

专题一 丰富多彩的化学物质

考点 1

▼ 题组训练

- D 【解析】漂白粉的主要成分是 CaCl_2 和 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$, 是混合物, A 项错误; 普通玻璃的主要成分是 Na_2SiO_3 、 CaSiO_3 和 SiO_2 , 是混合物, B 项错误; $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体是由分散质 $[\text{Fe}(\text{OH})_3]$ 胶粒和分散剂(水)构成的, 是混合物, C 项错误; 液氯就是液态的 Cl_2 , 是纯净物, D 项正确。
- C 【解析】葵花籽油的主要成分为油脂, 长绒棉的主要成分为纤维素, 丝绸的主要成分为蛋白质, 均属于有机物, 水晶为 SiO_2 , 属于无机物, C 项正确。
- C 【解析】分散质粒子直径在 $1\sim 100\text{ nm}$ 之间的分散系属于胶体, A 项错误; HClO 、 $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 为弱电解质, AgCl 、 NH_4NO_3 属于强电解质, B 项错误; 空气是混合物, 盐酸是 HCl 水溶液, 属于混合物, 王水是浓硝酸和浓盐酸的混合物, 氯水是 Cl_2 的水溶液, 属于混合物, 水玻璃是 Na_2SiO_3 的水溶液, 属于混合物, C 项正确; Na_2CO_3 属于无机物, D 项错误。
- C 【解析】A 项, 碱石灰为 NaOH 和 CaO 的混合物, 不属于纯净物, 烧碱为 NaOH , 属于碱, Al_2O_3 为两性氧化物, 错误; B 项, NO_2 与 NaOH 反应生成硝酸钠和亚硝酸钠两种盐, 不属于酸性氧化物, 错误; C 项, 五水硫酸铜属于纯净物, 纯碱的化学式为 Na_2CO_3 , 属于盐, 氧化钠与盐酸反应生成氯化钠和水, 属于碱性氧化物, SO_3 与碱反应生成盐和水, 属于酸性氧化物, 正确; D 项, 过氧化钠属于过氧化物, 不属于碱性氧化物, 错误。
- B 【解析】A 项, 高锰酸钾(KMnO_4)中含有三种元素, 不属于氧化物, 错误; B 项, 碳酸钠(Na_2CO_3)俗称纯碱, 按照阳离子分类可以属于钠盐, 按照阴离子分类可以属于碳酸盐, 正确; C 项, NaOH 是碱, NaCl 、 Na_2S 是盐, 化学性质不相似, 错误; D 项, 如油水混合物属于浊液, 不是溶液, 错误。

考点 2

▼ 题组训练

- A 【解析】淀粉遇碘变蓝色, 有新的物质生成, 属于化学变化, A 项正确; 海水晒盐的过程中没有生成新物质, 属于物理变化, B 项错误; 石油分馏后

得到汽油、煤油、柴油等组分, 利用的是不同组分之间沸点不同的性质, 属于物理变化, C 项错误; 从煤焦油中获得苯、甲苯, 利用的也是不同组分之间沸点不同的性质, 属于物理变化, D 项错误。

- D 【解析】A、C 均不符合置换反应的条件, A、C 项错误; B 为化合反应, B 项错误。
- A 【解析】A 项, 活性炭具有吸附性, 能够吸附冰箱中的异味, 发生的是物理变化, 故正确; B 项, 油污属于酯类物质, 可以在热碱水存在的条件下发生水解反应生成醇和有机盐, 属于化学变化, 故不正确; C 项, 该过程利用的是酸性高锰酸钾溶液氧化水果产生的乙烯, 属于化学变化, 故不正确; D 项, 硅胶起吸水作用, 铁粉起还原剂作用, 防止食物被氧化, 属于化学变化, 故不正确。
- C 【解析】纯净物只含一种物质, 溶液是分散系, 属于混合物, 不属于纯净物, A 项错误; 电解质是在水溶液中或熔融状态下能导电的化合物, 可以是离子化合物也可以是共价化合物, 如 HCl , B 项错误; 置换反应一定属于氧化还原反应, 则氧化还原反应包含置换反应, 离子反应与氧化还原反应是交叉关系, 离子反应与复分解反应也是交叉关系, C 项正确; 复分解反应是由两种化合物互相交换成分, 生成另外两种化合物的反应, 无化合价的变化, 和氧化还原反应属于并列关系, D 项错误。
- B 【解析】A 项, Cu 与 HCl 溶液不反应, 错误; C 项, SiO_2 与 H_2O 不反应, 错误; D 项, Al_2O_3 与 NaOH 溶液反应生成 NaAlO_2 , 错误。
- C 【解析】雾和霾的分散剂均为空气, A 项正确; 由图可知, 燃料燃烧产生的氮氧化物和二氧化硫经一系列反应生成 NH_4NO_3 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 故雾霾中含有硝酸铵和硫酸铵, B 项正确; 氮氧化物和二氧化硫分别生成 HNO_3 、 H_2SO_4 , 它们与 NH_3 反应生成 NH_4NO_3 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 并形成无机颗粒物, 故 NH_3 是反应物, 不是催化剂, C 项错误; 过度施用铵态氮肥, 可与草木灰中的 K_2CO_3 发生相互促进的水解反应, 释放出 NH_3 , NH_3 与 HNO_3 、 H_2SO_4 反应生成 NH_4NO_3 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 导致雾霾的形成, D 项正确。

专题二 常用的化学计量

考点 1

▼ 题组训练

- A 【解析】9 g H_2O 中含有的分子数是 $\frac{9\text{ g}}{18\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}\times N_A\text{ mol}^{-1}=0.5N_A$, A 项正确; 气体所处的状态不明确, 2 L CO 和 2 L CO_2 含有的分子数不一定相同, B 项错误; 标准状况下 H_2O 不是气体, 22.4 L H_2O 的物质的量不是 1 mol, C 项错误; 2 g H_2 的物质的量是 1 mol, 标准状况下 2.24 L HCl 气体的物质的量是 0.1 mol, D 项错误。
- D 【解析】A 项压强未知, 无法比较, A 项错误; 等温等压条件下, 体积相同的气体具有相同的分子数, B 项体积未知, B 项错误; 质量相同的 O_2 和 O_3 的物质的量不同, 则分子数不同, C 项错误; 体积相同、密度相同, 说明质量相同, CO 和 N_2 的摩尔质量也相同, 则物质的量相同, 物质的量相同的 CO 和 N_2 的分子数也相同, D 项正确。
- C 【解析】标准状况下 11.2 L CH_4 的物质的量为 0.5 mol, 22.4 L O_2 的物质的量为 1 mol, 二者反应方程式为 $\text{CH}_4+2\text{O}_2\stackrel{\text{点燃}}{=} \text{CO}_2+2\text{H}_2\text{O}$, 水在标准状况下不是气体, 所以反应生成了 0.5 mol CO_2 气体, A 项错误; 标准状况下 CCl_4 不是气体, 题中条件无法计算 CCl_4 的物质的量及含有的碳原子数目, B 项错误; 78 g Na_2O_2 的物质的量为 1 mol, 1 mol Na_2O_2 中含有 2 mol Na^+ 、1 mol O_2^{2-} , 总共含有 3 mol 离子, C 项正确; HCl 为强电解质, 溶液中完全电离出 H^+ 和 Cl^- , 溶液中不存在氯化氢分子, D 项错误。
- B 【解析】1 mol C_2H_6 分子中所含共用电子对数目为 $7N_A$, A 项错误; 铜元素在 Cu_2S 和 CuO 中的质量分数相同, 无论 Cu_2S 和 CuO 物质的量之比如何变化, 80 g 混合物中铜元素物质的量为 1 mol, 即 N_A 个, B 项正确; 56 g 铁是 1 mol, 22.4 L (标准状况下) 氯气的物质的量为 1 mol, 铁有剩余, 转移的电子数为 $2N_A$, C 项错误; 标准状况下, 四氯化碳是液体, 无法计算, D 项错误。

考点 2

▼ 题组训练

- D 【解析】物质的量浓度是指单位体积溶液中所含溶质的物质的量, 不是单位体积溶剂, A 项错误。容量瓶不能作反应的容器, 也不能长时间储存配好的溶液, B 项错误。容量瓶使用前应检验是否漏水, 方法为加水盖塞→倒立→观察是否漏水→正立→瓶塞旋转 180° →倒立→观察是否漏水, C 项错误。
- B 【解析】14.2 g Na_2SO_4 的物质的量为 $14.2\text{ g}\div 142\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}=0.1\text{ mol}$, 溶于水配成 100 mL 溶液, 浓度为 $1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 溶液体积为 100 mL, 不是溶剂的体积, A 项错误; $32.2\text{ g Na}_2\text{SO}_4\cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 物质的量为 $32.2\text{ g}\div 322\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}=0.1\text{ mol}$, 由化学式可知硫酸钠的物质的量等于硫酸钠晶体的物质的量, 为 0.1 mol, 溶液体积为 100 mL, 所配溶液浓度为 $0.1\text{ mol}\div 0.1\text{ L}=1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, B 项正确; 加 80 mL 蒸馏水后, 溶液的体积不是 100 mL, 故无法计算稀释后的溶液的浓度, C 项错误; 将 14.2 g Na_2SO_4 溶于 85.8 g 蒸馏水中, 溶液的质量是 100 g, 但溶液的体积不是

100 mL, 故无法计算溶液的浓度, D 项错误。

- B 【解析】定容时仰视刻度线, 加入的水过量, V 偏大, 浓度偏低, A 项错误; 将 NaOH 固体在烧杯中溶解后迅速小心转移至 250 mL 容量瓶中, V 偏小, 导致溶液浓度偏高, B 项正确; 定容时不小心加水超过了刻度线, 此时迅速用胶头滴管吸出一些, n 偏小, 导致溶液浓度偏低, C 项错误; 摇匀后发现凹液面最低点低于刻度线, 再补加蒸馏水到凹液面最低点与刻度线相平, V 偏大, 导致溶液浓度偏低, D 项错误。
- (1) $1.50\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ (2) 0.045 mol
【解析】 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 和 NaOH 混合溶液中通入 CO_2 气体, 依次发生反应: ① $\text{Ba}(\text{OH})_2+\text{CO}_2=\text{BaCO}_3\downarrow+\text{H}_2\text{O}$; ② $2\text{NaOH}+\text{CO}_2=\text{Na}_2\text{CO}_3+\text{H}_2\text{O}$; ③ $\text{Na}_2\text{CO}_3+\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_2=2\text{NaHCO}_3$; ④ $\text{BaCO}_3+\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_2=\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ 。根据表中数据, 样品体积依次增大 10 mL, 实验 II 比实验 I 沉淀物质的量增大 0.03 mol, 实验 III 比实验 II 沉淀物质的量增大 0.015 mol, 实验 IV 比实验 III 沉淀物质的量增大 0.015 mol, 说明实验 IV、III、II 没有生成 $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 只与 CO_2 反应生成了 BaCO_3 ; 实验 I 生成沉淀比实验 II 少 0.03 mol, 说明实验 I 上述 4 个反应均有发生, NaOH 完全转化成 NaHCO_3 。
(1) 设混合溶液中 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 的物质的量浓度为 c, 由实验 III 数据得:
$$\begin{array}{ccc} \text{Ba}(\text{OH})_2+\text{CO}_2 & \xrightarrow{\quad} & \text{BaCO}_3\downarrow+\text{H}_2\text{O} \\ 0.04\text{ L}\times c & & 0.06\text{ mol} \end{array}$$
$$\frac{1}{0.04\text{ L}\times c}=\frac{1}{0.06\text{ mol}}$$
解得 $c=1.50\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。
(2) 由 (1) 中结果, 结合实验 I 数据可知, $c(\text{NaOH})=3\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 则实验 III 最后所得溶液中的溶质为 NaOH 和 Na_2CO_3 。已知 $V(\text{CO}_2)=2352\text{ mL}$, 则
$$n(\text{CO}_2)=\frac{2.352\text{ L}}{22.4\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}}=0.105\text{ mol}$$
, 由碳原子守恒可知, $n(\text{Na}_2\text{CO}_3)=0.105\text{ mol}-0.06\text{ mol}=0.045\text{ mol}$ 。
5. (1) 1000 16.3 (2) C B D F A E (3) C
【解析】(1) 配制 920 mL 物质的量浓度为 $0.30\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的稀硫酸, 需要选用 1000 mL 的容量瓶, 根据溶质物质的量不变, 可得所需浓硫酸的体积
$$V=\frac{0.3\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\times 1\text{ L}}{18.4\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}}\approx 0.0163\text{ L}=16.3\text{ mL}$$
。
(2) 配制一定物质的量浓度的溶液步骤有: 计算、称量(量取)、溶解(稀释)、冷却转移、洗涤转移、定容、摇匀。按实验过程先后顺序为 C→B→D→F→A→E。
(3) 浓硫酸稀释后未冷却即转移, 导致溶液体积偏小, 浓度偏大, A 错误; 容量瓶使用前内壁沾有水珠对实验结果无影响, B 错误; 加蒸馏水时, 不慎超过了刻度线, 导致溶液体积偏大, 浓度偏小, C 正确; 定容时俯视刻度线, 导致溶液体积偏小, 浓度偏大, D 错误。

微专题 1 阿伏伽德罗常数的综合应用

● 重难点一

- × **【解析】** 标准状况下,苯不是气体,错误。
- × **【解析】** 标准状况下,氨水为溶液,22.4 L 氨水中所含的氨分子数未知,错误。
- √ **【解析】** 22.4 L÷22.4 L·mol⁻¹=1 mol,1 mol 气体含有的分子数为 N_A,所以标准状况下,22.4 L SO₂ 所含的分子数为 N_A,正确。
- × **【解析】** 标准状况下,二氯甲烷呈液态,错误。
- × **【解析】** 没有指明在标准状况下,错误。
- × **【解析】** 没有指明在标准状况下,错误。
- × **【解析】** 没有指明在标准状况下,错误。
- × **【解析】** 常温常压下,22.4 L NO₂ 和 CO₂ 的混合气体的物质的量小于 1 mol,错误。
- √ **【解析】** 由于 N₂ 和 CO 组成的混合气体无论以何种比例混合,平均摩尔质量均为 28 g·mol⁻¹,所以常温常压下,14 g 由 N₂ 和 CO 组成的混合气体的物质的量为 0.5 mol,又由于两者均为双原子分子,故含有的原子数目是 N_A,正确。
- √ **【解析】** O₂ 和 O₃ 都由氧原子构成,所以 32 g O₂ 和 O₃ 的混合气体所含原子个数均为 2N_A,正确。

