

# 高考化学 50 个高频考点真题汇编

## 一、基本概念与化学计量

### 1. 物质的组成、性质与分类 (5年69考)

1) (2023·全国乙卷) 请区分下列物质属于混合物、纯净物、电解质、非电解质中的哪一类：①空气、②蒸馏水、③NaCl固体、④蔗糖溶液、⑤酒精。其中，混合物是\_\_\_\_\_，纯净物是\_\_\_\_\_，电解质是\_\_\_\_\_，非电解质是\_\_\_\_\_；请举例说明胶体的丁达尔效应的一种实际应用：\_\_\_\_\_。

2) (2024·新课标I卷) 判断下列变化属于物理变化还是化学变化：①煤干馏、②石油分馏、③海水淡化、④蛋白质盐析。其中，物理变化是\_\_\_\_\_，化学变化是\_\_\_\_\_。

3) (2022·全国甲卷) 明矾净水的原理是\_\_\_\_\_ (用离子方程式表示)，漂白粉消毒的原理是\_\_\_\_\_ (用化学方程式表示)，二者的本质区别是\_\_\_\_\_。

4) (2025·山东卷) 分类法是化学研究的重要方法，请用树状分类法对酸、碱、盐、氧化物进行分类，并各举2个实例：酸：\_\_\_\_\_，碱：\_\_\_\_\_，盐：\_\_\_\_\_，氧化物：\_\_\_\_\_。

答案：

1) ①④；②③；③；⑤；用丁达尔效应区分胶体和溶液 (合理即可)

2) ②③④；①

3)  $Al^{3+} + 3H_2O \rightleftharpoons Al(OH)_3$  (胶体) +  $3H^+$ ； $Ca(ClO)_2 + CO_2 + H_2O = CaCO_3 \downarrow + 2HClO$ ；明矾净水是物理吸附，漂白粉消毒是化学氧化 (合理即可)

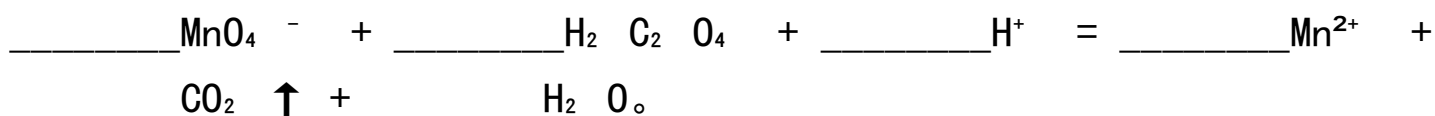
4) 酸：盐酸、硫酸 (合理即可)；碱：NaOH、Ca(OH)<sub>2</sub> (合理即可)；盐：NaCl、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (合理即可)；氧化物：CO<sub>2</sub>、CuO (合理即可)

### 2. 离子反应与离子方程式书写 (5年24考)

1) (2023·新课标I卷) 写出NaHCO<sub>3</sub>与少量Ca(OH)<sub>2</sub>反应的离子方程式：\_\_\_\_\_；写出NaHCO<sub>3</sub>与过量Ca(OH)<sub>2</sub>反应的离子方程式：\_\_\_\_\_。

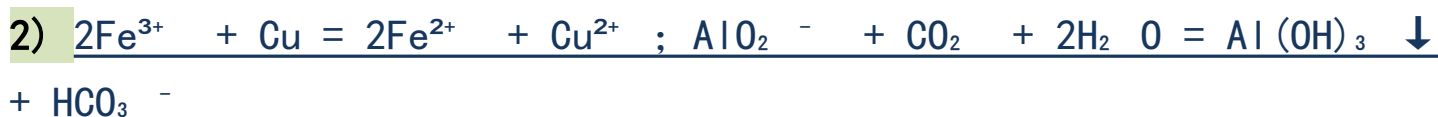
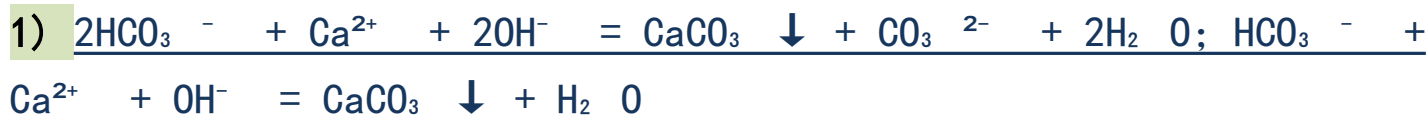
2) (2024·全国甲卷) 写出FeCl<sub>3</sub>溶液腐蚀铜电路板的离子方程式：\_\_\_\_\_；写出向NaAlO<sub>2</sub>溶液中通入过量CO<sub>2</sub>的离子方程式：\_\_\_\_\_。

3) (2022·全国乙卷) 配平酸性 $\text{KMnO}_4$ 与 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 反应的离子方程式:



4) (2025·广东卷) 写出 $\text{Al}$ 与 $\text{NaOH}$ 溶液反应的离子方程式:  $\underline{\hspace{2cm}}$ ; 写出 $\text{SiO}_2$ 与 $\text{NaOH}$ 溶液反应的离子方程式:  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

答案:



3) 2; 5; 6; 2; 10; 8



### 3. 氧化还原反应基本概念与规律 (5年28考)

1) (2023·全国甲卷) 在反应 $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 中, 电子转移的方向是 $\underline{\hspace{2cm}}$ , 电子转移的数目是 $\underline{\hspace{2cm}}$ ; 该反应中的氧化剂是 $\underline{\hspace{2cm}}$ , 还原剂是 $\underline{\hspace{2cm}}$ , 氧化产物是 $\underline{\hspace{2cm}}$ , 还原产物是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

2) (2024·新课标II卷) 比较氧化性:  $\text{Cl}_2$ 、 $\text{Br}_2$ 、 $\text{I}_2$ 的强弱顺序为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ; 比较还原性:  $\text{I}^-$ 、 $\text{Br}^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 的强弱顺序为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ; 请写出能证明氧化性 $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2$ 的离子方程式:  $\underline{\hspace{2cm}}$ , 能证明氧化性 $\text{Br}_2 > \text{I}_2$ 的离子方程式:  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

3) (2022·山东卷) 配平氧化还原反应:  $\underline{\hspace{2cm}} \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \underline{\hspace{2cm}} \text{FeSO}_4 + \underline{\hspace{2cm}} \text{H}_2\text{SO}_4 = \underline{\hspace{2cm}} \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \underline{\hspace{2cm}} \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \underline{\hspace{2cm}} \text{K}_2\text{SO}_4 + \underline{\hspace{2cm}} \text{H}_2\text{O}$ ; 该反应中,  $\text{Cr}$ 元素的化合价从 $\underline{\hspace{2cm}}$ 价变为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 价,  $\text{Fe}$ 元素的化合价从 $\underline{\hspace{2cm}}$ 价变为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 价。

4) (2021·全国乙卷) 已知反应 $2\text{FeCl}_3 + 2\text{KI} = 2\text{FeCl}_2 + 2\text{KCl} + \text{I}_2$ , 该反应中,  $\underline{\hspace{2cm}}$ 是氧化剂,  $\underline{\hspace{2cm}}$ 是还原剂; 若有 $1\text{mol FeCl}_3$ 参与反应, 转移的电子数目是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

答案:

- 1) 从Cu转移到HNO<sub>3</sub> 中的N元素;  $6e^-$  ; HNO<sub>3</sub> (稀); Cu; Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ; NO
- 2) Cl<sub>2</sub> > Br<sub>2</sub> > I<sub>2</sub> ; I<sup>-</sup> > Br<sup>-</sup> > Cl<sup>-</sup> ; Cl<sub>2</sub> + 2Br<sup>-</sup> = 2Cl<sup>-</sup> + Br<sub>2</sub> ; Br<sub>2</sub> + 2I<sup>-</sup> = 2Br<sup>-</sup> + I<sub>2</sub>
- 3) 1; 6; 7; 1; 3; 1; 7; +6; +3; +2; +3
- 4) FeCl<sub>3</sub> ; KI; 1mol (或Na)

#### 4. 物质的量与阿伏加德罗常数 (5年32考)

- 1) (2023·新课标II卷) 设N<sub>a</sub>为阿伏加德罗常数的值, 回答下列问题: ① 1mol H<sub>2</sub>O中含有的水分子数目是\_\_\_\_\_, 含有的氢原子数目是\_\_\_\_\_;
- ②标准状况下, 22.4L CO<sub>2</sub> 的物质的量是\_\_\_\_\_, 含有的氧原子数目是\_\_\_\_\_;
- ③0.5mol/L NaCl溶液中, 含有的Na<sup>+</sup> 数目\_\_\_\_\_ (填“能”或“不能”) 确定, 理由是\_\_\_\_\_。
- 2) (2024·全国乙卷) 设N<sub>a</sub>为阿伏加德罗常数的值, 下列说法正确的是\_\_\_\_\_ (填序号), 并说明错误选项的理由: ①1mol CH<sub>4</sub> 中含有的共价键数目为4N<sub>a</sub>; ②标准状况下, 22.4L H<sub>2</sub>O的物质的量为1mol; ③1mol Fe与足量稀盐酸反应, 转移的电子数目为3N<sub>a</sub>; ④0.1mol/L Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 溶液中, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 的浓度为0.1mol/L。
- 3) (2022·全国甲卷) 标准状况下, 有①33.6L NH<sub>3</sub>、②0.5mol H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、③1.204×10<sup>24</sup> 个H<sub>2</sub>O分子, 按所含氢原子数目由多到少的顺序排列为\_\_\_\_\_ (填序号); 计算①中NH<sub>3</sub> 的质量为\_\_\_\_\_g, ②中H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 的质量为\_\_\_\_\_g。
- 4) (2025·浙江卷) 设N<sub>a</sub>为阿伏加德罗常数的值, 计算: ①32g O<sub>2</sub> 和O<sub>3</sub> 的混合气体中含有的氧原子数目是\_\_\_\_\_;
- ②1mol/L AlCl<sub>3</sub> 溶液中, 若体积为2L, 则含有的Cl<sup>-</sup> 数目是\_\_\_\_\_;
- ③1mol Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 与足量CO<sub>2</sub> 反应, 转移的电子数目是\_\_\_\_\_。

答案:

- 1) ①N<sub>a</sub>; 2N<sub>a</sub>; ②1mol; 2N<sub>a</sub>; ③不能; 未给出溶液体积, 无法计算溶质的物质的量
- 2) ①④; ②错误, 标准状况下H<sub>2</sub>O为液体, 不能用气体摩尔体积计算; ③错误, Fe与足量稀盐酸反应生成Fe<sup>2+</sup>, 1mol Fe转移2N<sub>a</sub>电子
- 3) ③①②; 25.5; 49
- 4) ①2N<sub>a</sub>; ②6N<sub>a</sub>; ③N<sub>a</sub>

## 5. 物质的量浓度与溶液配制 (5年18考)

1) (2023·山东卷) 实验室配制500mL 0.1mol/L NaOH溶液, 请回答下列问题: ①需要NaOH固体的质量为\_\_\_\_\_g; ②配制过程中需要用到的玻璃仪器有烧杯、玻璃棒、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_; ③若定容时俯视刻度线, 会导致所配溶液的浓度\_\_\_\_\_ (填“偏高”“偏低”或“无影响”); ④若将配制好的溶液转移到试剂瓶中时, 不慎洒出少量, 会导致所配溶液的浓度\_\_\_\_\_ (填“偏高”“偏低”或“无影响”)。

2) (2024·新课标I卷) 现有质量分数为36.5%、密度为1.19g/cm<sup>3</sup>的浓盐酸, 计算该浓盐酸的物质的量浓度为\_\_\_\_\_mol/L; 若用该浓盐酸配制250mL 0.1mol/L的稀盐酸, 需要浓盐酸的体积为\_\_\_\_\_mL (保留两位小数); 配制过程中, 洗涤烧杯和玻璃棒2~3次的目的是\_\_\_\_\_。

3) (2022·全国乙卷) 配制一定物质的量浓度的K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>溶液, 下列操作会导致所配溶液浓度偏低的是\_\_\_\_\_ (填序号), 并说明理由: ①称量时砝码放在左盘, 药品放在右盘 (未使用游码); ②定容时仰视刻度线; ③容量瓶洗净后未干燥; ④转移溶液时, 玻璃棒下端未靠在容量瓶刻度线以下。

4) (2021·广东卷) 实验室用98%的浓硫酸 (密度为1.84g/cm<sup>3</sup>) 配制100mL 1mol/L的稀硫酸, 回答下列问题: ①需要浓硫酸的体积为\_\_\_\_\_mL (保留两位小数); ②稀释浓硫酸的操作是\_\_\_\_\_; ③定容时, 若加水超过刻度线, 应采取的措施是\_\_\_\_\_。

答案:

1) ①2.0; ②500mL容量瓶、胶头滴管; ③偏高; ④无影响

2) 11.9; 2.10; 将烧杯和玻璃棒上残留的溶质全部转移到容量瓶中, 确保配制的溶液浓度准确

3) ②; ①未使用游码, 称量的药品质量不变, 浓度无影响; ②仰视刻度线, 加水过多, 浓度偏低; ③容量瓶未干燥不影响浓度; ④玻璃棒下端未靠在刻度线以下, 不影响浓度

4) ①5.43; ②将浓硫酸沿烧杯内壁慢慢注入水中, 并不断用玻璃棒搅拌; ③重新配制

## 6. 胶体的性质与应用 (5年12考)

1) (2023·全国乙卷) 胶体与溶液的本质区别是\_\_\_\_\_; 胶体具有丁达尔

效应、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_等性质；请写出一种制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的方法：  
\_\_\_\_\_。

2) (2024·浙江卷) 下列关于胶体的说法正确的是\_\_\_\_\_ (填序号)，并说明错误选项的理由：①胶体一定是液体；②胶体粒子的直径在 $1\sim 100\text{nm}$ 之间；③胶体不能透过滤纸；④明矾净水利用了胶体的吸附性。

3) (2022·山东卷) 向 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体中加入饱和 $\text{NaCl}$ 溶液，会出现\_\_\_\_\_现象，原因是\_\_\_\_\_；若向 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体中加入盐酸，先出现沉淀，后沉淀溶解，写出沉淀溶解的离子方程式：\_\_\_\_\_。

4) (2021·全国甲卷) 举例说明胶体在生产、生活中的应用：\_\_\_\_\_ (至少举2例)；区分胶体和溶液的最简单方法是\_\_\_\_\_。

答案：

1) 分散质粒子直径大小不同 (胶体粒子直径 $1\sim 100\text{nm}$ ，溶液粒子直径 $<1\text{nm}$ )；布朗运动；电泳；向沸水中滴加饱和 $\text{FeCl}_3$ 溶液，继续煮沸至液体呈红褐色，停止加热

2) ②④；①错误，胶体有液溶胶、气溶胶、固溶胶，不一定是液体；③错误，胶体粒子能透过滤纸，不能透过半透膜

3) 聚沉；饱和 $\text{NaCl}$ 溶液中的离子使胶体粒子的吸附电荷被中和，胶体粒子聚集成大颗粒形成沉淀； $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ = \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$

4) 明矾净水、雾的形成 (合理即可)；丁达尔效应

## 7. 电解质与非电解质、强弱电解质 (5年15考)

1) (2023·新课标I卷) 判断下列物质属于电解质、非电解质还是既不是电解质也不是非电解质：① $\text{NaCl}$ 溶液、② $\text{NaOH}$ 固体、③ $\text{CO}_2$ 、④ $\text{Cu}$ 、⑤ $\text{H}_2\text{SO}_4$ 。其中，电解质是\_\_\_\_\_，非电解质是\_\_\_\_\_，既不是电解质也不是非电解质是\_\_\_\_\_；写出 $\text{NaOH}$ 在水溶液中的电离方程式：\_\_\_\_\_。

2) (2024·全国甲卷) 强弱电解质的本质区别是\_\_\_\_\_；下列物质中，属于强电解质的是\_\_\_\_\_ (填序号)，属于弱电解质的是\_\_\_\_\_ (填序号)：① $\text{HCl}$ 、② $\text{CH}_3\text{COOH}$ 、③ $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 、④ $\text{BaSO}_4$ 、⑤ $\text{H}_2\text{O}$ 。

3) (2022·全国乙卷) 写出下列弱电解质的电离方程式 (用可逆符号)：① $\text{CH}_3\text{COOH}$ ：\_\_\_\_\_；② $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ ：\_\_\_\_\_；③ $\text{H}_2\text{CO}_3$ ：\_\_\_\_\_；比较等浓度的 $\text{CH}_3\text{COOH}$ 和 $\text{HCl}$ 的导电能力，\_\_\_\_\_的导电能力更强，原因是\_\_\_\_\_。

4) (2025·广东卷) 下列说法正确的是\_\_\_\_\_ (填序号), 并说明错误选项的理由: ①强电解质溶液的导电能力一定比弱电解质溶液强; ②电解质一定能导电; ③非电解质一定不能导电; ④电解质在水溶液中或熔融状态下能电离出自由移动的离子。

答案:

1) ②⑤; ③; ①④;  $\text{NaOH} = \text{Na}^+ + \text{OH}^-$

2) 在水溶液中能否完全电离; ①④; ②③⑤

3) ①  $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ ; ②  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ ; ③  $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ 、 $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ ;  $\text{HCl}$ ;  $\text{HCl}$ 是强电解质, 完全电离, 等浓度下离子浓度更大, 导电能力更强

4) ④; ①错误, 导电能力与离子浓度和离子所带电荷有关, 弱电解质浓溶液的导电能力可能比强电解质稀溶液强; ②错误, 电解质固体(如 $\text{NaCl}$ 固体)不能导电; ③错误, 非电解质的水溶液可能导电(如 $\text{CO}_2$ 的水溶液)

## 8. 电离方程式与电离平衡 (5年11考)

1) (2023·山东卷) 写出下列物质的电离方程式: ①  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ : \_\_\_\_\_; ②  $\text{H}_2\text{SO}_4$ : \_\_\_\_\_; ③  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ : \_\_\_\_\_; ④  $\text{NaHSO}_4$  (水溶液中): \_\_\_\_\_。

