

第一章 分散体系

1-1 3%Na₂CO₃溶液的密度为 1.03g · ml⁻¹,配制此溶液 200ml, 需用 Na₂CO₃ · 10H₂O 多少 g?溶液的物质的量浓度是多少?

解: 设所需 Na₂CO₃m 克, 则

$$m = \rho \cdot V \cdot 3\% = 1.03 \text{ g} \cdot \text{ml}^{-1} \times 200 \text{ ml} \times 3\% = 6.18 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} c(\text{Na}_2\text{CO}_3) &= m / [M(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot V] \\ &= 6.18 \div (106 \times 0.200) \\ &= 0.292 \text{ (mol} \cdot \text{L}^{-1}) \end{aligned}$$

1-2 为了防止 500ml 水在 268K 结冰, 需向水中加入甘油 (C₃H₈O₃) 多少克?

解: 设需加入甘油 x 克, 根据题意 $\Delta T_f = 273 - 268 = 5 \text{ (K)}$

$$\Delta T_f = K_f \cdot b \text{ (B)}$$

$$5\text{K} = 1.86\text{K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1} \times [x \div M(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) \div 0.5]$$

$$x = (92\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 5\text{K} \times 0.50\text{kg}) \div 1.86\text{K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$x = 123\text{g}$$

1-3 某水溶液, 在 200g 水中含有 12.0g 蔗糖(M=342),其密度为 1.022g · ml⁻¹.,试计算蔗糖的摩尔分数, 质量摩尔浓度和物质的量浓度。

$$\begin{aligned} \text{解: } x(\text{蔗糖}) &= n(\text{蔗糖}) / [n(\text{蔗糖}) + n(\text{水})] = (12.0 \div 342) \div [(12.0 \div 342) + (200 \div 18.0)] \\ &= 0.035 \div [0.035 + 11.1] = 0.035 \div 11.15 = 0.00314 \end{aligned}$$

$$b(\text{蔗糖}) = n(\text{蔗糖}) / m(\text{水}) = 0.035 \div (200 \times 10^{-3}) = 0.175 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$c(\text{蔗糖}) = n(\text{蔗糖}) / V(\text{溶液}) = 0.035 \div [(200 + 12.0) / 1.022] = 0.169 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

1-4 101mg 胰岛素溶于 10.0ml 水中, 该溶液在 298K 时的渗透压为 4.34kPa, 求胰岛素的摩尔质量。

$$\text{解: } \pi = c_{\text{胰}} RT = n_{\text{胰}} RT / V \quad n_{\text{胰}} = m_{\text{胰}} / M_{\text{胰}}$$

$$M_{\text{胰}} = \frac{m_{\text{胰}} \cdot RT}{pV} = \frac{0.101\text{g} \times 8.31\text{kPa} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \times 298\text{K}}{4.34\text{kPa} \times 0.010\text{L}} = 5766\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

1-5 实验测定未知物水溶液在 298K 时的渗透压为 750kPa, 求溶液的沸点和凝固点。

解: 溶液的浓度为:

$$c = \pi / RT = 750\text{kPa} / (8.314\text{kPa} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \times 298\text{K}) = 0.302 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 0.302 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$\Delta T_b = K_b \cdot b_{\text{未}} \approx 0.512\text{K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.302 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} = 0.154\text{K}$$

$$\Delta T_f = K_f \cdot b_{\text{未}} \approx 1.86\text{K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.302 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} = 0.562\text{K}$$

1-6 某一学生测得 CS₂(l)的沸点是 319.1K, 1.00mol · kg⁻¹S 溶液的沸点是 321.5K, 当 1.5gS 溶解在 12.5g CS₂中时, 这溶液的沸点是 320.2K, 试确定 S 的分子式。

解: CS₂ 的 K_b 可由下式求出:

$$K_b = \Delta T_b / b(\text{S}) = (321.5\text{K} - 319.1\text{K}) / 1.00 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} = 2.4\text{K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M_s = \frac{K_b m_s \cdot 1000}{\Delta T_b \cdot m_{\text{CS}_2}} = \frac{2.40 \times 1.5 \times 1000}{(320.2 - 319.1) \times 12.5} = 261.8 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M_s = 261.8 \div 32 \approx 8 \quad \text{则硫的分子式为 S}_8$$

1-7 人体血浆的凝固点为 272.5K, 求 310K 时渗透压。

$$\text{解: 人体血浆的浓度为 } c \approx \Delta T_f / K_f = (273.15 - 272.5) / 1.86 = 0.349 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\pi = cRT = 0.349 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 8.314 \text{ kPa} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \times 310 \text{ K} = 899.5 \text{ kPa}$$

1-8 今有两种溶液，一种为 3.6g 葡萄糖(C₆H₁₂O₆)溶于 200g 水中，另一种为 20.0 未知物溶于 500g 水中，这两种溶液在同一温度下结冰，计算未知物的摩尔质量。

