

## 章末检测试卷(三)

(时间: 90分钟 满分: 100分)

一、选择题(本题包括16小题,每小题3分,共48分;每小题只有一个选项符合题意)

1. 下列化学用语表示不正确的是( )

- A. 醋酸的电离:  $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$
- B. 碳酸氢钠在水溶液中的电离:  $\text{NaHCO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$
- C. 氯化铵的水解:  $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH} + \text{H}^+$
- D. 碳酸钙的沉淀溶解平衡:  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$

答案 C

解析 醋酸是一元弱酸,存在电离平衡,A项正确;碳酸氢钠是强电解质,完全电离出碳酸氢根离子和钠离子,B项正确;铵根水解生成一水合氨,即 $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$ ,C项错误;碳酸钙难溶,存在沉淀溶解平衡,D项正确。

2. 常温下,下列四种溶液中,水的电离程度最大的是( )

- A. pH=5的NH<sub>4</sub>Cl溶液
- B. pH=5的NaHSO<sub>4</sub>溶液
- C. pH=8的CH<sub>3</sub>COONa溶液
- D. pH=8的NaOH溶液

答案 A

解析 B、D选项抑制水的电离,A、C选项促进水的电离,A中水电离出的 $c(\text{H}^+) = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,C中水电离出的 $c(\text{OH}^-) = 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,A中数值大,水的电离程度大。

3. 室温下,有两种溶液:①0.01 mol·L<sup>-1</sup> NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O溶液、②0.01 mol·L<sup>-1</sup> NH<sub>4</sub>Cl溶液,下列操作可以使两种溶液中 $c(\text{NH}_4^+)$ 都增大的是( )

- A. 加入少量H<sub>2</sub>O
- B. 加入少量NaOH固体
- C. 通入少量HCl气体
- D. 升高温度

答案 C

解析 加水,两溶液中 $c(\text{NH}_4^+)$ 都减小,故A错误;加入少量NaOH固体,NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O的电离平衡逆向移动, $c(\text{NH}_4^+)$ 减小,NH<sub>4</sub>Cl中由于发生反应: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,会导致 $c(\text{NH}_4^+)$ 减小,故B错误;通入少量HCl气体,①中发生酸碱中和反应促进NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O电离,所以 $c(\text{NH}_4^+)$ 增大,②中NH<sub>4</sub><sup>+</sup>的水解平衡逆向移动, $c(\text{NH}_4^+)$ 亦增大,故C正确;升高温度促进NH<sub>4</sub><sup>+</sup>的水解,②中NH<sub>4</sub><sup>+</sup>的浓度减小,故D错误。

4. (2019·长春高二检测)光谱研究表明, 易溶于水的  $\text{SO}_2$  所形成的溶液中存在着下列平衡:



据此, 下列判断中正确的是( )

- A. 该溶液中存在着  $\text{SO}_2$  分子
- B. 该溶液中  $\text{H}^+$  浓度是  $\text{SO}_3^{2-}$  浓度的 2 倍
- C. 向该溶液中加入足量的酸都能放出  $\text{SO}_2$  气体
- D. 向该溶液中加入过量  $\text{NaOH}$  可得到  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 、 $\text{NaHSO}_3$  和  $\text{NaOH}$  的混合溶液

答案 A

5. [2017·全国卷 I, 28(1)]下列事实中, 不能比较氢硫酸与亚硫酸的酸性强弱的是( )

- A. 氢硫酸不能与碳酸氢钠溶液反应, 而亚硫酸可以
- B. 氢硫酸的导电能力低于相同浓度的亚硫酸
- C.  $0.10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的氢硫酸和亚硫酸的 pH 分别为 4.5 和 2.1
- D. 氢硫酸的还原性强于亚硫酸

答案 D

解析  $\text{H}_2\text{SO}_3$  能和  $\text{NaHCO}_3$  反应放出  $\text{CO}_2$ , 说明酸性:  $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{H}_2\text{CO}_3$ , 而  $\text{H}_2\text{S}$  不能和  $\text{NaHCO}_3$  反应, 说明酸性:  $\text{H}_2\text{S} < \text{H}_2\text{CO}_3$ , A 可以;  $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_3$  均为二元酸, 同浓度时,  $\text{H}_2\text{SO}_3$  导电能力强, 说明溶液中离子浓度大, 即电离程度大, 酸性强, B 可以; 同浓度时,  $\text{H}_2\text{SO}_3$  酸性强, C 可以; 还原性与酸性强弱无关, D 不可以。

6. (2020·银川一中月考)下列化学原理的应用, 主要用沉淀溶解平衡原理解释的是( )

- ①热纯碱溶液洗涤油污的能力强
- ②误将钡盐 [ $\text{BaCl}_2$ 、 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ] 当作食盐混用后, 常用 0.5% 的  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液解毒
- ③溶洞、珊瑚的形成
- ④碳酸钡不能作“钡餐”而硫酸钡则能
- ⑤泡沫灭火器灭火的原理

- A. ②③④
- B. ①②③
- C. ③④⑤
- D. ①②③④⑤

答案 A

解析 ①⑤是水解平衡原理。

7. (2019·包头一中高二检测)电解质溶液有许多奇妙之处, 只有深入思考, 才能体会到它的乐趣。下列关于电解质溶液的叙述中正确的是( )