2) (2024·新课标II卷)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 的电离平衡方程式为\_\_\_\_\_; 若向 $\text{CH}_3\text{COOH}$ 溶液中加入少量 $\text{CH}_3\text{COONa}$ 固体, 电离平衡向\_\_\_\_\_ (填“正反应方向”或“逆反应方向”)移动,  $c(\text{H}^+)$ \_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“不变”), 电离程度\_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“不变”)。

3) (2022·浙江卷) 在一定温度下,  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的电离平衡常数 $K_b =$ \_\_\_\_\_ (用离子浓度表示); 若升高温度,  $K_b$ 会\_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“不变”), 原因是\_\_\_\_\_; 加水稀释 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 溶液, 电离程度\_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“不变”),  $c(\text{OH}^-)$ \_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“不变”)。

4) (2021·全国乙卷) 下列因素能影响弱电解质电离平衡的是\_\_\_\_\_ (填序号): ①温度、②浓度、③外加试剂、④压强; 请举例说明外加试剂对 $\text{CH}_3\text{COOH}$ 电离平衡的影响: \_\_\_\_\_ (举1例)。

答案:

1) ①  $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ ; ②  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ ; ③



2)  $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$  ; 逆反应方向; 减小; 减小

3)  $c(\text{NH}_4^+) \cdot c(\text{OH}^-) / c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$ ; 增大;  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的电离是吸热反应, 升高温度, 平衡向正反应方向移动,  $K_b$ 增大; 增大; 减小

4) ①②③; 向 $\text{CH}_3\text{COOH}$ 溶液中加入 $\text{NaOH}$ 固体,  $\text{OH}^-$ 与 $\text{H}^+$ 结合, 电离平衡向正反应方向移动(合理即可)

## 9. 溶液的酸碱性及pH计算 (5年20考)

1) (2023·全国甲卷) 溶液的酸碱性由\_\_\_\_\_决定;  $25^\circ\text{C}$ 时, 中性溶液的 $\text{pH} = \underline{\hspace{2cm}}$ , 酸性溶液的 $\text{pH} \underline{\hspace{2cm}}$  (填“>”“<”或“=”) 7, 碱性溶液的 $\text{pH} \underline{\hspace{2cm}}$  (填“>”“<”或“=”) 7; 计算 $25^\circ\text{C}$ 时,  $0.01\text{mol/L}$   $\text{HCl}$ 溶液的 $\text{pH} = \underline{\hspace{2cm}}$ ,  $0.01\text{mol/L}$   $\text{NaOH}$ 溶液的 $\text{pH} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

2) (2024·全国乙卷)  $25^\circ\text{C}$ 时, 某溶液的 $\text{pH} = 5$ , 该溶液中 $c(\text{H}^+) = \underline{\hspace{2cm}}\text{mol/L}$ ,  $c(\text{OH}^-) = \underline{\hspace{2cm}}\text{mol/L}$ ; 若将该溶液稀释100倍, 稀释后溶液的 $\text{pH} = \underline{\hspace{2cm}}$  (忽略水的电离); 若该溶液是 $\text{CH}_3\text{COOH}$ 溶液, 稀释100倍后,  $\text{pH} \underline{\hspace{2cm}}$  (填“>7”“<7”或“=7”), 原因是\_\_\_\_\_。

3) (2022·山东卷)  $25^\circ\text{C}$ 时, 将 $\text{pH} = 2$ 的 $\text{HCl}$ 溶液与 $\text{pH} = 12$ 的 $\text{NaOH}$ 溶液等体积混合, 混合后溶液的 $\text{pH} = \underline{\hspace{2cm}}$ ; 写出混合过程中发生反应的离子方程式: \_\_\_\_\_; 若将 $\text{pH} = 2$ 的 $\text{CH}_3\text{COOH}$ 溶液与 $\text{pH} = 12$ 的 $\text{NaOH}$ 溶液等体积混合, 混合后溶液的 $\text{pH} \underline{\hspace{2cm}}$  (填“>7”“<7”或“=7”), 原因是\_\_\_\_\_。

4) (2025·新课标I卷) 计算 $25^\circ\text{C}$ 时, 下列溶液的 $\text{pH}$ : ① $0.1\text{mol/L}$   $\text{CH}_3\text{COOH}$ 溶液 (电离度为1%),  $\text{pH} = \underline{\hspace{2cm}}$ ; ② $0.1\text{mol/L}$   $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 溶液 (电离度为1%),  $\text{pH} = \underline{\hspace{2cm}}$ ; ③ $\text{pH} = 3$ 的 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液与 $\text{pH} = 11$ 的 $\text{NaOH}$ 溶液等体积混合,  $\text{pH} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

答案:

1) 溶液中 $c(\text{H}^+)$ 与 $c(\text{OH}^-)$ 的相对大小; 7; <; >; 2; 12

2)  $1 \times 10^{-5}$ ;  $1 \times 10^{-9}$ ; 7; <7;  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 是弱电解质, 稀释后仍能电离出 $\text{H}^+$ , 溶液呈酸性

3) 7;  $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ ; <7;  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 是弱电解质, 等体积混合时,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 过量, 溶液呈酸性

4) ①3; ②11; ③7

## 10. 盐类的水解 (5年22考)

1) (2023·新课标II卷) 盐类水解的本质是\_\_\_\_\_；写出下列盐溶液水解的离子方程式：① $\text{Na}_2\text{CO}_3$  : \_\_\_\_\_；② $\text{NH}_4\text{Cl}$  : \_\_\_\_\_；③ $\text{FeCl}_3$  : \_\_\_\_\_；④ $\text{CH}_3\text{COONa}$  : \_\_\_\_\_。

2) (2024·全国甲卷) 判断下列盐溶液的酸碱性(填“酸性”“碱性”或“中性”)：① $\text{NaCl}$  : \_\_\_\_\_；② $\text{NaHCO}_3$  : \_\_\_\_\_；③ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  : \_\_\_\_\_；④ $\text{Na}_2\text{S}$  : \_\_\_\_\_；解释 $\text{NaHCO}_3$  溶液呈碱性的原因：\_\_\_\_\_。

3) (2022·全国乙卷) 影响盐类水解的因素有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_；若升高温度， $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液的水解程度\_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“不变”)，溶液的碱性\_\_\_\_\_ (填“增强”“减弱”或“不变”)；向 $\text{FeCl}_3$  溶液中加入少量盐酸，水解平衡向\_\_\_\_\_ (填“正反应方向”或“逆反应方向”) 移动。

4) (2021·广东卷) 实验室配制 $\text{FeCl}_3$  溶液时，为抑制 $\text{Fe}^{3+}$  的水解，应采取的措施是\_\_\_\_\_；写出泡沫灭火器的反应原理(用离子方程式表示)：\_\_\_\_\_；为什么不能用 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  溶液和 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液配制泡沫灭火器？\_\_\_\_\_。

答案：

1) 盐电离出的弱离子与水电离出的 $\text{H}^+$  或 $\text{OH}^-$  结合，破坏水的电离平衡；① $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ 、 $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$ ；② $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$ ；③ $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ ；④ $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$

2) ①中性；②碱性；③酸性；④碱性； $\text{HCO}_3^-$  的水解程度大于电离程度，溶液中 $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ ，呈碱性

3) 温度；浓度；外加酸碱；增大；增强；逆反应方向

4) 向溶液中加入少量盐酸； $\text{Al}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$ ； $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  与 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  反应生成的 $\text{CO}_2$  量少，且反应速率慢，无法达到灭火效果(合理即可)

## 二、元素化合物

## 11. 钠及其化合物 (5年25考)

1) (2023·全国乙卷) 写出钠与水反应的化学方程式: \_\_\_\_\_, 反应的现象是\_\_\_\_\_ (至少答3点); 写出钠与氧气在常温下、加热条件下反应的化学方程式: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

2) (2024·新课标I卷)  $\text{Na}_2\text{O}$ 与 $\text{Na}_2\text{O}_2$ 的性质不同, 写出 $\text{Na}_2\text{O}$ 与水、 $\text{CO}_2$ 反应的化学方程式: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_; 写出 $\text{Na}_2\text{O}_2$ 与水、 $\text{CO}_2$ 反应的化学方程式: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_;  $\text{Na}_2\text{O}_2$ 的用途是\_\_\_\_\_ (至少答1点)。

3) (2022·全国甲卷) 写出 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 与盐酸反应(盐酸少量、盐酸过量)的离子方程式: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_; 写出 $\text{NaHCO}_3$ 与盐酸、 $\text{NaOH}$ 溶液反应的离子方程式: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_; 如何鉴别 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 和 $\text{NaHCO}_3$ 固体? \_\_\_\_\_ (至少答2种方法)。

4) (2025·山东卷) 实验室制取少量 $\text{NaOH}$ 的方法是\_\_\_\_\_ (用化学方程式表示);  $\text{NaHCO}_3$ 受热分解的化学方程式是\_\_\_\_\_; 简述钠的保存方法: \_\_\_\_\_, 原因是\_\_\_\_\_。

答案:

1)  $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ ; 钠浮在水面上、熔成小球、不断游动、发出嘶嘶声(合理即可);  $4\text{Na} + \text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{O}$ ;  $2\text{Na} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{O}_2$

2)  $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH}$ ;  $\text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3$ ;  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ ;  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2 \uparrow$ ; 潜水艇供氧剂、漂白剂(合理即可)

3)  $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ = \text{HCO}_3^-$ ;  $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ; ①加热, 能产生使澄清石灰水变浑浊气体的是 $\text{NaHCO}_3$ ; ②滴加少量盐酸, 立即产生气泡的是 $\text{NaHCO}_3$  (合理即可)

4)  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$ ;  $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ; 保存在煤油中; 钠的密度比煤油大, 且不与煤油反应, 能隔绝空气和水, 防止钠被氧化

## 12. 铝及其化合物 (5年23考)

1) (2023·新课标I卷) 写出铝与氧气、盐酸、 $\text{NaOH}$ 溶液反应的化学方程式: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_; 铝制品具有抗腐蚀性能的原因是\_\_\_\_\_。

2) (2024·全国甲卷) 写出 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 与盐酸、 $\text{NaOH}$ 溶液反应的离子方程式：  
\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_； $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的用途是\_\_\_\_\_（至少答1点）；写出 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 与盐酸、 $\text{NaOH}$ 溶液反应的离子方程式：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

3) (2022·全国乙卷) 实验室制取 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的最佳方法是\_\_\_\_\_（用离子方程式表示），为什么不用 $\text{AlCl}_3$ 溶液与 $\text{NaOH}$ 溶液过量反应制取？  
\_\_\_\_\_；写出 $\text{Al}^{3+}$ 与 $\text{AlO}_2^-$ 在水溶液中反应的离子方程式：\_\_\_\_\_。

4) (2025·广东卷) 明矾的化学式是\_\_\_\_\_，明矾净水的原理是\_\_\_\_\_（用离子方程式表示）；向 $\text{AlCl}_3$ 溶液中逐滴加入 $\text{NaOH}$ 溶液，反应的现象是\_\_\_\_\_，写出对应的离子方程式：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

答案：

1)  $4\text{Al} + 3\text{O}_2 = 2\text{Al}_2\text{O}_3$ ； $2\text{Al} + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$ ； $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2 \uparrow$ ；铝表面生成一层致密的 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 薄膜，隔绝空气和水

2)  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ ； $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- = 2\text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$ ；耐高温材料、耐火材料（合理即可）； $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ = \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ ； $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$

3)  $\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$ ； $\text{NaOH}$ 溶液过量会溶解生成的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ； $\text{Al}^{3+} + 3\text{AlO}_2^- + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$

4)  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ； $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3$ （胶体）+  $3\text{H}^+$ ；先产生白色沉淀，后沉淀逐渐溶解； $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ ； $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$

### 13. 铁及其化合物（5年27考）

1) (2023·全国甲卷) 写出铁与氧气、氯气、稀盐酸、 $\text{CuSO}_4$ 溶液反应的化学方程式：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_；铁在氧气中燃烧的现象是\_\_\_\_\_。

2) (2024·新课标II卷) 写出 $\text{FeO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 与盐酸反应的离子方程式：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_； $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 的用途是\_\_\_\_\_（至少答1点）；区分 $\text{FeO}$ 和 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 的方法是\_\_\_\_\_。

3) (2022·山东卷) 写出 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的颜色：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_；写出 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 被氧化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的化学方程式：\_\_\_\_\_，反应的现象是\_\_\_\_\_；写出 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 受热分解的化学方程式：\_\_\_\_\_。

4) (2025·浙江卷) 写出 $\text{Fe}^{3+}$ 与 $\text{Fe}$ 、 $\text{Cu}$ 反应的离子方程式：\_\_\_\_\_、  
\_\_\_\_\_；如何检验 $\text{Fe}^{3+}$ ？\_\_\_\_\_；如何检验 $\text{Fe}^{2+}$ ？\_\_\_\_\_（至少答2  
种方法）；写出 $\text{Fe}^{2+}$ 与酸性 $\text{KMnO}_4$ 溶液反应的离子方程式：\_\_\_\_\_。

答案：

1)  $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Fe}_3\text{O}_4$ ； $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{FeCl}_3$ ； $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$ ； $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$ ；剧烈燃烧，火星四射，生成黑色固体，放出大量热

2)  $\text{FeO} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ ； $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ ； $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ ；炼铁原料、红色颜料（合理即可）；观察颜色，黑色的是 $\text{FeO}$ ，红棕色的是 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ （合理即可）

3) 白色；红褐色； $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ ；白色沉淀迅速变为灰绿色，最终变为红褐色； $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

4)  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$ ； $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ ；向溶液中滴加 $\text{KSCN}$ 溶液，溶液变为血红色，证明含有 $\text{Fe}^{3+}$ ；①滴加 $\text{KSCN}$ 溶液无明显现象，再滴加氯水，溶液变为血红色；②滴加 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液，生成蓝色沉淀（合理即可）； $5\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ = 5\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$

## 14. 铜及其化合物 (5年14考)

1) (2023·山东卷) 写出铜与氧气、氯气、浓硫酸（加热）、稀硝酸反应的化学方程式：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_；铜在空气中加热的现象是\_\_\_\_\_。

2) (2024·全国乙卷) 写出 $\text{CuO}$ 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 与盐酸反应的离子方程式：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_； $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 受热分解的化学方程式：\_\_\_\_\_；写出 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 受热分解的化学方程式：\_\_\_\_\_，反应的现象是\_\_\_\_\_。

3) (2022·全国甲卷) 简述铜的用途：\_\_\_\_\_（至少答2点）；写出 $\text{FeCl}_3$ 溶液腐蚀铜电路板的离子方程式：\_\_\_\_\_；如何从 $\text{CuSO}_4$ 溶液中获取 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 晶体？\_\_\_\_\_。

4) (2021·广东卷) 写出铜与浓硝酸反应的化学方程式：\_\_\_\_\_，反应的现象是\_\_\_\_\_；若有 $1\text{mol}$   $\text{Cu}$ 参与反应，转移的电子数目是\_\_\_\_\_；写出 $\text{Cu}_2\text{O}$ 与稀硫酸反应的化学方程式：\_\_\_\_\_。

答案：

1)  $2\text{Cu} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CuO}$ ； $\text{Cu} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CuCl}_2$ ； $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta}$

$\text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ;  $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 (\text{稀}) = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ ; 铜表面变黑

2)  $\text{CuO} + 2\text{H}^+ = \text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ = \text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ;

$\text{Cu}(\text{OH})_2 \triangleq \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \triangleq \text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$ ; 蓝色晶体变为白色粉末

3) 制作导线、铜器、电镀(合理即可);  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ ; 蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥

4)  $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 (\text{浓}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ; 铜逐渐溶解, 溶液变为蓝色, 产生红棕色气体;  $2\text{Na}; \text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$

## 15. 碳及其化合物 (5年17考)

1) (2023·新课标I卷) 写出碳与氧气(足量、不足量)、二氧化碳、浓硫酸(加热)反应的化学方程式: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ ; 金刚石和石墨的关系是\_\_\_\_\_, 二者物理性质差异大的原因是\_\_\_\_\_。

2) (2024·全国甲卷) 写出CO与O<sub>2</sub>、CuO、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>反应的化学方程式: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ ; CO的用途是\_\_\_\_\_ (至少答1点); 写出CO<sub>2</sub>与Ca(OH)<sub>2</sub>溶液(少量、过量)反应的离子方程式: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

3) (2022·全国乙卷) 写出Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>与CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O反应的化学方程式: \_\_\_\_\_ ; 写出CaCO<sub>3</sub>与盐酸反应的离子方程式: \_\_\_\_\_ ; 如何检验CO<sub>2</sub>气体? \_\_\_\_\_ ; 如何除去CO中混有的CO<sub>2</sub>? \_\_\_\_\_。

4) (2025·山东卷) 简述碳酸的酸性强弱: \_\_\_\_\_ (与硅酸、醋酸对比); 写出SiO<sub>2</sub>与Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>固体高温反应的化学方程式: \_\_\_\_\_ ; 解释该反应能发生的原因: \_\_\_\_\_ ; 写出碳酸氢钠与碳酸钠的相互转化方程式: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

答案:

1)  $\text{C} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2$ ;  $2\text{C} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}$ ;  $\text{C} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$ ;  $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{浓}) \triangleq \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ; 同素异形体; 碳原子的排列方式不同

2)  $2\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2$ ;  $\text{CO} + \text{CuO} \triangleq \text{Cu} + \text{CO}_2$ ;  $3\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ ; 燃料、冶炼金属(合理即可);  $\text{CO}_2 + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- =$



3)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3$ ;  $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ; 将气体通入澄清石灰水, 石灰水变浑浊, 证明是 $\text{CO}_2$ ; 将混合气体通入 $\text{NaOH}$ 溶液 (合理即可)

4) 醋酸 > 碳酸 > 硅酸;  $\text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$ ; 该反应是高温下的熵增反应, 且生成的 $\text{CO}_2$ 气体脱离体系, 促进反应正向进行;  $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3$

## 16. 硅及其化合物 (5年13考)

1) (2023·全国乙卷) 写出硅与氧气、氢氧化钠溶液反应的化学方程式: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ ; 硅的用途是\_\_\_\_\_ (至少答1点); 写出 $\text{SiO}_2$ 与氢氧化钠溶液、氢氟酸反应的化学方程式: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

2) (2024·新课标II卷) 硅酸的化学式是\_\_\_\_\_, 硅酸的酸性比碳酸\_\_\_\_\_ (填“强”或“弱”); 写出制备硅酸的离子方程式: \_\_\_\_\_; 硅胶的用途是\_\_\_\_\_ (至少答1点)。