● 重难点二

- √ **【解析】** 乙烯和丁烯的最简式均为 CH₂,故 14 g 乙烯和丁烯混合气体中含有 CH₂ 的物质的量为 14 g÷14 g·mol⁻¹=1 mol,氢原子物质的量为 2 mol,氢原子个数为 2N_A,正确。
- √ **【解析】** 1.7 g H₂O₂ 的物质的量为 0.05 mol,0.05 mol H₂O₂ 中含有 0.9 mol 电子,含有的电子数为 0.9N_A,正确。
- × **【解析】** 氯化钠是离子化合物,无氯化钠分子存在,错误。
- √ **【解析】** 4.5 g 二氧化硅的物质的量为 $\frac{4.5\text{ g}}{60\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}=0.075\text{ mol}$,含有 0.075 mol 硅原子,形成了 0.3 mol 硅氧键,含有的硅氧键数目为 0.3N_A,正确。
- × **【解析】** 17 g —OH 的物质的量为 1 mol,含有 9 mol 电子;17 g OH⁻ 的物质的量为 1 mol,含有 10 mol 电子,二者含有的电子数分别为 9N_A 和 10N_A,错误。
- √ **【解析】** 设 NO₂ 和 N₂O₄ 的质量均为 46 g,则 NO₂ 中原子的物质的量为 $\frac{46\text{ g}}{46\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}\times 3=3\text{ mol}$,N₂O₄ 中原子的物质的量为 $\frac{46\text{ g}}{92\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}\times 6=3\text{ mol}$,所含原子数目相同,正确。
- × **【解析】** 乙烯和环丙烷都可以写为 (CH₂)_n,故混合物含 n(CH₂)=28 g÷14 g·mol⁻¹=2 mol,含有 4N_A 个氢原子,错误。
- × **【解析】** 苯分子中的碳碳键是完全等同的一种特殊的化学键,不存在碳碳双键,错误。
- √ **【解析】** 30 g 甲醛的物质的量为 1 mol,含有 4 mol 共价键,含共用电子对总数为 4N_A,正确。
- × **【解析】** 每个 P₄ 分子中含 6 个 P—P 键,124 g P₄ 的物质的量为 1 mol,含 6 mol P—P 键,错误。

● 重难点三

- × **【解析】** 铁和盐酸反应生成氯化亚铁和氢气,56 g Fe 物质的量为 1 mol,与足量的盐酸完全反应转移的电子数为 2N_A,错误。
- × **【解析】** 每个氯原子得到一个电子,1 mol 氯气含有 2 mol 氯原子,所以转移的电子数为 2N_A,错误。
- √ **【解析】** 1 mol 铜与硝酸反应时,不论生成 NO 还是 NO₂ 转移电子数都是 2N_A,正确。
- × **【解析】** 铁和过量硝酸反应生成硝酸铁,故 1 mol Fe 溶于过量硝酸,转

移电子数为 3N_A,错误。

- × **【解析】** NO 与 O₂ 反应生成 NO₂,但常温下,有部分 NO₂ 发生反应 2NO₂ ⇌ N₂O₄,所以产物的分子数小于 2N_A,错误。
- × **【解析】** 结合反应原理 3NO₂+H₂O ⇌ 2HNO₃+NO,可知 0.3 mol NO₂ 反应,转移电子数为 0.2N_A,说法错误。
- × **【解析】** 标准状况下,0.1 mol Cl₂ 溶于水时发生反应 Cl₂+H₂O ⇌ HCl+HClO,此反应为可逆反应,存在化学平衡,故转移的电子数目小于 0.1N_A,错误。
- × **【解析】** 1 mol Cl₂ 与 NaOH 溶液反应生成 1 mol NaCl、1 mol NaClO,转移电子数为 N_A,错误。
- √ **【解析】** 1 mol Na 与 O₂ 反应,无论生成什么物质,Na 肯定变成 Na⁺,1 mol 钠失去 1 mol 电子,即 N_A 个电子,正确。
- √ **【解析】** Na₂O₂ 与足量 H₂O 反应中,Na₂O₂ 既是氧化剂,又是还原剂,所以每生成 1 mol O₂,反应中就转移 2 mol 电子,则生成 0.2 mol O₂,转移 0.4 mol 电子,正确。

● 重难点四

- √ **【解析】** 将 1 mol NH₄NO₃ 溶于稀氨水中使溶液呈中性,则有 n(H⁺)=n(OH⁻),而根据电荷守恒可知:n(H⁺)+n(NH₄⁺)=n(OH⁻)+n(NO₃⁻),故有 n(NH₄⁺)=n(NO₃⁻)=1 mol,NH₄⁺ 个数为 N_A,正确。
- × **【解析】** 一水合氨是弱碱,存在电离平衡,1 L 0.1 mol·L⁻¹ 的氨水含有的 OH⁻ 数目小于 0.1N_A 个,错误。
- × **【解析】** pH=1 说明氢离子浓度为 0.1 mol·L⁻¹ (不是硫酸浓度),所以 H⁺ 物质的量为 10 L×0.1 mol·L⁻¹=1 mol,数目为 N_A,错误。
- √ **【解析】** 25 ℃,pH=13 的 NaOH 溶液中 OH⁻ 浓度为 0.1 mol·L⁻¹,10 L 溶液中 OH⁻ 物质的量为 10 L×0.1 mol·L⁻¹=1 mol,数目为 N_A,正确。
- × **【解析】** 常温下 pH=13 的 1.0 L 的 Ba(OH)₂ 溶液中含有 0.1 mol OH⁻,含有的 OH⁻ 数目为 0.1N_A,错误。
- × **【解析】** NH₄⁺ 是弱碱阳离子,在水溶液中能发生水解,故 0.1 L 3 mol·L⁻¹ NH₄NO₃ 溶液中含有的 NH₄⁺ 数小于 0.3N_A,错误。
- × **【解析】** 等体积、等物质的量浓度的 NaCl 和 KCl 溶液中,阴、阳离子的物质的量相等,但是体积和浓度数值不明确,无法计算微粒数目,错误。
- × **【解析】** 没有给出硫酸氢钠溶液的体积,无法计算溶液中阳离子的物质的量及数目,B 错误。
- × **【解析】** 若干 Fe(OH)₃ 形成一个胶粒,得到 Fe(OH)₃ 胶粒数目小于 N_A,错误。
- × **【解析】** 氨水中主要存在形式是一水合氨,1 L 3.0 mol·L⁻¹ 的氨水含有的 NH₃ 分子数小于 3N_A,错误。

● 重难点五

- × **【解析】** 不一定,如 Cl₂+2NaOH ⇌ NaCl+NaClO+H₂O 中,1 mol Cl₂ 参加反应转移电子数为 N_A,错误。
- √ **【解析】** 常温下,Fe 遇到浓硫酸发生钝化,Fe 不能完全反应,则电子转移数小于 3N_A,正确。
- × **【解析】** 常温下,Al 遇到浓硝酸发生钝化,说法错误。
- × **【解析】** 随着反应的进行,浓盐酸逐渐变为稀盐酸,二氧化锰只能与浓盐酸反应,与稀盐酸不反应,错误。
- × **【解析】** 随反应的进行,浓硫酸浓度减小,变为稀硫酸,稀硫酸不与铜发生反应,生成 SO₂ 分子数目小于 0.46N_A,错误。
- × **【解析】** 可逆反应 N₂+3H₂ $\xrightleftharpoons[\text{高温高压}]{\text{催化剂}}$ 2NH₃ 不能进行到底,所以转移电子的数目小于 0.6N_A,错误。
- × **【解析】** 虽然反应可逆,但是根据硫原子守恒可知二氧化硫和三氧化硫的分子总数为 2N_A,再加上氧气的量,所以肯定大于 2N_A,错误。

专题三 氧化还原反应

考点 1

● 题组训练

- A **【解析】** A 项,水中氢元素的化合价由+1 价降低到 0 价,水作氧化剂,A 项正确;B 项,氢气中氢元素的化合价由 0 价升高到+1 价,生成 H₂O,氢气为还原剂,H₂O 为氧化产物,B 项错误;C 项,水中氧元素的化合价由-2 价升高到 0 价,水作还原剂,C 项错误;D 项,反应 3NO₂+H₂O ⇌ 2HNO₃+NO 中,氮元素发生自身的氧化还原反应,水既不是氧化剂也不是还原剂,D 项错误。
- D **【解析】** A 项,在反应中,H₂O₂ 中氧元素的化合价从-1 价升高到 0 价,被氧化,H₂O₂ 作还原剂,错误;B 项,因 H₂O₂ 中氧元素的化合价从-1 价升高到 0 价,则每生成 1 mol O₂ 转移电子的物质的量为 2 mol,错误;C 项,ClO₂ 中的氯元素的化合价从+4 价降低到+3 价,氯元素被还原,错误。
- B **【解析】** 该制备反应方程式为 Fe₂O₃+3KNO₃+4KOH ⇌ 2K₂FeO₄+3KNO₂+2H₂O,其中氧化剂为 KNO₃,还原剂为 Fe₂O₃,A 项正确。反应 Fe₂O₃+3KNO₃+4KOH ⇌ 2K₂FeO₄+3KNO₂+2H₂O 中,铁元素由+3 价变为+6 价,故 1 mol Fe₂O₃ 转移 6 mol 电子,生成 2 mol K₂FeO₄,故当生成 1 mol K₂FeO₄ 时转移 3 mol 电子,B 项错误。K₂FeO₄ 中铁元素为+6 价,有强氧化性,能杀菌消毒,C 项正确。反应中 KNO₃ 为氧化剂,而 K₂FeO₄ 为氧化产物,氧化性:氧化剂>氧化产物,故氧化性:KNO₃>K₂FeO₄,D 项正确。
- A **【解析】** 根据氧化还原反应中,氧化性:氧化剂>氧化产物,可判断 B 中氧化性:Cl₂>I₂;C 中氧化性:Co₂O₃>Cl₂;D 中氧化性:Fe³⁺>I₂,这些结论与题给信息一致。对于 A,由于 I⁻ 的还原性强于 Fe²⁺,所以 Cl₂ 应先氧化 I⁻,而不应先氧化 Fe²⁺。
- D **【解析】** ②中的反应物均为化合物,不属于置换反应,而①③为置换反应,A 项正确;①中氧化剂为 Cl₂,氧化产物为 Br₂;②中氧化剂为 KClO₃,氧化产物为 Cl₂;③中氧化剂为 KBrO₃,氧化产物为 KClO₃,由氧化剂的氧化

性大于氧化产物的氧化性可知氧化性由强到弱顺序为 KBrO₃>KClO₃>Cl₂>Br₂,B 项正确;反应②中还原剂与氧化剂分别为 HCl、KClO₃,其中 HCl 部分表现酸性,反应②中还原剂与氧化剂的物质的量之比为 5∶1,C 项正确;由元素的化合价变化可知,③中消耗 1 mol 还原剂则氧化剂得到电子的物质的量为 2 mol×(5-0)=10 mol,D 项错误。

考点 2

● 题组训练

- B **【解析】** 根据氧化性 Fe³⁺>Cu²⁺ 可判断向物质的量浓度均为 2 mol·L⁻¹ 的 Fe₂(SO₄)₃ 和 CuSO₄ 的 500 mL 混合液中加入 a mol 铁粉,Fe₂(SO₄)₃ 首先氧化 Fe,然后才是 CuSO₄ 与 Fe 发生置换反应。Fe₂(SO₄)₃ 和 CuSO₄ 的物质的量均是 2 mol·L⁻¹×0.5 L=1.0 mol,发生的反应依次为①Fe₂(SO₄)₃+Fe ⇌ 3FeSO₄、②CuSO₄+Fe ⇌ FeSO₄+Cu。当 a≤1 时铁不足,发生的反应为①,离子方程式为 2Fe³⁺+Fe ⇌ 3Fe²⁺,A 项正确;当 a≥2 时铁恰好反应或过量,发生的反应为①和②,离子方程式为 2Fe³⁺+Cu²⁺+2Fe ⇌ 4Fe²⁺+Cu,B 项错误;当 1≤a<2 时 Fe₂(SO₄)₃ 全部反应,CuSO₄ 过量,根据铁原子守恒可知溶液中 n(Fe²⁺)=(2+a)mol,C 项正确;根据以上分析可知若有固体剩余,则可能是铜或铁和铜,D 项正确。
- B **【解析】** 向含 Fe²⁺、I⁻、Br⁻ 的溶液中通入适量氯气,还原性:I⁻>Fe²⁺>Br⁻,首先发生反应:2I⁻+Cl₂ ⇌ I₂+2Cl⁻,I⁻ 反应完毕,再发生反应:2Fe²⁺+Cl₂ ⇌ 2Fe³⁺+2Cl⁻,Fe²⁺ 反应完毕,又发生反应:2Br⁻+Cl₂ ⇌ Br₂+2Cl⁻,故线段 I 代表 I⁻ 的变化情况,线段 II 代表 Fe²⁺ 的变化情况,线段 III 代表 Br⁻ 的变化情况,故 A 项正确;线段 IV 表示一种含氧酸,且 I 和 IV 表示的物质中含有相同的元素,该元素为 I 元素,2I⁻+Cl₂ ⇌ I₂+2Cl⁻,消耗 1 mol 氯气,所以碘元素的物质的量为 2 mol,反应 IV 消耗氯气的物质的量为 5 mol,根据得失电子守恒,设该含氧酸中碘元素的化合价为 x,(x-0)×2 mol=5 mol×2,解得 x=+5,则该含氧酸为 HIO₃,离子方程式为 I₂+5Cl₂+6H₂O ⇌ 2IO₃⁻+10Cl⁻+12H⁺,故 B 错误;根据离子

方程式可知溶液中 $n(\text{I}^-) = 2n(\text{Cl}_2) = 2 \text{ mol}$, 溶液中 $n(\text{Fe}^{2+}) = 2n(\text{Cl}_2) = 2 \times (3 \text{ mol} - 1 \text{ mol}) = 4 \text{ mol}$, Fe^{2+} 反应完毕, 根据电荷守恒可知 $n(\text{I}^-) + n(\text{Br}^-) = 2n(\text{Fe}^{2+})$, 故 $n(\text{Br}^-) = 2n(\text{Fe}^{2+}) - n(\text{I}^-) = 2 \times 4 \text{ mol} - 2 \text{ mol} = 6 \text{ mol}$, 根据 $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$ 可知, 溴离子反应需要氯气的物质的量为 3 mol , 故 $a = 3 + 3 = 6$, 故 C 正确; 根据以上分析, 原溶液中 $c(\text{Fe}^{2+}) : c(\text{I}^-) : c(\text{Br}^-) = 4 : 2 : 6 = 2 : 1 : 3$, 故 D 正确。

3. (1) 碳(或 C)
(2) $2\text{KOCN} + 4\text{KOH} + 3\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO}_2 + 1\text{N}_2 + 6\text{KCl} + 2\text{H}_2\text{O}$
(3) 177.5

【解析】(1) 反应中 C 元素化合价由 KCN 中的 +2 价升高为 KOCN 中的 +4 价, C 元素被氧化。(2) 反应中 $\text{KOCN} \rightarrow \text{N}_2$, N 元素化合价由 -3 价升高为 0 价, 共升高 6 价, $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{KCl}$, Cl 元素化合价由 0 价降低为 -1 价, 共降低 2 价, 化合价升降最小公倍数为 6, 故 N_2 的化学计量数为 1, Cl_2 的化学计量数为 3, 结合原子守恒配平其他物质的化学计量数, 配平的化学方程式为 $2\text{KOCN} + 4\text{KOH} + 3\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO}_2 + \text{N}_2 + 6\text{KCl} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。(3) 废水中 KCN 的质量为 $650 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \times 100 \text{ L} = 65\,000 \text{ mg} = 65 \text{ g}$, 物质的量为

