

## 第2课时 影响盐类水解的主要因素及盐类水解的应用

[核心素养发展目标] 1.变化观念与平衡思想：了解影响盐类水解平衡的因素，能多角度、动态地分析外界条件对盐类水解平衡的影响。2.科学探究与创新意识：了解盐类水解在生产生活、化学实验、科学研究中的应用。能发现和提出有关盐类水解的问题，并设计探究方案，进行实验探究。

### 一、影响盐类水解的主要因素

#### 1. 反应物本身性质的影响

盐类水解程度的大小主要由盐的性质所决定的，生成盐的弱酸(或弱碱)越难电离(电离常数越小)，盐的水解程度越大，即越弱越水解。

#### 2. 实验探究反应条件对盐类水解程度的影响

已知  $\text{FeCl}_3$  发生水解反应的离子方程式： $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ ，根据实验操作填写下表：

影响因素	实验步骤	实验现象	解释
盐的浓度	加入 $\text{FeCl}_3$ 固体，再测溶液的 pH	溶液颜色变深，溶液的 pH 变小	加入 $\text{FeCl}_3$ 固体， $c(\text{Fe}^{3+})$ 增大，水解平衡向正反应方向移动
溶液的酸碱度	加盐酸后，测溶液的 pH	溶液颜色变浅，溶液的 pH 变小	加入盐酸， $c(\text{H}^+)$ 增大，水解平衡向逆反应方向移动，但 $c(\text{H}^+)$ 仍比原平衡中 $c(\text{H}^+)$ 大
	加入少量 $\text{NaOH}$ 溶液	产生红褐色沉淀	加入氢氧化钠后， $\text{OH}^-$ 消耗 $\text{H}^+$ ， $c(\text{H}^+)$ 减小，水解平衡向正反应方向移动
温度	升高温度	溶液颜色变深	升高温度，水解平衡正向移动

**特别提醒** 盐类的水解平衡移动，符合勒夏特列原理。

#### 3. 盐的水解常数

(1)表达式

以  $\text{CH}_3\text{COONa}$  为例



$$K_h = \frac{c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}, \text{ 只与温度有关。}$$

(2)与对应弱酸电离常数的关系

$$K_a = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}$$

所以,  $K_h \cdot K_a = K_w$  或  $K_h = \frac{K_w}{K_a}$ 。

由此可看出, 弱酸或弱碱的电离常数越小(越弱), 其生成的盐水解的程度就越大。

**特别提醒**  $\text{NaHCO}_3$  溶液中, 水解程度和电离程度的相对大小可以以水解常数( $K_h$ )与电离常数( $K_{a2}$ )的相对大小进行比较。

### 【正误判断】

- (1)将醋酸钠溶液升高温度, 会促进水解, 溶液碱性增强(√)
- (2)将碳酸钠溶液加水稀释, 水解程度会增大, 所以其  $c(\text{OH}^-)$  增大(×)
- (3)向  $\text{FeCl}_3$  溶液中通入  $\text{HCl}$  气体, 将抑制其水解, 但  $c(\text{H}^+)$  增大(√)
- (4)对于  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液, 加水稀释或加入少量  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  固体, 均使  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的水解平衡向正反应方向移动(√)
- (5)等浓度的  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  溶液和  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液,  $\text{NH}_4^+$  的水解程度一样(×)

### 【深度思考】

1. 向纯碱溶液中滴入酚酞溶液:

(1)观察到的现象是\_\_\_\_\_ ,  
原因是\_\_\_\_\_ (用离子方程式表示)。

若微热溶液, 观察到的现象是\_\_\_\_\_ , 由此证明碳酸钠的水解是\_\_\_\_\_ (“吸热”或“放热”)反应。

(2) $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中  $\frac{c(\text{Na}^+)}{c(\text{CO}_3^{2-})}$  \_\_\_\_\_ 2 (填“大于”或“小于”), 能使其比值接近 2 的措施有 \_\_\_\_\_ (填序号)。

①加入适量盐酸 ②加入适量的  $\text{NaOH}$  溶液 ③加入适量的  $\text{KOH}$  溶液 ④加热 ⑤加入适量的  $\text{KHCO}_3$  固体