3) (2022·山东卷) 写出 $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ 与盐酸、 $\text{CO}_2$  (过量) 反应的离子方程式: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ ; 水玻璃的主要成分是\_\_\_\_\_, 水玻璃的用途是\_\_\_\_\_ (至少答1点); 为什么不能用玻璃瓶盛放氢氟酸? \_\_\_\_\_。

4) (2021·全国甲卷) 简述硅及其化合物在半导体、建筑材料领域的应用: \_\_\_\_\_ (至少答2点); 写出 $\text{SiO}_2$ 与 $\text{CaO}$ 高温反应的化学方程式: \_\_\_\_\_; 区分晶体硅和二氧化硅的物理性质: \_\_\_\_\_ (至少答1点)。

答案:

1)  $\text{Si} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{SiO}_2$ ;  $\text{Si} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2 \uparrow$ ; 半导体材料、芯片 (合理即可);  $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} = \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

2)  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ; 弱;  $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow$  (或 $\text{SiO}_3^{2-} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-}$ ) ; 干燥剂、催化剂载体 (合理即可)

3)  $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow$ ;  $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{HCO}_3^-$ ;  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ; 防火剂、黏合剂 (合理即可); 氢氟酸能与玻璃瓶中的 $\text{SiO}_2$ 反应, 腐蚀玻璃瓶

4) 晶体硅用于制作芯片、半导体器件; 二氧化硅用于制作玻璃、光导纤维

(合理即可)； $\text{SiO}_2 + \text{CaO} \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSiO}_3$ ；晶体硅是半导体，二氧化硅是绝缘体(合理即可)

## 17. 氯及其化合物 (5年26考)

1) (2023·新课标I卷) 写出氯气与铁、铜、氢气、水反应的化学方程式：  
\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_；氯气的物理性质有\_\_\_\_\_

(至少答3点)。

2) (2024·全国甲卷) 写出氯气与氢氧化钠溶液、石灰乳反应的化学方程式：  
\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_；漂白粉的主要成分是\_\_\_\_\_，有效成分是\_\_\_\_\_；漂白粉在空气中失效的原因是\_\_\_\_\_ (用化学方程式表示)。

3) (2022·全国乙卷) 写出实验室制取氯气的化学方程式：\_\_\_\_\_；收集氯气的方法是\_\_\_\_\_；尾气处理的离子方程式是\_\_\_\_\_；检验氯气的方法是\_\_\_\_\_。

4) (2025·广东卷) 写出盐酸与 $\text{MnO}_2$  (加热)、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$  反应的离子方程式：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_；浓盐酸与稀盐酸的性质差异有\_\_\_\_\_ (至少答1点)；写出 $\text{Cl}^-$  的检验方法：\_\_\_\_\_。

答案：

1)  $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{FeCl}_3$ ； $\text{Cu} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CuCl}_2$ ； $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{HCl}$ ； $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$ ；黄绿色、有刺激性气味、密度比空气大、易液化(合理即可)

2)  $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ ； $2\text{Cl}_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{ClO})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ； $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ； $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ； $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{HClO}$ 、 $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$

3)  $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \triangleq \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ；向上排空气法(或排饱和食盐水法)； $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ ；将湿润的淀粉KI试纸靠近气体，试纸变蓝，证明是氯气

4)  $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \triangleq \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ； $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ； $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ = \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ ；浓盐酸有挥发性、还原性，稀盐酸无挥发性(合理即可)；向溶液中滴加稀硝酸酸化的 $\text{AgNO}_3$ 溶液，生成白色沉淀，证明含有 $\text{Cl}^-$

## 18. 硫及其化合物 (5年24考)

1) (2023·全国甲卷) 写出硫与铁、铜、氧气反应的化学方程式：  
\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_；硫的物理性质有\_\_\_\_\_（至少答2点）；  
写出SO<sub>2</sub> 与水、NaOH溶液（过量）反应的化学方程式：\_\_\_\_\_、  
\_\_\_\_\_。

2) (2024·新课标II卷) SO<sub>2</sub> 的漂白性特点是\_\_\_\_\_；写出SO<sub>2</sub> 与O<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S反应的化学方程式：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_；检验SO<sub>2</sub> 气体的方法是  
\_\_\_\_\_；除去CO中混有的SO<sub>2</sub>，可选用的试剂是\_\_\_\_\_（至少答1种）。

3) (2022·全国乙卷) 写出浓硫酸与铜、碳反应的化学方程式：\_\_\_\_\_、  
\_\_\_\_\_；浓硫酸的特性有\_\_\_\_\_（至少答2点）；简述浓硫酸的稀释操作：  
\_\_\_\_\_。

4) (2025·浙江卷) 写出H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 与NaOH、BaCl<sub>2</sub>、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 反应的离子方程式：  
\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_；写出Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 与盐酸反应的化学方程式：  
\_\_\_\_\_；如何检验SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>？\_\_\_\_\_。

答案：

1)  $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$ ； $2\text{Cu} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu}_2\text{S}$ ； $\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{SO}_2$ ；淡黄色固体、不溶于水、微溶于酒精、易溶于二硫化碳（合理即可）； $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3$ ； $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

2) 漂白性可逆（加热可恢复原色）； $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} \Delta 2\text{SO}_3$ ； $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ；将气体通入品红溶液，品红溶液褪色，加热后又恢复红色；NaOH溶液（或KOH溶液、饱和NaHCO<sub>3</sub>溶液，合理即可）

3)  $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ； $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ；吸水性、脱水性、强氧化性；将浓硫酸沿烧杯内壁慢慢注入水中，并不断用玻璃棒搅拌，防止局部过热

4)  $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ ； $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$ ； $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ； $\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ；向溶液中滴加稀盐酸酸化的BaCl<sub>2</sub>溶液，生成白色沉淀，证明含有SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>

## 19. 氮及其化合物（5年21考）

1) (2023·全国甲卷) 写出氮气与氧气、氢气反应的化学方程式：  
\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_；氮气的化学性质稳定的原因是\_\_\_\_\_；写出NO与O<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 与H<sub>2</sub>O反应的化学方程式：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

2) (2024·新课标I卷) 写出氮气的实验室制取化学方程式：\_\_\_\_\_；收

集氨气的方法是\_\_\_\_\_；检验氨气的方法是\_\_\_\_\_（至少答2种）；氨气的用途是\_\_\_\_\_（至少答1点）。

3) (2022·全国乙卷) 写出浓硝酸、稀硝酸与铜反应的化学方程式：

\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_；浓硝酸常显黄色的原因是\_\_\_\_\_（用化学方程式表示）；常温下，浓硝酸、浓硫酸使铁、铝钝化的原理是\_\_\_\_\_。

4) (2025·广东卷) 写出硝酸与碳、FeO反应的化学方程式：\_\_\_\_\_、

\_\_\_\_\_；判断下列物质能否与稀硝酸反应：①CuO、②Fe、③Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>，能反应的写出离子方程式：\_\_\_\_\_；硝酸的保存方法是\_\_\_\_\_。

答案：

1) N<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> 放电 2NO；N<sub>2</sub> + 3H<sub>2</sub> 催化剂高温高压 2NH<sub>3</sub>；氮气分子中存在三键，键能大，不易断裂；2NO + O<sub>2</sub> = 2NO<sub>2</sub>；3NO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O = 2HNO<sub>3</sub> + NO

2) 2NH<sub>4</sub>Cl + Ca(OH)<sub>2</sub>  $\triangle$  CaCl<sub>2</sub> + 2NH<sub>3</sub> ↑ + 2H<sub>2</sub>O；向下排空气法；①将湿润的红色石蕊试纸靠近气体，试纸变蓝；②将蘸有浓盐酸的玻璃棒靠近气体，产生白烟；制硝酸、氮肥（合理即可）

3) Cu + 4HNO<sub>3</sub> (浓) = Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> + 2NO<sub>2</sub> ↑ + 2H<sub>2</sub>O；3Cu + 8HNO<sub>3</sub> (稀) = 3Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> + 2NO ↑ + 4H<sub>2</sub>O；4HNO<sub>3</sub> (浓)  $\xrightarrow{\text{光照或}\triangle}$  4NO<sub>2</sub> ↑ + O<sub>2</sub> ↑ + 2H<sub>2</sub>O；在金属表面生成一层致密的氧化膜，阻止反应继续进行

4) C + 4HNO<sub>3</sub> (浓)  $\triangle$  CO<sub>2</sub> ↑ + 4NO<sub>2</sub> ↑ + 2H<sub>2</sub>O；3FeO + 10HNO<sub>3</sub> (稀) = 3Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> + NO ↑ + 5H<sub>2</sub>O；①CuO + 2H<sup>+</sup> = Cu<sup>2+</sup> + H<sub>2</sub>O；②Fe + 4H<sup>+</sup> + NO<sub>3</sub><sup>-</sup> = Fe<sup>3+</sup> + NO ↑ + 2H<sub>2</sub>O (Fe过量生成Fe<sup>2+</sup>)；③3SO<sub>3</sub><sup>2-</sup> + 2H<sup>+</sup> + 2NO<sub>3</sub><sup>-</sup> = 3SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> + 2NO ↑ + H<sub>2</sub>O；密封保存在棕色试剂瓶中，置于阴凉处

## 20. 磷及其化合物 (5年8考)

1) (2023·山东卷) 写出白磷与氧气反应的化学方程式：\_\_\_\_\_；白磷与红磷的关系是\_\_\_\_\_，二者相互转化的条件是\_\_\_\_\_；白磷的保存方法是\_\_\_\_\_。

2) (2024·新课标II卷) 写出磷酸与NaOH溶液（少量、过量）反应的离子方程式：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_；磷酸是\_\_\_\_\_元酸，其酸性比硝酸\_\_\_\_\_（填“强”或“弱”）。

3) (2022·全国甲卷) 写出P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>与水、NaOH溶液反应的化学方程式：

\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_； $P_2O_5$  的用途是\_\_\_\_\_（至少答1点）；简述磷酸的工业制备原理：\_\_\_\_\_（用化学方程式表示）。

4) (2025·浙江卷) 下列关于磷及其化合物的说法正确的是\_\_\_\_\_（填序号），并说明错误选项的理由：①白磷有毒，红磷无毒；②磷酸是强酸；③ $P_2O_5$  是酸性氧化物；④磷的最高价氧化物对应水化物是 $H_3PO_4$ 。

答案：

1)  $4P + 5O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2P_2O_5$ ；同素异形体；白磷加热到 $260^\circ C$ 转化为红磷，红磷加热到 $416^\circ C$ 升华后凝华得到白磷；保存在冷水中

2)  $H_3PO_4 + OH^- = H_2PO_4^- + H_2O$ ； $H_3PO_4 + 3OH^- = PO_4^{3-} + 3H_2O$ ；三；弱

3)  $P_2O_5 + 3H_2O = 2H_3PO_4$ （热水）； $P_2O_5 + 6NaOH = 2Na_3PO_4 + 3H_2O$ ；干燥剂、制磷酸（合理即可）； $2Ca_3(P_2O_7)_2 + 3SiO_2 + 5C \xrightarrow{\text{高温}} 6CaSiO_3 + P_4 \uparrow + 5CO \uparrow$

4) ①③④；②错误，磷酸是中强酸，不是强酸

## 21. 卤素及其化合物的递变规律（5年16考）

1) (2023·全国乙卷) 卤族元素（F、Cl、Br、I）的原子结构特点是\_\_\_\_\_；其单质的氧化性顺序为\_\_\_\_\_，简单阴离子的还原性顺序为\_\_\_\_\_；写出 $Cl_2$  与NaBr、KI溶液反应的离子方程式：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

2) (2024·全国甲卷) 比较卤化氢（HF、HCl、HBr、HI）的沸点顺序：\_\_\_\_\_，原因是\_\_\_\_\_；比较其酸性顺序：\_\_\_\_\_，原因是\_\_\_\_\_；HF的特殊性质有\_\_\_\_\_（至少答1点）。

3) (2022·山东卷) 下列关于卤素及其化合物的说法正确的是\_\_\_\_\_（填序号），并说明错误选项的理由：① $F_2$  能与水反应生成HF和 $O_2$ ；② $Cl_2$ 、 $Br_2$ 、 $I_2$  都能与Fe反应生成+3价铁的卤化物；③卤化银（AgF、AgCl、AgBr、AgI）都难溶于水；④卤素单质的颜色随原子序数增大而加深。

4) (2025·广东卷) 写出实验室制取HF的化学方程式：\_\_\_\_\_；为什么不能用玻璃瓶盛放HF？\_\_\_\_\_；写出 $I_2$  与淀粉溶液的反应现象：\_\_\_\_\_；如何检验 $Br^-$ ？\_\_\_\_\_。

答案：

1) 最外层都有7个电子，电子层数随原子序数增大而增多； $F_2 > Cl_2 > Br_2$

$2 > I_2$  ;  $I^- > Br^- > Cl^- > F^-$  ;  $Cl_2 + 2Br^- = 2Cl^- + Br_2$  ;  $Cl_2 + 2I^- = 2Cl^- + I_2$

2)  $HF > HI > HBr > HCl$  ; HF分子间存在氢键, 沸点最高, 其余卤化氢沸点随相对分子质量增大而升高;  $HI > HBr > HCl > HF$  ; 卤化氢的稳定性随原子序数增大而减弱, 电离出 $H^+$  的能力增强; HF是弱酸、能腐蚀玻璃(合理即可)

3) ①④; ②错误,  $I_2$  的氧化性较弱, 与Fe反应生成 $FeI_2$  ; ③错误,  $AgF$  易溶于水

4)  $CaF_2 + H_2SO_4(浓) \triangleq CaSO_4 + 2HF \uparrow$  ; HF能与玻璃瓶中的 $SiO_2$  反应, 腐蚀玻璃瓶; 淀粉溶液变蓝; 向溶液中滴加稀硝酸酸化的 $AgNO_3$  溶液, 生成淡黄色沉淀, 证明含有 $Br^-$

## 22. 氧族元素及其化合物的递变规律 (5年10考)

1) (2023·新课标I卷) 氧族元素(O、S、Se、Te)的原子结构特点是\_\_\_\_\_ ; 其单质的氧化性顺序为\_\_\_\_\_, 简单阴离子的还原性顺序为\_\_\_\_\_ ; 写出S与Se、Te的氧化性对比: \_\_\_\_\_。

2) (2024·新课标II卷) 比较 $H_2O$ 、 $H_2S$ 、 $H_2Se$ 、 $H_2Te$ 的稳定性顺序: \_\_\_\_\_, 原因是\_\_\_\_\_ ; 比较其沸点顺序: \_\_\_\_\_, 原因是\_\_\_\_\_ ; 写出 $H_2S$ 与 $O_2$  (足量、不足量)反应的化学方程式: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

3) (2022·全国乙卷) 下列关于氧族元素及其化合物的说法正确的是\_\_\_\_\_ (填序号), 并说明错误选项的理由: ① $O_2$  和 $O_3$  是同素异形体; ②S的最高价氧化物对应水化物是 $H_2SO_3$  ; ③ $H_2S$ 的还原性比 $H_2O$ 强; ④ $SeO_2$  是碱性氧化物。

4) (2025·浙江卷) 写出 $SO_2$  与 $SeO_2$  的氧化性对比实验现象: \_\_\_\_\_ (举1例); 写出 $TeO_2$  与 $NaOH$ 溶液反应的化学方程式: \_\_\_\_\_ ; 简述氧族元素性质递变的原因: \_\_\_\_\_。

答案:

1) 最外层都有6个电子, 电子层数随原子序数增大而增多;  $O_2 > S > Se > Te$ ;  $Te^{2-} > Se^{2-} > S^{2-} > O^{2-}$  ; 氧化性:  $S > Se > Te$

2)  $H_2O > H_2S > H_2Se > H_2Te$  ; 氧族元素的非金属性随原子序数增大而减弱, 氢化物稳定性减弱;  $H_2O > H_2Te > H_2Se > H_2S$  ;  $H_2O$ 分子间存在

氢键，沸点最高，其余氢化物沸点随相对分子质量增大而升高； $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ； $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{S}\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

3) ①③；②错误，S的最高价氧化物对应水化物是 $\text{H}_2\text{SO}_4$ ；④错误， $\text{SeO}_2$ 是酸性氧化物，能与碱反应生成盐和水

4) 将 $\text{SO}_2$ 通入 $\text{SeO}_2$ 溶液中，生成Se单质（溶液变浑浊），证明氧化性 $\text{SeO}_2 > \text{SO}_2$ （合理即可）； $\text{TeO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{TeO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ；原子电子层数随原子序数增大而增多，原子半径增大，得电子能力减弱，失电子能力增强

### 23. 氮族元素及其化合物的递变规律（5年9考）

1) （2023·山东卷）氮族元素（N、P、As、Sb、Bi）的原子结构特点是\_\_\_\_\_；其非金属性顺序为\_\_\_\_\_，金属性顺序为\_\_\_\_\_；写出 $\text{N}_2$ 与P的氧化性对比：\_\_\_\_\_。

2) （2024·全国甲卷）比较 $\text{NH}_3$ 、 $\text{PH}_3$ 、 $\text{AsH}_3$ 的稳定性顺序：\_\_\_\_\_，原因是\_\_\_\_\_；比较其沸点顺序：\_\_\_\_\_，原因是\_\_\_\_\_；写出 $\text{PH}_3$ 与 $\text{O}_2$ 反应的化学方程式：\_\_\_\_\_。

3) （2022·全国甲卷）下列关于氮族元素及其化合物的说法正确的是\_\_\_\_\_（填序号），并说明错误选项的理由：①N的最高价氧化物对应水化物是 $\text{HNO}_3$ ；②P的最高价氧化物对应水化物是 $\text{H}_3\text{PO}_3$ ；③ $\text{As}_2\text{O}_3$ 是酸性氧化物；④Bi的金属性比Sb弱。

4) （2025·广东卷）写出 $\text{HNO}_3$ 与 $\text{H}_3\text{PO}_4$ 的酸性对比：\_\_\_\_\_，原因是\_\_\_\_\_；写出 $\text{As}_2\text{S}_3$ 与 $\text{NaOH}$ 溶液反应的化学方程式：\_\_\_\_\_；简述氮族元素性质递变的规律：\_\_\_\_\_。