$65 \text{ g} \div 65 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1 \text{ mol}$, 使 KCN 完全转化为无毒物质, 应生成 CO_2 、 N_2 , 整个过程中 C 元素化合价由 +2 价升高为 +4 价, N 元素化合价由 -3 价升高为 0 价, Cl 元素化合价由 0 价降低为 -1 价, 由电子转移守恒可得 $2 \times n(\text{Cl}_2) = 1 \text{ mol} \times (4 - 2) + 1 \text{ mol} \times [0 - (-3)]$, 解得 $n(\text{Cl}_2) = 2.5 \text{ mol}$, 故需要氯气的质量为 $2.5 \text{ mol} \times 71 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 177.5 \text{ g}$ 。

4. (1) 1 3 4 2 3 2 (2) 1, 2
(3) 强氧化 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}^+$
(4) ② $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- \rightleftharpoons \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
【解析】(1) 根据化合价升降法配平, 化学计量数分别为 1、3、4、2、3、2。
(2) 由(1)中方程式知反应物中含有 7 mol Na^+ 时, 转移电子 6 mol, 则当反应物中含有 1.4 mol Na^+ 时, 转移电子 1.2 mol, 即 1.2 N_A 个。
(3) Na_2FeO_4 具有强氧化性, 能杀菌消毒, 其还原产物为 Fe^{3+} , Fe^{3+} 水解产生 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体因具有吸附性而使水澄清。
(4) 利用归中反应除去 NaNO_2 。

专题四 离子反应

考点 1

● 题组训练

1. A 【解析】 CH_3COOH 在水溶液中能部分电离出 CH_3COO^- 和 H^+ , 水溶液能导电, 属于弱电解质, A 正确; $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$, 水溶液能导电, 但氯气是单质, 所以既不是电解质也不是非电解质, B 错误; NH_4HCO_3 属于易溶、易电离的盐, 是离子化合物, 在水中完全电离出自由移动的离子, 属于强电解质, C 错误; SO_3 的水溶液虽然能导电, 但导电的离子是 SO_3 和水反应生成的硫酸电离出的, 不是 SO_3 自身电离的, 所以 SO_3 为非电解质, D 错误。
2. D 【解析】 Cu^{2+} 氧化性弱, 不能将 Fe 氧化为 Fe^{3+} , 正确的离子方程式为 $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$, D 项错误。
3. B 【解析】在碱性溶液中不可能生成 H^+ , 应为 $3\text{ClO}^- + 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{FeO}_4^{2-} + 3\text{Cl}^- + 5\text{H}_2\text{O}$, A 项错误; 酯化反应的机理是“酸脱羟基醇脱氢”, 硬脂酸与乙醇的酯化反应为 $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$, C 项错误; NH_4HCO_3 溶液中加入足量石灰水, 离子方程式为 $\text{NH}_4^+ + \text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$, D 项错误。
4. C 【解析】向含 NaOH 和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 的混合溶液中通入 CO_2 , 发生反应的顺序为 $\text{CO}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$, $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons 2\text{NaHCO}_3$, $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{BaCO}_3 \rightleftharpoons \text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ 。当 $a = 1.0$ 时, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 与 CO_2 恰好反应生成 BaCO_3 和 H_2O , 离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$, 故 A 正确; 当 $a = 2.0$ 时, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 和 NaOH 完全反应, 剩余 0.5 mol CO_2 与 Na_2CO_3 反应生成 NaHCO_3 , 反应的离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + 3\text{OH}^- + 2\text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$, 故 B 正确; 当 $a = 2.5$ 时, CO_2 参与了前三个反应后剩余的 0.5 mol CO_2 与 0.5 mol BaCO_3 反应, 反应的离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + 6\text{OH}^- + 5\text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 \downarrow + 4\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$, 故 C 错误; 当 $a = 1.75$ 时, CO_2 参与了前两个反应后剩余的 0.25 mol CO_2 与 $0.25 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3$ 反应生成 0.5 mol 的碳酸氢钠, 剩余 0.25 mol 的碳酸钠, 则溶液中 HCO_3^- 与 CO_3^{2-} 的物质的量之比为 $2 : 1$, 故 D 正确。
5. B 【解析】还原性: $\text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$, 根据氧化还原反应的先后顺序知, Cl_2 先氧化 Fe^{2+} , 然后再氧化 Br^- , 离子反应分别为 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$, $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$ 。当 $x = 0.4a$ 时, Cl_2 不能完全氧化 Fe^{2+} , 只发生反应 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$, A 正确; 当 $x = 0.6a$ 时, Cl_2 将 Fe^{2+} 完全氧化后, 还能氧化 $\frac{a}{5} \text{ mol}$ 的 Br^- , B 错误; $x = a$ 时, Cl_2 氧化 Fe^{2+} 后还能氧化 $a \text{ mol}$ 的 Br^- , C 正确; 当 $x = 1.5a$ 时, Cl_2 将 Fe^{2+} 、 Br^- 完全氧化, D 正确。

考点 2

● 题组训练

1. C 【解析】 Ag^+ 与 Cl^- 反应生成难溶物 AgCl , A 项错误; H^+ 与 SiO_3^{2-} 能结合生成 H_2SiO_3 沉淀, H^+ 与 ClO^- 结合生成弱电解质 HClO , B 项错误; Mg^{2+} 、 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 之间不反应, C 项正确; 因 Fe^{2+} 具有很强的氧化性, 而 I^- 具有很强的还原性, 它们之间能发生氧化还原反应: $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$, 另外 Fe^{3+} 与 CO_3^{2-} 在溶液中发生双水解反应, 故在溶液中不能大量共存, D 项错误。
2. D 【解析】在溶液中 Cu^{2+} 显蓝色, A 项错误; 在酸性溶液中 CO_3^{2-} 与 H^+ 反应生成 CO_2 和 H_2O , B 项错误; 在溶液中 Fe^{3+} 氧化 I^- , 且 Fe^{3+} 在溶液中显棕黄色, C 项错误。
3. C 【解析】强酸性溶液中, OH^- 与 H^+ 发生中和反应生成水, A 项错误; 该溶液无色, 而 Cu^{2+} 在溶液中呈蓝色, B 项错误; Mg^{2+} 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 均为无色, 且相互之间不反应, 也不与 H^+ 反应, 能够大量共存, C 项正确; 在酸性溶液中, HCO_3^- 与 H^+ 反应生成 CO_2 和水, D 项错误。
4. B 【解析】 Cu^{2+} 与 NH_3 能够形成 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$, A 项错误; SO_3^{2-} 能与 H^+ 反应, 且在酸性条件下 SO_3^{2-} 能够被 NO_3^- 氧化为 SO_4^{2-} , C 项错误; HCO_3^- 与 OH^- 反应生成 CO_3^{2-} 和 H_2O , D 项错误。

考点 3

● 题组训练

1. C 【解析】若固体为 NaHSO_4 , 溶于盐酸后, 滴加 BaCl_2 溶液, 也能产生白色沉淀, A 项错误; 若固体为 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, 溶于盐酸后, 在酸性条件下, NO_3^- 将 KSCN 氧化, 则不出现血红色, B 项错误; 若加入的 NaOH 溶液为稀溶液, NH_4^+ 与 OH^- 反应生成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, C 项正确; 若固体为 NaAlO_2 , 滴加盐酸生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$, 再加 NaOH 溶液沉淀溶解, D 项错误。
2. B 【解析】①滴加足量氯水, 有气泡产生, 则溶液中含有 CO_3^{2-} , 因此溶液中不可能含有 Mg^{2+} 和 Fe^{3+} , 又溶液颜色变成黄色, 可证明是 Br^- 被氯水氧

化为 Br_2 所致, 即溶液中含有 Br^- , ②加盐酸酸化的氯化钡溶液, 无沉淀生成, 则不含 SO_4^{2-} , 实验③说明含有 K^+ , 由此可知, 需要进一步检验 Na^+ 、 NH_4^+ 和 SO_3^{2-} 。不透过蓝色钴玻璃观察火焰颜色, 可以确定是否有 Na^+ , 即 A 需要; 滴加氯水和 CCl_4 , 振荡、静置, 是利用氧化、萃取的方法检验是否有 Br^- , 但实验①可以确定含有 Br^- , 所以 B 不需要; 滴加适量的稀硫酸和品红溶液, 用于检验是否有 SO_3^{2-} , C 需要; 加 NaOH 浓溶液, 加热, 用湿润的红色石蕊试纸检验气体, 可以确定是否有 NH_4^+ , D 需要。

3. B 【解析】该溶液滴加稀硫酸至过量无明显现象, 说明溶液中不含有 CO_3^{2-} 、 AlO_2^- 。加入 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液产生的气体是 NO, 说明溶液中含有还原性离子 Fe^{2+} 。加入氢氧化钠溶液产生气体, 说明溶液中含有 NH_4^+ 。从实验得出结论: 溶液中含有 Fe^{2+} 、 NH_4^+ , 不含有 CO_3^{2-} 、 AlO_2^- 。为了保持溶液呈电中性, 要求溶液中含有 Cl^- 、 SO_4^{2-} , 不含有 Al^{3+} , 故 A 错误; 原溶液中存在的离子为 NH_4^+ 、 Fe^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} , 故 B 正确; 在过量稀硫酸和硝酸钡溶液作用下, 滤液 X 中 Fe^{2+} 不能大量存在, 故 C 错误; 沉淀 C 的成分是碳酸钡, 故 D 错误。

微专题 2 化学反应中的过量判断与计算

● 重难点一

例 1 B 【解析】 $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 是复盐, 属于纯净物, A 错误; $b \leq 0.5a$ 时, OH^- 只与 H^+ 反应, 发生的离子反应为 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$, B 正确; 当 $0.5a < b \leq 2a$ 时, NH_4^+ 不参与反应, 方程式中 Ba^{2+} 和 OH^- 应该满足 $1 : 2$, C 错误; 当 $2a < b \leq 3a$ 时, NH_4^+ 恰好反应或过量, 方程式中 Ba^{2+} 和 OH^- 应该满足 $1 : 2$, D 错误。

变式 1 C 【解析】还原性 $\text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$, 首先发生反应: $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$, Fe^{2+} 反应完毕, 再发生反应: $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Cl}^- + \text{Br}_2$, $a \text{ mol}$ 的 FeBr_2 溶液中含有 $a \text{ mol Fe}^{2+}$ 、 $2a \text{ mol Br}^-$ 。氧化性越强, 相应离子的还原性越弱, 故离子的还原性强弱: $\text{Fe}^{2+} > \text{Br}^- > \text{Cl}^-$, 故 A 正确。 $a \text{ mol Fe}^{2+}$ 被氧化为 $a \text{ mol Fe}^{3+}$ 消耗 $0.5a \text{ mol Cl}_2$, 当 $a \geq 2b$ 时, 只有 Fe^{2+} 被 Cl_2 氧化, 反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$, 故 B 正确。当 $a = b$ 时, 由 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ 可知, $a \text{ mol Fe}^{2+}$ 消耗 $0.5a \text{ mol Cl}_2$, 生成 $a \text{ mol Fe}^{3+}$ 、 $a \text{ mol Cl}^-$, 由 $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Cl}^- + \text{Br}_2$ 可知, $0.5a \text{ mol Cl}_2$ 消耗 $a \text{ mol Br}^-$, 又生成 $a \text{ mol Cl}^-$, 溶液中剩余 Br^- 为 $a \text{ mol}$, 反应后的离子浓度: $c(\text{Fe}^{3+}) : c(\text{Br}^-) : c(\text{Cl}^-) = a : a : 2a = 1 : 1 : 2$, 故 C 错误; $a \text{ mol Fe}^{2+}$ 消耗 $0.5a \text{ mol Cl}_2$, $2a \text{ mol Br}^-$ 消耗 $a \text{ mol Cl}_2$, 当 $3a \leq 2b$ 时, Fe^{2+} 、 Br^- 完全被氧化, 发生的离子反应为 $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- + 3\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}_2 + 6\text{Cl}^-$, 故 D 正确。

变式 2 C 【解析】向 NaOH 和 Na_2CO_3 的混合溶液中通入 CO_2 , 先发生的反应是 $2\text{OH}^- + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, 当 OH^- 反应完后, 再发生的反应是 $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{HCO}_3^-$; 当 $a \geq 2b$ 时, CO_2 的量少, 只与 NaOH 发生反应, 此时离子反应为 $2\text{OH}^- + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, 故 A 正确; 当 $a = 1.25b$ 时, 除将 NaOH 完全反应生成 Na_2CO_3 外, 多余的 CO_2 会继续与 Na_2CO_3 反应, 发生的离子方程式为 $5\text{OH}^- + 4\text{CO}_2 \rightleftharpoons 3\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, 故 B 正确; $\frac{2b}{3} < a < 2b$ 时, 溶液中主要存在 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 及 Na^+ , 设 CO_3^{2-} 的物质的量为 $x \text{ mol}$, HCO_3^- 的物质的量为 $y \text{ mol}$, 根据守恒关系有 $3a = 2x + y$, $x + y = a + b$, 解得: $x = 2a - b$, $y = 2b - a$, 溶液中 CO_3^{2-} 与 HCO_3^- 物质的量之比为 $(2a - b) : (2b - a)$, 故 C 错误; 若反应后溶液中 CO_3^{2-} 与 OH^- 物质的量之比为 $2 : 1$, 设 OH^- 的物质的量为 $x \text{ mol}$, 根据原子守恒: $3a = 4x + x$, $2x = a + b$, 解得: $a = \frac{5x}{3}$, $b = \frac{x}{3}$, 则 $5b = a$, 故 D 正确。

● 重难点二

例 2 (1) 0.05 (2) 0.40 mol
【解析】(1) 开始时, NaOH 过量, 发生的反应是 $2\text{NaOH} + \text{NH}_4\text{HSO}_4 \rightleftharpoons \text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{SO}_4$, 加入 $x \text{ L}$ 的 NH_4HSO_4 溶液, NaOH 有剩余, 因此根据 NH_4HSO_4 进行计算, 加入 NH_4HSO_4 的物质的量等于 NH_3 的物质的量, 即 $n(\text{NH}_4\text{HSO}_4) = \frac{1.12 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.05 \text{ mol}$, $x = 0.05 \text{ mol} \div 1.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.05 \text{ L}$ 。(2) 根据图像, 加入 0.35 L NH_4HSO_4 溶液时, NaOH 全部反应, 有 0.35 mol H^+ 与 OH^- 发生反应, 0.05 mol NH_4^+ 与 OH^- 发生反应, 即 NaOH 的物质的量为 $(0.35 + 0.05) \text{ mol} = 0.40 \text{ mol}$, 即 NaOH 的物质的量为 0.40 mol 。

变式 (1) 0.2 (2) 4 : 3

【解析】设每份溶液中 FeSO_4 的物质的量为 x , Na_2SO_4 的物质的量为 y , $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液的浓度是 z 。当加入的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液的体积是 100 mL 时, 依据图表可知, 此时 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 是少量的, $0.1 \text{ L} \times z \times 233 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + \frac{1}{2} \times$

