

# 华东理工大学《物理化学》(下) 单元测试卷 (四)

## 电解质溶液

### 一、选择题 (每小题 1 分, 共 30 分)

- 电解质 HCl 在溶剂中电离  $\text{HCl} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^-$  并达到平衡, 则未电离电解质 HCl 的化学势  $\mu_{\text{HCl}}$  与正负离子的化学势  $\mu_{\text{H}^+}$  和  $\mu_{\text{Cl}^-}$  之间的关系式为\_\_\_\_\_。  
A:  $\mu_{\text{HCl}} > \mu_{\text{H}^+} + \mu_{\text{Cl}^-}$ ; B:  $\mu_{\text{HCl}} = \mu_{\text{H}^+} + \mu_{\text{Cl}^-}$ ; C:  $\mu_{\text{HCl}} < \mu_{\text{H}^+} + \mu_{\text{Cl}^-}$
- $\text{H}_2\text{SO}_4$  在溶剂中电离  $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$  并达到平衡, 则未电离电解质  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的化学势  $\mu_{\text{H}_2\text{SO}_4}$  与正负离子的化学势  $\mu_{\text{H}^+}$ 、 $\mu_{\text{SO}_4^{2-}}$  之间的关系式为\_\_\_\_\_。  
A:  $\mu_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \mu_{\text{H}^+} + \mu_{\text{SO}_4^{2-}}$ ; B:  $\mu_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \mu_{\text{H}^+}^2 + \mu_{\text{SO}_4^{2-}}$ ; C:  $\mu_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 2\mu_{\text{H}^+} + \mu_{\text{SO}_4^{2-}}$
- 在 1-1 型、1-2 型、2-2 型、3-1 型第一类电解质溶液中,  $b_{\pm} = b$  的是\_\_\_\_\_。  
A. 1-1 型和 2-2 型; B. 1-2 型和 3-1 型; C. 1-1 型和 1-2 型
- 在 1-1 型、1-2 型、2-2 型、3-1 型第一类电解质溶液中,  $b_{\pm} > b$  是\_\_\_\_\_。  
A. 1-1 型和 2-2 型; B. 1-2 型和 3-1 型; C. 1-1 型和 1-2 型
- 电解质溶液中含  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{OH}^-$  和  $\text{H}^+$  三种离子, 它们的质量摩尔浓度分别记为  $a$ 、 $b$  和  $c$  ( $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), 则电中性条件是\_\_\_\_\_。  
A.  $a+b+c=0$ ; B.  $a+c=b$ ; C.  $a-c=b$
- 对于第一类电解质溶液, 电解质作为整体的活度  $a_{\text{B}}$  与  $a_{\pm}$  间的关系为\_\_\_\_\_。  
A.  $a_{\text{B}} = a_{\pm}^{\nu}$ ; B.  $a_{\text{B}} = a_{\pm}$ ; C.  $a_{\text{B}} = a_{\pm}^{1/\nu}$
- 要使  $\text{K}_2\text{SO}_4$  水溶液的离子强度  $I$  与  $b = 1.20 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$  的 KCl 水溶液的离子强度相等, 则  $\text{K}_2\text{SO}_4$  水溶液的浓度  $b =$  \_\_\_\_\_  $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。  
A. 1.20; B. 0.80; C. 0.40
- $\text{CuSO}_4$  的水溶液与  $\text{LaCl}_3$  的水溶液, 如它们的浓度相同, 则两溶液的离子强度之比  $I(\text{CuSO}_4)/I(\text{LaCl}_3) =$  \_\_\_\_\_。  
A. 1.667; B. 0.667; C. 0.267
- KCl 水溶液的浓度为  $b = 1.20 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 则  $b_{\pm} =$  \_\_\_\_\_  $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。  
A. 0.80; B. 1.00; C. 1.20
- 溶液中同时溶解有  $\text{MgCl}_2$  和 KCl 两种盐, 它们的浓度均为  $b = 1.20 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 则溶液的离子强度  $I =$  \_\_\_\_\_  $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。  
A. 2.40; B. 3.60; C. 4.80
- 对于理想稀溶液, 溶剂的渗透系数  $\phi_x$  \_\_\_\_\_ 1。  
A. >; B. =; C. <
- 溶液中同时溶解有  $\text{MgCl}_2$  和 KCl 两种盐, 采用  $\ln \gamma_{\pm} = A z_+ z_- \sqrt{I}$  计算  $\text{MgCl}_2$  的平均离子活度因子时, 正确的做法是\_\_\_\_\_。  
A.  $z_+ = 2$ 、 $z_- = -1$ 、离子强度只需考虑  $\text{MgCl}_2$  的贡献;  
B.  $z_+ = 1$ 、 $z_- = 1$ 、离子强度包括所有离子的贡献;  
C.  $z_+ = 2$ 、 $z_- = -1$ 、离子强度包括所有离子的贡献
- 今有浓度相同的三种电解质溶液, 其价型分别为 1-1 型、2-1 型和 2-2 型, 则它们的平均离子活度因子的大小排序为\_\_\_\_\_。