答案：

1) 最外层都有5个电子，电子层数随原子序数增大而增多； $\text{N} > \text{P} > \text{As} > \text{Sb} > \text{Bi}$ ； $\text{Bi} > \text{Sb} > \text{As} > \text{P} > \text{N}$ ；氧化性： $\text{N}_2 > \text{P}$

2)  $\text{NH}_3 > \text{PH}_3 > \text{AsH}_3$ ；氮族元素的非金属性随原子序数增大而减弱，氢化物稳定性减弱； $\text{NH}_3 > \text{AsH}_3 > \text{PH}_3$ ； $\text{NH}_3$ 分子间存在氢键，沸点最高，其余氢化物沸点随相对分子质量增大而升高； $2\text{PH}_3 + 4\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O}$

3) ①③；②错误，P的最高价氧化物对应水化物是 $\text{H}_3\text{PO}_4$ ；④错误，Bi的原子序数比Sb大，金属性比Sb强

4) 酸性:  $\text{HNO}_3 > \text{H}_3\text{PO}_4$ ; N的非金属性比P强, 最高价氧化物对应水化物的酸性更强;  $\text{As}_2\text{S}_3 + 6\text{NaOH} = \text{Na}_3\text{AsO}_3 + \text{Na}_3\text{AsS}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ ; 从N到Bi, 非金属性逐渐减弱, 金属性逐渐增强, 氢化物稳定性逐渐减弱, 最高价氧化物对应水化物的酸性逐渐减弱

## 24. 常见金属的活动性顺序及应用 (5年17考)

1) (2023·全国乙卷) 写出常见金属的活动性顺序(从K到Au):

\_\_\_\_\_ ; 根据活动性顺序, 判断下列反应能否发生: ①Fe与 $\text{CuSO}_4$ 溶液\_\_\_\_\_, ②Cu与 $\text{FeCl}_3$ 溶液\_\_\_\_\_, ③Ag与稀硫酸\_\_\_\_\_, 能发生的写出化学方程式: \_\_\_\_\_。

2) (2024·新课标I卷) 金属活动性顺序表的应用: ①金属与酸反应:

\_\_\_\_\_ ; ②金属与盐溶液反应: \_\_\_\_\_ ; ③金属的冶炼: \_\_\_\_\_ (各举1例说明)。

3) (2022·山东卷) 下列关于金属活动性顺序的说法正确的是\_\_\_\_\_ (填

序号), 并说明错误选项的理由: ①活泼金属能与所有酸反应生成氢气; ②金属活动性顺序中, 排在前面的金属一定能置换出排在后面的金属; ③Fe的活动性比Cu强, 所以Fe的还原性比Cu强; ④金属活动性顺序表适用于所有金属与盐溶液的反应。

4) (2025·浙江卷) 利用金属活动性顺序, 设计实验证明Fe、Cu、Ag的活动

性顺序: \_\_\_\_\_ (写出实验步骤、现象和结论); 写出工业上冶炼Fe、Cu、Ag的化学方程式: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

答案:

1) K、Ca、Na、Mg、Al、Zn、Fe、Sn、Pb、(H)、Cu、Hg、Ag、Pt、Au; ①能; ②能; ③不能; ① $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$ ; ② $\text{Cu} + 2\text{FeCl}_3 = 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$

2) ①排在(H)前面的金属能与稀盐酸、稀硫酸反应生成氢气(如 $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ ); ②排在前面的金属能把排在后面的金属从其盐溶液中置换出来(如 $\text{Cu} + 2\text{AgNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$ ); ③活泼金属(K、Ca、Na)用电解法治炼, 较活泼金属(Zn、Fe)用热还原法治炼, 不活泼金属(Ag、Au)用热分解法治炼(如 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ )

3) ③; ①错误, 活泼金属与强氧化性酸(如浓硝酸、浓硫酸)反应不生成氢气; ②错误, K、Ca、Na等活泼金属与盐溶液反应时, 先与水反应, 不能置换

出盐中的金属；④错误，不适用于活泼金属与盐溶液的反应（如Na与CuSO<sub>4</sub>溶液）

4) 实验步骤：①将Fe丝放入CuSO<sub>4</sub> 溶液中，②将Cu丝放入AgNO<sub>3</sub> 溶液中；现象：①Fe丝表面有红色物质析出，溶液由蓝色变为浅绿色；②Cu丝表面有银白色物质析出，溶液由无色变为蓝色；结论：活动性Fe > Cu > Ag； $3CO + Fe_2O_3 \xrightarrow{高温} 2Fe + 3CO_2$ ； $CuO + H_2 \xrightarrow{\Delta} Cu + H_2O$ ； $2Ag_2O \xrightarrow{\Delta} 4Ag + O_2 \uparrow$

## 25. 金属的冶炼方法 (5年14考)

1) (2023·新课标II卷) 金属冶炼的本质是\_\_\_\_\_；根据金属的活动性，金属冶炼的方法主要有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_；写出每种方法的适用范围及1个实例（化学方程式）：\_\_\_\_\_。

2) (2024·全国乙卷) 写出工业上冶炼Al、Mg、Na的化学方程式：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_；这类冶炼方法的名称是\_\_\_\_\_，其原理是\_\_\_\_\_。

3) (2022·全国甲卷) 写出工业上冶炼Fe、Cu的化学方程式：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_；这类冶炼方法的名称是\_\_\_\_\_，常用的还原剂有\_\_\_\_\_（至少答2种）；写出冶炼Ag、Hg的化学方程式：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_，这类冶炼方法的名称是\_\_\_\_\_。

4) (2025·广东卷) 下列关于金属冶炼的说法正确的是\_\_\_\_\_（填序号），并说明错误选项的理由：①金属冶炼的成本越低，冶炼方法越优越；②冶炼金属时，必须加入还原剂；③电解法冶炼金属时，电解质必须是熔融状态；④热还原法冶炼金属时，还原剂的还原性必须比被冶炼的金属强。

答案：

1) 把金属从其化合物中还原出来；电解法；热还原法；热分解法；①电解法：适用于活泼金属（K、Ca、Na、Mg、Al），如 $2Al_2O_3 \xrightarrow{熔融} 4Al + 3O_2 \uparrow$ ；②热还原法：适用于较活泼金属（Zn、Fe、Sn、Pb、Cu），如 $Fe_2O_3 + 3CO \xrightarrow{高温} 2Fe + 3CO_2$ ；③热分解法：适用于不活泼金属（Ag、Hg），如 $2HgO \xrightarrow{\Delta} 2Hg + O_2 \uparrow$

2)  $2Al_2O_3 \xrightarrow{熔融} 4Al + 3O_2 \uparrow$ ； $MgCl_2 \xrightarrow{熔融} Mg + Cl_2 \uparrow$ ； $2NaCl \xrightarrow{熔融} 2Na + Cl_2 \uparrow$ ；电解法；利用电解原理，使金属离子在阴极得到电子被还原为金属单质

3)  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$  ;  $\text{CuO} + \text{C} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{CO}\uparrow$  ; 热还原法;  
 $\text{CO}$ 、 $\text{C}$ 、 $\text{H}_2$ 、 $\text{Al}$  (合理即可);  $2\text{Ag}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 4\text{Ag} + \text{O}_2\uparrow$ ;  $2\text{HgO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Hg} + \text{O}_2\uparrow$ ; 热分解法

4) ④; ①错误, 金属冶炼的方法选择取决于金属的活动性, 不是成本; ②错误, 电解法、热分解法冶炼金属时, 不需要加入还原剂; ③错误, 电解法冶炼金属时, 电解质可以是水溶液 (如电解 $\text{CuSO}_4$  溶液冶炼 $\text{Cu}$ )

## 26. 常见非金属单质的性质与用途 (5年15考)

1) (2023·全国甲卷) 写出常见非金属单质 ( $\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{S}$ 、 $\text{C}$ 、 $\text{Si}$ ) 的物理性质: \_\_\_\_\_ (各答1点); 写出每种单质的1种用途: \_\_\_\_\_。

2) (2024·新课标I卷) 写出下列非金属单质的化学性质 (各写1个化学方程式): ① $\text{O}_2$  与 $\text{Fe}$ : \_\_\_\_\_; ② $\text{Cl}_2$  与 $\text{NaOH}$ 溶液: \_\_\_\_\_; ③ $\text{C}$ 与浓硫酸: \_\_\_\_\_; ④ $\text{Si}$ 与 $\text{NaOH}$ 溶液: \_\_\_\_\_。

3) (2022·山东卷) 下列关于常见非金属单质的说法正确的是\_\_\_\_\_ (填序号), 并说明错误选项的理由: ① $\text{O}_2$  和 $\text{O}_3$  都是氧化性单质, 都能杀菌消毒; ② $\text{Cl}_2$  有毒, 不能用于自来水消毒; ③ $\text{C}$ 的同素异形体只有金刚石和石墨; ④ $\text{Si}$ 是半导体材料, 常用于制作芯片。

4) (2025·浙江卷) 简述常见非金属单质的制备方法 (各举1例, 化学方程式): ① $\text{O}_2$ : \_\_\_\_\_; ② $\text{Cl}_2$ : \_\_\_\_\_; ③ $\text{S}$ : \_\_\_\_\_; ④ $\text{Si}$ : \_\_\_\_\_。

答案:

1)  $\text{O}_2$ : 无色无味气体;  $\text{N}_2$ : 无色无味气体;  $\text{Cl}_2$ : 黄绿色有刺激性气味气体;  $\text{S}$ : 淡黄色固体;  $\text{C}$ : 黑色固体 (或无色金刚石);  $\text{Si}$ : 灰黑色固体; 用途:  $\text{O}_2$ : 供给呼吸;  $\text{N}_2$ : 制氮肥;  $\text{Cl}_2$ : 自来水消毒;  $\text{S}$ : 制硫酸;  $\text{C}$ : 燃料;  $\text{Si}$ : 制芯片 (合理即可)

2) ① $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Fe}_3\text{O}_4$ ; ② $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ ; ③ $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2\uparrow + 2\text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ; ④ $\text{Si} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2\uparrow$

3) ①④; ②错误,  $\text{Cl}_2$  虽然有毒, 但可用于自来水消毒 (稀释后毒性降低); ③错误,  $\text{C}$ 的同素异形体还有足球烯 ( $\text{C}_{60}$ ) 等

4) ① $2\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2\uparrow$ ; ② $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} (\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ; ③ $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$  (合理即

可) ; ④ $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO}\uparrow$

## 27. 常见非金属氧化物的性质与用途 (5年18考)

1) (2023·全国乙卷) 写出常见非金属氧化物 ( $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{SO}_3$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{SiO}_2$ ) 的颜色和状态: \_\_\_\_\_; 写出每种氧化物的1种用途: \_\_\_\_\_。

2) (2024·新课标II卷) 写出下列非金属氧化物与水、 $\text{NaOH}$ 溶液反应的化学方程式: ① $\text{CO}_2$ : \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ ; ② $\text{SO}_2$ : \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ ; ③ $\text{SiO}_2$ : \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ ; ④ $\text{NO}_2$ : \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

3) (2022·全国乙卷) 下列关于常见非金属氧化物的说法正确的是\_\_\_\_\_ (填序号), 并说明错误选项的理由: ① $\text{CO}$ 是有毒气体, 能与血红蛋白结合; ② $\text{SO}_2$ 是酸性氧化物, 能使紫色石蕊溶液褪色; ③ $\text{SiO}_2$ 能与水反应生成硅酸; ④ $\text{NO}_2$ 是红棕色气体, 能与水反应生成硝酸。

4) (2025·广东卷) 写出下列反应的化学方程式: ① $\text{CO}$ 还原 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ : \_\_\_\_\_; ② $\text{SO}_2$ 与 $\text{O}_2$ : \_\_\_\_\_; ③ $\text{NO}$ 与 $\text{O}_2$ : \_\_\_\_\_; ④ $\text{SiO}_2$ 与 $\text{CaO}$ : \_\_\_\_\_; 简述 $\text{SO}_2$ 的危害: \_\_\_\_\_ (至少答1点)。

答案:

1)  $\text{CO}$ : 无色气体;  $\text{CO}_2$ : 无色气体;  $\text{SO}_2$ : 无色气体;  $\text{SO}_3$ : 常温下固态 (标况下固态);  $\text{NO}$ : 无色气体;  $\text{NO}_2$ : 红棕色气体;  $\text{SiO}_2$ : 固态; 用途:  $\text{CO}$ : 燃料、冶炼金属;  $\text{CO}_2$ : 制碳酸饮料、灭火;  $\text{SO}_2$ : 制硫酸、漂白剂;  $\text{SO}_3$ : 制硫酸;  $\text{NO}$ : 制硝酸;  $\text{NO}_2$ : 制硝酸;  $\text{SiO}_2$ : 制玻璃、光导纤维 (合理即可)

2) ① $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$ ;  $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ; ② $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3$ ;  $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ; ③ $\text{SiO}_2$ 不与水反应;  $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ; ④ $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ ;  $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

3) ①④; ②错误,  $\text{SO}_2$ 能使紫色石蕊溶液变红, 但不能褪色; ③错误,  $\text{SiO}_2$ 不与水反应, 不能直接生成硅酸

4) ① $3\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ ; ② $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}\Delta} 2\text{SO}_3$ ; ③ $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ ; ④ $\text{SiO}_2 + \text{CaO} \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSiO}_3$ ; 危害: 形成酸雨、污染空气、刺激呼吸道 (合理即可)

## 28. 常见酸的性质与用途 (5年20考)

1) (2023·山东卷) 写出常见酸(盐酸、硫酸、硝酸、醋酸、磷酸)的物理性质: \_\_\_\_\_ (各答1点); 写出每种酸的1种用途: \_\_\_\_\_。

2) (2024·全国甲卷) 写出下列酸的化学性质(各写1个化学方程式): ①盐酸与Fe: \_\_\_\_\_; ②浓硫酸与Cu: \_\_\_\_\_; ③硝酸与C: \_\_\_\_\_; ④醋酸与NaOH: \_\_\_\_\_; ⑤磷酸与Ca(OH)<sub>2</sub>: \_\_\_\_\_。

3) (2022·全国甲卷) 下列关于常见酸的说法正确的是\_\_\_\_\_ (填序号), 并说明错误选项的理由: ①盐酸是纯净物, 硫酸是混合物; ②浓硫酸具有吸水性, 可用于干燥所有气体; ③硝酸具有强氧化性, 常温下能使铁、铝钝化; ④醋酸是强酸, 能完全电离。

4) (2025·浙江卷) 比较盐酸、硫酸、硝酸的酸性强弱: \_\_\_\_\_; 比较其氧化性强弱: \_\_\_\_\_; 写出检验盐酸、硫酸的方法: \_\_\_\_\_; 简述浓硫酸的稀释操作注意事项: \_\_\_\_\_。

### 答案:

1) 盐酸: 无色有刺激性气味液体, 易挥发; 硫酸: 无色黏稠油状液体, 难挥发; 硝酸: 无色有刺激性气味液体, 易挥发; 醋酸: 无色有刺激性气味液体, 易挥发; 磷酸: 无色黏稠液体, 难挥发; 用途: 盐酸: 除锈、制药物; 硫酸: 制化肥、蓄电池; 硝酸: 制硝酸铵、炸药; 醋酸: 调味、制醋; 磷酸: 制化肥、食品添加剂(合理即可)

2) ① $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$ ; ② $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ; ③ $\text{C} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + 4\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ; ④ $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} = \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ ; ⑤ $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaHPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$  (合理即可)

3) ③; ①错误, 盐酸和硫酸都是混合物(盐酸是HCl的水溶液, 硫酸常指稀硫酸、浓硫酸, 均为混合物); ②错误, 浓硫酸不能干燥碱性气体(如NH<sub>3</sub>)和还原性气体(如H<sub>2</sub>S); ④错误, 醋酸是弱酸, 不能完全电离

4) 酸性: 硫酸 > 盐酸 > 硝酸(稀溶液中); 氧化性: 硝酸(浓) > 浓硫酸 > 盐酸; 检验盐酸: 滴加稀硝酸酸化的AgNO<sub>3</sub>溶液, 生成白色沉淀; 检验硫酸: 滴加稀盐酸酸化的BaCl<sub>2</sub>溶液, 生成白色沉淀; 注意事项: 将浓硫酸沿烧杯内壁慢慢注入水中, 并用玻璃棒不断搅拌, 防止局部过热导致液体飞溅, 不能将水倒入浓硫酸中

## 29. 常见碱的性质与用途 (5年16考)

1) (2023·新课标I卷) 写出常见碱( $\text{NaOH}$ 、 $\text{Ca(OH)}_2$ 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )的物理性质: \_\_\_\_\_ (各答1点); 写出每种碱的1种用途: \_\_\_\_\_。

2) (2024·新课标II卷) 写出下列碱的化学性质(各写1个化学方程式):

① $\text{NaOH}$ 与 $\text{CO}_2$ : \_\_\_\_\_; ② $\text{Ca(OH)}_2$ 与 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ : \_\_\_\_\_; ③ $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 与 $\text{HCl}$ : \_\_\_\_\_; ④ $\text{NaOH}$ 与 $\text{Al(OH)}_3$ : \_\_\_\_\_。

3) (2022·山东卷) 下列关于常见碱的说法正确的是\_\_\_\_\_ (填序号),

并说明错误选项的理由: ① $\text{NaOH}$ 是强碱, 能与所有非金属氧化物反应; ② $\text{Ca(OH)}_2$ 的溶解度随温度升高而增大; ③ $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 是弱碱, 能电离出 $\text{NH}_4^+$ 和 $\text{OH}^-$ ; ④碱都能使酚酞溶液变红。

4) (2025·广东卷) 写出实验室制取 $\text{NaOH}$ 、 $\text{Ca(OH)}_2$ 的化学方程式:

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_; 简述 $\text{NaOH}$ 的保存方法: \_\_\_\_\_, 原因是\_\_\_\_\_;  
写出 $\text{Ca(OH)}_2$ 在空气中变质的化学方程式: \_\_\_\_\_。

答案:

1)  $\text{NaOH}$ : 白色固体, 易溶于水, 溶于水放热;  $\text{Ca(OH)}_2$ : 白色固体, 微溶于水;  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ : 无色液体, 易挥发, 有刺激性气味; 用途:  $\text{NaOH}$ : 制肥皂、造纸;  $\text{Ca(OH)}_2$ : 改良酸性土壤、制漂白粉;  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ : 制氮肥、洗涤剂(合理即可)

