

## 第三节 盐类的水解

### 第1课时 盐类的水解

[核心素养发展目标] 1.变化观念与平衡思想：认识盐类水解有一定限度，理解盐类水解的概念，能正确书写盐类水解的离子方程式和化学方程式。2.证据推理与模型认知：通过实验分析、推理等方法认识盐类水解的实质、掌握盐溶液呈酸、碱性的原因和规律，能根据盐的组成判断溶液的酸、碱性。

#### 一、盐溶液的酸碱性及原因

##### 1. 探究盐溶液的酸碱性

用 pH 计测定下列溶液的 pH 与 7 的关系，按强酸强碱盐、强酸弱碱盐、强碱弱酸盐分类完成下表。

盐溶液	pH	盐类型	酸碱性
NaCl	$\text{pH} \approx 7$	强酸强碱盐	中性
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	$\text{pH} \approx 7$		
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{pH} > 7$	强碱弱酸盐	碱性
$\text{NaHCO}_3$	$\text{pH} > 7$		
$\text{CH}_3\text{COONa}$	$\text{pH} > 7$		
$\text{FeCl}_3$	$\text{pH} < 7$	强酸弱碱盐	酸性
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	$\text{pH} < 7$		

##### 2.理论分析：盐溶液呈酸碱性的原因

###### (1)强酸强碱盐(以 NaCl 为例)

溶液中存在的离子	$\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ $\text{NaCl} = \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$
离子间能否相互作用生成弱电解质	否
$c(\text{H}^+)$ 和 $c(\text{OH}^-)$ 的相对大小	$c(\text{H}^+) \approx c(\text{OH}^-)$ ，呈中性，无弱电解质生成
理论解释	水的电离平衡不发生移动，溶液中 $c(\text{H}^+) \approx c(\text{OH}^-)$

(2)强酸弱碱盐(以  $\text{NH}_4\text{Cl}$  为例)

溶液中存在的离子	$\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ $\text{NH}_4\text{Cl} = \text{Cl}^- + \text{NH}_4^+$ $\text{OH}^- + \text{NH}_4^+ \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
离子间能否相互作用生成弱电解质	能
$c(\text{H}^+)$ 和 $c(\text{OH}^-)$ 的相对大小	$c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ , 呈酸性
理论解释	$\text{NH}_4^+$ 和 $\text{OH}^-$ 结合生成弱电解质 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , 使水的电离平衡向电离方向移动, 使溶液中 $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$
总反应离子方程式	$\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$

(3)强碱弱酸盐(以  $\text{CH}_3\text{COONa}$  为例)

溶液中存在的离子	$\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ $\text{CH}_3\text{COONa} = \text{Na}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$ $\text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^- \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH}$
离子间能否相互作用生成弱电解质	能
$c(\text{H}^+)$ 和 $c(\text{OH}^-)$ 的相对大小	$c(\text{H}^+) < c(\text{OH}^-)$ , 呈碱性
理论解释	$\text{CH}_3\text{COO}^-$ 和 $\text{H}^+$ 结合生成弱电解质 $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 使水的电离平衡向电离方向移动, 使溶液中 $c(\text{H}^+) < c(\text{OH}^-)$
总反应离子方程式	$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$

3. 盐类水解

(1)概念: 在水溶液中, 盐电离出来的离子与水电离出来的  $\text{H}^+$  或  $\text{OH}^-$  结合生成弱电解质的反应, 叫做盐类的水解。

(2)实质: 生成弱酸或弱碱, 使水的电离平衡被破坏而建立起新的平衡。

(3)盐类水解的特点

- ①——盐类水解是可逆反应, 是酸碱中和反应的逆反应
- ②——中和反应放热, 盐类的水解过程吸热
- ③——通常情况下, 盐类的水解程度很小

【正误判断】

- (1)盐类的水解过程促进了水的电离(√)
- (2)酸式盐溶液一定显酸性(×)
- (3)酸碱恰好中和生成的盐溶液一定显中性(×)
- (4)盐溶液显酸性、碱性还是中性, 取决于溶液中  $c(\text{H}^+)$  与  $c(\text{OH}^-)$  的相对大小(√)
- (5)盐水解后, 溶液不是呈酸性就是呈碱性(×)

## 【应用体验】

1. 有下列盐溶液:

①KNO<sub>3</sub> ②CuSO<sub>4</sub> ③K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ④FeCl<sub>3</sub> ⑤K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ⑥NaClO ⑦NH<sub>4</sub>Cl ⑧AgNO<sub>3</sub>

呈酸性的是\_\_\_\_\_ (填序号, 下同), 呈碱性的是\_\_\_\_\_, 呈中性的是\_\_\_\_\_。

答案 ②④⑦⑧ ③⑥ ①⑤

解析 CuSO<sub>4</sub>、AgNO<sub>3</sub>、FeCl<sub>3</sub>、NH<sub>4</sub>Cl 属于强酸弱碱盐, 溶液呈酸性; K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、NaClO 属于强碱弱酸盐, 溶液呈碱性; KNO<sub>3</sub>、K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 属于强酸强碱盐, 溶液呈中性。

2. 等物质的量浓度的下列物质的溶液, 其 pH 由小到大的顺序排列正确的是\_\_\_\_\_。

①CH<sub>3</sub>COONa ②NaOH ③NaNO<sub>3</sub> ④HCl

⑤Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> ⑥CH<sub>3</sub>COOH

答案 ④⑥⑤③①②

3. 常温下, 某浓度的 NH<sub>4</sub>Cl 溶液的 pH 为 4, 回答下列问题。

(1) 该氯化氨溶液中含氮元素的微粒有\_\_\_\_\_。

(2) 比较该溶液中的  $c(\text{Cl}^-)$  \_\_\_\_\_ (填 “>” “<” 或 “=”)  $c(\text{NH}_4^+)$ 。

(3) 该氯化氨溶液中水电离的氢离子浓度 \_\_\_\_\_ (填 “>” “<” 或 “=”) pH=4 盐酸中水电离的氢离子浓度。

(4) 该氯化氨溶液中  $c_{\text{水}}(\text{H}^+)$  与 pH=4 盐酸中  $c_{\text{水}}(\text{H}^+)$  比值为\_\_\_\_\_。

答案 (1)NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O (2)> (3)> (4)10<sup>6</sup>

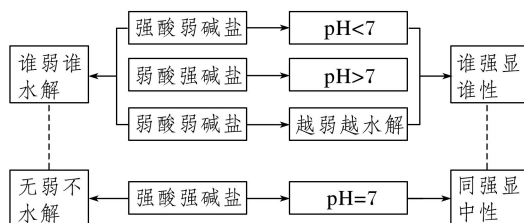
解析 (2)从氯化铵的化学式来看,  $c(\text{Cl}^-)$  应等于  $c(\text{NH}_4^+)$ , 由于 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 水解, 故  $c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+)$ 。

(4)pH=4 的 NH<sub>4</sub>Cl 溶液中水电离的  $c_{\text{水}}(\text{H}^+) = 10^{-4} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , pH=4 的 HCl 溶液中水电离的  $c_{\text{水}}(\text{H}^+) = 10^{-10} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则该 NH<sub>4</sub>Cl 溶液中  $c_{\text{水}}(\text{H}^+)$  与 pH=4 的盐酸中  $c_{\text{水}}(\text{H}^+)$  的比值为  $\frac{10^{-4} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}}{10^{-10} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 10^6$ 。

## ■ 归纳总结 ■

### 盐类的水解规律

(1)



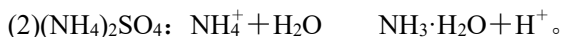
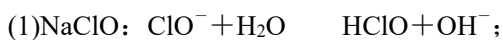
(2) 常见不水解的离子

强酸阴离子: Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Br<sup>-</sup>、I<sup>-</sup>、ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>

强碱阳离子: K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Ba<sup>2+</sup>

## 二、盐类水解方程式的书写

1. 盐类水解程度一般很小,水解时通常不生成沉淀和气体,书写水解的离子方程式时,一般用“ ”连接,产物不标“↑”或“↓”。如:



2. 多元弱酸根离子的水解分步进行,水解以第一步为主。如:



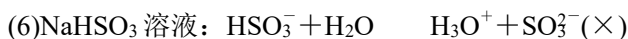
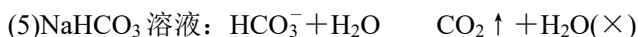
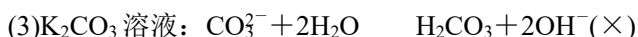
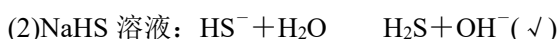
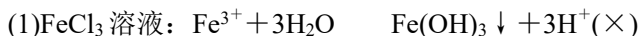
3. 多元弱碱阳离子水解反应过程复杂,只要求一步写到底。如:  $\text{AlCl}_3: \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ 。

4. 弱酸弱碱盐中阴、阳离子水解相互促进。

(1)  $\text{NH}_4^+$  与  $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{CH}_3\text{COO}^-$  等组成的盐虽然水解相互促进,但水解程度较小,书写时仍用“ ”表示。如:  $\text{NH}_4^+ + \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

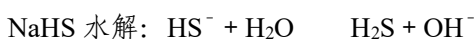
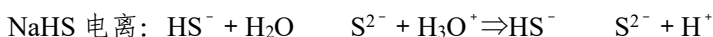
(2)  $\text{Al}^{3+}$  与  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{HS}^-$ 、 $\text{AlO}_2^-$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$  等组成的盐水解相互促进非常彻底,生成气体和沉淀,书写时用“=”表示。如  $\text{Al}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$ 。  
(一般要有弱碱沉淀生成)

### 【正误判断】



### ■ 特别提醒 ■

盐类水解离子方程式与其电离方程式辨别的关键: 去除干扰物质, 如  $\text{H}_3\text{O}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$ 。

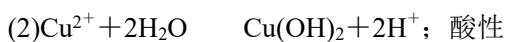


### 【深度思考】

1. 写出下列物质发生水解反应的离子方程式, 并指明水溶液的酸碱性:

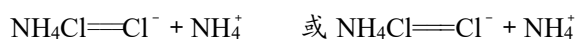
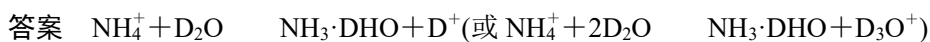


答案 (1)  $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{OH}^-$ 、 $\text{HS}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + \text{OH}^-$ ; 碱性

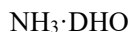


解析  $\text{Na}_2\text{S}$ 、 $\text{CH}_3\text{COONa}$  为强碱弱酸盐，溶液呈碱性； $\text{CuSO}_4$  为强酸弱碱盐，溶液呈酸性。

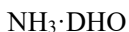
2. 氯化铵晶体溶于重水( $\text{D}_2\text{O}$ )中，溶液呈现酸性，用离子方程式表示其原因：



↓



↓



3. (1)  $\text{NaHCO}_3$  是强碱弱酸的酸式盐，溶液中存在着三种平衡(写出相应的离子方程式)：

①水的电离平衡：\_\_\_\_\_；

②  $\text{HCO}_3^-$  电离平衡：\_\_\_\_\_；

③  $\text{HCO}_3^-$  水解平衡：\_\_\_\_\_。

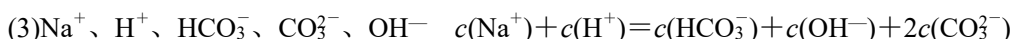
(2) 常温下， $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{NaHCO}_3$  溶液的 pH 为 8.4，说明  $\text{HCO}_3^-$  的电离程度和水解程度中相对较强的是\_\_\_\_\_。

(3) 溶液中存在的阴阳离子有：\_\_\_\_\_，溶液呈电中性，则这些离子浓度间存在等式关系：\_\_\_\_\_。

(4) 在氯化铵溶液中， $\text{NH}_4^+$  水解方程式：\_\_\_\_\_，盐类水解程度比较微弱，溶液中离子浓度的大小关系：\_\_\_\_\_。



(2) 水解程度



### ■ 归纳总结 ■

弱酸的酸式酸根离子在水溶液中存在电离平衡和水解平衡，弱酸酸式盐溶液的酸碱性取决于其电离程度和水解程度的相对大小。

(1) 水解程度大于电离程度：如呈碱性的  $\text{NaHCO}_3$ 、 $\text{NaHS}$ 、 $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  溶液。

(2) 电离程度大于水解程度：如呈酸性的  $\text{NaHSO}_3$ 、 $\text{KHC}_2\text{O}_4$ 、 $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  溶液。

