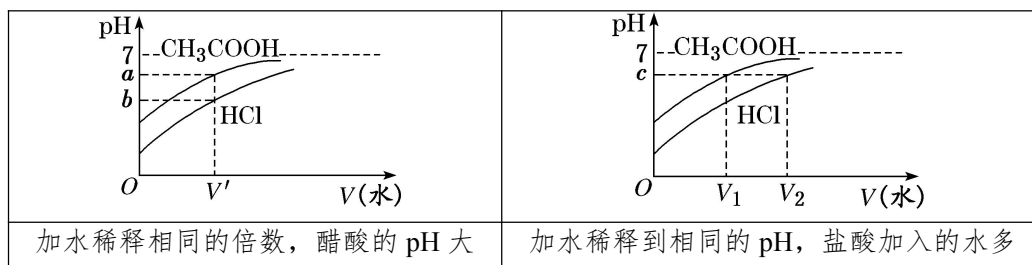


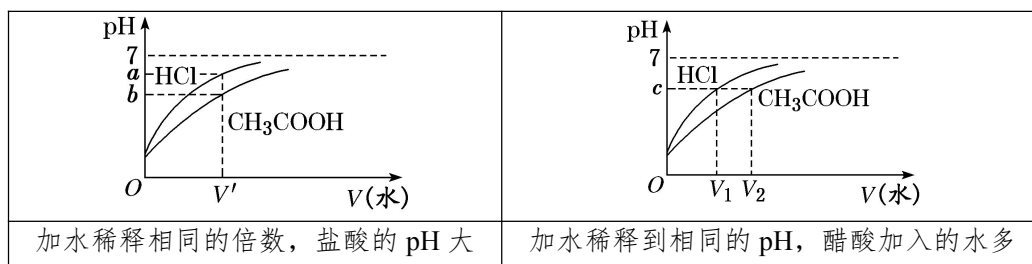
## 电解质溶液中的常见图像题

### 考点一 酸、碱稀释图像

#### 【1】相同体积、相同浓度的盐酸、醋酸稀释图像

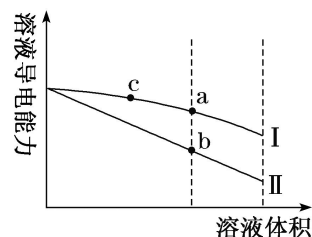


#### 【2】相同体积、相同 pH 的盐酸、醋酸稀释图像



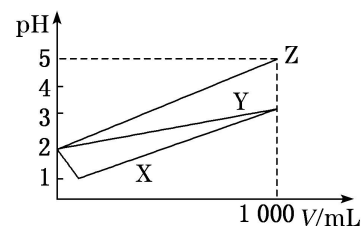
1.(2018·郑州质检)常温下，将一定浓度的盐酸和醋酸加水稀释，溶液的导电能力随溶液体积变化的曲线如图所示。下列说法中正确的是( )

- A. 两溶液稀释前的浓度相同
- B. a、b、c 三点溶液的 pH 由大到小顺序为  $a > b > c$
- C. a 点的  $K_w$  值比 b 点的  $K_w$  值大
- D. a 点水电离的  $c(H^+)$  大于 c 点水电离的  $c(H^+)$



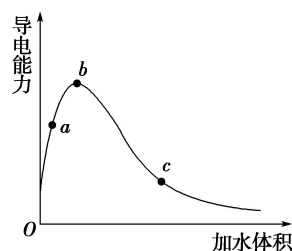
2.pH=2 的 X、Y、Z 三种酸的水溶液各 1 mL，分别加水稀释到 1 000 mL，其 pH 与溶液体积( $V$ )的关系如图所示，则下列说法正确的是( )

- A. 原溶液都是稀溶液
- B. 原溶液的浓度大小为  $c(X) > c(Z) > c(Y)$
- C. Z 是强酸，Y 和 X 是弱酸
- D. 三种酸由强到弱的顺序是  $Z > Y > X$



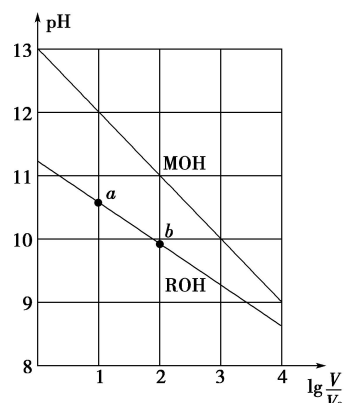
3.一定温度下，将一定质量的冰醋酸加水稀释过程中，溶液的导电能力变化如图所示，下列说法正确的是( )

- A. a、b、c 三点溶液的 pH:  $c < a < b$
- B. a、b、c 三点  $CH_3COOH$  的电离程度:  $c < a < b$
- C. 用湿润的 pH 试纸测量 a 处溶液的 pH，测量结果偏小
- D. a、b、c 三点溶液用  $1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  NaOH 溶液中和，消耗 NaOH 溶液体积:  $c < a < b$