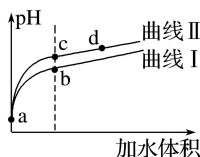
- A.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NaHCO}_3$  两种盐溶液中, 离子种类不相同
- B. 常温下,  $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液与  $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{NaOH}$  溶液等体积混合后, 所得混合液中:  $c(\text{Na}^+) > c(\text{CH}_3\text{OO}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$

- C. 物质的量浓度相同的  $\text{NH}_4\text{Cl}$  和  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$  两种溶液中,  $c(\text{NH}_4^+)$  前者小于后者  
 D. 常温下, 某溶液中由水电离出的  $c(\text{H}^+) = 10^{-5} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , 则此溶液可能是盐酸

答案 C

解析 两种盐溶液中离子种类相同, 阳离子为  $\text{Na}^+$ 、 $\text{H}^+$ , 阴离子为  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{OH}^-$ , 故 A 错误; 二者恰好完全反应生成  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , 溶液呈碱性,  $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ , 故 B 错误;  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$  电离产生的  $\text{H}^+$  抑制  $\text{NH}_4^+$  的水解,  $c(\text{NH}_4^+)$  前者小于后者, 故 C 正确; 溶液中由水电离出的  $c(\text{H}^+) = 10^{-5} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , 促进水的电离, 而盐酸抑制水的电离, 故 D 错误。

8. (2019·天津, 5) 某温度下,  $\text{HNO}_2$  和  $\text{CH}_3\text{COOH}$  的电离常数分别为  $5.0 \times 10^{-4}$  和  $1.7 \times 10^{-5}$ 。将 pH 和体积均相同的两种酸溶液分别稀释, 其 pH 随加水体积的变化如图所示。下列叙述正确的是( )



- A. 曲线 I 代表  $\text{HNO}_2$  溶液  
 B. 溶液中水的电离程度: b 点 > c 点  
 C. 从 c 点到 d 点, 溶液中  $\frac{c(\text{HA}) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{A}^-)}$  保持不变(其中  $\text{HA}$ 、 $\text{A}^-$  分别代表相应的酸和酸根离子)  
 D. 相同体积 a 点的两溶液分别与  $\text{NaOH}$  恰好中和后, 溶液中  $n(\text{Na}^+)$  相同

答案 C

解析 根据  $\text{HNO}_2$  和  $\text{CH}_3\text{COOH}$  的电离常数, 可知酸性:  $\text{HNO}_2 > \text{CH}_3\text{COOH}$ 。相同 pH 的两种酸溶液, 稀释相同倍数时, 弱酸的 pH 变化较小, 故曲线 I 代表  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液, A 项错误; 两种酸溶液中水的电离受到抑制, b 点溶液 pH 小于 c 点溶液 pH, 则 b 点对应酸电离出的  $c(\text{H}^+)$  大, 对水的电离抑制程度大, 故水的电离程度: b 点 < c 点, B 项错误; 溶液中  $\frac{c(\text{HA}) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{A}^-)}$

$$= \frac{c(\text{HA}) \cdot c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{A}^-) \cdot c(\text{H}^+)} = \frac{K_w}{K_a(\text{HA})}$$

的值不变, 故  $\frac{c(\text{HA}) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{A}^-)}$  不变, C 项正确; 相同体积 a 点的两溶液中, 由于

$c(\text{CH}_3\text{COOH}) > c(\text{HNO}_2)$ , 故  $n(\text{CH}_3\text{COOH}) > n(\text{HNO}_2)$ , 因此与  $\text{NaOH}$  恰好中和后, 溶液中  $n(\text{Na}^+)$  不同, D 项错误。

9. 下列有关电解质溶液的说法正确的是( )

- A. 向  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液中加入少量水, 溶液中  $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}$  减小

B. 将  $\text{CH}_3\text{COONa}$  溶液从  $20^\circ\text{C}$  升温至  $30^\circ\text{C}$ , 溶液中  $\frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot c(\text{OH}^-)}$  增大

C. 向盐酸中加入氨水至中性, 溶液中  $\frac{c(\text{NH}_4^+)}{c(\text{Cl}^-)} > 1$

D. 向  $\text{AgCl}$ 、 $\text{AgBr}$  的饱和溶液中加入少量  $\text{AgNO}_3$ , 溶液中  $\frac{c(\text{Cl}^-)}{c(\text{Br}^-)}$  不变

答案 D

解析 A 项,  $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{K_a}{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}$ , 加水稀释,  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$  减小,  $K_a$  不变, 所以比值增大, 错误; B 项,  $\frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot c(\text{OH}^-)} = \frac{1}{K_h}$  ( $K_h$  为水解常数), 温度升高, 水解常数  $K_h$  增大, 比值减小, 错误; C 项, 向盐酸中加入氨水至中性, 根据电荷守恒:  $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-)$ , 此时  $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ , 故  $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{Cl}^-)$ , 所以  $\frac{c(\text{NH}_4^+)}{c(\text{Cl}^-)} = 1$ , 错误; D 项, 在饱和溶液中  $\frac{c(\text{Cl}^-)}{c(\text{Br}^-)} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{AgCl})}{K_{\text{sp}}(\text{AgBr})}$ , 温度不变, 溶度积  $K_{\text{sp}}$  不变, 则溶液中  $\frac{c(\text{Cl}^-)}{c(\text{Br}^-)}$  不变, 正确。