### 随堂演练 知识落实

1. 下列关于盐溶液呈酸碱性的说法错误的是( )

A. 盐溶液呈酸碱性的原因是破坏了水的电离平衡

B.  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液呈酸性是由于溶液中  $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$

- C. 在  $\text{CH}_3\text{COONa}$  溶液中, 由水电离的  $c(\text{OH}^-) \neq c(\text{H}^+)$
- D. 水电离出的  $\text{H}^+$ (或  $\text{OH}^-$ )与盐中的弱酸根离子(或弱碱阳离子)结合, 造成盐溶液呈碱(或酸性)

答案 C

解析 水电离出的  $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ 一定成立,  $\text{CH}_3\text{COONa}$  溶液显碱性, 是由于水电离出的  $\text{H}^+$ 有一部分与  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  结合成  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 从而使  $c(\text{H}^+) < c(\text{OH}^-)$ 。

2. (2019·武汉高二检测)下列水解的离子方程式正确的是( )

- A.  $\text{Br}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HBr} + \text{OH}^-$
- B.  $\text{NH}_4^+ + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_3\text{O}^+$
- C.  $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + 2\text{OH}^-$
- D.  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}^+$

答案 B

解析 氢溴酸为强电解质, 在水溶液里溴离子不水解, 选项 A 错误; 铵根离子与水电离的氢氧根离子结合生成弱电解质一水合氨同时产生氢离子, 为水解反应, 选项 B 正确; 碳酸根离子分两步水解, 第一步水解方程式为  $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ , 选项 C 错误; 盐类的水解是微弱的, 一般不产生沉淀, 不用沉淀符号, 选项 D 错误。

3.  $\text{pH}=4$  的醋酸和氯化铵溶液中, 水的电离程度前者与后者比较为( )

- A. 大于 B. 小于 C. 等于 D. 无法确定

答案 B

解析  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液中, 由于  $\text{NH}_4^+$  的水解, 促进了水的电离;  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液中, 由于  $\text{CH}_3\text{COOH}$  电离出的  $\text{H}^+$  抑制了  $\text{H}_2\text{O}$  的电离。

4.  $\text{A}^+$ 、 $\text{B}^+$ 、 $\text{C}^-$ 、 $\text{D}^-$  四种离子两两组成四种可溶性盐, 其中: AC 和 BD 盐溶液的  $\text{pH}=7$ , BC 盐溶液的  $\text{pH}>7$ , 则下列说法不正确的是( )

- A. AD 盐溶液的  $\text{pH}<7$
- B. 在 AC 盐溶液中:  $c(\text{A}^+) + c(\text{AOH}) = c(\text{C}^-) + c(\text{HC})$
- C. 碱的电离程度一定是:  $\text{AOH}>\text{BOH}$
- D. 酸的电离程度一定是:  $\text{HD}>\text{HC}$

答案 C

解析 在盐类水解中, 遵循“有弱就水解, 越弱越水解, 谁强显谁性, 同强显中性”的规律, AC、BD 盐溶液的  $\text{pH}=7$ , 说明 AOH 与 HC、BOH 与 HD 的电离程度相当, 而 BC 盐溶液的  $\text{pH}>7$ , 说明 BOH 比 HC 的电离程度大, 故碱的电离程度:  $\text{AOH}<\text{BOH}$ , 酸的电离程度:  $\text{HD}>\text{HC}$ , C 项错误, D 项正确; AD 盐溶液中, AOH 比 HD 的电离程度小, 故溶液显酸性, A 项正确; 由原子守恒可知, B 项正确。

5. 现有  $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{HPO}_4^{2-}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$  等离子，请按要求填空：

- (1) 在水溶液中，离子水解呈碱性的是\_\_\_\_\_。
- (2) 在水溶液中，离子水解呈酸性的是\_\_\_\_\_。
- (3) 既能在酸性较强的溶液里大量存在，又能在碱性较强的溶液里大量存在的离子有\_\_\_\_\_。
- (4) 既不能在酸性较强的溶液里大量存在，又不能在碱性较强的溶液里大量存在的离子有\_\_\_\_\_。

答案 (1)  $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{HPO}_4^{2-}$ 、 $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$

