

原子量： $H = 1.0, C = 12, O = 16, Na = 23, S = 32, Cl = 35.5, K = 39$

水のモル凝固点降下： $K_f = 1.85 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$

ベンゼンの凝固点： 5.53°C 、モル凝固点降下： $K_f = 5.12 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$

【問題：凝固点降下の応用】

1. ((4) 類題：分子量の決定)

非電解質である有機化合物 A 1.80g を水 100g に溶かしたところ、溶液の凝固点は -0.185°C であった。
化合物 A の分子量を求めよ。

2. ((5) 類題：電離度)

硫酸ナトリウム Na_2SO_4 1.42g を水 100g に溶かした水溶液の凝固点を測定したところ、 -0.518°C であった。水溶液中の硫酸ナトリウムの電離度を有効数字 2 桁で求めよ。

3. ((6) 類題：会合度)

安息香酸 $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ (分子量 122) 1.22g をベンゼン 100g に溶かした溶液の凝固点は 5.12°C であった。ベンゼン中での安息香酸の二量体形成による会合度を有効数字 2 桁で求めよ。

【解答・解説】

1. 解答：180

凝固点降下度 ΔT は $0 - (-0.185) = 0.185$ K である。

化合物 A の分子量を M とすると、質量モル濃度 m は：

$$m = \frac{1.80/M}{0.100} = \frac{18}{M} \text{ [mol/kg]}$$

$\Delta T = K_f \cdot m$ より、

$$0.185 = 1.85 \times \frac{18}{M}$$

これを解いて、 $M = 180$ 。

2. 解答：0.90

Na_2SO_4 の式量は 142 である。溶かした Na_2SO_4 の物質量は $\frac{1.42}{142} = 0.010$ mol。

電離度を α とすると、 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ より、電離後の全粒子数は：

$$0.010 \times \{1 + (3 - 1)\alpha\} = 0.010(1 + 2\alpha) \text{ [mol]}$$

質量モル濃度 $m = \frac{0.010(1+2\alpha)}{0.100} = 0.10(1 + 2\alpha) \text{ [mol/kg]}$ 。

$\Delta T = 0.518$ K より、

$$0.518 = 1.85 \times 0.10(1 + 2\alpha)$$

これを解くと、 $1 + 2\alpha = 2.8$ より $\alpha = 0.90$ 。

3. 解答：0.80

$\Delta T = 5.53 - 5.12 = 0.41$ K。

溶かした安息香酸は $\frac{1.22}{122} = 0.010$ mol。

会合度を β とすると、二量体形成後の全粒子数は：

$$0.010 \times \left\{ 1 + \left(\frac{1}{2} - 1 \right) \beta \right\} = 0.010(1 - 0.5\beta) \text{ [mol]}$$

質量モル濃度 $m = \frac{0.010(1-0.5\beta)}{0.100} = 0.10(1 - 0.5\beta) \text{ [mol/kg]}$ 。

$\Delta T = K_f \cdot m$ より、

$$0.41 = 5.12 \times 0.10(1 - 0.5\beta)$$

これを解くと、 $1 - 0.5\beta = \frac{0.41}{0.512} \approx 0.80$ より $\beta = 0.40/0.5 = 0.80$ 。