$

$\frac{1\,000\rho \times \frac{17V}{17V + 22\,400}}{17} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \frac{1\,000V\rho}{17V + 22\,400} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, D 正确。

9. D 三种溶液和 AgNO₃ 溶液反应生成的 AgCl 质量相等, 则消耗的三种溶液中含有 Cl⁻ 的物质的量相等, 设消耗的 NaCl 溶液、MgCl₂ 溶液、AlCl₃ 溶液的体积分别为 x、y、z, 三种溶液中含有氯离子的物质的量相等, 则 0.1x = 0.1y × 2 = 0.1z × 3, 整理可得 x : y : z = 6 : 3 : 2。故选 D。

10. C ①将质量分数为 60% 的稀硫酸与水等体积混合, 设稀硫酸的体积为 V, 混合后的质量分数 = $\frac{V \cdot \rho(\text{H}_2\text{SO}_4) \times 60\%}{V \cdot \rho(\text{H}_2\text{SO}_4) + V \cdot \rho(\text{H}_2\text{O})} \times 100\%$, ρ(H₂SO₄) > ρ(H₂O), 则 w > 30%; ②氨水的浓度越大, 其密度越小, 将物质的量浓度为 6 mol · L⁻¹ 的氨水与水等质量混合, 混合后的物质的

量浓度 c = $\frac{\frac{m}{1\,000\rho(\text{浓})} \times 6}{\frac{2m}{1\,000\rho(\text{稀})}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \frac{3\rho(\text{稀})}{\rho(\text{浓})} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,

ρ(浓) < ρ(稀), 所以 c > 3 mol · L⁻¹。故选 C。

11. (1) 1.5 66 1.806 × 10²⁴ (2) 1 : 2 3 : 1 (3) $\frac{71b}{2a}$

解析: (1) 标准状况下, 33.6 L CO₂ 的物质的量 n = $\frac{33.6 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1.5 \text{ mol}$, m(CO₂) = 1.5 mol × 44 g · mol⁻¹ = 66 g, 所含 O 原子的物质的量 = 1.5 mol × 2 = 3 mol, 则 O 原子的数目约为 1.806 × 10²⁴。(2) 同温同压下, 同体积的氨气和硫化氢气体的物质的量相等, 根据 m = nM, 其质量之比等于摩尔质量之比, 即 17 g · mol⁻¹ : 34 g · mol⁻¹ = 1 : 2; 同质量的氨气和硫化氢气体, 根据 $n = \frac{m}{M}$, 其物质的量与摩尔质量成反比, 因此其物质的量之比为 2 : 1, 则所含氢原子个数之比 = (2 × 3) : (1 × 2) = 3 : 1。(3) a g Cl₂ 的物质的量 = $\frac{a \text{ g}}{71 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{a}{71} \text{ mol}$, 氯原子的物质的量 = 2n(Cl₂) = $\frac{a}{71} \text{ mol} \times 2 = \frac{2a}{71} \text{ mol}$, 已知 a g Cl₂ 中有 b 个氯原子, 则 N_A = $\frac{b}{\frac{2a}{71} \text{ mol}} = \frac{71b}{2a} \text{ mol}^{-1}$ 。

课时提优 9 化学反应的计算

1. B 碳酸铜、氢氧化铜、碱式碳酸铜可溶于盐酸转化为氯化

铜,溶解 40 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,根据氯原子守恒可知, CuCl_2 的物质的量为 0.25 mol。根据 Cu 原子守恒可知,原混合物中含有铜原子的物质的量为 0.25 mol,灼烧等质量的上述混合物,得到氧化铜的物质的量为 0.25 mol,则 $m(\text{CuO}) = 0.25 \text{ mol} \times 80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 20 \text{ g}$ 。故选 B。

2. C 根据 $\text{Ba}^{2+} \sim \text{SO}_4^{2-}$, $a \text{ mol}$ BaCl_2 恰好使 SO_4^{2-} 完全沉淀,则该份溶液中含 SO_4^{2-} $a \text{ mol}$,根据 $\text{Cu}^{2+} \sim 2\text{OH}^-$, $b \text{ mol}$ KOH 恰好使 Cu^{2+} 完全沉淀,则该份溶液中含 Cu^{2+} $\frac{b}{2} \text{ mol}$,根据溶液呈电中性, $2n(\text{Cu}^{2+}) + n(\text{Na}^+) = 2n(\text{SO}_4^{2-})$, $n(\text{Na}^+) = (2a - b) \text{ mol}$,则原混合溶液中 Na^+ 的浓度 $= \frac{(2a - b) \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = 2(2a - b) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。故选 C。

3. C 设取出的 100 mL 溶液的物质的量浓度为 c , NaCl 与 AgNO_3 以物质的量之比为 1 : 1 发生反应,则可列式 $c \times 100 \text{ mL} = 20 \text{ mL} \times 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,解得 $c = 0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;设不规则容器的体积为 V ,根据稀释过程中溶质质量不变可得, $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V \times 58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 46.8 \text{ g}$,解得 $V = 40 \text{ L}$ 。故选 C。

4. ①9 ②0.01

解析: ① $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 的摩尔质量为 $(213 + 18x) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,根据固体产物氧化铝的质量为 1.02 g 可知,样品中 $n(\text{Al}^{3+}) = 2n(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{1.02 \text{ g}}{102 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 = 0.02 \text{ mol}$,则 $\frac{7.50 \text{ g}}{(213 + 18x) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.02 \text{ mol}$,解得 $x = 9$,即该物质的化学式为 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 。② 气体产物中 $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{3.06 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.17 \text{ mol}$,由氢原子守恒可得, $n(\text{HNO}_3) = 0.02 \text{ mol} \times 9 \times 2 - 0.17 \text{ mol} \times 2 = 0.02 \text{ mol}$,根据氮元素守恒可得, $n(\text{NO}_2) = 0.02 \text{ mol} \times 3 - 0.02 \text{ mol} = 0.04 \text{ mol}$,根据氧元素守恒可得, $n(\text{O}_2) = \frac{(0.02 \times 18 - 0.17 - 0.02 \times 3 - 0.04 \times 2 - 0.03) \text{ mol}}{2} = 0.01 \text{ mol}$ 。

5. A 加入足量的 BaCl_2 溶液,生成 BaSO_4 固体 23.3 g,其物质的量 $= \frac{23.3 \text{ g}}{233 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$,由硫原子守恒可知, $n(\text{SO}_2) + 3n[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3] = 0.1 \text{ mol}$,而 $n[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3] = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.2 \text{ L} = 0.02 \text{ mol}$,则 $n(\text{SO}_2) = 0.04 \text{ mol}$,若混合气体的物质的量为 0.08 mol, Cl_2 的物质的量 $= 0.08 \text{ mol} - 0.04 \text{ mol} = 0.04 \text{ mol}$,根据关系式 $\text{SO}_2 \sim \text{Cl}_2$ 可知, SO_2 与 Cl_2 恰好完全反应,不能使 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液棕黄色变浅, A 错误, C 正确;由上述分析知, $n(\text{SO}_2) = 0.04 \text{ mol}$,在标准状况下体积 $= 0.04 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.896 \text{ L}$, B 正确;要使 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液棕黄色变浅, SO_2 和 Cl_2 在水中反应完后, SO_2 应该有剩余,即 $n(\text{Cl}_2) < 0.04 \text{ mol}$,要使 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液棕黄色变浅,则剩余的 SO_2 不能将 Fe^{3+} 全部反应完,根据得失电子守恒可得 $n(\text{SO}_2) = n[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3]$,则剩余的 SO_2 的物质的量 $n(\text{SO}_2) < 0.02 \text{ mol}$,因为 SO_2 的总物质的量 $n(\text{SO}_2) = 0.04 \text{ mol}$,则消耗 SO_2 所用的 Cl_2 的物质的量大于 0.02 mol,故混合气体中 Cl_2 的物质的量

$0.02 \text{ mol} < n(\text{Cl}_2) < 0.04 \text{ mol}$, D 正确。

6. B 由题意可知, 25.00 mL 溶液中 SO_4^{2-} 物质的量 $n(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{6.99 \text{ g}}{233 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.03 \text{ mol}$; 25.00 mL 溶液中加入足量的 NaOH 溶液至沉淀完全,充分反应后得到氢氧化铁沉淀,再将沉淀过滤、洗涤、灼烧得到氧化铁,称重,得固体 1.92 g,说明氧化铁质量是 1.92 g,则铁离子的物质的量 $n(\text{Fe}^{3+}) = \frac{1.92 \text{ g} \times 2}{160 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.024 \text{ mol}$;由此可得 $x : z = 0.024 : 0.03 = 4 : 5$,再根据电荷守恒可得 $3x = y + 2z$,共同确定 $x : y : z = 4 : 2 : 5$, B 符合题意。

7. (1) 正盐 (2) 2

解析: (1) 某元素 G 的一种含氧酸的化学式为 H_3GO_3 ,属于二元酸,则 H_3GO_3 与过量 NaOH 溶液反应生成的产物 Na_2HGO_3 为正盐。(2) 140°C 时样品完全脱水,杂质受热不分解,则样品中 $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 含有结晶水的总质量 $= 2.76 \text{ g} - 1.32 \text{ g} = 1.44 \text{ g}$,结晶水的总物质的量 $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1.44 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.08 \text{ mol}$,原样品中含有 $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 的物质的量 $= \frac{0.08 \text{ mol}}{8} = 0.01 \text{ mol}$; 60°C 时固体的质量为 1.68 g,失去结晶水的质量 $= 2.76 \text{ g} - 1.68 \text{ g} = 1.08 \text{ g}$,失去结晶水的物质的量 $= \frac{1.08 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.06 \text{ mol}$,则 60°C 时剩余结晶水的物质的量 $= 0.08 \text{ mol} - 0.06 \text{ mol} = 0.02 \text{ mol}$,故 60°C 时, $\text{CaO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 中的 $x = \frac{0.02 \text{ mol}}{0.01 \text{ mol}} = 2$ 。

8. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

解析: 甲溶液中 SO_4^{2-} 的物质的量等于加入的 Ba^{2+} 的物质的量,则 $n(\text{SO}_4^{2-}) = 1.000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.02 \text{ L} = 0.02 \text{ mol}$;生成 NH_3 的物质的量 $= \frac{0.224 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.01 \text{ mol}$,则乙溶液中 NH_4^+ 的物质的量为 0.01 mol,则 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的物质的量为 0.005 mol, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 提供的 $n(\text{SO}_4^{2-})$ 为 0.005 mol,由此可得 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 提供的 $n(\text{SO}_4^{2-}) = 0.02 \text{ mol} - 0.005 \text{ mol} = 0.015 \text{ mol}$,则 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 的物质的量为 0.005 mol, Al^{3+} 的物质的量为 0.01 mol,则该混合溶液中 Al^{3+} 的物质的量浓度 $= \frac{0.01 \text{ mol}}{0.1 \text{ L}} = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

9. (1) SO_3 NaOH (2) 紫色石蕊试液 取“矾精”溶液于试管中,先滴加少量稀盐酸,无明显现象,再滴加 BaCl_2 溶液,若生成白色沉淀,则说明“矾精”中含有 SO_4^{2-} (3) 根据 Fe 元素守恒可得: $n(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 2n(\text{Fe}_2\text{O}_3)$,即 $\frac{m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})}{278 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2 \times \frac{160 \text{ kg}}{160 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$,解得 $m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 556 \text{ kg}$

解析: (1) 根据质量守恒定律可推出 X 的化学式为 SO_3 ; SO_2 是酸性氧化物,可以用 NaOH 吸收。(2) 紫色石蕊试液遇酸显红色; SO_4^{2-} 与 Ba^{2+} 会反应生成白色沉淀 BaSO_4 ,检验 SO_4^{2-} 的方法为:取“矾精”溶液于试管中,先滴加少量稀盐酸,无明显现象,再滴加 BaCl_2 溶液,若生成白色沉淀,则说明“矾精”中含有 SO_4^{2-} 。

10. (1) ①用洁净的铂丝蘸取滤液于酒精灯火焰上灼烧,透过蓝色钴玻璃,观察到紫色火焰,证明含 K^+ ;取滤液少量,向其中加入过量盐酸,将产生的气体通入澄清石灰水中,澄清石灰水变浑浊,说明生成了 CO_2 气体,则含有 CO_3^{2-} ②取X少量,向其中加入盐酸,若产生无色气体,则X成分为Fe;若无气体产生,向所得溶液中滴加几滴KSCN溶液,若溶液变红色,则X为 Fe_3O_4 ;若溶液不变红,则X为FeO (2) 98.2%

解析:(1) ① K_2CO_3 的阳离子是 K^+ ,阴离子是 CO_3^{2-} ,因此要确定 K_2CO_3 的存在,可以先用洁净的铂丝蘸取滤液于酒精灯火焰上灼烧,透过蓝色钴玻璃,观察到紫色火焰,确定 K^+ 的存在;再取滤液少量,向其中加入过量盐酸,将产生的气体通入澄清石灰水中,澄清石灰水变浑浊,证明 CO_3^{2-} 的存在。②X可能是Fe、FeO或 Fe_3O_4 中的一种,若X是Fe单质,向其中加入盐酸,则产生无色气体;若X是 Fe_3O_4 ,由于其中含+3价的铁与盐酸反应生成 $FeCl_3$, Fe^{3+} 遇 SCN^- 会变为血红色,因此向固体溶解所得溶液中滴加几滴KSCN溶液,溶液会变血红色;若固体是FeO,FeO与HCl反应生成 $FeCl_2$,因此向溶液中加入盐酸及KSCN后,溶液中无气泡产生,也不变血红色。(2) 反应消耗 $KMnO_4$ 的物质的量 $n(KMnO_4) = 0.2000 \text{ mol} \cdot L^{-1} \times 0.030 \text{ L} = 6.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$,根据反应 $5C_2O_4^{2-} + 2MnO_4^- + 16H^+ = 2Mn^{2+} + 10CO_2 \uparrow + 8H_2O$ 可得, $n(C_2O_4^{2-}) = \frac{5}{2} n(KMnO_4) = \frac{5}{2} \times 6.0 \times 10^{-3} \text{ mol} = 1.5 \times 10^{-2} \text{ mol}$,根据 $K_3[Fe(C_2O_4)_3] \cdot 3H_2O$ 的组成可知, $n\{K_3[Fe(C_2O_4)_3] \cdot 3H_2O\} = \frac{1}{3} n(C_2O_4^{2-}) = 5 \times 10^{-3} \text{ mol}$,其质量 $m\{K_3[Fe(C_2O_4)_3] \cdot 3H_2O\} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 491 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.455 \text{ g}$,所以样品的纯度 $= \frac{2.455 \text{ g}}{2.50 \text{ g}} \times 100\% = 98.2\%$ 。

微专题一 一定物质的量浓度溶液的配制及相关计算

1. (1) 18.4 62.5 (2) 250 mL容量瓶、烧杯、玻璃棒、胶头滴管 (3) 偏高 偏低 偏低 偏低

解析:(1) 该硫酸的物质的量浓度 $c = \frac{1000\rho\omega}{M} = \frac{1000 \times 1.84 \times 98\%}{98} \text{ mol} \cdot L^{-1} = 18.4 \text{ mol} \cdot L^{-1}$;实验室没有240 mL容量瓶,应选择250 mL容量瓶,根据 $c_{\text{稀}}V_{\text{稀}} = c_{\text{浓}}V_{\text{浓}}$,则需要取浓硫酸的体积 $= \frac{0.25 \text{ L} \times 4.6 \text{ mol} \cdot L^{-1}}{18.4 \text{ mol} \cdot L^{-1}} = 62.5 \text{ mL}$ 。(2) 配制溶液需要用到玻璃仪器有量筒、250 mL容量瓶、烧杯、玻璃棒、胶头滴管。(3) ①未经冷却,趁热将溶液注入容量瓶中,待溶液冷却后,溶液体积变小,浓度偏高;②定容时仰视读数,溶液体积偏大,浓度偏低;③用量筒量取浓硫酸时俯视,浓硫酸实际体积偏小,溶质偏少,浓度偏低;④移液时不慎将少量溶液滴在容量瓶外面,溶质偏少,浓度偏低。

2. (1) 检漏 (2) 2.5 g (3) 无影响 (4) 洗涤烧杯内壁和玻璃棒2~3次,并将每次洗涤液转入容量瓶中,振荡 (5) 根据测定过程中发生的反应 $2ClO_2 + 2KI = 2KClO_2 + I_2 + 2KI$

$4KI + 2H_2SO_4 = 4KCl + 2K_2SO_4 + 2I_2 + 2H_2O + 2Na_2S_2O_3 + I_2 = Na_2S_4O_6 + 2NaI$ 可得关系式: $n(ClO_2) = n(KClO_2) = \frac{1}{2} n(I_2) = \frac{1}{4} n(Na_2S_2O_3) = \frac{1}{4} \times 0.100 \text{ mol} \cdot L^{-1} \times 0.020 \text{ L} = 5.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$,故该二氧化氯漂白液中 ClO_2 的物质的量浓度 $c(ClO_2) = \frac{5.0 \times 10^{-4} \text{ mol}}{0.01 \text{ L}} = 0.05 \text{ mol} \cdot L^{-1}$

解析:(1) 容量瓶是准确配制一定体积、一定物质的量浓度溶液的仪器,容量瓶在使用前必须进行的操作是检查容量瓶是否漏液。(2) 配制100 mL $0.100 \text{ mol} \cdot L^{-1} Na_2S_2O_3$ 溶液,需称量的 $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ 固体的质量 $m(Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O) = 0.100 \text{ mol} \cdot L^{-1} \times 0.1 \text{ L} \times 248 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \approx 2.5 \text{ g}$ 。(3) 步骤②操作之前容量瓶中有少量水,由于不影响溶质的物质的量及溶液的体积,因此对配制的溶液的浓度不产生任何影响。(4) 在步骤③中应该用蒸馏水洗涤烧杯内壁和玻璃棒2~3次,并将每次洗涤液一并转入容量瓶中,减少操作过程中的实验误差,然后充分振荡。(5) 具体计算过程见答案。

3. (1) 500 mL容量瓶、胶头滴管 (2) 12.5 21.7

(3) ①③⑤②④ (4) bd

解析:(1) 配制该 $CuSO_4$ 溶液应选用的玻璃仪器除量筒、烧杯和玻璃棒外,还有500 mL容量瓶、胶头滴管。(2) 若选用①配制该 $CuSO_4$ 溶液,需取胆矾的质量 $= 0.5 \text{ L} \times 0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1} \times 250 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 12.5 \text{ g}$;若选用②来配制,所选用 $CuSO_4$ 溶液的体积 $= \frac{0.5 \text{ L} \times 0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1} \times 160 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{16\% \times 2.3 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}} \approx 21.7 \text{ mL}$ 。(3) 配制溶液的步骤为计算、称量、溶解、降温、转移、洗涤、定容、摇匀、装瓶,所以正确的顺序为①③⑤②④。(4) 称量时物质和砝码位置放反了,溶质质量偏小,浓度偏小,a不符合题意;转移液体时溶液未冷却,待冷却时溶液体积变小,溶液浓度偏大,b符合题意;摇匀后,液面下降,补充水,溶液体积偏大,浓度偏小,c不符合题意;定容时俯视刻度线,溶液体积偏小,浓度偏大,d符合题意。故选bd。

4. (1) 4.0 (2) 12.5 500 mL容量瓶、胶头滴管 (3) BC

(4) 反应消耗 $n(Na_2S_2O_3) = cV = 2 \text{ mol} \cdot L^{-1} \times 38.50 \times 10^{-3} \text{ L} = 7.7 \times 10^{-2} \text{ mol}$,由 $2CH_3COOH + 2I^- + ClO^- = I_2 + Cl^- + 2CH_3COO^- + H_2O$, $I_2 + 2S_2O_3^{2-} = 2I^- + S_4O_6^{2-}$ 可得关系式, $ClO^- \sim I_2 \sim 2S_2O_3^{2-}$,则测定中消耗 $n(ClO^-) = \frac{1}{2} n(Na_2S_2O_3) = \frac{1}{2} \times 7.7 \times 10^{-2} \text{ mol} = 3.85 \times 10^{-2} \text{ mol}$,该“84”消毒液中NaClO的物质的量浓度 $= \frac{3.85 \times 10^{-2} \text{ mol}}{10 \times 10^{-3} \text{ L}} = 3.85 \text{ mol} \cdot L^{-1}$

解析:(1) 该“84”消毒液中NaClO的物质的量浓度 $c(NaClO) = \frac{1000\rho\omega}{M} = \frac{1000 \times 1.2 \times 25\%}{74.5} \text{ mol} \cdot L^{-1} \approx 4.0 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 。

(2) 实验需用480 mL $0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1} NaClO$ 消毒液,应选500 mL容量瓶,设需要量取该“84”消毒液的体积为V,根据稀释原理,稀释前后溶质的物质的量不变,建立等式 $0.5 \text{ L} \times 0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1} = 4.0 \text{ mol} \cdot L^{-1} \times V$,解得 $V = 0.0125 \text{ L} = 12.5 \text{ mL}$;在配制过程中,除需要烧杯、玻璃棒、量筒外,还必须使

用的玻璃仪器有 500 mL 容量瓶、胶头滴管。(3) 根据 $c = \frac{n}{V}$, 如果 n 偏小、 V 偏大都会导致配制溶液的浓度偏低。容量瓶用蒸馏水洗净后, 没烘干就直接使用, 对 n 、 V 均无影响, 配制溶液浓度不变, A 不符合题意; 移液时, 未洗涤烧杯内壁和玻璃棒, 导致 n 偏小, 则配制溶液浓度偏低, B 符合题意; 定容摇匀后, 发现液面低于刻度线, 又加水至刻度线, 则 V 偏大, 配制溶液浓度偏低, C 符合题意; 定容时, 俯视刻度线, V 偏小, 配制溶液浓度偏高, D 不符合题意。(4) “84”消毒液中 $c(\text{NaClO})$ 为 $3.85 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 详细计算过程见答案。

5. (1) 1.58 g (2) AB 胶头滴管、量筒和 100 mL 容量瓶 (3) 除去水中的溶解氧, 防止 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 被氧化 (4) BCD (5) 根据反应 $2\text{CuSO}_4 + 4\text{KI} = 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2 + 2\text{K}_2\text{SO}_4$ 、 $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 = \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaI}$ 得关系式 $2\text{Cu}^{2+} \sim \text{I}_2 \sim 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, 则 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的物质的量 $= n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.01920 \text{ L} = 0.00192 \text{ mol}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 样品的纯度 $= \frac{0.00192 \text{ mol} \times 250 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{0.500 \text{ g}} \times 100\% = 96\%$

解析: (1) 使用无水硫代硫酸钠进行配制, 需要 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 固体的质量 $= 0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.1 \text{ L} \times 158 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.58 \text{ g}$ (用电子天平称量)。(2) 配制过程中需要的玻璃仪器有玻璃棒、烧杯、量筒、胶头滴管和 100 mL 容量瓶, 精确称量固体质量需要用电子天平 (用托盘天平只能称出 1.6 g), 不需要使用烧瓶和分液漏斗, 还缺少的玻璃仪器是胶头滴管、量筒和 100 mL 容量瓶。(3) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 具有强还原性, 配制时使用的蒸馏水需先煮沸再冷却, 其目的是除去水中的溶解氧, 防止 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 被氧化。(4) 容量瓶不干燥, 含有少量蒸馏水, 对配制结果没有影响, 浓度不发生变化, A 不符合题意; 转移溶液时不慎有少量溶液洒到容量瓶外面, 会使溶质的量损耗, 导致所配溶液浓度偏低, B 符合题意; 定容时仰视刻度线读数, 导致加水量偏多, 所配溶液浓度偏低, C 符合题意; 定容后塞上瓶塞反复摇匀, 静置后, 液面低于刻度线, 再加水至刻度线, 导致溶液加水量偏多, 所配溶液浓度偏低, D 符合题意。(5) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的纯度为 96%, 计算过程见答案。

6. (1) 14.3 g (2) ① ④ (3) BC (4) B (5) 过滤 (6) 偏小 取少量溶液 M, 滴入适量的 Na_2CO_3 溶液, 若有白色沉淀产生, 则 CaCl_2 溶液已过量 (7) 96.4%

解析: (1) 需要 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 的质量 $= 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.5 \text{ L} \times 286 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 14.3 \text{ g}$ 。(2) ① 晶体失去部分结晶水后, 导致称得的固体中 Na_2CO_3 的百分含量增大, 所配溶液浓度偏高; ② 用“左码右物”的称量方法称量时, 实际称得物品质量 $=$ 砝码质量 $-$ 游码质量 $= (14 - 0.3) \text{ g} = 13.7 \text{ g}$, 所配溶液浓度偏低; ③ 碳酸钠晶体不纯, 导致称得的固体中碳酸钠晶体质量偏小, 所配溶液浓度偏低; ④ 容量瓶清洗后不用干燥, 残留有蒸馏水不影响所配溶液的浓度; 故引起所配溶液浓度偏高的有 ①, 无影响的有 ④。(3) 容量瓶为配制一定物质的量浓度溶液的专用仪器, 每次均能按其规格配得一定体积、准确浓度的标准溶液, A 不符合题意; 容量瓶不能用于长时间贮存溶液, B 符合题意; 容量瓶只有一个刻度, 无法测量任意体积的溶液, C 符合题意; 配制一定物质的量浓度的溶液时, 可以用固体溶质进

行配制, 也可以用浓溶液稀释配制, D 不符合题意。故选 BC。(4) 改用 Na_2CO_3 固体配制时, 需要称量 Na_2CO_3 的质量 $= 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.5 \text{ L} \times 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 5.3 \text{ g}$, 操作 ① 中称量 Na_2CO_3 质量, 按“左物右码”称量, ① 正确; 操作 ② 为溶解 Na_2CO_3 , 使用玻璃棒搅拌, 加速溶解, ② 正确; 步骤 ③ 为转移冷却后的 Na_2CO_3 溶液, 需要使用玻璃棒引流, 玻璃棒下端放到容量瓶刻度线以下, ③ 正确; 步骤 ④ 为转移洗涤烧杯和玻璃棒的溶液及直接加水, 当加水到距离容量瓶刻度线 1~2 cm 时停止加水, 需要改用胶头滴管, ④ 正确; 操作 ⑤ 为使用胶头滴管定容, 定容时眼睛应该与容量瓶刻度线平视, 不能仰视, ⑤ 错误; 操作 ⑥ 为摇匀, 摇匀时应上下颠倒充分摇匀, 而不是上下振荡摇匀, ⑥ 错误。故选 B。(5) “操作 1”后得到沉淀 A 与溶液 M, 为固液分离操作, 应为过滤操作。(6) 若 CaCl_2 不过量, 则 CO_3^{2-} 不能全部转化为沉淀, 最后称得沉淀质量偏小, 使测定结果偏小, 确定 CaCl_2 过量的方法为取少量溶液 M, 滴入适量的 Na_2CO_3 溶液, 若有白色沉淀产生, 则 CaCl_2 溶液已过量。(7) 设样品中碳酸钠质量为 m ,

则 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$

106	100
m	10 g

$\frac{106}{m} = \frac{100}{10 \text{ g}}, m = 10.6 \text{ g}$, 样品中 Na_2CO_3 质量分数 $= \frac{10.6 \text{ g}}{11 \text{ g}} \times 100\% \approx 96.4\%$ 。

第三单元 人类对原子结构的认知

课时提优 10 原子核的构成 原子核外电子排布

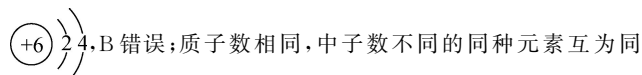
1. A 道尔顿发现原子, 提出了“实心球”模型, A 错误; 汤姆生发现电子及原子呈电中性, 据此提出原子的“葡萄干面包”模型, B 正确; 卢瑟福进行 α 粒子散射实验, 提出“有核”模型, 这一模型建立的基础是 α 粒子散射实验, C 正确; 1913 年丹麦物理学家玻尔引入量子论观点, 提出电子在一定轨道上运动的原子结构模型, 原子系统只能具有一系列的不连续的能量状态, 当原子从一个具有较大能量的定态跃迁到另一个能量较低的定态时, 它辐射出具有一定频率的光子, 原子的不同能量状态和电子沿不同的轨道绕核运动相对应, 氢原子光谱指的是氢原子内的电子在不同能级之间跃迁时所发射或吸收不同频率的光子形成的光谱, 该光谱的发现对玻尔核外电子分层排布的原子结构模型认识过程中, 有极为重要的意义, D 正确。

2. A “●”表示质子或电子, “○”表示中子, 则三种微粒分别是 ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$, 所以三种微粒互为同位素, 是氢元素的三种不同核素。①②③互为同位素, A 正确; ①②③是三种不同的核素, 属于同一种元素, B 错误; ①②③是三种化学性质相同的微粒, C 错误; ①②③具有相同的质子数, 质量数分别为 1、2、3, 不相同, D 错误。

3. B ${}^{12}_6\text{C}$ 、 ${}^{13}_6\text{C}$ 、 ${}^{14}_6\text{C}$ 具有相同的质子数, 但中子数不同, 三者互为同位素, 而 C_{60} 是单质, A 错误; ${}^{12}_6\text{C}$ 、 ${}^{13}_6\text{C}$ 、 ${}^{14}_6\text{C}$ 是碳元素的三种不同的核素, B 正确; ${}^{12}_6\text{C}$ 、 ${}^{13}_6\text{C}$ 、 ${}^{14}_6\text{C}$ 的中子数分别为 6、7、8, C 错误; 元素是具有相同的质子数的一类原子的总称, ${}^{14}_6\text{C}$ 和 ${}^{14}_7\text{N}$ 的质子数分别为 6 和 7, 属于不同的元素, D 错误。

4. B K层为第1层,电子的能量最低,A正确;原子先失去能量高的电子,即最外层电子,B错误;电子先排在能量低的电子层上,C正确;最外层电子数不能超过8,次外层电子数不能超过18,D正确。

5. B 左下角为质子数,因此 $^{13}_6\text{C}$ 和 $^{14}_6\text{C}$ 原子中均含有6个质子,A正确; $^{13}_6\text{C}$ 的核外有6个电子,其原子结构示意图为



6. C 该微粒还可以是离子,如 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 F^- 、 O^{2-} 等,A错误;原子最外层为1个电子的元素还可以是氢元素,B错误;

NH_4^+ 中质子数为11、电子数为10, H_3O^+ 中质子数为11、电子数为10,C正确;原子最外层电子数是次外层电子数2倍的元素是碳元素,而碳元素的原子最外层有4个电子,既难得到电子形成阴离子,也难失去电子形成阳离子,D错误。

7. B ^1H 、 ^2H 、 ^3H 的质子数都是1,都属于氢元素,A正确;标准状况下水是液体,不能用 $22.4\text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 计算 H_2O 的物质的量,B错误; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 为强碱,电离方程式为 $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$,C正确; H^- 核外有2个电子, H^- 的结构示意图为



8. D $^{293}_{117}\text{Ts}$ 和 $^{294}_{117}\text{Ts}$ 是Ts的两种核素,A正确;质子数相同、中子数不同的同一元素的不同原子互为同位素, $^{293}_{117}\text{Ts}$ 和 $^{294}_{117}\text{Ts}$ 质子数相同、中子数不同,互为同位素,B正确;质量数=质子数+中子数,则 $^{293}_{117}\text{Ts}$ 的中子数= $293-117=176$, $^{294}_{117}\text{Ts}$ 的中子数= $294-117=177$,C正确;原子中质子数等于核外电子数, $^{293}_{117}\text{Ts}$ 和 $^{294}_{117}\text{Ts}$ 的质子数相等,最外层电子数相等,D错误。

9. C 两种微粒的核外电子排布完全相同,其化学性质不一定相同,如 F^- 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} ,A错误;凡单原子形成的离子,不一定具有稀有气体元素原子的核外电子排布,如 H^+ ,B错误;质子数与核外电子数相等的微粒可能是原子,如H、C、Ne等,也可能是分子,如 H_2O 、 O_2 等,D错误。

10. A R^{2+} 核内共有N个中子,R的质量数为A,则其质子数为 $A-N$,其原子核外有 $(A-N)$ 个电子,失去两个电子形成 R^{2+} ; R^{2+} 共有 $(A-N-2)$ 个电子, $m\text{ g R}^{2+}$ 的物质的量为 $\frac{m}{A}\text{ mol}$,所含电子物质的量为 $\frac{m(A-N-2)}{A}\text{ mol}$,A符合题意。

11. (1) ^6_3Li 和 ^7_3Li (2) Ne F^- (3) 6:7 8:7

解析:(1) ^6_3Li 和 ^7_3Li 质子数都是3,中子数不同,互为同位素。

(2) $\textcircled{+10} \begin{array}{c} \text{2} \\ \text{8} \end{array}$ 是10号元素氖,属于稀有气体元素,元素符号是Ne。

$\textcircled{+9} \begin{array}{c} \text{2} \\ \text{8} \end{array}$ 是氟离子,离子符号是 F^- 。(3) 1个 $^{14}_6\text{C}$ 原子中含有6个质子,8个中子,1个 $^{14}_7\text{N}$ 原子中含有7个质子,7个中子,故相同物质的量的 $^{14}_6\text{C}$ 和 $^{14}_7\text{N}$ 含质子数之比为6:7,中子数之比为8:7。

12. (1) C O (2) Be、Ar (3) H、Be、Al He、C、S

(4) Li、Si (5) Li、P

解析:(1) 最外层电子数不能超过8个,若最外层电子数等于次外层电子数的2倍,则该元素只能位于第二周期,即其质子数= $2+2 \times 2=6$,为C元素。由于最外层电子数不能超过8个,若最外层电子数等于次外层电子数的3倍,则该元素只能位于第二周期,即质子数= $2+2 \times 3=8$,为O元素。(2) 元素的最外层电子数等于次外层电子数,要分两种情况,若该元素位于第二周期,则为Be元素;若该元素位于第三周期,则为Ar元素。(3) 元素的电子层数与最外层电子数相等,若位于第一周期,为H元素;若位于第二周期,则其质子数= $2+2=4$,为Be元素;若位于第三周期,则其质子数= $2+8+3=13$,为Al元素。元素的最外层电子数是电子层数的2倍,电子层数可为1、2、3层,最外层电子数分别为2、4、6,则对应元素分别为He、C、S元素。(4) 次外层电子数可能为2或8,若次外层电子数为2,则最外层电子数为1,则质子数= $2+1=3$,为Li元素;若次外层电子数为8,则最外层电子数为4,即质子数= $2+8+4=14$,为Si元素。(5) 元素的内层电子总数是最外层电子数的2倍,内层电子总数可能为2或10,若内层电子总数为2,则最外层电子数为1,则质子数= $2+1=3$,为Li元素;若内层电子总数为10,则最外层电子数为5,即质子数= $2+8+5=15$,为P元素。

13. (1) cd (2) a. ① ⑤ b. ③ c. 18 T_2^{18}O

(3) $20\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 11:10 11:12 (4) 10:9 5:9

解析:(1) ^{10}Be 和 ^9Be 的质子数相同,中子数和质量数不同,是Be元素的不同核素,不是同一种原子,故化学性质相同,具有相同的核外电子排布,故选cd。(2) ① $^{16}_8\text{O}$ 、 $^{17}_8\text{O}$ 、 $^{18}_8\text{O}$ 这3种原子质子数都是8,中子数不同,它们是氧元素的不同核素,互为同位素。② H_2O 、 D_2O 是化合物,不是同位素或同素异形体的研究范畴。③石墨、金刚石是碳元素的不同单质,互为同素异形体。④ H_2 、 D_2 、 T_2 是分别由 ^1_1H 、 ^2_1H 、 ^3_1H 形成的氢气单质,是同一种物质,不属于同位素或同素异形体的研究范畴。⑤H、D、T分别是 ^1_1H 、 ^2_1H 、 ^3_1H ,它们的质子数都是1,中子数不同,是氢元素的不同核素,互为同位素。⑥ $^{40}_{19}\text{K}$ 、 $^{40}_{20}\text{Ca}$ 、 $^{40}_{18}\text{Ar}$ 的质子数不同,不互为同位素。c.由①($^{16}_8\text{O}$ 、 $^{17}_8\text{O}$ 、 $^{18}_8\text{O}$)和⑤(H、D、T)中的微粒能结合成水,由于1个水分子中含有2个氢原子和1个氧原子,且这2个氢原子可以为不同种类,则氢原子的“搭配”方式有6种,每一种“搭配”方式分别和①中3种氧原子结合,故可形成水分子的种数= $6 \times 3=18$ (种);相对分子质量最大的水分子是 T_2^{18}O 。(3) $^2_1\text{H}_2^{16}_8\text{O}$ 的摩尔质量= $[(2 \times 2)+16]\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}=20\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。1个 $^2_1\text{H}_2^{16}_8\text{O}$ 分子中含10个质子和10个中子,1个 $^3_1\text{H}_2^{18}_8\text{O}$ 分子中含10个质子和12个中子,假设 $^2_1\text{H}_2^{16}_8\text{O}$ 与 $^3_1\text{H}_2^{18}_8\text{O}$ 各有1g,则二者所含的质子数之比= $\frac{1\text{ g}}{20\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 10 : \frac{1\text{ g}}{22\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 10=11:10$,中子数之比= $\frac{1\text{ g}}{20\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 10 : \frac{1\text{ g}}{22\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 12=11:12$ 。(4) 设 $^1_1\text{H}_2^{16}_8\text{O}$ 和 $^2_1\text{H}_2^{16}_8\text{O}$ 均为1g, $M(^1_1\text{H}_2^{16}_8\text{O})=18\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M(^2_1\text{H}_2^{16}_8\text{O})=20\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,则 $n(^1_1\text{H}_2^{16}_8\text{O})=\frac{1}{18}\text{ mol}$, $n(^2_1\text{H}_2^{16}_8\text{O})=\frac{1}{20}\text{ mol}$,则产生 $n(^1_1\text{H}_2)=\frac{1}{18}\text{ mol}$, $n(^2_1\text{H}_2)=\frac{1}{20}\text{ mol}$,由阿伏加德罗定律

可知,两种氢气在同温同压下体积之比 = $\frac{1}{18} \text{ mol} : \frac{1}{20} \text{ mol} = 10 : 9$, 质量之比 = $\frac{1}{18} \text{ mol} \times 2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} : \frac{1}{20} \text{ mol} \times 4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 5 : 9$ 。

专题 2 综合

1. D 汽油和水不互溶,应用分液的方法分离汽油和水的混合物,A 错误;透过蓝色钴玻璃片观察 KCl 和 K_2SO_4 的焰色都为紫色,则用焰色反应不能鉴别 KCl 和 K_2SO_4 ,B 错误; NaOH 溶液与 NH_4^+ 共热,反应生成的 NH_3 能使湿润的红色石蕊试纸变蓝,不能使蓝色石蕊试纸变色,C 错误;其他条件相同时,分别向等体积、不同浓度的 H_2O_2 溶液中加入等量的 MnO_2 ,可以通过观察生成气泡的快慢探究浓度大小对 H_2O_2 分解快慢的影响,D 正确。

2. D 烧瓶不能直接加热,必须垫陶土网加热,A 正确;冷却水下进上出,盛水多,在冷凝管中停留时间长,冷却效果好,则冷凝管中的水流是从下口进入,上口排出,B 正确;液体加热易发生暴沸,则实验中需要在烧瓶中加入几粒碎瓷片,可以防止出现暴沸现象,C 正确;温度计是用来测定馏分的温度,则温度计的水银球应在蒸馏烧瓶的支管口处,D 错误。

3. B SO_2 属于酸性氧化物, HCl 属于酸,二者均能与氢氧化钠溶液反应,A 错误; Cu 与稀盐酸不反应, CuO 能与盐酸反应生成可溶于水的 CuCl_2 ,过滤后滤渣为 Cu ,然后经洗涤、干燥可得到 Cu ,B 正确; CuSO_4 、 H_2SO_4 均与氢氧化钠溶液反应,无法达到分离的目的,C 错误;大量 CO_2 中的少量 CO 很难点燃,应通过灼热的 CuO 粉末将 CO 转化为 CO_2 ,气体除杂过程中一般不利用其他气体与杂质气体反应,因为很难控制用量,会引入新杂质,D 错误。