4. (2015·新课标 I) 浓度均为 0.10 mol/L、体积均为  $V_0$  的 MOH 和 ROH 溶液，分别加水稀释至体积  $V$ ，pH 随  $\lg \frac{V}{V_0}$  的变化如图所示，下列叙述错误的是 ( )

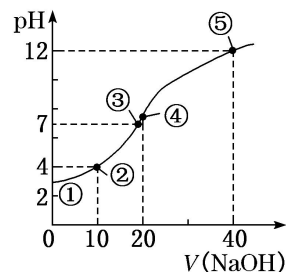
- A. MOH 的碱性强于 ROH 的碱性  
 B. ROH 的电离程度：b 点大于 a 点  
 C. 若两溶液无限稀释，则它们的  $c(\text{OH}^-)$  相等  
 D. 当  $\lg \frac{V}{V_0} = 2$  时，若两溶液同时升高温度，则  $\frac{c(\text{M}^+)}{c(\text{R}^+)}$  增大



## 考点二 酸、碱中和滴定图像

### 【巧抓“5 点”突破中和滴定图像题】

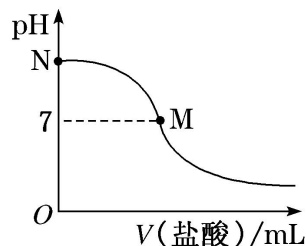
解决酸碱中和滴定曲线类问题的关键是巧抓“5 点”，即曲线的起点、恰好反应点、中性点、反应一半点和过量点，先判断出各个点中的溶质及溶液的酸碱性，以下面室温时用  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$  溶液滴定  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HA}$  溶液为例(如图)，总结如何抓住滴定曲线的 5 个关键点：



关键点	离子浓度关系
原点(点①)	原点为 HA 的单一溶液， $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HA}$ 溶液 $\text{pH} > 1$ ，说明 HA 是弱酸； $c(\text{HA}) > c(\text{H}^+) > c(\text{A}^-) > c(\text{OH}^-)$
反应一半点(点②)	两者反应生成等物质的量的 NaA 和 HA 混合液，此时溶液 $\text{pH} < 7$ ，说明 HA 的电离程度大于 $\text{A}^-$ 的水解程度， $c(\text{A}^-) > c(\text{Na}^+) > c(\text{HA}) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$
中性点(点③)	此时溶液 $\text{pH} = 7$ ，溶液是中性的，酸没有完全被中和， $c(\text{Na}^+) = c(\text{A}^-) > c(\text{HA}) > c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$
恰好完全反应点(点④)	此时二者恰好完全反应生成 NaA，为强碱弱酸盐，溶液是碱性的， $c(\text{Na}^+) > c(\text{A}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{HA}) > c(\text{H}^+)$
过量点(点⑤)	此时，NaOH 溶液过量，得到 NaA 与 NaOH 等物质的量的混合液，溶液显碱性， $c(\text{Na}^+) > c(\text{OH}^-) > c(\text{A}^-) > c(\text{H}^+)$

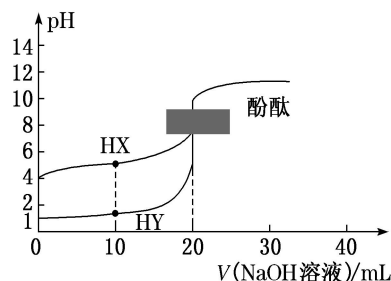
5.(2016·全国卷 I)298 K 时, 在 20.0 mL  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  氨水中滴入  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的盐酸, 溶液的 pH 与所加盐酸的体积关系如图所示。已知  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  氨水的电离度为 1.32%, 下列有关叙述正确的是( )

- A. 该滴定过程应该选择酚酞作为指示剂
- B. M 点对应的盐酸体积为 20.0 mL
- C. M 点处的溶液中  $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{Cl}^-) = c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$
- D. N 点处的溶液中  $\text{pH} < 12$



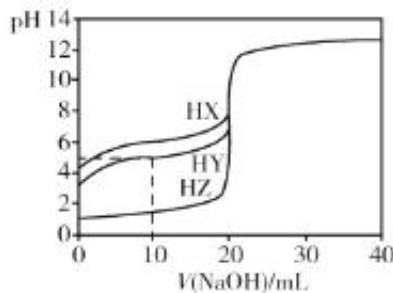
6. 298 K 时, 分别向体积、浓度均为 20 mL  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 HX 溶液、HY 溶液中滴加等浓度的 NaOH 溶液, 混合溶液的 pH 与加入 NaOH 溶液体积(V)之间的关系如图所示。(注明: 弱电解质的电离度等于已电离的电解质的量与电解质总量之比), 下列说法正确的是( )