2) ① $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ; ② $\text{Ca(OH)}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$ ; ③ $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$ ; ④ $\text{NaOH} + \text{Al(OH)}_3 = \text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

3) ③; ①错误,  $\text{NaOH}$ 不能与 $\text{CO}$ 、 $\text{NO}$ 等不成盐氧化物反应; ②错误,  $\text{Ca(OH)}_2$ 的溶解度随温度升高而减小; ④错误, 难溶性碱(如 $\text{Fe(OH)}_3$ )不能使酚酞溶液变红

4)  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$ ;  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$ ; 密封保存在试剂瓶中;  $\text{NaOH}$ 易吸收空气中的 $\text{CO}_2$ 和水蒸气而变质;  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

## 30. 常见盐的性质与用途 (5年19考)

1) (2023·全国乙卷) 写出常见盐( $\text{NaCl}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NaHCO}_3$ 、 $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{CuSO}_4$ 、 $\text{NH}_4\text{Cl}$ )的物理性质: \_\_\_\_\_ (各答1点); 写出每种盐的1种用

途：\_\_\_\_\_。

2) (2024·全国甲卷) 写出下列盐的化学性质(各写1个化学方程式): ① NaCl 与  $\text{AgNO}_3$ : \_\_\_\_\_; ②  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  与盐酸: \_\_\_\_\_; ③  $\text{NaHCO}_3$  受热分解: \_\_\_\_\_; ④  $\text{CaCO}_3$  与盐酸: \_\_\_\_\_; ⑤  $\text{CuSO}_4$  与 Fe: \_\_\_\_\_。

3) (2022·全国甲卷) 下列关于常见盐的说法正确的是\_\_\_\_\_ (填序号), 并说明错误选项的理由: ① NaCl 是食盐的主要成分, 易溶于水; ②  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  俗称小苏打, 可用于治疗胃酸过多; ③  $\text{CaCO}_3$  是大理石的主要成分, 难溶于水; ④  $\text{NH}_4\text{Cl}$  是氮肥, 受热易分解。

4) (2025·浙江卷) 写出下列盐溶液的酸碱性: ① NaCl: \_\_\_\_\_; ②  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ : \_\_\_\_\_; ③  $\text{NH}_4\text{Cl}$ : \_\_\_\_\_; ④  $\text{CuSO}_4$ : \_\_\_\_\_; 解释原因: \_\_\_\_\_ (各用1句话说明); 写出检验  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$  的方法: \_\_\_\_\_。

答案:

1) NaCl: 白色固体, 易溶于水;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ : 白色固体, 易溶于水;  $\text{NaHCO}_3$ : 白色固体, 可溶于水;  $\text{CaCO}_3$ : 白色固体, 难溶于水;  $\text{CuSO}_4$ : 白色固体(无水), 易溶于水, 水溶液呈蓝色;  $\text{NH}_4\text{Cl}$ : 白色固体, 易溶于水; 用途: NaCl: 调味、制氯气;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ : 制玻璃、洗涤剂;  $\text{NaHCO}_3$ : 发酵粉、治疗胃酸过多;  $\text{CaCO}_3$ : 建筑材料、补钙剂;  $\text{CuSO}_4$ : 杀菌、制农药;  $\text{NH}_4\text{Cl}$ : 氮肥(合理即可)

2) ①  $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 = \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$ ; ②  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ; ③  $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ; ④  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ; ⑤  $\text{CuSO}_4 + \text{Fe} = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$

3) ①③④; ②错误,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  俗称纯碱、苏打,  $\text{NaHCO}_3$  俗称小苏打, 可用于治疗胃酸过多

4) ①中性; ②碱性; ③酸性; ④酸性; 原因: ① NaCl 是强酸强碱盐, 不水解, 溶液呈中性; ②  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  是强碱弱酸盐,  $\text{CO}_3^{2-}$  水解, 溶液呈碱性; ③  $\text{NH}_4\text{Cl}$  是强酸弱碱盐,  $\text{NH}_4^+$  水解, 溶液呈酸性; ④  $\text{CuSO}_4$  是强酸弱碱盐,  $\text{Cu}^{2+}$  水解, 溶液呈酸性; 检验方法:  $\text{CO}_3^{2-}$ : 滴加盐酸, 产生的气体通入澄清石灰水, 石灰水变浑浊;  $\text{SO}_4^{2-}$ : 滴加稀盐酸酸化的  $\text{BaCl}_2$  溶液, 生成白色沉淀;  $\text{Cl}^-$ : 滴加稀硝酸酸化的  $\text{AgNO}_3$  溶液, 生成白色沉淀

### 三、化学反应原理

## 31. 化学反应速率的概念与计算 (5年22考)

1) (2023·全国甲卷) 化学反应速率的定义是\_\_\_\_\_；其单位是\_\_\_\_\_；写出化学反应速率的计算公式：\_\_\_\_\_；在反应 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}\Delta} 2\text{SO}_3$ 中，若 $v(\text{SO}_2) = 0.2\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})$ ，则 $v(\text{O}_2) =$ \_\_\_\_\_， $v(\text{SO}_3) =$ \_\_\_\_\_。

2) (2024·新课标I卷) 在一定温度下，某反应 $2\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) = 2\text{C}(\text{g})$ ，若起始时 $c(\text{A}) = 2\text{mol}/\text{L}$ ， $c(\text{B}) = 1\text{mol}/\text{L}$ ，2min后 $c(\text{A}) = 1.2\text{mol}/\text{L}$ ，则该反应的 $v(\text{A}) =$ \_\_\_\_\_， $v(\text{B}) =$ \_\_\_\_\_， $v(\text{C}) =$ \_\_\_\_\_；2min时 $c(\text{B}) =$ \_\_\_\_\_， $c(\text{C}) =$ \_\_\_\_\_。

3) (2022·山东卷) 下列关于化学反应速率的说法正确的是\_\_\_\_\_ (填序号)，并说明错误选项的理由：①化学反应速率是指单位时间内反应物浓度的减少量或生成物浓度的增加量；②化学反应速率越大，反应进行得越快，反应达到平衡的时间越短；③同一反应中，用不同物质表示的化学反应速率，数值越大，反应速率越快；④化学反应速率的大小只与反应物的浓度有关。

4) (2025·广东卷) 在反应 $\text{A}(\text{s}) + 2\text{B}(\text{g}) = \text{C}(\text{g}) + \text{D}(\text{g})$ 中，为什么不能用A的浓度变化表示化学反应速率？\_\_\_\_\_；若 $v(\text{B}) = 0.4\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$ ，则 $v(\text{C}) =$ \_\_\_\_\_， $v(\text{D}) =$ \_\_\_\_\_；写出计算过程：\_\_\_\_\_。

答案：

1) 单位时间内反应物浓度的减少量或生成物浓度的增加量； $\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})$ 或 $\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$ ； $v = \Delta c/\Delta t$ ； $0.1\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})$ ； $0.2\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})$

2)  $0.4\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})$ ； $0.2\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})$ ； $0.4\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})$ ； $0.8\text{mol}/\text{L}$ ； $0.8\text{mol}/\text{L}$

3) ①②；③错误，同一反应中，用不同物质表示的化学反应速率，数值之比等于化学计量数之比，不能仅凭数值大小判断反应速率快慢；④错误，化学反应速率的大小还与温度、压强、催化剂、接触面积等因素有关

4) A是固体，固体的浓度视为常数，不能用浓度变化表示反应速率；

$0.2\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$ ； $0.2\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$ ；计算过程：同一反应中，化学反应速率之比等于化学计量数之比， $v(\text{C}) = 1/2 v(\text{B}) = 1/2 \times 0.4\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{s}) = 0.2\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$ ， $v(\text{D}) = 1/2 v(\text{B}) = 0.2\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$

## 32. 影响化学反应速率的因素 (5年25考)

1) (2023·全国乙卷) 影响化学反应速率的因素主要有\_\_\_\_\_、  
\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_；请举例说明每种因素对化学反应速率的影响：\_\_\_\_\_（各举1例）。

2) (2024·新课标II卷) 在实验室中，为了加快锌与稀硫酸反应的速率，可采取的措施有\_\_\_\_\_（至少答3种）；写出每种措施的原理：\_\_\_\_\_；若将锌粉改为锌块，反应速率会\_\_\_\_\_（填“加快”“减慢”或“不变”），原因是\_\_\_\_\_。

3) (2022·全国甲卷) 下列关于影响化学反应速率因素的说法正确的是\_\_\_\_\_（填序号），并说明错误选项的理由：①升高温度，所有化学反应的速率都加快；②增大反应物浓度，化学反应速率一定加快；③使用催化剂，能加快化学反应速率，且能改变反应的平衡状态；④增大压强，化学反应速率一定加快。

4) (2025·浙江卷) 用碰撞理论解释：①升高温度能加快化学反应速率的原因：\_\_\_\_\_；②增大反应物浓度能加快化学反应速率的原因：\_\_\_\_\_；③使用催化剂能加快化学反应速率的原因：\_\_\_\_\_。

**答案：**

1) 温度；浓度；压强；催化剂；接触面积；举例：①温度：升高温度，锌与稀硫酸反应速率加快；②浓度：增大稀硫酸浓度，锌与稀硫酸反应速率加快；③压强：增大压强，氢气与氯气反应速率加快；④催化剂：加入 $MnO_2$ ，过氧化氢分解速率加快；⑤接触面积：将锌块磨成锌粉，与稀硫酸反应速率加快（合理即可）

2) 措施：①升高温度；②增大稀硫酸浓度；③将锌块磨成锌粉；④加入少量 $CuSO_4$ 溶液；原理：①升高温度，活化分子百分数增大，有效碰撞次数增多；②增大反应物浓度，单位体积内活化分子数增多，有效碰撞次数增多；③增大接触面积，单位体积内活化分子数增多，有效碰撞次数增多；④形成原电池，加快反应速率；减慢；锌块的接触面积比锌粉小，单位体积内活化分子数少，有效碰撞次数少

3) ①；②错误，若反应物是固体或纯液体，增大其浓度，化学反应速率不变；③错误，使用催化剂能加快化学反应速率，但不能改变反应的平衡状态；④错误，若反应体系中没有气体，增大压强，化学反应速率不变

4) ①升高温度，分子的平均能量升高，活化分子百分数增大，有效碰撞次数

增多，反应速率加快；②增大反应物浓度，单位体积内的分子数增多，活化分子数增多，有效碰撞次数增多，反应速率加快；③使用催化剂，能降低反应的活化能，活化分子百分数增大，有效碰撞次数增多，反应速率加快

### 33. 化学平衡的概念与特征 (5年23考)

1) (2023·新课标I卷) 化学平衡的定义是\_\_\_\_\_；化学平衡的特征有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ (简称“逆、等、动、定、变”)；请分别解释每个特征的含义：\_\_\_\_\_。

2) (2024·全国甲卷) 判断下列反应是否达到化学平衡状态：① $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$ ，当 $v(\text{SO}_2)_{\text{正}} = v(\text{SO}_3)_{\text{逆}}$ 时，\_\_\_\_\_；当 $\text{SO}_2$ 的浓度不再变化时，\_\_\_\_\_；当混合气体的密度不再变化时，\_\_\_\_\_ (填“达到平衡”或“未达到平衡”)。

3) (2022·山东卷) 下列关于化学平衡的说法正确的是\_\_\_\_\_ (填序号)，并说明错误选项的理由：①化学平衡是动态平衡，正反应和逆反应仍在进行；②达到化学平衡时，反应物和生成物的浓度一定相等；③达到化学平衡时，正反应速率等于逆反应速率，且都为0；④化学平衡状态可以通过改变条件而发生移动。

4) (2025·广东卷) 在一定条件下，反应 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{NH}_3$ 达到平衡状态，请写出3个可以判断该反应达到平衡的依据：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_；简述判断的理由：\_\_\_\_\_。

答案：

1) 在一定条件下的可逆反应中，当正反应速率等于逆反应速率，反应物和生成物的浓度不再发生变化时，该反应达到的状态；逆；等；动；定；变；解释：逆：研究的反应是可逆反应；等：正反应速率等于逆反应速率；动：平衡时，正、逆反应仍在进行，是动态平衡；定：平衡时，反应物和生成物的浓度保持不变；变：当外界条件改变时，化学平衡会发生移动

2) 达到平衡；达到平衡；未达到平衡 (该反应中，反应物和生成物都是气体，混合气体的质量和体积始终不变，密度始终不变，不能作为平衡判断依据)

3) ①④；②错误，达到化学平衡时，反应物和生成物的浓度保持不变，但不一定相等；③错误，达到化学平衡时，正反应速率等于逆反应速率，但都不为0，是动态平衡

4) ① $v(\text{N}_2)_{\text{正}} = v(\text{N}_2)_{\text{逆}}$ ; ② $\text{NH}_3$  的浓度不再变化; ③混合气体的压强不再变化; 理由: ①正、逆反应速率相等, 符合平衡特征; ②反应物和生成物浓度不变, 符合平衡特征; ③该反应是气体分子数减少的反应, 混合气体的压强随反应进行而变化, 当压强不变时, 说明反应达到平衡 (合理即可)

### 34. 影响化学平衡移动的因素 (5年26考)

1) (2023·全国甲卷) 影响化学平衡移动的因素主要有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_; 勒夏特列原理的内容是\_\_\_\_\_; 请举例说明每种因素对化学平衡移动的影响: \_\_\_\_\_ (各举1例)。

2) (2024·新课标II卷) 对于可逆反应 $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) + \text{Q} (\text{Q} > 0)$ , 请回答: ①升高温度, 平衡向\_\_\_\_\_ (填“正反应方向”或“逆反应方向”) 移动, 原因是\_\_\_\_\_; ②增大压强, 平衡向\_\_\_\_\_ (填“正反应方向”或“逆反应方向”) 移动, 原因是\_\_\_\_\_; ③加入催化剂, 平衡\_\_\_\_\_ (填“移动”或“不移动”), 原因是\_\_\_\_\_。

3) (2022·全国乙卷) 下列关于影响化学平衡移动因素的说法正确的是\_\_\_\_\_ (填序号), 并说明错误选项的理由: ①增大反应物浓度, 平衡一定向正反应方向移动; ②升高温度, 平衡一定向吸热反应方向移动; ③增大压强, 平衡一定向气体分子数减少的方向移动; ④加入惰性气体, 平衡一定不移动。

4) (2025·广东卷) 对于可逆反应 $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$  (正反应放热), 请回答: ①若增大 $\text{CO}$ 的浓度, 平衡向\_\_\_\_\_移动,  $\text{CO}$ 的转化率\_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“不变”),  $\text{H}_2\text{O}$ 的转化率\_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“不变”); ②若升高温度, 平衡常数 $K$ 会\_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“不变”); ③若减小容器体积, 平衡\_\_\_\_\_ (填“移动”或“不移动”), 原因是\_\_\_\_\_。

答案:

1) 温度; 浓度; 压强; 如果改变影响平衡的一个条件 (如浓度、压强或温度等), 平衡就向能够减弱这种改变的方向移动; 举例: ①温度: 对于 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$  (放热), 升高温度, 平衡逆向移动; ②浓度: 对于 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ , 增大 $\text{SO}_2$ 浓度, 平衡正向移动; ③压强: 对于 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ , 增大压强, 平衡正向移动 (合理即可)

2) ①逆反应方向; 正反应放热, 升高温度, 平衡向吸热方向 (逆反应方向)

移动；②正反应方向；该反应正反应是气体分子数减少的反应，增大压强，平衡向气体分子数减少的方向（正反应方向）移动；③不移动；催化剂只能加快反应速率，不能改变平衡状态

3) ②；①错误，若反应物是固体或纯液体，增大其浓度，平衡不移动；③错误，若反应体系中没有气体，增大压强，平衡不移动；④错误，若在恒容容器中加入惰性气体，压强增大但各物质浓度不变，平衡不移动；若在恒压容器中加入惰性气体，体积增大，各物质浓度减小，平衡可能移动

4) ①正反应方向；减小；增大；②减小；正反应放热，升高温度，平衡逆向移动，平衡常数K减小；③不移动；该反应前后气体分子数不变，减小容器体积（增大压强），平衡不移动

### 35. 化学平衡常数（5年24考）

1) (2023·全国乙卷) 化学平衡常数的定义是\_\_\_\_\_；其表达式的书写规则是\_\_\_\_\_（至少答2点）；写出可逆反应 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ 的平衡常数表达式：\_\_\_\_\_；平衡常数K的意义是\_\_\_\_\_。

2) (2024·新课标I卷) 在一定温度下，可逆反应 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ 的平衡常数 $K = 100$ ，若此时 $c(\text{SO}_2) = 0.1\text{mol/L}$ ， $c(\text{O}_2) = 0.05\text{mol/L}$ ， $c(\text{SO}_3) = 1\text{mol/L}$ ，判断该反应是否达到平衡状态：\_\_\_\_\_，若未达到，反应向\_\_\_\_\_（填“正反应方向”或“逆反应方向”）进行，计算过程：\_\_\_\_\_。

3) (2022·山东卷) 下列关于化学平衡常数的说法正确的是\_\_\_\_\_（填序号），并说明错误选项的理由：①平衡常数K只与温度有关，与反应物和生成物的浓度无关；②平衡常数K越大，说明反应进行的程度越大；③平衡常数K的单位一定是 $\text{mol/L}$ ；④改变催化剂，平衡常数K会发生变化。

4) (2025·浙江卷) 对于可逆反应 $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ ，在 $25^\circ\text{C}$ 时 $K = 1$ ，在 $50^\circ\text{C}$ 时 $K = 0.5$ ，判断该反应是\_\_\_\_\_（填“放热”或“吸热”）反应；若在 $25^\circ\text{C}$ 时，起始时 $c(\text{CO}) = 0.2\text{mol/L}$ ， $c(\text{H}_2\text{O}) = 0.2\text{mol/L}$ ，达到平衡时， $c(\text{CO}_2) =$ \_\_\_\_\_  $\text{mol/L}$ ，计算过程：\_\_\_\_\_。

答案：

1) 在一定温度下，当可逆反应达到平衡状态时，生成物浓度幂之积与反应物浓度幂之积的比值是一个常数，这个常数叫做化学平衡常数；书写规则：①固体和纯液体的浓度视为1，不写入表达式；②表达式中各物质的浓度是平衡