4. C 过滤是分离难溶性固体和液体的操作,泥沙不溶于水,用装置甲能除去食盐水中的泥沙,A 不符合题意;灼烧海带使用酒精灯、坩埚、三脚架、泥三角,B 不符合题意;酒精和水互溶,不能用分液的方法分离,C 符合题意;可以采用蒸馏的方法制取蒸馏水,D 不符合题意。

5. B 向废水中加入过量的铁粉,将 Cu^{2+} 还原为 Cu ,过滤后所得固体 H 为 Cu 、 Fe 的混合物,溶液 G 中含有 FeSO_4 、 Na_2SO_4 ,固体 H 中加入稀硫酸,完全反应后过滤,所得固体为 Cu ,将溶液 K 和溶液 G 合并,蒸发浓缩、冷却结晶,可得到绿矾 ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 晶体。由分析可知,“试剂①”为铁粉,“试剂②”为稀硫酸,A 错误;加入“试剂②”(稀硫酸)时,固体 H (Fe 、 Cu 的混合物)中 Fe 溶解,同时有氢气生成,B 正确;“溶液 G”中含有 FeSO_4 、 Na_2SO_4 ,“溶液 K”中含有 FeSO_4 、 H_2SO_4 ,二者均不只含有一种溶质,C 错误; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 受热易分解,因此从 FeSO_4 溶液中获得绿矾不能用蒸发结晶,“操作Ⅲ”采用的实验方法是蒸发浓缩、冷却结晶,D 错误。

6. A 某钠盐溶于盐酸,产生能使澄清石灰水变浑浊的无色无味气体,该气体是 CO_2 , Na_2CO_3 、 NaHCO_3 均能与盐酸反应生成 CO_2 ,故该钠盐可能是 Na_2CO_3 ,A 正确;若溶液中含有 Ag^+ , Cl^- 与 Ag^+ 结合也会出现白色沉淀,不能确定 X 溶液是否含有 SO_4^{2-} ,B 错误;未透过蓝色钴玻璃片观察火焰颜色,

不能确定溶液中是否含有钾元素,C 错误;向碘水中加入四氯化碳,液体分层,下层液体呈紫色,说明碘被四氯化碳萃取,则碘在四氯化碳中的溶解度大于其在水中的溶解度,D 错误。

7. B 标准状况下苯是液体,不能使用 $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 计算其物质的量,①错误;标准状况下, $a \text{ L}$ (即 $\frac{a}{22.4} \text{ mol}$) 氧气和氮气

的混合气体中含有的分子数约为 $\frac{aN_A}{22.4}$,②正确;溶液体积未知,不能计算微粒数目,③错误; H_2 是双原子分子,而 Ar 是单原子分子,同温同压下,体积相同的氢气和氩气所含的原子数目不相等,④错误;假设 46 g 完全是 NO_2 ,其物质的量是 1 mol ,含有的原子数目是 $3N_A$,假设 46 g 完全是 N_2O_4 ,其物质的量是 0.5 mol ,含有原子数目也是 $3N_A$,因此 46 g NO_2 和 N_2O_4 混合气体中含有的原子数为 $3N_A$,⑤正确;不仅溶质 Na_2SO_4 中含有 O ,溶剂 H_2O 中也含有 O ,因此 1 L $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Na_2SO_4 溶液中含有的氧原子总数大于 $2N_A$,⑥错误。综上所述,②⑤正确。故选 B。

8. B 阳离子 (H^+) 所带正电荷浓度 = $1 \times 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,而阴离子 (NO_3^- 和 SO_4^{2-}) 所带负电荷总浓度 = $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 + 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,根据溶液呈电中性可知,溶液中还缺少一种阳离子,能大量共存的阳离子带正电荷浓度 = $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。 Fe^{3+} 水溶液显黄色,在无色溶液中不能大量存在,A 不符合题意; Al^{3+} 水溶液显无色, $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Al^{3+} 带正电荷的浓度 = $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 3 = 0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,B 符合题意; K^+ 水溶液显无色, $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ K^+ 带正电荷的浓度 = $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} < 0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,C 不符合题意; Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 会生成 BaSO_4 沉淀而不能大量共存,D 不符合题意。

9. D $V \text{ L}$ 氨气与 1 L 水混合后的体积不能直接相加,溶液的体积不是 $(V+1) \text{ L}$,A 错误;溶液体积未知,不能计算 NO_3^- 的数目,B 错误;盐酸易挥发,加热蒸发至溶液体积为 $\frac{V}{2} \text{ L}$,盐酸浓度小于 $10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,C 错误;硫酸的密度大于水的密度,98% 的浓硫酸 ($\rho = 1.84 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) 与水等质量混合,98% 的浓硫酸的体积小于等质量的水的体积,混合后所得硫酸溶液物质的量浓度小于原浓硫酸浓度的一半,D 正确。

10. C 配制稀盐酸,用量筒量取浓盐酸时俯视刻度线,量取浓盐酸的体积偏小,溶质偏少,则浓度偏低,A 不符合题意;溶液转移到容量瓶后,烧杯及玻璃棒未用蒸馏水洗涤,少量溶质未移入容量瓶中,溶质偏少,则浓度偏低,B 不符合题意;溶液未经冷却立即将其转移至容量瓶中,冷却后溶液体积变小,溶质不变,则浓度偏高,C 符合题意;定容后又补加少量蒸馏水,溶质不变,溶液体积偏大,则浓度偏低,D 不符合题意。

11. (1) 蒸馏烧瓶 冷凝管 (2) g (3) B 项中应称取 2.0 g NaOH 固体 BCAFED (4) 偏低 无影响 偏高

解析:(1) 根据仪器特征,a 为蒸馏烧瓶,b 为冷凝管。(2) 蒸馏时,冷凝水应该从下口进水,所以从 g 口进水。(3) 实验室没有 450 mL 规格的容量瓶,应配制 500 mL NaOH 溶液,则需 $n(\text{NaOH}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.5 \text{ L} = 0.05 \text{ mol}$, $m(\text{NaOH}) =$

0.05 mol $\times$ 40 g $\cdot$ mol $^{-1}$ = 2.0 g, B 项操作中配制 500 mL 溶液, 需要 2.0 g NaOH, 用托盘天平称量 2.0 g NaOH 固体在烧杯中溶解, 并用玻璃棒搅拌, 冷却后转移到 500 mL 容量瓶中, 并用玻璃棒引流, 洗涤烧杯和玻璃棒, 并将洗涤液移入容量瓶, 当加水至液面距离刻度线 1~2 cm 时, 改用胶头滴管滴加, 最后振荡、摇匀, 所以操作顺序为 BCA FED。(4) 不洗涤烧杯和玻璃棒会有 NaOH 附着在烧杯内壁和玻璃棒表面, 使溶液浓度偏低, 容量瓶在蒸馏水洗涤时残留少量水不影响最终溶液总体积, 所以对所配溶液的浓度无影响, 如果定容时俯视刻度线, 则加入水的体积减小, 溶液的浓度偏高。

12. (1) 44 g $\cdot$ mol $^{-1}$ (2) 0.2 mol $\cdot$ L $^{-1}$ (3) 0.5 mol $\cdot$ L $^{-1}$
(4) $\frac{22.4bc}{aN_A}$ L (5) $\frac{1\ 000Vd}{MV+2\ 240}$ mol $\cdot$ L $^{-1}$ (6) 0.25 mol $\cdot$ L $^{-1}$

解析: (1) 标准状况下, 0.672 L 气体的物质的量 = $\frac{0.672\text{ L}}{22.4\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}}$ = 0.03 mol, 其摩尔质量 = $\frac{1.32\text{ g}}{0.03\text{ mol}}$ = 44 g $\cdot$ mol $^{-1}$ 。(2) 8.0 g SO $_3$ 的物质的量 = $\frac{8.0\text{ g}}{80\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}$ = 0.1 mol, 所得硫酸溶液的物质的量浓度 = $\frac{0.1\text{ mol}}{0.5\text{ L}}$ = 0.2 mol $\cdot$ L $^{-1}$ 。(3) 溶液中 SO $_4^{2-}$ 的物质的量浓度 = $\frac{(0.3\times 0.05+0.2\times 0.1\times 3)\text{ mol}}{(0.05+0.1)\text{ L}}$ = 0.5 mol $\cdot$ L $^{-1}$ 。(4) 如果 a g

O $_2$ 中含有的分子数为 b, 则其物质的量 = $\frac{b}{N_A}$ mol, 则其摩尔质量 = $\frac{a\text{ g}}{\frac{b}{N_A}\text{ mol}}$ = $\frac{aN_A}{b}$ g $\cdot$ mol $^{-1}$, 则 c g O $_2$ 的物质的量 = $\frac{c\text{ g}}{\frac{aN_A}{b}\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}$ = $\frac{bc}{aN_A}$ mol, 其在标准状况下的体积 $\approx nV_m$ =

$\frac{22.4bc}{aN_A}$ L。(5) 标准状况下, 气体的物质的量为 $\frac{V}{22.4}$ mol, 气体

的质量为 $\frac{MV}{22.4}$ g, 混合后溶液体积 = $\frac{\frac{VM}{22.4}+100}{1\ 000d}$ L =

$\frac{VM+2\ 240}{22.4\times 1\ 000d}$ L, 则溶液的物质的量浓度 = $\frac{\frac{V}{22.4}\text{ mol}}{\frac{VM+2\ 240}{22.4\times 1\ 000d}\text{ L}}$ =

$\frac{1\ 000Vd}{MV+2\ 240}$ mol $\cdot$ L $^{-1}$ 。(6) 依据溶液呈电中性可得 $c(\text{Na}^+)+2c(\text{Mg}^{2+})=c(\text{Cl}^-)+2c(\text{SO}_4^{2-})$, 即 0.2 mol $\cdot$ L $^{-1}+2\times 0.25\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}=0.2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}+2\times c(\text{SO}_4^{2-})$, 可得 $c(\text{SO}_4^{2-})=0.25\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

感悟真题

1. A 酸式滴定管控制滴定速度时, 需用左手控制旋塞, 大拇指在前, 食指和中指在后, 三指轻靠旋塞柄, 手指略弯曲, 向内扣住旋塞, 向里旋转使溶液滴出, A 符合题意; 用 pH 试纸测定溶液 pH 时, 不能将 pH 试纸伸入溶液中, 应用玻璃棒蘸取待测液滴在 pH 试纸上, B 不符合题意; 加热试管中的液体时, 试管中液体体积不能超过试管容积的 $\frac{1}{3}$, C 不符合题意; 向试管

中滴加溶液时, 胶头滴管不能伸入试管内, 应该在试管口正上方竖直悬空, D 不符合题意。

2. D Na $_2$ CO $_3$ 溶液水解显碱性, 可以使油脂发生水解反应, 从而去除油污, A 不符合题意; 发生反应的化学方程式为 $\text{Cu}+\text{H}_2\text{O}_2+\text{H}_2\text{SO}_4=\text{CuSO}_4+2\text{H}_2\text{O}$, B 不符合题意; 过滤除去不溶性杂质, 得到 CuSO $_4$ 溶液, C 不符合题意; 由 CuSO $_4$ 溶液制取 CuSO $_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 晶体, 应蒸发至液面出现晶膜即停止加热, 若蒸干会使 CuSO $_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 分解失去结晶水, D 符合题意。

3. A 2.8 g Fe 的物质的量为 0.05 mol, 100 mL 3 mol $\cdot$ L $^{-1}$ HCl 溶液中含 $n(\text{HCl})=0.3\text{ mol}$, $\text{Fe}+2\text{HCl}=\text{FeCl}_2+\text{H}_2\uparrow$, HCl 过量, 则反应后溶液中含有的阳离子有 Fe $^{2+}$ 、H $^+$, A 正确; HCl 溶液中 Cl $^-$ 的物质的量为 0.3 mol, Cl $^-$ 数为 0.3N $_A$, B 错误; ^{56}Fe 的质子数为 26, 中子数为 30, 2.8 g ^{56}Fe 的物质的量为 0.05 mol, 含有的中子数 = 0.05 mol $\times N_A\text{ mol}^{-1}\times 30=1.5N_A$, C 错误; 反应生成 H $_2$ 的物质的量为 0.05 mol, 在标准状况下的体积 = 0.05 mol $\times 22.4\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}=1.12\text{ L}$, D 错误。

4. (1) B (2) ①酸性条件, 多次“反萃取” ②Ce $^{3+}$ 、H $^+$

解析: (1) 反应过程中保持 CeCl $_3$ 少量加入, 才能得到含 Cl $^-$ 量较少的 Ce $_2(\text{CO}_3)_3$, 故选 B。(2) ①根据萃取原理 Ce $^{3+}$ (水层)+3HA(有机层) $\rightleftharpoons$ Ce(A) $_3$ (有机层)+3H $^+$ (水层)可知, “反萃取”应选择的实验条件是酸性条件, 使萃取平衡左移, 为了使 Ce $^{3+}$ 尽可能多地发生上述转移, 可以采用多次“反萃取”。②“反萃取”得到的水溶液中含较多的 Ce $^{3+}$ 、H $^+$ 、和 NO $_3^-$, 加入氨水、NH $_4\text{HCO}_3$ 生成 Ce $_2(\text{CO}_3)_3$ 沉淀时, H $^+$ 被消耗, Ce $^{3+}$ 转化为沉淀。

5. (1) 锥形瓶 搅拌(或适当加热) (2) 浓氨水挥发 双氧水分解 冰水浴 (3) 玻璃棒没有紧靠三层滤纸处, 漏斗末端尖嘴部分没有紧靠烧杯内壁 (4) 活性炭

解析: (1) 由图可知, a 为锥形瓶, 加快 NH $_4\text{Cl}$ 溶解可采用适当加热、搅拌等方法。(2) 步骤 II 中使用了浓氨水和双氧水, 二者高温下易挥发、易分解, 所以控制溶液温度在 10 $^\circ\text{C}$ 以下, 避免浓氨水挥发、双氧水分解, 要控制温度在 10 $^\circ\text{C}$ 以下, 通常采用冰水浴降温。(3) 该图为过滤装置, 图中玻璃棒没有紧靠三层滤纸处, 可能会戳破滤纸, 造成过滤效果不佳; 且漏斗末端尖嘴部分没有紧靠烧杯内壁, 可能导致液滴飞溅。(4) 步骤 IV 中, 将所得固体转入有少量盐酸的沸水中, 根据题目信息, 钴配合物 [Co(NH $_3$) $_6$]Cl $_3$ 溶于热水, 活性炭不溶于热水, 所以趁热过滤可除去活性炭。

专题 3 从海水中获得的化学物质

第一单元 氯气及氯的化合物

课时提优 11 氯气的发现与制备

1. C 实验室用浓盐酸和 MnO $_2$ 反应制取 Cl $_2$, 不能用稀盐酸, A 错误; 除去 Cl $_2$ 中的 HCl 可将气体通入饱和 NaCl 溶液中, 但气体进入洗气瓶中的导管时必须“长进短出”, B 错误; Cl $_2$ 在水中的溶解度不大, 应选择 NaOH 溶液吸收多余的 Cl $_2$, D 错误。
2. D MnO $_2$ 与浓盐酸在加热条件下才能反应生成 Cl $_2$, 缺少

加热装置,A 错误; Cl_2 能与 NaOH 溶液反应,不能用 NaOH 溶液除去 Cl_2 中的 HCl ,应该用饱和食盐水除去 Cl_2 中的 HCl ,B 错误; Cl_2 能与碱石灰反应,不能用碱石灰干燥 Cl_2 ,C 错误; Cl_2 与 KI 反应生成 I_2 和 KCl ,淀粉遇 I_2 变蓝,可用于检验 Cl_2 是否收集满,D 正确。

3. (1) 分液漏斗 (2) $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 5.6 (3) 加热温度不宜过高;通过分液漏斗控制盐酸的滴加速度(或控制滴加盐酸的量)

解析:(1) 仪器 A 为分液漏斗。(2) B 中浓盐酸与 MnO_2 在加热条件下反应生成 Cl_2 、 MnCl_2 和水。假设理论上有 0.5 mol HCl 被氧化,根据氯元素守恒,可生成 0.25 mol Cl_2 ,其在标准状况下的体积 $= 0.25 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 5.6 \text{ L}$ 。(3) 要求 Cl_2 的生成速率不能过快,可以通过控制反应温度、盐酸的滴加速度、盐酸的量以及盐酸的浓度达到目的。

4. A 电解熔融 NaCl 才能得到 Cl_2 和 Na ,A 错误;电解饱和 NaCl 溶液的产物之一是黄绿色的 Cl_2 ,B 正确;电解饱和 NaCl 溶液的产物之一是 NaOH ,其能使酚酞溶液变红,C 正确;电解饱和 NaCl 溶液的产物之一是 H_2 , H_2 难溶于水且不与水反应,可用排水法收集,D 正确。

5. A 因四氯化钛(TiCl_4)极易水解,遇空气中的水蒸气即产生“白烟”,而①中制得的氯气中含有水蒸气,所以②中应盛装浓硫酸干燥 Cl_2 ,A 错误; TiCl_4 的熔、沸点较低,制得的 TiCl_4 应经过冷凝装置处理,与其他气体分离,则④装置中的冷凝管具有冷凝、回流和导气的作用,B 正确;反应结束时,先停止③处加热,后停止①处加热,可以防止倒吸,还可以使制得的 TiCl_4 在氯气氛围中冷却,防止空气进入装置中使 TiCl_4 变质,C 正确;因四氯化钛(TiCl_4)极易水解,所以应在装置④和⑤之间加一个防止水蒸气进入④的干燥装置,D 正确。

6. (1) $(+17) 2 8 8$ (2) 分液漏斗 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 1:2 (3) 除去氯气中的氯化氢 干燥氯气 (4) AB (5) $4\text{HCl} + \text{O}_2 \xrightarrow[430 \sim 475 \text{ } ^\circ\text{C}]{\text{催化剂}} 2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ (6) ① $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) = \text{CaCl}_2 + 2\text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ② 干燥的有色布条 b ③ 不可行 澄清石灰水中氢氧化钙浓度太低,不能将 Cl_2 吸收完全 ④ 氯碱工业

$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NaCl} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$ ⑤ 22.4

解析:(1) Cl 为 17 号元素,最外层有 7 个电子,得 1 个电子形成 8 电子稳定结构, Cl^- 的结构示意图是 $(+17) 2 8 8$ 。(2) 盛放浓盐酸的仪器名称是分液漏斗;A 中二氧化锰与浓盐酸共热反应生成氯化锰、氯气和水,化学方程式为 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \uparrow$,其中,每 4 份 HCl 中有 2 份氯原子从 -1 价升高为 0 价,被氧化,被氧化的 HCl 与参加反应总的 HCl 两者的物质的量之比为 1:2。(3) 制取氯气时,实验室通常选用浓硫酸、饱和食盐水净化 Cl_2 。浓盐酸挥发产生氯化氢

气体,极易溶于水,氯气在饱和食盐水中溶解度很小,故饱和食盐水的作用是除去氯气中的氯化氢;浓硫酸的作用是干燥氯气。(4) 将氯气先干燥再通入饱和食盐水溶液中,气体中又混有水蒸气,不能达到净化氯气的目的,A 符合题意;因瓶口加塞子,瓶中空气没法排出,不能达到用向上排空气法收集 Cl_2 的目的,B 符合题意;氯气能与氢氧化钠溶液反应,能达到尾气处理的目的,C 不符合题意。(5) 由题意可知,Deacon 法制 Cl_2 的化学方程式为 $4\text{HCl} + \text{O}_2 \xrightarrow[430 \sim 475 \text{ } ^\circ\text{C}]{\text{催化剂}} 2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。

(6) ①图中装置 A 是氯气的发生装置。漂白粉中加入适量的浓盐酸充分反应有黄绿色气体生成,同时生成氯化钙和水,发生反应的化学方程式为 $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) = \text{CaCl}_2 + 2\text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。②装置 C 的作用是验证氯气是否具有漂白性,装置 C 中 I 处放湿润的有色布条,装置 C 中 III 处应放入的是干燥的有色布条。装置 C 的 II 处的试剂应为干燥剂,且不与 Cl_2 反应。a 项,碱石灰能与氯气反应;b 项,无水氯化钙作干燥剂,且不与 Cl_2 反应;c 项,浓硫酸是液体,气体会将其排出 U 形管。故选 b。③装置 D 中不能用澄清石灰水吸收多余的氯气。理由是氢氧化钙溶液中的 OH^- 浓度太低,不能将 Cl_2 吸收完全。④以电解饱和食盐水为基础制取氯气、烧碱等产品的工业称为氯碱工业。电解饱和食盐水生成 Cl_2 和 H_2 ,Cl 元素的化合价从 -1 价升高至 0 价,H 元素的化合价从 +1 价降低至 0 价,2 个 Cl^- 参与反应转移 2 个电子,用单线桥标明电子转移的方向和数目见答案。⑤电解的 NaCl 的物质的量 =

$\frac{117 \text{ g}}{58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2 \text{ mol}$,设电解 2 mol NaCl 生成 Cl_2 $x \text{ mol}$,

$2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$
2 1
2 mol $x \text{ mol}$

则 $x = 1$,1 mol Cl_2 在标准状况下的体积 $= 1 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 22.4 \text{ L}$ 。

课时提优 12 氯气的性质及应用

1. A 铝和盐酸或铝和氯气反应均生成 AlCl_3 ,A 符合题意;铁和氯气反应生成 FeCl_3 ,铁和盐酸反应生成 FeCl_2 ,B、C 不符合题意;铜和氯气反应生成 CuCl_2 ,铜和盐酸不反应,D 不符合题意。

2. C 电解熔融 NaCl 生成钠和 Cl_2 ,电解 NaCl 溶液生成 NaOH 、 Cl_2 和 H_2 ,A 错误;光照 Cl_2 和 H_2 的混合物易发生爆炸,不能用于生产盐酸,B 错误;用 CO 还原赤铁矿炼铁, CO 与 Fe_2O_3 在高温下反应生成 CO_2 和铁,反应原理为 $3\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{CO}_2 + 2\text{Fe}$,C 正确; Cl_2 通入石灰乳中制取漂白粉,石灰水中的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 浓度较低,D 错误。

3. B Cl^- 没有颜色, Cl_2 是黄绿色气体,则新制的氯水呈浅黄绿色,说明氯水中含有 Cl_2 ,A 错误; NaHCO_3 溶液能与酸反应生成 CO_2 气体,则向氯水中加入 NaHCO_3 粉末,有气泡产生,说明氯水中含有 H^+ ,B 正确; Cl_2 没有漂白性,新制氯水滴在有色布条上,有色布条褪色,是因为 Cl_2 与水反应生成的次氯酸具有漂白性,C 错误;向 FeCl_2 溶液中滴加氯水,溶液由浅绿色

变成棕黄色,说明 Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+} , 氯水中含有的 Cl_2 也可以把 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 该现象不能说明氯水中含有 HClO , D 错误。

4. B 氯水中存在反应 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$, 氯水中含有 Cl_2 、 H_2O 、 HClO 、 H^+ 、 Cl^- 、 ClO^- 等。氯水中的 HCl 与 Na_2CO_3 反应产生 CO_2 气体, A 正确; 氯水中的 H^+ 能使紫色石蕊试液变红, 氯水中的 HClO 具有漂白性, 能使石蕊试液褪色, Cl_2 没有漂白性, B 错误; 氯水中 Cl^- 与 Ag^+ 反应生成 AgCl 白色沉淀, 化学方程式为 $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} = \text{AgCl} \downarrow + \text{HNO}_3$, C 正确; 氯水中既含反应物 Cl_2 , 又含生成物 HClO 、 H^+ 、 Cl^- 等, 说明 Cl_2 与 H_2O 的反应为可逆反应, 即 Cl_2 与 H_2O 不能完全反应, D 正确。

5. C 在久置生石灰中加入水“打浆”, 浆料中含有 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和 CaCO_3 , 通入 Cl_2 “氯化”, Cl_2 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 在加热条件下反应生成 CaCl_2 、 $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$ 和水, “过滤 1”分离出不溶物 CaCO_3 , 向滤液中加入 KCl 将 $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$ 转化为溶解度较小的 KClO_3 , 经“过滤 2”得到 KClO_3 晶体。“打浆”是将固体反应物粉碎制浆, 该过程中 CaO 和水反应生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 发生了化学变化, A 错误; 通入 Cl_2 的速度过快, Cl_2 与石灰乳接触不充分, 反应不完全, Cl_2 的利用率降低, B 错误; “转化”时发生的反应为 $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 + 2\text{KCl} = \text{CaCl}_2 + 2\text{KClO}_3 \downarrow$, 为复分解反应, C 正确; “过滤 2”分离出溶解度较小的 KClO_3 , 所得滤液中大量存在的离子是 Ca^{2+} 、 K^+ 、 Cl^- , 由于 CO_3^{2-} 与 Ca^{2+} 反应会生成碳酸钙沉淀, 则 CO_3^{2-} 不能大量存在, D 错误。

6. C 可用“极值法”解题, 若 Cl_2 和 NaOH 溶液只发生反应 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$, 则 $n(\text{Na}^+) : n(\text{Cl}^-) = 2 : 1$; 若 Cl_2 和 NaOH 溶液只发生反应 $3\text{Cl}_2 + 6\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} 5\text{NaCl} + \text{NaClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$, 则 $n(\text{Na}^+) : n(\text{Cl}^-) = 6 : 5$, $9 : 7$ 介于两者之间, 所以 $n(\text{Na}^+) : n(\text{Cl}^-)$ 可能为 $9 : 7$, A 正确。在 NaCl 、 NaClO 、 NaClO_3 共存体系中, 根据 Na 、 Cl 守恒可得, 和 1 mol NaOH 反应的 Cl_2 为 0.5 mol, B 正确。若 Cl_2 和 NaOH 溶液只发生反应 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$, 1 mol NaOH 参加反应, 转移 0.5 mol 电子; 若 Cl_2 和 NaOH 溶液只发生反应 $3\text{Cl}_2 + 6\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} 5\text{NaCl} + \text{NaClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$, 6 mol NaOH 参加反应, 转移 5 mol 电子, 则 1 mol NaOH 参加反应, 转移 $\frac{5}{6}$ mol 电子, 所以 $0.5 < n < \frac{5}{6}$, C 错误。若 $n(\text{NaCl}) : n(\text{NaClO}) : n(\text{NaClO}_3) = 11 : 1 : 2$, 假设 NaCl 为 11 mol, 则 NaClO 为 1 mol, NaClO_3 为 2 mol, NaCl 、 NaClO 、 NaClO_3 中的氯原子全部来自反应物 Cl_2 , 生成 11 mol NaCl , 得到 11 mol 电子, 生成 1 mol NaClO , 失去 1 mol 电子, 生成 2 mol NaClO_3 , 失去 10 mol 电子, 得失电子数相等, 符合得失电子守恒规律, D 正确。

7. (1) d (2) $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} \text{O}_2 \uparrow + 2\text{HCl}$ 生成白色沉淀
(3) C (4) ①氯水中盐酸和氢氧化钠反应, 导致溶液碱性消失, 红色褪去 ②氯水中次氯酸具有漂白性, 使溶液褪色
(5) 向褪色后的溶液中再加入氢氧化钠溶液, 若变红色, 则为原因①; 若溶液仍为无色, 则为原因②

解析: (1) 氯水具有漂白性, 能使某些有色物质褪色, d 符合题意。(2) 氯水久置过程中次氯酸见光分解生成盐酸和氧气; 氯水中 Cl^- 和硝酸银溶液反应生成氯化银白色沉淀, c 处的反应现象为生成白色沉淀。(3) 氯水久置过程中次氯酸见光分解为盐酸和氧气。生成盐酸, Cl^- 浓度应该变大, A 不符合题意; 反应生成氧气, 氧气体积分数逐渐变大, B 不符合题意; 生成强酸, 酸性变强, 氯水的 pH 应逐渐减小, C 符合题意; 生成强酸, 离子浓度增大, 氯水导电能力增强, D 不符合题意; 相同条件下温度不变, 氯气的溶解度不变, 但随着溶液中 Cl_2 与水反应, 广口瓶中的 Cl_2 会不断溶入水中, E 不符合题意。(4) ①氯水中盐酸和氢氧化钠反应, 导致溶液碱性消失, 红色褪去。②氯水中次氯酸具有漂白性, 使溶液褪色。(5) 在褪色后的溶液中继续加入氢氧化钠溶液, 若能恢复红色, 褪色原因为①, 若不能变红, 褪色原因为②。

8. (1) 锥形瓶 b (2) 吸收 Cl_2 溶液变蓝 (3) ① $2\text{ClO}_2 + \text{Mn}^{2+} + 4\text{OH}^- = \text{MnO}_2 \downarrow + 2\text{ClO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$ ② pH 增大, OH^- 浓度增大, ClO_2 氧化 Mn^{2+} 的速率加快

解析: A 中盐酸和氯酸钠反应放出 ClO_2 和 Cl_2 , C 吸收 Cl_2 , D 中稳定剂吸收 ClO_2 生成 NaClO_2 。打开 E 的活塞, D 中滴入盐酸, 在酸性条件下 NaClO_2 可发生反应生成 NaCl 并释放出 ClO_2 。(1) 根据装置图, 仪器 D 的名称是锥形瓶; 将 ClO_2 通入淀粉-KI 溶液中, 气体应“长进短出”, 应选用图乙中的 b。(2) A 中发生反应 $2\text{NaClO}_3 + 4\text{HCl} = 2\text{ClO}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$, 一段时间后关闭 B 的活塞, ClO_2 在 D 中被稳定剂完全吸收生成 NaClO_2 , F 中溶液的颜色不变, 说明没有 ClO_2 和 Cl_2 进入 F, 则装置 C 的作用是吸收 Cl_2 。已知在酸性条件下 NaClO_2 可发生反应生成 NaCl 并释放出 ClO_2 , 若此时打开 E 的活塞, D 中 NaClO_2 会释放 ClO_2 , F 中 I^- 被 ClO_2 氧化为 I_2 , 则 F 中溶液变蓝。(3) ① pH=8.3 时水体中 Mn^{2+} 转化为 MnO_2 , Mn 元素化合价由 +2 价升高为 +4 价, ClO_2 转化为 ClO_2^- , Cl 元素的化合价由 +4 价降低为 +3 价, 根据得失电子守恒可写出在碱性溶液中反应的离子方程式。②反应物浓度越大, 反应速率越快, pH 增大, OH^- 浓度增大, $2\text{ClO}_2 + \text{Mn}^{2+} + 4\text{OH}^- = \text{MnO}_2 \downarrow + 2\text{ClO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$ 反应速率加快, ClO_2 氧化 Mn^{2+} 的速率加快, 所以反应相同时间, 水体中 Mn^{2+} 浓度随 pH 增大而降低。

课时提优 13 氧化还原反应

1. C N_2H_4 中氮元素的化合价由 -2 价升高至 0 价, 被氧化, N_2H_4 作还原剂, N_2O_4 中氮元素的化合价由 +4 价降低至 0 价, 被还原, N_2O_4 作氧化剂, N_2 既是氧化产物又是还原产物, A 正确; 由 A 项分析可知, 氧化剂与还原剂的物质的量之比为 1 : 2, B 正确; 每生成 3 个 N_2 时, 转移 $2 \times 4 = 8$ 个电子, 因此每生成 1 分子 N_2 , 转移 $\frac{8}{3}$ 个电子, C 错误; 由 A 项分析可知, 每生成 3 个 N_2 , 其中 2 个 N_2 为氧化产物, 1 个 N_2 为还原产物, 因此氧化产物与还原产物的质量之比为 2 : 1, D 正确。

2. B 2 mol XO_3^- 恰好能氧化 5 mol SO_3^{2-} , 该反应中 S 元素化合价升高 2 价, 设 X 化合价降低 a 价, 根据价态升降守恒得, $a \cdot n(\text{XO}_3^-) = 2n(\text{SO}_3^{2-})$, 解得 $a = 5$, 因为 XO_3^- 中 X 为

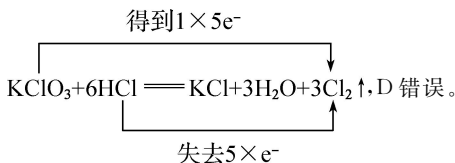
+5 价,故还原产物中变价元素 X 的化合价为 0 价,B 符合题意。

3. C KClO_3 与浓盐酸发生反应 $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl}(\text{浓}) = 3\text{Cl}_2 \uparrow + \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$, 盐酸既表现酸性又表现还原性, A 正确; $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 与浓盐酸发生反应 $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) = 2\text{Cl}_2 \uparrow + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 中 Cl 化合价降低,生成 Cl_2 , HCl 中 Cl 化合价升高,生成 Cl_2 , Cl_2 既是氧化产物又是还原产物, B 正确; 反应 $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) = 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 中每生成 1 mol Cl_2 转移 2 mol 电子, 反应 $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) = 2\text{Cl}_2 \uparrow + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 中每生成 1 mol Cl_2 转移 1 mol 电子, C 错误; 浓盐酸和 KMnO_4 反应时无须加热, 因此不能用盐酸来酸化 KMnO_4 溶液, D 正确。

4. B 过程①中 SO_2 转化为 SO_3 , 硫元素化合价升高, 被氧化, A 错误; 过程②是 SO_3 和 V_2O_4 反应生成 VOSO_4 , 其中发生反应的化学方程式为 $2\text{SO}_3 + \text{V}_2\text{O}_4 = 2\text{VOSO}_4$, B 正确; 过程③中氧气是氧化剂, V 元素化合价从 +4 价升高到 +5 价, VOSO_4 是还原剂, 依据得失电子守恒可知, 氧化剂与还原剂的物质的量之比为 1 : 4, C 错误; 根据以上分析可知, 过程①③均为氧化还原反应, 过程②中元素化合价均不发生变化, 属于非氧化还原反应, D 错误。

5. D 反应中 I 的化合价由 -1 价升高到 0 价, 失去电子发生氧化反应, KI 为还原剂, I_2 为氧化产物; H_2O_2 中 O 的化合价由 -1 价降低到 -2 价, 得到电子发生还原反应, H_2O_2 为氧化剂, H_2O 为还原产物。KI 发生氧化反应, A 错误; K_2SO_4 既不是氧化产物又不是还原产物, B 错误; H_2SO_4 既不是氧化剂又不是还原剂, C 错误; H_2O_2 中 O 的化合价由 -1 价降低到 -2 价, 得到电子发生还原反应, D 正确。

6. C KClO_3 中氯元素的化合价由 +5 价降低到 0 价, 为氧化剂, HCl 中氯元素的化合价由 -1 价升高到 0 价, 为还原剂, Cl_2 既是氧化产物又是还原产物, 故氧化性 $\text{KClO}_3 > \text{Cl}_2$, A 错误; HCl 转化为 KCl 表现出酸性, 转化为 Cl_2 表现出还原性, B 错误; 根据得失电子守恒, 1 mol KClO_3 中的氯原子化合价降低, 被还原, 5 mol HCl 中的氯原子化合价升高, 被氧化, 故被氧化的氯原子与被还原的氯原子的个数之比为 5 : 1, C 正确; 根据化合价的变化, 用双线桥法表示为



7. B 由图可知, Cl_2 和 KOH 反应先生成 KClO , 且该反应是放热反应, 随着温度的升高, Cl_2 和 KOH 反应生成 KClO_3 , 所以 ClO_3^- 的生成是由于温度升高引起的, A 正确; 由图可知, 生成的 $n(\text{KClO}) = 0.06 \text{ mol}$, $n(\text{KClO}_3) = 0.03 \text{ mol}$, 根据转移电子数相等可得, 生成的 $n(\text{KCl}) = n(\text{KClO}) + 5n(\text{KClO}_3) = 0.06 \text{ mol} + 0.03 \text{ mol} \times 5 = 0.21 \text{ mol}$, 由 K^+ 守恒可得 $n(\text{KOH}) = 0.21 \text{ mol} + 0.06 \text{ mol} + 0.03 \text{ mol} = 0.3 \text{ mol}$, $m(\text{KOH}) = 0.3 \text{ mol} \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 16.8 \text{ g}$, B 错误; Cl_2 中的 Cl 失去 1 个 e^- 生成 ClO^- , 失去 5 个 e^- 生成 ClO_3^- , 则转移电子的物质的量 =

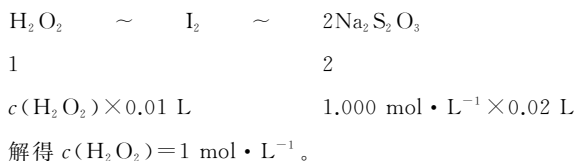
$0.06 \text{ mol} \times 1 + 0.03 \text{ mol} \times 5 = 0.21 \text{ mol}$, C 正确; $0 \sim t_1$ 时段, 主要发生的反应是 Cl_2 和 KOH 生成 KClO , KCl 和 H_2O , D 正确。

8. C 反应中 NaClO_3 中氯元素的化合价由 +5 价降低到 +4 价, 因此 NaClO_3 作氧化剂, A 正确; SO_2 中硫元素由 +4 价升高到 +6 价, SO_2 作还原剂, 发生氧化反应, B 正确; SO_2 为还原剂, ClO_2 为还原产物, 在氧化还原反应中, 还原剂的还原性大于还原产物的, 因此还原性 $\text{SO}_2 > \text{ClO}_2$, C 错误; NaClO_3 中氯元素的化合价由 +5 价降低到 +4 价, 降低了 1 价, 因此每转移 1 mol 电子生成 1 mol ClO_2 , D 正确。

9. (1) $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 饱和食盐水 平衡气压(防止倒吸) (2) 足量的 KOH 固体 大量晶体析出 用无水乙醇洗涤 2~3 次 (3) 液化 ClO_2 , 分离 Cl_2 和 ClO_2 (4) $3\text{Cl}_2 + \text{KI} + 6\text{KOH} = 6\text{KCl} + \text{KIO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

解析: (1) 装置 A 中利用二氧化锰和浓盐酸共热反应生成氯化锰、氯气和水, 反应的化学方程式见答案。装置 B 是除去氯气中混有的 HCl, B 中盛装试剂为饱和食盐水; 玻璃管 a 与大气相通, 可以平衡压强, 防止装置内压强过高。(2) 将装置 C 中制得的 NaClO 溶液转移到大烧杯中, 依次加入一定量的 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液和 FeCl_3 饱和溶液, 搅拌, 充分反应, 再向反应后的溶液中加入足量的 KOH 固体, 搅拌至大量晶体析出, 静置过滤, 用无水乙醇洗涤 2~3 次, 干燥。(3) 冰水浴可降低温度, 防止 ClO_2 挥发, 有利于液化 ClO_2 , 分离 Cl_2 和 ClO_2 。(4) 烧杯中混合液中含有 KI、KOH, 用于吸收产生的 Cl_2 , 同时生成 KIO_3 , I 元素化合价升高, Cl 元素化合价必然降低, 根据得失电子守恒和原子守恒可配平反应的化学方程式。

10. (1) HDO_2 (或 H_2O_2) (2) $5\text{H}_2\text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KMnO}_4 = 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 5\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ (3) ① 250 mL 容量瓶 胶头滴管 ② 偏高 ③ 由题给已知反应 $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ = \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 和 $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 = \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaI}$ 可以得出关系式:



解析: (1) 根据氢氧直接合成法的反应过程示意图可知, 用同位素示踪法研究催化剂中 H^+ 的作用: 用 D_2 ($^2\text{H}_2$) 代替 H_2 进行实验, 若生成的过氧化氢中含有 HDO_2 或 H_2O_2 , 则说明催化剂中 H^+ 参加了反应, 否则只能生成 D_2O_2 。(2) 向 H_2O_2 溶液中滴加硫酸酸化的 KMnO_4 溶液, 生成 Mn^{2+} , 即 KMnO_4 被还原为 Mn^{2+} , H_2O_2 中的 O 必被氧化为 O_2 , 根据得失电子守恒、原子守恒可配平该反应的化学方程式。(3) ① 根据配制一定物质的量浓度溶液的实验步骤和仪器可知, 准确配制 250.0 mL $1.000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液所需的玻璃仪器有: 烧杯、量筒、玻璃棒、250 mL 容量瓶、胶头滴管。② 若转移 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液时, 未洗涤烧杯和玻璃棒, 会导致所配 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液浓度偏低, 滴定过程中消耗标准液的体积偏大, 则会导致测定 H_2O_2 溶液的物质的量浓度偏高。