- A. 298 K 时,  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  HX 溶液中 HX 的电离度为 1%
- B.  $V=10 \text{ mL}$  时, 同时微热溶液(忽略体积变化),  $\frac{c(\text{X}^-)}{c(\text{Y}^-)}$  增大
- C.  $V=20 \text{ mL}$  时, HX 曲线对应的溶液中:  
 $c(\text{Na}^+) = c(\text{X}^-) > c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$
- D. 滴定这两种溶液时都可以选择甲基橙替代酚酞作指示剂



7. 25℃时, 用浓度为  $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 NaOH 溶液滴定 20.00 mL 浓度均为  $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的三种酸 HX、HY、HZ, 滴定曲线如图所示。下列说法正确的是( )

- A. 根据滴定曲线, 可得  $K_a(\text{HY}) \approx 10^{-5}$
- B. 在相同温度下, 同浓度的三种酸溶液的导电能力顺序:  
 $\text{HZ} < \text{HY} < \text{HX}$
- C. 将上述 HX、HY 溶液等体积混合后, 用 NaOH 溶液滴定至 HX 恰好完全反应时:  $c(\text{X}^-) > c(\text{Y}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$



- D. HY 与 HZ 混合, 达到平衡时:  $c(\text{H}^+) = \frac{K_a(\text{HY}) \cdot c(\text{HY})}{c(\text{Y}^-)} + c(\text{Z}^-) + c(\text{OH}^-)$

### 考点三 沉淀溶解平衡图像

#### 【解沉淀溶解平衡图像题三步骤】

第一步: 明确图像中纵、横坐标的含义  $\Rightarrow$  纵、横坐标通常是难溶物溶解后电离出的离子浓度。

第二步: 理解图像中线上点、线外点的含义

(1)以  $\text{AgCl}$  为例, 在该沉淀溶解平衡图像上, 曲线上任意一点都达到了沉淀溶解平衡状态, 此时  $Q_c = K_{sp}$ 。在温度不变时, 无论改变哪种离子的浓度, 另一种离子的浓度只能在曲线上变化, 不会出现在曲线以外。

(2)曲线上方区域的点均为过饱和溶液, 此时  $Q_c > K_{sp}$ 。

(3)曲线下方区域的点均为不饱和溶液, 此时  $Q_c < K_{sp}$ 。

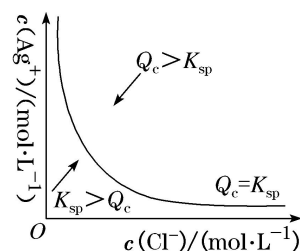
第三步: 抓住  $K_{sp}$  的特点, 结合选项分析判断

(1)溶液在蒸发时, 离子浓度的变化分两种情况:

①原溶液不饱和时, 离子浓度都增大;

②原溶液饱和时, 离子浓度都不变。

(2)溶度积常数只是温度的函数, 与溶液中溶质的离子浓度无关, 在同一曲线上的点, 溶度积常数相同。



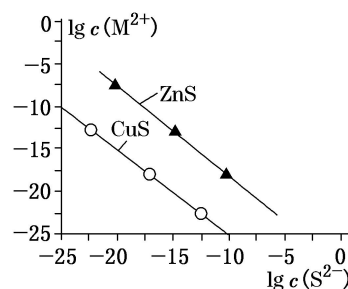
8. (2018·商丘模拟) 25 °C 时, 用  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液沉淀  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$  两种金属离子 ( $\text{M}^{2+}$ ), 所需  $\text{S}^{2-}$  最低浓度的对数值  $\lg c(\text{S}^{2-})$  与  $\lg c(\text{M}^{2+})$  关系如图所示。下列说法中不正确的是( )

A.  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液中:  $c(\text{S}^{2-}) + c(\text{HS}^-) + c(\text{H}_2\text{S}) = 2c(\text{Na}^+)$

B. 25 °C 时,  $K_{sp}(\text{CuS})$  约为  $1 \times 10^{-35}$

C. 向 100 mL 浓度均为  $10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$  的混合溶液中逐滴加入  $1 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液,  $\text{Cu}^{2+}$  先沉淀

D. 向  $\text{Cu}^{2+}$  浓度为  $1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  废水中加入  $\text{ZnS}$  粉末, 会有  $\text{CuS}$  沉淀析出



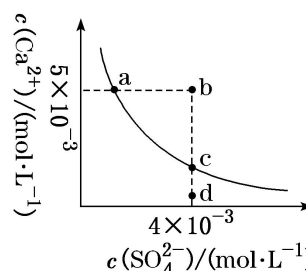
9. (2018·兰州模拟) 常温下,  $K_{sp}(\text{CaSO}_4) = 9 \times 10^{-6}$ , 常温下,  $\text{CaSO}_4$  在水中的沉淀溶解平衡曲线如图所示。下列判断错误的是( )