$0.1\text{ L}\times z\times 160\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}=6.26\text{ g}$,解得 $z=0.2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$;(2)分析题干中提供的数值,当加入的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液的体积从 100 mL 增加到 200 mL 时,固体质量增加 6.26 g ,但当加入的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液的体积从 200 mL 增加到 300 mL 时,固体质量增加 4.66 g [由 SO_4^{2-} 可知,当加入 $0.1\text{ L }0.2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{ Ba}(\text{OH})_2$ 溶液, Ba^{2+} 完全反应时固体质量增加 4.66 g],故当加入 $200\text{ mL}\text{ Ba}(\text{OH})_2$ 溶液时, FeSO_4 完全反应,加入的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液的体积是

400 mL 时,依据图表可知,此时 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 过量,产生的是 Fe_2O_3 和 BaSO_4 沉淀,则有 $0.2\text{ L}\times 0.2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\times 233\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}+\frac{x}{2}\times 160\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}=12.52\text{ g}$,解得 $x=0.04\text{ mol}$,将其代入下式: $(x+y)\times 233\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}+\frac{x}{2}\times 160\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}=19.51\text{ g}$,解得 $y=0.03\text{ mol}$,则 $x:y=4:3$ 。

专题五 微观结构与物质的多样性

第 1 讲 原子结构 微粒之间的相互作用力

考点 1

▼ 题组训练

1. A 【解析】 HClO 的电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{Cl}}:$, A 项错误。
2. B 【解析】 该模型为乙烷的球棍模型, B 项错误。
3. C 【解析】 CO_2 分子中 C 原子与 2 个 O 原子形成了 4 个共价键,与每个 O 原子形成 2 对共用电子对, A 项错误; H_2O_2 是共价化合物,不是离子化合物, B 项错误; ^{18}O 和 ^{16}O 质子数相同,中子数不同,因此是两种不同的核素, C 项正确;氧的放射性同位素 ^{22}Rn ,其原子中的质子数为 86, D 项错误。
4. B 【解析】 SiO_2 是原子晶体,晶体内无分子, SiO_2 表示晶体中 Si、O 原子个数比是 $1:2$, A 项错误; KCl 是离子化合物, B 项正确;该有机物名称为 3-甲基戊烷,故 C 错误; CCl_4 的比例模型中,氯原子半径比碳原子半径大, D 项错误。

考点 2

▼ 题组训练

1. C 【解析】 纯碱和烧碱均为离子化合物,熔化时克服离子键, A 项正确;加热蒸发时,水变为水蒸气,克服分子间作用力, B 项正确; CO_2 溶于水生成 H_2CO_3 ,有化学键的断裂和形成, C 项错误;石墨转化为金刚石发生了化学反应,所以有共价键的断裂和生成,石墨为层状结构的混合晶体,层与层之间存在分子间作用力,金刚石为原子晶体,仅存在共价键,所以该过程也克服了分子间作用力, D 项正确。
2. D 【解析】 NH_3 是离子化合物氯化铵,铵根离子的氮原子与四个氢原子形成四个共价键, NH_4^+ 与 H^- 之间为离子键, A 项正确; NH_4H 是一种离子化合物, NH_3 为共价化合物, NH_3 熔、沸点高于 NH_5 , B 项正确; NH_3 能与水反应: $\text{NH}_3\cdot\text{H}+\text{H}_2\text{O}\rightleftharpoons\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}+\text{H}_2\uparrow$, $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 再继续分解产生氨, C 项正确; NH_3 是由 NH_4^+ 与 H^- 形成的离子化合物, 0.1 mol NH_3 中含有 0.4 mol N-H 键, D 项错误。
3. A 【解析】 H_2O 中共价键断开, OH^- 中共价键形成, A 项正确;热稳定性与共价键有关,与分子间作用力无关, B 项错误; HCl 为共价化合物, C 项错误; C_{60} 为单质, D 项错误。

第 2 讲 从微观结构看物质的多样性

考点 1

▼ 题组训练

1. B 【解析】 同位素的研究对象为原子, $^{18}\text{O}_2$ 和 $^{16}\text{O}_3$ 为氧元素的两种不同的单质,互为同素异形体, A 项错误;两者均为烷烃,结构相似,组成相差一个

专题六 元素周期表 元素周期律

考点 1

▼ 题组训练

1. D 【解析】 根据题给信息可确定, A 为氧元素, D 为硅元素, B 为钠元素, E 为硫元素, C 为镁元素或铝元素。同周期元素原子半径从左到右逐渐减小, Si 的半径小于 Mg 或 Al, A 项错误;同主族元素从上到下非金属性逐渐减弱,非金属性越强,对应气态氢化物越稳定, H_2O 的稳定性强于 H_2S , B 项错误;金属性越强,其最高价氧化物对应的水化物的碱性越强, NaOH 的碱性强于 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 或 $\text{Al}(\text{OH})_3$, C 项错误; H_2SO_4 的酸性强于 H_4SiO_4 , D 项正确。
2. D 【解析】 短周期元素, A、E 有一价, B 有二价,且 A 的原子半径与 B 相差不大,则 A、E 处于第ⅦA 族, B 处于第ⅥA 族, A 原子半径小于 E,可推知 A 为 F、E 为 Cl, B 为 O; D 有 -4、+4 价,处于第ⅣA 族,原子半径与 O 原子相差不大,可推知 D 为 C 元素; G 元素有 -3、+5 价,处于第ⅤA 族,原子半径大于 E 原子,应处于第 3 周期,则 G 为 P 元素; I、J、K 的化合价分别为 +3、+2、+1,分别处于第ⅢA 族、第ⅡA 族、第ⅠA 族,原子半径依次增大,且都大于 P 原子半径,应处于第 3 周期,可推知 I 为 Al、J 为 Mg、K 为 Na。Mg 与 O_2 常温下可生成 MgO , A 项正确; F^- 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 离子核外电子数相等,核电荷数越大离子半径越小,故离子半径大小顺序为 $\text{F}^->\text{Mg}^{2+}>\text{Al}^{3+}$, B 项正确;磷的单质有红磷和白磷,存在同素异形体, C 项正确;镁在 CO_2 中的燃烧生成 MgO 和碳单质, D 项错误。
3. C 【解析】 由题给信息推知, R、X、Y、Z、T 分别为 C、N、O、Na、S。由于元素的非金属性: $\text{C}<\text{N}<\text{O}$, 则气态氢化物的稳定性: $\text{CH}_4<\text{NH}_3<\text{H}_2\text{O}$, A

错误。O 和 Na 元素可形成 Na_2O 和 Na_2O_2 , 前者只含离子键,后者含有离子键和共价键, B 错误。元素的非金属性: $\text{C}<\text{S}$, 最高价氧化物对应的水化物的酸性: $\text{H}_2\text{SO}_4>\text{H}_2\text{CO}_3$, C 正确。CO、NO 等均不易溶于水, D 错误。

考点 2

▼ 题组训练

1. B 【解析】 As 与 N 同主族,为非金属元素,砷的氧化物 R 为分子晶体, A 项正确; O 原子有两个共价键,所以晶体结构中, O 有 6 个, As 为 4 个,分子式为 As_4O_6 , B 项错误; GaAs 晶体结构与金刚石类似,所以为原子晶体, C 项正确;原子晶体的熔沸点大于分子晶体, D 项正确。
2. B 【解析】 碘是分子晶体,碘单质升华克服的是分子间作用力, A 项正确; KOH 和 MgCl_2 都是离子晶体, KOH 含有共价键和离子键, MgCl_2 只含有离子键, B 项错误;石英是由硅原子和氧原子构成的原子晶体,每个硅原子形成 4 个共价键,每个氧原子形成 2 个共价键,每个原子的最外层都具有 8 电子稳定结构, C 项正确; KClO_3 分解生成 KCl 和 O_2 的过程中,有 K^+ 与 ClO_3^- 间的离子键、Cl 与 O 间的共价键的断裂和 K^+ 与 Cl^- 间的离子键、O 与 O 间的共价键的形成, D 项正确。
3. A 【解析】 SiO_2 晶体中,硅原子与氧原子之间形成共价键,但是 SiO_2 晶体属于原子晶体,熔沸点很高, A 项错误。 Na_2O 、NaOH、 Na_2S 、 Na_2SO_4 分别加热熔化,破坏的是离子键,因此克服相同类型作用力, B 项正确。分子间作用力的大小主要确定分子的物理性质,如熔沸点高低等,而分子稳定性的高低主要由分子内部的共价键所决定,所以分子间作用力的大小无法决定分子稳定性的高低, C 项正确。 NaHSO_4 溶于水,完全电离出 Na^+ 、 H^+ 、 SO_4^{2-} ,破坏了离子键和共价键; NaHCO_3 溶于水,电离出 Na^+ 和 HCO_3^- ,破坏离子键, HCO_3^- 部分电离出 H^+ 和 CO_3^{2-} ,破坏了共价键, D 项正确。

考点 2

▼ 题组训练

1. C 【解析】 溴单质常温下为液态, A 项正确; 砷元素为非金属元素, B 项正确; 第 86 号元素为稀有气体元素, 则第 84 号元素位于第ⅥA 族, 最高正价为 +6, C 项错误; 第 6 周期共 32 种元素, 则第 7 周期 0 族元素的原子序数为 $86+32=118$, D 项正确。
2. D 【解析】 W、X、Y、Z 分别为 Si、O、S、Cl。同主族元素周期数越大, 原子半径越大, 同周期的主族元素原子序数越小, 原子半径越大, 因此原子半径 $\text{W}>\text{Y}>\text{X}$, A 项正确; X 元素的气态氢化物为 H_2O , Y 元素的气态氢化物为 H_2S , H_2O 分子间存在氢键, 因此 H_2O 的沸点高于 H_2S , B 项正确; Si 与 C 位于同一主族, 化学性质相似, C 可以形成 C_2H_6 (乙烷), 因此 Si 可能形成 Si_2H_6 , C 项正确; S 的氧化性比 Cl_2 弱, 因此 S 不能从 NaCl 溶液中置换出 Cl_2 , D 项错误。
3. C 【解析】 分析图中元素的排列方式, 同一列元素处于同周期, 同一横行元素处于同一族, 则甲位于现行元素周期表第 4 周期第ⅢA 族, A 正确; 根据原子半径的变化规律, 原子半径: $\text{Si}<\text{乙}<\text{甲}$, B 正确; 元素的非金属性: $\text{C}>\text{乙}$, 则气态氢化物的稳定性: $\text{C}>\text{乙}$, C 错误; 乙处于周期表中金属和非金属的分界线附近, 据此推测乙的单质可以用作半导体材料, D 正确。

专题七 元素及其化合物

第 1 讲 金属及其化合物

考点 1

▼ 题组训练

1. B
2. D 【解析】 向硫酸矿焙烧取硫后的烧渣 (主要成分为 Fe_2O_3 、 SiO_2 、 Al_2O_3 , 不考虑其他杂质) 中加入足量硫酸, Fe_2O_3 、 Al_2O_3 与酸反应生成硫酸铁、硫酸铝, 二氧化硅与酸不反应, 过滤, 固体 1 为二氧化硅; 在滤液中加入铁粉

- 将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} , 调节 pH 使 Al^{3+} 完全沉淀, 过滤, 固体 2 为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 及过量的铁粉, 溶液 2 为 FeSO_4 , 蒸发浓缩、冷却结晶、过滤, 得到 $\text{FeSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 晶体。由流程分析可知 A、B 正确; Fe^{3+} 易被空气中的氧气氧化, 而且受热易失去结晶水, 所以从溶液 2 得到 $\text{FeSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 产品的过程中, 须控制条件防止其氧化和分解, 故 C 正确; 在溶液 1 中含有 Fe^{3+} 和 Al^{3+} , 直接加 NaOH 溶液至过量, Al^{3+} 转化为 AlO_2^- , Fe^{3+} 与 OH^- 结合生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, 酸溶后得到 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液, 结晶分离后得不到 $\text{FeSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 故 D 错误。
3. (1) Na_2O_2 H_2 (2) $2\text{Al}+2\text{OH}^-+2\text{H}_2\text{O}\rightleftharpoons 2\text{AlO}_2^-+3\text{H}_2\uparrow$

- (3)白色沉淀迅速变为灰绿色,最终变为红褐色 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$
- (4) $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ 供氧剂
- (5) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- = \text{Fe}(\text{SCN})_3$
4. (1)防止 FeCl_2 被氧化 (2) $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$
- (3)取 2 mL 0.1 mol · L⁻¹ FeCl_2 溶液,先加入几滴煤油,再于液面下依次加入几滴氯水和 1 滴 KSCN 溶液
- (4) $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$
- (5)溶液分层,上层溶液呈浅绿色,下层 CCl_4 层呈紫红色
- (6)还原 $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$
5. (1) Fe_2O_3 Al_2O_3
- (2) $\text{D}^- \text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$
- (3) $\text{AlO}_2^- + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{HCO}_3^-$
- (4) K_2SO_4 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

【解析】混合物甲中加水, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 溶于水成为溶液,而 Al_2O_3 和 Fe_2O_3 不溶于水,沉淀中加入 NaOH 溶液, Al_2O_3 转化为 NaAlO_2 溶液,而 Fe_2O_3 与碱不反应,则沉淀 A 为 Fe_2O_3 ; NaAlO_2 溶液中通入足量的 CO_2 ,生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀和 NaHCO_3 溶液, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀加热分解为 Al_2O_3 ; $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 溶液中加入氨水生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀, K_2SO_4 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液,溶液蒸发结晶后得到二者的固体。(2) Al^{3+} 与 NaOH 溶液反应需要控制用量才能生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀, Al^{3+} 与足量的氨水反应生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀,试剂 a 最好选氨水。(3) NaAlO_2 溶液中通入足量的 CO_2 ,生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀和 NaHCO_3 。(4) K_2SO_4 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 可以作为复合性的化学肥料。

考点 2

▼ 题组训练

1. A **【解析】** B 项, NaOH 碱性太强,不可食用,错误; C 项, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体具有吸附性,因而可以用于净水,错误; D 项, HCHO 有毒,不可用于伤口消毒,错误。
2. D **【解析】** 浓硫酸具有吸水性,可用作干燥剂, A 项错误; 可用 NaHCO_3 治疗胃酸过多, B 项错误; $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 中 Fe^{3+} 水解得到 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体,可用于自来水净化, C 项错误; D 项正确。
3. A **【解析】** A 项, Al_2O_3 的熔点高,不容易熔化,故可以用作耐火材料,正确; B 项,液氨汽化时吸热,故可作制冷剂,错误; C 项, SO_2 具有漂白性,可以用于漂白纸张,错误; D 项,钠钾合金具有导热性,可用作热交换剂,错误。
4. C **【解析】** 医疗上检查肠胃的内服剂应为 BaSO_4 , A 项错误; 半导体材料应为 Si 单质, B 项错误; 热的纯碱溶液水解呈碱性,可促进酯的水解从而去除物品表面的油污, C 项正确; 大量用于制造火箭和飞机部件的材料应为镁合金, D 项错误。