10. (2019·江苏, 14 改编) 室温下, 反应  $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$  的平衡常数  $K = 2.2 \times 10^{-8}$ 。将  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  溶液和氨水按一定比例混合, 可用于浸取废渣中的  $\text{ZnO}$ 。若溶液混合引起的体积变化可忽略, 室温时下列指定溶液中微粒物质的量浓度关系正确的是( )

- A.  $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  氨水:  $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$
- B.  $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  溶液( $\text{pH} > 7$ ):  $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) > c(\text{H}_2\text{CO}_3)$
- C.  $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  氨水和  $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  溶液等体积混合:  $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-})$
- D.  $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  氨水和  $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  溶液等体积混合:  $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-) = 0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{H}^+)$

答案 D

解析 A 项, 氨水中存在  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ ,  $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ , 氨水中  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  部分电离, 所以主要以  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  分子形式存在, 两个电离方程式均电离出  $\text{OH}^-$ , 所以  $c(\text{OH}^-) > c(\text{NH}_4^+)$ , 错误; B 项,  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  溶液显碱性, 说明  $\text{HCO}_3^-$  的水解程度大于  $\text{NH}_4^+$  的水解程度, 所以  $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{H}_2\text{CO}_3) > c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$ , 错误; C 项, 由物料守恒可知,  $n(\text{N}) : n(\text{C}) = 2 : 1$ , 则有  $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 2[c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-})]$ , 错误; D 项, 由物料守恒可知,  $n(\text{N}) : n(\text{C}) = 4 : 1$ , 则有  $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 4[c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-})]$  ①, 电荷守恒式为  $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-)$  ②, 结合①②消去  $c(\text{NH}_4^+)$ , 得:  $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + 4c(\text{H}_2\text{CO}_3) + 3c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-})$  ③,  $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  溶液与  $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  氨水等体积混合后,  $c(\text{NH}_4\text{HCO}_3) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 由碳元素守恒可知,  $c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  ④, 将③等式两边各加一个  $c(\text{CO}_3^{2-})$ , 则有

$c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c(\text{OH}^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) = c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) + 3c(\text{H}_2\text{CO}_3) + 3c(\text{HCO}_3^-) + 3c(\text{CO}_3^{2-})$  ⑤, 将④代入⑤中得,  $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c(\text{OH}^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) = c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) + 0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 正确。

11. 今有室温下四种溶液, 下列有关叙述不正确的是( )

序号	①	②	③	④
pH	11	11	3	3
溶液	氨水	氢氧化钠溶液	醋酸	盐酸

- A. ③和④中分别加入适量的醋酸钠晶体后, 两溶液的 pH 均增大  
 B. ②和③两溶液等体积混合, 所得溶液中  $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$   
 C. 分别加水稀释 10 倍, 四种溶液的 pH: ①>②>④>③  
 D.  $V_1 \text{ L}$  ④与  $V_2 \text{ L}$  ①溶液混合后, 若混合后溶液 pH=7, 则  $V_1 < V_2$

答案 D

解析 醋酸钠溶液显碱性, 所以 A 正确; B 项, 假设是强酸和强碱, 且物质的量浓度相同, 等体积混合后溶液呈中性, 但③醋酸是弱酸, 其浓度远远大于②, 即混合后醋酸过量, 溶液显酸性,  $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ , 正确; C 项, 分别加水稀释 10 倍, 假设平衡不移动, 那么①、②溶液的 pH 均为 10, 但稀释氨水使平衡  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$  右移, 使①pH>10, 同理醋酸稀释后 pH<4, 正确; D 项, 假设是强酸和强碱, 混合后溶液呈中性,  $V_1 = V_2$ , 但①氨水是弱碱溶液, 其浓度远远大于④盐酸, 所以需要氨水的体积少, 即  $V_1 > V_2$ , D 错误。

12. (2020·武汉测试)  $\text{CO}_2$  溶于水生成碳酸。已知下列数据:

弱电解质	$\text{H}_2\text{CO}_3$	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
电离平衡常数(25 °C)	$K_{a1} = 4.4 \times 10^{-7}$ $K_{a2} = 4.7 \times 10^{-11}$	$K_b = 1.77 \times 10^{-5}$

现有常温下  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  溶液, 已知  $\text{NH}_4^+$  的水解平衡常数  $K_h = \frac{K_w}{K_b}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  第一步水

解的平衡常数  $K_h = \frac{K_w}{K_{a2}}$ 。下列说法正确的是( )

- A. 由数据可判断该溶液呈酸性  
 B.  $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$   
 C.  $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 2c(\text{CO}_3^{2-}) + 2c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{H}_2\text{CO}_3)$   
 D.  $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{OH}^-) + c(\text{CO}_3^{2-})$

答案 C

解析 分析表中数据并结合题给信息知,  $\text{CO}_3^{2-}$  的水解程度远大于  $\text{NH}_4^+$  的水解程度, 常温

下  $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  溶液呈碱性, A 项错误; 盐类的水解是微弱的, 则在常温下  $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  溶液中:  $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})$ , B 项错误; 根据物料守恒可判断 C 项正确; 根据电荷守恒知  $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$ , D 项错误。