A. a、c 两点均可以表示常温下  $\text{CaSO}_4$  溶于水所形成的饱和溶液

B. a 点对应的  $K_{sp}$  等于 c 点对应的  $K_{sp}$

C. b 点将有沉淀生成, 平衡后溶液中  $c(\text{SO}_4^{2-})$  一定不等于  $3 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

D. 向 d 点溶液中加入适量  $\text{CaCl}_2$  固体可以变到 c 点



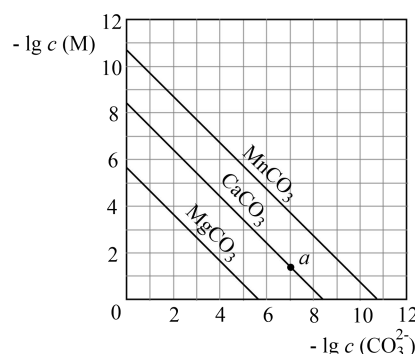
10. (2019·广州调研) 一定温度下, 三种碳酸盐  $\text{MCO}_3$  ( $\text{M}$ :  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$ ) 的沉淀溶解平衡曲线如图所示。下列说法错误的是( )

A.  $K_{sp}(\text{MnCO}_3)$  的数量级为  $10^{-11}$

B.  $\text{MgCO}_3$  的悬浊液中加入少量水充分振荡,  $c(\text{Mg}^{2+})$  不变

C. a 点表示的溶液中,  $c(\text{Ca}^{2+}) > c(\text{CO}_3^{2-})$

D. 向浓度均为  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$  混合溶液中逐滴加入  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液, 最先形成  $\text{MgCO}_3$  沉淀

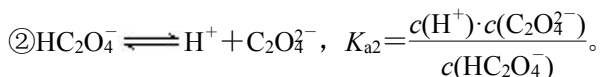
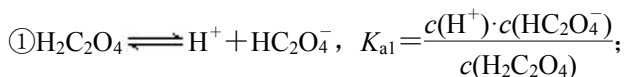


## 考点四 综合型（曲线的分析与应用）

### 1. 滴定曲线图像中“交叉点”的分析与应用

$T^{\circ}\text{C}$  时，向某浓度的草酸溶液中逐滴加入一定浓度的  $\text{NaOH}$  溶液，所得溶液中三种微粒  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 、 $\text{HC}_2\text{O}_4^-$ 、 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  的物质的量分数( $\delta$ )与  $\text{pH}$  的关系如下图所示：

(1) 写出  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  的电离方程式及电离平衡常数表达式



(2) 根据 A 点， $K_{a1} = 10^{-1.2}$ ，根据 B 点  $K_{a2} = 10^{-4.2}$ 。

(3) 在  $\text{pH} = 2.7$  的溶液中， $\frac{c^2(\text{HC}_2\text{O}_4^-)}{c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

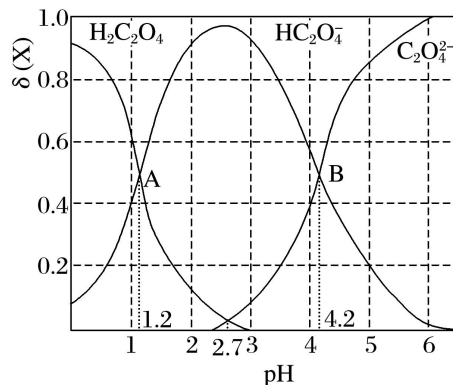
答案：1 000 解析： $\frac{K_{a1}}{K_{a2}} = \frac{c^2(\text{HC}_2\text{O}_4^-)}{c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})} = \frac{10^{-1.2}}{10^{-4.2}} = 1\,000$ 。

(4)  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{NaHC}_2\text{O}_4$  溶液呈 酸 性，其离子浓度从大到小的顺序为  $c(\text{Na}^+) > c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) > c(\text{OH}^-)$ 。

答案：酸， $c(\text{Na}^+) > c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) > c(\text{OH}^-)$

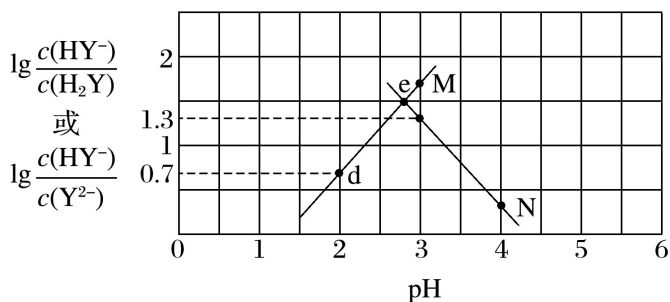
解析  $\text{HC}_2\text{O}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{OH}^-$   $K_h = \frac{K_w}{K_{a1}} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-1.2}} = 10^{-(14-1.2)} \ll K_{a2}$