(2)  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$

(3)  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$

(4)  $\text{HPO}_4^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$

解析 (1) 弱酸根离子水解溶液显碱性，部分弱酸的酸式酸根离子若水解程度大，则溶液也显碱性，即  $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{HPO}_4^{2-}$ 、 $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$  水解呈碱性。

(2)  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  属于弱碱的阳离子，水解后溶液呈酸性。

(3)  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  既能在强酸性溶液中大量存在又能在强碱性溶液中大量存在。

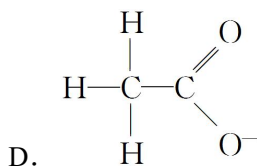
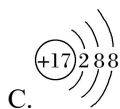
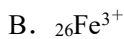
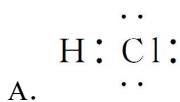
(4)  $\text{HPO}_4^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$  既能与强酸反应又能与强碱反应。

## 课时对点练

### ☑对点训练

#### 题组一 盐类水解实质及规律

1. 对  $\text{H}_2\text{O}$  的电离平衡不产生影响的粒子是( )



答案 C

解析  $\text{HCl}$  抑制水的电离， $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{CH}_3\text{COO}^-$  都促进水的电离。

2. 下列物质的水溶液常温下 pH 小于 7 的是( )

A.  $\text{NaCl}$

B.  $\text{CH}_3\text{COONa}$

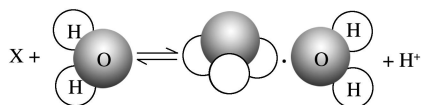
C.  $\text{NH}_4\text{Cl}$

D.  $\text{NaHCO}_3$

答案 C

解析 A项是强酸强碱盐,溶液呈中性;B、D项是弱酸强碱盐,溶液呈碱性;C项是强酸弱碱盐,溶液呈酸性。

3. 下图表示的是某离子X与水的反应过程,离子X可能是( )



A.  $\text{CO}_3^{2-}$

B.  $\text{HCO}_3^-$

C.  $\text{Na}^+$

D.  $\text{NH}_4^+$

答案 D

解析 离子X的水解反应生成 $\text{H}^+$ ,由图可知X只能是 $\text{NH}_4^+$ 。

4. (2019·宜昌高二检测)广义的水解观认为水解的物质和水分别离解成两部分,然后两两重新结合成新的物质,不出现元素化合价的变化。根据以上信息,下列物质水解后的产物错误的是( )

A.  $\text{BaO}_2$ 的水解产物是 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 和 $\text{H}_2\text{O}_2$

B.  $\text{BrCl}$ 水解的产物是 $\text{HClO}$ 和 $\text{HBr}$

C.  $\text{Mg}_2\text{C}_3$ 水解的产物是 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 和 $\text{C}_3\text{H}_4$

D.  $\text{Al}_2\text{S}_3$ 水解的产物是 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 $\text{H}_2\text{S}$

答案 B

解析 从题目信息可知广义水解后元素化合价不变,也可理解为化合物中显正价的水解时结合 $\text{OH}^-$ ,显负价的结合 $\text{H}^+$ 。 $\text{BrCl}$ 中由于Cl的非金属性强显负价,所以 $\text{BrCl}$ 水解产物为 $\text{HBrO}$ 和 $\text{HCl}$ 。

5. 下列溶液中,因为电离产生的离子发生水解而显酸性的是( )

A.  $\text{NaHCO}_3$  B.  $\text{NaHSO}_3$  C.  $\text{CuSO}_4$  D.  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

答案 C

解析 A项, $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$ , $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+$ , $\text{HCO}_3^-$ 的水解程度大于电离程度,溶液显碱性;B项, $\text{HSO}_3^-$ 的电离程度大于水解程度,溶液显酸性;C项, $\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+$ ,溶液显酸性;D项, $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 均不水解,溶液显中性。

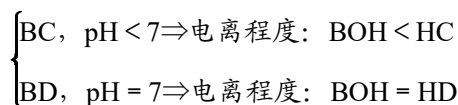
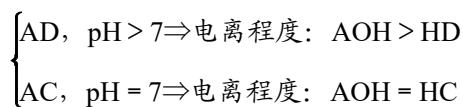
6. 由一价离子组成的四种盐溶液:AC、BD、AD、BC各 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,在室温下,前两种溶液的 $\text{pH}=7$ ,第三种溶液的 $\text{pH}>7$ ,最后一种溶液的 $\text{pH}<7$ ,则下列说法正确的是( )