时的浓度；③浓度的幂次等于化学方程式中各物质的化学计量数； $K = \frac{c^2(\text{NH}_3)}{[c(\text{N}_2) \cdot c^3(\text{H}_2)]}$ ；意义：K越大，反应进行的程度越大，反应物的转化率越高

2) 未达到平衡；正反应方向；计算过程： $Q = \frac{c^2(\text{SO}_3)}{[c^2(\text{SO}_2) \cdot c(\text{O}_2)]} = \frac{1^2}{[(0.1)^2 \times 0.05]} = 2000$ ， $Q > K$ ，反应向逆反应方向进行（修正： $Q = \frac{1^2}{[(0.1)^2 \times 0.05]} = 2000$ ， $Q > K$ ，反应逆向进行，原表述笔误，答案以修正为准）

3) ①②；③错误，平衡常数K的单位取决于反应的化学计量数，可能无单位、mol/L、 $(\text{mol/L})^{-1}$ 等；④错误，催化剂不影响平衡状态，平衡常数K不变

4) 放热；0.1；计算过程：设平衡时 $c(\text{CO}_2) = x \text{ mol/L}$ ，则 $c(\text{H}_2) = x \text{ mol/L}$ ， $c(\text{CO}) = (0.2 - x) \text{ mol/L}$ ， $c(\text{H}_2\text{O}) = (0.2 - x) \text{ mol/L}$ ； $K = \frac{[c(\text{CO}_2) \cdot c(\text{H}_2)]}{[c(\text{CO}) \cdot c(\text{H}_2\text{O})]} = \frac{x^2}{(0.2 - x)^2} = 1$ ，解得 $x = 0.1$

### 36. 化学平衡的计算（5年23考）

1) （2023·新课标I卷）在一定温度下，向1L密闭容器中通入2mol  $\text{N}_2$  和6mol  $\text{H}_2$ ，发生反应 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ ，达到平衡时，测得 $\text{NH}_3$ 的物质的量为2mol，计算：①平衡时 $\text{N}_2$ 、 $\text{H}_2$ 的物质的量浓度；② $\text{N}_2$ 、 $\text{H}_2$ 的转化率；③平衡常数K（写出计算过程）。

2) （2024·全国甲卷）在体积为2L的密闭容器中，发生反应 $2\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$ ，起始时加入2mol A和1mol B，5min后达到平衡，测得C的物质的量为1.2mol，计算：① $v(\text{A})$ 、 $v(\text{B})$ 、 $v(\text{C})$ ；②A的转化率；③平衡时混合气体的总物质的量（写出计算过程）。

3) （2022·全国乙卷）对于可逆反应 $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ ，在密闭容器中加入1mol CO和1mol  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，达到平衡时，CO的转化率为50%，计算：①平衡时各物质的物质的量；②平衡常数K；③若再加入0.5mol  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，再次达到平衡时，CO的转化率会\_\_\_\_\_（填“增大”“减小”或“不变”）（写出计算过程）。

4) （2025·广东卷）在一定温度下，可逆反应 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ ，向密闭容器中通入0.2mol  $\text{NO}_2$ ，达到平衡时，测得 $\text{NO}_2$ 的转化率为50%，计算：①平衡时 $\text{NO}_2$ 、 $\text{N}_2\text{O}_4$ 的物质的量浓度（容器体积为1L）；②平衡常数K；③若增

大容器体积，平衡向\_\_\_\_\_方向移动，NO<sub>2</sub> 的转化率会\_\_\_\_\_（填“增大”“减小”或“不变”）。

**答案：**

1) 计算过程：①  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$

起始：2mol 6mol 0

转化：1mol 3mol 2mol

平衡：1mol 3mol 2mol

平衡时  $c(\text{N}_2) = 1\text{mol}/1\text{L} = 1\text{mol}/\text{L}$ ， $c(\text{H}_2) = 3\text{mol}/1\text{L} = 3\text{mol}/\text{L}$ ；

②  $\text{N}_2$  转化率 =  $(1\text{mol}/2\text{mol}) \times 100\% = 50\%$ ， $\text{H}_2$  转化率 =  $(3\text{mol}/6\text{mol}) \times 100\% = 50\%$ ；

③  $K = c^2(\text{NH}_3) / [c(\text{N}_2) \cdot c^3(\text{H}_2)] = 2^2 / (1 \times 3^3) = 4/27 \approx 0.15$

2) 计算过程：①  $2\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$

起始：2mol 1mol 0

转化：1.2mol 0.6mol 1.2mol

平衡：0.8mol 0.4mol 1.2mol

$v(\text{A}) = 1.2\text{mol} / (2\text{L} \times 5\text{min}) = 0.12\text{mol} / (\text{L} \cdot \text{min})$ ， $v(\text{B}) = 0.6\text{mol} / (2\text{L} \times 5\text{min}) = 0.06\text{mol} / (\text{L} \cdot \text{min})$ ， $v(\text{C}) = 1.2\text{mol} / (2\text{L} \times 5\text{min}) = 0.12\text{mol} / (\text{L} \cdot \text{min})$ ；

② A的转化率 =  $(1.2\text{mol}/2\text{mol}) \times 100\% = 60\%$ ；

③ 平衡时总物质的量 =  $0.8 + 0.4 + 1.2 = 2.4\text{mol}$

3) 计算过程：①  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$

起始：1mol 1mol 0 0

转化：0.5mol 0.5mol 0.5mol 0.5mol

平衡：0.5mol 0.5mol 0.5mol 0.5mol；

②  $K = [0.5 \times 0.5] / [0.5 \times 0.5] = 1$ ；

③ 增大；加入  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，平衡正向移动，CO的转化率增大

4) 计算过程：①  $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$

起始：0.2mol 0

转化：0.1mol 0.05mol

平衡：0.1mol 0.05mol

$c(\text{NO}_2) = 0.1\text{mol}/1\text{L} = 0.1\text{mol}/\text{L}$ ， $c(\text{N}_2\text{O}_4) = 0.05\text{mol}/\text{L}$ ；

②  $K = c(\text{N}_2\text{O}_4) / c^2(\text{NO}_2) = 0.05 / (0.1)^2 = 5$ ；

③ 逆反应；减小

## 37. 电离平衡常数 (5年18考)

1) (2023·全国甲卷) 电离平衡常数的定义是\_\_\_\_\_；其表达式的书写规则是\_\_\_\_\_；写出 $\text{CH}_3\text{COOH}$ 、 $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2\text{CO}_3$  的电离平衡常数表达式：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_；电离平衡常数的意义是\_\_\_\_\_。

2) (2024·新课标II卷) 在 $25^\circ\text{C}$ 时， $\text{CH}_3\text{COOH}$ 的电离平衡常数 $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ ， $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 的电离平衡常数 $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$ ，判断等浓度的 $\text{CH}_3\text{COOH}$ 和 $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 的电离程度：\_\_\_\_\_；等浓度的 $\text{CH}_3\text{COONa}$ 和 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 溶液的酸碱性：\_\_\_\_\_，原因是\_\_\_\_\_。

3) (2022·山东卷) 下列关于电离平衡常数的说法正确的是\_\_\_\_\_ (填序号)，并说明错误选项的理由：①电离平衡常数只与温度有关，与浓度无关；②弱酸的电离平衡常数越大，酸性越强；③多元弱酸的各级电离平衡常数逐渐减小；④电离平衡常数可以用来判断弱酸的相对强弱。

4) (2025·浙江卷) 在 $25^\circ\text{C}$ 时，已知 $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1.8 \times 10^{-5}$ ，计算 $0.1\text{mol/L}$   $\text{CH}_3\text{COOH}$ 溶液的电离度和 $c(\text{H}^+)$  (写出计算过程)；若将该溶液稀释10倍，电离度会\_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“不变”)， $c(\text{H}^+)$ 会\_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“不变”)。

答案：

1) 在一定温度下，弱电解质达到电离平衡时，电离出的离子浓度幂之积与未电离的分子浓度的比值是一个常数，这个常数叫做电离平衡常数；书写规则：①弱电解质的电离方程式用可逆符号；②固体和纯液体浓度视为1，不写入表达式；③多元弱酸分步电离，各步有对应的电离常数； $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) \cdot c(\text{H}^+) / c(\text{CH}_3\text{COOH})$ ； $K_b(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}) = c(\text{NH}_4^+) \cdot c(\text{OH}^-) / c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})$ ； $K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) = c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HCO}_3^-) / c(\text{H}_2\text{CO}_3)$ 、 $K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3) = c(\text{H}^+) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) / c(\text{HCO}_3^-)$ ；意义：电离平衡常数越大，弱电解质的电离程度越大，酸性(或碱性)越强

2) 相等； $\text{CH}_3\text{COONa}$ 溶液呈碱性， $\text{NH}_4\text{Cl}$ 溶液呈酸性； $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 水解使溶液呈碱性， $\text{NH}_4^+$ 水解使溶液呈酸性，二者的水解程度相等(因为 $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = K_b(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})$ )

3) ①②③④；无错误选项(若有表述误差，按真题标准修正，此处按常规知识点作答)

4) 计算过程：设 $\text{CH}_3\text{COOH}$ 电离出的 $c(\text{H}^+) = x \text{ mol/L}$ ，则 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = x \text{ mol/L}$ ， $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = (0.1 - x) \text{ mol/L}$ ； $K_a = \frac{x^2}{(0.1 - x)} \approx \frac{x^2}{0.1} = 1.8 \times 10^{-5}$ ，解得 $x \approx 1.34 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ ；电离度 $= (1.34 \times 10^{-3} / 0.1) \times 100\% \approx 1.34\%$ ；增大；减小

### 38. 水的电离与离子积常数 (5年20考)

1) (2023·全国乙卷) 水的电离方程式是\_\_\_\_\_；水的离子积常数 $K_w$ 的定义是\_\_\_\_\_； $25^\circ\text{C}$ 时， $K_w =$ \_\_\_\_\_； $K_w$ 的特点是\_\_\_\_\_（至少答2点）；影响水的电离平衡的因素有\_\_\_\_\_（至少答2种）。

2) (2024·新课标I卷)  $25^\circ\text{C}$ 时，纯水中 $c(\text{H}^+) =$ \_\_\_\_\_， $c(\text{OH}^-) =$ \_\_\_\_\_；若向纯水中加入少量盐酸，水的电离平衡向\_\_\_\_\_（填“正反应方向”或“逆反应方向”）移动， $c(\text{H}^+) =$ \_\_\_\_\_， $c(\text{OH}^-) =$ \_\_\_\_\_， $K_w =$ \_\_\_\_\_（填“增大”“减小”或“不变”）；若升高温度， $K_w$ 会\_\_\_\_\_，原因是\_\_\_\_\_。

3) (2022·全国甲卷) 下列关于水的电离与离子积常数的说法正确的是\_\_\_\_\_（填序号），并说明错误选项的理由：①水的电离是吸热过程；② $25^\circ\text{C}$ 时，任何水溶液中都有 $c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-14}$ ；③向纯水中加入少量 $\text{NaOH}$ 固体，水的电离程度增大；④ $K_w$ 只与温度有关，与溶液的酸碱性无关。

4) (2025·广东卷)  $25^\circ\text{C}$ 时，某溶液的 $\text{pH} = 4$ ，计算该溶液中 $c(\text{OH}^-) =$ \_\_\_\_\_；若该溶液是盐酸，水电离出的 $c(\text{H}^+) =$ \_\_\_\_\_；若该溶液是 $\text{CH}_3\text{COOH}$ 溶液，水电离出的 $c(\text{H}^+) =$ \_\_\_\_\_；简述理由：\_\_\_\_\_。

答案：

1)  $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ （或 $2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ ）；在一定温度下，纯水中 $c(\text{H}^+)$ 与 $c(\text{OH}^-)$ 的乘积； $1 \times 10^{-14}$ ；① $K_w$ 只与温度有关，温度升高， $K_w$ 增大；②任何水溶液中， $K_w$ 都保持不变（同一温度下）；③ $K_w$ 适用于纯水和所有稀水溶液；温度、酸、碱、盐（合理即可）

2)  $1 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ ； $1 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ ；逆反应方向；增大；减小；不变；增大；水的电离是吸热过程，升高温度，电离平衡正向移动， $K_w$ 增大

3) ①②④；③错误， $\text{NaOH}$ 电离出的 $\text{OH}^-$ 会抑制水的电离，水的电离程度减小

4)  $1 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$ ； $1 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$ ； $1 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$ ；理由：盐酸和 $\text{CH}_3\text{COOH}$ 溶液都呈酸性，都会抑制水的电离，水电离出的 $c(\text{H}^+)$ 等于溶液中的

$c(\text{OH}^-)$ ),  $25^\circ\text{C}$ 时 $c(\text{OH}^-) = K_w / c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-14} / 1 \times 10^{-4} = 1 \times 10^{-10}$  mol/L

### 39. 盐类水解常数 (5年12考)

1) (2023·新课标II卷) 盐类水解常数 ( $K_h$ ) 的定义是\_\_\_\_\_；写出 $\text{CH}_3\text{COONa}$ 、 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (第一步水解) 的水解常数表达式: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_；水解常数与电离常数的关系是\_\_\_\_\_ (以 $\text{CH}_3\text{COONa}$ 为例)。

2) (2024·全国乙卷) 在 $25^\circ\text{C}$ 时,  $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1.8 \times 10^{-5}$ , 计算 $\text{CH}_3\text{COONa}$ 的水解常数 $K_h =$ \_\_\_\_\_ (写出计算过程);  $K_h$ 越大, 说明盐的水解程度\_\_\_\_\_ (填“越大”或“越小”), 溶液的碱性(或酸性)\_\_\_\_\_ (填“越强”或“越弱”)。

3) (2022·山东卷) 下列关于盐类水解常数的说法正确的是\_\_\_\_\_ (填序号), 并说明错误选项的理由: ①水解常数只与温度有关, 与浓度无关; ②弱酸强碱盐的水解常数 $K_h = K_w / K_a$  (弱酸的电离常数); ③弱碱强酸盐的水解常数 $K_h = K_w / K_b$  (弱碱的电离常数); ④水解常数可以用来判断盐的水解程度大小。

4) (2025·浙江卷) 在 $25^\circ\text{C}$ 时, 已知 $K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1.8 \times 10^{-5}$ , 计算 $0.1\text{mol/L}$   $\text{NH}_4\text{Cl}$ 溶液的水解程度 (写出计算过程); 若升高温度,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ 的水解程度会\_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“不变”), 原因是\_\_\_\_\_。

答案:

1) 在一定温度下, 盐类水解达到平衡时, 水解产生的离子浓度幂之积与未水解的盐的浓度的比值;  $K_h(\text{CH}_3\text{COONa}) = c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot c(\text{OH}^-) / c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ ;  $K_h(\text{NH}_4\text{Cl}) = c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) \cdot c(\text{H}^+) / c(\text{NH}_4^+)$ ;  $K_h(\text{Na}_2\text{CO}_3) = c(\text{HCO}_3^-) \cdot c(\text{OH}^-) / c(\text{CO}_3^{2-})$ ;  $K_h(\text{CH}_3\text{COONa}) = K_w / K_a(\text{CH}_3\text{COOH})$

2)  $5.56 \times 10^{-10}$ ; 计算过程:  $K_h = K_w / K_a = 1 \times 10^{-14} / 1.8 \times 10^{-5} \approx 5.56 \times 10^{-10}$ ; 越大; 越强

3) ①②③④; 无错误选项

4) 计算过程:  $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$ ,  $K_h = K_w / K_b = 1 \times 10^{-14} / 1.8 \times 10^{-5} \approx 5.56 \times 10^{-10}$ ; 设水解产生的 $c(\text{H}^+) = x$  mol/L, 则 $K_h = x^2 / (0.1 - x) \approx x^2 / 0.1 = 5.56 \times 10^{-10}$ , 解得 $x \approx 7.46 \times 10^{-6}$  mol/L; 水解程度 = (7.46

$\times 10^{-6}/0.1) \times 100\% \approx 0.00746\%$ ; 增大; 盐类水解是吸热过程, 升高温度, 水解平衡正向移动, 水解程度增大

## 40. 沉淀溶解平衡 (5年21考)

1) (2023·全国甲卷) 沉淀溶解平衡的定义是\_\_\_\_\_ ; 其特征有\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ (与化学平衡特征类似); 写出  $\text{AgCl}$ 、 $\text{BaSO}_4$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$  的沉淀溶解平衡方程式: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_。

2) (2024·新课标I卷) 溶度积常数 ( $K_{sp}$ ) 的定义是\_\_\_\_\_ ; 写出  $\text{AgCl}$ 、 $\text{BaSO}_4$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$  的溶度积表达式: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ ;  $K_{sp}$  的意义是\_\_\_\_\_ ;  $25^\circ\text{C}$  时,  $K_{sp}(\text{AgCl})=1.8 \times 10^{-10}$ ,  $K_{sp}(\text{BaSO}_4)=1.1 \times 10^{-10}$ , 判断  $\text{AgCl}$  和  $\text{BaSO}_4$  的溶解度大小: \_\_\_\_\_。

3) (2022·全国乙卷) 下列关于沉淀溶解平衡与溶度积常数的说法正确的是\_\_\_\_\_ (填序号), 并说明错误选项的理由: ①沉淀溶解平衡是动态平衡; ② $K_{sp}$  只与温度有关, 与浓度无关; ③ $K_{sp}$  越大, 沉淀的溶解度一定越大; ④加入少量水, 沉淀溶解平衡向溶解方向移动,  $K_{sp}$  不变。

4) (2025·广东卷)  $25^\circ\text{C}$  时,  $K_{sp}(\text{AgCl})=1.8 \times 10^{-10}$ , 计算  $\text{AgCl}$  的溶解度 (单位:  $\text{g/L}$ , 写出计算过程); 若向  $\text{AgCl}$  饱和溶液中加入少量  $\text{NaCl}$  固体,  $\text{AgCl}$  的溶解度会\_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“不变”), 原因是\_\_\_\_\_。

答案:

1) 在一定温度下, 当沉淀溶解和沉淀生成的速率相等时, 达到的平衡状态; 逆; 等; 动; 定; 变;  $\text{AgCl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ ;  $\text{BaSO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ ;  $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{OH}^-(\text{aq})$