第二单元 金属钠及钠的化合物

课时提优 14 钠的性质与制备

1. C 钠的密度小于水的,故钠投入水中时浮在水面上,A 正确;钠与水反应放出大量热,且钠的熔点较低,所以钠会熔化成一个小球,B 正确;钠与水剧烈反应,生成气体,发出“嘶嘶”响声,但该现象不能说明生成的气体是 H_2 ,C 错误;钠与水反应生成了碱性物质($NaOH$),酚酞遇碱变红,所以反应后溶液由无色变为红色,D 正确。

2. C 钠与水反应的现象中,钠浮在水面上,说明钠的密度比水小;钠很快熔化成小球,说明钠与水反应放热,且钠的熔点低;钠与水反应过程中发出“嘶嘶”的声响,说明钠与水产生气体的反应很剧烈,钠的还原性强。故选 C。

3. B 电解熔融状态的 $NaCl$ 生成钠和氯气,电解 $CaCl_2$ 类似 $NaCl$,生成钙和氯气,故粗钠中混有钙,A 正确;过程 I 发生的是分解反应,B 错误;钠的熔点低,过程 II 控制温度可分离出液态粗钠,C 正确;根据流程可知,过程 II 的化学方程式为 $2Ca + Na_2O_2 \xrightarrow{\quad} 2CaO + 2Na$,D 正确。

4. D Na_2O_2 和 H_2O 反应生成 $NaOH$ 和 O_2 , Na_2O_2 既是氧化剂也是还原剂,A 错误; Na_2O_2 中的阳离子为 Na^+ ,阴离子为 O_2^{2-} ,故 Na_2O_2 中的阴、阳离子数目之比为 1:2,B 错误; Na_2O_2 与盐酸反应生成 $NaCl$ 、 H_2O 和 O_2 , Na_2O_2 不是碱性氧化物,是过氧化物,C 错误; Na_2O_2 与 H_2O 、 CO_2 反应的化学方程式为 $2Na_2O_2 + 2H_2O \xrightarrow{\quad} 4NaOH + O_2 \uparrow$ 、 $2Na_2O_2 + 2CO_2 \xrightarrow{\quad} 2Na_2CO_3 + O_2$,由化学方程式可知,2 mol(即 156 g) Na_2O_2 分别与足量 H_2O 、 CO_2 反应时,都转移 2 mol 电子,D 正确。

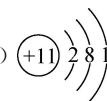
5. C 常温下 Na 与 O_2 反应生成 Na_2O ,故钠应保存在煤油中隔绝空气,A 错误;氯水中的 $HClO$ 具有漂白性,故不能用 pH 试纸测定氯水的 pH,B 错误;7.8 g Na_2O_2 的物质的量 = $\frac{7.8 \text{ g}}{78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$,含有 0.2 mol Na^+ 和 0.1 mol O_2^{2-} ,故含有阴、阳离子的总物质的量为 0.3 mol,C 正确;将 Na_2O_2 加入酚酞溶液中,溶液先变红后褪色,变红是因为生成了 $NaOH$,褪色是因为 Na_2O_2 具有强氧化性,将变红后的溶液漂白,D 错误。

6. A 反应中铜元素的化合价由 +2 价变成 0 价,化合价降低,是氧化剂,表现为氧化性,A 错误;反应为钠与硫酸铜反应生成硫酸钠和铜,属于置换反应,B 正确;依据现象可知,加热且无水条件下, Na 可以与 $CuSO_4$ 反应生成 Cu ,C 正确;由于钠在空气中加热熔化,故能与氧气反应生成 Na_2O 和 Na_2O_2 ,故实验过程中可能生成少量 Na_2O 、 Na_2O_2 ,D 正确。

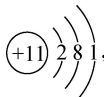
7. D 由实验 III 中现象可知,溶液 A 中加入二氧化锰产生大量能使带火星木条复燃的气体为 O_2 ,说明溶液中含过氧化氢,A 正确;由 II、III、IV 反应现象可知,II 中溶液红色快速褪去的主要原因是生成了具有强氧化性的过氧化氢而使溶液褪色,和 OH^- 浓度无关,B 正确;结合 IV、V 可知,在碱溶液中酚酞变色和 OH^- 浓度有关,向 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} NaOH$ 溶液中滴入酚酞溶液,溶液变红色,10 分钟后溶液褪色,再滴入盐酸和 OH^- 反

应,使 OH^- 浓度减小,溶液又变红色,说明 IV 中溶液红色褪去是因为 $c(OH^-)$ 大,C 正确;II 中溶液红色褪去的主要原因是生成的过氧化氢具有氧化性,把有色物质氧化为无色物质,向 II 中褪色后的溶液中滴加盐酸,溶液始终不能变成红色,D 错误。

8. C 根据实验现象分析, Na_2O_2 与水反应先生成了 $NaOH$ 和 H_2O_2 : $Na_2O_2 + 2H_2O \xrightarrow{\quad} 2NaOH + H_2O_2$,然后在 MnO_2 的催化下 H_2O_2 分解生成水和氧气, H_2O_2 有漂白性,在溶液 A 中滴入酚酞试液,溶液先变红后褪色。向溶液 A 中滴入酚酞溶液,溶液先变红后褪色,A 错误;在 MnO_2 的催化下 H_2O_2 分解生成水和氧气,加入的二氧化锰是催化剂,B 错误; Na_2O_2 与水反应先生成了 $NaOH$ 和 H_2O_2 : $Na_2O_2 + 2H_2O \xrightarrow{\quad} 2NaOH + H_2O_2$,C 正确;该反应涉及的含氧物质有 Na_2O_2 、 H_2O 、 O_2 、 $NaOH$ 、 H_2O_2 ,氧元素有三种化合价:-2 价、-1 价、0 价,D 错误。

9. (1)  失去 (2) i. 还原产物 ii. $6Na + Fe_2O_3 \xrightarrow{\quad} 3Na_2O + 2Fe$ iii. $2NaHCO_3 \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_3 + CO_2 \uparrow + H_2O$ iv. 32.3

解析:(1) 钠原子核外有 11 个电子,原子结构示意图为



最外层有 1 个电子,钠在反应中容易失去电子。

(2) i. NaN_3 分解: $2NaN_3 \xrightarrow{\quad} 2Na + 3N_2 \uparrow$,Na 的化合价降低,发生还原反应,Na 是还原产物。ii. Na 与 Fe_2O_3 发生置换反应生成 Na_2O 和 Fe ,化学方程式是 $6Na + Fe_2O_3 \xrightarrow{\quad} 3Na_2O + 2Fe$ 。iii. $NaHCO_3$ 起冷却作用时发生分解反应生成碳酸钠、二氧化碳、水,反应的化学方程式为 $2NaHCO_3 \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_3 + CO_2 \uparrow + H_2O$ 。iv. 一个安全气囊通常装有 50 g NaN_3 ,根据氮元素守恒,完全分解所释放 N_2 的质量 = $50 \text{ g} \times \frac{42}{65} \approx 32.3 \text{ g}$ 。

10. (1) $Zn + 2HCl \xrightarrow{\quad} ZnCl_2 + H_2 \uparrow$ (2) 碱石灰 净化氢气

(3) BADC (4) $Na_2O_2 + H_2 \xrightarrow{\Delta} 2NaOH$ (5) ①蒸发皿 ②偏小

解析:装置 A 用于制取 H_2 ,制得的氢气中混有 HCl 和水蒸气,装置 B 中加入碱石灰,可以吸收 HCl 和水蒸气,然后将纯净的 H_2 通入盛有 Na_2O_2 的硬质玻璃管中,产物用无水硫酸铜检验。(1) 装置 A 中,锌与稀盐酸反应制取氢气,发生反应的化学方程式见答案。(2) 装置 B 用于吸收 H_2 中混入的 HCl 和水蒸气,所盛放的试剂是碱石灰,其作用是净化氢气。(3) 步骤 3 的操作目的是完成 H_2 与 Na_2O_2 的反应,从实验的安全性考虑,加热前,需排尽装置内的空气,应进行的操作是:用小试管收集气体并检验其纯度;确保管内空气排尽后加热至 Na_2O_2 逐渐熔化,反应一段时间;实验结束时,应先停止加热,充分冷却,再关闭 K_1 停止通 H_2 ,所以必要操作为 BADC。(4) 无水硫酸铜不变蓝,说明没有水生成,由此可写出 Na_2O_2 与 H_2 反应的化学方程式。(5) 实验结束后,欲测定装置 C 硬质玻璃管内白色固体中未反应完的 Na_2O_2 含量,先加入稀盐酸,搅拌让固体充分溶解,再将溶液转移入蒸发皿,进行蒸发,冷却后,称

量固体的质量。①测定过程中需要的仪器除固定、夹持仪器外,还有电子天平、pH计、烧杯、酒精灯、火柴、玻璃棒、胶头滴管、蒸发皿。②测定 Na_2O_2 含量时,发生反应的关系式: $\text{Na}_2\text{O}_2 \sim 2\text{NaCl}$ 、 $\text{NaOH} \sim \text{NaCl}$,即 39 g Na_2O_2 生成 58.5 g NaCl ,40 g NaOH 生成 58.5 g NaCl ,在转移溶液时,若溶液转移不完全,则固体(NaCl)的质量偏小,计算所得 Na_2O_2 的质量偏小,测得的 Na_2O_2 质量分数偏小。

课时提优 15 碳酸钠 碳酸氢钠

1. A 常温下 NaHCO_3 的溶解度小于 Na_2CO_3 的溶解度,A 错误; Na_2CO_3 与盐酸的反应分为两步,反应先生成 NaHCO_3 ,再生成 CO_2 ,而 NaHCO_3 与盐酸反应直接生成 CO_2 ,所以等物质的量的 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 分别与等浓度、等体积的盐酸反应, NaHCO_3 反应较剧烈,B 正确;根据化学方程式 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 、 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 可知,1 g Na_2CO_3 反应生成 $\frac{44}{106}$ g CO_2 ,1 g NaHCO_3 反应生成 $\frac{44}{84}$ g CO_2 ,C 正确; NaHCO_3 受热分解生成 Na_2CO_3 、 CO_2 和 H_2O , Na_2CO_3 固体中混有 NaHCO_3 杂质,可以加热至恒重除去,D 正确。

2. C NaHCO_3 的溶解度小于 Na_2CO_3 的,A 错误;澄清石灰水与 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 反应均生成白色沉淀,故二者不能用澄清石灰水鉴别,B 错误;两种溶液均显碱性,滴加酚酞溶液后都变红色,C 正确; NaHCO_3 受热易分解,要证明热稳定性 $\text{Na}_2\text{CO}_3 > \text{NaHCO}_3$,小试管中应盛放 NaHCO_3 ,大试管中应盛放 Na_2CO_3 ,D 错误。

3. C 浓盐酸具有挥发性,制取的 CO_2 中混有 HCl 气体,无法得到纯净的 CO_2 ,A 不符合题意; NH_3 极易溶于水, CO_2 能溶于水,先通氨气使溶液呈碱性,能吸收较多 CO_2 ,有利于 NaHCO_3 的生成和析出, CO_2 应从长管通入,B 不符合题意;得到的碳酸氢钠为固体,分离不溶性固体和液体要用过滤的方法,C 符合题意;碳酸氢钠受热易分解,干燥时加热碳酸氢钠会分解得到碳酸钠,D 不符合题意。

4. A NH_3 极易溶于水,因此“沉淀池”的饱和食盐水中先通入足量 NH_3 使溶液呈碱性,再通入 CO_2 ,可吸收更多 CO_2 ,提高 NaHCO_3 产率,A 错误;生成碳酸氢钠的同时还有氯化铵生成,则从“母液”中可获得副产品 NH_4Cl ,B 正确;碳酸氢钠受热分解生成碳酸钠、 CO_2 和水,因此循环利用的物质 X 是 CO_2 ,C 正确;氯化银既不溶于水也不溶于酸,碳酸银不溶于水,但可溶于酸,所以可用 AgNO_3 溶液和稀硝酸检验 Na_2CO_3 中是否含有 NaCl ,D 正确。

5. B 若反应后通入空气,会导致空气中的 CO_2 也被装置 C 吸收,测定的 NaHCO_3 质量偏大, Na_2CO_3 质量偏小,导致 Na_2CO_3 的质量分数偏低,因此气体 X 不能是空气,A 错误;装置 B、C 之间缺少 CO_2 的干燥装置,装置 B 不能将全部的水蒸气冷却,通入装置 C 中的 CO_2 还含有少量水蒸气,若水蒸气进入装置 C 会导致测定的 CO_2 质量偏大,则 NaHCO_3 质量偏大, Na_2CO_3 质量偏小,导致 Na_2CO_3 的质量分数偏低,B 正确;仪器 a 应装碱石灰,目的是防止外界的水蒸气与 CO_2 进入装置 C

中,影响 CO_2 的质量测定,C 错误;没有装置 a 会导致空气中的 CO_2 也被装置 C 吸收,测定的 NaHCO_3 质量偏大, Na_2CO_3 质量偏小,导致 Na_2CO_3 的质量分数偏低,D 错误。

6. (1) $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (2) 防止温度过高,氨气、二氧化碳气体从溶液中逸出,使生成的 NaHCO_3 不易析出 (3) 取最后一次洗涤滤液于试管中,滴入适量稀硝酸酸化,再滴入硝酸银溶液,若无白色沉淀产生,则洗涤干净 (4) 二氧化碳在水中溶解度小,氨气在水中溶解度大,氨气溶于水显碱性有利于二氧化碳的吸收 (5) 加入盐酸至无气泡产生,蒸发浓缩至有晶膜出现,降温结晶,过滤

解析:(1) 碳酸钠与盐酸反应生成的二氧化碳中会含有少量 HCl 杂质,装置乙中盛放的是饱和 NaHCO_3 溶液,可以除去 HCl ,反应的化学方程式见答案。(2) 气体在水中的溶解度随温度升高而减小,装置丙需控制温度在 $30 \sim 35^\circ\text{C}$,温度不宜过高,主要是防止温度过高氨气、二氧化碳气体从溶液中逸出,使生成的 NaHCO_3 不易析出。(3) 装置丙中产生 NaHCO_3 固体,表面可能吸附了少量氯化铵,若 NaHCO_3 已洗涤干净,则最后一次洗涤液中不含 Cl^- 。(4) 二氧化碳在水中溶解度小,氨气在水中溶解度大,且氨气溶于水显碱性,有利于二氧化碳的吸收,可析出更多 NaHCO_3 ,因此流程中先“氨化”再“碳酸化”。(5) 由于氯化铵的溶解度受温度变化影响较大,氯化钠的溶解度受温度变化影响不大,可以采取降温结晶法析出氯化铵晶体来提纯氯化铵,所含少量碳酸氢钠,可以通过滴加盐酸转化为氯化钠,故提纯 NH_4Cl 样品的操作为:将 NH_4Cl 样品溶解于水,加入盐酸至无气泡产生,蒸发浓缩至有晶膜出现,降温结晶,过滤。

7. B ①是空白实验,②和①的 pH 曲线基本重合,说明加入的 CO_3^{2-} 只与石灰水中的 Ca^{2+} 反应,不与 OH^- 反应;③的 pH 随试剂的加入逐渐降低,说明碳酸氢钠与石灰水反应过程中,先是 HCO_3^- 与 OH^- 反应生成 CO_3^{2-} ,然后 CO_3^{2-} 与 Ca^{2+} 反应生成碳酸钙沉淀。①是空白实验,设计实验的目的是排除因溶液体积变化对②③溶液 pH 的影响,A 正确;由于石灰水足量,因此向其中分别滴加少量 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 溶液时,应以盐的量确定碱的用量,发生反应 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{NaHCO}_3 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$,反应产生沉淀的物质的量由不足量的 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 溶液决定,等浓度、等体积的两种盐溶液中含有碳的物质的量相等,因此反应产生的 CaCO_3 沉淀的物质的量及质量也相等,B 错误;①和②的 pH 曲线基本重合,说明加入的 CO_3^{2-} 只与石灰水中的 Ca^{2+} 发生反应 $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow$, OH^- 实际未参与反应,C 正确;10 mL $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液中含有溶质的物质的量 $n[\text{Ca}(\text{OH})_2] = 0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.01 \text{ L} = 2.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$,当加入 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaHCO_3 溶液 4 mL 时,其物质的量 $n(\text{NaHCO}_3) = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.004 \text{ L} = 2.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$,二者的物质的量相等,恰好发生反应 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{NaHCO}_3 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$,此时溶液为 NaOH 溶液;继续滴加 NaHCO_3 溶液,会发生反应 $\text{NaOH} + \text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$,D 正确。

课时提优 16 离子反应

- D** NaHCO_3 是盐,在水溶液中能完全电离,属于强电解质,A 不符合题意; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 属于纯净物,B 不符合题意;同位素是指同种元素的不同核素, H_2 和 D_2 属于单质,不属于氢的同位素,C 不符合题意; SO_3 和碱反应生成硫酸钠和水,属于酸性氧化物,D 符合题意。
- C** 能导电的物质不一定是电解质,例如金属能导电,但是金属属于单质,既不是电解质,也不是非电解质,A 错误; CO_2 本身不能电离出自由移动的离子,不能导电,属于非电解质,B 错误;液态氯化氢、固体氯化钠都不能导电,但是液态 HCl 、固态氯化钠是在水溶液中都能导电的化合物,属于电解质,C 正确;蔗糖、葡萄糖、乙醇都易溶于水,但是在水溶液中或熔融状态下都以分子形态存在,不能导电,属于非电解质,D 错误。
- A** CH_3COOK 与盐酸反应生成 CH_3COOH 和 KCl , CH_3COOH 为弱酸,在离子方程式中不能拆开,故其离子方程式为 $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ = \text{CH}_3\text{COOH}$,A 正确; CH_3COOK 是可溶性盐,属于强电解质,由于 CH_3COOK 固体中不存在自由移动的离子,因此 CH_3COOK 固体不能导电,B 错误; CH_3COOK 由金属离子和酸根构成,属于盐, CH_3COOK 能完全电离,C 错误;向 CH_3COOK 溶液中滴加盐酸,发生反应 $\text{CH}_3\text{COOK} + \text{HCl} = \text{CH}_3\text{COOH} + \text{KCl}$,虽然 CH_3COO^- 与 H^+ 结合成弱酸,二者浓度减小,但 Cl^- 的加入使溶液中离子浓度几乎不变,溶液导电性无明显变化,D 错误。
- C** Fe 在置换反应中生成 Fe^{2+} ,A 错误;硫酸镁为可溶盐,因此该反应的离子方程式为 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$,B 错误;氢氧化铁不溶于水,因此与盐酸反应的离子方程式为 $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ = \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$,C 正确;澄清石灰水吸收 CO_2 ,生成了难溶物碳酸钙,碳酸钙不能拆分,D 错误。
- C** H_2SO_3 与足量 NaOH 溶液反应生成正盐和水,离子方程式为 $\text{H}_2\text{SO}_3 + 2\text{OH}^- = \text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$,A 错误;因为氢氧化钙悬浊液,氢氧化钙在离子方程式中不拆分,B 错误;盐酸是强酸, CaCO_3 难溶于水,离子方程式正确,C 正确;离子方程式中氧原子未配平,离子方程式应为 $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} = 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2 \uparrow$,D 错误。
- B** 反应前后氧原子不守恒,正确的离子方程式为 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Na}^+ + 4\text{OH}^- + \text{O}_2 \uparrow$,A 错误;稀硫酸与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 反应生成 BaSO_4 和水,正确的离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$,C 错误;醋酸是弱电解质,在离子方程式中不拆分,正确的离子方程式为 $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CaCO}_3 = 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$,D 错误。
- A** 4 种离子之间不发生反应,可以大量共存,A 正确; NaOH 溶液中含有 OH^- , OH^- 与 HCO_3^- 发生反应生成 CO_3^{2-} 和水,不能大量共存,B 错误; $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ H}_2\text{SO}_4$ 溶液中含有 H^+ , H^+ 与 CH_3COO^- 反应生成弱酸 CH_3COOH ,不能大量共存,C 错误;在 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中, Fe^{3+} 与 I^- 发生反应生成 Fe^{2+} 、 I_2 ,不能大量共存,D 错误。
- D** 强酸性溶液中 MnO_4^- 具有强氧化性,能和 Fe^{2+} 发生氧化还原反应,不能大量共存,A 不符合题意;强碱性溶液中,

Fe^{3+} 会与 OH^- 反应生成氢氧化铁沉淀,不能大量存在,B 不符合题意;含有 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ HCO}_3^-$ 的溶液中, OH^- 会和 HCO_3^- 发生反应,不能大量共存,C 不符合题意;澄清透明的溶液中 Cu^{2+} 、 Na^+ 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 之间不发生反应,可以大量共存(注意不是无色透明),D 符合题意。

9. B 将新制氯水滴入紫色石蕊试液中,溶液变为红色,说明溶液中含有 H^+ ,溶液又由红色变为无色,说明溶液中含有漂白性的物质 HClO ,A 正确;将新制氯水滴入 NaHCO_3 溶液中,产生气泡,是因为溶液中的 H^+ 与 HCO_3^- 反应生成 CO_2 气体和水,B 错误;将新制氯水滴入 HNO_3 酸化的 AgNO_3 溶液,反应产生白色沉淀,是由于溶液中的 Cl^- 与加入的 Ag^+ 反应产生 AgCl 白色沉淀,反应的离子方程式为 $\text{Cl}^- + \text{Ag}^+ = \text{AgCl} \downarrow$,C 正确;将新制氯水滴入淀粉-KI 溶液,溶液变蓝,说明具有强氧化性的 Cl_2 与 KI 反应产生 I_2 和 KCl , I_2 使淀粉溶液变为蓝色,D 正确。

10. C 过氧化钠和水反应生成氢氧化钠和氧气,离子方程式为 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Na}^+ + 4\text{OH}^- + \text{O}_2 \uparrow$,A 正确;久置 Na_2O_2 样品可能与空气中的水和二氧化碳反应生成 Na_2CO_3 ,向溶液中滴加 BaCl_2 溶液,产生白色沉淀,说明有 BaCO_3 生成,反应的离子方程式为 $\text{CO}_3^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaCO}_3 \downarrow$,B 正确;白色沉淀为 BaCO_3 ,向 BaCO_3 中加入足量稀硫酸,反应生成硫酸钡、二氧化碳和水,反应的离子方程式为 $\text{BaCO}_3 + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} + \text{BaSO}_4$,C 错误;产生的气体是 CO_2 ,将气体通入足量澄清石灰水中,石灰水变浑浊,反应的离子方程式为 $\text{CO}_2 + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$,D 正确。

11. D ClO^- 具有强氧化性,将 SO_2 氧化为 SO_4^{2-} ,离子方程式为 $3\text{ClO}^- + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HClO} + \text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$,该反应不能证明亚硫酸酸性强于次氯酸的,A 错误;题给离子方程式电荷不守恒,正确的离子方程式为 $5\text{SO}_2 + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} = 5\text{SO}_4^{2-} + 2\text{Mn}^{2+} + 4\text{H}^+$,B 错误;用氨水吸收工业尾气中的过量 SO_2 生成 NH_4HSO_3 ,正确的离子方程式为 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 = \text{NH}_4^+ + \text{HSO}_3^-$,C 错误;向 NaHSO_4 溶液中滴加少量的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液生成 BaSO_4 和 H_2O ,离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ + 2\text{OH}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{BaSO}_4 \downarrow$,D 正确。

12. A $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液与盐酸, NaOH 溶液与硫酸,离子方程式都可以表示为 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$,A 符合题意; BaCl_2 溶液与 Na_2SO_4 溶液反应的离子方程式为 $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4 \downarrow$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液与 NaHSO_4 溶液反应时,若硫酸氢钠过量,离子方程式为 $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$,若氢氧化钡过量,离子方程式为 $\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$,不能用同一离子方程式表示,B 不符合题意; Na_2CO_3 溶液与硝酸溶液反应的离子方程式为 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, CaCO_3 与硝酸溶液反应的离子方程式为 $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$,不能用同一离子方程式表示,C 不符合题意;碳酸钠溶液与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应的离子方程式为 $\text{CO}_3^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaCO}_3 \downarrow$,而 NaHCO_3 溶液(过量)和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应的离子方程式为 $2\text{OH}^- + 2\text{HCO}_3^- + \text{Ba}^{2+} = \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$, NaHCO_3 溶液和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液(过量)反应的离子方

程式为 $\text{HCO}_3^- + \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$, 不能用同一离子方程式表示, D 不符合题意。

13. D Ag^+ 和 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 反应都能生成沉淀, 由实验 (1) 不能判断混合液中是否含有 Cl^- ; 由实验 (2) 收集到 0.04 mol 气体可知, 100 mL 原溶液中一定含有 0.04 mol NH_4^+ ; 由实验 (3) 可知, 6.27 g 沉淀中有 2.33 g (即 0.01 mol) BaSO_4 , 3.94 g (即 0.02 mol) BaCO_3 , 则 100 mL 原溶液中一定含有 0.01 mol SO_4^{2-} 、0.02 mol CO_3^{2-} ; Ba^{2+} 与 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 不共存, 所以一定不含 Ba^{2+} ; 根据电荷守恒, 溶液中一定含有 K^+ , 不能确定是否含有 Cl^- , 若不含 Cl^- , $c(\text{K}^+) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 若含有 Cl^- , $c(\text{K}^+) > 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故 $c(\text{K}^+) \geq 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{CO}_3^{2-}) = \frac{0.02 \text{ mol}}{0.1 \text{ L}} = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。故选 D。

第三单元 海洋化学资源的综合利用

课时提优 17 粗盐提纯 从海水中提取镁

- 1. A** 粗盐中主要成分为 NaCl 。除去 Ca^{2+} 选用 CO_3^{2-} 将其转化为 CaCO_3 沉淀, 为了不引入新杂质, 所加物质的阳离子为 Na^+ , 即选用 Na_2CO_3 , 同理可知, 除去 Mg^{2+} 需选用 NaOH , 除去 SO_4^{2-} 需选用 BaCl_2 , 为了将杂质离子全部除去, 所加除杂试剂均应过量, 因此向粗盐样品中加入除杂试剂的顺序中, BaCl_2 先于 Na_2CO_3 加入, 利用 Na_2CO_3 除去 Ca^{2+} 和多余的 BaCl_2 , 因 Na_2CO_3 、 NaOH 均过量, 成为新杂质, 需要过滤后向滤液中加入 HCl 至溶液中不再有气泡产生, 以此除去 Na_2CO_3 、 NaOH , 然后将溶液蒸干得到较为纯净的食盐产品。故选 A。
- 2. C** 粗盐提纯过程中可加入过量 NaOH 溶液除去 Mg^{2+} , 加入过量 BaCl_2 溶液除去 SO_4^{2-} , 加入过量 Na_2CO_3 溶液除去 Ca^{2+} 和过量的 Ba^{2+} , 加入 NaOH 溶液的顺序任意, 但 Na_2CO_3 必须在 BaCl_2 之后加入; 待杂质转化为沉淀后, 过滤, 向滤液中加入适量盐酸, 除去过量 OH^- 和 CO_3^{2-} , 则加入试剂的顺序可以是 NaOH 、 BaCl_2 、 Na_2CO_3 或 BaCl_2 、 NaOH 、 Na_2CO_3 或 BaCl_2 、 Na_2CO_3 、 NaOH 。为了能完全除去杂质, 除杂试剂要过量, A 正确; 由分析可知, 试剂①②③可以是 BaCl_2 、 NaOH 、 Na_2CO_3 , B 正确; 由已知条件可知 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 的溶解度较小而 BaCl_2 的溶解度较大, 若用 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液代替 BaCl_2 溶液, 则需要 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液的体积远远大于需要 BaCl_2 溶液的体积, 大大增加了蒸发的能耗, C 错误; 滤液中加入盐酸后, 经蒸发结晶, 待有大量固体析出时停止加热, 利用余热蒸干可得到 NaCl 固体, D 正确。
- 3. C** 贝壳的主要成分是 CaCO_3 , 高温分解生成 CaO 和 CO_2 , CaO 溶于水生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 进入沉淀池与 Mg^{2+} 结合生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 溶于盐酸转化为 MgCl_2 , 电解熔融 MgCl_2 生成 Mg 和 Cl_2 。自然界中海水和贝壳量大易得, A 正确; 由分析可知, 进行步骤①②③的目的是富集 MgCl_2 , B 正确; MgO 的熔点太高, 工业上不利用电解熔融 MgO 的方法制备金属镁, 一般是电解熔融 MgCl_2 制备金属镁, C 错误; 电解法冶炼金属要消耗大量的电能, D 正确。
- 4. B** 苦卤水中加入物质 X 的目的是将卤水中的 Mg^{2+} 转化为

$\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀, 故物质 X 溶于水后应该显碱性, 生石灰价格便宜, 且溶于水显碱性, 故物质 X 常选用生石灰, A 正确; 因钠、镁、铝为活泼金属, 故选用电解法进行冶炼, 制备镁可选用电解熔融 MgCl_2 的方法, 而不是电解 MgCl_2 溶液, 电解 MgCl_2 溶液只能得到 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, B 错误; 根据流程可知, “氯化”过程中反应物是 MgO 、 C 和 Cl_2 , 又因高温条件下碳元素转化为 CO , 生成物为 MgCl_2 和 CO , 则发生反应的化学方程式为 $\text{MgO} + \text{C} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{MgCl}_2 + \text{CO}$, C 正确; 煅烧后的产物中主要为 MgO , 向 MgO 中加入稀盐酸后得到 MgCl_2 溶液, 再利用结晶法可获得 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, D 正确。

5. B 粗盐溶解, 加入试剂 a 为 BaCl_2 溶液, 除去 SO_4^{2-} , 加入试剂 b 为 Na_2CO_3 溶液, 除去 Ca^{2+} 和过量的 Ba^{2+} , Na_2CO_3 必须在 BaCl_2 之后加入, 以除去过量的 Ba^{2+} 。加入 NaOH 溶液除去 Mg^{2+} , 过滤, 滤液中加入过量试剂 c 为盐酸, 除去溶液中的 CO_3^{2-} 和 OH^- 。步骤①⑤的操作分别是溶解、过滤, A 正确; 步骤②中加入的试剂 a 为足量 BaCl_2 溶液, B 错误; 步骤⑥中加入试剂 c 为盐酸, 作用是除去过量的 Na_2CO_3 和 NaOH , C 正确; 步骤①⑤⑦分别为溶解、过滤、蒸发结晶, 都用到玻璃棒, 作用分别为搅拌、引流、搅拌, D 正确。

6. (1) ①AD ②静置, 向上层清液中继续滴加 NaOH 溶液, 若没有沉淀生成, 则 NaOH 溶液已过量 ③ $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow$ 、 $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 \downarrow$ (2) $\text{Mg}^{2+} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{Ca}^{2+}$ 原料来源丰富, 成本较低 (3) 过滤

烧杯、玻璃棒、漏斗 (4) $\text{MgO} + \text{C} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{MgCl}_2 + \text{CO}$

解析: (1) ①用足量 Na_2CO_3 溶液除去粗盐中的 Ca^{2+} , 用足量 NaOH 溶液除去 Mg^{2+} , 用足量 BaCl_2 溶液除去 SO_4^{2-} , 但过量的 BaCl_2 溶液需要用 Na_2CO_3 溶液除去, 除去杂质离子后再过滤, 过量的 Na_2CO_3 溶液和 NaOH 溶液可以用稀盐酸除去, 所以必须满足 BaCl_2 溶液在 Na_2CO_3 溶液前面加, 最后加稀盐酸; 所以合理的顺序为③②④①⑤或②③④①⑤。故选 AD。②步骤③中加入过量的 NaOH 溶液是为了除去 Mg^{2+} , 判断 NaOH 溶液已过量的方法为静置, 向上层清液中继续滴加 NaOH 溶液, 若没有沉淀生成, 则 NaOH 溶液已过量。③步骤④加入 Na_2CO_3 溶液的作用是除去溶液中的 Ca^{2+} 和过量的 Ba^{2+} , 其离子方程式分别为 $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow$ 、 $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 \downarrow$ 。(2) 加入的石灰乳是悬浊液, “沉镁”时的离子方程式为 $\text{Mg}^{2+} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{Ca}^{2+}$; NaOH 比较昂贵, 而贝壳原料来源丰富, 成本较低。(3) 操作 1 的目的是得到 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀, 所以操作 1 为过滤; 过滤操作中需要的玻璃仪器有烧杯、玻璃棒、漏斗。(4) 氯化镁由 MgO 、 C 、 Cl_2 反应制得, 化学方程式为 $\text{MgO} + \text{C} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{MgCl}_2 + \text{CO}$ 。

7. (1) ① BaCl_2 、 NaOH 、 Na_2CO_3 (只要氯化钡在碳酸钠前面都可以, 氢氧化钠的顺序不作要求) ② 75% 乙醇 (2) 天平、烧杯、500 mL 容量瓶、胶头滴管 (3) $<$ 电解生成的 Cl_2 与电解生成的 NaOH 发生了反应 (4) e d

解析: 由题给流程可知, 将粗食盐在加热条件下溶于水得到粗盐溶液 I, 向溶液中依次加入 BaCl_2 溶液、 NaOH 溶液、饱和

Na₂CO₃ 溶液依次将溶液中的 SO₄²⁻、Fe³⁺、Mg²⁺、Ca²⁺ 除去, 过滤得到沉淀和滤液; 向滤液中加入盐酸调节溶液 pH, 将过量的 OH⁻、CO₃²⁻ 除去得到溶液 II, 溶液经蒸发浓缩得到糊状物, 冷却、过滤得到晶体, 用 75% 乙醇洗涤除去晶体表面吸附的 K⁺ 后, 烘干得到纯氯化钠。(1) ①将溶液中的 SO₄²⁻、Fe³⁺、Mg²⁺、Ca²⁺ 除去的试剂依次为 BaCl₂ 溶液、NaOH 溶液、饱和 Na₂CO₃ 溶液。②洗涤除去氯化钠晶体表面附带的少量氯化钾的试剂为 75% 乙醇。(2) 由配制一定物质的量浓度溶液的步骤: 计算、称量、溶解、移液、洗涤、定容、摇匀、装瓶可知, 配制 500 mL 4.00 mol · L⁻¹ NaCl 溶液需要用到的仪器为天平、胶头滴管、药匙、烧杯、量筒、玻璃棒、500 mL 容量瓶。(3) 电解饱和食盐水的化学方程式为 2NaCl + 2H₂O $\xrightarrow{\text{通电}}$ 2NaOH + Cl₂ ↑ + H₂ ↑, 电解生成的 Cl₂ 能与电解生成的 NaOH 溶液反应生成氯化钠、次氯酸钠和水, 所以若收集的 H₂ 的体积为 2 L, 则相同条件下收集的 Cl₂ 的体积小于 2 L。(4) 由化学方程式可知, 制备 H₂ 的装置应为固液不加热装置, 由 H₂ 的性质可知, 应选择向下排空气法或者排水法收集 H₂, 所以制备并收集 H₂ 的装置为 e; 制备 Cl₂ 的装置应为固液加热的装置, 浓盐酸具有挥发性, 制得的氯气中混有氯化氢和水蒸气, 所以应选择盛有饱和食盐水的洗气瓶除去氯化氢气体、盛有浓硫酸的洗气瓶干燥 Cl₂, 因 Cl₂ 有毒, 还要用碱液进行尾气处理, 则制备并收集干燥、纯净氯气的装置为 d。

课时提优 18 从海水中提取溴 从海带中提取碘

1. C 浓缩过程中只发生了物理变化, A 错误; 反应①为 2Br⁻ + Cl₂ = 2Cl⁻ + Br₂, 反应②为 Br₂ + SO₂ + 2H₂O = 4H⁺ + 2Br⁻ + SO₄²⁻, 反应③为 2Br⁻ + Cl₂ = 2Cl⁻ + Br₂。反应②中溴元素发生了还原反应, B 错误; 低浓度 Br₂ 经过热空气法吹出, 用 SO₂ 水溶液吸收得到较高浓度 Br₂, 目的是富集溴, C 正确; 鼓入热空气法吹出溴是因为溴易挥发, D 错误。

2. C 由题给流程可知, 浓缩海水加入硫酸酸化后, 通入 Cl₂ 将溶液中的 Br⁻ 氧化为 Br₂, 用热空气将 Br₂ 吹出与 SO₂ 水溶液反应生成 H₂SO₄ 和 HBr, 向反应后的溶液中通入 Cl₂ 将 HBr 氧化为 Br₂, 用水蒸气吹出溴蒸气, 经多步处理得到液溴。Cl₂ 与水反应生成 HCl 和 HClO, Br₂ 与水反应生成 HBr 和 HBrO, 则向浓缩海水加入硫酸酸化的目的是抑制 Cl₂、Br₂ 与水反应, A 正确; 用热空气将 Br₂ 吹出利用了 Br₂ 的挥发性, B 正确; 由分析可知, “吸收”步骤发生的反应为 Br₂ 与 SO₂ 水溶液反应生成 H₂SO₄ 和 HBr, 溶液中不可能存在 Cl⁻, C 错误; 由分析可知, “吸收”发生的反应为 Br₂ 与 SO₂ 水溶液反应生成 H₂SO₄ 和 HBr, “氧化 II”发生的反应为 Cl₂ 与 HBr 反应生成 HCl 和 Br₂, 则可循环使用的物质 X 为未反应的 H₂SO₄, D 正确。

3. D 海水得到的粗盐中主要含有氯化钠, 通过精制得到纯净的氯化钠; 母液中含有 Br⁻, 通入 Cl₂ 将 Br⁻ 氧化为单质 Br₂, 利用热空气吹出 Br₂, 用碳酸钠溶液吸收转化为溴化钠、溴酸钠, 然后加入稀硫酸酸化得到含 Br₂ 的溶液。粗盐中含有杂质离子, 通过溶解、过滤、蒸发结晶不能获得纯净的氯化钠, A 错误; 过程②是 Cl₂ 氧化 Br⁻, Cl₂ 和 Br₂ 均能与碱性溶液反应, 所以不能在碱性条件下进行, B 错误; Na₂CO₃ 溶液与 Br₂ 反应

生成溴化钠、溴酸钠, 反应的离子方程式为 3Br₂ + 3CO₃²⁻ = 5Br⁻ + BrO₃⁻ + 3CO₂ ↑, C 错误; 海水中溴的含量低, 通过富集可提高溴的含量, 因此溶液 I 中 Br₂ 的浓度小于溶液 II, D 正确。

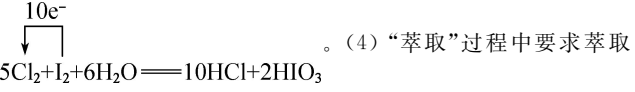
4. C 酒精和水互溶, 故酒精不能作为碘的萃取剂, A 正确; CCl₄ 的密度大于水的, 萃取后有机层在下层, 水层在上层, 分液时水层从分液漏斗上口倒出, 有机层从分液漏斗下口放出, B 正确; 步骤②的溶液呈酸性, 不可能生成 OH⁻, 且 I⁻ 和 IO₃⁻ 在酸性环境下发生归中反应生成 I₂, 所以步骤②中发生反应的离子方程式为 5I⁻ + IO₃⁻ + 6H⁺ = 3I₂ + 3H₂O, C 错误; 过滤操作中需要的玻璃仪器为漏斗、烧杯和玻璃棒, D 正确。

5. (1) bd (2) 加快碘化物在水中的溶解, 以使灰烬中的 I⁻ 尽可能多地进入溶液 (3) ① 2I⁻ + 2H⁺ + H₂O₂ = I₂ + 2H₂O