所以  $\text{HC}_2\text{O}_4^-$  的电离大于其水解(注：也可以根据图像观察)。



### 2. 滴定直线图像的分析与应用

常温下，二元弱酸  $\text{H}_2\text{Y}$  溶液中滴加  $\text{NaOH}$  溶液，所得混合溶液的  $\text{pH}$  与离子浓度变化的关系如图所示，



(1) 向二元弱酸  $\text{H}_2\text{Y}$  中滴加  $\text{NaOH}$  溶液，依次反应的离子方程式为：



(2) 随着  $\text{NaOH}$  溶液的滴加， $\lg \frac{c(\text{HY}^-)}{c(\text{H}_2\text{Y})}$  增大， $\lg \frac{c(\text{HY}^-)}{c(\text{Y}^{2-})}$  减小。

(3)  $K_{a2}(\text{H}_2\text{Y}) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

答案： $10^{-4.3}$  解析： $K_{a2} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{Y}^{2-})}{c(\text{HY}^-)}$ ，当  $c(\text{H}^+) = 10^{-3}$  时， $\frac{c(\text{Y}^{2-})}{c(\text{HY}^-)} = 10^{-1.3}$ ，所以  $K_{a2} = 10^{-4.3}$ 。

(4) 在交叉点“e”， $c(\text{H}_2\text{Y})$        $c(\text{Y}^{2-})$  (填“>”“<”或“=”)。

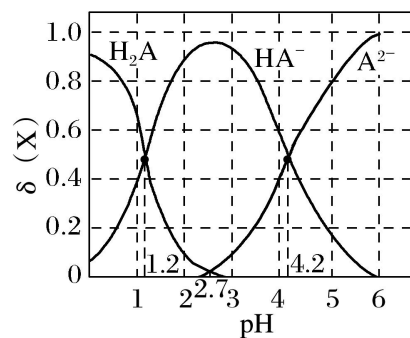
答案：= 解析：在“e”点  $\lg \frac{c(\text{HY}^-)}{c(\text{H}_2\text{Y})} = \lg \frac{c(\text{HY}^-)}{c(\text{Y}^{2-})}$ ，所以  $\frac{c(\text{HY}^-)}{c(\text{H}_2\text{Y})} = \frac{c(\text{HY}^-)}{c(\text{Y}^{2-})}$ ，所以  $c(\text{H}_2\text{Y}) = c(\text{Y}^{2-})$ 。

11.(2017·全国卷 II, 12)改变  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  二元弱酸  $\text{H}_2\text{A}$  溶液的 pH, 溶液中的  $\text{H}_2\text{A}$ 、 $\text{HA}^-$ 、 $\text{A}^{2-}$  的物质的量分数

$\delta(\text{X})$  随 pH 的变化如图所示[已知  $\delta(\text{X}) = \frac{c(\text{X})}{c(\text{H}_2\text{A}) + c(\text{HA}^-) + c(\text{A}^{2-})}$ ]

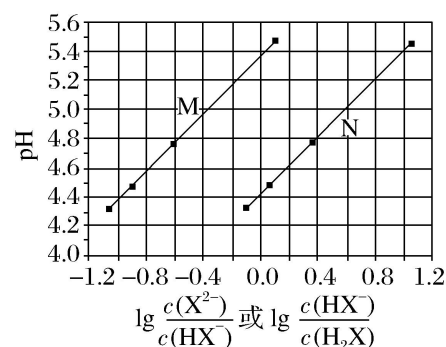
下列叙述错误的是( )

- A. pH=1.2 时,  $c(\text{H}_2\text{A}) = c(\text{HA}^-)$
- B.  $\lg[K_2(\text{H}_2\text{A})] = -4.2$
- C. pH=2.7 时,  $c(\text{HA}^-) > c(\text{H}_2\text{A}) = c(\text{A}^{2-})$
- D. pH=4.2 时,  $c(\text{HA}^-) = c(\text{A}^{2-}) = c(\text{H}^+)$

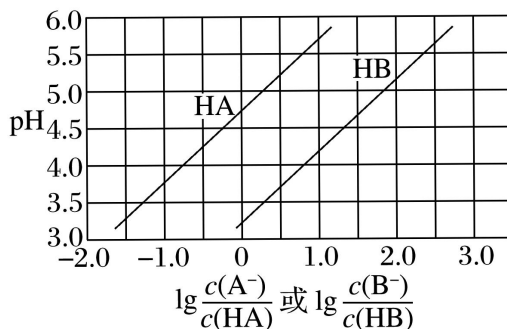


12.(2017·全国卷 I, 13)常温下将  $\text{NaOH}$  溶液滴加到己二酸( $\text{H}_2\text{X}$ )溶液中, 混合溶液的 pH 与离子浓度变化的关系如图所示。下列叙述错误的是( )