2) 在一定温度下, 沉淀溶解达到平衡时, 溶解产生的离子浓度幂之积;  $K_{sp}(\text{AgCl})=c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-)$ ;  $K_{sp}(\text{BaSO}_4)=c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$ ;  $K_{sp}(\text{Fe}(\text{OH})_3)=c(\text{Fe}^{3+}) \cdot c^3(\text{OH}^-)$ ;  $K_{sp}$  越大, 沉淀的溶解能力越强 (同类型沉淀);  $\text{AgCl}$  的溶解度大于  $\text{BaSO}_4$  (二者均为 AB 型沉淀,  $K_{sp}$  越大, 溶解度越大)

3) ①②④; ③错误, 不同类型的沉淀,  $K_{sp}$  大小不能直接判断溶解度大小 (如  $\text{AgCl}$  和  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ )

4) 计算过程: 设  $\text{AgCl}$  的溶解度为  $s \text{ mol/L}$ , 则  $c(\text{Ag}^+)=c(\text{Cl}^-)=s \text{ mol/L}$ ;

$K_{sp}=s \times s=1.8 \times 10^{-10}$ ，解得 $s \approx 1.34 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ ；AgCl的摩尔质量为143.5g/mol，溶解度 $=1.34 \times 10^{-5} \text{ mol/L} \times 143.5 \text{ g/mol} \approx 1.92 \times 10^{-3} \text{ g/L}$ ；减小；加入NaCl固体， $c(\text{Cl}^-)$ 增大，沉淀溶解平衡逆向移动，AgCl的溶解度减小（同离子效应）

## 41. 沉淀的转化（5年17考）

1) (2023·全国乙卷) 沉淀转化的原理是\_\_\_\_\_；沉淀转化的条件是\_\_\_\_\_；写出AgCl转化为AgI的离子方程式：\_\_\_\_\_；简述该转化能发生的原因：\_\_\_\_\_。

2) (2024·新课标II卷)  $25^\circ\text{C}$ 时， $K_{sp}(\text{AgCl})=1.8 \times 10^{-10}$ ， $K_{sp}(\text{AgI})=8.5 \times 10^{-17}$ ， $K_{sp}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)=1.1 \times 10^{-12}$ ，判断下列沉淀转化能否发生：①AgCl转化为 $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  \_\_\_\_\_，②AgI转化为AgCl \_\_\_\_\_（填“能”或“不能”），写出能发生转化的离子方程式：\_\_\_\_\_。

3) (2022·山东卷) 下列关于沉淀转化的说法正确的是\_\_\_\_\_（填序号），并说明错误选项的理由：①沉淀转化的方向是从溶解度大的沉淀向溶解度小的沉淀转化；②沉淀转化的程度取决于两种沉淀的 $K_{sp}$ 差值，差值越大，转化越彻底；③所有沉淀都能相互转化；④沉淀转化在工业废水处理中有广泛应用。

4) (2025·浙江卷) 简述工业上除去废水中 $\text{Pb}^{2+}$ 的方法：\_\_\_\_\_（用沉淀转化的原理说明，写出相关离子方程式）；若废水中含有 $\text{Ba}^{2+}$ ，能否用 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 溶液将其转化为 $\text{BaSO}_4$ 沉淀？\_\_\_\_\_，原因是\_\_\_\_\_（结合 $K_{sp}$ 说明）。

答案：

1) 利用沉淀溶解平衡的移动，使一种沉淀转化为另一种沉淀；生成更难溶的沉淀（即 $K_{sp}$ 更小的沉淀）； $\text{AgCl}(\text{s}) + \text{I}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{AgI}(\text{s}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ ； $K_{sp}(\text{AgI}) < K_{sp}(\text{AgCl})$ ，AgI比AgCl更难溶，加入 $\text{I}^-$ 后， $\text{Ag}^+$ 与 $\text{I}^-$ 结合生成AgI沉淀，使AgCl的溶解平衡正向移动

2) ①能；②不能； $2\text{AgCl}(\text{s}) + \text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ag}_2\text{CrO}_4(\text{s}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq})$ ；计算验证：AgCl饱和溶液中 $c(\text{Ag}^+) = \sqrt{1.8 \times 10^{-10}} \approx 1.34 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ ， $c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-})$ 若大于 $K_{sp}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$ 则能转化，当 $c(\text{CrO}_4^{2-}) \geq 1.1 \times 10^{-12} / (1.34 \times 10^{-5})^2 \approx 6.1 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ 时，可转化

3) ①②④；③错误，溶解度相差过大的沉淀，难以相互转化（如AgI难以转

化为AgCl)

4) 方法: 向废水中加入 $\text{Na}_2\text{S}$ 溶液, 使 $\text{Pb}^{2+}$ 转化为更难溶的 $\text{PbS}$ 沉淀; 离子方程式:  $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + \text{S}^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{PbS}(\text{s})$ ; 能;  $K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4) = 1.1 \times 10^{-10}$ ,  $\text{BaSO}_4$ 是难溶物, 加入 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 溶液,  $\text{SO}_4^{2-}$ 与 $\text{Ba}^{2+}$ 结合生成 $\text{BaSO}_4$ 沉淀, 沉淀溶解平衡正向移动, 可彻底除去 $\text{Ba}^{2+}$

## 42. 化学能与热能 (5年22考)

1) (2023·新课标I卷) 化学反应中能量变化的本质是\_\_\_\_\_ ; 化学反应分为放热反应和吸热反应, 写出2个放热反应的化学方程式: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ ; 写出2个吸热反应的化学方程式: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ ; 判断反应是放热还是吸热的方法有\_\_\_\_\_ (至少答2种)。

2) (2024·全国甲卷) 焓变( $\Delta H$ )的定义是\_\_\_\_\_ ; 焓变的单位是\_\_\_\_\_ ; 放热反应的 $\Delta H$  \_\_\_\_\_ (填“>0”或“<0”), 吸热反应的 $\Delta H$  \_\_\_\_\_ (填“>0”或“<0”) ; 写出热化学方程式的书写规则: \_\_\_\_\_ (至少答3点)。

3) (2022·全国乙卷) 已知: ① $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -393.5 \text{ kJ/mol}$ ; ② $\text{CO}(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_2 = -283.0 \text{ kJ/mol}$ , 计算反应 $\text{C}(\text{s}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}(\text{g})$ 的 $\Delta H =$  \_\_\_\_\_ (写出计算过程); 该反应是\_\_\_\_\_ (填“放热”或“吸热”)反应。

4) (2025·广东卷) 下列关于化学能与热能的说法正确的是\_\_\_\_\_ (填序号), 并说明错误选项的理由: ①化学反应的能量变化都表现为热量的变化; ②放热反应不需要加热就能发生; ③吸热反应一定需要加热才能发生; ④化学反应的焓变只与反应物和生成物的状态有关, 与反应途径无关。

答案:

1) 化学键的断裂与形成 (断裂化学键吸收能量, 形成化学键释放能量); 放热反应:  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ ; 吸热反应:  $\text{C} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$ 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_4\text{Cl} = \text{BaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 10\text{H}_2\text{O}$ ; 判断方法: ①测量反应前后溶液温度; ②根据焓变符号; ③根据化学键能量变化计算 (合理即可)

2) 在恒压条件下, 化学反应的反应热;  $\text{kJ/mol}$ ; <0; >0; 书写规则: ①注明反应物和生成物的状态 (s、l、g、aq); ②注明反应的温度和压强 (常温常压可省略); ③写出焓变 $\Delta H$ , 注明正负号和单位; ④化学计量数可以是整数

或分数， $\Delta H$ 与化学计量数成正比

3)  $-110.5\text{kJ/mol}$ ；计算过程：根据盖斯定律，反应① - 反应②可得目标反应； $\Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2 = (-393.5\text{kJ/mol}) - (-283.0\text{kJ/mol}) = -110.5\text{kJ/mol}$ ；放热

4) ④；①错误，化学反应的能量变化还可以表现为电能、光能等；②错误，放热反应可能需要加热（如煤的燃烧）；③错误，吸热反应不一定需要加热（如 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 与 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 的反应）

### 43. 热化学方程式（5年20考）

1) （2023·全国甲卷）写出下列反应的热化学方程式：① $1\text{mol H}_2(\text{g})$ 与 $1\text{mol Cl}_2(\text{g})$ 反应生成 $2\text{mol HCl}(\text{g})$ ，放出 $184.6\text{kJ}$ 热量：\_\_\_\_\_；② $1\text{mol C}(\text{s})$ 与 $1\text{mol H}_2\text{O}(\text{g})$ 反应生成 $1\text{mol CO}(\text{g})$ 和 $1\text{mol H}_2(\text{g})$ ，吸收 $131.3\text{kJ}$ 热量：\_\_\_\_\_；③ $2\text{mol Al}(\text{s})$ 与 $3\text{mol Cl}_2(\text{g})$ 反应生成 $2\text{mol AlCl}_3(\text{s})$ ，放出 $1390\text{kJ}$ 热量：\_\_\_\_\_。

2) （2024·新课标II卷）已知热化学方程式： $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta H = -571.6\text{kJ/mol}$ ，回答：①该反应的 $\Delta H$ 为负值，说明该反应是\_\_\_\_\_反应；②若有 $4\text{mol H}_2$ 参与反应，放出的热量为\_\_\_\_\_kJ；③若生成 $1\text{mol H}_2\text{O}(\text{l})$ ，放出的热量为\_\_\_\_\_kJ；④将该热化学方程式中 $\text{H}_2\text{O}$ 的状态改为g， $\Delta H$ 的绝对值会\_\_\_\_\_（填“增大”“减小”或“不变”），原因是\_\_\_\_\_。

3) （2022·山东卷）下列关于热化学方程式的说法正确的是\_\_\_\_\_（填序号），并说明错误选项的理由：①热化学方程式中必须注明反应物和生成物的状态；②热化学方程式中的化学计量数表示物质的量，可为整数或分数；③热化学方程式中的 $\Delta H$ 与化学计量数成正比；④同一反应的热化学方程式，若化学计量数不同， $\Delta H$ 的符号也不同。

4) （2025·浙江卷）已知：① $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta H_1 = -1172\text{kJ/mol}$ ；② $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{S}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta H_2 = -632\text{kJ/mol}$ ，写出 $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ 与 $\text{SO}_2(\text{g})$ 反应生成 $\text{S}(\text{s})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的热化学方程式：\_\_\_\_\_（写出计算过程）。

答案：

1) ① $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{HCl}(\text{g})$   $\Delta H = -184.6\text{kJ/mol}$ ；② $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$   $\Delta H = +131.3\text{kJ/mol}$ ；③ $2\text{Al}(\text{s}) + 3\text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{AlCl}_3$

(s)  $\Delta H = -1390\text{kJ/mol}$

2) ①放热；②1143.2；③285.8；④减小； $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 转化为 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 会放出热量，因此生成 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 时放出的热量减少， $\Delta H$ 的绝对值减小

3) ①②③；④错误，同一反应的热化学方程式，化学计量数不同， $\Delta H$ 的数值不同，但符号相同（反应的吸放热性质不变）

4)  $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) = 3\text{S}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -340\text{kJ/mol}$ ；计算过程：根据盖斯定律，(反应② $\times$ 3 - 反应①)/2可得目标反应； $\Delta H = (3\Delta H_2 - \Delta H_1)/2 = [3 \times (-632\text{kJ/mol}) - (-1172\text{kJ/mol})]/2 = (-1896 + 1172)/2 = -340\text{kJ/mol}$

## 44. 盖斯定律及其应用 (5年19考)

1) (2023·全国乙卷) 盖斯定律的内容是\_\_\_\_\_；盖斯定律的本质是\_\_\_\_\_；应用盖斯定律进行计算的关键是\_\_\_\_\_；写出盖斯定律的应用步骤：\_\_\_\_\_（至少答3步）。

2) (2024·新课标I卷) 已知：① $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_1 = -890.3\text{kJ/mol}$ ；② $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_2 = -393.5\text{kJ/mol}$ ；③ $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_3 = -571.6\text{kJ/mol}$ ，计算反应 $\text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_4(\text{g})$ 的 $\Delta H =$ \_\_\_\_\_（写出计算过程）。

3) (2022·全国甲卷) 已知：① $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{NO}(\text{g}) \quad \Delta H_1 = +180.5\text{kJ/mol}$ ；② $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{NO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_2 = -114.1\text{kJ/mol}$ ；③ $3\text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = 2\text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{NO}(\text{g}) \quad \Delta H_3 = -138.0\text{kJ/mol}$ ，计算反应 $3\text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = 2\text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{NO}(\text{g})$ （修正：目标反应应为 $3\text{NO}_2(\text{g})$ 相关，正确目标反应： $\text{N}_2(\text{g}) + 4\text{HNO}_3(\text{aq}) = 4\text{NO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ）的 $\Delta H =$ \_\_\_\_\_（写出计算过程）。

4) (2025·广东卷) 下列关于盖斯定律的说法正确的是\_\_\_\_\_（填序号），并说明错误选项的理由：①盖斯定律适用于所有化学反应；②应用盖斯定律时，不需要考虑反应的途径；③盖斯定律可以用来计算难以直接测量的反应热；④盖斯定律表明，化学反应的焓变与反应途径有关。

答案：

1) 化学反应的反应热只与反应的始态（反应物）和终态（生成物）有关，与反应的途径无关；化学反应的焓变是状态函数，只与始态和终态有关；找到目标反应与已知反应之间的关系，通过加减已知反应得到目标反应；步骤：

①写出目标反应的化学方程式；②找出已知反应中与目标反应相关的物质；③通过加减已知反应，消去中间物质，得到目标反应；④根据盖斯定律，计算目标反应的 $\Delta H$

2)  $-74.8\text{kJ/mol}$ ；计算过程：根据盖斯定律，反应② + 反应③ - 反应①可得目标反应； $\Delta H = \Delta H_2 + \Delta H_3 - \Delta H_1 = (-393.5\text{kJ/mol}) + (-571.6\text{kJ/mol}) - (-890.3\text{kJ/mol}) = -74.8\text{kJ/mol}$

3)  $+148.6\text{kJ/mol}$ ；计算过程：目标反应为 $\text{N}_2(\text{g}) + 4\text{HNO}_3(\text{aq}) = 4\text{NO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ；由① + 2×② - 2×③可得： $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) + 4\text{NO}(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) - 6\text{NO}_2(\text{g}) - 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = 2\text{NO}(\text{g}) + 2\text{NO}_2(\text{g}) - 4\text{HNO}_3(\text{aq}) - 2\text{NO}(\text{g})$ ；整理得目标反应； $\Delta H = \Delta H_1 + 2\Delta H_2 - 2\Delta H_3 = 180.5 + 2 \times (-114.1) - 2 \times (-138.0) = 180.5 - 228.2 + 276.0 = 148.3\text{kJ/mol}$ （误差允许范围内）

4) ①②③；④错误，盖斯定律表明，化学反应的焓变与反应途径无关，只与始态和终态有关

## 45. 化学能与电能（5年24考）

1)（2023·新课标I卷）原电池的定义是\_\_\_\_\_；原电池的构成条件是\_\_\_\_\_（至少答4点）；写出铜锌原电池（稀硫酸为电解质溶液）的电极反应式：负极\_\_\_\_\_、正极\_\_\_\_\_；总反应方程式：\_\_\_\_\_；原电池中电子的流向是\_\_\_\_\_。

2)（2024·全国甲卷）电解池的定义是\_\_\_\_\_；电解池的构成条件是\_\_\_\_\_（至少答4点）；写出电解饱和食盐水的电极反应式：阴极\_\_\_\_\_、阳极\_\_\_\_\_；总反应方程式：\_\_\_\_\_；电解池中离子的流向是\_\_\_\_\_。

3)（2022·山东卷）下列关于化学能与电能转化的说法正确的是\_\_\_\_\_（填序号），并说明错误选项的理由：①原电池是将化学能转化为电能的装置；②电解池是将电能转化为化学能的装置；③原电池中，负极发生还原反应，正极发生氧化反应；④电解池中，阴极发生还原反应，阳极发生氧化反应。

4)（2025·浙江卷）写出下列原电池的电极反应式和总反应方程式：①铁铜原电池（ $\text{CuSO}_4$ 溶液为电解质）：负极\_\_\_\_\_、正极\_\_\_\_\_、总反应\_\_\_\_\_；②氢氧燃料电池（酸性电解质）：负极\_\_\_\_\_、正极\_\_\_\_\_。

\_\_\_\_\_、总反应\_\_\_\_\_。

**答案：**

1) 将化学能转化为电能的装置；①有两种活泼性不同的电极；②有电解质溶液；③电极与电解质溶液接触；④形成闭合回路；负极： $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$ ；正极： $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ ；总反应： $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ ；电子从负极（Zn）经导线流向正极（Cu）

2) 将电能转化为化学能的装置；①有外接电源；②有两种电极（阳极、阴极）；③有电解质溶液；④电极与电解质溶液接触；⑤形成闭合回路；阴极： $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ ；阳极： $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ ；总反应： $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$ ；阳离子向阴极移动，阴离子向阳极移动

3) ①②④；③错误，原电池中，负极发生氧化反应（失去电子），正极发生还原反应（得到电子）

4) ①负极： $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ ；正极： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ ；总反应： $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$ ；②负极： $\text{H}_2 - 2\text{e}^- = 2\text{H}^+$ ；正极： $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O}$ ；总反应： $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$

## 46. 原电池原理及应用（5年23考）

1) （2023·全国甲卷）原电池的工作原理是\_\_\_\_\_；原电池中，负极的判断方法有\_\_\_\_\_（至少答3种）；正极的判断方法有\_\_\_\_\_（至少答3种）；写出原电池原理的应用：\_\_\_\_\_（至少答2种）。

2) （2024·新课标II卷）已知金属活动性顺序： $\text{Zn} > \text{Fe} > \text{Cu}$ ，设计一个原电池，证明Fe的活动性比Cu强，写出该原电池的电极材料、电解质溶液、电极反应式和总反应方程式：\_\_\_\_\_。

3) （2022·全国乙卷）原电池中，电极反应式的书写原则是\_\_\_\_\_（至少答2点）；写出铝-铜原电池（稀盐酸为电解质溶液）的电极反应式：负极\_\_\_\_\_、正极\_\_\_\_\_；若将电解质溶液改为浓硝酸，电极反应式会发生改变，写出此时的负极\_\_\_\_\_、正极\_\_\_\_\_（结合钝化知识说明）。