13. 下列有关电解质溶液的说法正确的是( )

- A. 将  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 、 $\text{FeCl}_3$  溶液蒸干均得不到原溶质
- B. 保存氯化亚铁溶液时, 在溶液中放少量铁粉, 以防止  $\text{Fe}^{2+}$  水解
- C. 室温下, 向  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液中加入少量水溶液显碱性的物质,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  的电离程度一定增大
- D.  $\text{NaCl}$  溶液和  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  溶液均显中性, 两溶液中水的电离程度相同

答案 A

解析  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  在水中会水解:  $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{HClO}$ ,  $\text{HClO}$  不稳定, 受热会分解:  $2\text{HClO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$ , 生成的  $\text{HCl}$  会和  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  反应生成  $\text{CaCl}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ , 故加热蒸干  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  溶液得到的固体是  $\text{CaCl}_2$ ; 加热  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液的过程中,  $2\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 蒸干会得到  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  固体; 加热  $\text{FeCl}_3$  溶液:  $\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl}$ ,  $\text{HCl}$  挥发, 故加热蒸干会得到  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  固体, A 项正确; 保存氯化亚铁溶液时, 在溶液中放少量铁粉, 可防止  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ , B 项错误; 水溶液显碱性的物质不一定是碱, 如强碱弱酸盐  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , 其水溶液显碱性,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液中加入少量  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  浓度增大, 会抑制  $\text{CH}_3\text{COOH}$  的电离,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  的电离程度减小, C 项错误;  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  是能发生双水解的盐,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 、 $\text{NH}_4^+$  的水解均会促进水的电离, 溶液中水的电离程度较大, 但溶液中的  $\text{H}^+$  浓度与  $\text{OH}^-$  浓度相等, 故溶液呈中性, D 项错误。

14. 已知  $K_{\text{sp}}(\text{AgCl})=1.8 \times 10^{-10}$ ,  $K_{\text{sp}}(\text{AgI})=1.0 \times 10^{-16}$ 。下列说法错误的是( )

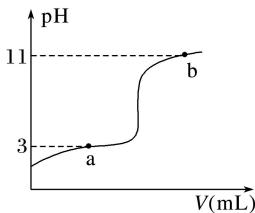
- A.  $\text{AgCl}$  不溶于水, 不能转化为  $\text{AgI}$
- B. 在含有浓度均为  $0.001 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{I}^-$  的溶液中缓慢加入  $\text{AgNO}_3$  稀溶液, 首先析出  $\text{AgI}$  沉淀
- C.  $\text{AgI}$  比  $\text{AgCl}$  更难溶于水, 所以  $\text{AgCl}$  可以转化为  $\text{AgI}$
- D. 常温下,  $\text{AgCl}$  若要在  $\text{NaI}$  溶液中开始转化为  $\text{AgI}$ , 则  $\text{NaI}$  的浓度必须不低于  $\frac{1}{\sqrt{1.8}} \times 10^{-11} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

答案 A

解析 组成结构相似的物质, 溶度积越小, 其溶解度越小, 越易先形成沉淀, B 项正确; 溶解度小的沉淀转化成溶解度更小的沉淀容易实现, 所以 A 项错, C 项正确;  $\text{AgCl}$  溶液中  $c(\text{Ag}^+) = \sqrt{1.8} \times 10^{-5} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。要使  $\text{AgI}$  形成沉淀, 则  $c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{I}^-) \geq 1.0 \times 10^{-16}$ 。则  $c(\text{I}^-) \geq$

$$\frac{1.0 \times 10^{-16}}{\sqrt{1.8} \times 10^{-5}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \frac{1}{\sqrt{1.8}} \times 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{ D 正确。}$$

15. (2020·山东等级模拟考, 14)25 ℃时, 向 10 mL 0.10 mol·L<sup>-1</sup> 的一元弱酸 HA( $K_a=1.0 \times 10^{-3}$ ) 中逐滴加入 0.10 mol·L<sup>-1</sup> NaOH 溶液, 溶液 pH 随加入 NaOH 溶液体积的变化关系如图所示。下列说法正确的是( )

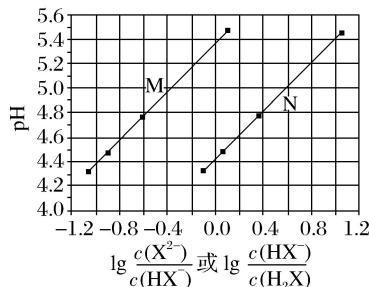


- A. a 点时,  $c(\text{HA})+c(\text{OH}^-)=c(\text{Na}^+)+c(\text{H}^+)$   
 B. 溶液在 a 点和 b 点时水的电离程度相同  
 C. b 点时,  $c(\text{Na}^+)=c(\text{HA})+c(\text{A}^-)+c(\text{OH}^-)$   
 D.  $V=10 \text{ mL}$  时,  $c(\text{Na}^+)>c(\text{A}^-)>c(\text{H}^+)>c(\text{HA})$