(3)若向溶液中加入少量氯化铁溶液, 观察到的现象是

\_\_\_\_\_,  
反应方程式是\_\_\_\_\_。

**答案** (1)溶液变红  $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{OH}^- + \text{HCO}_3^-$  红色加深 吸热

(2)大于 ③⑤

(3)红色变浅, 有红褐色沉淀生成, 有气体生成(或气泡冒出)  $2\text{Fe}^{3+} + 3\text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$

**解析** (1)因  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  水解溶液显碱性, 遇酚酞变红。加热, 水解程度变大, 碱性更强, 红色加深。(3)加入  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{OH}^-$  结合生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  (红褐色沉淀), 促进  $\text{CO}_3^{2-}$  水解, 同时会有  $\text{CO}_2$  气体产生。

2. 由数据分析, 室温下,  $\text{NaHSO}_3$  溶液呈酸性的原因? (已知  $\text{H}_2\text{SO}_3$   $K_{a1}=1.4\times 10^{-2}$ ,  $K_{a2}=6.0\times 10^{-8}$ )

提示  $\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{OH}^-$

$$K_h = \frac{c(\text{H}_2\text{SO}_3) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{HSO}_3^-)}$$

$$= \frac{c(\text{H}_2\text{SO}_3) \cdot c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HSO}_3^-) \cdot c(\text{H}^+)} = \frac{K_w}{K_{a1}} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1.4 \times 10^{-2}}$$

$$\approx 7.14 \times 10^{-13}$$

$K_h < K_{a2}$ , 因此  $\text{NaHSO}_3$  中电离程度大于水解程度, 呈酸性。

### ■ 方法指导 ■

#### 水解平衡移动的分析

- (1) 水解平衡正向移动, 离子的水解程度不一定增大。若升高温度水解平衡正向移动, 离子的水解程度增大, 若增大离子的浓度使水解平衡正向移动, 离子的水解程度反而减小。
- (2) 水解平衡移动, 水解平衡常数不一定改变。水解平衡常数只与温度有关。
- (3) 水解平衡移动符合勒夏特列原理。

#### 二、盐类水解的应用

##### 1. 在化学实验中的应用

应用	举例
判断溶液的酸碱性	$\text{FeCl}_3$ 溶液显酸性, 原因是 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$
判断酸性强弱	相同浓度的 $\text{NaX}$ 、 $\text{NaY}$ 、 $\text{NaZ}$ 溶液的 pH 分别为 8、9、10, 则酸性: <u><math>\text{HX} &gt; \text{HY} &gt; \text{HZ}</math></u>
配制或贮存易水解的盐溶液	配制 $\text{CuSO}_4$ 溶液时, 加入少量 $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 抑制 $\text{Cu}^{2+}$ 水解; 贮存 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液不能用磨口玻璃塞
胶体的制取	制取 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的离子反应: $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}^+$
制备无水盐	将挥发性酸的弱碱盐如 $\text{AlCl}_3$ 、 $\text{FeCl}_3$ 溶液蒸干时, 在通 $\text{HCl}$ 的气流中加热蒸干
判断离子是否共存	$\text{Al}^{3+}$ 与 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{HS}^-$ 、 $\text{AlO}_2^-$ ; $\text{Fe}^{3+}$ 与 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{AlO}_2^-$ ; $\text{NH}_4^+$ 与 $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{SiO}_3^{2-}$ 因相互促进水解强烈而不能大量共存
判断中和反应至中性的试剂用量	如 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 与 $\text{HCl}$ 反应至中性, <u><math>\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}</math></u> 过量, $\text{CH}_3\text{COOH}$ 与 $\text{NaOH}$ 反应至中性时 <u><math>\text{CH}_3\text{COOH}</math></u> 过量
制备无机化合物	如用 $\text{TiCl}_4$ 制备 $\text{TiO}_2$ , 其反应的化学方程式为 $\text{TiCl}_4 + (x+2)\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O} \downarrow + 4\text{HCl}$ 加入大量的水, 同时加热, 促使水解趋于完全