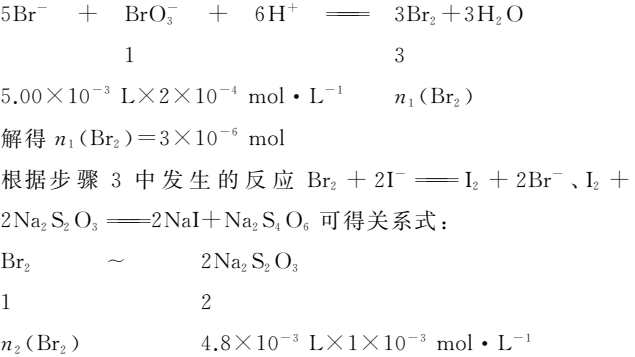
且碘在 CCl₄ 中的溶解度比在水中的大 (5) 取少量提取碘后的水溶液于试管中, 加入几滴淀粉溶液, 如果变蓝, 说明还有碘单质, 反之, 说明无碘单质

解析: 实验室从海带中提取碘的步骤: 海带灼烧成灰, 浸泡溶解得到海带灰悬浊液, 通过过滤得到含 I⁻ 的溶液, 加入酸和氧化剂, 将 I⁻ 氧化成碘单质, 利用有机溶剂萃取出碘单质, 再通过蒸馏提取出碘单质。(1) 灼烧固体物质一般使用坩埚, 而坩埚加热时需要用泥三角支撑后放在三脚架上, 再用酒精灯进行加热。(2) 长时间加热可加快含碘物质在水中的溶解, 以使灰烬中的 I⁻ 尽可能多地进入溶液。(3) ①若选用 H₂O₂ 作氧化剂, I⁻ 被氧化成碘单质, “氧化”时发生反应的离子方程式为 2I⁻ + 2H⁺ + H₂O₂ = I₂ + 2H₂O。②反应 5Cl₂ + I₂ + 6H₂O = 10HCl + 2HIO₃ 中, Cl₂ 中的氯元素从 0 价降低至 -1 价, 共有 10 个氯原子化合价发生变化, 即转移 10 个电子, 用单线桥法表示电子转移的方向和数目为



剂难溶于原溶剂, 且被萃取的物质在该萃取剂中溶解度比其在原溶剂中的大, 选择 CCl₄ 作为萃取剂的理由是 CCl₄ 与水不互溶, 且碘单质在 CCl₄ 中的溶解度比在水中的大。(5) 提取碘后的水溶液中若是含有碘单质, 则遇到淀粉会变蓝色, 故可取少量提取碘后的水溶液于试管中, 加入几滴淀粉溶液, 观察是否出现蓝色, 如果变蓝, 说明含有碘单质。

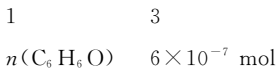
6. (1) ①溴易挥发 ② SO₂ + Br₂ + 2H₂O = 2HBr + H₂SO₄ Cl₂ > Br₂ > SO₂ ③蒸馏 (2) 5Br⁻ + BrO₃⁻ + 6H⁺ = 3Br₂ + 3H₂O (3) 根据步骤 1 的反应:



解得 $n_2(\text{Br}_2) = 2.4 \times 10^{-6} \text{ mol}$

由题意知,步骤 2 中反应掉的 Br_2 的物质的量 $= n_1(\text{Br}_2) - n_2(\text{Br}_2) = 3 \times 10^{-6} \text{ mol} - 2.4 \times 10^{-6} \text{ mol} = 6 \times 10^{-7} \text{ mol}$

由反应 $\text{C}_6\text{H}_6\text{O} + 3\text{Br}_2 \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{OBr}_3 \downarrow + 3\text{HBr}$



解得 $n(\text{C}_6\text{H}_6\text{O}) = 2 \times 10^{-7} \text{ mol}$, 废水中苯酚的含量 $= \frac{2 \times 10^{-7} \text{ mol} \times 94 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{mol}^{-1}}{50 \times 10^{-3} \text{ L}} = 0.376 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$

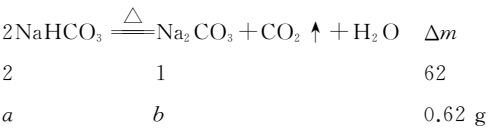
解析:(1) ①热空气吹出溴,是因 Br_2 的沸点低,易挥发成气体从溶液中逸出。②“吸收”步骤中利用 SO_2 还原 Br_2 生成 Br^- , 化学方程式见答案。根据“以强制弱”的原理, Cl_2 、 SO_2 、 Br_2 氧化性由强到弱的顺序为 $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{SO}_2$ 。(2) 步骤②中, Br^- 和 BrO_3^- 在酸性条件下发生归中反应, Br^- 中溴元素化合价由 -1 价升高至 0 价, BrO_3^- 中溴元素化合价由 $+5$ 价降低至 0 价,该过程的离子方程式见答案。(3) 具体计算过程见答案。

微专题二 离子推断及鉴别

1. C CuCl_2 溶液呈蓝色,其余四种都呈无色,首先鉴别出的是 CuCl_2 溶液;取剩余四种无色溶液于试管中,分别向其中滴加 CuCl_2 溶液,产生沉淀的为 K_2CO_3 溶液,其余三种溶液无明显现象, K_2CO_3 溶液被鉴别出来;另取与 CuCl_2 溶液混合无明显现象的三种溶液于试管中,向其中加入 K_2CO_3 溶液,产生白色沉淀的为 BaCl_2 溶液,其余两种溶液无明显现象, BaCl_2 溶液被鉴别出来;最后用 BaCl_2 溶液鉴别剩余两种溶液,产生白色沉淀的为 Na_2SO_4 溶液,无明显现象的为 KCl 溶液。综上所述,正确的鉴别顺序为①④⑤②③。故选 C。

2. C Na_2O_2 与水反应会生成无色气体 O_2 ,但久置的 Na_2O_2 粉末能与空气中的 CO_2 反应转化为 Na_2CO_3 ,加入过量的盐酸,会产生无色气体 CO_2 ,故不能确定其是否变质, A 错误;该反应中溶液变蓝,说明 H_2O_2 将 I^- 氧化为 I_2 , H_2O_2 表现出氧化性, B 错误;若溶液中含有 Ag^+ ,加入盐酸酸化的 BaCl_2 溶液,会生成白色沉淀 AgCl ,故溶液中不一定含有 SO_4^{2-} , C 正确;向某溶液中加入 AgNO_3 溶液,生成的白色沉淀可能是 AgCl 、 Ag_2SO_4 、 Ag_2CO_3 ,溶液中可能含有 Cl^- 、 SO_4^{2-} 和 CO_3^{2-} 等, D 错误。

3. C 设原固体中 NaHCO_3 和反应生成的 Na_2CO_3 的物质的量分别为 $a \text{ mol}$ 和 $b \text{ mol}$,可列式计算:



解得 $a = 0.02 \text{ mol}$, $b = 0.01 \text{ mol}$,则原固体中 NaHCO_3 的质量 $= 0.02 \text{ mol} \times 84 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.68 \text{ g}$,反应生成的 0.01 mol Na_2CO_3 和盐酸反应生成 0.01 mol CO_2 ,由题意可知,共收集到 0.88 g (即 0.02 mol) CO_2 ,则原固体中有 0.01 mol (即 1.06 g) 的 Na_2CO_3 , $1.68 \text{ g} + 1.06 \text{ g} = 2.74 \text{ g} < 3.80 \text{ g}$,说明原固体中还含有 NaCl , A 错误;取一定量固体溶解,向溶液中加入适量 CaO 粉末, CaO 和水反应生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和

Na_2CO_3 、 NaHCO_3 反应都能生成沉淀, B 错误;取一定量固体溶解,向溶液中通入足量的 CO_2 ,观察到有晶体析出,一定是 CO_2 和 Na_2CO_3 反应生成了 NaHCO_3 晶体,说明原固体中一定含有 Na_2CO_3 , C 正确;取一定量固体溶解,向溶液中滴加适量 AgNO_3 溶液, CO_3^{2-} 、 Cl^- 都能和 Ag^+ 反应生成白色沉淀, D 错误。

4. A 酚酞遇碱变红,则 Na_2CO_3 溶液呈碱性, A 正确;由实验现象,溶液红色变浅,无气体产生可知,生成了碱性弱于 Na_2CO_3 的物质,说明加入少量盐酸发生反应 $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$, B 错误; CO_2 与 Na_2CO_3 溶液反应生成 NaHCO_3 ,该反应无明显现象,故不能说明二者未发生反应, C 错误;实验 3 得到的溶液是 NaHCO_3 溶液,向实验 3 所得 NaHCO_3 溶液中滴加少量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液,产生白色沉淀,正确的离子方程式为 $2\text{HCO}_3^- + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$, D 错误。

5. (1) SO_4^{2-} (2) $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$
(3) $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ (4) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$

解析:溶液无色,则一定不含 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} ;透过蓝色钴玻璃观察到火焰呈紫色,则溶液中含有 K^+ ;逐滴加入 NaOH 溶液有白色沉淀生成, NaOH 溶液过量后沉淀部分溶解,则溶液中一定含有 Mg^{2+} 、 Al^{3+} ,因 CO_3^{2-} 不能与 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 大量共存,一定不含 CO_3^{2-} ;加入 BaCl_2 和盐酸后生成白色沉淀,由于溶液中含有 Ag^+ ,则生成的沉淀为 BaSO_4 ,溶液中含有 SO_4^{2-} ;加入 Na_2O_2 固体,生成无色无味气体,说明一定不含 NH_4^+ ,则原溶液中一定含有 Al^{3+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 SO_4^{2-} ,一定不含 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 NH_4^+ 、 Cu^{2+} 、 CO_3^{2-} 。(1) 由分析可知,原溶液中一定存在的阴离子有 SO_4^{2-} 。(2) 实验③中产生无色无味气体是因为 Na_2O_2 与水反应生成 O_2 ,化学方程式为 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ 。(3) 由于溶液中含有 Al^{3+} 、 Mg^{2+} ,加入 NaOH 溶液后, A 点对应的沉淀量达到最大,产生的沉淀有 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 。(4) 由 $A \rightarrow B$ 过程中 NaOH 溶液过量,生成的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀溶于过量的 NaOH 溶液,离子方程式为 $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 。

专题 3 综合

1. B 食盐 NaCl 可以作调味品, A 正确;小苏打是 NaHCO_3 ,可以作发酵粉, B 错误;漂白粉的有效成分为 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$,可以作消毒剂, C 正确; $\text{Al}(\text{OH})_3$ 能和胃酸反应,可以作抗酸药, D 正确。

2. A 纯净的 H_2 可以在黄绿色的 Cl_2 中安静燃烧,发出苍白色火焰,生成 HCl 气体, A 正确;钠可以在 Cl_2 中燃烧生成 NaCl , NaCl 是白色固体, B 错误;用 pH 试纸检验干燥的 Cl_2 ,试纸无明显变化,湿润的 Cl_2 能使 pH 试纸先变红后褪色,因 Cl_2 和水反应生成了 HCl 和 HClO , C 错误;新制的氯水是由 Cl_2 溶于水形成的,但新制的氯水中含 Cl_2 分子,溶液呈浅黄绿色, D 错误。

3. B Na_2O_2 与水反应产生的气体为 O_2 , A 正确; Na_2O_2 与水反应不需要催化剂, H_2O_2 分解可以用 MnO_2 作催化剂, B 错误;实验②③作为对照实验,能证明使酚酞褪色的不是 NaOH

和 O_2 , C 正确;根据反应后溶液加入 MnO_2 后迅速产生大量气体,可判断 Na_2O_2 与水反应可能生成了具有漂白性的 H_2O_2 , D 正确。

4. D 由流程可知,步骤 I 中发生反应 $Cl_2 + 2OH^- \rightleftharpoons ClO^- + Cl^- + H_2O$, 温度过高时易发生反应 $3Cl_2 + 6OH^- \rightleftharpoons ClO_3^- + 5Cl^- + 3H_2O$; 步骤 II 中发生反应 $ClO^- + CO(NH_2)_2 + 2OH^- \rightleftharpoons Cl^- + N_2H_4 \cdot H_2O + CO_3^{2-}$, 且将 $NaClO$ 溶液逐滴滴入尿素水溶液中,可防止过量的 $NaClO$ 溶液将 $N_2H_4 \cdot H_2O$ 氧化,步骤 III 中分离出 Na_2CO_3 和水合肼。步骤 I 中温度过高易发生副反应,为避免温度过高,可采用冰水浴, A 正确;步骤 I 制备 $NaClO$ 溶液时,测得产物中 $NaClO$ 与 $NaClO_3$ 的物质的量之比为 5:1, 设生成的 $NaClO$ 与 $NaClO_3$ 的物质的量分别为 5 mol、1 mol, Cl 失去 $5 \text{ mol} \times (1-0) + 1 \text{ mol} \times (5-0) = 10 \text{ mol}$ 电子,由得失电子守恒可知同时有 Cl 得到 10 mol 电子生成 Cl^- , 由原子守恒可知参与反应的氧化剂与还原剂的物质的量之比 = 10 mol : (5 mol + 1 mol) = 5 : 3, B 正确;由分析可知,步骤 II 的反应中 $NaClO$ 作氧化剂, $CO(NH_2)_2$ 作还原剂, C 正确;在步骤 II 中,若将尿素水溶液逐滴滴入 $NaClO$ 碱性溶液中,由于 $NaClO$ 具有强氧化性,会导致 $NaClO$ 溶液将 $N_2H_4 \cdot H_2O$ 氧化,故应该将 $NaClO$ 溶液逐滴滴入尿素水溶液中, D 错误。

5. D b、d、f 分别为氯气、次氯酸、次氯酸盐,氯气和水反应生成有漂白性的次氯酸,次氯酸盐中含有次氯酸根,故其水溶液均具有漂白性, A 正确;根据氧化还原反应原理,理论上盐酸 a 溶液(Cl 元素 -1 价)和氯酸盐 e(Cl 元素 +5 价)混合可制得中间价态的氯气 b(氯元素 0 价), B 正确; c(二氧化氯)和 f(次氯酸)均具有强氧化性,均可用于环境杀菌消毒, C 正确;工业上常将氯气通入石灰乳中制备漂白粉, D 错误。

6. D Cl_2 本身没有漂白性, Cl_2 与水反应生成的次氯酸具有漂白性,所以潮湿的有色布条褪色,干燥的有色布条不褪色, ①符合题意; Fe 与 Cl_2 在常温下不反应,将铁丝加热至红热,再伸入集气瓶中才能与 Cl_2 反应, ②不符合题意;向 Na_2O_2 中滴入酚酞溶液, Na_2O_2 与水发生反应 $2Na_2O_2 + 2H_2O \rightleftharpoons 4NaOH + O_2 \uparrow$, 生成的 $NaOH$ 显碱性,使酚酞变红色,且 Na_2O_2 具有强氧化性,能使溶液的红色褪去, ③不符合题意;向钠与水反应的溶液中滴加酚酞,溶液变红,说明溶液呈碱性,即钠与水反应生成了碱性物质, ④符合题意。综上所述, ①④符合题意。故选 D。

7. C 由图分析可知,反应物为 H_2 和 NO , 生成物为 N_2 和 H_2O , Ce^{3+} 和 Ce^{4+} 为催化剂,反应的总方程式为 $2NO + 2H_2 \xrightarrow{Ce(SO_4)_2} N_2 + 2H_2O$ 。反应 I 为 $H_2 + 2Ce^{4+} \rightleftharpoons 2H^+ + 2Ce^{3+}$, 故氧化产物与还原产物的物质的量之比为 1:1, A 正确;反应 II 的离子方程式为 $4Ce^{3+} + 4H^+ + 2NO \rightleftharpoons 4Ce^{4+} + 2H_2O + N_2$, B 正确; Ce^{4+} 为催化剂, Ce^{3+} 为中间产物,反应过程中二者的物质的量不变,由反应的总方程式可知,反应过程中生成水,溶液体积增大,故混合溶液中 Ce^{3+} 和 Ce^{4+} 的物质的量浓度会减小, C 错误;由反应的总方程式可知,该转化过程的实质是 NO 被 H_2 还原成 N_2 , D 正确。

8. C 同一反应中,氧化剂的氧化性强于氧化产物的氧化性,卤水中通入 Cl_2 制溴的离子方程式为 $Cl_2 + 2Br^- \rightleftharpoons 2Cl^- + Br_2$, 反应中氧化剂为 Cl_2 , 氧化产物为 Br_2 , 则氧化性 $Cl_2 > Br_2$,

A 正确;“鼓入热空气”得到粗溴,利用了溴易挥发的性质, B 正确;纯碱溶液吸收 Br_2 的离子方程式为 $3Br_2 + 3CO_3^{2-} \rightleftharpoons BrO_3^- + 5Br^- + 3CO_2 \uparrow$, C 错误;控制温度在 90°C 左右“蒸馏”,既有利于获得溴单质,又可防止水蒸气大量逸出, D 正确。

9. A 稀盐酸与 MnO_2 共热不能反应生成 Cl_2 , 物质间转化不能实现, A 符合题意; H_2 在 Cl_2 中燃烧生成 HCl , HCl 与 NH_3 反应生成 NH_4Cl , 物质间的转化能实现, B 不符合题意;电解熔融 $MgCl_2$ 可以制得 Mg , Mg 在 Cl_2 中燃烧生成 $MgCl_2$, 物质间转化能实现, C 不符合题意; Cl_2 能与 $NaOH$ 溶液反应生成 $NaClO$, $NaClO$ 溶液能与 CO_2 反应生成 $HClO$, 物质间转化能实现, D 不符合题意。

10. (1) 分液漏斗 (2) $Cl_2 + 2OH^- \rightleftharpoons ClO^- + Cl^- + H_2O$
(3) 吸收多余的 Cl_2 , 防止其污染环境 (4) 蒸发皿中,蒸发浓缩至液面出现晶膜时,降温结晶,过滤,用冰水洗涤至取最后一次洗涤滤液滴加 $AgNO_3$ 溶液和稀硝酸,无明显现象
(5) $3HClO + 2NO + H_2O \rightleftharpoons 3Cl^- + 2NO_3^- + 5H^+$
(6) pH 过低,酸性较强,对设备腐蚀严重, pH 过高, NO 的转化率下降 (7) 温度过高, NO 的溶解度下降, $HClO$ 或次氯酸盐分解

解析: (1) a 中盛放浓盐酸的仪器名称是分液漏斗。(2) 装置 d 用于 $NaOH$ 溶液和 Cl_2 反应制取 $NaClO$, 离子方程式见答案。(3) 装置 e 的作用是吸收多余 Cl_2 , 防止其污染环境。(4) KCl 和 $KClO_3$ 的溶解度均随温度的升高而增大,在相同的温度下, KCl 的溶解度大于 $KClO_3$ 的,故获取 $KClO_3$ 晶体的实验方案为反应结束后,将装置 c 试管内溶液转移至蒸发皿中,蒸发浓缩至液面出现晶膜时,降温结晶,过滤,用冰水洗涤至取最后一次洗涤滤液滴加 $AgNO_3$ 溶液和稀硝酸,无明显现象,干燥,得到 $KClO_3$ 晶体。(5) 在酸性 $NaClO$ 溶液中, $HClO$ 将 NO 氧化为 NO_3^- , 自身被还原成 Cl^- 。(6) 由图甲和图乙可知, pH 高于 6, NO 的转化率下降,因此 $NaClO$ 溶液的初始 pH 控制在 6 左右的原因是 pH 过低,酸性较强,对设备腐蚀严重, pH 过高, NO 的转化率下降。(7) 温度高于 25°C 时, NO 的溶解度下降,次氯酸或次氯酸盐分解,导致 NO 的去除率下降。

11. (1) ① CO_2 ② 取少量晶体于试管中,加水溶解,加入过量稀硝酸,再加入适量硝酸银溶液,若有白色沉淀产生,则晶体中含有 Cl^- , 反之则无 (2) ① 250 mL 容量瓶 ② 53.0 ③ a
(3) D (4) $1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$

解析: 侯氏制碱法的流程是在氨化的饱和 $NaCl$ 溶液中通入 CO_2 气体,因 $NaHCO_3$ 的溶解度比 NH_4Cl 的小,有 $NaHCO_3$ 沉淀生成,经过滤、洗涤干燥后,再将 $NaHCO_3$ 加热分解可得 Na_2CO_3 、 CO_2 和 H_2O , 生成的 CO_2 气体可循环利用。(1) ①由分析可知, CO_2 参与反应,最后又生成,可以循环利用。②检验晶体中是否有 Cl^- , 取少量晶体溶于水,加稀硝酸酸化,再滴加 $AgNO_3$ 溶液,若产生白色沉淀,该晶体中含有 Cl^- 。(2) ①配制一定体积、一定物质的量浓度的溶液所用的仪器有烧杯、天平、药匙、玻璃棒、胶头滴管、250 mL 容量瓶,缺少的仪器为 250 mL 容量瓶。②所需纯碱的质量 = $250 \times 10^{-3} \text{ L} \times 2.00 \text{ mol} \cdot L^{-1} \times 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 53.0 \text{ g}$ 。③由题意可知,实际配制的浓度大于所需的浓度。定容时俯视刻度线,导致溶液体

积偏小,溶液浓度偏高,a符合题意;发现凹液面超过刻度线,将多余溶液吸出,导致溶质质量减小,溶质的物质的量偏小,溶液浓度偏低,b不符合题意;洗净的容量瓶未烘干,对溶质的物质的量和溶液的体积都不产生影响,对溶液浓度无影响,c不符合题意;溶液转移至容量瓶中后没有洗涤烧杯,导致部分溶质损耗,溶质的物质的量偏小,溶液浓度偏低,d不符合题意。

(3) 向混合溶液中滴加盐酸,0.01 mol Na_2CO_3 发生反应 $\text{HCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$,不放出气体,消耗 0.1 L $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸,生成 0.01 mol NaHCO_3 ,继续滴加盐酸,0.02 mol NaHCO_3 发生反应 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$,产生 0.02 mol CO_2 ,消耗 0.2 L $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸,即滴加盐酸至 0.3 L 时产生 CO_2 达到最大值,D符合题意。

(4) $n(\text{NaHCO}_3) = \frac{16.8 \text{ g}}{84 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$, NaHCO_3 最终完全转化成 NaCl ,消耗盐酸的物质的量等于 NaHCO_3 的物质的量,则 $n_{\text{剩余}}(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) - n(\text{NaHCO}_3) = 100 \times 10^{-3} \text{ L} \times 3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0.2 \text{ mol} = 0.1 \text{ mol}$,故 $c_{\text{剩余}}(\text{HCl}) = \frac{0.1 \text{ mol}}{0.1 \text{ L}} = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

12. (1) 蒸发皿 玻璃棒 (2) NaOH 、 H_2 (3) C B
(4) $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 = \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$ (5) 分液 (6) 将“溴水混合物 I”转变为“溴水混合物 II”是 Br_2 的浓缩过程,蒸馏“溴水混合物 II”可提高效率、减少能耗、降低成本

解析:通过海水晒盐得到粗盐晶体和浓缩海水,电解饱和 NaCl 溶液可得 Cl_2 ,将 Cl_2 通入浓缩海水中,发生反应 $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 = \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$,置换出 Br_2 ,利用了 Br_2 的挥发性,用热空气将溴吹出,接着用 SO_2 吸收 Br_2 ,发生反应 $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$,往吸收液中通入 Cl_2 将 Br^- 氧化为 Br_2 ,得到溴水混合物,最后蒸馏得到液溴。(1) 在实验室想达到步骤①的目的,应通过蒸发操作,用到的仪器有:酒精灯、三脚架、蒸发皿、玻璃棒。(2) 步骤②为电解饱和食盐水: $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$,制备 Cl_2 的同时还能获取 NaOH 和 H_2 。(3) 步骤④通入热空气可以吹出 Br_2 ,利用了 Br_2 的易挥发性;步骤⑤中 SO_2 为吸收剂,吸收 Br_2 过程中发生反应 $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$,该反应中 SO_2 为还原剂,体现还原性。(4) 步骤⑥中反应的离子方程式为 $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 = \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$ 。(5) 步骤⑦蒸馏过程中,蒸气冷凝后得到的液溴和溴水分层,可用分液漏斗通过分液操作进行分离。(6) 将“溴水混合物 I”转变为“溴水混合物 II”是 Br_2 的富集过程,所以提取溴单质采用蒸馏“溴水混合物 II”而不是蒸馏“溴水混合物 I”,可提高效率、减少能耗、降低成本。

专题·项目式探究 1 新型灭菌消毒剂
二氧化氯的制备及用途

任务 1 实验室制取 ClO_2

项目活动 1

【探究学习 1】

① 2NaCl ② H_2O NaCl ③ Na_2SO_4 H_2O O_2

④ Na_2SO_4 H_2O ⑤ NaCl H_2O Cl_2

【探究学习 2】

1. $2\text{NaClO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{NaHSO}_4 + 2\text{ClO}_2$ 还原

2. C

项目活动 2

【探究学习 1】

(1) $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(2) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$

(3) 方式(2) 铜比较贵,铜与浓硫酸的反应需要加热;亚硫酸钠比较便宜,不需要很浓的硫酸,且反应不用加热,反应速率均匀,具有操作相对安全、简单的优点。所以实验室常用亚硫酸钠与浓硫酸反应制取二氧化硫

【探究学习 2】

1. 发生 净化 收集 尾气处理

2. 存在(二氧化氯在空气中体积超过 10%时会爆炸,所以用排空气法收集二氧化氯存在安全隐患) 因二氧化氯易溶于水,不与水反应,且其水溶液较稳定,可以选择用水直接吸收二氧化氯,既可以防止爆炸,又便于收集

3. (1) 分液漏斗 (2) 降低温度,将沸点较低的 ClO_2 冷凝收集 (3) NaOH 吸收尾气中的 SO_2 和 ClO_2 气体 (4) 倒吸

任务 2 工业制取 ClO_2

项目活动 1

【探究学习】(1) NaClO_3 (2) 降低温度,便于 ClO_2 的冷凝收集

项目活动 2

【探究学习】① B ② 0.1

项目活动 3

【探究学习 1】

评价标准	甲醇还原法	盐酸法
原料利用率	较高	较低
是否绿色环保	空气污染小	空气污染较大
设备要求	比较复杂	相对简单
反应是否容易控制	较难控制	易于控制

【探究学习 2】提高 降低 NaClO_3 H_2 HCl

【探究学习 3】C

任务 3 ClO_2 的用途及工作原理

项目活动 1

【探究学习 1】+4 价 氧化

【探究学习 2】

实验	实验操作	实验现象	实验结论
1	用玻璃棒蘸取二氧化氯水溶液于湿润的淀粉-KI 试纸上,观察实验现象	试纸变蓝	二氧化氯将 I^- 氧化为 I_2
2	向盛有 FeSO_4 溶液的试管中加入少量 KSCN 溶液,观察实验现象,再加入二氧化氯水溶液,观察实验现象	溶液开始无明显现象,后变红色	二氧化氯将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+}

项目活动 2

【探究学习】用电子的转移方法来计算的有效氯:

$$\text{Cl}_2: 2 \times \frac{35.5}{71} = 1 \quad \text{ClO}_2: 5 \times \frac{35.5}{67.5} = 2.63$$

所以有效氯: $\text{ClO}_2 > \text{Cl}_2$

项目活动 3

【探究学习】

1. $2\text{ClO}_2 + 5\text{H}_2\text{S} \longrightarrow 5\text{S} \downarrow + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}^- + 2\text{H}^+$
2. $2\text{CN}^- + 2\text{ClO}_2 \longrightarrow 2\text{CO}_2 + \text{N}_2 + 2\text{Cl}^-$
3. $\text{ClO}_2 + 5\text{Fe}^{2+} + 13\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 5\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{Cl}^- + 11\text{H}^+$

感悟真题

1. **A** 黑火药中有 C 和 S 两种单质, A 正确;黑火药爆炸时放出热量, B 错误;反应中 S 元素化合价从 0 价降低为 -2 价, 则反应中 S 作氧化剂, C 错误;置换反应是一种单质和一种化合物反应生成另一种单质和另一种化合物, 该反应不是置换反应, D 错误。
2. **D** 由题给化学方程式可知, 消耗 1 mol CO 失去 2 mol e^- , 生成 1 mol CO_2 , 故生成 1 mol CO_2 时, 转移电子的数目为 $2N_A$, A 正确;反应物中没有单质, 不属于置换反应, B 正确;NO 转化为 N_2 , N 的化合价降低, 发生还原反应, 则 NO 作氧化剂, N_2 为还原产物, 同理可得, CO 作还原剂, CO_2 为氧化产物, C 正确, D 错误。
3. **D** NaHCO_3 与 NaOH 会发生反应 $\text{NaOH} + \text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, B 正确; NaHCO_3 受热易分解, 可转化为 Na_2CO_3 , 而 Na_2CO_3 的热稳定性较强, 利用二者热稳定性差异, 可从它们的固体混合物中除去 NaHCO_3 , C 正确; Na_2CO_3 、 NaHCO_3 均能与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应生成 CaCO_3 白色沉淀, 现象相同, D 错误。
4. **D** 加热条件下, MnO_2 和浓盐酸反应生成 Cl_2 , 为固液加热反应, 该装置可用于制备 Cl_2 , A 正确; H_2 难溶于水, 可用排水法收集, B 正确;挤压胶头滴管, 水进入烧瓶, NH_3 极易溶于水, 烧瓶中的气体大量减少导致压强急剧下降, 打开活塞后, 水迅速被压入烧瓶中形成红色喷泉, 红色喷泉证明 NH_3 与水生成碱性物质, C 正确; Na_2CO_3 与 CO_2 也能发生反应, 不能达到除杂的目的, 应该选用饱和 NaHCO_3 溶液除去 HCl, D 错误。
5. **C** 实验室用浓盐酸和 MnO_2 反应制取 Cl_2 , A 错误;除去 Cl_2 中的 HCl, 可将气体通入饱和食盐水中, 导气管应该长进短出, B 错误; Cl_2 的密度大于空气的密度, 可用向上排空气法收集 Cl_2 , C 正确; Cl_2 在水中的溶解度很小, 应用 NaOH 溶液进行 Cl_2 的尾气吸收处理, D 错误。
6. **C** 装置 I 中发生反应的离子方程式为 $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, A 错误; CO_2 也能与饱和 Na_2CO_3 溶液反应造成损耗, 一般用饱和 NaHCO_3 溶液除去 CO_2 中混有的 HCl 气体, B 错误;用冰水浴冷却试管内溶液, NaHCO_3 溶解度降低, 有利于 NaHCO_3 固体析出, C 正确;析出 NaHCO_3 固体后的上层清液是 NaHCO_3 饱和溶液, 上层清液中仍然含有 HCO_3^- , D 错误。

阶段滚动一(专题 1、专题 2)

1. **C** 铜绿的主要成分 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 是一种碱式盐, 属于盐,

A 正确;石灰水是 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液, 用于除去原料中的杂质以及破坏纤维结构, 与石灰的碱性有关, B 正确;水滴石穿过程中, 水中的 H_2CO_3 与石灰石 (CaCO_3) 发生反应生成 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, 涉及化学变化, C 错误;钠元素的焰色反应为黄色, 钾元素的焰色反应透过蓝色钴玻璃观察到火焰为紫色, 所以可根据焰色反应鉴别 KNO_3 和 Na_2SO_4 , D 正确。

2. **C** 向某溶液中加入稀盐酸产生气体, 将产生的气体通入澄清石灰水中, 澄清石灰水变浑浊, 该溶液中可能含有 CO_3^{2-} , 也可能含有 HCO_3^- 、 SO_3^{2-} 、 HSO_3^- 等, A 错误;向某溶液中加入碳酸钠溶液产生白色沉淀, 加入盐酸后, 白色沉淀消失, 则原溶液可能含有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Ba^{2+} 等, B 错误;向某溶液中加入 AgNO_3 溶液, 再加足量的稀硝酸, 仍有白色沉淀, 此沉淀只能为 AgCl 沉淀, 该溶液中一定含有 Cl^- , C 正确;粗盐中含有的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 等杂质, 可依次加入过量的 BaCl_2 溶液、 Na_2CO_3 溶液、NaOH 溶液除去, D 错误。

3. **B** 金属钠由原子完全变成离子时, 是钠原子失电子变为阳离子, 而不是得到电子, A 错误;硫酸分子式为 H_2SO_4 , 磷酸分子式为 H_3PO_4 , $0.2N_A$ 个硫酸分子与 0.2 mol 磷酸含有相同分子数, 相同分子数的两种酸均具有 $0.8N_A$ 个氧原子, B 正确; 28 g N_2 的物质的量 = $\frac{28\text{ g}}{28\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1\text{ mol}$, 含有的原子数为 $2N_A$, C 错误; N_A 个 O_2 分子与 N_A 个 H_2 分子的物质的量相等, 其质量之比等于摩尔质量之比, 则 N_A 个 O_2 分子与 N_A 个 H_2 分子的质量之比 = $32 : 2 = 16 : 1$, D 错误。

4. **D** 盐酸具有挥发性, 会导致制得的 H_2 不纯, 要制得较纯的 H_2 , 不应选盐酸, A 正确; Fe_2O_3 和稀盐酸、稀硫酸反应均生成三价铁盐, 固体消失, 溶液变黄色, B 正确;丙、丁两组实验中, 都是两种化合物相互交换成分生成另外两种化合物的反应, 属于复分解反应, C 正确;丙组实验中的反应均为 H^+ 和 OH^- 生成水的反应, 离子反应相同, 丁组中产生两种沉淀的离子方程式不同, D 错误。

5. **D** 装置甲是过滤装置, 溶液与胶体均能透过滤纸, 故应该用渗析法除去 NaCl 溶液中的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体, A 错误; $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 受热易失去结晶水, 不能直接蒸干 MnCl_2 溶液制 $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, B 错误;装置丙为萃取分液装置, 但乙醇与水互溶, 故不能用乙醇作萃取剂萃取溴水中的溴, C 错误;装置丁为蒸馏装置, 碘易溶于 CCl_4 , 但碘和 CCl_4 的沸点相差较大, 故可用蒸馏进行分离, D 正确。

6. **B** 石蕊溶液遇酸变红, 遇碱变蓝, 说明浸取液呈酸性, A 错误; NH_4^+ 和 OH^- 在加热条件下反应生成氨气, 氨气溶于水生成的 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 能电离出 OH^- , 使石蕊试纸变蓝, B 正确;能和 BaCl_2 生成白色沉淀的还可能是 CO_3^{2-} 或 Ag^+ 等, C 错误;K 的焰色为紫色, 需要透过蓝色钴玻璃观察, 直接观察到的火焰呈黄色, 只能说明浸取液中含有 Na^+ , 不能说明浸取液中不含 K^+ , D 错误。

7. **D** NaHSO_4 在水溶液中能完全电离产生 Na^+ 、 H^+ 和 SO_4^{2-} , 因此 HSO_4^- 必须拆成 H^+ 和 SO_4^{2-} , A 错误;酸性条件下反应中不会生成 OH^- , B 错误; CaCO_3 难溶于水, 在离子方程式中不能拆分, C 错误;钠与水反应生成 NaOH 和 H_2 , 离子方程式书写正确, D 正确。

8. (1) $\text{NaHCO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$ (2) $\text{MgO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 碱性 (3) $\text{H}_3\text{PO}_2 + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{NaH}_2\text{PO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (4) +1 价 氧化

解析: (1) NaHCO_3 是强电解质, 能完全电离出 Na^+ 和 HCO_3^- , 电离方程式见答案。 (2) MgO 与 H_2SO_4 反应生成 MgSO_4 和水, 反应的化学方程式见答案, 该反应中, MgO 和酸反应生成盐和水, 则 MgO 为碱性氧化物。 (3) 由题图可知, H_3PO_2 为一元酸, 则其与足量 NaOH 反应生成 NaH_2PO_2 和水, 反应的化学方程式见答案。 (4) H_3PO_2 中, H 元素为 +1 价, O 元素为 -2 价, 根据化合物中各元素化合价代数和为 0 知, P 元素的化合价为 +1 价; 该反应中, H_3PO_2 中, P 元素的化合价从 +1 价升高为 +5 价, H_3PO_2 被氧化, 发生氧化反应。

9. (1) C (2) b (3) ⑥ ① (4) ① 210 : 103 : 4
② $\frac{c(17V+22\ 400a)}{1\ 000V}$ ③ 0.06

解析: (1) 只有 MnO_2 是由 Mn 元素和 O 元素组成的氧化物, 其他三种试剂均是由金属离子和酸根离子构成的盐。 (2) 有色玻璃和雾形成的均是胶体分散系, 分散质微粒直径在 $10^{-9} \sim 10^{-7}$ m 之间, 澄清石灰水属于溶液, 分散质微粒直径小于 10^{-9} m。 (3) 能与碱反应生成盐和水的氧化物是酸性氧化物, 则 SO_2 属于酸性氧化物; 由金属阳离子或铵根离子与酸根离子构成的物质属于盐, NaHCO_3 属于盐类; Na_2O_2 属于过氧化物, CO 是不成盐氧化物, Fe_2O_3 属于碱性氧化物, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 属于有机物, 石墨属于单质。 (4) ① 在密闭容器中通过电火花将混合气体点燃后, 发生反应 $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{HCl}$, $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$, 恰好完全反应, 设生成 HCl 的物质的量为 x mol, 生成 H_2O 的物质的量为 y mol, 可列式 $\frac{36.5x}{36.5x+18y} \times 100\% = 7.3\%$, 解得 $y=25.75x$, 若 $x=1$ mol, 则 $y=25.75$ mol, 根据化学方程式可知, $n(\text{H}_2)=0.5$ mol + 25.75 mol = 26.25 mol, $n(\text{O}_2)=12.875$ mol, $n(\text{Cl}_2)=0.5$ mol, 所以 $n(\text{H}_2):n(\text{O}_2):n(\text{Cl}_2)=26.25\text{ mol}:12.875\text{ mol}:0.5\text{ mol}=210:103:4$, 在相同状况下, 气体的物质的量之比等于其体积之比, 所以 $V(\text{H}_2):V(\text{O}_2):V(\text{Cl}_2)=210:103:4$ 。 ② 标准状况下 V L 氨气溶解在 a L 水中 (水的密度近似为 $1\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$), 氨气的物质的量为

$$\frac{V}{22.4}\text{ mol}, \text{则溶质的质量分数为} \frac{\frac{V}{22.4} \times 17}{\frac{V}{22.4} \times 17 + 1\ 000a}, \text{所得溶液的}$$

物质的量浓度为 $c\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 根据 $c=\frac{1\ 000\rho w}{M}$ 可知, 该溶液的密度为 $\frac{c(17V+22\ 400a)}{1\ 000V}\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 。 ③ 200 mL $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶

液中含 Al^{3+} 的质量为 1.08 g, 其物质的量 $=\frac{1.08\text{ g}}{27\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}=0.04\text{ mol}$, 因此硫酸根的物质的量为 0.06 mol, 在该溶液中加入 300 mL $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{ Ba}(\text{OH})_2$ 溶液, $n[\text{Ba}(\text{OH})_2]$ 为 0.03 mol, 生成 0.03 mol 硫酸钡沉淀, 则反应后溶液中 SO_4^{2-} 的物质的量浓度 $=\frac{0.06\text{ mol}-0.03\text{ mol}}{0.2\text{ L}+0.3\text{ L}}=0.06\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

10. (1) ① 2.0 ② 加适量蒸馏水, 用玻璃棒搅拌至固体溶解完

全 ③baedc ④bc ⑤重新配制 (2) ① $11.9\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
② 静置后, 向上层清液中继续滴加 AgNO_3 溶液不再产生白色沉淀 $10.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

解析: (1) ① 配制 450 mL 溶液, 使用 500 mL 容量瓶, $m=0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \times 0.5\text{ L} \times 40\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}=2.0\text{ g}$ 。 ② 将称量好的 NaOH 固体转移至烧杯中, 加适量蒸馏水, 用玻璃棒搅拌至固体溶解完全, 冷却。 ③ 根据配制步骤是计算、称量、溶解、冷却、移液、洗涤、定容、摇匀、装瓶可知操作顺序为 baedc。 ④ 容量瓶中有残留的蒸馏水, 对配制溶液无影响, a 不符合题意; 仰视刻度线, 所配制的液体体积偏大, 浓度偏低, b 符合题意; 定容后再滴加蒸馏水, 使所加液体体积偏大, 浓度偏低, c 符合题意。