	A	B	C	D
碱性	$\text{AOH}>\text{BOH}$	$\text{AOH}<\text{BOH}$	$\text{AOH}>\text{BOH}$	$\text{AOH}<\text{BOH}$
酸性	$\text{HC}>\text{HD}$	$\text{HC}>\text{HD}$	$\text{HC}<\text{HD}$	$\text{HC}<\text{HD}$

答案 A



解析 根据盐的水解规律可知:弱离子越弱,水解程度越大,可进行如下归类分析:



综上所述,电离程度:  $\text{HC} = \text{AOH} > \text{HD} = \text{BOH}$ ,即酸性:  $\text{HC} > \text{HD}$ ,碱性:  $\text{AOH} > \text{BOH}$ ,A项正确。

### 题组二 盐类水解方程式

7. 下列各反应的化学方程式中,属于水解反应的是( )

- A.  $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$
- B.  $\text{PO}_4^{3-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^- + 2\text{OH}^-$
- C.  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$
- D.  $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$

答案 D

解析 A为电离方程式; $\text{PO}_4^{3-}$ 水解分步进行,即 $\text{PO}_4^{3-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-} + \text{OH}^-$ ;C项属化合反应;D项为水解离子方程式。

8. 下列离子方程式属于盐的水解且书写正确的是( )

- A. MgCl<sub>2</sub>溶液:  $\text{Mg}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{H}^+$
- B. NaHCO<sub>3</sub>溶液:  $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$
- C. Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>溶液:  $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3 + 2\text{OH}^-$
- D. KCN溶液:  $\text{CN}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCN} + \text{OH}^-$

答案 B

解析 A项Mg(OH)<sub>2</sub>不应标“↓”;C项SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>应分步水解;D项应用“ $\rightleftharpoons$ ”。

### 题组三 溶液中微粒数目的简单比较

9. 物质的量相等的下列物质形成的等体积溶液中,所含微粒种类最多的是( )

- A. CaCl<sub>2</sub>
- B. CH<sub>3</sub>COONa
- C. NH<sub>3</sub>
- D. K<sub>2</sub>S

答案 D

解析 CaCl<sub>2</sub>不水解,其溶液中存在的微粒有5种:Ca<sup>2+</sup>、Cl<sup>-</sup>、OH<sup>-</sup>、H<sup>+</sup>、H<sub>2</sub>O;CH<sub>3</sub>COONa发生水解,其溶液中存在的微粒有6种:Na<sup>+</sup>、CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>、CH<sub>3</sub>COOH、H<sup>+</sup>、OH<sup>-</sup>、H<sub>2</sub>O;氨水中存在的微粒有6种:NH<sub>3</sub>、NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、OH<sup>-</sup>、H<sup>+</sup>、H<sub>2</sub>O;K<sub>2</sub>S中S<sup>2-</sup>发生两步水解,其溶液中存在7种微粒:K<sup>+</sup>、S<sup>2-</sup>、HS<sup>-</sup>、H<sub>2</sub>S、OH<sup>-</sup>、H<sup>+</sup>、H<sub>2</sub>O。

10. 物质的量浓度相同的下列各物质的溶液,由水电离出的c(H<sup>+</sup>)由大到小的顺序是( )

①NaHSO<sub>4</sub> ②NaHCO<sub>3</sub> ③Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ④Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

A. ④③②①

B. ①②③④

C. ③②④①

D. ③④②①

答案 C

解析 水中存在电离平衡:  $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ , 若将自身能电离出  $\text{H}^+$  或  $\text{OH}^-$  的物质加入水中, 则水的电离程度减小; 若将能结合水中  $\text{H}^+$  或  $\text{OH}^-$  的物质加入水中, 则水的电离程度增大。NaHSO<sub>4</sub> 抑制水的电离, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、NaHCO<sub>3</sub> 均能促进水的电离且 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 比 NaHCO<sub>3</sub> 的促进程度更大, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 不影响水的电离。本题选 C。

11. 室温下,  $0.5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  相同体积的下列四种溶液①KCl、②FeCl<sub>3</sub>、③HF、④Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 其中所含阳离子数由多到少的顺序是( )