- A.  $\gamma_{\pm(1-1)} > \gamma_{\pm(2-1)} > \gamma_{\pm(2-2)}$ ; B.  $\gamma_{\pm(1-1)} < \gamma_{\pm(2-1)} < \gamma_{\pm(2-2)}$ ; C.  $\gamma_{\pm(1-1)} = \gamma_{\pm(2-1)} = \gamma_{\pm(2-2)}$
14. 298.15K 时, 浓度同为  $0.002 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$  的 KCl、 $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{CaSO}_4$  三种水溶液的平均离子活度因子分别为  $\gamma_{\pm 1}$ 、 $\gamma_{\pm 2}$ 、 $\gamma_{\pm 3}$ , 则它们的关系为\_\_\_\_\_。
- A.  $\gamma_{\pm 1} = \gamma_{\pm 2} = \gamma_{\pm 3}$ ; B.  $\gamma_{\pm 1} < \gamma_{\pm 2} < \gamma_{\pm 3}$ ; C.  $\gamma_{\pm 1} > \gamma_{\pm 2} > \gamma_{\pm 3}$
15.  $\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}$  的电极反应, 要得到 2mol 的 Ni, 则通过的电量为\_\_\_\_\_。
- A.  $2F$ ; B.  $3F$ ; C.  $4F$
16. 如果电解质溶液的导电依赖  $\text{OH}^-$  和  $\text{K}^+$  的迁移和电极反应实现, 已知  $\text{OH}^-$  离子的迁移速度约为  $\text{K}^+$  离子的 3 倍, 则\_\_\_\_\_。
- A.  $t_{\text{K}^+} = 1/4$ ,  $t_{\text{OH}^-} = 3/4$ ; B.  $t_{\text{OH}^-}/t_{\text{K}^+} = 3$ , 但  $t_{\text{OH}^-} + t_{\text{K}^+} < 1$ ; C.  $t_{\text{OH}^-} = t_{\text{K}^+} = 0.5$
17. 在电解水 (事先加入了 KOH) 的过程中, 电流的传导主要靠  $\text{K}^+$  和  $\text{OH}^-$  离子, 它们对传导的贡献可用迁移数来表征,  $t_{\text{K}^+} = 1/4$ ,  $t_{\text{OH}^-} = 3/4$  且  $t_{\text{OH}^-} + t_{\text{K}^+} = 1$ 。现假设电解水时加入的电解质为 KOH 和 NaOH 两种, 则  $t_{\text{K}^+} + t_{\text{OH}^-}$  \_\_\_\_\_ 1。
- A.  $>$ ; B.  $=$ ; C.  $<$
18. 如果电解质溶液的导电依赖  $\text{M}^+$  和  $\text{X}$  的迁移和电极反应实现, 已知  $\text{M}^+$  和  $\text{X}$  的电迁移率相等, 则\_\_\_\_\_。
- A.  $t_+ > t_-$ ; B.  $t_+ = t_-$ , 但  $t_+ + t_- < 1$ ; C.  $t_+ = t_- = 0.5$
19. 有 HCl、KOH、NaCl 三种稀的电解质溶液, 浓度均为  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , 它们的摩尔电导率  $\Lambda_m$  值由大到小的正确排列是\_\_\_\_\_。
- A.  $\text{HCl} > \text{KOH} > \text{NaCl}$ ; B.  $\text{KOH} > \text{HCl} > \text{NaCl}$ ; C.  $\text{HCl} > \text{NaCl} > \text{KOH}$
20. HCl、NaAc 和 NaCl 的无限稀释摩尔电导率分别为  $a$ 、 $b$ 、和  $c$ , 则 HAc 的无限稀释摩尔电导率等于\_\_\_\_\_。
- A.  $a+b+c$ ; B.  $a+b-c$ ; C.  $a-b-c$
21. 291K 时,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液的浓度从  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  增加到  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , 其电导率和摩尔电导率的变化情况为\_\_\_\_\_。
- A.  $\kappa$  增加,  $\Lambda_m$  增加; B.  $\kappa$  减小,  $\Lambda_m$  增加; C.  $\kappa$  增加,  $\Lambda_m$  减小
22. 只有强电解质的电导率随浓度的变化才出现极大值, 这一说法\_\_\_\_\_。
- A. 错误; B. 正确; C. 不确定
23. 科尔劳施经验公式  $\Lambda_m = \Lambda_m^\infty - A\sqrt{c}$  的适用条件为\_\_\_\_\_。
- A. 强电解质稀溶液; B. 弱电解质稀溶液; C. 两者均适用
24. 有 HCl、KOH、NaCl 三种浓度均相同的电解质溶液, 它们的电导率  $\kappa$  值由大到小的正确排列是\_\_\_\_\_。
- A.  $\text{HCl} > \text{KOH} > \text{NaCl}$ ; B.  $\text{KOH} > \text{HCl} > \text{NaCl}$ ; C.  $\text{HCl} > \text{NaCl} > \text{KOH}$
25. 将电导率为  $0.141 \text{ S m}^{-1}$  的某电解质溶液 A 装进电导池, 测得电阻为  $500 \Omega$ , 将电解质溶液 B 装进同一电导池, 电阻为  $1000 \Omega$ , 则电解质溶液 B 的电导率为\_\_\_\_\_  $\text{S m}^{-1}$ 。
- A. 0.141; B. 0.282; C. 0.0705
26. 离子独立运动定律适用于\_\_\_\_\_。
- A. 强电解质稀溶液; B. 强电解质浓溶液; C. 无限稀释的电解质溶液
27. 25°C 时, LiCl 和  $\text{LiNO}_3$  无限稀释摩尔电导率之差  $\Lambda_m^\infty(\text{LiCl}) - \Lambda_m^\infty(\text{LiNO}_3)$  等于  $0.49 \times 10^{-3} \text{ S m}^2 \text{ mol}^{-1}$ 。下列两种盐的无限稀释摩尔电导率之差可以确认等于  $0.49 \times 10^{-3} \text{ S m}^2 \text{ mol}^{-1}$  的是\_\_\_\_\_。
- A:  $\Lambda_m^\infty(\text{NaCl}) - \Lambda_m^\infty(\text{KNO}_3)$ ; B:  $\Lambda_m^\infty(\text{KCl}) - \Lambda_m^\infty(\text{KNO}_3)$ ; C:  $\Lambda_m^\infty(\text{KCl}) - \Lambda_m^\infty(\text{NaNO}_3)$
28. 已知弱电解质溶液的无限稀释摩尔电导率为  $a$ , 现测得在某浓度下弱电解质溶液的摩尔电