## 2.在生产生活中的应用

泡沫灭火器原理	泡沫灭火器中药品成分为 $\text{NaHCO}_3$ 与 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , 发生的反应为 $\text{Al}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$
作净水剂	明矾可作净水剂, 原理为 $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}^+$
化肥的使用	铵态氮肥与草木灰不得混合施用
除锈剂	$\text{NH}_4\text{Cl}$ 溶液与 $\text{ZnCl}_2$ 溶液可作焊接时的除锈剂, 原理为 $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$ 、 $\text{Zn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+$
热纯碱去污能力强	加热, 促进 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 的水解, 使 $c(\text{OH}^-)$ 增大, 去污能力增强

### 【正误判断】

- (1)热的纯碱溶液去污效果好, 是因为加热促进了水解,  $c(\text{OH}^-)$  增大(√)  
 (2)盐溶液都可用磨口玻璃塞的试剂瓶(×)  
 (3) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  溶液直接蒸干得不到  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  固体(×)  
 (4)由于  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  和  $\text{NH}_4^+$  相互促进水解, 所以没有  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  溶液(×)  
 (5)等浓度等体积的  $\text{CH}_3\text{COOH}$  与  $\text{NaOH}$  溶液混合, 恰好呈中性(×)

### 【深度思考】

1. 下列事实, 其中与盐类的水解有关的是\_\_\_\_\_。

- ① $\text{NaHSO}_4$  溶液呈酸性;  
 ②长期使用化肥 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  会使土壤酸性增大, 发生板结;  
 ③配制  $\text{CuCl}_2$  溶液, 用稀盐酸溶解  $\text{CuCl}_2$  固体;  
 ④实验室盛放纯碱溶液的试剂瓶不能用磨口玻璃塞;  
 ⑤氯化铵或氯化锌溶液可去除金属制品表面的锈斑;  
 ⑥加热  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  晶体, 往往得不到  $\text{FeCl}_3$  固体。

答案 ②③④⑤⑥

解析 ①中  $\text{NaHSO}_4$  为强酸强碱的酸式盐, 不发生水解, 显酸性是因为电离出  $\text{H}^+$  所致; ②中是  $\text{NH}_4^+$  水解显酸性所致; ③中  $\text{HCl}$  会抑制  $\text{Cu}^{2+}$  水解; ④中碳酸钠水解呈碱性; ⑤中  $\text{NH}_4^+$  或  $\text{Zn}^{2+}$  水解产生  $\text{H}^+$  与锈斑中的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  反应; ⑥加热时部分  $\text{FeCl}_3$  会发生水解。

2. 将下列固体物质溶于水, 再将其溶液加热、蒸发结晶, 再灼烧, 得到化学组成与原固体物质相同的是\_\_\_\_\_。

- ①胆矾 ②氯化铝 ③硫酸铝 ④氯化铜 ⑤硫酸亚铁 ⑥碳酸钠

答案 ③⑥

解析 胆矾  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  溶于水得  $\text{CuSO}_4$  溶液, 因硫酸难挥发, 蒸发结晶, 再灼烧得  $\text{CuSO}_4$ ;  $\text{AlCl}_3$ 、 $\text{CuCl}_2$  发生水解,  $\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl}$ ,  $\text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl}$ ,

加热时 HCl 不断挥发，平衡右移，不断生成  $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$  沉淀，灼烧得  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CuO}$ ； $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4$ ，硫酸难挥发，最终仍得  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 。硫酸亚铁在蒸干过程中易被氧化。

3. 在氯化铁溶液中存在下列平衡： $\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} \quad \Delta H > 0$ 。

回答下列问题：

- (1) 不断加热  $\text{FeCl}_3$  溶液，蒸干其水分并灼烧得到的固体可能是\_\_\_\_\_。
- (2) 在配制  $\text{FeCl}_3$  溶液时，为防止浑浊，应加入\_\_\_\_\_。
- (3) 为了除去  $\text{MgCl}_2$  酸性溶液中的  $\text{Fe}^{3+}$ ，可在加热搅拌的条件下加入  $\text{MgCO}_3$  固体，过滤后再加入足量盐酸。 $\text{MgCO}_3$  固体能除去  $\text{Fe}^{3+}$  的原因是\_\_\_\_\_。