解：这两种溶液在同一温度下结冰，说明它们的 b_B 相等。

$$\frac{m(\text{葡萄糖})}{M(\text{葡萄糖})} / m(\text{水}) = \frac{m(\text{未知物})}{M(\text{未知物})} / m'(\text{水})$$

$$\frac{3.6}{180} / 0.200 = \frac{20.0}{M(\text{未知物})} / 0.500 \quad M(\text{未知物}) = 400 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

1-9 293K 时，葡萄糖(C₆H₁₂O₆)15g 溶于 200g 水中，试计算该溶液的蒸气压、沸点、凝固点和渗透压。(已知 293K 时的 $p^* = 2333.14 \text{ kPa}$)

$$\text{解：} K_{\text{蒸}} = p^* \cdot M_A = 2333.14 \text{ kPa} \times 0.018 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1} = 42.0 \text{ kPa} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta p = K_{\text{蒸}} b(\text{葡萄糖}) = 42.0 \times (15 \div 180) / 0.200 = 42.0 \times 0.417 = 17.5 \text{ kPa}$$

$$\Delta T_b = K_b \cdot b(\text{葡萄糖}) = 0.512 \times 0.417 = 0.21 \text{ K}$$

$$\Delta T_f = K_f \cdot b(\text{葡萄糖}) = 1.86 \times 0.417 = 0.78 \text{ K}$$

1-10 试比较 MgSO₄、K₃[Fe(CN)₆]和 AlCl₃ 三种电解质在下列两种情况中凝结值大小的顺序。(1) 0.01mol · L⁻¹ AgNO₃ 溶液和 0.03mol · L K₂CrO₄

(1) 0.001mol · L⁻¹ AgNO₃ 溶液和 0.01mol · L KBr 溶液等体积混合制成的 AgBr 溶胶

(2) 0.01mol · L⁻¹ AgNO₃ 溶液和 0.001mol · L KBr 溶液等体积混合制成的 AgBr 溶胶

解：(1) 因为 KBr 过量所得 AgBr 溶胶为负溶胶，决定 AgBr 负溶胶凝结值大小的因素为电解质中阳离子电荷的多少，电荷愈多，凝结值愈小，所以其凝结值由大到小的顺序为，K₃[Fe(CN)₆] > MgSO₄ > AlCl₃。

(2) 因为 AgNO₃ 过量所得 AgBr 溶胶为正溶胶，决定 AgBr 正溶胶凝结值大小的因素为电解质中阴离子电荷的多少，电荷愈多，凝结值愈小，所以其凝结值由大到小的顺序为，K₃[Fe(CN)₆] < MgSO₄ < AlCl₃。

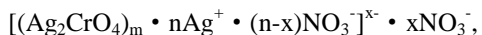
1-11 为制备 AgI 负溶胶，应向 25ml 0.016 mol · L⁻¹ 的 KI 溶液中最多加入多少毫升的 0.005 mol · L⁻¹ 的 AgNO₃ 溶液？

解：要制备负溶胶，则 I⁻ 要多一些，所以：

$$25 \times 0.016 > 0.005 \times V_{\text{AgNO}_3} \quad \therefore V_{\text{AgNO}_3} < \frac{25 \times 0.016}{0.005} = 80(\text{ml})$$

1-12 混合等体积 0.008mol · L⁻¹ AgNO₃ 溶液和 0.003mol · L⁻¹ 的 K₂CrO₄ 溶液，制得 Ag₂CrO₄ 溶胶，写出该溶胶的胶团结构，并注明各部分的名称，该溶液的稳定剂是何种物质？

解：因为 AgNO₃ 过量，电位离子是 Ag⁺，也是稳定剂，胶团结构为：



胶核：(Ag₂CrO₄)_m,

胶粒：[(Ag₂CrO₄)_m · nAg⁺ · (n-x)NO₃⁻]^{x-},

胶团：[(Ag₂CrO₄)_m · nAg⁺ · (n-x)NO₃⁻]^{x-} · xNO₃⁻,

电位离子：Ag⁺

反离子：NO₃⁻

1-13 苯和水混合后加入钾肥皂摇动，得到哪种类型的乳浊液；加入镁肥皂又将得到哪种类型的乳浊液？

解：钾肥皂是亲水型乳化剂，形成水包油型乳浊液。镁肥皂是亲油型乳化剂，形成油包水型乳浊液。

1-14 现有 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{AgNO}_3$ 溶液和 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KI}$ 溶液，欲制 AgI 溶胶，在下列四种条件下，能否形成 AgI 溶胶？为什么？若能形成溶胶，胶粒带何种电荷？

- (1) 两种溶液等体积混合；
- (2) 混合时一种溶液体积远超过另一种溶液；
- (3) AgNO_3 溶液体积稍多于 KI 溶液；
- (4) KI 溶液体积稍多于 AgNO_3 溶液。

解：

- (1) 不能；反应完后，没有剩余的电位离子，恰好生成 AgI 沉淀；
- (2) 不能；由于过多的剩余电解质溶液也能使溶胶凝结；
- (3) 能； AgI 颗粒能吸附少量的 Ag^+ 而形成溶胶粒子；溶胶粒子正电荷。
- (4) 能； AgI 颗粒能吸附少量的 I^- 而形成溶胶粒子；溶胶粒子负电荷。