A. ④>①=②>③

B. ①>④>②>③

C. ④>①>③>②

D. ④>②>①>③

答案 D

解析 本题主要考查对强弱电解质电离与水解主次矛盾的掌握情况, 由于电解质在水中以电离为主, 水解是极其微弱的, 所以四种物质中 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 电离的阳离子数一定最多, HF 为弱电解质, 电离出的  $\text{H}^+$  一定最少, 先排除 B、C 项, 再观察 KCl 和 FeCl<sub>3</sub>, 如果只考虑电离, 二者电离的阳离子数应相等, 但  $\text{Fe}^{3+}$  存在水解且一个  $\text{Fe}^{3+}$  可水解生成三个  $\text{H}^+$ , 导致其溶液中阳离子数增多, 故选 D 项。

12. (2019·上海高二检测) 已知某温度下,  $K(\text{HCN}) = 6.2 \times 10^{-10}$ ,  $K(\text{HF}) = 6.8 \times 10^{-4}$ ,  $K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1.7 \times 10^{-5}$ ,  $K(\text{HNO}_2) = 5.1 \times 10^{-4}$ 。物质的量浓度均为  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的下列溶液, pH 由大到小的顺序是( )

A. NaCN>NaNO<sub>2</sub>>CH<sub>3</sub>COONa>NaF

B. NaF>NaNO<sub>2</sub>>CH<sub>3</sub>COONa>NaCN

C. NaCN>CH<sub>3</sub>COONa>NaNO<sub>2</sub>>NaF

D. NaCN>CH<sub>3</sub>COONa>NaF>NaNO<sub>2</sub>

答案 C

解析 由  $K(\text{HF}) > K(\text{HNO}_2) > K(\text{CH}_3\text{COOH}) > K(\text{HCN})$  可知, 酸性:  $\text{HF} > \text{HNO}_2 > \text{CH}_3\text{COOH} > \text{HCN}$ , 水解能力:  $\text{CN}^- > \text{CH}_3\text{COO}^- > \text{NO}_2^- > \text{F}^-$ , 弱酸根离子的水解能力越强, 对应盐溶液的碱性越强, pH 越大。

### 综合强化

13. 在室温下, 有下列五种溶液:

①  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ NH}_4\text{Cl}$

②  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ CH}_3\text{COONH}_4$

③ $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{HSO}_4$

④ $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$  和  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{Cl}$  混合液

⑤ $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$

请根据要求填写下列空白:

(1)溶液①呈\_\_\_\_\_性(填“酸”“碱”或“中”), 其原因是

\_\_\_\_\_ (用离子方程式表示)。

(2)在溶液④中, \_\_\_\_\_的浓度为  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$  和 \_\_\_\_\_ 的物质的量浓度之和为  $0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

(3)室温下, 测得溶液②的  $\text{pH}=7$ , 则说明  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  的水解程度\_\_\_\_\_ (填“>”“<”或“=”, 下同)  $\text{NH}_4^+$  的水解程度,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  与  $\text{NH}_4^+$  浓度的大小关系是  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$  \_\_\_\_\_  $c(\text{NH}_4^+)$ 。

答案 (1)酸  $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$

(2) $\text{Cl}^-$   $\text{NH}_4^+$  (3)= =

解析 (1) $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液中存在  $\text{NH}_4^+$  的水解平衡:  $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$ , 所以溶液呈酸性。

(2)在溶液④中,  $c(\text{Cl}^-) = 0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , 根据原子守恒知  $c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}) + c(\text{NH}_4^+) = 0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} + 0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} = 0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

(3)由于  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  水解生成  $\text{OH}^-$ ,  $\text{NH}_4^+$  水解生成  $\text{H}^+$ , 而溶液的  $\text{pH} = 7$ , 说明  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  与  $\text{NH}_4^+$  的水解程度相同, 根据电荷守恒可知溶液中二者浓度也相同。

14. (1)浓度均为  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的 8 种溶液: ① $\text{HNO}_3$ ; ② $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; ③ $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; ④ $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ; ⑤ $\text{NaOH}$ ; ⑥ $\text{CH}_3\text{COONa}$ ; ⑦ $\text{KCl}$ ; ⑧ $\text{NH}_4\text{Cl}$ 。其溶液的  $\text{pH}$  由小到大的顺序是 \_\_\_\_\_ (填序号)。