答案 (1) $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (2)少量盐酸 (3) $\text{MgCO}_3$  促进了  $\text{Fe}^{3+}$  的水解，使  $\text{Fe}^{3+}$  转化为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀而除去

解析 (1) 加热蒸干  $\text{FeCl}_3$  溶液时， $\text{FeCl}_3$  水解生成氢氧化铁和 HCl，加热促进 HCl 挥发，从而促进  $\text{FeCl}_3$  水解，蒸干时得到氢氧化铁固体，灼烧氢氧化铁固体，氢氧化铁分解生成氧化铁和水，所以最终得到  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  固体。

(2)  $\text{FeCl}_3$  水解生成氢氧化铁和 HCl，为防止氯化铁水解，向溶液中滴加少量盐酸即可。

(3) 铁离子水解生成氢离子，碳酸镁和氢离子反应生成二氧化碳，从而促进铁离子水解生成氢氧化铁沉淀而除去。

## ■ 拓展视野 ■

### 盐溶液蒸干灼烧后所得产物的判断

(1) 强酸强碱盐溶液和水解生成难挥发性酸的盐溶液，蒸干后一般得到原物质，如  $\text{NaCl}$  溶液蒸干得  $\text{NaCl}$  固体， $\text{CuSO}_4$  溶液蒸干得  $\text{CuSO}_4$  固体。

(2) 盐溶液水解生成易挥发性酸时，蒸干后一般得到对应的弱碱，如  $\text{AlCl}_3$ 、 $\text{FeCl}_3$  溶液蒸干后一般得到  $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，若灼烧则会生成  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 。

(3) 酸根阴离子易水解的强碱盐，蒸干后可得到原物质，如  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液蒸干得  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  固体。

(4) 考虑盐受热时是否分解。因为  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 、 $\text{NaHCO}_3$ 、 $\text{NH}_4\text{Cl}$  固体受热易分解，因此蒸干灼烧后分别为  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$ ； $\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3$ ； $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_3 \uparrow + \text{HCl} \uparrow$ 。

(5) 还原性盐在蒸干时会被  $\text{O}_2$  氧化，如  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液蒸干得到  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ； $\text{FeSO}_4$  溶液蒸干得到  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 。

### 随堂演练 知识落实

1. 能促进水的电离，并使溶液中  $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$  的操作是( )

- ① 将水加热煮沸 ② 向水中投入一小块金属钠 ③ 向水中通  $\text{CO}_2$  ④ 向水中加入明矾晶体  
⑤ 向水中加  $\text{NaHCO}_3$  固体 ⑥ 向水中加  $\text{NaHSO}_4$  固体

A. ①②④⑤

B. ①④⑤

C. ③④⑤

D. ④

答案 D

2. 在  $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$  的平衡体系中, 要使平衡向水解方向移动, 且使溶液的 pH 增大, 应采取的措施是( )

A. 加热

B. 通入 HCl

C. 加入少量  $\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{s})$

D. 加入 NaCl 溶液

答案 D

解析 加热能使平衡向水解方向移动,  $c(\text{H}^+)$  增大, pH 减小; 通入 HCl 能增大  $c(\text{H}^+)$ , 抑制了水解, 且 pH 减小; 加入 NaCl 溶液, 相当于加水稀释, 能促进水解, 但因加入 NaCl 溶液稀释引起  $c(\text{H}^+)$  变小, 故 pH 增大。

3. 对滴有酚酞溶液的下列溶液, 下列操作后颜色变深的是( )

A. 明矾溶液加热

B.  $\text{CH}_3\text{COONa}$  溶液加热

C. 氨水中加入少量  $\text{NH}_4\text{Cl}$  固体

D. 小苏打溶液中加入少量 NaCl 固体

答案 B

解析 明矾溶液中  $\text{Al}^{3+}$  水解, 溶液呈酸性, 加热水解平衡向右移动,  $c(\text{H}^+)$  增大, 溶液仍无色, A 项错误;  $\text{CH}_3\text{COONa}$  溶液呈碱性, 加热促进水解, 溶液碱性增强, 溶液红色加深, B 项正确; 氨水中加入少量  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , 抑制  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  的电离, 溶液红色变浅, C 项错误; 小苏打溶液呈弱碱性, 加入 NaCl 对溶液酸碱性无影响, D 项错误。

