

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)

1. 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 μ_{HCl} 与正负离子的化学势 μ_{H^+} 和 μ_{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: $\mu_{\text{HCl}} < \mu_{\text{H}^+} + \mu_{\text{Cl}^-}$
2. H_2SO_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 H_2SO_4 的化学势 $\mu_{\text{H}_2\text{SO}_4}$ 与正负离子的化学势 μ_{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: $\mu_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 2\mu_{\text{H}^+} + \mu_{\text{SO}_4^{2-}}$
3. 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
4. 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
5. 电解质溶液中含 NH_4^+ 、 OH^- 和 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. $a - c = b$
6. 对于第一类电解质溶液, 电解质作为整体的活度 a_{B} 与 a_{\pm} 间的关系为_____。
A. $a_{\text{B}} = a_{\pm}^{\nu}$; B. $a_{\text{B}} = a_{\pm}$; C. $a_{\text{B}} = a_{\pm}^{1/\nu}$
7. 要使 K_2SO_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 K_2SO_4 水溶液的浓度 $b =$ _____ $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。
A. 1.20; B. 0.80; C. 0.40
8. CuSO_4 的水溶液与 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
9. 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
10. 溶液中同时溶解有 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
11. 对于理想稀溶液, 溶剂的渗透系数 ϕ_{\pm} _____ 1。
A. $>$; B. $=$; C. $<$
12. 溶液中同时溶解有 MgCl_2 和 KCl 两种盐, 采用 $\ln \gamma_{\pm} = A z_+ z_- \sqrt{I}$ 计算 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 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
13. 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、 CaCl_2 、 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 OH^- 和 K^+ 的迁移和电极反应实现, 已知 OH^- 离子的迁移速度约为 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 K^+ 和 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 M^+ 和 X^- 的迁移和电极反应实现, 已知 M^+ 和 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 Λ_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, H_2SO_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. κ 增加, Λ_m 增加; B. κ 减小, Λ_m 增加; C. κ 增加, Λ_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 κ 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 $0.141 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$ 的某电解质溶液 A 装进电导池, 测得电阻为 500Ω , 将电解质溶液 B 装进同一电导池, 电阻为 1000Ω , 则电解质溶液 B 的电导率为_____ $\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$ 。
- 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 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 $0.49 \times 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ 。下列两种盐的无限稀释摩尔电导率之差可以确认等于 $0.49 \times 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ 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 LaCl_3 溶液的质量摩尔浓度为 b ，平均离子活度因子 γ_\pm 。试分别写出该电解质溶液的 b_\pm 、 a_\pm 以及 a_\pm^ν 与 b 的关系。
2. 计算 $b = 2.0 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的 MgCl_2 水溶液在 25°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°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 61.9×10^{-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 Na_2SO_4 溶液的电导率 $\kappa = 2.6 \times 10^{-2} \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$ 。若将 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： Na_2SO_4 溶液的摩尔电导率 $\Lambda_m(\text{Na}_2\text{SO}_4)$ 以及 CaSO_4 在 Na_2SO_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 κ 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_{cell} 为定值，称为电导池常数，单位为 m^{-1} 。 298.15K 时将电导率为 $0.141 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$ 的 KCl 溶液装进电导池，测得电阻为 525Ω ，如在该电导池中装进 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 的 NH_4OH 溶液，测得电阻为 2030Ω ，计算 NH_4OH 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°C 时，测得 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 SrSO_4 在水中的溶解度（以 $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$ 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, CaCl_2 和 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 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, 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 $3.95 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, TlCl 的 $K_{\text{sp}}^{\ominus} = 2.022 \times 10^{-4}$ 。试求:

1. 在不含 NaCl 的 TlCl 饱和水溶液中, 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 TlCl 饱和溶液中, TlCl 的平均离子活度因子。