- A.  $K_{a2}(\text{H}_2\text{X})$  的数量级为  $10^{-6}$
- B. 曲线 N 表示 pH 与  $\lg \frac{c(\text{HX}^-)}{c(\text{H}_2\text{X})}$  的变化关系
- C.  $\text{NaHX}$  溶液中  $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$
- D. 当混合溶液呈中性时:  $c(\text{Na}^+) > c(\text{HX}^-) > c(\text{X}^{2-}) > c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+)$



13.(2018·滨州市高三二模)常温下将  $\text{NaOH}$  溶液分别滴加到两种一元弱酸  $\text{HA}$  和  $\text{HB}$  中, 两种混合溶液的 pH 与离子浓度变化的关系如图所示。下列叙述错误的是( )



- A. 电离常数:  $K_a(\text{HB}) > K_a(\text{HA})$
- B.  $K_a(\text{HA})$  的数量级为  $10^{-5}$
- C. 当  $\text{HA}$  与  $\text{NaOH}$  溶液混合至中性时:  $c(\text{A}^-) = c(\text{HA})$
- D. 等浓度等体积的  $\text{HA}$  和  $\text{NaB}$  混合后所得溶液中:  $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$

### 参考答案:

1.解析:选D 【A项,稀释前,两种溶液的导电能力相同,则溶液中离子浓度相同,醋酸是弱电解质,所以醋酸的浓度大于盐酸的浓度,错误;B项,导电能力越强, $c(\text{H}^+)$ 越大,而溶液的pH越小,pH大小顺序应为 $b>a>c$ ,错误;C项,温度不变,水的离子积常数不变,错误。】

2.解析:选C 【强酸稀释 $10^3$ 倍,pH增加3,弱酸稀释 $10^3$ 倍,pH增加小于3,原溶液X是弱酸的浓溶液;原溶液的浓度大小应为 $c(\text{X})>c(\text{Y})>c(\text{Z})$ ;从纵轴 $\text{pH}=2$ 的点作平行于横轴的平行线,与X线交于A点,A的 $\text{pH}=2$ ,A点与Y的 $\text{pH}=2$ 的点相比,起始pH相等,稀释后pH仍相等,而Y稀释的倍数大,由此得酸性 $\text{X}>\text{Y}$ ,故三种酸的强弱顺序为 $\text{Z}>\text{X}>\text{Y}$ 。】

3.解析:选C 【A项,由导电能力知 $c(\text{H}^+)$ : $b>a>c$ ,故pH: $c>a>b$ ;B项,加水体积越大,越利于 $\text{CH}_3\text{COOH}$ 电离,故电离程度: $c>b>a$ ;C项,用湿润的pH试纸测量a处溶液的pH,相当于稀释a点溶液, $c(\text{H}^+)$ 增大,pH偏小;D项,a、b、c三点 $n(\text{CH}_3\text{COOH})$ 相同,用NaOH中和时消耗 $n(\text{NaOH})$ 相同,故消耗 $V(\text{NaOH})$ : $a=b=c$ 。】

4.解析:选D 【由图像可知 $0.10\text{mol/L}$ MOH溶液的 $\text{pH}=13$ ,所以MOH为强碱,而ROH溶液 $\text{pH}<13$ ,所以ROH为弱碱,A正确;弱电解质“越稀越电离”,B正确;若两溶液无限稀释,则酸碱性接近中性,则它们的 $c(\text{OH}^-)$ 相等,C正确;ROH为弱碱,升温电离度增大, $c(\text{R}^+)$ 增大,而MOH为强碱,升温 $c(\text{M}^+)$ 不变,所以两溶液同时升高温度,则 $c(\text{M}^+)/c(\text{R}^+)$ 减小,D错误。】

5.解析:选D 【A项,用 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 盐酸滴定 $20.0\text{mL}$  $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 氨水,二者恰好完全反应时生成强酸弱碱盐 $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,应选用甲基橙作指示剂。B项,当 $V(\text{HCl})=20.0\text{mL}$ 时,二者恰好完全反应生成 $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,此时溶液呈酸性,而图中M点溶液的 $\text{pH}=7$ ,故M点对应盐酸的体积小于 $20.0\text{mL}$ 。C项,M点溶液呈中性,则有 $c(\text{H}^+)=c(\text{OH}^-)$ ;据电荷守恒可得 $c(\text{H}^+)+c(\text{NH}_4^+)=c(\text{OH}^-)+c(\text{Cl}^-)$ ,则有 $c(\text{NH}_4^+)=c(\text{Cl}^-)$ ,此时溶液中离子浓度关系为 $c(\text{NH}_4^+)=c(\text{Cl}^-)>c(\text{H}^+)=c(\text{OH}^-)$ 。D项, $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 为弱电解质,部分发生电离,N点时 $V(\text{HCl})=0$ ,此时氨水的电离度为 $1.32\%$ ,则有 $c(\text{OH}^-)=0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\times 1.32\%=(1.32\times 10^{-3})\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , $c(\text{H}^+)=\frac{K_w}{c(\text{OH}^-)}=\frac{1.0\times 10^{-14}}{1.32\times 10^{-3}}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\approx 7.58\times 10^{-12}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ,故N点处的溶液中 $\text{pH}<12$ 。】