4. (2019·湘潭高二检测)下列说法正确的是( )

A.  $\text{AlCl}_3$  溶液和  $\text{NaAlO}_2$  溶液加热、蒸发、浓缩、结晶、灼烧, 所得固体的成分相同

B. 配制  $\text{FeCl}_3$  溶液时, 将  $\text{FeCl}_3$  固体溶解在硫酸中, 然后再用水稀释到所需的浓度

C. 用加热的方法可除去  $\text{KNO}_3$  溶液中混有的  $\text{Fe}^{3+}$

D. 泡沫灭火器中常使用的原料是碳酸钠和硫酸铝

答案 C

解析  $\text{AlCl}_3$  溶液和  $\text{NaAlO}_2$  溶液的水解方程式分别为  $\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl}$ ,  $\text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH}$ , 加热促进水解, 由于盐酸是挥发性酸, 因此前者最终产物为  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 后者仍为  $\text{NaAlO}_2$ , 选项 A 错; 很显然所配得的  $\text{FeCl}_3$  溶液中混有杂质  $\text{SO}_4^{2-}$ , 选项 B 错; 由于  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ , 升高温度可促进水解而产生沉淀, 从而除去  $\text{Fe}^{3+}$  杂质, 选项 C 正确; 为了加快产生  $\text{CO}_2$  气体的速率, 泡沫灭火器中常使用的原料是碳酸氢钠和硫酸铝, 选项 D 错。









### 题组三 盐类水解对离子共存的影响

10. 在下列给定条件的溶液中, 一定能大量共存的离子组是( )

- A. 无色溶液:  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{H}^{+}$ 、 $\text{Cl}^{-}$ 、 $\text{HSO}_3^{-}$   
B. 能使 pH 试纸呈红色的溶液:  $\text{Na}^{+}$ 、 $\text{NH}_4^{+}$ 、 $\text{I}^{-}$ 、 $\text{NO}_3^{-}$   
C.  $\text{FeCl}_3$  溶液:  $\text{K}^{+}$ 、 $\text{Na}^{+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{AlO}_2^{-}$   
D. 常温下,  $\frac{K_w}{c(\text{H}^{+})} = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的溶液:  $\text{Na}^{+}$ 、 $\text{K}^{+}$ 、 $\text{SiO}_3^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^{-}$

答案 D

解析 A 中  $\text{H}^{+}$  与  $\text{HSO}_3^{-}$  不共存; B 中  $\text{NO}_3^{-}$  在酸性条件下具有强氧化性, 可氧化  $\text{I}^{-}$ , 不共存; C 中  $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{AlO}_2^{-}$  相互促进强烈水解生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$  不共存; D 中为碱性, 可共存。

11. 下列离子因发生相互促进的水解反应而不能大量共存的是( )

- A.  $\text{K}^{+}$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{AlO}_2^{-}$                       B.  $\text{MnO}_4^{-}$ 、 $\text{Na}^{+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{K}^{+}$   
C.  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{K}^{+}$                       D.  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^{-}$ 、 $\text{H}^{+}$ 、 $\text{NO}_3^{-}$

答案 A

解析 A 项,  $\text{Al}^{3+}$  与  $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{AlO}_2^{-}$  能发生相互促进的水解反应; C 中的  $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{S}^{2-}$  和 D 中的  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{H}^{+}$ 、 $\text{NO}_3^{-}$  都因为发生氧化还原反应而不能大量共存。

### 题组四 盐类水解的综合应用

12. 下列关于盐类水解的应用中, 说法正确的是( )

- A. 加热蒸干  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液, 最后可以得到  $\text{NaOH}$  溶液和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的混合固体  
B. 除去  $\text{MgCl}_2$  溶液中的  $\text{Fe}^{3+}$ , 可以加入  $\text{NaOH}$  固体  
C. 明矾净水的反应:  $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^{+}$   
D. 加热蒸干  $\text{KCl}$  溶液, 最后得到  $\text{KOH}$  固体(不考虑  $\text{CO}_2$  的反应)