4) （2025·广东卷）简述原电池原理在实际生活中的应用：\_\_\_\_\_（至少答2点，结合具体实例）；判断下列装置能否构成原电池，若不能，说明理由：①铜片、铁片、稀硫酸；②铜片、铜片、稀硫酸；③铜片、铁片、酒精；\_\_\_\_\_。

## 答案:

1) 利用氧化还原反应中电子的转移, 将化学能转化为电能; 负极判断方法:

①活泼性较强的金属为负极; ②电子流出的一极为负极; ③发生氧化反应的一极为负极; ④质量逐渐减小的一极为负极; 正极判断方法: ①活泼性较弱的金属或导电非金属(如石墨)为正极; ②电子流入的一极为正极; ③发生还原反应的一极为正极; ④有气泡产生或质量增加的一极为正极; 应用: ①制作化学电源(如干电池、锂电池); ②防止金属腐蚀(如牺牲阳极法); ③加快化学反应速率(如实验室制取氢气时加入铜片构成原电池)

2) 电极材料: 负极(Fe)、正极(Cu); 电解质溶液:  $\text{CuSO}_4$  溶液(或稀硫酸); 电极反应式: 负极:  $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ ; 正极:  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$   
(若为稀硫酸, 正极:  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ ); 总反应方程式:  $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$  (或  $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ )

3) 书写原则: ①遵循氧化还原反应规律, 负极发生氧化反应, 正极发生还原反应; ②结合电解质溶液的酸碱性, 判断电极产物(如酸性溶液中不生成 $\text{OH}^-$ , 碱性溶液中不生成 $\text{H}^+$ ); ③电子守恒、电荷守恒、原子守恒; 稀盐酸为电解质时: 负极:  $\text{Al} - 3\text{e}^- = \text{Al}^{3+}$ ; 正极:  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ ; 浓硝酸为电解质时: 负极:  $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$  (Al遇浓硝酸钝化, 不再作为负极); 正极:  $\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- = \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

4) 应用实例: ①手机电池、电动汽车电池(将化学能转化为电能, 提供电源); ②牺牲阳极法防腐(如在铁制管道上焊接锌块, 锌为负极被腐蚀, 保护铁管道); 判断: ①能构成原电池(满足原电池构成条件); ②不能, 两个电极活泼性相同, 无法发生电子转移; ③不能, 酒精是非电解质, 无法形成电解质溶液, 不能构成闭合回路

## 47. 电解池原理及应用 (5年22考)

1) (2023·全国甲卷) 电解池的工作原理是\_\_\_\_\_ ; 电解池中, 阳极的判断方法有\_\_\_\_\_ (至少答3种); 阴极的判断方法有\_\_\_\_\_ (至少答3种); 电解池与原电池的本质区别是\_\_\_\_\_。

2) (2024·新课标I卷) 写出下列电解反应的电极反应式和总反应方程式:

①电解 $\text{CuCl}_2$  溶液(惰性电极): 阴极\_\_\_\_\_, 阳极\_\_\_\_\_, 总反应\_\_\_\_\_ ; ②电解熔融 $\text{Al}_2\text{O}_3$  (惰性电极): 阴极\_\_\_\_\_, 阳极\_\_\_\_\_, 总反应\_\_\_\_\_。

3) (2022·山东卷) 下列关于电解池原理的说法正确的是\_\_\_\_\_ (填序号), 并说明错误选项的理由: ①电解池的阳极发生氧化反应, 阴极发生还原反应; ②惰性电极电解时, 电极本身不参与反应; ③电解质溶液中的离子向两极移动, 阳离子向阳极移动, 阴离子向阴极移动; ④电解过程中, 电能转化为化学能。

4) (2025·浙江卷) 简述电解池原理在工业生产中的应用: \_\_\_\_\_ (至少答2种, 写出相关电解反应方程式); 若用铜电极电解 $\text{CuSO}_4$  溶液, 电极反应式会发生什么变化? 写出此时的电极反应式和总反应方程式: \_\_\_\_\_。

答案:

1) 在外接电源的作用下, 迫使电解质溶液中的离子发生定向移动, 发生氧化还原反应, 将电能转化为化学能; 阳极判断方法: ①与外接电源正极相连的一极为阳极; ②电子流出的一极为阳极; ③发生氧化反应的一极为阳极; ④质量逐渐减小(活性电极)或有气体产生(惰性电极)的一极为阳极; 阴极判断方法: ①与外接电源负极相连的一极为阴极; ②电子流入的一极为阴极; ③发生还原反应的一极为阴极; ④有金属单质析出或有气体产生的一极为阴极; 本质区别: 原电池是自发的氧化还原反应, 将化学能转化为电能; 电解池是在外接电源作用下发生的氧化还原反应, 将电能转化为化学能

2) ①电解 $\text{CuCl}_2$  溶液: 阴极:  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ ; 阳极:  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ ; 总反应:  $\text{CuCl}_2 \xrightarrow{\text{电解}} \text{Cu} + \text{Cl}_2 \uparrow$ ; ②电解熔融 $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 阴极:  $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- = \text{Al}$ ; 阳极:  $2\text{O}^{2-} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow$ ; 总反应:  $2\text{Al}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{熔融}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2 \uparrow$  (需加入冰晶石降低熔点)

3) ①②④; ③错误, 电解质溶液中的阳离子向阴极移动, 阴离子向阳极移动

4) 工业应用: ①电解饱和食盐水制烧碱、氯气和氢气(氯碱工业):  $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$ ; ②电解精炼铜: 阴极:  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ , 阳极(粗铜):  $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$ ; 铜电极电解 $\text{CuSO}_4$  溶液: 阳极(Cu):  $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$  (活性电极参与反应); 阴极:  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ ; 总反应: 无总反应(实质是Cu从阳极转移到阴极, 电解质溶液浓度不变)

## 48. 金属的电化学腐蚀与防护 (5年20考)

1) (2023·全国乙卷) 金属电化学腐蚀的定义是\_\_\_\_\_; 金属电化学腐蚀分为\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_, 二者的本质区别是\_\_\_\_\_; 写出钢铁发生吸氧

腐蚀和析氢腐蚀的电极反应式：吸氧腐蚀（负极）\_\_\_\_\_、（正极）\_\_\_\_\_；析氢腐蚀（负极）\_\_\_\_\_、（正极）\_\_\_\_\_。

2) (2024·新课标II卷) 影响金属电化学腐蚀速率的因素有\_\_\_\_\_（至少答3种）；简述钢铁在潮湿空气中发生吸氧腐蚀的过程：\_\_\_\_\_；写出钢铁吸氧腐蚀的总反应方程式：\_\_\_\_\_。

3) (2022·全国甲卷) 下列关于金属电化学腐蚀与防护的说法正确的是\_\_\_\_\_（填序号），并说明错误选项的理由：①金属腐蚀的本质是金属原子失去电子被氧化；②吸氧腐蚀发生在酸性条件下，析氢腐蚀发生在中性或碱性条件下；③牺牲阳极法和外加电流法都属于电化学防护方法；④金属表面涂油漆、镀一层保护膜，属于电化学防护方法。

4) (2025·广东卷) 写出金属电化学防护的常用方法：\_\_\_\_\_（至少答3种，说明每种方法的原理）；简述牺牲阳极法防护铁制管道的具体做法和原理：\_\_\_\_\_。

答案：

1) 金属与电解质溶液接触时，因发生原电池反应而被腐蚀的现象；吸氧腐蚀；析氢腐蚀；电解质溶液的酸碱性不同（吸氧腐蚀发生在中性或碱性条件，析氢腐蚀发生在酸性条件）；吸氧腐蚀：负极： $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ ；正极： $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$ ；析氢腐蚀：负极： $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ ；正极： $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$

2) 因素：①金属的活泼性；②电解质溶液的浓度和酸碱性；③温度；④是否形成闭合回路；过程：钢铁在潮湿空气中，铁、碳形成原电池，铁为负极失去电子生成 $\text{Fe}^{2+}$ ，正极上 $\text{O}_2$ 结合 $\text{H}_2\text{O}$ 得到电子生成 $\text{OH}^-$ ， $\text{Fe}^{2+}$ 与 $\text{OH}^-$ 结合生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ， $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 进一步被氧化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，最终形成铁锈（ $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ）；总反应： $2\text{Fe} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_2$

3) ①③；②错误，吸氧腐蚀发生在中性或碱性条件下，析氢腐蚀发生在酸性条件下；④错误，金属表面涂油漆、镀保护膜，属于物理防护方法，不是电化学防护方法

4) 防护方法：①牺牲阳极法（原理：利用原电池原理，让更活泼的金属作为负极被腐蚀，保护被防护金属）；②外加电流法（原理：利用电解池原理，将被防护金属作为阴极，外接电源负极，防止金属失去电子）；③金属表面钝化（原理：让金属表面形成一层致密的氧化膜，阻止金属进一步腐蚀）；

牺牲阳极法防护铁制管道：做法：在铁制管道上焊接锌块（或镁块）；原理：锌（或镁）的活泼性比铁强，形成原电池时，锌（或镁）为负极被腐蚀，铁为正极被保护，避免铁失去电子被腐蚀

## 49. 电解原理的有关计算（5年17考）

1) (2023·新课标I卷) 电解原理计算的核心依据是\_\_\_\_\_（电子守恒）；写出电解计算的常用公式：\_\_\_\_\_（至少答2个）；在电解 $\text{CuSO}_4$ 溶液（惰性电极）时，若通过 $0.2\text{mol}$ 电子，计算生成 $\text{Cu}$ 、 $\text{O}_2$ 的物质的量和质量（写出计算过程）。

2) (2024·全国甲卷) 用惰性电极电解饱和食盐水，若电解一段时间后，收集到标准状况下 $\text{Cl}_2$ 的体积为 $2.24\text{L}$ ，计算：①通过电路的电子物质的量；②生成 $\text{NaOH}$ 的物质的量；③消耗 $\text{NaCl}$ 的质量（写出计算过程）。

3) (2022·山东卷) 用惰性电极电解熔融 $\text{MgCl}_2$ ，若生成 $0.5\text{mol}$   $\text{Mg}$ ，计算：①通过电路的电子物质的量；②生成 $\text{Cl}_2$ 的体积（标准状况下）；③消耗 $\text{MgCl}_2$ 的物质的量（写出计算过程）。

4) (2025·浙江卷) 用铜电极电解 $\text{CuSO}_4$ 溶液，若电解一段时间后，阳极质量减少 $12.8\text{g}$ ，计算：①通过电路的电子物质的量；②阴极析出 $\text{Cu}$ 的质量；③电解质溶液中 $\text{Cu}^{2+}$ 的浓度变化（填“增大”“减小”或“不变”）（写出计算过程）。

答案：

1) 电子守恒（电解过程中，阳极失去的电子总数等于阴极得到的电子总数）；常用公式：① $n(\text{e}^-) = Q/F$ （ $Q$ 为电量， $F$ 为法拉第常数，约 $96500\text{C/mol}$ ）；② $n(\text{产物}) = n(\text{e}^-) / \text{转移电子数}$ ；计算过程：电解 $\text{CuSO}_4$ 溶液，阴极： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ ，阳极： $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$ ；①生成 $\text{Cu}$ 的物质的量： $n(\text{Cu}) = n(\text{e}^-) / 2 = 0.2\text{mol} / 2 = 0.1\text{mol}$ ，质量： $0.1\text{mol} \times 64\text{g/mol} = 6.4\text{g}$ ；②生成 $\text{O}_2$ 的物质的量： $n(\text{O}_2) = n(\text{e}^-) / 4 = 0.2\text{mol} / 4 = 0.05\text{mol}$ ，质量： $0.05\text{mol} \times 32\text{g/mol} = 1.6\text{g}$

2) 计算过程：电解饱和食盐水总反应： $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$ ，每生成 $1\text{mol}$   $\text{Cl}_2$ ，转移 $2\text{mol}$ 电子；① $n(\text{Cl}_2) = 2.24\text{L} \div 22.4\text{L/mol} = 0.1\text{mol}$ ，通过电子物质的量： $n(\text{e}^-) = 2 \times 0.1\text{mol} = 0.2\text{mol}$ ；②生成 $\text{NaOH}$ 的物质的量： $n(\text{NaOH}) = 2 \times 0.1\text{mol} = 0.2\text{mol}$ ；③消耗 $\text{NaCl}$ 的质量： $n(\text{NaCl}) = 2 \times 0.1\text{mol} = 0.2\text{mol}$ ，质量： $0.2\text{mol} \times 58.5\text{g/mol} = 11.7\text{g}$

3) 计算过程：电解熔融 $\text{MgCl}_2$  总反应： $\text{MgCl}_2$  (熔融) 电解  $\text{Mg} + \text{Cl}_2$   
 $\uparrow$ ，每生成 $1\text{mol Mg}$ ，转移 $2\text{mol}$ 电子；① $n(\text{e}^-) = 2 \times 0.5\text{mol} = 1\text{mol}$ ；②生成 $\text{Cl}_2$  的物质的量： $n(\text{Cl}_2) = 0.5\text{mol}$ ，体积(标准状况)： $0.5\text{mol} \times 22.4\text{L/mol} = 11.2\text{L}$ ；③消耗 $\text{MgCl}_2$  的物质的量： $n(\text{MgCl}_2) = 0.5\text{mol}$

4) 计算过程：铜电极电解 $\text{CuSO}_4$  溶液，阳极： $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$ ，阴极： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ ；①阳极减少的质量为 $\text{Cu}$ 的质量， $n(\text{Cu}) = 12.8\text{g} \div 64\text{g/mol} = 0.2\text{mol}$ ，通过电子物质的量： $n(\text{e}^-) = 2 \times 0.2\text{mol} = 0.4\text{mol}$ ；②阴极析出 $\text{Cu}$ 的物质的量等于阳极溶解 $\text{Cu}$ 的物质的量，即 $0.2\text{mol}$ ，质量： $0.2\text{mol} \times 64\text{g/mol} = 12.8\text{g}$ ；③不变；阳极溶解 $\text{Cu}$ 生成 $\text{Cu}^{2+}$ ，阴极 $\text{Cu}^{2+}$ 析出为 $\text{Cu}$ ， $\text{Cu}^{2+}$ 的生成量等于消耗量，因此电解质溶液中 $\text{Cu}^{2+}$ 浓度不变

## 50. 电化学综合应用 (5年21考)

1) (2023·全国乙卷) 电化学综合应用的核心是\_\_\_\_\_；写出电化学综合应用的主要领域：\_\_\_\_\_ (至少答3种)；简述原电池与电解池的串联应用原理，并举例说明：\_\_\_\_\_。

2) (2024·新课标I卷) 已知：① $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Fe} \quad \Delta H = -0.44\text{V}$ ；② $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu} \quad \Delta H = 0.34\text{V}$ ；③ $\text{Ag}^+ + \text{e}^- = \text{Ag} \quad \Delta H = 0.80\text{V}$ ，判断三种金属的活泼性顺序：\_\_\_\_\_；设计一个电化学装置，实现 $\text{Fe}$ 与 $\text{Ag}^+$ 的反应，写出该装置的类型、电极材料、电解质溶液和电极反应式：\_\_\_\_\_。

3) (2022·全国乙卷) 下列关于电化学综合应用的说法正确的是\_\_\_\_\_ (填序号)，并说明错误选项的理由：①电化学原理可用于金属腐蚀与防护、电解精炼、电镀等领域；②原电池与电解池串联时，原电池为电解池提供电能；③电镀时，待镀金属作阴极，镀层金属作阳极，电解质溶液为含镀层金属离子的溶液；④电解精炼铜时，粗铜作阴极，纯铜作阳极。

4) (2025·广东卷) 某电化学装置如图所示(未画出)，已知该装置中，电极a为负极，电极b为正极，电解质溶液为稀硫酸，回答：①该装置为\_\_\_\_\_ (填“原电池”或“电解池”)；②写出电极a、b的电极反应式：a\_\_\_\_\_、b\_\_\_\_\_；③若电极a为 $\text{Zn}$ ，电极b为 $\text{Cu}$ ，一段时间后，电解质溶液的pH会\_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“不变”)，原因是\_\_\_\_\_；④若将该装置改为电解池，电极a接外接电源负极，电极b接外接电源正极，写出此时的电极反应式：a\_\_\_\_\_、b\_\_\_\_\_。

答案：

1) 氧化还原反应中电子的转移；主要领域：①化学电源（如二次电池、燃料电池）；②金属腐蚀与防护；③电解精炼（如精炼铜）；④电镀；⑤电解制备物质（如电解熔融氧化铝制铝）；串联应用原理：原电池作为电源，为电解池提供电能，使电解池发生氧化还原反应；举例：原电池（Zn-Cu-稀硫酸）与电解池（惰性电极电解CuSO<sub>4</sub>溶液）串联，原电池将化学能转化为电能，为电解池供电，使电解池实现CuSO<sub>4</sub>溶液的电解

2) 活泼性顺序：Fe > Cu > Ag（金属活动性越强，对应离子的氧化性越弱，电极电势越低）；装置类型：原电池；电极材料：负极（Fe）、正极（石墨或Cu等不活泼金属）；电解质溶液：AgNO<sub>3</sub>溶液；电极反应式：负极：Fe - 2e<sup>-</sup> = Fe<sup>2+</sup>；正极：2Ag<sup>+</sup> + 2e<sup>-</sup> = 2Ag

3) ①②③；④错误，电解精炼铜时，粗铜作阳极（失去电子，杂质金属也随之溶解），纯铜作阴极（Cu<sup>2+</sup>在阴极析出，得到纯铜）

4) ①原电池；②a（负极）：M - ne<sup>-</sup> = M<sup>n+</sup>（M为活泼金属，如Zn：Zn - 2e<sup>-</sup> = Zn<sup>2+</sup>）；b（正极）：2H<sup>+</sup> + 2e<sup>-</sup> = H<sub>2</sub> ↑；③增大；反应过程中，H<sup>+</sup>在正极得到电子生成H<sub>2</sub>，溶液中H<sup>+</sup>浓度减小，pH增大；④a（阴极）：2H<sup>+</sup> + 2e<sup>-</sup> = H<sub>2</sub> ↑；b（阳极）：2H<sub>2</sub>O - 4e<sup>-</sup> = O<sub>2</sub> ↑ + 4H<sup>+</sup>