导率为  $b$ ，则电解质在该浓度下的解离度等于\_\_\_\_\_。

A.  $a+b$ ; B.  $a/b$ ; C.  $b/a$

29. 在一定温度下，实测微溶盐溶液的电导率为  $a$ ，同温度下水的电导率为  $b$ ，则微溶盐的溶解度为\_\_\_\_\_。

A.  $\frac{a-b}{\Lambda_m^\infty}$ ; B.  $\frac{a}{\Lambda_m^\infty}$ ; C.  $\frac{b}{\Lambda_m^\infty}$

30. 采用  $\alpha = \Lambda_m / \Lambda_m^\infty$  计算解离度，下列正确的叙述是的\_\_\_\_\_。

A. 适用于所有电解质; B. 适用于弱电解质; C. 适用于强电解质

## 二、(每小题 5 分, 共 10 分)

1. 强电解质  $\text{LaCl}_3$  溶液的质量摩尔浓度为  $b$ ，平均离子活度因子  $\gamma_{\pm}$ 。试分别写出该电解质溶液的  $b_{\pm}$ 、 $a_{\pm}$  以及  $a_{\pm}^\nu$  与  $b$  的关系。
2. 计算  $b = 2.0 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$  的  $\text{MgCl}_2$  水溶液在  $25^\circ\text{C}$  时的平均离子浓度、平均离子活度、电解质作为整体的活度。已知  $\gamma_{\pm} = 1.051$ 。