考点 3

▼ 题组训练

1. A **【解析】** 工业上铁的冶炼是在高炉中进行的, A 项错误; 工业上利用焦炭的还原性在高温下将 SiO_2 还原,制得粗硅, B 项正确; 烧碱为 NaOH ,工业上通过电解饱和食盐水生成 Cl_2 、 NaOH 和 H_2 , C 项正确; 铜可以从铜矿中提取,微生物法是采用某些细菌能用空气中的氧气氧化硫化铜矿石,把不溶性的硫化铜氧化为可溶性的硫酸铜, D 项正确。
2. C **【解析】** 根据铝土矿的成分,先加入盐酸,发生反应 $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$,然后过滤,向滤液中加入过量的 NaOH 溶液,发生反应 $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- = \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$,过滤,向滤液中通入足量的 CO_2 ,发生反应 $\text{AlO}_2^- + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{HCO}_3^-$,氢氧化铝受热分解成氧化铝,然后加入冰晶石,电解熔融状态氧化铝得到金属铝,因此需要用到的物质为 NaOH 、盐酸、 CO_2 、冰晶石, A 项错误; 石英主要成分为 SiO_2 ,不是盐,与盐酸不反应,且玻璃与盐酸不反应, B 项错误; 制粗硅的反应为 $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$,反应中 SiO_2 为氧化剂, C 为还原剂,则氧化剂与还原剂的物质的量之比为 1 : 2, C 项正确; 黄铜矿 (CuFeS_2) 与 O_2 反应产生 Cu_2S 、 SO_2 、 FeO 、 Cu_2O 元素化合价降低,则 Cu_2S 、 FeO 均是还原产物, SO_2 既是还原产物又是氧化产物, D 项错误。
3. (1) $\text{SO}_2 + \text{OH}^- = \text{HSO}_3^-$
- (2) ① FeS_2 ② 硫元素转化为 CaSO_4 而留在矿粉中
- (3) NaAlO_2 $\text{Al}(\text{OH})_3$ (4) 1 : 16

【解析】 (1)过量的 SO_2 与 NaOH 反应生成 NaHSO_3 。(2) ①由于多数金属硫酸盐的分解温度都高于 600°C ,则在低于 500°C 时去除的硫元素主要来源于 FeS_2 ; ② 700°C 时硫酸盐分解产生 SO_2 或 SO_3 , CaO 与气体反应最终转化为 CaSO_4 。(3) Al_2O_3 与 NaOH 溶液反应生成 NaAlO_2 ,通入过量的 CO_2 ,发生反应 $\text{AlO}_2^- + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{HCO}_3^-$ 。(4) 设化学方程式为 $\text{FeS}_2 + x\text{Fe}_2\text{O}_3 = y\text{Fe}_3\text{O}_4 + 2\text{SO}_2 \uparrow$,根据铁元素和氧元素守恒可得: $2x + 1 = 3y$, $3x = 4y + 4$,求得 $x = 16$, $y = 11$ 。

第 2 讲 非金属及其化合物

考点 1

▼ 题组训练

1. D **【解析】** 将氯水加入硝酸酸化的 AgNO_3 溶液中,反应产生白色沉淀,只能是 Cl^- 与 Ag^+ 反应得到 AgCl 白色沉淀, A 项正确; 将氯水加入 CaCO_3 固体中生成了气体 CO_2 ,说明 CaCO_3 与 H^+ 反应,能证明溶液呈酸性, B 项正确; 将氯水滴入 KBr 溶液,溶液变黄,说明生成了 Br_2 ,氯气氧化 Br^- 变成 Br_2 , C 项正确; 氯水显酸性和强氧化性,将 Na_2SO_3 转化成了 Na_2SO_4 , Na_2SO_4 不水解,溶液显中性,因此酚酞溶液褪色, D 项错误。
2. C **【解析】** SO_2 与 Fe^{3+} 反应时被氧化为 SO_4^{2-} , Ba^{2+} 与生成的 SO_4^{2-} 反应生成 BaSO_4 沉淀,体现 SO_2 的还原性, A 项正确; SO_2 与 H_2S 发生氧化还原反应生成单质硫, SO_2 作为氧化剂, B 项正确; SO_2 能够使酸性 KMnO_4 溶液褪色是由于 KMnO_4 被 SO_2 还原为 Mn^{2+} ,说明 SO_2 具有还原性, C 项错误; Na_2SiO_3 溶液中通入 SO_2 ,发生反应 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_3$,根据较强酸制备较弱酸的原理可知,酸性 $\text{H}_2\text{SiO}_3 >$

H_2SiO_3 , D 项正确。

3. A **【解析】** 酸性条件下 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中的 NO_3^- 能将 SO_3^{2-} 氧化,从而干扰 SO_3^{2-} 的检验, A 项错误; ②,和强碱共热,产生能使湿润红色石蕊试纸变蓝的气体,证明含有 NH_4^+ ,实验⑤,溶液中加入几滴硫酸,再加入金属铜,试管口产生红棕色气体,证明原溶液含有 NO_3^- , B 项正确; 实验①焰色反应为黄色,所以含有钠元素,实验④透过蓝色钴玻璃观察焰色反应呈现紫色,证明含钾元素,故焰色反应表明待测试样中含 Na 元素和 K 元素, C 项正确; 根据判断可知,该城市的污染物含有硫和氮的氧化物,故主要来源是燃煤和机动车尾气排放, D 项正确。

4. (1) $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- (2) bc (3) $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$
- (4) $2\text{NO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2 + \text{CO}_2$
5. (1) Na 和 S (2) $\text{Na}_2\text{S}_5 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + 4\text{S} \downarrow + \text{H}_2\text{S} \uparrow$
- (3) $\text{S}_8^{2-} + 16\text{ClO}^- + 8\text{OH}^- = 16\text{Cl}^- + 5\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$
- 【解析】** 气体 A 在标准状况下的密度约为 $1.52 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,则 A 的摩尔质量为 $1.52 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 34 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, A 被点燃后经 H_2O_2 氧化,再加入盐酸酸化的氯化钡后,有白色沉淀生成,故 A 为 H_2S ; 所以 X 中含有 S,又焰色反应为黄色, X 中含有 Na, X 与盐酸反应后生成的淡黄色沉淀为 S,质量为 6.4 g ,又白色沉淀硫酸钡中含有 S,其质量 $m(\text{S}) = \frac{11.65 \text{ g}}{233 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.6 \text{ g}$,所以 Na 有 $10.3 \text{ g} - 6.4 \text{ g} - 1.6 \text{ g} = 2.3 \text{ g}$,进一步可以求出钠与硫的物质的量之比为 $\frac{2.3 \text{ g}}{23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} : \frac{6.4 \text{ g} + 1.6 \text{ g}}{32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2 : 5$,已知 X 的相对分子质量为 206,所以 X 为 Na_2S_5 。
- (2) 由分析知产物中有 S 和 H_2S ,故化学方程式为 $\text{Na}_2\text{S}_5 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + 4\text{S} \downarrow + \text{H}_2\text{S} \uparrow$ 。(3) NaClO 与 Na_2S_5 发生氧化还原反应生成 Cl^- 和 SO_4^{2-} 。

考点 2

▼ 题组训练

1. D **【解析】** 浓硫酸具有酸性,会与 NH_3 反应,不可用于干燥 NH_3 , A 项错误; Na_2CO_3 碱性强,刺激性很强,故不能用于治疗胃酸过多,治疗胃酸过多用 NaHCO_3 , B 项错误; 因 SO_2 对人体有害,不能用来漂白食品, C 项错误; 常温时,浓硫酸将铁氧化为一层致密的氧化物薄膜而阻止铁进一步被氧化,所以可用铁制容器存放浓硫酸, D 项正确。
2. C **【解析】** Si 作半导体是由于 Si 既有金属性,又有非金属性, A 项错误; 除锈是利用了硝酸的酸性, B 项错误; Na_2CO_3 溶液显碱性,可以使油脂水解,能够用于除去油污, C 项正确; 苯可以作萃取剂是由于苯与水不反应,溴单质易溶于苯,与苯的密度无关, D 项错误。
3. A **【解析】** A 项,水晶主要成分是二氧化硅,是氧化物不是硅酸盐,错误; B 项,铝离子和铁离子能水解生成氢氧化铝胶体和氢氧化铁胶体,胶体具有吸附性,能吸附水中的悬浮物而净水,正确; C 项,酸雨与二氧化硫、氮的氧化物排放有关,正确; D 项, CO_2 、 CH_4 都是引起温室效应的气体,正确。

考点 3

▼ 题组训练

1. C **【解析】** 电解时, Na^+ 在溶液中是不能放电的,电解饱和食盐水可以得到 NaOH 、氢气和氯气, A 项错误; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的溶解度小,澄清石灰水中溶质的量小,不利于工业生产,工业上将氯气通入石灰乳中制取漂白粉, B 项错误; 用焦炭在高温下还原二氧化硅是工业制粗硅的原理, C 项正确; 高炉炼铁中用焦炭燃烧产生的 CO 作为还原剂,将铁矿石还原为铁单质, D 项错误。
2. C **【解析】** Cl_2 能将苦卤中的 Br^- 氧化为 Br_2 , A 项正确; 粗盐中含有泥沙等难溶物,可过滤除去,再通过重结晶等操作可实现粗盐提纯, B 项正确; NaOH 成本较高,一般不作为沉淀剂,可用 CaO 等廉价物质作沉淀剂, C 项错误; D 项富集溴的方法原理正确。
3. (1) 分液漏斗 b (2) 除去水蒸气或干燥 NaOH
- (3) $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 饱和食盐水
- (4) $8\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 = 6\text{NH}_4\text{Cl} + \text{N}_2$
- 【解析】** (1) 据图可知,仪器 a 是分液漏斗, NaOH 、 CaO 或者碱石灰具有吸水性,利用 NaOH 、 CaO 或者碱石灰与浓氨水可快速制取 NH_3 ,所以选 b。
- (2) 制取的 NH_3 和 Cl_2 中均混有水蒸气,装置 B 中盛装的碱石灰、D 中盛装的浓硫酸均可以除去水蒸气,起干燥气体的作用; Cl_2 有毒,能够与 NaOH 溶液反应,可以用 NaOH 溶液吸收尾气中的 Cl_2 。
- (3) MnO_2 与浓盐酸在加热条件下反应生成 Cl_2 、 MnCl_2 、 H_2O ; 浓盐酸易挥发,制得的氯气中含有 HCl 杂质,通过盛有饱和食盐水的洗气瓶可以除去 HCl 杂质。
- (4) 反应过程中,装置 C 的集气瓶中有大量白烟产生,说明生成的产物有 NH_4Cl ,另一种产物为 N_2 ,根据得失电子守恒和原子守恒配平方程式。

微专题 3 化学与 STSE

▼ 重难点一

- 例 1 B **【解析】** 纯碱水溶液呈碱性,油脂在碱性溶液中水解生成溶于水的物质,故纯碱可用于去除物品表面的油污,故 A 项正确; 镁可以与二氧化碳发生反应,二氧化碳不能作为镁燃烧的灭火剂,故 B 项错误; 纤维素能够水解变成葡萄糖,葡萄糖在某些酶的作用下可以转化为乙醇,故 C 项正确; 氢氧化铁胶体具有吸附性,能够吸附水中固体杂质颗粒,可以作为净水剂,故 D 项正确。

变式 C 【解析】 碘酒能使蛋白质变性,涂在人体皮肤上可杀菌消毒, A 正确; 大米、小米、马铃薯中均含有淀粉,可为人体活动提供能量, B 正确; 食盐、糖、醋可作调味剂,也可用作食品防腐剂, C 错误; 锌的金属性强于铁,船舶外壳装上锌块防腐,属于原电池原理,采用的是牺牲阳极的阴极保护法, D 正确。

▼ 重难点二

- 例 2 D **【解析】** 碳纤维是指由有机合成材料和碳纤维通过加工制成的具有

特殊性能的材料，不属于天然纤维，D 项错误。

变式 C 【解析】SiC 是由 Si 和 C 元素组成，属于新型无机非金属材料，A 正确；“蛟龙”号潜水器沉入深海中，承受很大的压力，据此推测，使用的钛合金材料具有强度大、密度小、耐腐蚀等特性，B 正确；“中国芯”的主要成分是高纯硅，C 错误；港珠澳大桥的水下钢柱镶铝块，发生腐蚀时，铝块作负极而被腐蚀，钢柱作正极而受到保护，属于牺牲阳极的阴极保护法，D 正确。

● 重难点三

例 3 A 【解析】由 $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ ，H 原子全部来自 CH_4 ，生成 1 mol $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ 需 2 mol CH_4 ，缺 2 mol C 原子与 2 mol O 原子，选用 A 项中的物质与甲烷反应，原子的利用率达到 100%。其他均不可能。

变式 C 【解析】燃煤中加入 CaO 能够与二氧化硫反应生成亚硫酸钙，亚硫酸钙和氧气继续反应生成硫酸钙，能够减少酸雨的形成，但不能减少温室气体的排放，C 错误。

● 重难点四

例 4 D 【解析】新能源又称非常规能源，是指传统能源之外的各种能源形式，指刚开始开发利用或正在积极研究、有待推广的能源，如：太阳能、地热能、海洋能、生物质能、氢能和核能等。而电能、煤和石油、天然气、水能等人类早已大范围使用，不属于新能源。

变式 B 【解析】芒硝在白天光照下失水，是太阳能转化为化学能，晚上重新结晶放热，是化学能转化成热能，故 A 项正确；生物质能就是太阳能以化学能形式贮存在生物质中的能量形式，即以生物质为载体的能量，将植物的秸秆、枝叶、杂草和人畜粪便加入沼气发酵池中，在氧气不充足的环境中，在厌氧菌的作用下生成沼气，故 B 项错误；氢能开发利用过程中需要解决的课题是探索廉价制氢气的方法和怎样解决氢气的贮存运输问题，故 C 项正确；利用垃圾发电可将生活垃圾中的生物质能转化为热能、电能等，故 D 项正确。

微专题 4 混合物成分的分析与推断

● 重难点一

例 1 C 【解析】蓝色溶液 E 中有 Cu^{2+} ，白色固体 F 是固体 C 与 HNO_3 反应得到，F 为 H_2SiO_3 ，固体 C 与 HNO_3 反应还产生无色气体 D，D 为 CO_2 ，则固体 C 为 CuSiO_3 和 CaCO_3 ，或 CuSiO_3 和 CuCO_3 ，或 CuSiO_3 、 CuCO_3 和 CaCO_3 ，则 A 中一定有 CuSO_4 、 Na_2SiO_3 、 Na_2CO_3 和 CaCO_3 ，至少有一种，KCl 无法判断是否存在。溶液 B 为无色，说明 A 中 Cu^{2+} 完全转化为沉淀，溶液 B 中一定有 Na_2SO_4 ，还可能有过量的 Na_2SiO_3 及 Na_2CO_3 ，溶液显中性或碱性，A 项正确；F 为 H_2SiO_3 ，B 项正确；由分析可知，C 项错误；加 HNO_3 酸化，无沉淀，再加入 AgNO_3 溶液，若有沉淀，说明有 AgCl 生成，则 A 中有 KCl，D 项正确。