答案 C

解析 A 项, 加热蒸干  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液, 得不到  $\text{NaOH}$ , 虽然加热促进  $\text{CO}_3^{2-}$  水解, 但生成的  $\text{NaHCO}_3$  又与  $\text{NaOH}$  反应生成了  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; B 项,  $\text{Mg}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$  均可与  $\text{OH}^{-}$  反应生成沉淀, 且引入了新杂质  $\text{Na}^{+}$ ; D 项,  $\text{KCl}$  不水解, 不可能得到  $\text{KOH}$  固体。

13. 下列实验操作能达到目的的是( )

- ①用  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液和  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  溶液反应制取  $\text{Al}_2\text{S}_3$  固体  
②用加热蒸发  $\text{K}_2\text{CO}_3$  溶液的方法获得  $\text{K}_2\text{CO}_3$  晶体  
③用  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液和  $\text{CuSO}_4$  溶液反应制取  $\text{CuS}$  固体  
④加热  $\text{MgCl}_2$  溶液制取  $\text{MgCl}_2$  固体

- A. ①②    B. ②③  
C. ③④    D. ①③

答案 B

解析  $\text{Al}^{3+}$  和  $\text{S}^{2-}$  在水溶液中会彻底水解得不到  $\text{Al}_2\text{S}_3$ ;  $\text{MgCl}_2$  在水溶液中水解, 蒸发过程中水解生成的  $\text{HCl}$  会挥发, 最后得到  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  而不是  $\text{MgCl}_2$ 。

### 综合强化

14. (2019·宜宾高二期末)(1)实验室在配制  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  的溶液时, 常将  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  固体先溶于较浓的硝酸中, 再用蒸馏水稀释到所需的浓度, 其目的是\_\_\_\_\_。

(2) $\text{FeCl}_3$  净水的原理是\_\_\_\_\_ (用离子方程式表示); 将  $\text{AlCl}_3$  溶液蒸干, 灼烧, 最后得到的主要固体产物是\_\_\_\_\_ (写化学式)。

(3)已知草酸是二元弱酸, 常温下测得  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{KHC}_2\text{O}_4$  的 pH 为 4.8, 则此  $\text{KHC}_2\text{O}_4$  溶液中  $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$  \_\_\_\_\_ (填“大于”“小于”或“等于”)  $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ 。

(4)泡沫灭火器内装有  $\text{NaHCO}_3$  饱和溶液, 该溶液呈碱性的原因是 \_\_\_\_\_ (用离子方程式表示); 灭火器内另一容器中装有  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  溶液, 该溶液呈酸性的原因是 \_\_\_\_\_ (用离子方程式表示); 当意外失火时, 使泡沫灭火器倒过来摇动即可使药液混合, 喷出大量的白色泡沫, 阻止火势蔓延, 其相关的离子方程式为 \_\_\_\_\_。

(5)25 °C 时,  $\text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{HSO}_3^- + \text{H}^+$  的电离常数  $K_a = 1 \times 10^{-2}$ , 则该温度下  $\text{NaHSO}_3$  水解反应的平衡常数  $K_h =$  \_\_\_\_\_, 若向  $\text{NaHSO}_3$  溶液中加入少量的  $\text{I}_2$ , 则溶液中  $\frac{c(\text{H}_2\text{SO}_3)}{c(\text{HSO}_3^-)}$  将 \_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“不变”)。

(6)在室温下,  $0.175 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  醋酸钠溶液的 pH 约为 \_\_\_\_\_ [已知醋酸根离子水解反应的平衡常数  $K_h = \frac{K_w}{K_a(\text{CH}_3\text{COOH})}$ ,  $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1.75 \times 10^{-5}$ ]。

答案 (1)抑制  $\text{Cu}^{2+}$  的水解 (2) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}^+$   $\text{Al}_2\text{O}_3$  (3)大于 (4) $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$   $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$   $3\text{HCO}_3^- + \text{Al}^{3+} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$  (5) $1 \times 10^{-12}$  增大 (6)9