## 三、(此题总分 10 分)

$25^\circ\text{C}$  时，氯化银饱和溶液的溶度积为  $1.72 \times 10^{-10} \text{ mol}^2 \cdot \text{dm}^{-6}$ ，纯水的电导率为  $1.60 \times 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$ ，银离子和氯离子的无限稀释摩尔电导率分别为  $61.9 \times 10^{-4}$  和  $76.4 \times 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ 。计算氯化银饱和溶液的电导率。

## 四、(此题总分 10 分)

浓度为  $0.001 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  的  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液的电导率  $\kappa = 2.6 \times 10^{-2} \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$ 。若将  $\text{CaSO}_4$  溶于上述溶液中，达饱和后测得此溶液的电导率  $\kappa' = 7.0 \times 10^{-2} \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$ 。已知  $\lambda_m^\infty(\text{Na}^+) = 50.1 \times 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ ， $\lambda_m^\infty(\frac{1}{2}\text{Ca}^{2+}) = 59.5 \times 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ 。设这两种溶液均可视为无限稀释的溶液。试求： $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液的摩尔电导率  $\Lambda_m(\text{Na}_2\text{SO}_4)$  以及  $\text{CaSO}_4$  在  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液中的溶解度。

## 五、(此题总分 10 分)

电解质溶液的电导率测定实际是测量其电阻，而电导率  $\kappa$  与电阻  $R$  的关系可表示为： $\kappa = K_{\text{cell}}/R$ 。对于一个固定的电导池， $K_{\text{cell}}$  为定值，称为电导池常数，单位为  $\text{m}^{-1}$ 。 $298.15\text{K}$  时将电导率为  $0.141 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$  的  $\text{KCl}$  溶液装进电导池，测得电阻为  $525 \Omega$ ，如在该电导池中装进  $0.1 \text{ mol dm}^{-3}$  的  $\text{NH}_4\text{OH}$  溶液，测得电阻为  $2030 \Omega$ ，计算  $\text{NH}_4\text{OH}$  的解离度和解离平衡常数。已知： $\lambda_m^\infty(\text{NH}_4^+) = 73.4 \times 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ ， $\lambda_m^\infty(\text{OH}^-) = 198.3 \times 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

## 六、(此题总分 10 分)

$25^\circ\text{C}$  时，测得  $\text{SrSO}_4$  饱和溶液的电导率为  $1.482 \times 10^{-2} \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$ ，纯水的电导率为  $1.50 \times 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$ 。计算在该条件下  $\text{SrSO}_4$  在水中的溶解度（以  $\text{mol m}^{-3}$  表示）。

已知： $\lambda_m^\infty(\frac{1}{2}\text{Sr}^{2+}) = 5.946 \times 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ ， $\lambda_m^\infty(\frac{1}{2}\text{SO}_4^{2-}) = 7.98 \times 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ ；

## 七、(此题总分 10 分)

298 K 时, 在一溶液中,  $\text{CaCl}_2$  和  $\text{ZnSO}_4$  的浓度均为  $0.002 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 试用德拜-休克尔极限公式计算  $\text{ZnSO}_4$  的平均离子活度因子。已知  $A = 1.1709 \text{ mol}^{-1/2} \cdot \text{kg}^{1/2}$ 。

八、(此题总分 10 分)

25°C 时,  $\text{TlCl}$  在纯水中的饱和浓度为  $1.607 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , 在  $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ NaCl}$  溶液中的饱和浓度为  $3.95 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ,  $\text{TlCl}$  的  $K_{\text{sp}}^{\ominus} = 2.022 \times 10^{-4}$ 。试求:

1. 在不含  $\text{NaCl}$  的  $\text{TlCl}$  饱和水溶液中,  $\text{TlCl}$  的平均离子活度因子;
2. 在含有  $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ NaCl}$  的  $\text{TlCl}$  饱和溶液中,  $\text{TlCl}$  的平均离子活度因子。