变式 D 【解析】固体混合物可能由 Na_2SiO_3 、Fe、 Na_2CO_3 、 BaCl_2 中的两种或两种以上的物质组成，由实验可知，气体 A 与澄清的石灰水反应，溶液变浑浊，则气体 A 中一定含 CO_2 ；混合物与足量稀盐酸反应后的沉淀 A 为 H_2SiO_3 。溶液 A 与 NaOH 反应后生成白色沉淀 B，则沉淀 B 为 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ，溶液 B 与硝酸、硝酸银反应生成的沉淀 C 为 AgCl ，则原混合物中一定含有 Fe、 Na_2CO_3 、 Na_2SiO_3 ，可能含有 BaCl_2 。根据以上分析可以解答问题。稀盐酸与 Na_2CO_3 反应生成 CO_2 气体，与 Fe 反应生成 H_2 ，气体 A 是 CO_2 与 H_2 的混合气体，A 正确；沉淀 A 为 H_2SiO_3 沉淀，B 正确；B 为 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ，在空气中被氧气氧化，逐渐变灰绿色，最后变红褐色，C 正确；该固体混合物中可能含有 BaCl_2 ，D 错误。

● 重难点二

例 2 B 【解析】溶液为绿色，则可能有 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 中的一种或两种，根据①可知溶液中存在 SO_4^{2-} ，滤液依然为绿色，说明溶液中 Fe^{2+} 或者 Cu^{2+} 没有与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 反应，说明溶液中存在 H^+ ；根据②可知溶液中存在 Cl^- ，A 项正确；由于溶液中存在 Fe^{2+} 或者 Cu^{2+} 或者两种都有，则不可能存在 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 无法确定是否存在，B 项错误；白色沉淀不溶于酸，则没有 Ag_2CO_3 ，C 项正确； Fe^{2+} 与 NaOH 反应先生成白色沉淀，迅速转化为灰绿色，最终变为红褐色， Cu^{2+} 与 NaOH 反应生成蓝色沉淀，D 项正确。

变式 1 A 【解析】固体溶于水得无色透明溶液说明溶液中有 Cu^{2+} ，加入足量 BaCl_2 溶液得沉淀，加盐酸后沉淀部分溶解，说明溶液中有 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} ，且 $n(\text{CO}_3^{2-}) = 0.01 \text{ mol}$ ， $n(\text{SO}_4^{2-}) = 0.02 \text{ mol}$ 。另一份固体与过量 NaOH 固体混合后充分加热，产生 NH_3 ，且 $n(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_4^+) = 0.03 \text{ mol}$ 。若溶液中只有 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 NH_4^+ ，则阳离子所带的正电荷总数小于阴离子所带的负电荷总数，说明溶液中必定有 Na^+ ，也可能有 Cl^- 。综合分析只有 A 项正确。

变式 2 B 【解析】加入足量 NaOH 溶液，有白色沉淀产生，此沉淀应是 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 或是 BaCO_3 中的一种，微热，闻到刺激性气味气体产生，此气体为 NH_3 ，原溶液中含有 NH_4^+ ，滤液中加入足量的 BaCl_2 溶液，有白色沉淀产生，再加入足量的硝酸，沉淀不溶解，此沉淀为 BaSO_4 ，原溶液中含有 SO_4^{2-} ，一定没有 Ba^{2+} ，沉淀 A 为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ，原溶液中一定含有 Mg^{2+} ，根据电荷守恒，以及离子浓度相同， HCO_3^- 和 Cl^- 至少含有一种。根据上述分析，另一种阴离子可能是 Cl^- ，也可能是 HCO_3^- ，故 A 正确；溶液中可能含有 HCO_3^- ，故 B 错误；如果溶液中同时含有 HCO_3^- 和 Cl^- ，根据溶液呈现电中性，则溶液中 Na^+ 和 K^+ 必定只含有其中一种，具体含有哪一种，需通过焰色反应来判断，故 C 正确；白色沉淀 A 是 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ，白色沉淀 B 为 BaSO_4 ，都是纯净物，故 D 正确。

微专题 5 无机推断与陌生方程式的书写

● 重难点一

例 1 (1)O (2)Cu 和 NaOH (3) NaCuO_2
 $2\text{NaCuO}_2 + 8\text{HCl} \xrightarrow{\quad} 2\text{NaCl} + 2\text{CuCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
【解析】(1)现象 1 说明混合气体中有水蒸气，则 X 与 H_2 反应生成了 H_2O ，X 中含有氧元素。(2)固体 Y 溶于水，紫红色不溶物为 Cu 单质，碱性溶液焰色反应为黄色，说明含有钠元素，所以得出 X 中含有 Na、O、Cu 三种元素，则该碱性溶液一定为 NaOH 溶液，Y 为 Cu 与 NaOH 的混合物。(3) $n(\text{Cu}) = 0.02 \text{ mol}$ ， $n(\text{NaOH}) = 0.02 \text{ mol}$ ，则 X 中 $n(\text{O}) =$

$$\frac{2.38 \text{ g} - 1.28 \text{ g} - 0.02 \text{ mol} \times 23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.04 \text{ mol}, \text{即 X 中 Na、Cu、O}$$

三种原子的个数之比为 1 : 1 : 2，化学式为 NaCuO_2 ；根据信息，X 与浓盐酸反应生成 Cl_2 、 CuCl_2 ，根据元素守恒，产物还有 NaCl 和 H_2O ，据此配平可得。

变式 1 (1) $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{MgO} + 2\text{HCl} \uparrow + 5\text{H}_2\text{O} \uparrow$
(2) $2\text{K}_2\text{FeO}_4 + 16\text{HCl} \xrightarrow{\quad} 4\text{KCl} + 2\text{FeCl}_3 + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$

【解析】溶液丙与 K_2FeO_4 固体反应产生 Cl_2 ， $\frac{1}{10}$ 溶液丙恰好中和 0.002 00 mol NaOH，说明甲中有 0.02 mol HCl，X 中含结晶水，则混合气体甲中有 H_2O ，且 $n(\text{H}_2\text{O}) = (2.03 \text{ g} - 0.4 \text{ g} - 0.02 \text{ mol} \times 36.5 \text{ g/mol}) \div 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.05 \text{ mol}$ ，可知正盐 X 中阴离子为 Cl^- ；正盐 X 由四种短周期元素组成，阳离子可能有 NH_4^+ 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} ， NH_4Cl 分解没有剩余固体，NaCl 不分解，则 NH_4^+ 、 Na^+ 不符合题意，通过质量关系可知该阳离子为 Mg^{2+} ，乙为 MgO ， $n(\text{MgO}) = 0.01 \text{ mol}$ ， $n(\text{MgO}) : n(\text{HCl}) : n(\text{H}_2\text{O}) = 1 : 2 : 5$ ，根据原子守恒可知 X 为 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 。(2)HCl 具有还原性，与 K_2FeO_4 反应生成 Cl_2 ， FeO_4^{2-} 被还原为 Fe^{3+} 。

变式 2 (1)Fe、S (2) $4\text{FeS} + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$
(3) $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Cl}^-$

【解析】(1)由题给流程图可知，红棕色固体 B 为 Fe_2O_3 ，黄色溶液 C 为 FeCl_3 溶液；D 是一种能使品红溶液褪色的气体，且 D 与水和 Cl_2 反应生成的溶液 E 能与 BaCl_2 溶液反应生成白色沉淀 F，则 D 为 SO_2 ，E 为 H_2SO_4 ，F 为硫酸钡。1.20 g A 在足量空气中充分煅烧得到 0.80 g Fe_2O_3 和 1.28 g SO_2 ，故化合物 A 的两种组成元素为 Fe、S。(2)化合物 A 中 $n(\text{Fe}) = 0.01 \text{ mol}$ ， $n(\text{S}) = 0.02 \text{ mol}$ ，故化合物 A 为 FeS_2 ， FeS_2 在足量空气中充分煅烧生成 Fe_2O_3 和 SO_2 。根据电子守恒、原子守恒，可得反应的化学方程式为 $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$ 。(3) SO_2 溶于水，向水溶液中通入氯气，发生氧化还原反应，产生盐酸和硫酸，该反应的离子方程式为 $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Cl}^-$ 。

● 重难点二

例 2 (1) K_3ClO (2) $\text{K}_3\text{ClO} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} 2\text{KOH} + \text{KCl}$
(3) $2\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} \text{Cl}_2\text{O} + 2\text{NaHCO}_3 + 2\text{NaCl}$
【解析】(1)信息①说明 X 中有钾元素；信息②中 $n(\text{AgCl}) = 0.03 \text{ mol}$ ，说明 X 中含有 0.01 mol 的氯原子；X 溶液显碱性，说明 X 与水反应生成 KOH，则 X 中有 K、Cl、O 三种元素，1.685 g X 溶于水，与 0.020 00 mol HCl 恰好中和，且溶液中有 0.03 mol KCl，说明 1.685 g X 溶于水生成 0.02 mol KOH 和 0.01 mol KCl，据此分析 X 的化学式为 K_3ClO 。(2) K_3ClO 与水反应生成 KOH 和 KCl。(3) Cl_2 与 Na_2CO_3 溶液发生的反应为 $2\text{Cl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\quad} \text{Cl}_2\text{O} + 2\text{NaCl} + \text{CO}_2$ ，由于 Na_2CO_3 足量，生成的 CO_2 与 Na_2CO_3 继续反应生成 NaHCO_3 。

变式 1 (1)Cu、S、O (2) Cu_2OSO_4
(3) $3\text{Cu}_2\text{OSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} 3\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{CuSO}_4$ 或 $3\text{Cu}_2\text{OSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} 3\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuSO}_4 + 2\text{CuSO}_4$ 或 $3\text{Cu}_2\text{OSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} \text{Cu}_6(\text{OH})_8\text{SO}_4 + 2\text{CuSO}_4$

【解析】①取少量 A，加水，A 由白色变为蓝色，加热蓝色又变成白色，说明 A 是 CuSO_4 ，根据物质组成确定其中含有的元素；②另取一定量 A 进行加热分解，加热分解过程中有黄色中间产物 B 产生，同时产生气体 C，C 能使盐酸酸化的 BaCl_2 溶液产生白色沉淀，则 C 是 SO_3 ，反应产生的白色不溶于酸的沉淀是 BaSO_4 ，B 的质量为 A 质量的四分之三，根据质量守恒应该是 2 个 CuSO_4 分解的产物，则 B 是 Cu_2OSO_4 ，B 遇水生成不溶于水的蓝色固体 D，同时有三分之二的 S 元素溶于水，若有 3 个 Cu_2OSO_4 反应，溶于水的 S 只能是生成 2 个 CuSO_4 ，根据反应前后原子守恒，分析反应，得到反应方程式。

(1)根据上述分析可知 A 是 CuSO_4 ，含有 Cu、S、O 三种元素。(2)由于 A 分解产生的 C 是气体，C 能使盐酸酸化的 BaCl_2 溶液产生白色沉淀，说明 C 是 SO_3 气体，反应产生的白色不溶于酸的沉淀是 BaSO_4 ，A 分解产生的 B 为黄色固体，且 B 的质量为 A 质量的四分之三，则 B 应该是 2 个 CuSO_4 分解产生 1 个 SO_3 后剩余的部分，根据质量守恒定律可知 B 是 Cu_2OSO_4 。(3)B 遇水生成不溶于水的蓝色固体 D，同时有三分之二的 S 元素溶于水，溶于水的以 CuSO_4 形式存在，还有三分之一的 S 元素以固体形式存在，即以碱式硫酸铜形式存在，反应方程式为 $3\text{Cu}_2\text{OSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} 3\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuSO}_4 + 2\text{CuSO}_4$ 或写为 $3\text{Cu}_2\text{OSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} 3\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{CuSO}_4$ 或者 $3\text{Cu}_2\text{OSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} \text{Cu}_6(\text{OH})_8\text{SO}_4 + 2\text{CuSO}_4$ 。

变式 2 (1)H : $\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{Si}}} : \text{H}$ Mg(OH)₂

(2) $\text{Mg}_2\text{Si} + 4\text{H}^+ \xrightarrow{\quad} 2\text{Mg}^{2+} + \text{SiH}_4 \uparrow$

(3) $3\text{SiH}_4 + 4\text{NH}_3 \xrightarrow{\text{一定条件}} \text{Si}_3\text{N}_4 + 12\text{H}_2$

【解析】已知气体 A 在标准状况下的密度为 1.429 g · L⁻¹，其摩尔质量为 1.429 g · L⁻¹ × 22.4 L · mol⁻¹ = 32 g · mol⁻¹；固体 B 是光纤纤维的主要成分即 SiO_2 ，6.0 g SiO_2 的物质的量为 0.1 mol，则 7.6 g X 中含 Si 的质量为 2.8 g，即 0.1 mol；溶液 C 与过量 NaOH 反应生成白色沉淀，则 X 中含有的另一种短周期元素为金属元素 Mg，则白色沉淀 D 为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ，则其物质的量为 0.2 mol，所以 7.6 g X 中含 Mg 的质量为 4.8 g，由此推知 X 为 Mg_2Si ，则与硫酸反应生成的 A 气体为 SiH_4 ，其摩尔质量恰好为 32 g · mol⁻¹。

(1)SiH₄ 的电子式为 H : $\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{Si}}} : \text{H}$ ；白色沉淀 D 的化学式为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 。

(2)固体 X 与稀硫酸反应的离子方程式是 $\text{Mg}_2\text{Si} + 4\text{H}^+ \xrightarrow{\quad} 2\text{Mg}^{2+} + \text{SiH}_4 \uparrow$ 。(3) NH_3 与 SiH_4 在一定条件下反应生成一种耐高温陶瓷材料和 H_2 ，所以耐高温陶瓷材料中含有 Si 和 N 两种元素，根据二者的化合价可知，其化学式为 Si_3N_4 ，摩尔质量为 140 g · mol⁻¹，所以反应的化学方程式为 $3\text{SiH}_4 + 4\text{NH}_3 \xrightarrow{\text{一定条件}} \text{Si}_3\text{N}_4 + 12\text{H}_2$ 。