(2)室温时,  $\text{pH}=6$  的盐酸和  $\text{pH}=8$  的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中, 水电离出的  $c(\text{OH}^-)$  分别为  $x \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  和  $y \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , 两者的关系正确的是 \_\_\_\_\_ (填字母)。

a.  $x=10^{-2}y$

b.  $x=10^2y$

c.  $x=y$

d.  $x>y$

(3)常温下,  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{HA}$  溶液中  $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{OH}^-)} = 10^8$ 。现取  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{HA}$  溶液与  $\text{pH}=13$  的  $\text{NaOH}$

溶液等体积混合(忽略混合后溶液体积的变化)。试回答下列问题:

①混合溶液呈 \_\_\_\_\_ (填“酸”“中”或“碱”)性, 理由是 \_\_\_\_\_ (用离子方程式表示)。

②混合溶液中由水电离出的  $c(\text{H}^+)$  \_\_\_\_\_ (填“大于”“小于”或“等于”)  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{NaOH}$  溶液中由水电离出的  $c(\text{H}^+)$ 。

答案 (1)②①③⑧⑦⑥⑤④ (2)a

(3)①碱  $A^- + H_2O \rightleftharpoons HA + OH^-$  ②大于

解析 (1)先对物质分类, pH: 碱 > 盐 > 酸。

同类物质的 pH 的一般规律:

碱: 二元强碱 > 一元强碱 > 一元弱碱;

酸: 一元弱酸 > 一元强酸 > 二元强酸;

盐: 强碱弱酸盐 > 强酸强碱盐 > 强酸弱碱盐。

(2)pH = 6 的盐酸中, 水电离出的  $c(OH^-) = \frac{1 \times 10^{-14}}{10^{-6}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ; pH = 8 的

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中, 水电离出的  $c(OH^-) = \frac{1 \times 10^{-14}}{10^{-8}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ; 故  $x : y = 10^{-8} : 10^{-6} = 10^{-2}$ ,  $x = 10^{-2}y$ 。

(3)由于  $\frac{c(H^+)}{c(OH^-)} = 10^8$ , 根据  $c(H^+) \cdot c(OH^-) = 10^{-14}$ , 则  $c(H^+) = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 所以 HA 为弱酸。

①由于  $A^- + H_2O \rightleftharpoons HA + OH^-$ , 混合液呈碱性。②NaA 溶液促进水的电离, 而 NaOH 溶液抑制水的电离。

15. 有 A、B、C、D 四种强电解质, 它们在水中电离时可产生下列离子(每种物质只含一种阳离子和一种阴离子且互不重复)。

阳离子	$K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Ba^{2+}$ 、 $NH_4^+$
阴离子	$\text{CH}_3\text{COO}^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{OH}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$

已知: ①A、C 溶液的 pH 均大于 7, B 溶液的 pH 小于 7, A、B 溶液中水的电离程度相同; D 物质的焰色反应呈黄色; ②C 溶液和 D 溶液相遇时可生成白色沉淀, B 溶液和 C 溶液相遇时可生成有刺激性气味的气体, A 溶液和 D 溶液混合时无明显现象。

(1)A 的名称是\_\_\_\_\_。

(2)写出 C 溶液和 D 溶液反应的化学方程式: \_\_\_\_\_。

(3)25 °C 时, pH=9 的 A 溶液和 pH=9 的 C 溶液中水的电离程度小的是\_\_\_\_\_ (填 A 或 C 的化学式)。

答案 (1)醋酸钾

(2) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NaOH}$

(3) $\text{Ba}(\text{OH})_2$

解析 这八种离子形成的碱性物质中一定含有  $\text{OH}^-$  或  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ , 而酸性物质则只可能含有  $\text{NH}_4^+$ , 即为水解显酸性的盐, 又因 A、B 溶液中水的电离程度相等, 则 A 应为水解显碱性的物质, 则一定为  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  形成的盐, C 中含有  $\text{OH}^-$ 。D 中除含  $\text{Na}^+$  外, 另一离子与 C 中的阳离子可形成白色沉淀, 因此 D 为  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 而 C 为  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ , B 一定为  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , 剩余的离子形成  $\text{CH}_3\text{COOK}$ (A), 显碱性。盐类水解促进水的电离, 而加入酸或碱将抑制水的电离。