

## 第 18 章 胶 体

### 习 题 解 答

1. 将 0.1 g 金制备成金溶胶, 设胶体颗粒是半径为  $0.02 \mu\text{m}$  的球形, 已知金的密度为  $19.3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。试计算:

(1) 金溶胶中的颗粒数; (2) 固液界面面积。

$$\text{解: (1) } V = \frac{m}{\rho} = \left( \frac{0.1 \times 10^{-3}}{19.3 \times 10^3} \right) \text{ m}^3 = 5.18 \times 10^{-9} \text{ m}^3$$

$$N = \frac{V}{\frac{4}{3}\pi r^3} = \frac{5.18 \times 10^{-9}}{\frac{4}{3}\pi (0.02 \times 10^{-6})^3} = 1.55 \times 10^{14}$$

$$(2) A_s = \frac{V \times 4\pi r^2}{\frac{4}{3}\pi r^3} = \frac{3V}{r} = \left( \frac{3 \times 5.18 \times 10^{-9}}{0.02 \times 10^{-6}} \right) \text{ m}^2 = 0.78 \text{ m}^2$$

2. 将  $24 \text{ cm}^3 0.02 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  的  $\text{KCl}$  溶液和  $100 \text{ cm}^3 0.005 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  的  $\text{AgNO}_3$  溶液混合以制备  $\text{AgCl}$  溶胶。试指出胶体颗粒的电荷符号。

$$\text{解: KCl: } (24 \times 10^{-3} \times 0.02) \text{ mol} = 0.48 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{AgNO}_3: (100 \times 10^{-3} \times 0.005) \text{ mol} = 0.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$\text{AgNO}_3$  过量, 故  $\text{AgCl}$  胶粒带正电。

3. 如欲制备带负电的  $\text{AgI}$  溶胶, 应在  $25 \text{ cm}^3 0.016 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  的  $\text{KI}$  溶液中加入多少体积的  $0.005 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  的  $\text{AgNO}_3$  溶液?

$$\text{解: } V = \left( \frac{25 \times 0.016}{0.005} \right) \text{ cm}^3 = 80 \text{ cm}^3$$

即加入的  $\text{AgNO}_3$  溶液的体积不能超过  $80 \text{ cm}^3$ 。

4. 在以等体积的  $0.008 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{KI}$  溶液和  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{AgNO}_3$  溶液混合制得的  $\text{AgI}$  溶胶中取两份试样, 分别加入  $\text{MgSO}_4$  和  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , 问何者具有较大的聚结能力。

解:  $\text{AgNO}_3$  过量,  $\text{AgI}$  胶粒带正电。因为电解质中的阴离子为反离子, 它们对溶胶的聚结起主要作用, 所以  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  具有较大的聚

结能力。

5. 某溶胶在下列电解质作用下发生聚结的聚结值如下:

$$c(\text{NaNO}_3) = 300 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$c\left(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{SO}_4\right) = 295 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$c\left(\frac{1}{2}\text{MgCl}_2\right) = 25 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$c\left(\frac{1}{3}\text{AlCl}_3\right) = 0.5 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

试确定胶体颗粒的电荷符号。

**解:** 因加入的电解质的阳离子价数越高, 其聚结能力越大, 即聚结值越小, 故胶粒带负电。

6. 浓度均为  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  的聚电解质 NaP 和 NaCl 分别置于半透膜的两边, 当建立唐南平衡后, 试求:

(1) 有多少分率的 NaCl 扩散到另一边。

(2) 膜两边的溶液中各种离子的浓度是多少。

$$\begin{aligned} \text{解: (1) } x &= \frac{(c^\beta)^2}{c^\alpha + 2c^\beta} = \left[ \frac{(0.01)^2}{0.01 + 2 \times 0.01} \right] \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \\ &= 0.0033 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \end{aligned}$$

$$\frac{x}{c^\beta} = \frac{0.0033}{0.01} = 0.33$$

$$(2) c_{\text{P}^-}^\alpha = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$c_{\text{Cl}^-}^\alpha = x = 0.0033 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$c_{\text{Na}^+}^\alpha = c^\alpha + x = (0.01 + 0.0033) \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 0.0133 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$c_{\text{Cl}^-}^\beta = c^\beta - x = (0.01 - 0.0033) \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 0.0067 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$c_{\text{Na}^+}^\beta = c^\beta - x = 0.0067 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

7.  $25^\circ\text{C}$  时, 若有  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  的聚电解质 NaP 溶液置于半透膜的一边, 另一边置有  $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  的 NaCl 溶液。在建立唐南平衡后, 试计算:

(1) 有多少分率的 NaCl 扩散到膜的另一边。

(2) 膜两边电解质的浓度应是多少。

(3) 渗透压应是多少。

$$\text{解: (1) } x = \frac{(c^\beta)^2}{c^\alpha + 2c^\beta} \approx \frac{(c^\beta)^2}{2c^\beta} = \frac{c^\beta}{2} = \left(\frac{1}{2}\right) \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$= 0.5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$\frac{x}{c^\beta} = \frac{0.5}{1} = 0.5$$

$$(2) \quad c_{\text{p}^-}^\alpha = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$c_{\text{Cl}^-}^\alpha = x = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$c_{\text{Na}^+}^\alpha = c^\alpha + x = (0.01 + 0.5) \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 0.51 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$c_{\text{Cl}^-}^\beta = c^\beta - x = (1 - 0.5) \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$c_{\text{Na}^+}^\beta = c^\beta - x = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$(3) \quad \Pi = 2RTc^\alpha \frac{c^\alpha + c^\beta}{c^\alpha + 2c^\beta}$$

$$= \left[ 2 \times 8.3145 \times 298.2 (0.01 \times 10^3) \frac{0.01 + 1}{0.01 + 2 \times 1} \right] \text{ Pa} = 25 \text{ kPa}$$

8. 当胶体颗粒较大和电解质浓度较高时, 由电泳速度计算 $\zeta$ 电势的公式为 $\zeta = v\eta/\varepsilon E$ 。20℃时, 在 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶的电泳实验中, 两电极的距离为 30 cm, 电势差为 150 V, 20 min 内胶粒移动距离为 2.4cm。已知水的相对电容率 $\varepsilon_r$ 为 81, 粘度为 $1.002 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ , 真空电容率 $\varepsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ F} \cdot \text{m}^{-1}$ , 试求 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶粒的 $\zeta$ 电势。

解: 水的电容率

$$\varepsilon = \varepsilon_r \varepsilon_0 = (81 \times 8.854 \times 10^{-12}) \text{ F} \cdot \text{m}^{-1} = 72 \times 10^{-11} \text{ F} \cdot \text{m}^{-1}$$

胶粒的电泳速度

$$v = \left( \frac{2.4 \times 10^{-2}}{20 \times 60} \right) \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 2.0 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\zeta = \frac{v\eta}{\varepsilon E} = \left( \frac{2.0 \times 10^{-5} \times 1.002 \times 10^{-3}}{72 \times 10^{-11} \times \frac{150}{30 \times 10^{-2}}} \right) \text{ V} = 56 \times 10^{-3} \text{ V}$$

$$= 56 \text{ mV}$$

9. 某溶胶中胶粒的平均直径为 4.2 nm。设溶胶的粘度与纯水的相同, 试用斯托克斯-爱因斯坦方程计算 25℃时的扩散系数。已知 25℃时纯水的粘度为 $0.8904 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 。

$$\begin{aligned}
 \text{解: } D &= \frac{RT}{6\pi\eta rL} \\
 &= \left( \frac{8.3145 \times 298.2}{6\pi \times 0.8904 \times 10^{-3} \times (4.2 \times 10^{-9} / 2) \times 6.022 \times 10^{23}} \right) \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \\
 &= 1.17 \times 10^{-10} \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}
 \end{aligned}$$

10. 20 °C 时卵蛋白在稀的盐水溶液中的扩散系数为  $7.8 \times 10^{-11} \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ 。设分子为球形, 试估计其摩尔质量。已知 20 °C 时水的粘度为  $1.002 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{s}$ , 卵蛋白的比容为  $0.75 \text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$ 。

$$\begin{aligned}
 \text{解: } D &= \frac{RT}{6\pi\eta rL} \\
 r &= \frac{RT}{6\pi\eta DL} = \left( \frac{8.3145 \times 293.2}{6\pi \times 1.002 \times 10^{-3} \times 7.8 \times 10^{-11} \times 6.022 \times 10^{23}} \right) \text{m} \\
 &= 2.75 \times 10^{-9} \text{m} \\
 M &\approx \frac{4}{3} \pi r^3 \rho L \\
 &= \left[ \frac{4}{3} \pi \times (2.75 \times 10^{-9})^3 \times \frac{1}{0.75 \times 10^{-3}} \times 6.022 \times 10^{23} \right] \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1} \\
 &= 70 \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}
 \end{aligned}$$