解析 (1)在配制  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  溶液时,  $\text{Cu}^{2+}$  会发生水解:  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+$ , 故常将  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  固体先溶于较浓的硝酸中, 再用蒸馏水稀释到所需的浓度, 以此抑制  $\text{Cu}^{2+}$  的水解。(2) $\text{Fe}^{3+}$  水解产生  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体, 能够吸附水中悬浮的杂质形成沉淀而除去, 从而达到净水的目的, 其反应原理用离子方程式表示为  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}^+$ ;  $\text{AlCl}_3$  溶液在加热时水解生成  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , 生成的  $\text{HCl}$  易挥发, 蒸干后最终生成  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$  不稳定, 在灼烧时分解生成  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。(3) $\text{HC}_2\text{O}_4^-$  电离生成  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ,  $\text{HC}_2\text{O}_4^-$  水解生成  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , 由  $\text{KHC}_2\text{O}_4$  的 pH 为 4.8 可知,  $\text{HC}_2\text{O}_4^-$  的电离程度大于其水解程度, 故  $\text{KHC}_2\text{O}_4$  溶液中  $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$  大于  $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ 。(4)碳酸氢钠溶液中碳酸氢根离子的水解程度大于其电离程度, 溶液显碱性, 水解离子方程式为  $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$ , 硫酸铝是强酸弱碱盐,  $\text{Al}^{3+}$  能水解使溶液中氢离子浓度大于氢氧根离子浓度而导致其溶液呈酸性, 水解离子方程式为  $\text{Al}^{3+} +$

$3\text{H}_2\text{O} + \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ ; 碳酸氢钠和硫酸铝在水溶液中能相互促进水解, 生成二氧化碳和氢氧化铝, 离子方程式为  $3\text{HCO}_3^- + \text{Al}^{3+} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$ 。(5) $\text{H}_2\text{SO}_3$  的电离常数表达式为

$$K_a = \frac{c(\text{HSO}_3^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{H}_2\text{SO}_3)} = 1 \times 10^{-2}, \text{ 水的离子积常数 } K_w = c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-14}, \text{ NaHSO}_3 \text{ 的水}$$

解反应的平衡常数  $K_h = \frac{c(\text{H}_2\text{SO}_3) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{HSO}_3^-)} = \frac{c(\text{H}_2\text{SO}_3) \cdot K_w}{c(\text{HSO}_3^-) \cdot c(\text{H}^+)} = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-2}} = 1 \times 10^{-12}$ 。由  $K_h$

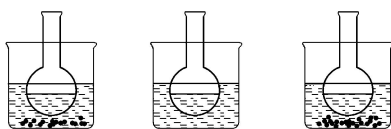
$$= \frac{c(\text{H}_2\text{SO}_3) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{HSO}_3^-)} \text{ 得 } \frac{c(\text{H}_2\text{SO}_3)}{c(\text{HSO}_3^-)} = \frac{K_h}{c(\text{OH}^-)}, \text{ 加入 } \text{I}_2 \text{ 后, } \text{HSO}_3^- \text{ 被氧化为 } \text{H}_2\text{SO}_4, c(\text{H}^+) \text{ 增大, } c(\text{OH}^-)$$

减小,  $K_h$  不变, 所以  $\frac{c(\text{H}_2\text{SO}_3)}{c(\text{HSO}_3^-)}$  增大。(6)醋酸根离子水解反应的平衡常数  $K_h = \frac{K_w}{K_a(\text{CH}_3\text{COOH})} =$

$$\frac{c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)} = \frac{c^2(\text{OH}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}, \text{ 则 } \frac{10^{-14}}{1.75 \times 10^{-5}} = \frac{c^2(\text{OH}^-)}{0.175}, \text{ 得 } c(\text{OH}^-) = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{ pH}$$

= 9。

15. 如图所示三个烧瓶中分别装入含酚酞的  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CH}_3\text{COONa}$  溶液, 并分别放置在盛有水的烧杯中, 然后向烧杯①中加入生石灰, 向烧杯③中加入  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  晶体, 烧杯②中不加任何物质。