答案 A

解析 A 项, a 点时,  $\text{pH} = 3$ ,  $c(\text{H}^+) = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 因为  $K_a = 1.0 \times 10^{-3}$ , 所以  $c(\text{HA}) = c(\text{A}^-)$ , 根据电荷守恒  $c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)$  和  $c(\text{HA}) = c(\text{A}^-)$ , 即得  $c(\text{HA}) + c(\text{OH}^-) = c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)$ , 正确; B 项, a 点溶质为 HA 和 NaA,  $\text{pH} = 3$ , 水电离出的  $c(\text{OH}^-) = 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ; b 点溶质为 NaOH 和 NaA,  $\text{pH} = 11$ ,  $c(\text{OH}^-) = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $\text{OH}^-$  是由 NaOH 电离和水电离出两部分之和组成的, 推断出由水电离出的  $c(\text{OH}^-) < 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则水电离的  $c(\text{H}^+) > 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 错误; C 项, 根据电荷守恒  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-)$  可得,  $c(\text{Na}^+) = c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-) - c(\text{H}^+)$ , 假设 C 选项成立, 则  $c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-) - c(\text{H}^+) = c(\text{HA}) + c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-)$ , 推出  $c(\text{HA}) + c(\text{H}^+) = 0$ , 故假设不成立, 错误; D 项,  $V = 10 \text{ mL}$  时, HA 与 NaOH 恰好完全反应生成 NaA,  $\text{A}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA} + \text{OH}^-$ , 水解后溶液显碱性,  $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ , 即  $c(\text{HA}) > c(\text{H}^+)$ , 错误。

16. (2017·全国卷 I, 13)常温下将 NaOH 溶液滴加到己二酸(H<sub>2</sub>X)溶液中, 混合溶液的 pH 与离子浓度变化的关系如图所示。下列叙述错误的是( )



- A.  $K_{a2}(\text{H}_2\text{X})$  的数量级为  $10^{-6}$

B. 曲线 N 表示 pH 与  $\lg \frac{c(HX^-)}{c(H_2X)}$  的变化关系

C.  $NaHX$  溶液中  $c(H^+) > c(OH^-)$

D. 当混合溶液呈中性时：

$c(Na^+) > c(HX^-) > c(X^{2-}) > c(OH^-) = c(H^+)$

答案 D

解析 横坐标取 0 时, 曲线 M 对应 pH 约为 5.4, 曲线 N 对应 pH 约为 4.4, 因为是  $NaOH$  滴定  $H_2X$  溶液, 所以在酸性较强的溶液中会存在  $c(HX^-) = c(H_2X)$ , 所以曲线 N 表示 pH 与

$\lg \frac{c(HX^-)}{c(H_2X)}$  的变化关系, B 正确;  $\frac{c(X^{2-})}{c(HX^-)} = 1$  时, 即  $\lg \frac{c(X^{2-})}{c(HX^-)} = 0$ ,  $pH = 5.4$ ,  $c(H^+) = 1 \times 10^{-5.4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,

$K_{a2} = \frac{c(H^+) \cdot c(X^{2-})}{c(HX^-)} \approx 1 \times 10^{-5.4}$ , A 正确;  $NaHX$  溶液中,  $c(HX^-) > c(X^{2-})$ , 即  $\frac{c(X^{2-})}{c(HX^-)} < 1$ ,

$\lg \frac{c(X^{2-})}{c(HX^-)} < 0$ , 此时溶液呈酸性, C 正确; 当溶液呈中性时, 由曲线 M 可知  $\lg \frac{c(X^{2-})}{c(HX^-)} > 0$ ,  $\frac{c(X^{2-})}{c(HX^-)} > 1$ ,

即  $c(X^{2-}) > c(HX^-)$ , D 错误。

## 二、非选择题(本题包括 5 小题, 共 52 分)

17. (10 分)溶液中的化学反应大多是离子反应。根据要求回答下列问题:

(1) 盐碱地(含较多  $Na_2CO_3$ 、 $NaCl$ )不利于植物生长, 试用化学方程式表示:

盐碱地产生碱性的原因: \_\_\_\_\_;

农业上用石膏降低其碱性的反应原理:

\_\_\_\_\_。

(2) 若取 pH、体积均相等的  $NaOH$  溶液和氨水分别用水稀释  $m$  倍、 $n$  倍, 稀释后 pH 仍相等, 则  $m$  \_\_\_\_\_ (填“ $>$ ”“ $<$ ”或“ $=$ ”)  $n$ 。

(3) 常温下, 在  $pH=6$  的  $CH_3COOH$  与  $CH_3COONa$  的混合溶液中水电离出来的  $c(OH^-) =$  \_\_\_\_\_。

(4) 25 °C 时, 将  $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  氨水与  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  盐酸等体积混合, 反应平衡时溶液中  $c(NH_4^+) = c(Cl^-)$ , 则溶液显 \_\_\_\_\_ (填“酸”“碱”或“中”) 性。用含  $a$  的代数式表示  $NH_3 \cdot H_2O$  的电离常数  $K_b =$  \_\_\_\_\_。

答案 (1)  $Na_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons NaHCO_3 + NaOH$   $Na_2CO_3 + CaSO_4 \rightleftharpoons CaCO_3 + Na_2SO_4$

(2)  $<$  (3)  $1.0 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  (4) 中  $\frac{10^{-9}}{a - 0.01}$

