

原子量： $H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, S = 32, K = 39, Cu = 64$

気体定数： $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

【問題：溶液の性質】

1. (基本例題 23 類題：固体の溶解度)

硝酸カリウム KNO_3 の水に対する溶解度は、 20°C で 32、 60°C で 110 である。 60°C の硝酸カリウム飽和水溶液 100g を 20°C に冷却したとき、析出する結晶は何 g か。有効数字 2 桁で答えよ。

2. (基本例題 24 類題：気体の溶解度)

0°C 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ において、1L の水に酸素 O_2 は 49mL 溶ける。 0°C 、 $4.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 1L の水に接触させたとき、溶ける酸素は何 mol か。有効数字 2 桁で答えよ。

3. (基本例題 25 類題：凝固点降下)

スクロース $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ 1.71g を水 100g に溶かした水溶液の凝固点は何 $^\circ\text{C}$ か。水のモル凝固点降下を $1.85 \text{ K} \cdot \text{kg}/\text{mol}$ 、スクロースの分子量を 342 として、小数点以下 2 桁で答えよ。

4. (発展例題 17 類題：結晶の析出)

硫酸銅 (II) CuSO_4 の水に対する溶解度は、 60°C で 40、 20°C で 20 である。 60°C の CuSO_4 飽和水溶液 140g を 20°C まで冷却したとき、析出する硫酸銅 (II) 五水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の結晶は何 g か。有効数字 2 桁で答えよ。

5. (発展例題 18 類題：浸透圧)

1.8mg のグルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (分子量 180) を含む水溶液 100mL の 27°C における浸透圧は何 Pa か。有効数字 2 桁で答えよ。

【解答・解説】

1. 解答：37g

60℃の飽和水溶液 100g に含まれる KNO_3 の質量は： $100 \times \frac{110}{100+110} \approx 52.38$ [g]

含まれる水の質量は： $100 - 52.38 = 47.62$ [g]

20℃において、水 47.62g に溶ける KNO_3 の最大量は： $47.62 \times \frac{32}{100} \approx 15.24$ [g]

析出量： $52.38 - 15.24 = 37.14 \rightarrow 37$ [g]

別解として、 $\frac{x}{100} = \frac{110-32}{100+110}$ を解く方法もある。

2. 解答： 8.8×10^{-3} mol

0℃、 1.0×10^5 Pa (標準状態) で溶ける O_2 の物質量は： $\frac{49 \times 10^{-3} \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \approx 2.187 \times 10^{-3}$ [mol]

ヘンリーの法則より、物質量は圧力に比例するため： $2.187 \times 10^{-3} \text{ mol} \times \frac{4.0 \times 10^5}{1.0 \times 10^5} = 8.748 \times 10^{-3} \rightarrow 8.8 \times 10^{-3}$ [mol]

3. 解答：-0.09℃

スクロースの物質量： $\frac{1.71}{342} = 0.005$ [mol]

質量モル濃度 m ： $\frac{0.005 \text{ mol}}{0.100 \text{ kg}} = 0.05$ [mol/kg]

凝固点降下度 $\Delta t = Km = 1.85 \times 0.05 = 0.0925$ [K]

凝固点： $0 - 0.0925 = -0.0925 \rightarrow -0.09$ [°C]

4. 解答：35g

60℃の溶液 140g 中の CuSO_4 は $140 \times \frac{40}{140} = 40$ [g]、水は 100g。

析出する結晶の質量を x [g] とすると、含まれる CuSO_4 は $x \times \frac{160}{250} = 0.64x$ [g]。

20℃の飽和溶液についての方程式： $\frac{40-0.64x}{140-x} = \frac{20}{120}$

これを解くと、 $x \approx 35.2 \rightarrow 35$ [g]

5. 解答： 2.5×10^2 Pa

グルコースの物質量 $n = \frac{1.8 \times 10^{-3}}{180} = 1.0 \times 10^{-5}$ [mol]

ファンツホッフの法則 $\Pi V = nRT$ より：

$\Pi \times 0.100 = 1.0 \times 10^{-5} \times 8.3 \times 10^3 \times 300$

$\Pi = 249 \rightarrow 2.5 \times 10^2$ [Pa]