⑤ 如果蒸馏水加多需要重新配制。 (2) ① $c=\frac{1\ 000\rho w}{M}=\frac{1\ 000 \times 1.19 \times 36.5\%}{36.5}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}=11.9\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。 ② 取该盐酸, 加 AgNO_3 溶液, 静置后, 向上层清液中继续滴加 AgNO_3 溶液不再产生白色沉淀, 则盐酸被完全消耗; 由反应离子方程式 $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow$, $n(\text{HCl})=n(\text{AgNO}_3)=2.00\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \times 50 \times 10^{-3}\text{ L}=0.1\text{ mol}$, $c(\text{HCl})=\frac{n(\text{HCl})}{V}=\frac{0.1\text{ mol}}{10 \times 10^{-3}\text{ L}}=10.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

专题 4 硫与环境保护

第一单元 含硫化合物的性质

课时提优 19 二氧化硫的性质和应用

1. D 硫质脆, 微溶于酒精, 易溶于二硫化碳, A 错误; 硫与氢气反应生成硫化氢, 其中 S 元素的化合价降低, 表现氧化性, B 错误; 硫与铁粉和铜粉反应分别生成 FeS 和 Cu_2S , C 错误; 硫单质中 S 元素为 0 价, 在反应中既可以作氧化剂, 化合价降低到 -2 价, 也可以作还原剂, 化合价升高到 +4、+6 价, D 正确。
2. A 硫单质和金属铁反应生成硫化亚铁, 其中 S 元素的化合价降低, 体现了硫单质的氧化性, A 正确; 常温下, 硫单质可以和汞等物质发生反应, B 错误; 硫单质与氧化性强的非金属单质 (如 O_2) 反应时化合价升高, 作还原剂, 但与氧化性弱的非金属单质 (如 H_2) 反应时化合价降低, 作氧化剂, C 错误; 硫单质无论是在空气中还是在纯氧中燃烧, 都只得到二氧化硫, D 错误。
3. D 工业制备硫酸后含 SO_2 的尾气大量排放至空气中, SO_2 最终会转化为硫酸, 从而形成酸雨, A 正确; SO_2 使酸性 KMnO_4 溶液褪色, 是因为酸性 KMnO_4 溶液具有强氧化性, 与 SO_2 发生氧化还原反应, SO_2 转化为 SO_4^{2-} , S 的化合价升高, 则利用了 SO_2 的还原性, B 正确; SO_2 与 H_2S 气体发生反应 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightleftharpoons 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$, SO_2 中硫元素的化合价降低, 体现了 SO_2 的氧化性, C 正确; 将 SO_2 通入滴有酚酞的 NaOH 溶液中, 红色褪去, 是因为 NaOH 与 SO_2 反应生成 Na_2SO_3 和 H_2O , 使溶液的碱性减弱, 酚酞褪色, 向褪色后的溶液中滴加 NaOH 溶液, 酚酞遇碱又恢复红色, 和 SO_2 的漂白性无关, D 错误。
4. A 向 CuSO_4 溶液中滴加 KI 溶液时, 发生反应 $2\text{CuSO}_4 +$

$4\text{KI} \xrightarrow{\quad} 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$, 由关系式 $2\text{CuSO}_4 \sim 2\text{e}^- \sim 2\text{CuI}$ 可知, 滴加 KI 溶液时, 转移 2 mol e^- 会生成 2 mol CuI 沉淀, A 正确; 再向反应后的混合物中不断通入 SO_2 气体, 溶液逐渐变成无色, 此时发生反应 $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{I}_2 \xrightarrow{\quad} \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$, SO_2 中硫元素的化合价升高, SO_2 作还原剂, H_2SO_4 是氧化产物, B、C 错误; 氧化剂的氧化性强于氧化产物的氧化性, $2\text{CuSO}_4 + 4\text{KI} \xrightarrow{\quad} 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$ 中 Cu^{2+} 作氧化剂, I_2 是氧化产物, 氧化性 $\text{Cu}^{2+} > \text{I}_2$, $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{I}_2 \xrightarrow{\quad} \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$ 中碘元素的化合价由 0 价降低至 -1 价, I_2 作氧化剂, 氧化性 $\text{I}_2 > \text{SO}_2$, 则实验中物质的氧化性 $\text{Cu}^{2+} > \text{I}_2 > \text{SO}_2$, D 错误。

5. (1) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 \xrightarrow{\quad} \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$ (2) 溶液变红 酸 (3) 褪色 漂白性 (4) 产生淡黄色浑浊 氧化 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \xrightarrow{\quad} 3\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (5) 溶液褪色 还原 $5\text{SO}_2 + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$ (6) 吸收尾气 SO_2 , 防止污染空气 $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\quad} \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

解析: 由装置 A 制备 SO_2 , 通过紫色石蕊试液, 溶液变红; 通过品红溶液, 溶液褪色; 通过 H_2S 溶液, 产生淡黄色浑浊; 通过酸性 KMnO_4 溶液, 溶液紫色褪去; 最后通过 NaOH 溶液进行尾气处理。(1) Na_2SO_3 与浓硫酸反应产生 SO_2 , 发生反应的化学方程式见答案。(2) SO_2 能使紫色石蕊试液变红, 说明 SO_2 与水反应生成的 H_2SO_3 呈酸性。(3) SO_2 具有漂白性, 能使品红溶液褪色。(4) SO_2 具有氧化性, 能与 H_2S 溶液反应生成单质硫(由于 S 的密度不大, 故瓶内出现淡黄色浑浊), 反应的化学方程式见答案。(5) SO_2 具有还原性, 能使酸性 KMnO_4 溶液褪色, 反应的离子方程式见答案。

6. (1) ① SO_3^{2-} ② 随 pH 增大溶液中 HSO_3^- 转化为 SO_3^{2-} , SO_3^{2-} 不易被氧气氧化 (2) $4\text{H}_2 + 2\text{SO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{S}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ (3) ① 气液逆流, 增大吸收的接触面积, 使 SO_2 充分被吸收 ② 原料来源广泛, 工业成本降低, 不添加药剂, 节约淡水, 不产生副产品和废弃物 (4) ① $\text{CO} + \text{CaSO}_4 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO}_2 + \text{CaO} + \text{SO}_2$ ② O_2 浓度大, 反应速率快, 产生的 CaSO_4 颗粒小, 在石灰石表面产生致密的 CaSO_4 层阻碍了石灰石进一步反应

解析: (1) ① 据图乙分析, pH 调到 6~7, 该过程中含硫微粒浓度增大的是 SO_3^{2-} 。② 由图乙可知, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ 溶液在 pH 为 2~4.5 时, 随 pH 增大, HSO_3^- 的量不断增大, pH=4.5, S 主要以 HSO_3^- 的形式存在, pH 大于 4.5, 随 pH 增大, 溶液中的 HSO_3^- 转化为 SO_3^{2-} , SO_3^{2-} 不容易被氧化, 故被氧化速率逐渐减慢。(2) H_2 高温下将 SO_2 还原为 S_2 , 反应的化学方程式见答案。(3) ① 在 SO_2 吸收塔中采用海水从塔顶喷洒, 烟气从塔底鼓入, 其目的是气液逆流, 增大吸收的接触面积, 使 SO_2 充分被吸收。(4) ① 通入气体中 O_2 的浓度偏低时, 产生的 CO 与 CaSO_4 反应生成 CaO 等三种氧化物, 说明还生成 CO_2 和 SO_2 , 该反应的化学方程式见答案。② O_2 浓度高石灰石利用率偏低的原因是 O_2 浓度大, 反应速率快, 产生的 CaSO_4 颗粒小, 容易在石灰石表面产生致密的 CaSO_4 保护层, 阻碍了石灰石进一步反应。

课时提优 20 硫酸的制备与性质(1)

1. A 反应①中 FeS_2 中铁元素的化合价由 +2 价升高到

+3 价, 硫元素的化合价由 -1 价升高到 +4 价, FeS_2 作还原剂, 1 mol FeS_2 参与反应, 转移的电子数为 11 mol, A 正确, B 错误; 从沸腾炉出来的气体中含有杂质, 会使接触室中的催化剂中毒, 故从沸腾炉出来的气体需净化后再通入接触室, C 错误; 若用水吸收 SO_3 , SO_3 溶于水放出大量的热, 导致产生大量的酸雾, 降低 SO_3 的吸收效率, D 错误。

2. D 该反应是酸与碱发生中和反应生成盐和水, 硫酸只表现酸性, A 不符合题意; 该反应是硫酸与金属氧化物反应生成盐和水, 硫酸只表现酸性, B 不符合题意; 该反应是硫酸与盐反应生成新的酸和新的盐, 反应为复分解反应, 硫酸只表现酸性, C 不符合题意; C 与浓硫酸混合加热发生反应产生 CO_2 、 SO_2 、 H_2O , 在该反应中 S 的化合价由硫酸中的 +6 价变为 SO_2 中的 +4 价, S 的化合价降低, 得到电子被还原, 硫酸没有表现酸性, 只表现强氧化性, D 符合题意。

3. B 浓硫酸与蔗糖反应生成 SO_2 和 CO_2 , SO_2 和 CO_2 均能使湿润的石蕊试纸变红, 不能说明 SO_2 属于酸性氧化物, A 错误; 浸有酸性 KMnO_4 溶液的滤纸条褪色, 说明 SO_2 具有还原性, B 正确; SO_2 和 CO_2 均能使澄清石灰水变浑浊, 不能证明反应一定有 CO_2 产生, C 错误; 该实验主要体现了浓硫酸的脱水性和强氧化性, D 错误。

4. C 浓硫酸溶于水会放出大量热而使溶液温度升高, 而稀硫酸溶于水, 没有明显的热量变化, 溶液温度几乎不变, 因此可以通过分别取少量两种溶液加水稀释, 比较热效应进行鉴别, A 不符合题意; 浓硫酸具有脱水性, 能够使有机物脱水变黑, 而稀硫酸不具有脱水性, 因此分别取两种溶液滴加到纸张上, 观察纸张是否变黑, 变黑的是浓硫酸, 反之是稀硫酸, B 不符合题意; 二者溶液中都有 SO_4^{2-} , 滴加到 BaCl_2 溶液中都能与 Ba^{2+} 结合形成 BaSO_4 白色沉淀, 不能使用 BaCl_2 溶液进行鉴别, C 符合题意; 室温下, 铁遇浓硫酸会发生钝化现象而不能进一步反应, 而铁加入稀硫酸中, 会发生反应使铁片溶解, 溶液变为浅绿色, 同时产生气泡, 二者现象不同, 可以进行鉴别, D 不符合题意。

5. C 浓硫酸具有强氧化性, 常温下能使铁、铝发生钝化, 所以可以用铁制或铝制的容器贮存浓硫酸, A 错误; H_2S 具有强还原性, 浓硫酸具有强氧化性, 二者能发生氧化还原反应, 不能用浓硫酸制取 H_2S , B 错误; 浓硫酸具有强氧化性, 与任何金属反应均无法得到 H_2 , D 错误。

6. C 黄铁矿的主要成分是 FeS_2 , “煅烧”时生成 Fe_2O_3 和 SO_2 , 反应的化学方程式为 $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$, 将生成的 SO_2 进行催化氧化, 生成 SO_3 , SO_3 最后与水反应生成硫酸。黄铁矿“煅烧”时反应的化学方程式为 $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$, 不是生成 Fe_3O_4 , A 错误; 根据煅烧的反应可以确定, 0.05 mol FeS_2 参加反应生成 0.1 mol SO_2 和 0.025 mol Fe_2O_3 , 转移 0.55 mol 电子, 0.1 mol SO_2 被氧化生成 SO_3 时转移 0.2 mol 电子, SO_3 与水反应时不发生电子转移, 因此反应生成 0.1 mol H_2SO_4 时, 共转移 0.75 mol 电子, B 错误; SO_3 溶于水会产生大量热量, 使水蒸发成水蒸气, 然后 SO_3 气体就会溶解在水蒸气中, 从而产生酸雾(H_2SO_4), C 正确; 标准状况下, SO_3 为固体, 不能用气体摩尔体积

22.4 L · mol⁻¹ 计算 SO₃ 的物质的量和原子总数,D 错误。

7. (1) S+O₂ $\xrightarrow{\text{点燃}}$ SO₂ (2) 98.3% 的浓硫酸 (3) H₂S₂O₇ 或 H₂SO₄ · SO₃ 或 2SO₃ · H₂O (4) 将气体通入品红溶液中, 若观察到溶液褪色, 加热后溶液又恢复至红色, 则可以证明有二氧化硫气体存在

解析: (1) 硫黄在空气中燃烧生成 SO₂。(2) SO₃ 与 H₂O 反应会放出大量的热, 在此过程中会形成酸雾, 不利于 SO₃ 的吸收; 工业上用 98.3% 的浓硫酸吸收 SO₃, 一方面可以增大吸收的速率和效率, 另一方面防止形成酸雾, 即吸收剂 b 为 98.3% 的浓硫酸。(3) 流程中 SO₃ 经 98.3% 的浓硫酸吸收后, 溶液中除 H₂SO₄ 外, 还存在一种含硫的化合物(硫的化合价为 +6 价), 经测定其相对分子质量为 178, 结合 H₂SO₄、SO₃ 的相对分子质量依次为 98、80, 推测该含硫化合物的化学式为 H₂SO₄ · SO₃ (或 H₂S₂O₇ 或 2SO₃ · H₂O)。(4) 通常用 SO₂ 的漂白性检验 SO₂。

8. (1) 排出空气, 避免空气中的氧气干扰实验 吸收尾气 SO₂ 并防止倒吸 (2) 29.5% (3) SO₂ 溶于水生成 H₂SO₃, H₂SO₃ 是弱酸, 电离出少量 H⁺ 使溶液 pH 下降 硫酸(或盐酸) (4) ①O₂ 能氧化 SO₂; ②NO₃⁻ 能氧化 SO₂; ③O₂ 的氧化作用比 NO₃⁻ 强(或有 O₂ 参与, 可显著提高 NO₃⁻ 氧化 SO₂ 的反应速率或剧烈程度) (5) 90% d

解析: 由实验装置图可知, 装置 A 中绿矾高温条件下分解生成氧化铁、二氧化硫、三氧化硫和水, 装置 B 中三氧化硫与水蒸气冷凝反应得到硫酸溶液, 装置 C 用于探究 SO₂ 与钡盐溶液的反应, 装置 D 中盛有的氢氧化钠溶液用于吸收未反应的 SO₂, 防止污染空气, 其中倒置的漏斗能起到防止倒吸的作用。(1) 将装置内的空气排出, 避免空气中的氧气干扰实验, 影响 SO₂ 的产生。由分析可知, 装置 D 中盛有的 NaOH 溶液用于尾气处理, 防止空气污染, 其中倒置的漏斗能起到防止倒吸的作用。(2) 由化学方程式可知, 反应生成三氧化硫和水蒸气的物质的量之比为 1:14, 1 mol SO₃ 与 1 mol H₂O 反应生成 1 mol H₂SO₄, 则所得硫酸溶液的质量分数理论值 =

$$\frac{1 \text{ mol} \times 98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1 \text{ mol} \times 98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 13 \text{ mol} \times 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 100\% \approx 29.5\%。$$

(3) 据图分析可知, 曲线①的变化说明 SO₂ 不与氯化钡溶液反应, 溶于水的 SO₂ 部分与水反应生成弱酸亚硫酸, 亚硫酸在溶液中部分电离出 H⁺, 使溶液中 pH 减小; 曲线②的变化说明溶液中 O₂ 将 SO₂ 氧化生成强酸硫酸, 反应生成的硫酸溶液与氯化钡溶液反应生成硫酸钡沉淀和盐酸, 使溶液中 H⁺ 浓度迅速增大, 溶液 pH 出现骤降。(4) 曲线③的变化说明曲线①中反应生成的亚硫酸在溶液中部分电离出 H⁺, 增强溶液中 NO₃⁻ 的氧化性, NO₃⁻ 将溶液中 SO₂ 氧化成 H₂SO₄, 再与 Ba(NO₃)₂ 溶液反应生成硫酸钡沉淀和硝酸, 使溶液中 H⁺ 浓度增大, 溶液 pH 降低, 但溶液中的 pH 大于曲线②; 曲线④的变化说明溶液中的亚硫酸被空气中 O₂ 氧化生成硫酸, 溶液中 H⁺ 浓度大, NO₃⁻ 的氧化性强, 在溶液中将 SO₂ 迅速氧化生成硫酸钡和硝酸, 溶液 pH 出现骤降, 在 4 组曲线中溶液的 pH 最小, 综合四组数据可知, O₂ 和 NO₃⁻ 均能氧化 SO₂, 溶液中的 O₂ 能促进 H₂SO₃ 转化成 H₂SO₄, 增强溶液酸性, 提高

NO₃⁻ 氧化 SO₂ 的反应速率和反应程度。(5) 标准状况下,

$$2\ 240 \text{ mL 气体的物质的量} = \frac{2.24 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}, \text{SO}_2$$

气体通入硝酸钡溶液中得到 20.97 g BaSO₄ 沉淀, 由硫原子个

$$\text{数守恒可知, SO}_2 \text{ 的体积分数} = \frac{\frac{20.97 \text{ g}}{233 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}}{0.1 \text{ mol}} \times 100\% =$$

90%。若气体通入速率过快会使 SO₂ 不能完全被吸收, 生成硫酸钡的质量偏小, 导致所测结果偏低, a 不符合题意; 若未用食用油覆盖液面不会影响硫酸钡的质量, 对所测结果无影响, b 不符合题意; 若收集的气体中有 CO₂ 不会影响硫酸钡的质量, 对所测结果无影响, c 不符合题意; 若沉淀未进行恒重操作, 可能会使沉淀表面附有可溶性杂质, 使测得的硫酸钡的质量偏大, 导致所测结果偏高, d 符合题意。

课时提优 21 硫酸的制备与性质(2)

1. B 区别浓硫酸的脱水性和吸水性, 要看原物质中是否含有水分子。浓硫酸表现吸水性, A 不符合题意; 浓硫酸表现脱水性, B 符合题意; 反应中浓硫酸表现强氧化性, C 不符合题意; 反应中浓硫酸表现强氧化性和酸性, D 不符合题意。

2. D 浓硫酸与金属反应时, 硫元素被还原, 体现其强氧化性, 稀硫酸与金属反应时, 氢元素被还原, 体现其氧化性, A 错误; 浓硫酸具有脱水性, 可与蔗糖反应做“黑面包”实验, B 错误; 浓硫酸在常温下与铁、铝发生钝化反应, 表面生成一层致密的氧化膜, 阻止反应进一步进行, C 错误; 浓硫酸有强氧化性, 生成的少量黑色固体可能是铜的硫化物, D 正确。

3. D 水分子不断运动, 玻璃罩内空气中的水蒸气不断地被浓硫酸吸收, 导致左侧烧杯中的水不断挥发, 最后左侧烧杯内的液体量明显少于右侧烧杯内的液体量, A 不符合题意; 滤纸片沾上浓硫酸后, 很快会脱水而变黑, B 不符合题意; 将浓硫酸滴到小试管中, 浓硫酸稀释放出热量, 会使锥形瓶内压强增大, 则右侧 U 形管内液面会出现左低右高的现象, C 不符合题意; 常温下铜片与浓硫酸不反应, 无法验证浓硫酸的强氧化性, D 符合题意。

4. A A 中浓硫酸和铜在加热条件下反应生成 CuSO₄、水和 SO₂, 则 B 中品红遇 SO₂ 褪色, 且微热后恢复红色; C 中氯水具有强氧化性, 能够氧化 SO₂, 则 C 中氯水褪色; SO₂ 和 H₂S 能发生反应生成 S 和水, 则 D 中 H₂S 溶液中生成黄色沉淀; E 中氨水用于吸收未反应完的 SO₂, 防止其污染环境, 其中倒置的漏斗可以防倒吸。品红溶液褪色且微热后恢复红色, 说明 A 中反应产生了 SO₂, 浓硫酸转化为 SO₂, 硫元素的化合价降低, 说明浓硫酸具有氧化性, A 正确; 氯水具有强氧化性, 与 SO₂ 发生反应 SO₂ + Cl₂ + 2H₂O = H₂SO₄ + 2HCl, 氯水褪色, 反应中 SO₂ 中 S 的化合价升高, 说明 SO₂ 具有还原性, B 错误; SO₂ + 2H₂S = 3S ↓ + 2H₂O, SO₂ 中 S 的化合价降低, 说明 SO₂ 具有氧化性, C 错误; 装置 E 为尾气处理装置, 即吸收多余的 SO₂, SO₂ 与氨水反应生成 (NH₄)₂SO₃, 亚硫酸盐具有还原性, 易被空气中的 O₂ 氧化为 (NH₄)₂SO₄, 则实验后将装置 E 中溶液蒸发结晶得到 (NH₄)₂SO₄ 固体, D 错误。

5. D pH 试纸变黑, 能证明浓硫酸的脱水性, ①不符合题意;

胆矾失去结晶水,变为白色的无水硫酸铜,能证明浓硫酸的吸水性,②符合题意;饱和 KNO_3 溶液中析出 KNO_3 晶体,能证明浓硫酸的吸水性,③符合题意;试管中的水减少,能证明浓硫酸的吸水性,④符合题意。综上所述,②③④符合题意,故选 D。

6. D 加热条件下,浓硫酸可以和铜发生氧化还原反应生成硫酸铜、二氧化硫和水,体现了浓硫酸的酸性和强氧化性,而稀硫酸不与铜发生反应,当浓硫酸变为稀硫酸时反应停止,A 正确;反应过程中浓硫酸逐渐变稀,铜与稀硫酸不反应,因此反应结束后铜和 H_2SO_4 均有剩余,B 正确;根据 $\text{Cu} \sim 2\text{H}_2\text{SO}_4$,则参加反应的 $n(\text{Cu}) < 0.1 \text{ L} \times 18 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times \frac{1}{2} = 0.9 \text{ mol}$,被还原的硫酸应依据生成的 SO_2 来算,可得被还原的硫酸的物质的量 $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{SO}_2) = \frac{V \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{V}{22.4} \text{ mol}$,C 正确,D 错误。

7. D 由题意可知,硫酸过量,反应消耗的 H_2SO_4 的物质的量 = $18.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.1 \text{ L} - \frac{0.1}{2} \text{ mol} = 1.8 \text{ mol}$,若生成的气体 A 仅为 SO_2 ,根据 $2\text{H}_2\text{SO}_4 \sim \text{SO}_2$,标准状况下, SO_2 的体积 = $\frac{1.8 \text{ mol}}{2} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 20.16 \text{ L} \neq 33.6 \text{ L}$,故不可能全是 SO_2 气体,随着反应的进行, H_2SO_4 浓度变小,锌与稀硫酸反应生成 H_2 ,A 正确;设生成 $x \text{ mol SO}_2$,生成 $y \text{ mol H}_2$,则 $2x + y = 1.8, x + y = 1.5$,解得 $x = 0.3, y = 1.2$,所以 SO_2 与 H_2 的体积之比为 $1:4$,B 正确;设参加反应的 Zn 为 $a \text{ mol}$,根据得失电子守恒有 $2x + 2y = 2a$,解得 $a = 1.5$,故消耗 Zn 的质量 = $1.5 \text{ mol} \times 65 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 97.5 \text{ g}$,C 正确;反应中转移电子数为 $2a \text{ mol} = 3 \text{ mol}$,D 错误。

8. (1) 脱水性和强氧化性 $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (2) 检验 SO_2 (3) 吸收 SO_2 酸性 KMnO_4 溶液颜色变浅,但不褪色 (4) $\text{CO}_2 + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

解析:(1) 装置 A 中的现象为产生大量气体,生成的黑色物质,体现浓硫酸的脱水性,体积膨胀产生 CO_2 、 SO_2 气体,体现浓硫酸的强氧化性,产生气体的化学方程式为 $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。(2) 装置 B 中的溶液为品红溶液,用于检验气体中是否存在 SO_2 。(3) 因为 SO_2 也能使澄清石灰水变浑浊,所以检验 CO_2 之前,应先除去 SO_2 ,装置 C 的作用是吸收 SO_2 , SO_2 能被酸性 KMnO_4 溶液氧化成 H_2SO_4 ,为保证除杂彻底,酸性 KMnO_4 溶液应过量,现象为酸性 KMnO_4 溶液颜色变浅,但不褪色。(4) 装置 D 中的澄清石灰水用于检验是否存在 CO_2 ,通过生成 CaCO_3 白色沉淀,证明 CO_2 的存在,反应的离子方程式为 $\text{CO}_2 + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

9. (1) 用火柴梗蘸取少量硫酸,火柴梗若立即变黑,证明是浓硫酸(答案合理即可) (2) 3(或 4) 4(或 3) 2 1 防倒吸 (3) C 中品红溶液褪色 浓硫酸变成稀硫酸,稀硫酸与 Zn 反应放出 H_2 (4) $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_3 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{HSO}_3^-$

解析:(1) 可根据浓硫酸的特性选择简单易行的实验方法进行

确定,如利用其脱水性及稀释时放热等。(2) 装置 C 的作用是检验 SO_2 气体,故应选择装置甲,且长管进气,短管出气;B 处需要接一个防倒吸的安全装置,故应选择装置乙;内有 SO_2 的导管直接通入碱性溶液中容易发生倒吸,D、E 中的 CCl_4 可防倒吸。(3) 浓硫酸的强氧化性表现在 H_2SO_4 被还原成 SO_2 ;反应开始时,装置中的空气被排出,C、D、E 中均有气泡产生,随着反应的进行,品红溶液褪色,说明有 SO_2 生成,且随着 H_2SO_4 浓度的减小,反应变慢,产生的气泡量减少,反应一段时间后,浓硫酸变为稀硫酸,稀硫酸与 Zn 反应产生 H_2 ,产生的气泡量又会明显增加。(4) D 中浑浊消失是因为过量的 SO_2 与 CaSO_3 反应生成可溶性的 $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$,据此可写出离子方程式。

第二单元 硫及其化合物的相互转化

课时提优 22 硫及其化合物的相互转化

1. C Cu 与 S 在点燃条件下生成 Cu_2S , S 与 O_2 点燃生成 SO_2 , Fe 与 Cl_2 点燃生成 FeCl_3 ,C 符合题意。

2. A 溶液先出现蓝色,说明有 I_2 生成,则通入的 Cl_2 与 I^- 发生反应 $\text{Cl}_2 + 2\text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$,同一反应中还原剂的还原性大于还原产物的还原性,则还原性 $\text{I}^- > \text{Cl}^-$,后溶液蓝色褪去,说明 I_2 和 SO_2 发生反应 $\text{I}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{I}^-$,同理,还原性 $\text{SO}_2 > \text{I}^-$,则还原性 $\text{SO}_2 > \text{I}^- > \text{Cl}^-$,A 正确;酸性溶液中 NO_3^- 具有强氧化性,会将 SO_2 氧化为 SO_4^{2-} , SO_4^{2-} 和 Ba^{2+} 结合生成 BaSO_4 白色沉淀,不能说明混有 $\text{SO}_3(\text{g})$,B 错误; SO_2 和 Na_2CO_3 反应生成 Na_2SO_3 和 CO_2 ,气体先通入足量的酸性 KMnO_4 溶液中,酸性 KMnO_4 溶液具有强氧化性,会和 SO_2 发生氧化还原反应,吸收其中的 SO_2 气体,再通入澄清石灰水中,澄清石灰水变浑浊,可证明反应生成了 CO_2 气体,根据强酸制弱酸原理,可说明 H_2SO_3 的酸性强于 H_2CO_3 的,C 错误;使品红溶液褪色的不一定是 SO_2 气体, Cl_2 也能使品红溶液褪色,D 错误。

3. A 由于加入的稀硫酸也能与 BaCl_2 溶液反应生成 BaSO_4 沉淀,故不能判断 Na_2SO_3 已部分被氧化,A 错误;若 Na_2SO_3 被氧化,则加入 BaCl_2 溶液后,生成的沉淀中可能有 BaSO_4 ,B 正确;向 Na_2SO_3 溶液中滴加 BaCl_2 溶液,产生白色沉淀,再加入足量稀硫酸,充分振荡后仍有白色沉淀,该沉淀一定是 BaSO_4 ,C 正确;该实验不能确定 Na_2SO_3 是否部分被氧化,D 正确。

4. C 根据硫元素的“价-类二维图”可知,X 为 H_2S ,Y 为 S 单质,Z 为 SO_2 ,W 为 H_2SO_4 。 H_2S 和 SO_2 发生氧化还原反应生成 S 单质,化学方程式为 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightleftharpoons 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$,A 正确; S 单质易溶于酒精和 CS_2 ,常温下,附着在试管内壁的 S 单质,可以用 CS_2 洗涤,B 正确; SO_2 与酸性高锰酸钾溶液发生氧化还原反应使其褪色, SO_2 被氧化成 SO_4^{2-} ,体现还原性,C 错误; H_2SO_4 浓溶液能使蔗糖变黑、体积膨胀、产生刺激性气味气体,说明 W 浓溶液具有脱水性、强氧化性,D 正确。

5. D 根据硫元素的“价-类二维图”可知,a 为 H_2S ,b 为 S ,c 为 SO_2 ,d 为 H_2SO_3 ,e 为 H_2SO_4 ,f 为含有 SO_3^{2-} 或 HSO_3^- 的

盐, g 为含有 SO_4^{2-} 或 HSO_4^- 的盐。a 为 H_2S , 可以和 SO_2 、 H_2SO_3 、 H_2SO_4 发生归中反应生成硫单质, A 正确; H_2SO_3 具有较强的还原性, 在空气中久置会被 O_2 氧化成硫酸, 硫酸的酸性较强, 溶液的 pH 会变小, B 正确; 若 g 为酸式盐, 在溶液中可电离出 H^+ , H^+ 可以与 SO_3^{2-} 或 HSO_3^- 反应生成 SO_2 和 H_2O , C 正确; 铜与浓硫酸共热产生 SO_2 气体, SO_2 具有还原性, 与 H_2O_2 会发生氧化还原反应生成 H_2SO_4 , H_2SO_4 与 BaCl_2 溶液反应生成 BaSO_4 白色沉淀, D 错误。

6. D S 元素化合价反应前为 $-\frac{2}{x}$ 价, 反应后为 +6 价, 化合价升高, $1 \text{ mol Na}_2\text{S}_x$ 失去电子数 $= x \times \left(6 + \frac{2}{x}\right) \text{ mol} = (6x + 2) \text{ mol}$, 反应中 Cl 元素化合价由 +1 价降低至 -1 价, 化合价降低 2 价, 1 mol NaClO 得到 2 mol 电子, 因反应中 Na_2S_x 与 NaClO 的个数之比为 1 : 16, 根据氧化还原反应中得失电子守恒可得 $6x + 2 = 2 \times 16$, 解得 $x = 5$ 。故选 D。

7. D 题中所述的变化过程可表示为硫黄 $\xrightarrow[\text{燃烧}]{\text{空气}}$ 甲 $\xrightarrow{\text{水}}$ 乙 $\xrightarrow{\text{溴水}}$ 丙 $\xrightarrow{\text{Na}_2\text{S}}$ 丁 $\xrightarrow{\text{乙}}$ 戊。由题意可推出, 甲是 SO_2 , 乙是 H_2SO_3 , 丙是 H_2SO_4 , 丁是 H_2S , 戊是 S。故选 D。

8. D SO_2 和 H_2S 反应体现了 SO_2 的氧化性, A 错误; 途径②用 ZnO 与 H_2S 反应生成 ZnS , 再用 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液浸取 ZnS , 发生反应 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{ZnS} = \text{S} \downarrow + 2\text{FeSO}_4 + \text{ZnSO}_4$, 则 ZnO 为反应物, B 错误; 根据总反应 $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 可知, 每生成 1 mol S 转移 2 mol 电子, 则每回收 16 g (即 0.5 mol) S, 转移 1 mol 电子, C 错误; 根据反应 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{ZnS} = \text{S} \downarrow + 2\text{FeSO}_4 + \text{ZnSO}_4$ 可得关系式 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \sim \text{S}$, 途径②中每回收 16 g (即 0.5 mol) S, 理论上消耗 0.5 mol $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, D 正确。

9. C 过程甲中 Fe^{3+} 和 H_2S 发生氧化还原反应生成 Fe^{2+} 、硫单质, 根据得失电子守恒可得, $n(\text{Fe}^{3+}) = 2n(\text{H}_2\text{S})$, A 错误; 该过程需要硫杆菌催化, 温度过高, 会导致硫杆菌失去活性, B 错误; 硫杆菌在酸性溶液中可实现天然气的催化脱硫, 过程甲中 Fe^{3+} 将 H_2S 氧化生成 S, 自身被还原为 Fe^{2+} , 在过程乙中又被 O_2 氧化为 Fe^{3+} , 故 Fe^{3+} 为该脱硫过程的催化剂, C 正确; 过程乙中 Fe^{2+} 在酸性条件下被 O_2 氧化生成 Fe^{3+} 和水, 反应的离子方程式为 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$, D 错误。

10. (1) 排出装置中的空气, 防止 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ (或 NaHSO_3) 被空气中的 O_2 氧化 (2) $\text{NaBH}_4 + 8\text{NaHSO}_3 \xrightarrow{10 \sim 35^\circ\text{C}} \text{NaBO}_2 + 4\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$ (3) 2 : 1 (4) ① $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ② $\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3^{2-} = 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Br}^-$ (5) 当 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 初始浓度大于 $6 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, $\text{S}_2\text{O}_5^{2-}$ 过量, 会导致生成的 SO_3^{2-} 过量, 过量的 $\text{S}_2\text{O}_5^{2-}$ 或 SO_3^{2-} 会消耗 $[\text{O}]$, 导致与 CN^- 反应的 $[\text{O}]$ 减少, 总氰化物的去除率下降

解析: (1) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 和 NaHSO_3 均易被 O_2 氧化, 所以实验前需打开 K 通入一段时间 N_2 , 以排出装置中的空气。 (2) $10 \sim 35^\circ\text{C}$, NaHSO_3 与 NaBH_4 反应生成 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 和 NaBO_2 , 根据得失电子守恒和元素质量守恒可配平化学方程式。 (3) SO_2 和 TeOSO_4 溶液得到 Te, 反应中 Te 的化合价降低, 则 SO_2 中 S

的化合价升高, 有 SO_4^{2-} 生成, 根据得失电子守恒和元素质量守恒配平化学方程式为 $\text{TeOSO}_4 + 2\text{SO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Te} + 3\text{H}_2\text{SO}_4$, 反应中 $n(\text{SO}_2) : n(\text{TeOSO}_4) = 2 : 1$ 。

(4) ① Na_2SO_3 固体与浓硫酸反应的化学方程式为 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。② 溴水中加入 Na_2SO_3 溶液, Br_2 具有较强的氧化性, 将 SO_3^{2-} 氧化成 SO_4^{2-} , 根据得失电子守恒、电荷守恒和元素质量守恒可配平离子方程式。 (5) 由图可知, 当 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 初始浓度大于 $6 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, $\text{S}_2\text{O}_5^{2-}$ 过量, 会导致生成的 SO_3^{2-} 过量, 过量的 $\text{S}_2\text{O}_5^{2-}$ 或 SO_3^{2-} 会消耗 $[\text{O}]$, 导致与 CN^- 反应的 $[\text{O}]$ 减少, 总氰化物的去除率下降。

11. (1) $\text{Na}_2\text{S} = 2\text{Na}^+ + \text{S}^{2-}$ 氧化剂 (2) $\text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (3) $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (4) $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (5) 氧化 O_2 $2\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{Na}_2\text{SO}_3 = 4\text{NaOH} + 2\text{CaSO}_4$ (6) NaOH

解析: 钠盐 A 中硫元素的化合价为 -2 价, 则 A 为 Na_2S ; 根据硫元素的“价-类二维图”及相互转化关系可知, B 为 S 单质, C 为 SO_2 , D 为 H_2SO_3 , E 为 H_2SO_4 。 (1) Na_2S 的电离方程式为 $\text{Na}_2\text{S} = 2\text{Na}^+ + \text{S}^{2-}$; 在 Na_2S 溶液中通入氯气, 发生反应 $\text{Na}_2\text{S} + \text{Cl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{S} \downarrow$, 氯元素化合价降低, 氯气作氧化剂。 (2) D 是 H_2SO_3 , C 是 SO_2 , SO_2 和水反应生成 H_2SO_3 , 反应的化学方程式见答案。 (3) 浓硫酸和铜在加热条件下反应的化学方程式是 $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。 (4) 根据图示可知, 过程 I 是 SO_2 和 NaOH 反应生成 Na_2SO_3 和 H_2O , 反应的化学方程式见答案。 (5) 过程 II 中 Na_2SO_3 、 O_2 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应生成 CaSO_4 和 NaOH , O_2 是氧化剂, Na_2SO_3 被氧化, 反应的化学方程式见答案。 (6) 过程 I 消耗氢氧化钠, 过程 II 生成氢氧化钠, 该过程中可以循环利用的物质是 NaOH 。

课时提优 23 氧化还原反应方程式的配平

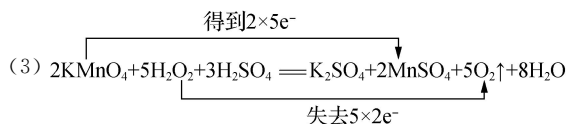
1. B 该反应中, 反应物 NaClO_2 中的 Cl 呈 +3 价, 生成物 ClO_2 中的 Cl 呈 +4 价, 则 NaClO_2 作还原剂, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 作氧化剂, ClO_2 是氧化产物。根据氧化还原反应中化合价变价的就近现象, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 中的 S 的 +7 价会变为 +6 价, 即还原产物为 Na_2SO_4 , 故该反应的化学方程式为 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8 + 2\text{NaClO}_2 = 2\text{ClO}_2 \uparrow + 2\text{Na}_2\text{SO}_4$, A 正确; $1 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 参加反应, 得到 2 mol Na_2SO_4 , 则 $1 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 参加反应得到 2 mol e^- , B 错误; ClO_2 具有强氧化性, 可以杀菌消毒, C 正确; 该反应中, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 作氧化剂, ClO_2 是氧化产物, 则 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 的氧化性比 ClO_2 的强, D 正确。

2. (1) ① $\text{KHCO}_3 + \text{KOH} = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 或 $2\text{KHCO}_3 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{CO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ ② $\text{NH}_3 + \text{H}^+ = \text{NH}_4^+$ ③ $\text{SO}_3^{2-} + \text{ClO}^- = \text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ (2) ① $8\text{Fe}^{3+} + \text{CuS} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 8\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+$ ② $4\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+ + \text{O}_2 = 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$

解析: (1) ① KHCO_3 溶液和 KOH 溶液反应生成 K_2CO_3 溶

液; KHCO_3 溶液和氨水反应也能生成 K_2CO_3 溶液。②氨气和盐酸反应生成氯化铵。③ Na_2SO_3 溶液被 NaClO 溶液氧化生成 Na_2SO_4 溶液,在碱性条件下的离子方程式见答案。(2) ①步骤 I 为 Fe^{3+} 和 CuS 反应生成 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} ,S 元素从 -2 价升到 +6 价,Fe 元素从 +3 价降到 +2 价,根据得失电子守恒以及电荷守恒和原子守恒可写出反应的离子方程式。②步骤 II 为酸性条件下 Fe^{2+} 被 O_2 氧化为 Fe^{3+} ,根据得失电子守恒以及电荷守恒和原子守恒可写出反应的离子方程式。