解析 (1) 碳酸钠水解显碱性, 石膏的主要成分是硫酸钙, 硫酸钙与碳酸钠反应生成硫酸钠和碳酸钙沉淀, 降低了碳酸根离子的浓度, 进而降低了碱性。 (2) 氨水是弱碱溶液, 稀释过程中电离程度增大, 若取 pH、体积均相等的  $NaOH$  溶液和氨水分别加水稀释后 pH 仍相等, 则氨水的稀释程度较大。 (3) 溶液中的氢氧根离子是由水电离的, 根据离子积常数和溶液的 pH,

求出  $c(\text{OH}^-) = 1.0 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。(4)根据电荷守恒知  $c(\text{H}^+) + c(\text{NH}_4^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-)$ ,  $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{Cl}^-)$ , 则  $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ , 溶液为中性。根据混合后的溶液知,  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  的  $K_b =$

$$\frac{c(\text{NH}_4^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})} = \frac{\frac{0.01}{2} \times 10^{-7}}{\frac{a - 0.01}{2}} = \frac{10^{-9}}{a - 0.01}.$$

18. (8分)(2019·郑州高二检测)(1)25 °C时, 浓度为  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的6种溶液: ①HCl; ② $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; ③ $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ; ④ $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; ⑤KCl; ⑥ $\text{NH}_4\text{Cl}$ 。溶液pH由小到大的顺序为 \_\_\_\_\_(填编号)。

(2)25 °C时, 醋酸的电离常数  $K_a = 1.7 \times 10^{-5}$ , 则该温度下  $\text{CH}_3\text{COONa}$  的水解平衡常数  $K_h =$  \_\_\_\_\_(保留到小数点后一位)。

(3)25 °C时, pH=3的醋酸和pH=11的氢氧化钠溶液等体积混合后, 溶液呈 \_\_\_\_\_(填“酸性”“中性”或“碱性”), 请写出溶液中离子浓度间的一个等式:

(4)25 °C时, 将  $m \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的醋酸和  $n \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的氢氧化钠溶液等体积混合后, 溶液的pH=7, 则溶液中  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{CH}_3\text{COOH}) =$  \_\_\_\_\_,  $m$  与  $n$  的大小关系是  $m$  \_\_\_\_\_  $n$ (填“>”“=”或“<”)。

(5)25 °C时, 醋酸的电离常数  $K_a = 1.7 \times 10^{-5}$ , 将等体积、等物质的量浓度的醋酸与氨水混合后, 溶液的pH=7, 则  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  的电离常数  $K_b =$  \_\_\_\_\_。

答案 (1)①②⑥⑤④③ (2) $5.9 \times 10^{-10}$  (3)酸性  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$

(4) $\frac{m}{2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} > (5)1.7 \times 10^{-5}$

解析 (1)①HCl是一元强酸, ② $\text{CH}_3\text{COOH}$ 是一元弱酸, ③ $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 是二元强碱, ④ $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 是强碱弱酸盐, ⑤KCl是强酸强碱盐, ⑥ $\text{NH}_4\text{Cl}$ 是强酸弱碱盐。酸性: 强酸>弱酸>强酸弱碱盐; 碱性: 强碱>强碱弱酸盐。所以这几种溶液pH由小到大的顺序为①②⑥⑤④③。 (2)

醋酸中存在电离平衡:  $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ ,  $K_a = \frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}$ ; 该温度下

$\text{CH}_3\text{COONa}$ 的水解平衡为  $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$ , 水解平衡常数  $K_h = \frac{c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}$ 。  $K_a \cdot K_h = c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-) = K_w$ , 所以  $K_h = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{1.7 \times 10^{-5}} \approx 5.9 \times 10^{-10}$ 。

(3)25 °C时, pH=3的醋酸,  $c(\text{H}^+) = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , pH=11的氢氧化钠溶液,  $c(\text{OH}^-) = \frac{K_w}{c(\text{H}^+)} =$

$\frac{10^{-14}}{10^{-11}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 两种溶液中的离子浓度相等。当等体积混合后, 电离的部分恰好完全中和。

但由于醋酸为弱酸, 还有大量未电离的醋酸分子存在, 会继续电离产生  $\text{H}^+$ 和  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ , 所以溶液呈酸性。在溶液中存在电荷守恒:  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$ 。 (4)

由于溶液为等体积混合，所以溶液中  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{m}{2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。因为酸是弱酸，碱是强碱，若等物质的量混合，恰好生成  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ，由于  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  的水解而使溶液呈碱性，为了使溶液呈中性，酸必须稍微过量一些，来抵消醋酸根离子水解的碱性，所以  $m$  与  $n$  的大小关系是  $m > n$ 。(5)25 °C 时，将等体积、等物质的量浓度的醋酸与氨水混合后，溶液的  $\text{pH} = 7$ ，说明醋酸与一水合氨的电离强弱程度相同，也就是电离常数相等。由于醋酸的电离常数为  $K_a = 1.7 \times 10^{-5}$ ，所以  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$  的电离常数  $K_b = 1.7 \times 10^{-5}$ 。

19. (9分)常温下, 将某一元酸 HA(甲、乙、丙、丁代表不同的一元酸)和 NaOH 溶液等体积混合, 两种溶液的物质的量浓度和混合溶液的 pH 如下表所示:

实验编号	$c(\text{HA})/\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$c(\text{NaOH})/\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	混合溶液的 pH
甲	0.1	0.1	$=a$
乙	0.12	0.1	$=7$
丙	0.2	0.1	$>7$
丁	0.1	0.1	$=10$

(1) 从甲组情况分析, 如何判断 HA 是强酸还是弱酸?