6.解析:选B 【 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HX}$ 溶液的 $\text{pH}=4$ , $c(\text{H}^+)=10^{-4}$ ,电离的HX浓度为 $10^{-4}$ ,则 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HX}$ 溶液中HX的电离度为 $\frac{10^{-4}}{10^{-1}}\times 100\%=0.1\%$ ,故A错; $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HX}$ 溶液的 $\text{pH}=4$ 、 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HY}$ 溶液, $\text{pH}=1$ ,则HX是弱酸、HY是强酸,加热时 $c(\text{Y}^-)$ 不变,HX的电离程度增大, $c(\text{X}^-)$ 增大,所以 $\frac{c(\text{X}^-)}{c(\text{Y}^-)}$ 增大,B

正确; $V=20\text{mL}$ 时,HX曲线对应的溶液中溶质恰好是NaX,NaX水解呈碱性, $c(\text{Na}^+)>c(\text{X}^-)>c(\text{OH}^-)>c(\text{H}^+)$ ,故C错;氢氧化钠滴定HX是强碱滴定弱酸,恰好中和时呈碱性,只能用酚酞作指示剂,故D错。】

7.解析:选A 【A项,从滴定曲线的起点可看出三种酸由强到弱的顺序依次为 $\text{HZ}>\text{HY}>\text{HX}$ ,同浓度的三种酸的离子浓度也是 $\text{HZ}>\text{HY}>\text{HX}$ ,导电能力依次减弱;B项,由滴定曲线可知 $20\text{mL}$ HY滴加 $10\text{mL}$ NaOH时 $\text{pH}=5$ ,此时为HY、NaY物质的量 $1:1$ 的混合溶液,根据电荷守恒 $c(\text{Na}^+)+c(\text{H}^+)=c(\text{Y}^-)+c(\text{OH}^-)$ ,由 $c(\text{H}^+)=10^{-5}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , $c(\text{OH}^-)=10^{-9}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 都很小, $c(\text{Y}^-)\approx c(\text{Na}^+)$ ,再根据物料守恒, $c(\text{HY})+c(\text{Y}^-)=2c(\text{Na}^+)$ ,得 $c(\text{HY})=2c(\text{Na}^+)-c(\text{Y}^-)\approx c(\text{Na}^+)$ , $K_a(\text{HY})=\frac{c(\text{Y}^-)\cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HY})}\approx \frac{c(\text{Na}^+)\cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{Na}^+)}=c(\text{H}^+)=1\times 10^{-5}$ ;C项,HX、HY与NaOH恰好反应后产物为NaX、NaY,由于HX酸性较弱,水解程度大, $c(\text{X}^-)<c(\text{Y}^-)$ ;D项: $K_a(\text{HY})$

$=\frac{c(\text{Y}^-)\cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HY})}$ ,代入所给关系式化简后得 $c(\text{Z}^-)+c(\text{OH}^-)=0$ ,显然D错。】

8.解析:选A 【 $\text{Na}_2\text{S}$ 溶液中存在物料守恒: $2c(\text{S}^{2-})+2c(\text{HS}^-)+2c(\text{H}_2\text{S})=c(\text{Na}^+)$ ,A错误; $K_{\text{sp}}(\text{CuS})=10^{-25}\times 10^{-10}=1\times 10^{-35}$ ,B正确;向 $100\text{mL}$ 浓度均为 $10^{-5}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 的混合溶液中逐滴加入 $1\times 10^{-4}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $\text{Na}_2\text{S}$ 溶液,由于CuS、ZnS构型相同,且 $K_{\text{sp}}(\text{CuS})<K_{\text{sp}}(\text{ZnS})$ ,故 $\text{Cu}^{2+}$ 先沉淀,C正确;由于 $K_{\text{sp}}(\text{CuS})<K_{\text{sp}}(\text{ZnS})$ ,向 $\text{Cu}^{2+}$ 浓度为 $1\times 10^{-5}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 废水中加入ZnS粉末,会有CuS沉淀析出,D正确。】

9.解析:选A 【 $\text{CaSO}_4$ 饱和溶液中阴阳离子浓度相等,a、c两点阴阳离子浓度不相等,A错误;a、c两点温度相同,温度不变 $K_{\text{sp}}$ 不变,在曲线上的任意一点 $K_{\text{sp}}$ 都相等,B正确;根据图示数据,可以看出b点 $Q_c=2\times 10^{-5}>K_{\text{sp}}$ ,所以会生成沉淀,平衡后溶液中 $c(\text{SO}_4^{2-})$ 一定小于 $3\times 10^{-3}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ,C正确;d点为不饱和状态, $c(\text{Ca}^{2+})$ 较小,如加入适量 $\text{CaCl}_2$ 固体, $c(\text{Ca}^{2+})$ 增大,此时 $c(\text{SO}_4^{2-})$ 不变,则可以变到c点,D正确。】