3. (1) KMnO_4 氧化 (2) 2 : 5



(4) $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$

解析:(1) 根据化学方程式可知, KMnO_4 中锰元素的化合价由 +7 价降低至 +2 价, KMnO_4 作氧化剂,发生还原反应, H_2O_2 中氧元素的化合价由 -1 价升高至 0 价,作还原剂,发生氧化反应。(2) 根据得失电子守恒有 $n(\text{KMnO}_4) \times 5 = n(\text{H}_2\text{O}_2) \times 2$, $n(\text{KMnO}_4) : n(\text{H}_2\text{O}_2) = 2 : 5$,即参加反应的氧化剂与还原剂的化学计量数之比为 2 : 5。(3) 根据得失电子守恒配平得反应的化学方程式为 $2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 5\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$,用双线桥法表示电子转移的方向和数目见答案。(4) 根据离子方程式的书写规则,由反应的化学方程式可写出反应的离子方程式。

4. (1) $\text{OH}^- + \text{H}^+ + \text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{H}_2\text{O} + \text{BaSO}_4 \downarrow$
(2) $2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = 2\text{H}_2\text{O} + \text{BaSO}_4 \downarrow$
(3) $\text{PbSO}_4 + 2\text{CH}_3\text{COO}^- = (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$

解析:(1) 向 NaHSO_4 溶液中逐滴加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液至 SO_4^{2-} 恰好完全沉淀,应按 NaHSO_4 的组成写出反应的离子方程式。(2) 向 NaHSO_4 溶液中逐滴加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液至溶液显中性, H^+ 与 OH^- 的物质的量相等,应按 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 的组成写出发生反应的离子方程式。(3) PbSO_4 难溶于水, $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ 为弱电解质,书写离子方程式时仍用化学式表示,离子方程式见答案。

5. (1) $2\text{MnO}_4^- + 5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 16\text{H}^+ \xrightarrow{\Delta} 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$
(2) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{HSO}_3^- + 5\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$
(3) $\text{VO}^+ + \text{MnO}_2 + 2\text{H}^+ = \text{VO}_2^+ + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$
(4) $\text{BaSO}_4 + 4\text{C} \xrightarrow{900 \sim 1200^\circ\text{C}} \text{BaS} + 4\text{CO} \uparrow \quad \text{CO} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO}_2 + \text{H}_2$

解析:(3) “酸浸氧化”过程中, VO^+ 被氧化为 VO_2^+ ,溶液呈酸性,则 MnO_2 被还原为 Mn^{2+} ,结合得失电子守恒、电荷守恒及元素质量守恒可写出离子方程式。(4) 由流程图经“浸出槽”后得到净化的 BaS 溶液以及回转炉尾气中含有有毒气体可知,在回转炉中 BaSO_4 被过量的焦炭粉还原生成可溶性的 BaS ,焦炭被氧化成 CO ,化学方程式见答案。生产上可通过水蒸气变换反应将回转炉中的有毒气体 CO 转化为 CO_2 和一种清洁能源气体,即 CO 与 H_2O 反应生成 CO_2 和 H_2 ,化学方程

式见答案。

6. (1) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \xrightarrow{\text{SBR}} 2\text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{S} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (2) 用 CO_2 吹出时可增强溶液的酸性,抑制了 H_2S 的溶解,更有利于将 H_2S 吹出 (3) 1 : 2 (4) 2
(5) $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{S} = 2\text{FeS} + \text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$

(6) ① $\text{ZnFe}_2\text{O}_4 + 3\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2 \xrightarrow{400^\circ\text{C}} \text{ZnS} + 2\text{FeS} + 4\text{H}_2\text{O}$

②部分 ZnS 和 FeS 被氧化为硫酸盐

解析:(1) CH_3COOH 中 H 为 +1 价, O 为 -2 价,则 C 的平均化合价为 0 价,反应后生成 CO_2 , C 为 +4 价,根据 S 和 C 得失电子守恒配平离子方程式,用 H^+ 平衡电荷。(2) CO_2 溶于水显酸性,在酸性条件下, H_2S 的溶解度减小,有利于被吹出。

(3) 发生的反应为 $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$,反应关系为 $2\text{H}_2\text{S} \sim 2\text{SO}_2 \sim 4\text{H}_2\text{S}$,用于燃烧的 H_2S 和剩余的 H_2S 的物质的量之比为 1 : 2。

(4) 反应①为 $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$,反应②为 $\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{SO}_2$,反应③为 $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4$,反应④为 $2\text{HI} \xrightarrow{\Delta} \text{H}_2 + \text{I}_2$,则总反应为 $\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$,理论上,1 mol H_2S 可制 2 mol H_2 。

(5) 由已知条件知,产物有 $\text{Fe}_2\text{S}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 FeS 和 S 。第一步中有 $\text{Fe}_2\text{S}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 生成,第二步中 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 和 H_2S 反应生成 FeS ,此外还有 S ,Fe 的化合价降低,S 的化合价升高,根据得失电子守恒配平化学方程式。

(6) ① ZnFe_2O_4 与 H_2 、 H_2S 反应生成 ZnS 和 FeS ,Fe 的化合价由 +6 价降为 +2 价, H_2 作还原剂,H 由 0 价升至 +1 价,根据 Fe、H 得失电子守恒配平化学方程式。②在 280~400 °C 内,固体质量增加,原因是部分硫元素被氧化生成硫酸盐,吸收了氧元素。

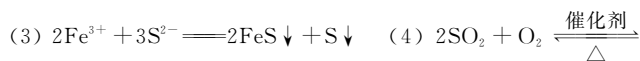
第三单元 防治二氧化硫对环境的污染

课时提优 24 防治二氧化硫对环境的污染

1. B a 中反应的化学方程式为 $2\text{FeS}_2 + 7\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$, Fe^{2+} 经 O_2 氧化成 Fe^{3+} , Fe^{3+} 水解后得到 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, Fe^{3+} 也能被 FeS_2 还原为 Fe^{2+} 。黄铁矿经氧化后有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 生成,因此经氧化后的黄铁矿可能呈现与铁锈类似的红褐色,A 正确;a 中反应的化学方程式为 $2\text{FeS}_2 + 7\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$,则生成 1 mol FeSO_4 消耗 1 mol FeS_2 ,1 mol FeS_2 被氧化时,失电子,两个 S 原子的化合价从 -1 价升高到 +6 价,因此失电子总物质的量是 14 mol,B 错误;黄铁矿的氧化和 Fe^{3+} 的水解会产生较多酸性废水,破坏矿区生态环境,C 正确;a 中 1 mol FeS_2 被氧化时,转移 14 mol 电子,根据得失电子守恒可得 $2n(\text{O}_2) = 7n(\text{FeS}_2)$,消耗 O_2 的物质的量 $= \frac{14 \text{ mol}}{4} = 3.5 \text{ mol}$,因此 0.1 mol FeS_2 被氧

化时消耗 0.35 mol O_2 , O_2 的体积约占空气体积的 $\frac{1}{5}$,则消耗标准状况下空气的体积 $= 0.35 \text{ mol} \times 5 \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \approx 39 \text{ L}$,D 正确。

2. (1) 3.01×10^{23} (2) $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$



2SO_3 (5) 燃料脱硫、排烟脱硫等

解析: (1) $0.5 \text{ mol C}_5\text{H}_{11}\text{O}_2\text{NS}$ 中含有 0.5 mol 硫原子,即含有 3.01×10^{23} 个硫原子。(2) SO_2 与 H_2S 反应生成 S 和水,化学方程式见答案。(3) 生物体内少量的 Fe^{3+} 和 S^{2-} 反应生成 FeS 和硫单质,离子方程式见答案。(4) SO_2 在催化剂、加热条件下生成 SO_3 ,化学方程式见答案。(5) 硫循环对气候和生命过程有重要意义,从消除污染源的角度,我们应该采取的措施有燃料脱硫、排烟脱硫等。

3. C 过度燃煤会生成较多硫的氧化物,硫的氧化物在空气中会转化为硫酸,会造成降雨中 H_2SO_4 含量升高,A 正确;稀硫酸能和 Al_2O_3 反应生成 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 和水, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 为可溶性盐,B 正确;水体中铝和重金属活化后会进入人体,在人体中积累会危害到人体健康,C 错误;在煤粉中掺入石灰可以将煤粉中的硫元素转化为 CaSO_4 ,减少硫污染物的排放,有利于减轻酸雨的危害,D 正确。

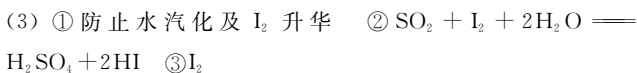
4. D 由空气质量报告可知,PM2.5 指数最大,因此该日空气首要污染物是 PM2.5,A 不符合题意;首要污染物为 PM2.5,对比污染指数标准来看,为重度污染,B 不符合题意;汽车尾气的主要成分是氮的氧化物,因此污染物 NO_2 可能主要来源于机动车尾气,C 不符合题意; SO_2 可形成酸雨,但 CO 不能形成酸雨,D 符合题意。

5. C 步骤①中 Fe 由 +2 价升高至 +3 价, O 由 0 价降低至 -2 价,步骤②中 Fe 由 +3 价降低至 +2 价, S 由 +4 价升高至 +6 价,则该流程中化合价发生改变的元素有 Fe 、 S 和 O ,A 错误;步骤①的反应为 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$,B 错误;步骤①中由得失电子守恒可得关系式 $4\text{Fe}^{2+} \sim \text{O}_2 \sim 4\text{Fe}^{3+}$,步骤②中由得失电子守恒得关系式 $2\text{Fe}^{3+} \sim \text{SO}_2$,则 1 mol SO_2 参与反应,需消耗 0.5 mol O_2 ,所以 32 g (即 0.5 mol) SO_2 参与反应,需消耗 0.25 mol O_2 ,其在标准状况下的体积为 5.6 L ,D 错误。

6. B FeS_2 在 O_2 中煅烧只能转化为 SO_2 , SO_2 与 O_2 在催化剂、高温条件下才能部分转化为 SO_3 ,A 不符合题意; H_2S 和 O_2 在高温条件下可转化为 SO_2 ,B 符合题意;尾气处理时先转化为亚硫酸盐,不能直接生成硫酸盐,C 不符合题意; H_2SO_4 与 Fe 反应生成 FeSO_4 和 H_2 ,D 不符合题意。

7. D 工业废碱渣主要成分为 Na_2CO_3 ,溶于水过滤得 Na_2CO_3 溶液, Na_2CO_3 溶液吸收 SO_2 生成 NaHSO_3 和 CO_2 , NaHSO_3 溶液中加入 NaOH 生成亚硫酸钠和水,亚硫酸钠溶液蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥得亚硫酸钠粗品。操作①是加水溶解后再过滤,操作④为过滤,A 错误;由含 SO_2 的烟气形成的酸雨中含有 H_2SO_3 ,在空气中放置一段时间, H_2SO_3 被氧化为 H_2SO_4 ,弱酸变为强酸,酸性增强,B 错误; Na_2SO_3 易被 O_2 氧化为 Na_2SO_4 ,所以亚硫酸钠粗品中可能含有 Na_2SO_4 ,C 错误;操作③是 NaHSO_3 溶液中加入 NaOH 生成亚硫酸钠和水,D 正确。

8. (1) $2\text{OH}^- + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ (2) ① $\text{ClO}^- + \text{SO}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ② 让烟气和吸收液充分接触,提高 SO_2 的吸收效率 ③ $\text{ClO}^- + \text{Ni}_2\text{O}_3 \rightleftharpoons \text{Cl}^- + 2\text{NiO}_2$



解析: (1) 用过量的 NaOH 溶液吸收 SO_2 生成正盐和水,反应的离子方程式见答案。(2) ①根据图示, SO_2 和 NaClO 碱性溶液反应生成 Na_2SO_4 、 NaCl 和 H_2O ,反应的离子方程式见答案。②“气-液逆流”让烟气和吸收液充分接触,提高 SO_2 的吸收效率。③根据图甲,过程 1 中 ClO^- 和 Ni_2O_3 反应生成 Cl^- 和 NiO_2 ,反应的离子方程式见答案。(3) ①水的沸点是 $100 \text{ }^\circ\text{C}$,且 I_2 受热易升华,在反应器中,控制温度不超过 $100 \text{ }^\circ\text{C}$ 的目的是防止水汽化和 I_2 升华。②碘、水吸收 SO_2 生成硫酸和氢碘酸,化学方程式见答案。③根据图示,膜反应器中的产物 I_2 有指向反应器中的箭头,可送到反应器中循环使用。

微专题三 制备及性质探究类实验

1. D 由图乙可知,实验开始至 5 s ,铬元素的化合价保持在 +6 价,铬元素未被氧化,A 错误; 30 s 时加入 NaOH 溶液,溶液呈碱性,至 80 s 时铬元素显 +6 价,溶液呈黄色,溶液中的主要阴离子为 CrO_4^{2-} ,B 错误;实验开始时,加入的 H_2O_2 过量, 30 s 时向溶液中加入 NaOH , 80 s 时铬元素的化合价由 +3 价升高到 +6 价,可能是因为 H_2O_2 在碱性溶液中氧化性更强,过量的 H_2O_2 将 Cr^{3+} 氧化为 CrO_4^{2-} ,C 错误;实验开始至 30 s ,由图乙可知,铬元素的化合价由 +6 价降低到 +3 价,生成 Cr^{3+} , H_2O_2 中氧元素的化合价由 -1 价升高到 0 价,生成 O_2 ,则离子方程式为 $3\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2 \uparrow$,则氧化剂 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 与还原剂 H_2O_2 的物质的量之比为 $1:3$,D 正确。

2. C 实验室通过 MnO_2 固体和浓盐酸在加热条件下反应制备 Cl_2 ,A 错误;浓硫酸具有强氧化性, I^- 具有还原性,浓硫酸会和 I^- 发生氧化还原反应生成碘单质,不会生成 HI ,B 错误; Na_2SO_3 固体与较浓的硫酸发生复分解反应生成 SO_2 气体,可以制取 SO_2 ,C 正确;稀硝酸具有强氧化性,会和 S^{2-} 发生氧化还原反应生成硫单质,不能生成 H_2S ,D 错误。

3. B 根据工艺流程逆向分析可知,结晶得到的物质为 NaHSO_3 ,则母液为 NaHSO_3 和过量 SO_2 和水形成的 H_2SO_3 的混合溶液,溶液呈酸性,加入纯碱进行中和,涉及的反应为 $\text{H}_2\text{SO}_3 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{NaHCO}_3$, $\text{NaHSO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{NaHCO}_3$,则中和后得到 Na_2SO_3 和 NaHCO_3 的混合溶液,通入 SO_2 气体进行吸收,吸收过程中发生的反应为 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaHSO}_3 \downarrow$, $\text{SO}_2 + \text{NaHCO}_3 \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{NaHSO}_3 \downarrow$,此时会析出大量 NaHSO_3 晶体,经过分离,将得到的湿料再进行气流干燥,最终得到 NaHSO_3 产品。由分析可知,吸收过程中有 CO_2 气体生成,A 正确;结晶后母液中含饱和 NaHSO_3 和过量的 SO_2 和水形成的 H_2SO_3 ,不含 NaHCO_3 ,B 错误; NaHSO_3 高温易分解,所以气流干燥过程中温度不宜过高,C 正确;由分析可知,中和后溶液中含 Na_2SO_3 和 NaHCO_3 ,D 正确。

4. A 装置甲用于制备 ClO_2 ,产生的 ClO_2 进入装置乙中用水吸收得到其水溶液,装置丙的作用是吸收剩余的 ClO_2 ,防止其污染空气。由题给化学方程式可知, KClO_3 中 Cl 的化合价由

+5 价降低至 +4 价, KClO_3 作氧化剂, 发生还原反应, A 错误; ClO_2 的体积分数大于 10% 时可能发生爆炸, 所以需要持续通入 N_2 稀释 ClO_2 , B 正确; ClO_2 水溶液在温度过高时可能发生爆炸, 故装置乙应置于冰水浴中, C 正确; ClO_2 与碱反应生成 ClO_3^- 、 ClO_2^- 等, 装置丙中 NaOH 溶液可吸收 ClO_2 尾气, D 正确。

5. C 氯化过程中需提高 Cl_2 的转化率, 可减小通入 Cl_2 的速率以增加氧化环节与 Cl_2 的接触时间, 才能提高 Cl_2 的转化率, A 错误; 反应化学方程式为 $6\text{Ca}(\text{OH})_2 + 6\text{Cl}_2 = \text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 + 5\text{CaCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$, 则滤液中 $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$ 与 CaCl_2 的物质的量之比 $n[\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2] : n[\text{CaCl}_2] = 1 : 5$, 溶液中还存在副反应 $2\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{Cl}_2 = \text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, 则溶液中 CaCl_2 的量增加, $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$ 与 CaCl_2 的物质的量之比小于 1 : 5, B 错误; 若滤液中 ClO^- 、 ClO_3^- 与 Cl^- 的个数之比为 4 : 1 : 9, 则由电子守恒可知, $\text{Cl}_2 \longrightarrow \text{ClO}^-$, 生成 4 个 ClO^- , 失去 4 个电子, $\text{Cl}_2 \longrightarrow \text{ClO}_3^-$, 生成 1 个 ClO_3^- , 失去 5 个电子, $\text{Cl}_2 \longrightarrow \text{Cl}^-$, 生成 9 个 Cl^- , 得到 9 个电子, 得失电子守恒, C 正确; 由于 KClO_3 的溶解度较小, 转化过程中加入的 KCl 与 $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$ 发生复分解生成 KClO_3 , D 错误。

6. (1) BaCl_2 溶液 溶液褪色 还原 (2) 增大气液接触面积, 提高气体的吸收效率 (3) $\text{SO}_2 + 3\text{H}_2 \xrightarrow[300\text{ }^\circ\text{C}]{\text{Al}_2\text{O}_3} \text{H}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$

解析: (1) 由图可知, 品红溶液用来检验 SO_2 , NaOH 溶液吸收尾气, 则 A 装置用于检验 SO_3 , 利用 SO_3 和水反应生成硫酸, 硫酸再和 Ba^{2+} 反应生成 BaSO_4 沉淀进行检验, 则 A 装置盛装的试剂是 BaCl_2 溶液。品红溶液用于检验 SO_2 , 若将品红溶液换成酸性 KMnO_4 溶液, SO_2 被酸性 KMnO_4 溶液氧化成 SO_4^{2-} , 酸性 KMnO_4 溶液被还原成 Mn^{2+} , 溶液紫红色褪去, 故利用的是被检验物质 SO_2 的还原性。(2) NaOH 溶液的作用是吸收尾气, 多孔玻璃球泡可增大气液接触面积, 提高气体的吸收效率。(3) 根据图示, 第一步反应的反应物有 SO_2 、 H_2 , 在 Al_2O_3 载体催化下生成 H_2S , 根据得失电子守恒和元素质量守恒可写出反应的化学方程式。

7. (1) 检查装置的气密性 (2) 饱和 NaHSO_3 溶液 吸收 SO_2 (3) $\text{MnO}_2 + \text{SO}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{MnSO}_4$ 三颈烧瓶中黑色粉末完全消失 (4) 温度过高时, SO_2 在水中的溶解度减小, 反应速率减小 (5) 操作简单、有多孔球泡, 吸收 SO_2 更充分(合理即可)

解析: (1) 仪器组装好后首先进行的操作是检查装置的气密性。(2) 浓盐酸和 Na_2SO_3 反应生成的 SO_2 气体中含有浓盐酸挥发混入的 HCl 气体, B 中盛放饱和 NaHSO_3 溶液除去 SO_2 中的 HCl , C 的目的是作安全瓶防止倒吸, SO_2 通入 D 中与二氧化锰反应生成 MnSO_4 , 同时用装置 E 进行尾气处理。(3) D 中 SO_2 与 MnO_2 反应生成 MnSO_4 , 要获得纯净的 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 应该在观察到三颈烧瓶中黑色粉末完全消失时停止通入 SO_2 。(4) 气体的溶解度随温度的升高而减小, 温度过高时, SO_2 气体的溶解度减小, 反应速率减小不利于制备硫酸锰晶体。(5) 浓硫酸和亚硫酸钠反应不需加热, 装置简

单、容易控制, 生成的 SO_2 气体不含杂质气体, 可直接通入三颈烧瓶中与 MnO_2 反应生成 MnSO_4 , 同时设计有多孔球泡, 吸收 SO_2 更充分。

8. (1) ① Na_2SO_3 易被氧化为 Na_2SO_4 ② $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ③ $\text{Br}_2 + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Br}^- + 2\text{H}^+$ (2) ① 2 : 1 ② 向过滤器中加入蒸馏水至浸没沉淀, 待水自然流下后, 重复操作 2~3 次 ③ SO_2 的溶解度随温度升高而减小

解析: (1) ① Na_2SO_3 易被空气中的 O_2 氧化为 Na_2SO_4 , 所以 Na_2SO_3 固体需密封保存。③ 在溴水中加入 Na_2SO_3 溶液, Br_2 被还原, Na_2SO_3 被氧化, 根据得失电子守恒和元素质量守恒可写出反应的离子方程式。(2) ① SO_2 还原 TeOSO_4 的反应中, S 元素化合价从 +4 价升高至 +6 价, Te 元素化合价从 +4 价降低至 0 价, 根据得失电子守恒和元素质量守恒可写出反应的化学方程式为 $\text{TeOSO}_4 + 2\text{SO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Te} \downarrow + 3\text{H}_2\text{SO}_4$, 则反应中 $n(\text{SO}_2) : n(\text{TeOSO}_4) = 2 : 1$ 。② “洗涤”需要在漏斗中进行, 其具体操作为向过滤器中加入蒸馏水至浸没沉淀, 待水自然流下后, 重复操作 2~3 次。③ 由于 SO_2 的溶解度随温度升高而减小, 温度过高, 溶解的 SO_2 的量减少, 故参加反应的 SO_2 的量减少, 所以过程中反应温度不宜过高。

9. (1) $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{焙烧}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$ (2) Fe NaOH 溶液(或石灰乳、氨水等) (3) 隔绝空气, 防止空气中的 O_2 干扰实验 $2\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{SO}_4$ (4) ① $\text{Fe}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{FeCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$ (或 $\text{Fe}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{NH}_3 = \text{FeCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4^+$) ② 控制 pH 不大于 6.5 过滤 取最后一次洗涤所得滤液, 滴加盐酸酸化的 BaCl_2 溶液, 无沉淀生成

解析: 焙烧硫铁矿(主要成分为 FeS_2 , 还含少量 CuS 、 SiO_2) 生成 CuO 、 Fe_2O_3 和 SO_2 , 故矿渣的成分为 Fe_2O_3 、 CuO 、 SiO_2 , 用硫酸溶解, Fe_2O_3 、 CuO 与硫酸反应, SiO_2 不反应, 过滤分离, 滤渣为 SiO_2 , 滤液中含有 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 CuSO_4 及未反应的硫酸, 加入铁粉将 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 CuSO_4 还原为 FeSO_4 和铜单质, 过滤分离出铜和多余的铁, 滤液经蒸发浓缩、冷却结晶等操作得到 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 。(1) 由分析可知, 焙烧后得到的固体的主要成分为 Fe_2O_3 , 则发生的主要反应为 $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{焙烧}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$ 。(2) 由分析可知, 试剂 X 为铁粉, 目的是将 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 还原为 FeSO_4 , 将 CuSO_4 还原为铜单质; 烟气中的 SO_2 会污染环境, SO_2 为酸性气体, 可用 NaOH 溶液、石灰乳或氨水等进行吸收。(3) 锥形瓶中覆盖食用油的目的是隔绝空气, 防止空气中的 O_2 对实验造成干扰; 图丙中的 $\text{pH}-t$ 曲线出现骤降, 是因为弱酸 H_2SO_3 被 O_2 氧化为强酸 H_2SO_4 , 酸性增强, 化学方程式为 $2\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{SO}_4$ 。(4) ① Fe^{2+} 与 HCO_3^- 反应生成 FeCO_3 沉淀, HCO_3^- 电离出的 H^+ 与 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 结合生成 NH_4^+ , Fe^{2+} 与 CO_3^{2-} 结合生成 FeCO_3 沉淀。② FeSO_4 和氨水- NH_4HCO_3 混合溶液反应生成 FeCO_3 , 若 pH 大于 6.5, 会生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀, 故需要控制 pH 不大于 6.5; 静置后, 过滤, 用蒸馏水洗涤 FeCO_3 2~3 次; 因 FeCO_3 表面会附着 SO_4^{2-} , 可用盐酸酸化的 BaCl_2 溶液检验 SO_4^{2-} , 取最后一次洗涤所得滤液, 滴加盐酸酸化的 BaCl_2 溶液, 若无沉淀

生成,则说明 FeCO_3 已洗涤干净。

专题 4 综合

1. C 工业上制备硫酸时,首先将硫铁矿煅烧得到 SO_2 ,然后将 SO_2 催化氧化生成 SO_3 ,最后用 98.3% 的浓硫酸吸收 SO_3 ,制得硫酸,A 不符合题意;工业上制备漂白粉时,首先电解饱和食盐水制备 Cl_2 ,然后将 Cl_2 通入石灰乳中制取漂白粉,B 不符合题意;工业上制备纯碱时,首先将 NH_3 通入饱和食盐水中,然后通入 CO_2 气体发生反应生成 NaHCO_3 晶体,然后过滤、洗涤得到 NaHCO_3 晶体,再将 NaHCO_3 晶体加热分解得到 Na_2CO_3 固体,C 符合题意;工业上制备金属镁时,先浓缩海水,然后将石灰乳加入浓缩海水中,得到 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀,过滤,再将 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 与盐酸反应生成 MgCl_2 溶液,再从溶液中提取无水 MgCl_2 ,最后电解熔融 MgCl_2 得到金属镁,D 不符合题意。

2. B 由图可知,收集的气体密度必须大于空气的密度,且不与 O_2 反应。 SO_2 的密度大于空气的密度,能用该装置收集, SO_2 具有还原性,能被酸性 KMnO_4 溶液氧化,即能使 KMnO_4 溶液褪色,体现了 SO_2 的还原性,①正确; NH_3 的密度小于空气的密度,不能用该装置收集,②错误; CO_2 的密度大于空气的密度,能用该装置收集, CO_2 不与 BaCl_2 发生反应,溶液不会变浑浊,③错误; Cl_2 的密度大于空气的密度,能用该装置收集, Cl_2 通入紫色石蕊溶液中,少量 Cl_2 与 H_2O 反应生成 HCl 和 HClO ,因 HCl 溶于水显酸性,溶液先变红,而 HClO 具有漂白性,会使变红的溶液褪色, Cl_2 本身不具有酸性和漂白性,④错误。综上所述,②③④正确。故选 B。

3. B SO_2 与溴水反应的化学方程式为 $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$,A 错误; KO_2 与水的反应的化学方程式为 $4\text{KO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{KOH} + 3\text{O}_2 \uparrow$,C 错误;酸性 KMnO_4 溶液与 $\text{H}_2^{18}\text{O}_2$ 反应的化学方程式为 $2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2^{18}\text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 5^{18}\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$,D 错误。

4. D 反应中 NaN_3 中 N 元素化合价升高,被氧化为 N_2 , KNO_3 中 N 元素化合价降低,被还原为 N_2 ,根据反应化学方程式可知,每生成 16 mol N_2 中有 15 mol N_2 为氧化产物,1 mol N_2 为还原产物,转移电子的物质的量为 10 mol,有 30 mol N 原子被氧化,有 2 mol N 原子被还原,现氧化产物比还原产物多 1.75 mol,则参加反应的 $\text{KNO}_3 = \frac{1.75}{14} \times 2 = 0.25(\text{mol})$,生成 $\text{N}_2 = \frac{1.75}{14} \times 16 = 2(\text{mol})$,生成标准状况下, N_2 的体积 $= 2 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 44.8 \text{ L}$,A 错误;由反应可知,被还原的硝酸钾的物质的量 $= 2 \text{ mol} \times \frac{2}{16} = 0.25 \text{ mol}$,B 错误;转移电子的物质的量 $= 0.25 \text{ mol} \times (5-0) = 1.25 \text{ mol}$,C 错误;转移 10 mol 电子被氧化的 N 原子为 30 mol,则转移 1.25 mol 电子被氧化的 N 原子的物质的量 $= \frac{1.25 \times 30}{10} \text{ mol} = 3.75 \text{ mol}$,D 正确。

5. B 上下移动装置甲中的铜丝可控制反应的发生与停止,从而控制生成 SO_2 的量,可以减少对空气的污染,体现了绿色化学的思想,A 正确; SO_2 的密度比空气的大,应采用向上排空气

法收集,集气瓶中应长管进气,短管出气,B 错误;含 Cu^{2+} 的溶液呈蓝色,可以将试管中的液体倒入水中稀释,根据溶液是否呈蓝色确定是否有 CuSO_4 生成,C 正确;结晶水合物加热时易失去结晶水,不宜采取蒸发结晶的方法,将 CuSO_4 溶液加热浓缩、冷却结晶可析出 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$,D 正确。

6. B 实验时,应将 70% 硫酸滴加到 Na_2SO_3 固体中, SO_2 是有毒气体,用 NaOH 溶液吸收尾气,故 a、b、c 中依次盛装 70% 硫酸、 Na_2SO_3 固体、 NaOH 溶液,A 正确;湿润的 pH 试纸只变红色,不褪色, SO_2 能使鲜花、品红溶液、 KMnO_4 溶液褪色, SO_2 和 Na_2S 反应生成 Na_2SO_3 和 S,故 Na_2S 溶液中会出现淡黄色的 S 沉淀,B 错误;湿润的 pH 试纸变红,说明 SO_2 水溶液呈酸性, KMnO_4 溶液褪色,体现了 SO_2 的还原性,鲜花、品红溶液褪色,体现了 SO_2 的漂白性, Na_2S 溶液中出现淡黄色沉淀,体现了 SO_2 的氧化性,C 正确;点燃酒精灯加热,品红溶液很快恢复红色, KMnO_4 褪色后不恢复原色,证明 SO_2 使品红溶液褪色具有可逆性,使 KMnO_4 溶液褪色不具有可逆性,D 正确。

7. C SO_2 易溶于水,即使不反应也能使液面上升,A 错误; SO_2 与水的反应为可逆反应,当反应达到限度后, SO_2 的量不再减少,所以试管中剩余少量气体,B 错误;滴入石蕊试液,溶液变为红色,说明溶液显酸性, SO_2 与水反应生成亚硫酸,亚硫酸为弱酸,分步电离出 H^+ ,C 正确;亚硫酸具有较强的还原性,易被空气中的 O_2 氧化为硫酸,弱酸变强酸,是溶液 pH 下降的主因,D 错误。

8. B 过程①中 CuCl_2 和 H_2S 反应生成 CuS 和 HCl ,属于复分解反应,A 正确;由图可知,过程②中 CuS 被 Fe^{3+} 氧化得到 S 单质, CuS 为沉淀,在离子方程式中不能拆分,离子方程式为 $\text{CuS} + 2\text{Fe}^{3+} = \text{S} + 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$,B 错误;由图可知,该过程中 O_2 中氧元素由 0 价降低至 -2 价,标准状况下,11.2 L (即 0.5 mol) O_2 参加反应,转移电子 $= 0.5 \text{ mol} \times 4 = 2 \text{ mol}$,C 正确;过程① $\text{H}_2\text{S} + \text{Cu}^{2+} = \text{CuS} \downarrow + 2\text{H}^+$ 、过程② $\text{CuS} + 2\text{Fe}^{3+} = \text{S} + 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ 、过程③ $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$,3 个离子方程式相加可得回收 S 的总反应为 $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{S} \downarrow$,D 正确。

9. C 红棕色气体为溴蒸气,说明浓硫酸将 Br^- 氧化为溴单质,表现出氧化性,A 正确;①中 Br^- 被氧化为 $\text{Br}_2(\text{g})$,②中试管口出现的白雾是 HCl 的小液滴,说明 Cl^- 没有被氧化,则 Br^- 的还原性强于 Cl^- ,B 正确;②中是利用高沸点难挥发酸制取低沸点易挥发酸,即利用了浓硫酸的高沸点和盐酸的易挥发性,故不能得出二者酸性强弱关系,C 错误;③中的化学方程式为 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$,先发生复分解反应,后发生 H_2SO_3 的分解反应,浓硫酸表现酸性,生成了弱酸,D 正确。

10. (1) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$ (2) 2 : 1 (3) 增强

(4) $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (5) 还原

解析: 根据硫元素的“价-类二维图”可知,a 是 H_2S ,b 是 S 单质,c 是 SO_2 ,d 是 SO_3 ,e 是 H_2SO_3 ,f 是 H_2SO_4 ,g 是硫酸盐。

(1) $\text{c} \rightarrow \text{d}$ 为 SO_2 转化为 SO_3 ,反应的化学方程式为 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$ 。(2) 反应 $\text{a} + \text{c} \rightarrow \text{b}$ 的化学方程式为

$2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$, H_2S 中 S 元素化合价升高, 为还原剂, 生成氧化产物 S, SO_2 中 S 元素化合价降低, 为氧化剂, 生成还原产物 S, 则氧化产物 S 与还原产物 S 的物质的量之比为 2 : 1。(3) 溶液 e 久置于空气中生成 f, 反应的化学方程式为 $2\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{SO}_4$, 该过程中弱酸转化为强酸, 溶液的酸性增强。(4) 铜与浓硫酸加热制 SO_2 , S 元素化合价降低, 则铜元素化合价升高, 再结合质量守恒可写出反应的化学方程式。(5) 将 SO_2 通入酸性 KMnO_4 溶液中, 溶液颜色逐渐变浅, 说明 KMnO_4 被还原, 该反应中 SO_2 表现出还原性。

11. (1) 品红溶液褪色 吸收 SO_2 , 防止其污染环境
(2) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$ 干燥气体; 使气体混合均匀; 通过观察气泡数量控制气流速度, 调整气流比例 (3) 强氧化性和酸性 0.2 mol

解析: (1) SO_2 具有漂白性, 能使品红溶液褪色, 故能说明 SO_2 存在的实验现象是试剂瓶中的品红溶液褪色。(2) 工业制硫酸的第一步是黄铁矿和 O_2 高温混合反应得到 SO_2 , 第二步是 SO_2 的催化氧化, 反应的化学方程式为 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$, SO_2 和 O_2 先分别通入装置 b 混合、干燥后, 再进入试管中在催化剂作用下加热反应生成 SO_3 , 装置 b 中装有浓硫酸, 则装置 b 能干燥气体, 使气体混合均匀, 且通过气泡能控制气流速度, 调整气流比例的作用。(3) 加热条件下, Cu 与浓硫酸发生反应 $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 反应生成了 SO_2 , S 的化合价降低, 体现了浓硫酸的强氧化性, 反应生成了 CuSO_4 , 体现了浓硫酸的酸性; 由化学方程式可知, 被还原的 H_2SO_4 全部转化为 SO_2 , 根据 S 守恒可知, 被还原的 $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{SO}_2)$, 则标准状况下生成 4.48 L (即 0.2 mol) SO_2 , 被还原的 H_2SO_4 的物质的量是 0.2 mol。

12. (1) 分液漏斗 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (2) BaSO_4 A 中产生的 SO_2 与装置内空气中的 O_2 进入 B 中与 BaCl_2 溶液反应生成白色沉淀 (3) 排出装置内的空气 (排出装置内的 O_2) 饱和 NaHSO_3 溶液 (4) AC

解析: 图甲装置 A 中浓硫酸和 Na_2SO_3 固体反应可以制得 SO_2 , 装置 B 用于检验 SO_2 是否与 BaCl_2 反应, 由于装置 A 中产生的 SO_2 和空气中的 O_2 同时进入装置 B 中也能和 BaCl_2 溶液反应生成 BaSO_4 白色沉淀, 故不能确定 B 中产生的白色沉淀是 BaSO_4 还是 BaSO_3 , C 中 NaOH 溶液用于吸收 SO_2 尾气, 防止污染空气。图乙中先通入 N_2 排尽装置内的空气, 装置 A 中浓硫酸和亚硫酸钠固体反应生成 SO_2 , 通入 B (饱和 NaHSO_3 溶液) 中除去可能存在的 H_2SO_3 转化成的硫酸, 通入 C 中没有明显现象, 证明 SO_2 不能与 BaCl_2 溶液反应, D 中品红溶液用于检验 SO_2 , E 中 NaOH 溶液吸收 SO_2 尾气, 防止污染空气。(1) 盛放浓硫酸的仪器是分液漏斗; Na_2SO_3 与浓硫酸反应生成 Na_2SO_4 、 SO_2 和 H_2O , 其化学方程式见答案。(2) BaSO_4 不与盐酸反应, 白色沉淀不溶于盐酸, 说明该沉淀是 BaSO_4 ; 由于空气中含有 O_2 , 空气中的 O_2 可将 SO_2 氧化, 因此另外一种可能是装置 A 中产生的 SO_2 、装置内的 O_2 与 BaCl_2 溶液反应生成 BaSO_4 沉淀。(3) 由于 O_2 、 SO_2 能与 BaCl_2 溶液反应生成 BaSO_4 , 因此步骤①通入 N_2 是为了排出

装置内的 O_2 , 防止干扰实验; 为防止因产生 SO_3 的酸雾进入 BaCl_2 溶液中会形成 BaSO_4 沉淀, 故选用饱和 NaHSO_3 溶液排除干扰, 故试管 B 中的试剂是饱和 NaHSO_3 溶液。(4) C 试管溶液中溶有 SO_2 和 BaCl_2 。氨水为无色溶液, 呈碱性, 与 SO_2 反应生成 SO_3^{2-} , SO_3^{2-} 可与 Ba^{2+} 形成 BaSO_3 白色沉淀, A 符合题意; 新制氯水为浅黄绿色, B 不符合题意; H_2O_2 具有较强的氧化性, 能将 SO_2 氧化为 SO_4^{2-} , SO_4^{2-} 可与 Ba^{2+} 反应生成 BaSO_4 白色沉淀, C 符合题意; NaCl 溶液与 SO_2 、 BaCl_2 不反应, 没有沉淀生成, D 不符合题意。

专题·项目式探究 2 工业制备无水亚硫酸钠

任务 1 制备亚硫酸钠的方案设计

【探究学习】第三周期ⅥA族 $\begin{array}{c} \textcircled{+16} \\ 2 \\ 8 \\ 6 \end{array} + 6 \text{ 价} \quad - 2 \text{ 价}$

氧化性、还原 酸性 盐和水

项目活动 1

【探究学习】① $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ② $\text{NaHSO}_3 + \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ③ $2\text{NaHSO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$ ④ $3\text{S} + 6\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{Na}_2\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$

任务 2 亚硫酸钠的工业合成

项目活动 1

【方法导引】 $\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{SO}_2$ $\text{SO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{CO}_2$ 或 $2\text{SO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHSO}_3 + \text{CO}_2$
 $\text{NaHSO}_3 + \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

项目活动 2

【探究学习】 CO_2 NH_3 NaHCO_3 $\text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$, $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4\text{HCO}_3$, $\text{NaCl} + \text{NH}_4\text{HCO}_3 = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$, $\text{NaHCO}_3 + \text{SO}_2 = \text{NaHSO}_3 + \text{CO}_2$, $\text{NaHSO}_3 + \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 NH_4HCO_3 NaHCO_3 与 NH_4Cl NaHSO_3 Na_2SO_3

项目活动 3

【探究学习】 $\text{CaSO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 = \text{Ca}(\text{HSO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$ (以①式产物 $\text{CaSO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 为②式反应物, 以③式反应物为②式产物)

任务 3 亚硫酸钠合成的定性、定量分析

【探究学习】1. A 2. 66.7%

项目活动 1

【探究学习】 Na_2SO_4 $2\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{SO}_4$ 先加稀盐酸排除 SO_3^{2-} 、 Ag^+ 、 CO_3^{2-} 的干扰, 再加 BaCl_2 溶液, 若观察到仍有白色沉淀生成, 则产品中含有 SO_4^{2-}

解析: SO_4^{2-} 可与 Ba^{2+} 形成难溶于稀硝酸的白色沉淀 BaSO_4 , 但是 SO_3^{2-} 与 Ba^{2+} 也会形成白色沉淀 BaSO_3 , 而且加稀硝酸