(2)乙组混合溶液中  $c(A^-)$  和  $c(Na^+)$  的大小关系是 \_\_\_\_\_。

- A. 前者大
  - B. 后者大
  - C. 二者相等
  - D. 无法判断

(3)从丙组实验结果分析,该混合溶液中离子浓度由大到小的顺序是\_\_\_\_\_。

(4) 分析丁组实验数据, 写出该混合溶液中下列算式的精确结果(列式):  $c(\text{Na}^+) - c(\text{A}^-) =$  \_\_\_\_\_  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

答案 (1) $a=7$  时, HA 是强酸;  $a>7$  时, HA 是弱酸

(2)C

$$(3) c(\text{Na}^+) > c(\text{A}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$$

$$(4)(10^{-4} - 10^{-10})$$

解析 (1)一元酸 HA 与 NaOH 等物质的量反应时, HA 酸性强弱可由完全中和后盐溶液的 pH 判断,  $a = 7$  时为强酸,  $a > 7$  时为弱酸。 (2)据电荷守恒, 有  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-)$ , 因  $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ , 所以  $c(\text{Na}^+) = c(\text{A}^-)$ 。 (3)丙为等浓度的 HA 与 NaA 的混合溶液, 由  $\text{pH} > 7$  知  $\text{A}^-$  的水解程度大于 HA 的电离程度, 离子浓度大小关系为  $c(\text{Na}^+) > c(\text{A}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ 。 (4)根据电荷守恒  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-)$ , 推导  $c(\text{Na}^+) - c(\text{A}^-) = c(\text{OH}^-) - c(\text{H}^+) = (10^{-4} - 10^{-10}) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

20. (12分)(1) 碳酸:  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $K_{\text{a}1}=4.3 \times 10^{-7}$ ,  $K_{\text{a}2}=5.6 \times 10^{-11}$ , 草酸:  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ,  $K_{\text{a}1}=5.9 \times 10^{-2}$ ,

$$K_{a2}=6.4 \times 10^{-5}$$

①0.1 mol·L<sup>-1</sup> Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液的 pH \_\_\_\_\_ 0.1 mol·L<sup>-1</sup> Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 溶液的 pH。(填“大于”“小于”或“等于”)

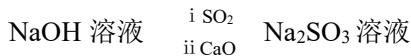
②等浓度草酸溶液和碳酸溶液中，氢离子浓度较大的是 \_\_\_\_\_。

③若将等浓度的草酸溶液和碳酸溶液等体积混合，溶液中各种粒子浓度大小的顺序正确的是 \_\_\_\_\_(填字母)。

- a.  $c(H^+)>c(HC_2O_4^-)>c(HCO_3^-)>c(CO_3^{2-})$
- b.  $c(HCO_3^-)>c(HC_2O_4^-)>c(C_2O_4^{2-})>c(CO_3^{2-})$
- c.  $c(H^+)>c(HC_2O_4^-)>c(C_2O_4^{2-})>c(CO_3^{2-})$
- d.  $c(H_2CO_3)>c(HCO_3^-)>c(HC_2O_4^-)>c(CO_3^{2-})$

(2) SO<sub>2</sub> 会对环境和人体健康带来极大的危害，工业上采取多种方法减少 SO<sub>2</sub> 的排放，回答下列方法中的问题。

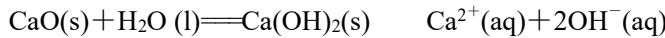
方法 1(双碱法)：用 NaOH 吸收 SO<sub>2</sub>，并用 CaO 使 NaOH 再生



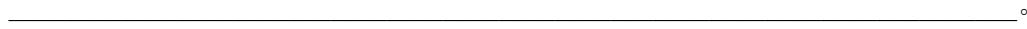
①写出过程 i 的离子方程式：



②CaO 在水中存在如下转化：



从平衡移动的角度，简述过程 ii 中 NaOH 再生的原理：



方法 2：用氨水除去 SO<sub>2</sub>

③已知 25 °C，NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O 的  $K_b=1.8 \times 10^{-5}$ ，H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 的  $K_{a1}=1.3 \times 10^{-2}$ ， $K_{a2}=6.2 \times 10^{-8}$ 。若氨水的浓度为 2.0 mol·L<sup>-1</sup>，溶液中的  $c(OH^-)=$  \_\_\_\_\_ mol·L<sup>-1</sup>。将 SO<sub>2</sub> 通入该氨水中，当  $c(OH^-)$  降至  $1.0 \times 10^{-7}$  mol·L<sup>-1</sup> 时，溶液中的  $\frac{c(SO_3^{2-})}{c(HSO_3^-)}=$  \_\_\_\_\_。