专题八 化学反应原理

第1讲 化学反应中的热量变化

考点1

▼ 题组训练

1. C [解析] 铝片与稀 H_2SO_4 反应,有化合价的变化,属于氧化还原反应,但属于放热反应,A项错误; $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 与 NH_4Cl 反应为吸热反应,但不属于氧化还原反应,B项错误;灼热的炭与 CO_2 反应,有化合价的变化,属于氧化还原反应,且属于吸热反应,C项正确;甲烷在 O_2 中的燃烧反应,有化合价的变化,属于氧化还原反应,但属于放热反应,D项错误。
2. B [解析] 由图示分析可知,该反应的反应热 $\Delta H = E_1 - E_2$,A项错误;从图示分析出反应物的总能量低于生成物, $\text{Br} + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{HBr} + \text{H}$ 是个吸热过程,B项正确; $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 和 NH_4Cl 反应不需要任何条件,但该反应为吸热反应,C项错误;升高温度时正逆反应速率都要增大,D项错误。
3. C [解析] 过程①是 N_2H_4 分解生成 N_2 和 NH_3 ,已知热化学方程式 I 中 $\Delta H < 0$,则过程①为放热反应,A项正确;反应 II 是放热反应,能量过程示意图正确,B项正确;放热反应中,反应物的化学键的键能之和小于生成物的化学键的键能之和,C项错误;根据盖斯定律,由 $\text{I} - 2 \times \text{II}$ 得 $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) = \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$ $\Delta H = -32.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 2 \times (-41.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = +50.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,D项正确。
4. C [解析] 物质不同,由状态1不能确定状态3,A项错误;一般情况下,同种物质气态能量最高,固态能量最低,状态3比状态4的能量高,若状态3是液态,则状态4为固态,B项错误;由图可知 A(状态2)+B(g) = C(状态3)+D(g) $\Delta H = (d-a) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,C项正确;由图不能确定化学键断裂吸收的能量,生成1 mol C(状态3)和1 mol D(g)的逆反应的活化能为 $(c-d) \text{ kJ}$,D项错误。

考点2

▼ 题组训练

1. A [解析] 由图可以看出,断裂 $\frac{1}{2} \text{ mol N}_2(\text{g})$ 和 $\frac{3}{2} \text{ mol H}_2(\text{g})$ 中的化学键吸收的能量为 $a \text{ kJ}$,形成1 mol $\text{NH}_3(\text{g})$ 中的化学键放出的能量为 $b \text{ kJ}$,所以 $\frac{1}{2} \text{ N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2} \text{ H}_2(\text{g}) = \text{NH}_3(\text{g})$ $\Delta H = (a-b) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,而1 mol 的 $\text{NH}_3(\text{g})$ 转化为1 mol 的 $\text{NH}_3(\text{l})$ 放出的热量为 $c \text{ kJ}$,所以有 $\frac{1}{2} \text{ N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2} \text{ H}_2(\text{g}) = \text{NH}_3(\text{l})$ $\Delta H = (a-b-c) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,即 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = 2\text{NH}_3(\text{l})$ $\Delta H = 2(a-b-c) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,A项正确。
2. C [解析] 热化学方程式中生成的氧化物为稳定的氧化物时,才能用此热化学方程式中的数据计算燃烧热,A项错误;氧气转化为臭氧是吸热反应,反应物的总能量小于生成物的总能量,能量越低越稳定,故氧气比臭氧稳定,B项错误;20.0 g NaOH 物质的量为 0.5 mol,稀溶液与稀盐酸完全中和,放出 28.7 kJ 的热量,所以中和热为 $57.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,C项正确;甲烷的标准燃烧热 $\Delta H = -890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,则甲烷燃烧的热化学方程式可表示为 $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,因水由液态转化为气态需要吸收热量,则 $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H > -890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,D项错误。
3. (1) $\text{SiH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{SiO}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -1\,427.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
(2) $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = 2\text{NH}_3(\text{g})$ $\Delta H = -92 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
(3) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -2\text{Q kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
(4) $4\text{CuCl}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CuCl}_2(\text{s}) + 2\text{CuO}(\text{s})$ $\Delta H = -177.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
(5) $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -346 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
[解析] (1) 2 g SiH_4 自燃放出热量 89.2 kJ,1 mol SiH_4 自燃放出热量 1 427.2 kJ,故热化学方程式为 $\text{SiH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{SiO}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -1\,427.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。(2) $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = 2\text{NH}_3(\text{g})$ $\Delta H = 946 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 436 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 3 \times 391 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 6 = -92 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。(3) 根据 C 守恒有 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \sim 2\text{CO}_2 \sim 2\text{CaCO}_3$ 。生成 100 g CaCO_3 沉淀,发生反应的乙醇的物质的量为 0.5 mol,则 1 mol 乙醇完全燃烧放出 2Q kJ 热量,据此可写出反应的热化学方程式: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -2\text{Q kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。(4) 利用氧化还原反应规律和原子守恒可知, CuCl 与 O_2 反应得到氧化产物 CuCl_2 ,黑色固体必为还原产物 CuO (同时也属于氧化产物),由此可得反应的热化学方程式: $4\text{CuCl}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CuCl}_2(\text{s}) + 2\text{CuO}(\text{s})$ $\Delta H = -177.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。(5) 根据盖斯定律可知,1 mol $\text{NH}_4^+(\text{aq})$ 被全部氧化成 $\text{NO}_3^-(\text{aq})$ 的反应热 $\Delta H = -273 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + (-73 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = -346 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

考点3

▼ 题组训练

1. B [解析] 根据图中内容,可以看出 $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{N}(\text{g}) + 4\text{H}(\text{g}) + 2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H_3 = 2752 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 534 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 2218 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,设断裂 1 mol N—H 键所需的能量为 $x \text{ kJ}$,旧键断裂吸收的能量为 $154 \text{ kJ} + 4x \text{ kJ} + 500 \text{ kJ} = 2218 \text{ kJ}$,解得 $x = 391$,B项正确。
2. C [解析] 通过流程中的反应 II 和 III,实现了太阳能到化学能的转化,A项正确;根据流程,总反应为 $\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 \uparrow + \frac{1}{2} \text{O}_2 \uparrow$, SO_2 和 I_2 起到催化剂的作用,B项正确;反应 I + 反应 II + 反应 III,得到 $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g})$ $\Delta H = (-213 + 327 + 172) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 286 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,或者 $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ $\Delta H = 572 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,C项错误; ΔH 只与始态和终态有关,该过程降低了水分解制氢的活化能, ΔH 不变,D项

正确。

3. C [解析] 断开化学键吸收热量, MCO_3 分解吸收热量, ΔH 、 ΔH_1 、 ΔH_2 、 ΔH_3 均大于 0, Mg^{2+} 半径小于 Ca^{2+} ,说明 MgCO_3 中的离子键比 CaCO_3 中的离子键强,则断开 MgCO_3 、 CaCO_3 中离子键吸收的能量,前者大于后者,A项正确; ΔH_2 为 CO_3^{2-} 分解产生 O^{2-} 和 CO_2 ,与金属离子种类无关,B项正确;根据图示可知 $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 - \Delta H_3$,即 $\Delta H_1 - \Delta H_3 = \Delta H - \Delta H_2$,由于 $\Delta H(\text{MgCO}_3)$ 与 $\Delta H(\text{CaCO}_3)$ 不相等,所以 C 项错误;根据 C 项分析, $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 - \Delta H_3$, $\Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H + \Delta H_3$,D项正确。
4. (1) III (2) 左端液柱降低,右端液柱升高 放热
(3) ① 保证盐酸完全被中和,使生成水的量更精确 ② 相等
[解析] (1) 装置 I 可通过 U 形管中红墨水液面的变化判断铜与浓硝酸的反应是放热反应还是吸热反应;装置 II 可通过烧杯中是否产生气泡判断铜与浓硝酸的反应是放热反应还是吸热反应;装置 III 只是一个铜与浓硝酸反应并将生成的气体用水吸收的装置,不能证明该反应是放热反应还是吸热反应。(2) 氢氧化钠与盐酸的反应属于中和反应,中和反应都是放热反应,所以锥形瓶中气体受热膨胀,导致 U 形管左端液柱降低,右端液柱升高。(3) ① 在中和热的测定实验中,NaOH 溶液的浓度大于盐酸的作用是使盐酸完全被中和,使生成水的量更精确,使测定结果更准确。② 反应放出的热量和所用酸以及碱的量的多少有关,若用 60 mL 0.50 mol $\cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸与 50 mL 0.55 mol $\cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液进行反应,与上述实验相比,生成水的量增多,所放出的热量升高,但是中和热是指强酸和强碱反应生成 1 mol 水时放出的热量,与酸碱的用量无关,中和热数值相等。
5. (1) $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -286 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
(2) 945 (3) +226.7 kJ $\cdot \text{mol}^{-1}$

[解析] (1) 108 g 液态水的物质的量为 $\frac{108 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 6 \text{ mol}$;6 mol 液态水完全分解成 H_2 和 O_2 ,需要吸收 1716 kJ 的热量,则 1 mol 液态水完全分解成 H_2 和 O_2 ,需要吸收 286 kJ 的热量,所以 1 mol 氢气在氧气中完全燃烧生成液态水放热为 286 kJ,表示 H_2 的燃烧热的热化学方程式为 $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -286 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。
(2) $\Delta H =$ 反应物断键吸收的总能量 - 生成物成键放出的总能量; $\Delta H = a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 3 \times 436 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 2 \times 3 \times 391 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -93 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,解之得 $a = 945$ 。
(3) 根据盖斯定律,由 $\text{①} \times 2 + \text{②} \times \frac{1}{2} - \text{③} \times \frac{1}{2}$ 可得 $2\text{C}(\text{s}, \text{石墨}) + \text{H}_2(\text{g}) = \text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$ $\Delta H = (-393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) \times 2 + (-571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) \times \frac{1}{2} - (-2599 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) \times \frac{1}{2} = +226.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

第2讲 化学能与电能

考点1

▼ 题组训练

1. A [解析] H^+ 在 Cu 电极得到电子产生 H_2 , H^+ 浓度减小,A项错误;原电池正极发生还原反应, Ag_2O 得到电子生成 Ag,又知该电池为碱性电池,根据电荷守恒写出电极反应式,B项正确;Zn 作负极,发生反应 $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$,C项正确;铅蓄电池放电过程中, H_2SO_4 参与反应,所以使用一段时间后,酸性减弱,D项正确。
2. B [解析] 外电路中电流应由正极流向负极,即由 b 极流向 a 极,A项错误; MnO_2 为正极,被还原,电极反应式为 $\text{MnO}_2 + \text{e}^- + \text{Li}^+ = \text{LiMnO}_2$,B项正确;因负极材料为 Li,可与水反应,则不能用水代替电池中的混合有机溶剂,C项错误;a 极为负极,发生氧化反应,D项错误。
3. A [解析] 正极 B 上为 O_2 得电子生成 HO_2^- ,反应为 $\text{O}_2 + \text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{HO}_2^-$,A项正确;原电池工作时,阴离子向正极移动, H^+ 向 B 极移动,B项错误;A 为负极,负极上 CH_3OH 被氧化生成 CO_2 ,C项错误;未告知气体所处状况,无法计算气体的体积,D项错误。
4. C [解析] 高温下有机物能够分解,且微生物中蛋白质会发生变性,A项错误;阳离子向正极移动,阴离子向负极移动,则 Na^+ 通过 Y 向右移动, Cl^- 通过 X 向左移动,B项错误;根据图示,负极 CH_3COO^- 被氧化为 CO_2 ,同时产生 H^+ ,C项正确;该装置为原电池,将化学能转化为电能,D项错误。

考点2

▼ 题组训练

1. A [解析] Zn 比铜活泼,为负极,Cu 为正极, K^+ 移向 CuSO_4 溶液,A项正确;原电池是将化学能转化为电能,B项错误;若装置②用于铁棒镀铜,则 N 极为铜棒,C项错误;电解精炼铜时溶液中的 Cu^{2+} 浓度减小,D项错误。
2. B [解析] 根据右侧电解絮凝池图示信息可知,铝电极表面 Al 转化为 Al^{3+} ,溶液中 OH^- 转化为 O_2 ,则发生两个氧化反应,为电解池的阳极,连接铅蓄电池的正极,故 Y 为正极,X 为负极。电子不能在电解质溶液中移动,A项错误;铝电极表面 Al 转化为 Al^{3+} ,溶液中 OH^- 转化为 O_2 ,其电极反应式为 $\text{Al} - 3\text{e}^- = \text{Al}^{3+}$, $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$,B项正确;Y 极为电源的正极,发生的电极反应式为 $\text{PbO}_2 + 2\text{e}^- + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$,C项错误;根据转移电子数与氢气的关系式 $2\text{e}^- \sim \text{H}_2$,可知电路中每通过 2 mol 电子,理论上电解池阴极上有 1 mol H_2 生成,但题中未指明气体所处状况,则无法计算阴极上产生的 H_2 的体积,D项错误。
3. (1) O_2 $\text{H}_2 - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- = 2\text{H}_2\text{O}$
(2) 阴 发生反应 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$,该电极周围溶液呈碱性
(3) 电极周围先变红,后由电极中心向外慢慢褪色
(4) ① f ② $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$
[解析] (1) 电源 A 中 a 极为正极,发生还原反应,应通入的气体是氧气,b 极上发生的电极反应是 $\text{H}_2 - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- = 2\text{H}_2\text{O}$ 。
(2) 通电后,试纸上 c 极与负极相连,称为阴极,发生反应 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$,该电极周围溶液呈碱性,pH 试纸变蓝色。

(3)实验中d极产生氯气,氯气遇水产生盐酸和次氯酸,pH试纸先在盐酸作用下变红,后在次氯酸作用下被漂白而褪色,所以d极周围可能观察到的现象是电极周围先变红,后由电极中心向外慢慢褪色。

(4)①若利用甲实现铁上镀锌,则阴极f极为铁电极;②若利用甲实现粗铜的精炼,f电极上发生还原反应,反应是 $\text{Cu}^{2+}+2\text{e}^{-}=\text{Cu}$ 。

4. (1)d (2) $2(\text{CH}_3)_4\text{NCl}+2\text{H}_2\text{O}\xrightarrow{\text{通电}}2(\text{CH}_3)_4\text{NOH}+\text{H}_2\uparrow+\text{Cl}_2\uparrow$
 [解析] (1)类似于电解饱和食盐水的原理,阳极为 Cl^{-} 失去电子生成 Cl_2 ,阴极为 H_2O 电离产生的 H^{+} 得到电子生成 H_2 , $(\text{CH}_3)_4\text{N}^{+}$ 向阴极移动,与阴极产生的 OH^{-} 结合生成 $(\text{CH}_3)_4\text{NOH}$ 。(2)类比电解饱和食盐水的反应方程式即可。