(稀硝酸具有强氧化性)后, BaSO_3 沉淀被氧化为 BaSO_4 沉淀, 故将 HNO_3 改成稀盐酸处理沉淀。

项目活动 2

【探究学习】 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{BaCl}_2 \rightleftharpoons \text{BaSO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NaCl}$ $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$ $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$ $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$, $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaI}$ SO_2 气体在水中溶解度 (SO_2 和水体积之比约为 40 : 1) 较大, 误差大 偏低

项目活动 3

$$\frac{\left[0.1000 \times 20 - (V_1 - V_2) \times 0.1000 \times \frac{1}{2}\right] \times 126 \times \frac{100}{5}}{5.0000} \times 100\%$$

感悟真题

1. A 电解 NaCl 溶液可以得到 H_2 和 Cl_2 , H_2 和 Cl_2 燃烧可生成 HCl , A 符合题意; $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 和盐酸反应可以得到 MgCl_2 溶液, 但是电解 MgCl_2 溶液与电解饱和食盐水相似, 不能得到金属 Mg , 电解熔融 MgCl_2 才能得到金属 Mg , B 不符合题意; 工业制纯碱时, 应向饱和食盐水中先通入 NH_3 , 再通入 CO_2 , 充分反应后, 过滤, 得到 NaHCO_3 晶体, NaHCO_3 受热分解为 Na_2CO_3 , C 不符合题意; 工业制备硫酸时, 先由 FeS_2 和 O_2 高温反应制得 SO_2 , 再催化氧化 SO_2 制得 SO_3 , 最后 SO_3 和 H_2O 反应得到 H_2SO_4 , SO_2 和水反应生成 H_2SO_3 , 不能得到 H_2SO_4 , D 不符合题意。

2. C 镁在空气中燃烧也会和空气中的 N_2 、 CO_2 等反应生成 Mg_3N_2 、C 等物质, A 错误; SO_2 与 H_2O 发生化合反应生成亚硫酸, 而和 H_2S 会发生氧化还原反应生成硫单质, 反应的类型不相同, B 错误; Na_2O_2 分别与 H_2O 和 CO_2 反应, 生成的气体均为氧气, C 正确; 浓硫酸与 Cu 反应生成酸性气体 SO_2 , 而浓硫酸和 C 反应生成的 CO_2 也为酸性气体, 生成的酸性气体不相同, D 错误。

3. B S 转化成 SO_2 的过程中, S 元素的化合价升高, S 作还原剂, 具有还原性, A 不符合题意; Na_2SO_3 属于强碱弱酸盐, 水溶液显碱性, 能和酸性气体 SO_2 发生反应 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaHSO}_3$, B 符合题意; SO_2 具有漂白性, 可与某些有色物质化合生成不稳定的无色物质, 故其可用于纸浆漂白, C 不符合题意; 浓硫酸具有吸水性, 故可用作干燥剂, D 不符合题意。

4. A 燃煤中含有 S 元素, 燃烧时会释放出污染空气的 SO_2 , 以其他清洁能源代替燃煤, 可减少工业尾气中 SO_2 含量, ①符合题意; 对煤炭进行固硫、脱硫处理, 可减少工业尾气中 SO_2 含量, ②符合题意; 用“石灰乳 + O_2 ”吸收含 SO_2 的尾气, 将 SO_2 转化为 CaSO_4 , 可减少工业尾气中 SO_2 含量, ③符合题意; 将含 SO_2 的尾气向高空排放, 并未消除 SO_2 , 不能减少工业尾气中 SO_2 含量, ④不符合题意。故选 A。

5. C 60% 硫酸和 $\text{NaHSO}_3(\text{s})$ 可发生反应 $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaHSO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 因此装置甲可以制取 SO_2 气体, A 不符合题意; 气体通入溶液中时“长进短出”, 装置乙可以制取 SO_2 水溶液, B 不符合题意; SO_2 不与饱和

NaHSO_3 溶液发生反应, 因此装置丙不能吸收尾气中的 SO_2 , C 符合题意; SO_2 水溶液显酸性, 可用干燥的 pH 试纸检验其酸性, D 不符合题意。

6. C 由图像可知, 随着时间的推移 $\text{Mn}(\text{III})$ 的浓度先增大后减小, 13 min 前, $\text{Mn}(\text{VII})$ 主要还原成 $\text{Mn}(\text{III})$ 和少量 $\text{Mn}(\text{IV})$, 13 min 后, $\text{Mn}(\text{III})$ 还原成 $\text{Mn}(\text{II})$, 故 $\text{Mn}(\text{III})$ 能氧化 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, A 错误; 随着反应物 $\text{Mn}(\text{VII})$ 浓度的减小, 大约 13 min 时开始生成 $\text{Mn}(\text{II})$, 且 $\text{Mn}(\text{II})$ 浓度突然增大, 说明 $\text{Mn}(\text{II})$ 对反应起催化作用, B 错误; 由图像可知, $\text{Mn}(\text{VII})$ 的浓度为 0 后才开始生成 $\text{Mn}(\text{II})$, 故该条件下 $\text{Mn}(\text{II})$ 和 $\text{Mn}(\text{VII})$ 不能大量共存, C 正确; $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 为弱酸, 在离子方程式中不可拆分, 总反应为 $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$, D 错误。

阶段滚动二(专题 1、专题 2、专题 3)

1. A ^{41}Ca 的质子数为 20, 质量数为 41, 中子数 = $41 - 20 = 21$, A 正确; ^{41}Ca 是活泼金属元素, 易失去最外层 2 个电子, B 错误; ^{41}Ca 的半衰期是 ^{14}C 的 17 倍, 因此 ^{41}Ca 衰变一半所需的时间大于 ^{14}C 衰变一半所需的时间, C 错误; 俘获 ^{41}Ca 原子的过程中没有新物质生成, 不属于化学变化, D 错误。

2. B 向 Na_2CO_3 溶液和 NaHCO_3 溶液中分别加入澄清石灰水, 2 种溶液均会变浑浊, 不能用澄清石灰水鉴别 Na_2CO_3 溶液和 NaHCO_3 溶液, B 错误; NaHCO_3 不稳定, 受热分解产生 Na_2CO_3 、 H_2O 和 CO_2 , 产生的 H_2O 、 CO_2 会逸出, 因此可用加热的方法除去 Na_2CO_3 固体中混有的 NaHCO_3 杂质, C 正确; 等质量的 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 , $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) < n(\text{NaHCO}_3)$, 由碳元素守恒可知, NaHCO_3 与足量盐酸反应放出的 CO_2 多, D 正确。

3. A Cl_2 通入氢氧化钠溶液反应生成氯化钠、次氯酸钠和水, 其离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$, A 正确; FeCl_3 溶液腐蚀铜箔制造印刷电路板, Fe^{3+} 被还原成 Fe^{2+} , 其正确的离子方程式为 $\text{Cu} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$, B 错误; 离子方程式 $\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{O}_2 \uparrow$ 的元素质量不守恒, 正确的离子方程式是 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Na}^+ + 4\text{OH}^- + \text{O}_2 \uparrow$, C 错误; 向 CaCl_2 溶液中通入 CO_2 不能生成碳酸钙和盐酸, 因为酸和盐反应, 不能用弱酸制强酸, D 错误。

4. C 浓盐酸和 MnO_2 需在加热条件下反应制 Cl_2 , 图中无加热装置, A 错误; NaHCO_3 与 HCl 反应生成 NaCl 、水和 CO_2 气体, 会引入新杂质, 且 NaHCO_3 能与 Cl_2 反应, 应该用饱和食盐水除去 Cl_2 中的 HCl , B 错误; Cl_2 的氧化性强于 Br_2 的, 将 Cl_2 通入含 Br^- 的溶液中, Cl_2 可将溶液中的 Br^- 氧化为 Br_2 , C 正确; 氯水中含有 HClO , 能将变色后的 pH 试纸褪色, 故不能用 pH 试纸测氯水的 pH, D 错误。

5. C 离子浓度越大, 溶液的导电能力越强, ① 400 mL $2.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HCl 溶液的离子浓度 = $2.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 = 5.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, ② 250 mL $4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HCl 溶液的离子浓度 = $4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 = 8.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故溶液的导电能力 ① 小于 ②, A 错误; ③ 200 mL $2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ MgCl_2 溶液中 Cl^- 的物质的量 = $0.2 \text{ L} \times 2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 = 0.8 \text{ mol}$, ④ 600 mL

1.0 mol · L⁻¹ CuCl₂ 溶液中 Cl⁻ 的物质的量 = 0.6 L × 1.0 mol · L⁻¹ × 2 = 1.2 mol, 故 Cl⁻ 的物质的量 ③ < ④, B 错误; ② 250 mL 4.0 mol · L⁻¹ HCl 溶液中加入足量的铁粉, 发生反应 Fe + 2HCl = FeCl₂ + H₂ ↑, 消耗 Fe 的物质的量 = $\frac{0.25 \text{ L} \times 4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{2} = 0.5 \text{ mol}$, ④ 600 mL 1.0 mol · L⁻¹ CuCl₂ 溶液加入足量的铁粉, 发生反应 Fe + CuCl₂ = FeCl₂ + Cu, 消耗 Fe 的物质的量 = 0.6 L × 1.0 mol · L⁻¹ = 0.6 mol, 故 ② ④ 中消耗 Fe 的质量之比为 5 : 6, C 正确; 将标准状况下 22.4 L (即 1 mol) HCl 溶于 400 mL 水后, 溶液的体积不为 400 mL, 所得溶质的物质的量浓度不为 2.5 mol · L⁻¹, D 错误。

6. (1) $\frac{3n}{112V}$ (2) 4 : 3 : 12 : 6 (3) ④ ⑤ ⑦
(4) ① Al₂(SO₄)₃ = 2Al³⁺ + 3SO₄²⁻ ② Al₂O₃ + 2OH⁻ + 3H₂O = 2[Al(OH)₄]⁻ ③ i. Ba²⁺ + OH⁻ + SO₄²⁻ + H⁺ = BaSO₄ ↓ + H₂O ii. H⁺ + OH⁻ = H₂O

解析: (1) $c(\text{Fe}^{3+}) = \frac{\frac{n \text{ g}}{56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}}{V \text{ L}} = \frac{n}{56V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 根据溶液呈电中性可得, $3c(\text{Fe}^{3+}) = 2c(\text{SO}_4^{2-})$, $c(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{3}{2} \times \frac{n}{56V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \frac{3n}{112V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。(2) 假设四种气体中所含氢原子的物质的量均为 12 mol, 则 NH₃、CH₄、HCl、H₂ 的物质的量分别为 4 mol、3 mol、12 mol、6 mol, 由 V = nV_m 知, 同温同压下, 气体体积之比等于物质的量之比, 故 V(NH₃) : V(CH₄) : V(HCl) : V(H₂) = 4 : 3 : 12 : 6。(3) ① NH₃ 不能电离, 属于非电解质; ② Al 是金属单质, 既不是电解质也不是非电解质; ③ 盐酸为 HCl 的水溶液, 为混合物, 既不是电解质也不是非电解质; ④ 熔融 NaCl 能完全电离, 能导电, 属于电解质; ⑤ Na₂CO₃ 固体在水溶液中或熔融状态下能完全电离, 能导电, 属于电解质; ⑥ 液氯属于单质, 既不是电解质也不是非电解质; ⑦ 胆矾晶体是在水溶液中和熔融状态下能导电的化合物, 属于电解质; ⑧ 蔗糖晶体在水溶液中和熔融状态下都不能电离, 不导电, 属于非电解质。(4) ① Al₂(SO₄)₃ 属于可溶性盐, 在水溶液中能完全电离, 其电离方程式见答案。② Al₂O₃ 和 NaOH 溶液反应生成 Na[Al(OH)₄]⁻ 和水, 反应的离子方程式见答案。③ i. 将 Ba(OH)₂ 溶液与 NaHSO₄ 溶液混合, 当 Ba²⁺ 恰好沉淀, 即两者按照物质的量之比 1 : 1 反应, 离子方程式为 Ba²⁺ + OH⁻ + SO₄²⁻ + H⁺ = BaSO₄ ↓ + H₂O。ii. 上述溶液反应后的溶质为 NaOH, 向上述沉淀后的溶液中滴加少量的稀硫酸, 发生中和反应, 离子方程式见答案。

7. (1) 100 mL 容量瓶 (2) 2MnO₄⁻ + 5H₂C₂O₄ + 6H⁺ = 10CO₂ ↑ + 2Mn²⁺ + 8H₂O (3) 400

解析: (1) 步骤①进行溶液的配制, 需要用到的玻璃仪器有玻璃棒、烧杯、量筒、胶头滴管、100 mL 容量瓶。(2) 步骤④中酸性高锰酸钾与 H₂C₂O₄ 发生氧化还原反应生成 CO₂, 根据得失电子守恒配平得离子方程式为 2MnO₄⁻ + 5H₂C₂O₄ + 6H⁺ = 10CO₂ ↑ + 2Mn²⁺ + 8H₂O。(3) 由实验步骤可知, 血液中的 Ca²⁺ 先与 (NH₄)₂C₂O₄ 溶液发生复分解反应生成 CaC₂O₄ 沉淀, CaC₂O₄ 沉淀再与过量稀硫酸反应生成 H₂C₂O₄ (弱酸) 和

CaSO₄ 稀溶液, 由反应 Ca²⁺ + C₂O₄²⁻ = CaC₂O₄ ↓, CaC₂O₄ + 2H⁺ = H₂C₂O₄ + Ca²⁺, 2MnO₄⁻ + 5H₂C₂O₄ + 6H⁺ = 10CO₂ ↑ + 2Mn²⁺ + 8H₂O 可得关系式 5Ca²⁺ ~ 5CaC₂O₄ ~ 5H₂C₂O₄ ~ 2MnO₄⁻, 反应中消耗的高锰酸钾的物质的量 = 0.001 mol · L⁻¹ × 2.00 mL × 10⁻³ L⁻¹ = 2 × 10⁻⁶ mol, 则 $n(\text{Ca}^{2+}) = \frac{5}{2} n(\text{KMnO}_4) = \frac{5}{2} \times 2 \times 10^{-6} \text{ mol} = 5 \times 10^{-6} \text{ mol}$,

因原样品是量取 5.0 mL 血液样品处理后配制成 100 mL 溶液, 再量取 10.0 mL 溶液进行实验, 则 5.0 mL 血液样品中含 Ca²⁺ 的质量 = 5 × 10⁻⁶ mol × 10 × 40 g · mol⁻¹ = 2 mg, $\frac{2 \text{ mg}}{5 \times 10^{-3} \text{ L}} = 400 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

8. (1) ① BaCl₂ Na₂CO₃ NaOH (或 BaCl₂ NaOH Na₂CO₃ 或 NaOH BaCl₂ Na₂CO₃) ② 静置, 向上层清液中继续滴加沉淀剂, 无沉淀产生 (2) ① Cl₂ + 2Br⁻ = 2Cl⁻ + $\xrightarrow{2e^-}$ Br₂ ② SO₂ + Br₂ + 2H₂O = 2HBr + H₂SO₄ ③ H₂SO₄

解析: (1) ① 粗盐提纯的方法: 将粗盐溶于水, 向里面依次加入稍过量 BaCl₂ 溶液除去杂质 Na₂SO₄; 加入 Na₂CO₃ 溶液除去杂质 CaCl₂ 及加入的过量 BaCl₂; 再加入 NaOH 溶液除去杂质 MgCl₂; 然后过滤, 将滤液用盐酸酸化后, 蒸发结晶获得精盐 NaCl。加入三种试剂的顺序只要满足 Na₂CO₃ 溶液在 BaCl₂ 溶液之后加入即可。② 若除杂试剂已经过量, 向溶液中继续滴加除杂试剂时, 不再反应产生沉淀。(2) ② “吸收”时是用 SO₂ 水溶液吸收空气吹出的溴蒸气。则“吸收”时发生反应的化学方程式为 SO₂ + 2H₂O + Br₂ = H₂SO₄ + 2HBr, 在该反应中, S 元素的化合价由 +4 价变为 +6 价, 化合价升高 2 价, 失去 2 个电子; Br 的化合价由 0 价变为 -1 价, 化合价降低 2 价, 得到 2 个电子。③ “吸收”时发生反应 SO₂ + 2H₂O + Br₂ = H₂SO₄ + 2HBr, “氧化 II”发生反应 Cl₂ + 2Br⁻ = 2Cl⁻ + Br₂, 故“蒸馏”时单质溴从溶液中蒸出, 盐酸受热易挥发, 从溶液中分离出来, 蒸馏后所剩溶液中的溶质是 H₂SO₄。

9. (1) 分液漏斗 (2) MnO₂ + 4HCl(浓) $\xrightarrow{\Delta}$ MnCl₂ + Cl₂ ↑ + 2H₂O (3) II III 干燥 Cl₂ (4) 吸收多余的 Cl₂, 防止污染环境 Cl₂ + 2OH⁻ = ClO⁻ + Cl⁻ + H₂O (5) 2H⁺ + ClO⁻ + Cl⁻ = Cl₂ ↑ + H₂O (6) ① 差 ② 溶液中存在反应 Cl₂ + H₂O $\rightleftharpoons$ HCl + HClO, 2HClO $\xrightarrow{\text{光照}}$ 2HCl + O₂ ↑, 光照条件下, HClO 不断分解, HCl 浓度增大导致溶液 pH 减小

解析: 装置 I 中浓盐酸与二氧化锰加热生成氯气, 应依次通过饱和食盐水除去氯气中的氯化氢、浓硫酸除去水蒸气, 得到干燥的氯气, 通入玻璃管内, 干燥的品红试纸不褪色, 湿润的品红试纸褪色, 装置 IV 制得氯水, 装置 V 中的 NaOH 溶液用于吸收未反应完的氯气, 防止污染空气。(2) 由分析可知, 装置 I 中发生反应的化学方程式为 MnO₂ + 4HCl(浓) $\xrightarrow{\Delta}$ MnCl₂ + Cl₂ ↑ + 2H₂O。(3) 由图可知, 若缺少干燥氯气的装置, 经过装置 II 得到的氯气含有水蒸气, 会使 a 红色褪去, 故应在 II、III 之间添加干燥氯气的装置。(4) 装置 V 中 NaOH 溶液的作用是吸收多余的 Cl₂, 防止污染环境; 反应的离子方程式为 Cl₂ +

$2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{ClO}^- + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ 。(5)“84”消毒液与洁厕灵(HCl)混用,会产生黄绿色有毒气体氯气,离子方程式为 $2\text{H}^+ + \text{ClO}^- + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。(6)①根据题意可知, HClO 浓度越大,杀菌效果越好,由图可知, $\text{pH}=7.5$ 时, HClO 的浓度比 $\text{pH}=6.5$ 时的小,故 $\text{pH}=7.5$ 时的杀菌效果比 $\text{pH}=6.5$ 时的杀菌效果差。②溶液中存在反应 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$, $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$,光照条件下, HClO 不断分解,导致 HCl 浓度增大溶液 pH 减小。

10. (1) 加水溶解 (2) NaOH 溶液 BaCl_2 溶液 饱和 Na_2CO_3 溶液 稀盐酸(合理即可) 静置后,取上层清液,向其中继续滴加 2~3 滴 BaCl_2 溶液,若溶液不出现浑浊,则 SO_4^{2-} 已沉淀完全 (3) 引流 (4) $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$ 22.4 L

解析:粗盐中常含有少量 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 等杂质离子,由实验流程可知,粗盐溶解后,依次加入试剂,将 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 转化为沉淀,滤液经过 pH 调节,然后蒸发浓缩得到饱和 NaCl 溶液。(1)操作①为加水溶解。(2)欲除去溶液中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} ,为了保证杂质离子完全除去,每一次所加试剂都要过量,加入 NaOH 溶液除去 Mg^{2+} ,加 BaCl_2 溶液除去 SO_4^{2-} ,加 Na_2CO_3 溶液除去 Ca^{2+} 和过量的 Ba^{2+} ,因此, Na_2CO_3 溶液一定要在 BaCl_2 溶液之后加入。经过操作⑤过滤后,再在滤液中加入盐酸除去过量的 NaOH 、 Na_2CO_3 。检测 SO_4^{2-} 已沉淀完全的方法:静置后,取上层清液,向其中继续滴加 2~3 滴 BaCl_2 溶液,若溶液不出现浑浊,则 SO_4^{2-} 已沉淀完全。(3)操作⑤为过滤,玻璃棒的作用为引流。(4)①电解饱和食盐水的化学方程式为 $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$ 。②若电解时消耗了 117 g(即 2 mol)氯化钠,根据化学方程式,理论上得到氯气的最大体积(标准状况下) = $1 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 22.4 \text{ L}$ 。

专题 5 微观结构与物质的多样性

第一单元 元素周期律与元素周期表

课时提优 25 元素周期律

1. A 元素的非金属性越强,其形成的简单氢化物的稳定性就越强,在元素周期表中非金属性最强的元素是 F,所以简单气态氢化物中最稳定的是 HF ,A 正确;根据选项 A 分析可知,元素非金属性最强的元素是 F,B 错误; O 、 N 是同一周期元素,原子序数越大,原子半径越小,所以原子半径 $\text{O} < \text{N}$,C 错误; O 原子核外电子排布是 2、6,根据原子结构与元素位置关系可知, O 元素在元素周期表中位于第二周期ⅥA 族,D 错误。

2. C 元素的非金属性越强,其简单氢化物的热稳定性越强,非金属性 $\text{O} > \text{S}$,故热稳定性 $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$,A 错误;电子层数相同时,核电荷数越大,微粒半径越小,则离子半径 $r(\text{Mg}^{2+}) < r(\text{O}^{2-})$,B 错误; S 和 O 是同主族元素,最外层电子数相等,C 正确;元素的金属性越强,对应的单质与水反应越剧烈,金属性 $\text{K} > \text{Mg}$,故单质与水反应的剧烈程度 $\text{K} > \text{Mg}$,D 错误。

3. A 同周期主族元素从左到右,非金属性逐渐增强,最高价

氧化物对应水化物的酸性依次增强, H_2SO_3 不是硫元素的最高价含氧酸,因此不能用元素周期律解释其酸性强于 H_2SiO_3 ,A 符合题意;同主族元素从上到下,金属性依次增强,最高价氧化物对应水化物的碱性依次增强,能用元素周期律解释碱性 $\text{KOH} > \text{NaOH} > \text{LiOH}$,B 不符合题意;同周期主族元素从左到右,非金属性依次增强,对应气态氢化物的热稳定性依次增强,同主族元素从上到下,非金属性依次减弱,对应气态氢化物的热稳定性依次减弱,能用元素周期律解释热稳定性 $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S} > \text{PH}_3$,C 不符合题意;同周期主族元素从左到右,金属性依次减弱,能用元素周期律解释金属性 $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Al}$,D 不符合题意。

4. A 由题意可知,元素 X、Y、Z、W 分别为 C 元素、O 元素、Na 元素、Al 元素。W、Z、Y 的简单离子分别为 Al^{3+} 、 Na^+ 、 O^{2-} ,具有相同的核外电子排布,核外电子排布相同时,原子序数越小,离子半径越大,则简单离子半径 $r(\text{W}) < r(\text{Z}) < r(\text{Y})$,A 正确;钠和氧可以形成 Na_2O 和 Na_2O_2 两种化合物,B 错误;从左到右,元素的金属性逐渐减弱,且元素的金属性越强,最高价氧化物对应的水化物的碱性越强,钠的金属性强于铝的金属性,所以氢氧化钠的碱性强于氢氧化铝的碱性,C 错误;元素的非金属性越强,简单气态氢化物的稳定性越强,氧的非金属性强于碳的非金属性,所以水的热稳定性强于甲烷的热稳定性,D 错误。

5. C 由图中信息可知,X、Y、Z、M、R 分别代表 H、Al、N、S、Na 元素。电子层数越多,离子半径越大,则简单离子半径 $\text{S}^{2-} > \text{Na}^+$,A 错误;Z 的最高价氧化物对应的水化物是硝酸,是一种强酸,B 错误; H_2S 的水溶液久置于空气中会被 O_2 氧化生成硫单质,化学方程式为 $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$,C 正确;元素的非金属性越强,简单气态氢化物越稳定,非金属性 $\text{N} > \text{S}$,则简单气态氢化物的热稳定性 $\text{NH}_3 > \text{H}_2\text{S}$,D 错误。

6. (1) $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ $\text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{H}_2 \uparrow$ $\text{Na} > \text{Mg}$ (2) I. ①产生白色沉淀 $\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$ ②白色沉淀逐渐溶解 $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ 白色沉淀逐渐溶解 $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ ③产生白色沉淀 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$ II. 盐 (3) ①减弱 减弱 ②增强 增强 ③减小 减弱 增强 减弱 增强

解析:(1)常温下,钠和水剧烈反应生成碱和 H_2 ,镁和水在常温下反应很缓慢,加热时剧烈反应生成碱和 H_2 。金属单质和水或酸反应越剧烈,其金属性越强,所以金属性 $\text{Na} > \text{Mg}$ 。(2)①向 AlCl_3 溶液中加入足量氨水,生成白色沉淀 $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 不溶于氨水。②实验得到的沉淀分装于两支试管中,一支试管中加入盐酸,白色沉淀逐渐溶解,生成盐和水,离子方程式见答案,另一支试管中加入 NaOH 溶液,白色沉淀逐渐溶解,生成 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 和水。③向 MgCl_2 溶液中加入过量的 NaOH 溶液,产生白色沉淀 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 。(3)①第三周期的 Na 、 Mg 、 Al 元素的金属性逐渐减弱,其最高价氧化物对应的水化物 NaOH 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的碱性逐渐减弱。②第三周期的 Si 、 P 、 S 、 Cl 元素的非金属性逐渐增强,其最高价氧化物对应的水化物 H_2SiO_3 、 H_3PO_4 、 H_2SO_4 、 HClO_4 的酸性逐渐增强。同周期主族元素从左到右,原子半径逐渐减小,失电子能力逐渐减弱,得电子能力逐渐增强,金属性逐渐减弱,非金属性

逐渐增强。

7. (1) 有白色沉淀生成 $\text{NaOH} > \text{Mg}(\text{OH})_2$ (2) ①分液漏斗 ②检查装置的气密性 ③ Na_2S 溶液 $\text{Cl}_2 + \text{S}^{2-} = \text{S} \downarrow + 2\text{Cl}^-$ ④稀硫酸 试管 C 中出现白色沉淀 $\text{CO}_2 + \text{SiO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-}$ (或 $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{HCO}_3^-$)

解析: (1) 将 NaOH 溶液加入 MgCl_2 溶液中, 发生反应生成氢氧化镁白色沉淀, 根据强碱制弱碱可知, 碱性 $\text{NaOH} > \text{Mg}(\text{OH})_2$ 。 (2) ②根据实验操作步骤, 连接仪器后, 加入药品前需先检查装置的气密性。③根据已知条件及实验目的: 验证氯的非金属性大于硫, 利用单质间的置换反应进行判断, 装置 C 中所装药品选用 Na_2S 溶液; 反应的离子方程式见答案。④根据元素非金属性强弱的比较方法, 利用最高价氧化物对应的水化物的酸性强弱进行判断, 最高价含氧酸的酸性越强, 非金属性越强; A 中加入稀硫酸, 稀硫酸和 Na_2CO_3 反应生成 CO_2 , 说明硫酸的酸性比碳酸的酸性强, 非金属性 $\text{S} > \text{C}$, 生成的 CO_2 通入 Na_2SiO_3 溶液中, 生成硅酸白色沉淀, 故碳酸的酸性比硅酸的酸性强, 证明非金属性 $\text{C} > \text{Si}$ 。试管 C 中发生反应的离子方程式见答案。

课时提优 26 元素周期表及其应用

1. D I A 族元素除氢外都是碱金属元素, A 错误; 元素周期表共有 7 个周期, 16 个族, 元素周期表中第 8、9、10 列为一个族, B 错误; 原子的最外层电子数为 2 的元素, 不一定是 II A 族元素, 如 II B 族元素的原子最外层电子数也是 2, C 错误; 氢原子的半径是所有原子中最小的, D 正确。

2. C 钷属于金属元素, A 错误; 144.2 g 为 1 mol 钷原子的质量总和, 不是一个钷原子的质量, B 错误; 元素的质子数 = 原子序数, 钷的原子序数为 60, 则 1 个钷原子中含有 60 个质子, C 正确; Nd^{3+} 的核外电子数为 57, D 错误。

3. B 这 14 种元素原子是主族元素的有 K、O、Si、Mg、Al、Ca、Na; K、O、Si、Mg、Al、Ca、Na 中最外层电子数是奇数的有 K、Al、Na, B 正确。

4. A 同主族元素从上到下, 金属性逐渐增强, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 为两性氢氧化物, $\text{Tl}(\text{OH})_3$ 为强碱, A 错误; 大多数金属单质均为具有金属光泽的银白色固体, Al 为银白色较软的金属, 则 Tl 是银白色较软的金属, B 正确; III A 族元素的最高价为 +3 价, 则 Tl 可以形成氧化物 Tl_2O_3 , C 正确; 同主族元素从上到下, 金属性逐渐增强, 则 Tl 元素与酸反应比 Al 与酸反应剧烈, D 正确。

5. B 由 Cs^+ 的离子结构示意图可知, $X = 2 + 8 + 18 + 18 + 8 + 1 = 55$, A 正确; Cs 原子序数为 55, 为第六周期元素, B 错误; 同主族元素从上到下, 金属性逐渐增强, 金属性越强, 其最高价氧化物对应的水化物的碱性越强, 则碱性 $\text{CsOH} > \text{NaOH}$, C 正确; 同主族元素从上到下, 金属性逐渐增强, 与水反应时, 金属 Cs 比金属 K 更剧烈, D 正确。

6. C 短周期包括第一、二、三周期, 短周期中某元素的最外层只有 1 个电子, 说明该元素位于 I A 族, 可以是 H、Li、Na 元素, H 元素属于非金属元素, A 错误; 根据元素周期表的结构, 元素周期表有七个主族、七个副族、一个 VIII 族和一个 0 族, B 错误; 从元素周期表中金属与非金属的分界处可以寻找半导体材

料, C 正确; 卤素单质的熔、沸点随着原子序数的递增而升高, 而碱金属单质的熔、沸点随着原子序数的递增而降低, D 错误。

7. C 同一周期相邻主族的两种元素的原子序数之差可能是 1, 如第二周期的 II A 族元素与 III A 族元素的原子序数之差是 1, 第四周期的 II A 族元素与 III A 族元素的原子序数之差是 11, A 错误; 同一主族的两种元素的原子序数之差可能是 36, 如第三周期与第五周期的 III A 族元素的原子序数之差为 36, B 错误; 对于处于同一主族相邻周期的元素, 原子序数相差可能为 2、8、18、32, C 正确, D 错误。

8. C X、Y、Z、W 均为短周期主族元素, Z 的最外层电子数是其电子层数的 3 倍, 说明 Z 为 O, 结合元素在元素周期表中的相对位置, 可推知 X 为 C, Y 为 N, W 为 Al。电子层数相同的微粒, 核电荷数小的半径大, Al^{3+} 和 N^{3-} 的核外都有 2 个电子层, Al^{3+} 和 N^{3-} 的质子数分别为 13 和 7, 因此 Al^{3+} 的半径小于 N^{3-} 的半径, A 正确; 由 C 与 O 形成的化合物有 CO_2 、CO 等, B 正确; 元素的非金属性越强, 对应的简单氢化物的热稳定性越强, 非金属性 $\text{O} > \text{C}$, 则简单氢化物的热稳定性 $\text{H}_2\text{O} > \text{CH}_4$, C 错误; 元素的非金属性越强, 最高价氧化物对应水化物的酸性越强, 非金属性 $\text{N} > \text{C}$, 则酸性 $\text{HNO}_3 > \text{H}_2\text{CO}_3$, D 正确。

9. C 元素的金属性越强, 其最高价氧化物对应的水化物的碱性越强, 同主族元素从上到下, 金属性依次增强, 所以碱金属元素的最高价氧化物对应的水化物的碱性随原子序数的增大而增强, A 正确; 同主族元素从上到下, 非金属性依次减弱, 最高价氧化物对应的水化物的酸性也依次减弱, B 正确; N 元素为第二周期非金属元素, 但其氢化物溶于水后显碱性, C 错误; 同周期主族元素从左到右, 金属性依次减弱, 其最高价氧化物对应的水化物的碱性也依次减弱, D 正确。

10. (1) 第二周期 VI A 族 (2) $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ (3) NaOH (4) $\text{Al} \quad \text{S}^{2-}$ (5) $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ (6) $\text{AlN} + \text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{NH}_3 \uparrow$

解析: 已知 M、W、X、Y、Z 是原子序数依次增大的短周期主族元素, M 的单质是空气中含量最多的气体, M 是 N 元素; W 与 Z 同主族, W 原子最外层电子数是 6, 则 W 是 O 元素, Z 是 S 元素; 含 X 元素的物质灼烧时火焰呈黄色, X 是 Na 元素; Y 是地壳中含量最高的金属元素, Y 是 Al 元素。 (1) W 是 O 元素, 氧元素在元素周期表中的位置是第二周期 VI A 族。 (3) 金属性 $\text{Na} > \text{Al}$, 则 X 和 Y 的最高价氧化物对应的水化物中碱性较强的是 NaOH 。 (4) 一般核外电子层数越多, 原子半径越大, 则 N 与 Al 中原子半径较大的是 Al。 X 与 Z 分别形成的简单离子是 Na^+ 和 S^{2-} , 离子的核外电子层数越多, 离子半径越大, 则离子半径较大的是 S^{2-} 。 (5) SO_2 与 H_2S 发生反应产生淡黄色固体 S, 反应的化学方程式为 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$, 2 个 H_2S 分子参加反应转移 4 个电子。 (6) 化合物 AlN 与 NaOH 溶液反应生成 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 和 NH_3 。

11. (1) 第三周期 II A 族 (2) HClO_4 (3) $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Na}^+ + 4\text{OH}^- + \text{O}_2 \uparrow$ (4) g(N 元素) 的原子半径比 d(P 元素) 的原子半径小, 原子核对最外层电子的吸引能力强, g(N 元素) 比 d(P 元素) 得电子能力强, 非金属性强 (5) 0.070~0.088 nm (6) NaHCO_3 除去 CO_2 中混有的

HCl(或盐酸) (7) 有沉淀生成

解析: a 的化合价为 -2 价, a 为 O 元素; e 的最低价为 -1 价, 最高价为 +7 价, e 为 Cl 元素; d、g 的最低价都是 -3 价, 最高价都是 +5 价, d 的半径大于 g, d 是 P 元素, g 是 N 元素; c、f 的最高价都是 +1 价, c 的半径小于 f, c 的半径大于 O 原子的半径, 所以 c 是 Li 元素, f 是 Na 元素; b 的最高价为 +2 价, b 的半径大于 Li 的半径, b 是 Mg 元素; h 的最高价为 +3 价, h 的半径小于 P 的半径, h 是 B 元素。(1) b 是 Mg 元素, 在元素周期表中的位置为第三周期 II A 族。(2) 元素的非金属性越强, 最高价含氧酸的酸性越强, 上述元素的最高价氧化物对应的水化物的酸性最强的是 HClO_4 。(3) O、Na 能形成 Na_2O 、 Na_2O_2 两种化合物, 其中既含离子键又含共价键的化合物是 Na_2O_2 , Na_2O_2 与水反应生成 NaOH 和 O_2 。(4) g(N 元素)、d(P 元素)最外层电子数相等, g(N 元素)的原子半径比 d(P 元素)的原子半径小, 原子核对最外层电子的吸引能力强, g(N 元素)比 d(P 元素)得电子能力强, 非金属性强。(5) 同周期主族元素从左到右, 原子半径逐渐减小, 同主族元素从上到下, 原子半径逐渐增大, B 原子的半径为 0.088 nm, N 原子的半径为 0.070 nm, Si 原子的半径为 0.111 nm, 所以 C 原子的半径范围为 0.070~0.088 nm。(6) CO_2 和硅酸钠反应生成硅酸沉淀可证明碳的非金属性强于硅, 盐酸易挥发, 碳酸钙和盐酸反应生成的 CO_2 中混有氯化氢, CO_2 、氯化氢都能与硅酸钠反应生成沉淀, 需用饱和 NaHCO_3 溶液除去 CO_2 中的氯化氢, 所以 X 是 NaHCO_3 , B 装置的作用是除去 CO_2 中混有的 HCl。(7) CO_2 和硅酸钠反应生成硅酸沉淀可证明碳的非金属性强于硅, C 中有沉淀生成, 可验证碳的非金属性强于硅。

第二单元 微粒之间的相互作用力

课时提优 27 离子键

1. A 化学键通常是指相邻的两个或多个原子(离子)之间存在的强烈的相互作用, A 正确, B 错误; 化学键只存在于分子间相邻的两个或多个原子之间或离子之间, 不存在于分子之间, C 错误; 离子键是相邻的阴、阳离子之间的强烈的相互作用, 不仅包括相互吸引力还包括相互排斥力, D 错误。

2. B 钠原子最外层只有一个电子, 易失电子, 有较强的还原性, 而钠离子最外层已经达到 8 电子稳定结构, 故两者化学性质不同。故选 B。

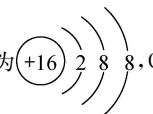
3. A 元素的金属性越强, 越易形成阳离子, 进而形成离子键, 同周期主族元素从左到右, 金属性依次减弱, 故 4 种元素中最易形成离子键的元素为 Na。故选 A。

4. B CaO 中含有离子键, 阴离子(O^{2-})与阳离子(Ca^{2+})数目之比为 1:1, A 不符合题意; Na_2O_2 中含有离子键, 阴离子(O_2^{2-})与阳离子(Na^+)数目之比为 1:2, B 符合题意; KF 中含有离子键, 阴离子(F^-)与阳离子(K^+)数目之比为 1:1, C 不符合题意; NaHCO_3 中含有离子键, 阴离子(HCO_3^-)与阳离子(Na^+)数目之比为 1:1, D 不符合题意。

5. C 电子式中的“·”或“×”表示原子的最外层电子, N 原子最外层有 5 个电子, A 错误; 阴离子的电子式不仅要标明最外层电子数, 而且要用“[]”括起来, 并在右上角标出所带电荷数, B 错误; 化合物中多个相同的离子要拆开分布在异性离子

的周围, C 正确; CaCl_2 的电子式为 $[\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^- \text{Ca}^{2+} [\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^-$, D 错误。

6. B MgF_2 是离子化合物, MgF_2 的电子式为 $[\text{:}\ddot{\text{F}}\text{:}]^- \text{Mg}^{2+} [\text{:}\ddot{\text{F}}\text{:}]^-$, A 错误; S 的核电荷数为 16, 得到

2 个电子转化为 S^{2-} , S^{2-} 的结构示意图为 , C 错误;

中子数为 8 的碳原子的质量数是 14, 可表示为 $^{14}_6\text{C}$, D 错误。

7. B 溶解性大小与离子化合物没有必然关系, 可溶于水的不一定是离子化合物, 如 HCl、酒精等, A 错误; 在熔融状态下能导电, 说明该物质在熔融状态下本身可电离出阴、阳离子, 化合物中含有阴、阳离子, 则一定存在离子键, B 正确; 有的化合物不含离子键, 但在水分子作用下能电离出自由移动的离子, 形成的溶液能导电, 如 HCl、 H_2SO_4 等, C 错误; 具有较高熔点的化合物不一定是离子化合物, 如 SiO_2 的熔点很高, 但不含离子键, D 错误。

8. B HCl 为共价化合物, A 错误; 离子化合物一定含有离子键, 含有离子键的化合物一定是离子化合物, B 正确; 在化合物 CaCl_2 中, 仅 Ca^{2+} 与 Cl^- 之间存在离子键, C 错误; 仅由非金属元素组成的化合物可能是离子化合物, 如 NH_4Cl 是离子化合物, D 错误。

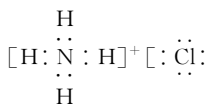
9. (1) 第二周期 V A 族 (2) $r(\text{O}^{2-}) > r(\text{Na}^+) > r(\text{Mg}^{2+})$