答案 (1)①大于 ②草酸 ③ac

(2)① $2OH^- + SO_2 \rightleftharpoons SO_3^{2-} + H_2O$  ②SO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 与 Ca<sup>2+</sup> 生成 CaSO<sub>3</sub> 沉淀，平衡正向移动，有 NaOH 生成

$$\text{③} 6.0 \times 10^{-3} \quad 0.62$$

解析 (1)①根据电离常数可知草酸的酸性强于碳酸，则碳酸钠的水解程度大于草酸钠，所以 0.1 mol·L<sup>-1</sup> Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液的 pH 大于 0.1 mol·L<sup>-1</sup> Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 溶液的 pH。②草酸的酸性强于碳酸，则等浓度草酸溶液和碳酸溶液中，氢离子浓度较大的是草酸。③草酸的一、二级电离常数均大于碳酸的，所以草酸的电离程度大于碳酸，因此溶液中  $c(H^+)>c(HC_2O_4^-)>c(C_2O_4^{2-})>c(HCO_3^-)>c(CO_3^{2-})$ ，a、c 正确；根据上述分析可知 b、d 错误。

(2) ①过程 i 是二氧化硫和氢氧化钠溶液反应生成亚硫酸钠和水, 反应的离子方程式为  $2\text{OH}^- + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 。②过程 ii 加入  $\text{CaO}$ , 存在  $\text{CaO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})$   $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$ , 因  $\text{SO}_3^{2-}$  与  $\text{Ca}^{2+}$  生成  $\text{CaSO}_3$  沉淀, 平衡正向移动, 有  $\text{NaOH}$  生成。

③  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  的  $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$ , 若氨水的浓度为  $2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 由  $K_b = \frac{c(\text{NH}_4^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})}$  可知  $c(\text{OH}^-) = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 2.0} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 6.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 当  $c(\text{OH}^-)$  降至  $1.0 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时,  $c(\text{H}^+) = 1.0 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$  的  $K_{a2} = 6.2 \times 10^{-8}$ , 由  $K_{a2} = \frac{c(\text{SO}_3^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HSO}_3^-)}$ , 可知  $\frac{c(\text{SO}_3^{2-})}{c(\text{HSO}_3^-)} = \frac{6.2 \times 10^{-8}}{1 \times 10^{-7}} = 0.62$ 。

21. (13 分) 常温下, 几种物质的溶度积常数见下表:

物质	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{CuCl}$	$\text{CuI}$
$K_{\text{sp}}$	$2.2 \times 10^{-20}$	$2.6 \times 10^{-39}$	$1.7 \times 10^{-7}$	$1.3 \times 10^{-12}$

(1) 某酸性  $\text{CuCl}_2$  溶液中含少量的  $\text{FeCl}_3$ , 为制得纯净的  $\text{CuCl}_2$  溶液, 宜加入 \_\_\_\_\_ 调至溶液  $\text{pH}=4$ , 使  $\text{Fe}^{3+}$  转化为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀, 此时溶液中的  $c(\text{Fe}^{3+}) = \text{_____}$ 。

(2) 过滤后, 将所得滤液经过 \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ 操作, 可得到  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  晶体。

(3) 由  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  晶体得到纯的无水  $\text{CuCl}_2$ , 需要进行的操作是 \_\_\_\_\_。

(4) 某学习小组用“间接碘量法”测定含有  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  晶体的试样(不含能与  $\text{I}^-$  发生反应的氧化性杂质)的纯度, 过程如下: 取  $0.800 \text{ g}$  试样溶于水, 加入过量  $\text{KI}$  固体, 充分反应, 生成白色沉淀。用  $0.100 0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液滴定, 到达滴定终点时, 消耗  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液  $40.00 \text{ mL}$ 。(已知:  $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$ )。

① 可选用 \_\_\_\_\_ 作指示剂, 滴定终点的现象是 \_\_\_\_\_。

②  $\text{CuCl}_2$  溶液与  $\text{KI}$  反应的离子方程式为 \_\_\_\_\_。

③ 该试样中  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  的质量百分数为 \_\_\_\_\_。

答案 (1)  $\text{CuO}$ (或碱式碳酸铜、氢氧化铜)

2.  $6 \times 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

(2) 蒸发浓缩 冷却结晶

(3) 在  $\text{HCl}$  气氛中加热

(4) ① 淀粉溶液 溶液由蓝色变成无色且半分钟内不变化

②  $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$  ③ 85.5%

解析 (1) 加入  $\text{CuO}$  或  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ , 与  $\text{Fe}^{3+}$  水解产生的  $\text{H}^+$  反应, 使  $\text{Fe}^{3+}$  转化为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀; 当  $\text{pH} = 4$  时, 由  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  的  $K_{\text{sp}}$  计算  $c(\text{Fe}^{3+})$ 。(3) 由  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  晶体得到纯的无水  $\text{CuCl}_2$ , 需考虑避免  $\text{Cu}^{2+}$  的水解产生杂质。(4)  $\text{CuCl}_2$  溶液与  $\text{KI}$  发生反应:  $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$ , 所以需选用淀粉溶液作指示剂, 当溶液由蓝色变为无色, 且半分钟内不变化,

确定达到滴定终点；再结合方程式： $I_2 + 2S_2O_3^{2-} \rightleftharpoons S_4O_6^{2-} + 2I^-$  和  $2Cu^{2+} + 4I^- \rightleftharpoons 2CuI \downarrow + I_2$ ，  
得到关系式： $2Cu^{2+} \sim I_2 \sim 2S_2O_3^{2-}$ ，确定晶体试样的纯度。