10.解析:选D

11.答案 D 解析 A项,根据图像, $\text{pH}=1.2$ 时, $\text{H}_2\text{A}$ 和 $\text{HA}^-$ 相交,则有 $c(\text{H}_2\text{A})=c(\text{HA}^-)$ ,正确;B项,

根据  $\text{pH}=4.2$  时,  $K_2(\text{H}_2\text{A})=\frac{c(\text{H}^+)\cdot c(\text{A}^{2-})}{c(\text{HA}^-)}=c(\text{H}^+)=10^{-4.2}$ , 正确; C 项, 根据图像,  $\text{pH}=2.7$  时,  $\text{H}_2\text{A}$  和  $\text{A}^{2-}$  相交, 则有  $c(\text{H}_2\text{A})=c(\text{A}^{2-})$ , 正确; D 项, 根据  $\text{pH}=4.2$  时,  $c(\text{HA}^-)=c(\text{A}^{2-})$ , 且  $c(\text{HA}^-)+c(\text{A}^{2-})$  约为  $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , 而  $c(\text{H}^+)=10^{-4.2}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , 可知  $c(\text{HA}^-)=c(\text{A}^{2-})>c(\text{H}^+)$ , 错误。

12.答案 D 解析 横坐标取 0 时, 曲线 M 对应  $\text{pH}$  约为 5.4, 曲线 N 对应  $\text{pH}$  约为 4.4, 因为是  $\text{NaOH}$  滴定  $\text{H}_2\text{X}$  溶液, 所以在酸性较强的溶液中会存在  $c(\text{HX}^-)=c(\text{H}_2\text{X})$ , 所以曲线 N 表示  $\text{pH}$  与  $\lg\frac{c(\text{HX}^-)}{c(\text{H}_2\text{X})}$  的变化关系, B

正确;  $\frac{c(\text{X}^{2-})}{c(\text{HX}^-)}=1$  时, 即  $\lg\frac{c(\text{X}^{2-})}{c(\text{HX}^-)}=0$ ,  $\text{pH}=5.4$ ,  $c(\text{H}^+)=1\times 10^{-5.4}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ,  $K_{a2}=\frac{c(\text{H}^+)\cdot c(\text{X}^{2-})}{c(\text{HX}^-)}\approx 1\times 10^{-5.4}=$

$10^{0.6}\times 10^{-6}$ , A 正确;  $\text{NaHX}$  溶液中,  $c(\text{HX}^-)>c(\text{X}^{2-})$ , 即  $\frac{c(\text{X}^{2-})}{c(\text{HX}^-)}<1$ ,  $\lg\frac{c(\text{X}^{2-})}{c(\text{HX}^-)}<0$ , 此时溶液呈酸性, C 正确;

当溶液呈中性时, 由曲线 M 可知  $\lg\frac{c(\text{X}^{2-})}{c(\text{HX}^-)}>0$ ,  $\frac{c(\text{X}^{2-})}{c(\text{HX}^-)}>1$ , 即  $c(\text{X}^{2-})>c(\text{HX}^-)$ , D 错误。

13.答案 C 解析  $K_a(\text{HB})=\frac{c(\text{H}^+)\cdot c(\text{B}^-)}{c(\text{HB})}$ ,  $K_a(\text{HA})=\frac{c(\text{H}^+)\cdot c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})}$ , 该图是混合溶液的  $\text{pH}$  与  $\lg\frac{c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})}$ 、 $\lg$

$\frac{c(\text{B}^-)}{c(\text{HB})}$  变化的图像。A 项, 当横坐标相同时, 即  $\frac{c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})}$  与  $\frac{c(\text{B}^-)}{c(\text{HB})}$  相同, 发现 HA 的  $\text{pH}$  大, 说明此时 HA 溶液

的  $c(\text{H}^+)$  小, 则  $K_a(\text{HB})>K_a(\text{HA})$ , 正确; B 项, 当  $\lg\frac{c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})}=0$  时,  $\frac{c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})}=1$ , 此时  $c(\text{H}^+)$  在  $10^{-5}\sim 10^{-4.5}$  之

间, 故  $K_a(\text{HA})$  也在  $10^{-5}\sim 10^{-4.5}$  之间, 故  $K_a(\text{HA})$  的数量级为  $10^{-5}$ , 正确; C 项, 根据图像, 当  $c(\text{A}^-)=c(\text{HA})$

时,  $\lg\frac{c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})}=0$ , 此时溶液呈酸性, 错误; D 项, 等浓度等体积的 HA 和 NaB 混合后所得溶液, HA 对 NaB

的水解有抑制作用, 依然是酸性溶液,  $c(\text{H}^+)>c(\text{OH}^-)$ , 正确。