(3) C H_2O (4) 离子键 (5) $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$

解析: 由图可知, W 为 C, X 为 N, Y 为 O, Z 为 Na, M 为 Mg, N 为 Al, P 为 S, Q 为 Cl。(1) N 的原子序数为 7, 位于元素周期表中的第二周期 V A 族。(2) 核外电子排布相同的离子, 核电荷数越大, 离子半径越小, 则离子半径 $\text{O}^{2-} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+}$ 。

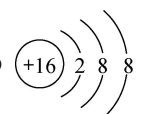
(3) 同周期主族元素从左到右, 非金属性依次增强, 对应的单质越容易与 H_2 化合, 形成的最简单氢化物的热稳定性越强, 则与 H_2 化合最困难的是 C, 形成的最简单氢化物热稳定性最好的是 H_2O 。(4) Z 与 Q 形成的化合物为 NaCl , 其是只含有离子键的离子化合物。(5) $\text{Al}(\text{OH})_3$ 能与 H_2SO_4 溶液发生中和反应生成 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 和水, 离子方程式为 $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

10. (1) $\text{Na}^+ [\text{:}\ddot{\text{N}}\text{:}]^{3-} \text{Na}^+$ 离子 (2) $\text{Na}^+ [\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^-$

 (3) 复分解 (4) <

解析: (1) Na_3N 是由 Na^+ 与 N^{3-} 结合形成的, 阴、阳离子间的强烈相互作用为离子键, 电子式为 $\text{Na}^+ [\text{:}\ddot{\text{N}}\text{:}]^{3-} \text{Na}^+$ 。

(2) Na_3N 与盐酸反应生成 NaCl 、 NH_4Cl 两种盐, 其电子式见答案。(3) Na_3N 与水反应的化学方程式为 $\text{Na}_3\text{N} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 3\text{NaOH} + \text{NH}_3 \uparrow$, 由化学方程式可知该反应属于复分解反应。(4) 核外电子排布相同时, 核电荷数越小, 离子半径越大, 则离子半径 $r(\text{Na}^+) < r(\text{N}^{3-})$ 。

11. (1) IV A (2)  (3) $\text{Cl}^- > \text{Na}^+ > \text{Al}^{3+}$ [或

$r(\text{Cl}^-) > r(\text{Na}^+) > r(\text{Al}^{3+})$ 或 Cl^- 、 Na^+ 、 Al^{3+} (4) $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ (5) ①强 ②AD (6) $\text{Be}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4]$

解析: 根据元素周期表结构,由所给部分元素在元素周期表的位置可知,A为H,D为N,E为Na,G为Al,M为S,Q为Si,L为Cl,据此解答。(1)Q为Si,在元素周期表中位于第三周期ⅣA族。(2)M为S,其简单离子的符号为 S^{2-} ,核外有18个电子。(3)电子层数越多,粒子的半径越大;电子层数相同时,核电荷数越多,粒子的半径越小。 Na^+ 和 Al^{3+} 核外都只有两层电子, Al^{3+} 的核电荷数大于 Na^+ 的,因此 Al^{3+} 的半径小于 Na^+ 的, Cl^- 核外有三层电子,半径最大。(4)E元素最高价氧化物对应的水化物为 NaOH ,D元素最高价氧化物对应的水化物为 HNO_3 ,二者反应的离子方程式为 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ 。(5)Sr位于元素周期表中第五周期ⅡA族,与Ca同主族,且在Ca的下方,则Sr最外层有2个电子,常见化合价为+2价,A正确;元素的金属性越强,最高价氧化物对应的水化物碱性越强,Sr的金属性比Ca的强,则Sr最高价氧化物的水化物碱性更强,B错误;同主族元素最外层电子数相同,物质的性质相似, CaCO_3 是一种难溶性盐,则 SrCO_3 也是一种难溶性盐,C错误;同主族元素从上到下,金属性增强,其单质与水反应的剧烈程度增大,D正确。(6)由题意可知,Be和Al的性质相似,可类比 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 与 NaOH 溶液反应的化学方程式推知, $\text{Be}(\text{OH})_2$ 与 NaOH 反应生成 $\text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4]$ 。

课时提优 28 共价键 分子间作用力

1. B 中子数为8的碳原子,其质量数是14,可表示为 $^{14}_6\text{C}$,A错误; HClO 的电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{Cl}}:$,其结构式是 $\text{H}-\text{O}-\text{Cl}$,B正确;该模型是水分子的空间填充模型,C错误; Na_2O_2 的电子式为 $\text{Na}^+[:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:]^{2-}\text{Na}^+$,D错误。

2. C HCl 是共价化合物,其电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{Cl}}:$,A错误; MgCl_2 为离子晶体,晶体中只含离子键,不含共价键,B错误; NaHSO_4 晶体由 Na^+ 和 HSO_4^- 构成,溶于水的电离方程式为 $\text{NaHSO}_4 = \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$,则溶于水时既有离子键的断裂,又有共价键的断裂,C正确; CH_4 分子中H原子满足2电子稳定结构,D错误。

3. A 离子化合物中除含离子键外,还可能含有共价键,如 NaOH 是由 Na^+ 和 OH^- 结合形成的离子化合物,而 OH^- 中含有 $\text{O}-\text{H}$ 共价键,共价化合物中仅存在共价键,不存在离子键,A正确,B错误;稀有气体单质是单原子分子构成的,不存在化学键,C错误;离子键是阴、阳离子之间的静电作用,含有离子键的物质一定是化合物,D错误。

4. C O^{2-} 的结构示意图为 $\text{(+8)}\text{2}\text{8}$,A错误; HClO 的结构式为 $\text{H}-\text{O}-\text{Cl}$,B错误;质子数为92,中子数为146的U原子表示为 $^{238}_{92}\text{U}$,D错误。

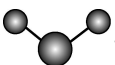
5. D 碘升华,克服的是分子间作用力,①不符合题意;溴蒸气被木炭吸附,克服的是分子间作用力,②不符合题意;乙醇溶于水,不发生电离,克服的是分子间作用力,③不符合题意; HCl 气体溶于水,发生电离, $\text{H}-\text{Cl}$ 共价键被破坏,④符合题意;冰融化,克服的是分子间作用力,⑤不符合题意; NH_4Cl 受热发

生分解反应,生成 NH_3 和 HCl , $\text{N}-\text{H}$ 共价键被破坏,且同时破坏了离子键,⑥符合题意;氢氧化钠熔化,破坏的是离子键,⑦不符合题意; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶于水,发生电离,破坏的是离子键,⑧不符合题意。综上所述,④⑥符合题意,故选D。

6. C 碘单质是分子晶体,故碘单质的升华破坏的是范德华力,A正确;加热蒸发氯化钾水溶液的过程中有水汽化,破坏了水分子间作用力,B正确;氯化氢气体溶于水,发生电离, $\text{H}-\text{Cl}$ 共价键被破坏,C错误;纯碱和烧碱熔化时都克服了离子键,即克服的化学键类型相同,D正确。

7. D 石墨烯纳米材料是单质,而胶体属于混合物,将石墨烯纳米材料分散到分散剂中可以形成胶体,A错误;石墨烯是单质,而电解质是化合物,B、C错误;石墨是层状结构,层与层之间存在分子间作用力,从石墨中剥离出石墨烯需克服分子间作用力,D正确。

8. C 氢键是某些氢化物(如 NH_3 、 H_2O 、 HF 等)分子间存在的比一般的分子间作用力强的作用力。氢键的存在使氢化物的熔、沸点相对较高,因此 HF 的沸点比 HCl 的高是因为存在氢键,A正确;水在结冰时体积膨胀是由于水分子间以氢键相互连结,形成相对疏松的晶体,从而在结构上产生许多空隙,造成体积膨胀,B正确;物质的稳定性取决于化学键键能的大小,而不是氢键等分子间作用力的强弱,C错误;氨分子和水分子之间主要是以氢键结合的,D正确。

9. C H_2O 为V形结构,结构模型为,A正确;4种物质都是共价化合物,都含有共价键,B正确; H 、 C 、 N 、 O 形成的 NH_4HCO_3 等铵盐属于离子化合物,C错误; CO_2 是共价化合物,C和O的最外层的电子形成共用电子对,具体过程为 $\cdot\ddot{\text{O}}\cdot + \cdot\ddot{\text{C}}\cdot + \cdot\ddot{\text{O}}\cdot \longrightarrow \ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}$,D正确。

10. B 非金属元素形成的化合物中也可能含有离子键,如氯化铵,A正确;含共价键的化合物不一定是共价化合物,如 NaOH 中含有 $\text{O}-\text{H}$ 共价键,但 NaOH 是离子化合物,B错误;离子化合物中一定含有离子键,可能含有共价键,C正确;共价化合物中只含有共价键,一定不含离子键,D正确。

11. B N_2 分子中含有 $\text{N}\equiv\text{N}$ 共价键,A正确; O_2 是单质,不属于化合物,B错误;化合物 NO 分解生成两种单质,所以上述过程的总化学方程式为 $2\text{NO} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{N}_2 + \text{O}_2$,C正确;标准状况下, NO 分解生成11.2 L(即0.5 mol) N_2 ,反应过程中N元素由+2价降低到0价,生成1 mol N_2 转移4 mol电子,则生成0.5 mol N_2 转移2 mol电子,转移电子数 $\approx 2 \times 6.02 \times 10^{23} = 1.204 \times 10^{24}$,D正确。

12. (1) S (2) H:  H (3) HClO_4 (4) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ (5) 共价键 (6) $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 2\text{S}\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

解析: 由元素周期表中的位置可知,A为H,B为N,C为O,D为Na,E为Al,F为S,G为Cl。(1)C、F、G分别为O、S、Cl,同主族元素从上到下,原子半径逐渐增大,同周期主族元素从左到右,原子半径逐渐减小,故原子半径 $\text{O} < \text{Cl} < \text{S}$,半径最大的是S。(2)A为H,B为N,二者形成的某种化合物分子中含有10个电子,该化合物为 NH_3 。(3)F是S,G是Cl,元素的

非金属性越强,对应的最高价氧化物的水化物的酸性越强,Cl的非金属性比S的强,故Cl的最高价氧化物对应水化物的酸性较强。(4)D、E对应的最高价氧化物的水化物分别为NaOH、Al(OH)₃,二者发生反应的离子方程式为Al(OH)₃+OH⁻=[Al(OH)₄]⁻。(5)EG₃即AlCl₃,AlCl₃熔融状态不导电,说明AlCl₃是共价化合物,故其所含化学键为共价键。(6)氧化性强的非金属单质能置换出氧化性弱的非金属单质,元素C和F分别代表O和S,其元素非金属性强弱可通过单质的氧化性来判断,即利用反应O₂+2H₂S=2S↓+2H₂O。

第三单元 从微粒结构看物质的多样性

课时提优 29 同素异形体 同分异构现象 晶体与非晶体

- 1. A** O₂、O₃、O₄均是由氧元素组成的不同单质,互为同素异形体,A正确;1个O₄分子由4个O原子构成,O₄分子中不存在O₂分子,B错误;O₄是单质,不是化合物,C错误;O₄转化为O₂的过程中氧元素的化合价不变,该反应不属于氧化还原反应,D错误。
- 2. B** 质子数相同、中子数不同的同种元素的不同原子之间互称同位素,乙醇和二甲基醚是化合物,二者互为同分异构体,A错误;富勒烯和金刚石都是由碳元素组成的单质,化学性质相似,B正确;碳纳米管、石墨烯都是由碳元素组成的单质,互为同素异形体,C错误;¹²C、¹³C、¹⁴C三种核素互为同位素,D错误。
- 3. D** SO₂和SO₃的分子式不同,不互为同分异构体,A错误;若两种化合物的组成元素相同,各元素的质量分数也分别相同,二者不一定互为同分异构体,如C₂H₄和C₃H₆,B错误;相对分子质量相同的物质不一定互为同分异构体,如H₂SO₄和H₃PO₄具有相同的相对分子质量,但分子组成不同,不互为同分异构体,C错误;当不同化合物组成元素的质量分数分别相同,相对分子质量也相同时,其分子式一定相同,这样的不同化合物互为同分异构体,D正确。
- (1) ⑥ (2) ② (3) ③⑧ (4) ⑦

解析:(1)同种元素的不同核素互为同位素,同位素的质子数相同,中子数不同,故⑥T和D互为同位素。(2)同种元素组成的不同单质互为同素异形体,故②金刚石和C₆₀互为同素异形体。(3)分子式相同、结构不同的物质互为同分异构体,故

③CH₃CH₂CH₂CH₃和 $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$ 、⑧NH₄CNO和CO(NH₂)₂互为同分异构体。(4)氯气为气态,液氯为液态,是同一种物质的两种不同状态。

5. D 金属晶体由金属阳离子和自由电子构成的,金属晶体有正离子,没有负离子,A错误;金属晶体由金属阳离子和自由电子构成,晶体若有正离子,不一定是离子晶体,B错误;氢氧化钠晶体中含有离子键、共价键,氢氧化钠是离子晶体,晶体若有共价键,可能是离子晶体,C错误;金属晶体含有金属键,晶体若有共价键,不可能是金属晶体,D正确。

6. B 分子晶体中不一定存在共价键,如稀有气体中不含共价键,A错误;钠与水反应生成氢氧化钠和氢气,水中H—O键断裂,并形成H—H键,B正确;N₂中N原子之间形成三键,

达到8电子稳定结构,但是N₂属于单质,NCl₃中N和Cl之间各共用一对电子,两原子均具有8电子稳定结构,C错误;H₂O与NH₃都属于分子晶体,它们在常温常压下的状态不同是由于二者分子间所含氢键的数目不同导致,与分子间作用力有关,物质的热稳定性只与键能大小有关,故状态不同与热稳定性无关,D错误。

7. A SO₂和SO₃为化合物,不是单质,不互为同素异形体,A错误;²⁰²₇₈Pt和¹⁹⁸₇₈Pt质子数相同、中子数不同,互为同位素,B正确;C₄H₁₀的同分异构体有2种:CH₃—CH₂—CH₂—CH₃、 $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$,C正确;晶体有固定的熔点,非晶体没有

固定的熔点,所以有无固定的熔点可以间接区分晶体和非晶体,D正确。

8. C 晶体与非晶体的本质差异在于其内部粒子在空间上是否按一定规律呈周期性重复排列,A错误;在晶体中有阳离子,但不一定有阴离子,例如金属晶体中不存在阴离子,B错误;液晶具有液体的流动性,在某些物理性质方面具有类似晶体的各向异性,其性能具有独特之处,C正确;晶体溶于水后,可电离出自由移动的离子,该晶体也不一定是离子晶体,离子晶体是利用离子键形成的晶体,D错误。

9. D 根据分子式可知,C₁₈的摩尔质量为216 g·mol⁻¹,则216 g C₁₈的物质的量= $\frac{216 \text{ g}}{216 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}=1 \text{ mol}$,其中含有的原子总数是18N_A,A、B错误;由C₂₀O₂→C₁₈+2CO可知,1 mol C₂₀O₂转化为C₁₈过程中生成2 mol CO,但未指明气体所处状况,不能用气体摩尔体积计算CO的体积,C错误;C₁₈与石墨都是由碳元素形成的不同单质,二者互为同素异形体,D正确。

10. B 足球烯为碳单质,A错误;足球烯与金刚石为碳元素的不同单质,互为同素异形体,B正确;两种物质的物理性质差别较大,C错误;足球烯为分子晶体,受热变成液体,吸收的热量用于破坏分子间作用力,D错误。

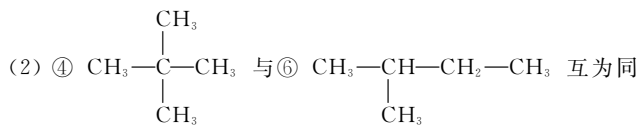
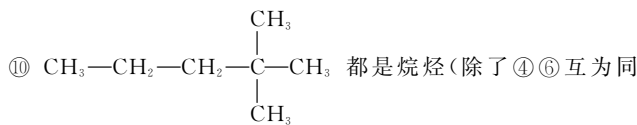
11. C CH₄的球棍模型为 ,  为甲烷的比例模型

型,A错误;同位素为质子数相同而中子数不同的同种元素的不同核素,S₈和³²S不互为同位素,B错误;CS₂分子中C原子分别与2个S原子形成2个共用电子对,即CS₂分子中各原子最外层均达到8电子稳定结构,C正确;H₂S为共价化合物,其电子式为H: $\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \vdots \\ \text{S} \\ \vdots \\ \cdot\cdot \end{array}$:H,D错误。

12. (1) ②④⑦⑩或②⑥⑦⑩ (2) ④⑥ (3) ⑧⑨ (4) ①③

解析:同系物是指结构相似、分子组成相差1个或若干个“CH₂”原子团的有机化合物;同位素是指质子数相同而中子数不同的同一元素的不同原子;同分异构体是指分子式相同,但结构不同的化合物。

(1) ② $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 、④ $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 、
⑥ $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 、⑦ $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$ 、

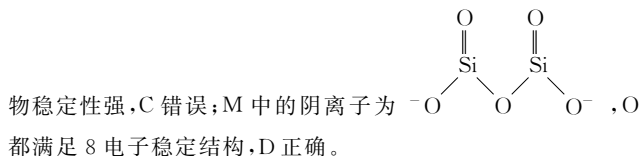


(3) $^{35}_{17}\text{Cl}$ 与 $^{37}_{17}\text{Cl}$ 互为同位素。(4) 液氯与氯气均为 Cl_2 单质。

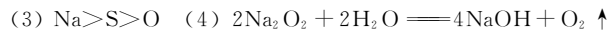
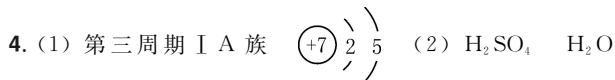
微专题四 元素推断 元素周期律的应用

1. D X、Y、Z、W 为四种短周期主族元素,X 和 W 位于同一主族,X 元素原子的最外层电子数是内层电子数的三倍,则 X 是 O 元素,W 为 S 元素;Y 最外层电子数是最内层电子数的一半,则 Y 为 Na 元素;Z 是地壳中含量最高的金属元素,则 Z 为 Al 元素。元素非金属性越强,其简单氢化物越稳定,故简单氢化物的热稳定性 $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$,A 错误;同周期主族元素从左到右,原子半径逐渐减小,同主族元素从上到下,原子半径逐渐增大,则原子半径 $r(\text{O}) < r(\text{S}) < r(\text{Al}) < r(\text{Na})$,B 错误;元素金属性越强,其最高价氧化物对应的水化物的碱性越强,则最高价氧化物对应的水化物的碱性 $\text{NaOH} > \text{Al}(\text{OH})_3$,C 错误;化合物 Y_2X_2 为 Na_2O_2 ,其既有离子键,又有氧氧共价键,D 正确。

2. D 短周期主族元素 W、X、Y、Z 的原子序数依次增大,X 的原子半径是所有短周期主族元素中最大的,则 X 为 Na;由 W、X、Y 三种元素形成的化合物 M 的结构可知,Y 形成 4 个共价键,说明 Y 为 Si;W 形成 2 个共价键,最外层有 6 个电子,则 W 为 O,W 的核外电子数与 X、Z 的最外层电子数之和相等,W 有 8 个电子,X 最外层有 1 个电子,则 Z 最外层有 7 个电子,则 Z 为 Cl。X 为 Na,W 为 O,形成的化合物可以是 Na_2O_2 ,溶于水时与水发生反应破坏离子键和共价键,A 错误;W 为 O,Y 为 Si,Z 为 Cl,同周期主族元素从左到右,非金属性依次增强,则 Cl 的非金属性强于 Si 的,则非金属性 $\text{W} > \text{Z} > \text{Y}$,B 错误;元素的非金属性越强,对应简单氢化物越稳定,W 为 O,Y 为 Si,非金属性 $\text{O} > \text{Si}$,则 W 的简单氢化物稳定性比 Y 的简单氢化

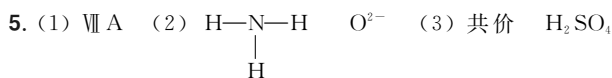


3. C W、X、Y、Z、Q 为原子序数依次增大的短周期主族元素,W 元素的一种同位素常用于文物考古,W 为 C;X 和 Z 同族,Z 的原子序数是 X 的 2 倍,则 X 为 O,Z 为 S,Q 为 Cl;同周期主族元素从左到右,元素的金属性逐渐减弱,Y 是第三周期中金属性最强的元素,Y 为 Na。同周期主族元素从左到右,原子半径逐渐减小,A 正确;同周期主族元素从左到右,元素的非金属性逐渐增强,B 正确;Na 在 O_2 中燃烧生成 Na_2O_2 ,1 个 Na_2O_2 中含有 2 个 Na^+ 和 1 个 O_2^{2-} ,阴、阳离子个数之比为 1:2,C 错误;Na 的最高价氧化物对应的水化物为 NaOH ,Cl 的最高价氧化物对应的水化物为 HClO_4 , NaOH 是强碱, HClO_4 是强酸,二者反应生成 H_2O 和 NaClO_4 ,D 正确。



解析:A 的原子核内只有 1 个质子,则 A 为 H 元素;B 的原子半径是其所在主族元素原子中最小的,B 的最高价氧化物对应的水化物的化学式为 HBO_3 ,则 B 的最高化合价为 +5 价,位于元素周期表中的 V A 族,B 为 N 元素;C 原子的最外层电子数比次外层电子数多 4,则 C 为 O 元素;C 的阴离子与 D 的阳离子具有相同的电子排布,两元素可形成化合物 D_2C 和 D_2C_2 ,则 D 的化合价为 +1 价,应为 Na 元素;C、E 同主族,则 E 为 S 元素。(1) D 为 Na 元素,核电荷数为 11,在元素周期表中的位置为第三周期 I A 族,B 为 N 元素,原子结构示意图为 $\begin{pmatrix} +7 \\ 2 \\ 5 \end{pmatrix}$ 。

(2) E 为 S 元素,其最高价氧化物对应的水化物是 H_2SO_4 ,元素非金属性越强,其简单气态氢化物越稳定,所以 C、E 的氢化物较稳定的是 H_2O 。(3) 同主族元素从上到下,原子半径逐渐增大,同周期元素从左到右,原子半径逐渐减小,所以原子半径大小关系为 $\text{Na} > \text{S} > \text{O}$ 。(4) D_2C_2 为 Na_2O_2 ,C 的氢化物为 H_2O ,反应化学方程式为 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ 。(5) H_2O_2 与 SO_2 反应的化学方程式为 $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4$ 。



解析:由图可知,x 为 H 元素,y 为 C 元素,z 为 N 元素,d 为 O 元素,e 为 Na 元素,f 为 Al 元素,g 为 S 元素,h 为 Cl 元素。

(1) 元素 h 为 Cl 元素,其位于元素周期表中第三周期 VII A 族。

(2) 元素 x 为 H 元素,z 为 N 元素,二者形成的 10 电子的分子为 NH_3 ,其结构式为 $\text{H}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{N}}}-\text{H}$;元素 d 为 O 元素,其简单离

子为 O^{2-} ,元素 e 为 Na 元素,其简单离子为 Na^+ ,电子层数相同时,核电荷数越大,离子半径越小,故离子半径 $\text{O}^{2-} > \text{Na}^+$ 。

(3) 元素 x、y 形成的化合物 y_xx_4 为 CH_4 ,属于共价化合物;g 为 S 元素,其最高价氧化物对应的水化物为 H_2SO_4 ,h 为 Cl 元素,其最高价氧化物对应的水化物为 HClO_4 ,由于 Cl 的非金属性强于 S 的非金属性,故酸性较弱的是 H_2SO_4 。(4) e 为 Na 元素,其最高价氧化物对应的水化物为 NaOH ,元素 f 为 Al 元素,其最高价氧化物对应的水化物为 $\text{Al}(\text{OH})_3$,发生反应的离子方程式为 $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 。

6. (1) 第二周期 VI A 族 (2) $\text{H}-\text{O}-\text{Cl}$ (3) 黄 作为呼吸面具或潜水艇的氧气来源 (4) $\text{Mg}^{2+} < \text{Na}^+ < \text{O}^{2-}$



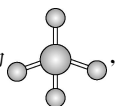
(6) $[\text{Cl}^-]^- \text{Mg}^{2+} [\text{Cl}^-]^-$ (7) 取大小相同的 Na 和 Mg 分别与冷水反应,Na 与水反应更剧烈

解析:Z 是地壳中含量最高的金属元素,则 Z 为 Al,W 形成的单质可以使带火星的木条复燃,则 W 为 O,M 的最高正化合价为 +7 价,为 VII A 族元素,W、X、Y、Z、M 五种短周期主族元素的原子序数依次增大,则 M 为 Cl,X 与 Y 位于同周期,则 X、Y 分别为 Na 和 Mg。(1) W 为 O,在元素周期表中位于第二周

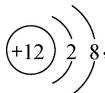
期ⅥA族。(2) Cl_2 和水反应生成的 HClO 具有漂白性,共价化合物 HClO 的结构式为 $\text{H}-\text{O}-\text{Cl}$ 。(3) 钠在空气中燃烧生成黄色的 Na_2O_2 , 火焰呈黄色, Na_2O_2 与 CO_2 反应生成 Na_2CO_3 和 O_2 , 可作供氧剂,作为呼吸面具或潜水艇的氧气来源。(4) 电子层数越多,半径越大,电子层数相同时,核电荷数越大,半径越小,故简单离子半径大小为 $\text{Mg}^{2+} < \text{Na}^+ < \text{O}^{2-}$ 。(5) Na 的最高价氧化物对应的水化物为 NaOH , Al 的最高价氧化物对应的水化物 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 为两性物质,可以与 NaOH 反应生成 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 。(6) Y 为 Mg , M 为 Cl , 则 YM_2 为 MgCl_2 , 其属于离子化合物,电子式为 $[\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^- \text{Mg}^{2+} [\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^-$ 。(7) 元素的金属性越强,对应单质与水反应越剧烈,故取大小相同的 Na 和 Mg 分别与冷水反应, Na 与水反应更剧烈,说明钠的金属性强于镁的。

专题 5 综合

1. B C 的半径大于 H 的半径,甲烷的球棍模型为



A 错误; Mg 的原子序数为 12, Mg^{2+} 的结构示意图为



子数为 7,中子数为 8 的氮原子可表示为 $^{15}_7\text{N}$, D 错误。

2. C 元素符号的左下角为质子数,左上角为质量数,则中子数为 20 的硫原子表示为 $^{36}_{16}\text{S}$, A 错误; CO_2 的水溶液导电是因为 CO_2 和水反应生成弱电解质 H_2CO_3 , CO_2 本身不能电离,不是电解质, B 错误; Na_2CO_3 中 CO_3^{2-} 内部 C 和 O 之间存在共价键, Na^+ 与 CO_3^{2-} 之间存在离子键, C 正确; Na_2S 是离子化合物,其电子式为 $\text{Na}^+ [\text{:}\ddot{\text{S}}\text{:}]^{2-} \text{Na}^+$, D 错误。

3. B 一种由短周期主族元素形成的化合物,具有良好的储氢性能,其中元素 W、X、Y、Z 的原子序数依次增大,且总和为 24,由图可知, W 形成 1 个共价键, W 为 H, Z 为 +1 价阳离子, Z 为 Na, 则 X 和 Y 的原子序数之和为 12; Y 能形成 3 个共价键,则 Y 为 N, X 为 B。该化合物中, H、B、N 之间均以共价键结合, A 正确; BF_3 中 B 的最外层电子数 = $3 + 3 = 6$, 不满足 8 电子稳定结构, B 错误; N 的最高价氧化物对应的水化物为硝酸,硝酸属于强酸, C 正确; Na 的金属性较强,能够与水剧烈反应生成 NaOH 和 H_2 , D 正确。

4. D 干冰受热升华的过程中,需要克服范德华力,范德华力属于分子间作用力, A 正确; MgO 能和酸反应生成镁盐和水,属于碱性氧化物,同时 MgO 是由 Mg^{2+} 和 O^{2-} 构成的,含有离子键,属于离子化合物, B 正确;燃烧时 CO_2 中 C 与 O 之间的共价键断裂, C 正确;单质 Mg 能导电,但不是化合物, Mg 既不是电解质也不是非电解质, D 错误。

5. D HClO 不是 Cl 的最高价氧化物对应的水化物,不能根据非金属性的强弱比较 HClO 和 H_2SO_4 酸性的强弱,且 HClO 为弱酸, H_2SO_4 为强酸, A 错误;因水可以形成分子间氢键,沸点较高,则沸点 $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$, B 错误;元素非金属性越强,其简单氢化物越稳定,则热稳定性 $\text{H}_2\text{O} < \text{HF}$, C 错误;金属性越强,其最高价氧化物对应的水化物碱性越强,则碱性 $\text{LiOH} < \text{NaOH}$, D 正确。

6. B 元素的非金属性越强,气态氢化物越稳定,与是否存在氢键无关, A 错误;元素的非金属性越弱,对应简单氢化物越不稳定,同主族元素从上到下,非金属性依次减弱, HF 、 HCl 、 HBr 、 HI 的热稳定性依次减弱,还原性依次增强, B 正确;熔融状态能导电的化合物一定是离子化合物,破坏化学键的过程中不一定发生化学变化,如 NaCl 溶于水,离子键被破坏,但没有发生化学反应, C 错误;中子数不同、质子数相同的原子互为同位素, D 错误。

7. C 由图可知, X 原子最外层电子数为 1, 原子序数最小, X 为 H; W 原子最外层电子数为 1, 原子序数较大, W 为 Na; Z 原子最外层电子数为 7, 原子序数较小, Z 为 F; Y 原子最外层电子数为 6, 原子序数较小, Y 为 O; R 原子最外层电子数为 6, 原子序数较大, R 为 S; J 原子最外层电子数为 7, 原子序数较大, J 为 Cl。由分析可知, 化合物 WX 为 NaH , H 显 -1 价, A 正确;原子的电子层数越多,半径越大,所以原子半径 $\text{R}(\text{S}) > \text{Z}(\text{F})$, B 正确;元素的非金属性越强,其最高价氧化物对应的水化物的酸性越强,若不是元素的最高价含氧酸,其酸性强弱与元素的非金属性无直接关系,如次氯酸的酸性弱于硫酸的,也弱于亚硫酸的, C 错误; Z 为 F, Y 为 O, 元素的非金属性越强,其简单氢化物越稳定, F 的非金属性强于 O 的,简单氢化物的热稳定性 $\text{Z}(\text{HF}) > \text{Y}(\text{H}_2\text{O})$, D 正确。

8. C X 元素的某种核素没有中子, X 是 H, Z 原子最外层电子数比内层电子总数少 4, Z 是 S, 因 W 是原子序数比 Z 大的短周期主族元素,则 W 是 Cl, Y 与 W 同主族,则 Y 是 F。同周期主族元素从左到右,原子半径逐渐减小,则原子半径 $\text{S} > \text{Cl}$, A 错误;元素的非金属性越强,其最高价氧化物对应的水化物的酸性越强, S 的非金属性比 Cl 的非金属性弱,则 H_2SO_4 的酸性比 HClO_4 的酸性弱, B 错误;非金属性越强,对应的简单氢化物越稳定,由于 F 的非金属性比 Cl 的非金属性强,因此 HF 的稳定性比 HCl 的稳定性强, C 正确;卤素单质的沸点随原子序数的增大而逐渐升高, D 错误。

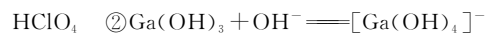
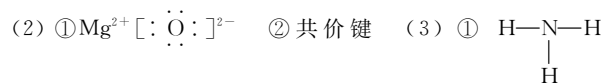
9. A 反应中 CaCO_3 和 CH_4 反应生成 CO 、 H_2 、 CaO , CH_4 中 C—H 共价键断裂, A 正确; H_2 为单质,不是化合物, B 错误;整个过程中, CO_2 中 C 元素化合价由 +4 价降低至 +2 价, CH_4 中 C 元素化合价由 -4 价升高到 +2 价,有电子的转移, C 错误;过程 II 中的反应为 $\text{CaCO}_3 + \text{CH}_4 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{CaO} + 2\text{CO} + 2\text{H}_2$, D 错误。

10. D 砷为第四周期ⅤA族元素,与 N、P 位于同一主族, As 在 P 的下一周期, P 在通常情况下呈固态,则砷在通常情况下也是固体, A 不符合题意;因 P 元素的常见的化合价有 -3 价、+3 价、+5 价,故砷也可以存在 -3 价、+3 价、+5 价等多种化合价, B 不符合题意;同主族元素从上到下,非金属性逐渐减弱,最高价氧化物对应的水化物的酸性逐渐减弱,则酸性 $\text{H}_3\text{AsO}_4 < \text{H}_3\text{PO}_4$, C 不符合题意;同主族元素从上到下,非金属性逐渐减弱,简单气态氢化物的稳定性逐渐减弱,则气态氢化物的稳定性 $\text{AsH}_3 < \text{PH}_3$, D 符合题意。

11. B 已知 X、Y、Z、W、R 五种元素, X 是原子序数最小的元素,则 X 为 H 元素; Y 元素原子最外层电子数是内层电子总数的 2 倍,则 Y 为 C 元素; Z 元素原子最外层电子数比其次外层电子数多 4 个,则 Z 为 O 元素; W 元素原子 K 层和 M 层电子总数等于其 L 层电子数,则 W 为 S 元素; R 元素原子最外层有

1 个电子,其阳离子与 Z 的阴离子核外电子总数相同,则 R 为 Na 元素。 H_2O 常温下为液态,A 正确;Na 的氧化物 Na_2O 、 Na_2O_2 都能与酸反应,B 错误;C 元素的一种单质石墨可导电,C 正确;S 的一种氧化物 SO_2 可形成酸雨,D 正确。

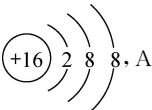
12. (1) ①第三周期ⅢA 族 ②最外层



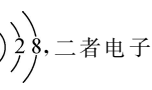
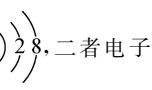
解析:由元素在元素周期表中的位置可知,a、b、c、d、e、f、g、h、i、j 分别是 H、C、N、O、Na、Mg、Al、S、Cl、Ga。(1) ①g 是 Al,在元素周期表中位于第三周期ⅢA 族。②对于主族元素来说,原子的核外电子层数=周期数,原子的最外层电子数=主族序数,因此主族元素在元素周期表中所处的位置与电子层数和最外层电子数有关。(2) ①f 是 Mg,氧化物为 MgO ,属于离子化合物。②a 是 H,d 是 O,形成的化合物是 H_2O 或 H_2O_2 ,均是由共价键构成的共价化合物。(3) ①b、c 分别是 C 和 N,简单氢化物分别为 CH_4 和 NH_3 ,非金属性越强,简单氢化物的热稳定性越强,非金属性 $\text{N} > \text{C}$,则氢化物最稳定的是 NH_3 ;h、i 分别是 S 和 Cl,元素的非金属性越强,最高价氧化物对应的水化物酸性越强,非金属性 $\text{Cl} > \text{S}$,则酸性较强的是 HClO_4 。②元素 e 的最高价氧化物对应的水化物是 NaOH ,Ga 与 Al 类似,其最高价氧化物对应的水化物与 NaOH 反应生成 $\text{Na}[\text{Ga}(\text{OH})_4]$ 。

感悟真题

1. A O 位于元素周期表第二周期ⅥA 族;P 位于元素周期表第三周期ⅤA 族;Ca 位于元素周期表第四周期ⅡA 族;Fe 位于元素周期表中第四周期Ⅷ族。故选 A。

2. C S^{2-} 核外有 18 个电子,其结构示意图为  A

错误; H_2O_2 是共价化合物,只含共价键,B 错误; SO_4^{2-} 中 O 的化合价为 -2 价,S 的化合价为 +6 价,C 正确; H_2O 为共价化合物,其电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$,D 错误。

3. C Cl_2 是单质,不是共价化合物,A 错误; NaOH 为离子化合物,其电子式为 $\text{Na}^+ [:\ddot{\text{O}}:\text{H}]^-$,B 错误; Na^+ 与 ClO^- 之间为离子键, ClO^- 内部 Cl 与 O 之间为共价键,C 正确; Cl^- 的电子层结构为  Na^+ 的电子层结构为  二者电子

层结构不同,D 错误。

4. B X 是空气中含量最多的元素,则 X 为 N 元素;Y 的周期数与族序数相等,且原子序数大于 N,则 Y 为 Al 元素;Z 是所在周期原子半径最小的元素,W 与 Z 处于同个主族,则 Z 为 Cl 元素,W 为 Br 元素。Al 的半径大于 Cl, $r(\text{Y}) > r(\text{Z})$,A 错误;N 元素最高价氧化物对应的水化物为 HNO_3 ,其氢化物为 NH_3 ,二者能反应生成离子化合物 NH_4NO_3 ,B 正确;Y 和 Z 的最高价氧化物对应的水化物分别为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 HClO_4 , $\text{Al}(\text{OH})_3$ 为两性氢氧化物, HClO_4 为强酸,C 错误;元素的非金属性越强,简单气态氢化物的热稳定性越强,非金属性 $\text{Cl} > \text{Br}$,则热稳定性 $\text{HCl} > \text{HBr}$,D 错误。

5. D Al 原子核外有 3 个电子层,则 Al 位于第三周期,A 错误;P 位于ⅤA 族,P 的最低价为 -3 价,则 P 形成的简单气态氢化物的化学式为 PH_3 ,B 错误;电子层数越多,微粒半径越大,电子层结构相同时,核电荷数越大,微粒半径越小,则简单离子半径 $\text{P}^{3-} > \text{S}^{2-} > \text{Cl}^- > \text{Al}^{3+}$,C 错误;元素的非金属性越强,其最高价氧化物对应的水化物的酸性越强,非金属性 $\text{P} < \text{S} < \text{Cl}$,则酸性 $\text{H}_3\text{PO}_4 < \text{H}_2\text{SO}_4 < \text{HClO}_4$,D 正确。

6. D 根据表格信息可知,X、Y、Z、W 分别为 Si 元素、P 元素、S 元素、C 元素。Si 在元素周期表中位于第三周期,A 错误;元素的非金属性越强,最高价氧化物对应的水化物的酸性越强,元素的非金属性 $\text{P} < \text{S}$,故酸性 $\text{H}_3\text{PO}_4 < \text{H}_2\text{SO}_4$,B 错误;元素的非金属性越强,简单气态氢化物的热稳定性越强,非金属性 $\text{S} < \text{O}$,故热稳定性 $\text{H}_2\text{S} < \text{H}_2\text{O}$,C 错误;W 为 C 元素,可以形成多种有机物,Si、P、S、C 四种元素中,C 形成的化合物种类最多,D 正确。

7. A 化合物 $\text{X}_3\text{Y}_7\text{WR}$ 和 $\text{X}_3\text{Z}_7\text{WR}$ 所含元素相同,相对分子质量相差 7,说明 Y、Z 为氢元素的两种核素,X、W 和 R 三种元素位于同一周期,若以第二周期的 Li 和 F 采用极端法计算,总质子数为 $22(5 \times 3 + 7)$ 、 $52(5 \times 9 + 7)$,1 mol $\text{X}_3\text{Y}_7\text{WR}$ 含 40 mol 质子,即 $22 < 40 < 52$,X、W 和 R 三种元素位于第二周期,X 原子最外层电子数是 R 原子核外电子数的一半,则 X、W、R 的内层电子数为 2,设 X 的最外层电子数为 a,则 R 的核外电子数为 $2a$,W 的核外电子数为 b,Y 的质子数为 1,则 $3(a+2) + 2a + b + 7 = 40$ (a、b 均为整数),解得 $a=5$, $b=2$ (W、R 不在第二周期,舍去); $a=4$, $b=7$; $a=3$, $b=12$ (W 不在第二周期,舍去);故 X 为 C 元素,R 为 O 元素,W 为 N 元素。同周期主族元素从左到右,原子半径逐渐减小,则原子半径 $\text{W} > \text{R}$,A 正确;同周期主族元素从左到右,非金属性逐渐增强,则非金属性 $\text{R} > \text{X}$,B 错误;Y 和 Z 是氢的两种核素,两者互为同位素,C 错误;常温常压下,X 的单质为固体,W 的单质是气体,D 错误。