考点 3

● 题组训练

- C [解析] B处液面上升,发生吸氧腐蚀,A溶液可能是弱酸性、中性或碱性溶液,A项错误;若A为NaCl溶液,则发生吸氧腐蚀,B处液面上升,B项错误;若发生吸氧腐蚀, $2\text{Fe}+\text{O}_2+2\text{H}_2\text{O}=2\text{Fe}(\text{OH})_2$, $4\text{Fe}(\text{OH})_2+\text{O}_2+2\text{H}_2\text{O}=4\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 部分脱水,氧化产物变为 $\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot n\text{H}_2\text{O}$,C项正确;如是析氢腐蚀,总反应为 $\text{Fe}+2\text{H}^{+}=\text{Fe}^{2+}+\text{H}_2\uparrow$,D项错误。
- D [解析] 越靠近底端,氧气的含量越少,越不易腐蚀,A项错误;金属铁是负极,发生析氢腐蚀,金属铁失去电子得到的是亚铁离子,遇到硫氰化钾不显血红色,B项错误;开关由M改置于N时,合金为正极,则Cu-Zn合金的腐蚀速率减慢,C项错误;在该原电池中,金属镁是负极,负极金属易被腐蚀,正极钢铁管道被保护,该方法称为牺牲阳极的阴极保护法,D项正确。
- A [解析] 铁棒末端连上Zn片时,Zn片端(乙区)作负极,Zn片的电极反应为 $\text{Zn}-2\text{e}^{-}=\text{Zn}^{2+}$;铁棒另一端(甲区)作正极,甲区的电极反应为 $\text{O}_2+2\text{H}_2\text{O}+4\text{e}^{-}=4\text{OH}^{-}$,A项错误;乙区的电极反应为 $\text{Zn}-2\text{e}^{-}=\text{Zn}^{2+}$,因此乙区产生 Zn^{2+} ,B项正确;铁棒末端连上Cu片时,Cu片端(丙区)作正极,丙区的电极反应为 $\text{O}_2+2\text{H}_2\text{O}+4\text{e}^{-}=4\text{OH}^{-}$,溶液呈碱性,酚酞变红,C项正确;铁棒另一端(丁区)作负极,丁区的电极反应为 $\text{Fe}-2\text{e}^{-}=\text{Fe}^{2+}$,遇 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 呈现蓝色,D项正确。

微专题 6 电化学中的电极反应式书写

● 重难点一

例 1 C [解析] 根据电子移动方向可知右边为正极,发生还原反应,A项正确;根据图示,左边为负极, H_2 在负极放电生成 H_2O ,B项正确;该电池没有氧气参与反应,C项错误; Na^{+} 向正极移动, ClO^{-} 向负极移动,D项正确。

变式 1 C [解析] 石墨电极Ⅱ为电池正极,故A错误;石墨电极Ⅰ为原电池的负极,原电池工作时,阴离子向负极移动,即 NO_3^{-} 从石墨电极Ⅱ向石墨电极Ⅰ作定向移动,故B错误;石墨电极Ⅰ为原电池的负极, NO_2 被氧化,氮元素化合价升高,应生成 N_2O_5 ,电极反应为 $\text{NO}_2+\text{NO}_3^{-}-\text{e}^{-}=\text{N}_2\text{O}_5$,故C正确;由石墨电极Ⅰ反应为 $\text{NO}_2+\text{NO}_3^{-}-\text{e}^{-}=\text{N}_2\text{O}_5$ 可知,每消耗1 mol NO_2 转移1 mol电子,故D错误。

变式 2 D [解析] 由图可知,放电时 Cu^{2+} 向N极移动,发生还原反应,电极反应式为 $\text{Cu}^{2+}+2\text{e}^{-}=\text{Cu}$,A项正确;Li是活泼金属,放电时失电子发生氧化反应,电极反应式为 $\text{Li}-\text{e}^{-}=\text{Li}^{+}$,B项正确;充电时, Li^{+} 在阴极放电生成Li,则阴极反应式为 $\text{Li}^{+}+\text{e}^{-}=\text{Li}$,C项正确;充电时,接线柱A接外接电源的负极,D项错误。

● 重难点二

例 2 (1) $2\text{HSO}_3^{-}-2\text{e}^{-}=\text{S}_2\text{O}_3^{2-}+2\text{H}^{+}$ 或 $2\text{SO}_3^{2-}-2\text{e}^{-}=\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
 (2) $2\text{H}_2\text{O}\xrightarrow{\text{通电}}\text{H}_2\text{O}_2+\text{H}_2\uparrow$
 [解析] (1)阳极发生氧化反应,为 SO_3^{2-} 失去电子被氧化为 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$;
 (2) NH_4HSO_4 可以循环利用,即 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 与 H_2O 反应生成 H_2O_2 和 NH_4HSO_4 ,两步反应为 $2\text{NH}_4\text{HSO}_4\xrightarrow{\text{通电}}(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8+\text{H}_2\uparrow$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8+2\text{H}_2\text{O}=2\text{NH}_4\text{HSO}_4+\text{H}_2\text{O}_2$,两式相加得到总方程式。

变式 1 (1) $2\text{Fe}^{3+}+3\text{ClO}^{-}+10\text{OH}^{-}=2\text{FeO}_4^{2-}+3\text{Cl}^{-}+5\text{H}_2\text{O}$
 或 $2\text{Fe}(\text{OH})_3+3\text{ClO}^{-}+4\text{OH}^{-}=2\text{FeO}_4^{2-}+3\text{Cl}^{-}+5\text{H}_2\text{O}$
 (2) $\text{Fe}^{3+}+8\text{OH}^{-}-3\text{e}^{-}=\text{FeO}_4^{2-}+4\text{H}_2\text{O}$
 或 $\text{Fe}(\text{OH})_3+5\text{OH}^{-}-3\text{e}^{-}=\text{FeO}_4^{2-}+4\text{H}_2\text{O}$
 [解析] (1) Cl_2 与KOH反应生成KClO和KCl, ClO^{-} 在碱性条件下将 Fe^{3+} 氧化为 FeO_4^{2-} , ClO^{-} 被还原为 Cl^{-} 。(2)阳极发生氧化反应,为 Fe^{3+} 失去电子生成 FeO_4^{2-} 。

变式 2 $\text{CH}_3\text{OH}-6\text{e}^{-}+\text{H}_2\text{O}=\text{CO}_2\uparrow+6\text{H}^{+}$
 $\text{CH}_3\text{OH}+\text{H}_2\text{O}\xrightarrow{\text{通电}}\text{CO}_2\uparrow+3\text{H}_2\uparrow$
 [解析] 利用电解甲醇水溶液的装置图分析,由 $\text{CH}_3\text{OH}\rightarrow\text{CO}_2$ 知C的化合价升高,失电子,作阳极,则阳极电极反应式为 $\text{CH}_3\text{OH}-6\text{e}^{-}+\text{H}_2\text{O}=\text{CO}_2\uparrow+6\text{H}^{+}$;阴极是 $\text{H}_2\text{O}\rightarrow\text{H}_2$,发生了还原反应,所以电解的总反应方程式为 $\text{CH}_3\text{OH}+\text{H}_2\text{O}\xrightarrow{\text{通电}}\text{CO}_2\uparrow+3\text{H}_2\uparrow$ 。

第 3 讲 化学反应速率与化学平衡

考点 1

● 题组训练

- C [解析] A为分液漏斗,A项正确;反应速率可通过单位时间内产生的气体体积来比较,该装置可通过注射器活塞的位置变化看生成气体的体积,B项正确;催化剂能改变化学反应的速率,若图甲所示实验中反应速率为①>②,则一定说明氯化铁比硫酸铜催化效果好,因二者所含的阴离子不同,要证明 Fe^{3+} 比 Cu^{2+} 对 H_2O_2 分解催化效果好,还要使选择的试剂中阴离子种类相同,C项错误;图甲实验可通过观察产生气泡的快慢来比较反应速率,D项正确。
- D [解析] 分析数据,压强相同时,升高温度,NO达到所列转化率需要时间长,则反应速率减慢,A项错误;温度相同时,增大压强,NO达到所列转化率需要时间短,则反应速率加快,B项错误;无法判断反应是否达到平衡,C项错误;混合气体为 α mol,则 $n(\text{NO})=0.1\alpha$ mol,NO转化率从50%

增至90%时, $\Delta n=0.04\text{ mol}$, $\Delta t=3.9\text{ s}-0.2\text{ s}=3.7\text{ s}$, $v=\frac{\Delta n}{\Delta t}=\frac{4\alpha}{370}\text{ mol}\cdot\text{s}^{-1}$,D项正确。

- B [解析] 化学反应速率指的是平均反应速率,不是瞬时速率,则无法计算6 min时的反应速率,A项错误;反应到6 min时, $V(\text{O}_2)=22.4\text{ mL}$,则 $n(\text{O}_2)=\frac{22.4\times 10^{-3}\text{ L}}{22.4\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}}=10^{-3}\text{ mol}$,根据关系式 $2\text{H}_2\text{O}_2\sim\text{O}_2$ 可知,转化的 $n(\text{H}_2\text{O}_2)=2n(\text{O}_2)=2\times 10^{-3}\text{ mol}$,因起始的过氧化氢的物质的量为 $10\times 10^{-3}\text{ L}\times 0.40\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}=4\times 10^{-3}\text{ mol}$,故分解率= $\frac{2\times 10^{-3}\text{ mol}}{4\times 10^{-3}\text{ mol}}\times 100\%=50\%$,B项正确;其他条件不变,若换用更高效的催化剂,因平衡不移动,则不会得到更多氧气,C项错误;随时间增长得到的氧气更多,说明反应一直进行,但反应物过氧化氢的浓度越来越低,反应速率逐渐降低,D项错误。
- B [解析] 从反应过程示意图可以看出KI能够降低反应的活化能,使反应速率大大加快,A项正确;根据图示可知反应ⅰ的生成物比反应物的能量高,为吸热反应,反应ⅱ的反应物比生成物的能量高,是放热反应,B项错误;0~10 min内,反应产生 O_2 的物质的量 $n(\text{O}_2)=20.16\times 10^{-3}\text{ L}\div 22.4\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}=9.0\times 10^{-4}\text{ mol}$,根据方程式 $2\text{H}_2\text{O}_2=2\text{H}_2\text{O}+\text{O}_2\uparrow$ 可知, $\Delta n(\text{H}_2\text{O}_2)=2\times 9.0\times 10^{-4}\text{ mol}=1.8\times 10^{-3}\text{ mol}$,则 $v(\text{H}_2\text{O}_2)=1.8\times 10^{-3}\text{ mol}\div 0.02\text{ L}\div 10\text{ min}=9.0\times 10^{-3}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$,C项正确;在反应ⅰ中 H_2O_2 是氧化剂,在反应ⅱ中 H_2O_2 是还原剂,所以在整个反应过程中既体现了氧化性,又体现了还原性,D项正确。

考点 2

● 题组训练

- C [解析] 该反应为焓减小的反应, $\Delta S<0$, H_2 燃烧为放热反应, $\Delta H<0$,A项正确;可以设计为氢氧燃料电池,B项正确;反应能否自发进行与是否生成水无关,C项错误;催化剂可以加快反应速率,D项正确。
- B [解析] 缩小体积即增大压强,化学反应速率加快,A项错误;根据质量守恒定律,碳的质量不变说明气体总质量不变,则已达平衡,B项正确;当A、C同时是气体时,该反应的反应前后气体化学计量数不相等,压强不能说明反应达平衡状态,C项错误;前者消耗0.3 mol H_2 放出热量为 Q_1 ,后者生成0.3 mol H_2 吸收热量 Q_2 ,则 $Q_1=Q_2$,D项错误。
- C [解析] 恒温环境下加压,平衡逆向移动,由于A为固体,气体的平均相对分子质量不一定升高,A项错误;任何情况下,速率之比等于化学计量数之比即 $v(\text{C}):v(\text{D})=1:1$,不能判断反应达到平衡状态,B项错误;恒温恒容下,物质A的质量不再改变,说明反应已达平衡,C项正确;增大固体的表面积,反应速率加快,但平衡常数只与温度有关,平衡常数不变,D项错误。
- D [解析] 通入等物质的量的 SO_2 和 CO ,反应过程中两者的变化量不同,则转化率不等,A项错误;平衡时其他条件不变,因硫是液体,从容器中分离出部分硫,其浓度不变,既不影响逆反应速率,也不影响正反应速率,B项错误;题中未指明参与反应各组份物质的量,故无法计算反应放出的热量,C项错误;由 $\rho=\frac{m}{V}$ 可知,恒容密闭容器体积不变,反应后有液体生成,气体的质量减小,故反应过程中气体的密度减小,当气体密度不再变化时,表明该反应已达平衡,D项正确。

考点 3

● 题组训练

- B [解析] 根据表格中数据,相同压强下,降低温度, SO_2 的平衡转化率增大,A项正确;温度、压强不同,反应速率可能不同,B项错误;催化剂可以加快反应速率,C项正确;分析数据可知,压强增大50倍,转化率增大很少,所以加压没有意义,D项正确。
- D [解析] 加入NaOH,中和HBr,平衡正向移动,可增大乙醇的物质的量,A项正确;增大HBr浓度,平衡正向移动,有利于生成 $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$,B项正确;若反应物增大至2 mol,实际上就是将反应物的浓度都增大至原来的2倍,比例不变,只要反应物的投料比等于化学计量数之比,达平衡时反应物的转化率一定是相等的,所以两种反应物的转化率之比一定是1:1,C项正确;若起始温度提高至60℃,反应生成的溴乙烷已经汽化,会被及时蒸出,反应很难建立平衡,不能缩短反应达到平衡的时间,D项错误。
- (1)原料气中 N_2 相对易得,适度过量有利于提高 H_2 的转化率; N_2 在Fe催化剂上的吸附是决速步骤,适度过量有利于提高整体反应速率
 (2)ADE
 [解析] (1)从平衡移动角度看,过量的 N_2 能够使更多的 H_2 转化为 NH_3 ,提高 H_2 的转化率;从反应机理看, N_2 的吸附分解反应活化能高、速率慢,决定了合成氨的整体反应速率,过量的 N_2 能够提高反应速率;(2)该反应的 ΔH 和 ΔS 都小于零,A项正确;温度高于室温主要是为了加快反应速率,平衡转化率是减小的,B项错误;恒压加入惰性气体,体积增大,平衡逆向移动,转化率降低,C项错误;移去液氨,平衡正向移动,D项正确;杂质气体可能影响催化剂的活性,导致催化剂中毒,若混有 O_2 , H_2 与 O_2 在加热条件下可能发生爆炸,E项正确。

考点 4

● 题组训练

- 由反应Ⅰ和Ⅱ的平衡常数,可知 $2\text{NO}(\text{g})+2\text{CO}(\text{g})\rightleftharpoons\text{N}_2(\text{g})+2\text{CO}_2(\text{g})$ 的 $K=\frac{K_1}{K_2}=2.5\times 10^{121}$,该反应正向进行的趋势很大,使用合适的催化剂加快反应速率,基本上可以除去污染气体
 [解析] 反应Ⅰ: $2\text{NO}(\text{g})\rightleftharpoons\text{N}_2(\text{g})+\text{O}_2(\text{g})$ $K_1=1\times 10^{30}$
 反应Ⅱ: $2\text{CO}(\text{g})\rightleftharpoons2\text{CO}_2(\text{g})+\text{O}_2(\text{g})$ $K_2=4\times 10^{-92}$
 根据盖斯定律,由①-②得 $2\text{NO}(\text{g})+2\text{CO}(\text{g})\rightleftharpoons\text{N}_2(\text{g})+2\text{CO}_2(\text{g})$ 的 $K=\frac{K_1}{K_2}=2.5\times 10^{121}$, K 越大,反应进行的越完全,从理论上来说,使用合适的催化剂,CO与NO能反应完全。
- (1)AD (2)① $\frac{4\omega(2-\omega)}{3\sqrt{3}(1-\omega)^2}$ ②A (3) $\frac{5625}{4}p$

[解析] (1)该反应的正反应为气体体积减小的放热反应,所以低温、高压