①加入生石灰 ②室温 ③加入  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  晶体

(1)含酚酞的  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CH}_3\text{COONa}$  溶液显浅红色的原因为\_\_\_\_\_。

(2)实验过程中发现烧杯①中溶液红色变深, 烧杯③中溶液红色变浅, 则下列叙述正确的是\_\_\_\_\_(填字母)。

- A. 水解反应为放热反应
- B. 水解反应为吸热反应
- C.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  溶于水时放出热量
- D.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  溶于水时吸收热量

(3)向  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CH}_3\text{COONa}$  溶液中分别加入少量浓盐酸、 $\text{NaOH}$  固体、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  固体、 $\text{FeSO}_4$  固体, 使  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  水解平衡移动的方向分别为\_\_\_\_、\_\_\_\_、\_\_\_\_、\_\_\_\_(填“左”“右”或“不移动”)。

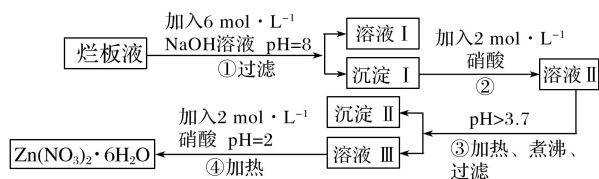
答案 (1) $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$ , 使溶液显碱性

(2)BD (3)右 左 左 右

解析 (1) $\text{CH}_3\text{COONa}$  中  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  水解使溶液显碱性, 碱性溶液使酚酞显红色。(2)生石灰与水反应放出大量的热, 根据烧瓶①中溶液的红色变深, 判断水解平衡向右移动, 说明水解反应是吸热的, 同时烧瓶③中溶液红色变浅, 则  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  溶于水时吸收热量。(3)酸促进  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  的水解; 碱抑制  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  的水解;  $\text{CO}_3^{2-}$  与  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  水解相互抑制;  $\text{Fe}^{2+}$  与  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  水解

相互促进。

16. (2020·南昌二中期中)“烂板液”指的是制印刷锌板时,用稀硝酸腐蚀锌板后得到的“废液”(含有少量  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ )。某化学兴趣小组用“烂板液”制取  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  的过程如下:



已知:  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  是一种无色晶体,其水溶液呈酸性,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$  能与碱反应,得到的产物具有两性。

(1)“烂板液”中溶质的主要成分是\_\_\_\_\_ (填化学式)。  
(2)在操作①中保持  $\text{pH}=8$  的目的是\_\_\_\_\_。

(3)沉淀 I 的主要成分是\_\_\_\_\_ (填化学式)。  
(4)操作③中加热煮沸的目的是\_\_\_\_\_；此步操作的理论依据是\_\_\_\_\_。  
(5)操作④保持  $\text{pH}=2$  的目的是\_\_\_\_\_；  
此步操作中加热所用的主要仪器是\_\_\_\_\_。

答案 (1) $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$

(2)防止生成的  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  沉淀被溶解

(3) $\text{Zn}(\text{OH})_2$  和  $\text{Fe}(\text{OH})_3$

(4)促使  $\text{Fe}^{3+}$  完全水解 温度越高,水解程度越大

(5)抑制  $\text{Zn}^{2+}$  水解 蒸发皿、酒精灯、铁架台、玻璃棒

解析 (1)由题意知,“烂板液”指的是稀硝酸腐蚀锌板后得到的“废液”,所以“烂板液”中溶质的主要成分应为  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 。(2)因为  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  具有两性,能与强碱反应,故操作①中保持  $\text{pH}=8$  的目的是防止生成的  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  沉淀被溶解。(3)在碱性条件下,  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$  都会转化为氢氧化物沉淀,所以沉淀 I 的主要成分为  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  和  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。(4)操作③是为了分离  $\text{Zn}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$ ,故加热煮沸是为了促使  $\text{Fe}^{3+}$  完全水解。(5)由“ $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  是一种无色晶体,其水溶液呈酸性”可知,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$  是一种强酸弱碱盐,易水解,故保持  $\text{pH}=2$  的目的是抑制  $\text{Zn}^{2+}$  水解。