

3 希薄溶液の性質

B 沸点上昇

● モル沸点上昇

溶媒 1 kg に溶けている溶質粒子 (分子やイオン) が 1 mol 溶けているときの溶媒の沸点上昇度のこと。

(例)

水のモル沸点上昇は $0.52\text{K}\cdot\text{kg} / \text{mol}$ である。



水 1 kg に溶媒粒子 1 mol 溶けているときは、沸点が 0.52K (ケルビン=℃と同じと考えて良い) 上昇するので、沸点は $100\text{℃} + 0.52\text{K} = 100.52\text{℃}$ となる。

問 1 1.5mol / kg の尿素溶液の沸点を求めよ。ただし水のモル沸点上昇は $0.52\text{K}\cdot\text{kg} / \text{mol}$ である。

解 1 水 1 kg に溶質分子が 1 mol 溶けている時に、 0.52K 上昇するので、

$$1 \text{ mol} \rightarrow 0.52\text{K}$$

$$1.5\text{mol} \rightarrow x \text{ K}$$

$$1 \times x = 0.52 \times 1.5 \text{ となるので, } x = 0.78\text{K}$$

純粋の水の沸点は 100℃ なので、 $100\text{℃} + 0.78\text{K} = 100.78\text{℃}$ となる。

問 2 水 200g に尿素が 0.1mol 溶けている溶液の沸点を求めよ。ただし水のモル沸点上昇は $0.52\text{K}\cdot\text{kg} / \text{mol}$ である。

解 2 溶媒は 1 kg = 1000g なければいけないので、

$$200\text{g} \rightarrow 0.1\text{mol}$$

$$1000\text{g} \rightarrow x \text{ mol}$$

$$200 \times x = 0.1 \times 1000 \text{ となるので, } x = 0.5\text{mol}$$

水 1 kg に溶質分子が 1 mol 溶けている時に、 0.52K 上昇するので、

$$1 \text{ mol} \rightarrow 0.52\text{K}$$

$$0.5\text{mol} \rightarrow y \text{ K}$$

$$1 \times y = 0.52 \times 0.5 \text{ となるので, } y = 0.26\text{K}$$

純粋の水の沸点は 100℃ なので、 $100\text{℃} + 0.26\text{K} = 100.26\text{℃}$ となる。

問 3 水 100g に尿素が 3.0g 溶けている溶液の沸点を求めよ。ただし水のモル沸点上昇は $0.52\text{K}\cdot\text{kg} / \text{mol}$ である。

解 3 溶媒は 1 kg = 1000g なければいけないので、

$$100\text{g} \rightarrow 3.0 \text{ g}$$

$$1000\text{g} \rightarrow x \text{ g}$$

$$100 \times x = 3.0 \times 1000 \text{ となるので, } x = 30\text{g}$$

尿素 30g の物質質量 mol を求める。(尿素の分子量 60 ←普通は自分で計算する。)

$$60\text{g} \rightarrow 1 \text{ mol}$$

$$30\text{g} \rightarrow y \text{ mol}$$

$$60 \times y = 30 \times 1 \text{ となるので, } y = 0.5\text{mol}$$

水 1 kg に溶質分子が 1 mol 溶けている時に、 0.52K 上昇するので、

$$1 \text{ mol} \rightarrow 0.52\text{K}$$

$$0.5\text{mol} \rightarrow z \text{ K}$$

$$1 \times z = 0.52 \times 0.5 \text{ となるので, } z = 0.26\text{K}$$

純粋の水の沸点は 100℃ なので、 $100\text{℃} + 0.26\text{K} = 100.26\text{℃}$ となる。

問 4 水 1 kg に塩化ナトリウム 0.25mol 溶かした溶液の沸点を求めよ。ただし塩化ナトリウムは全て電離しているものとし、水のモル沸点上昇は $0.52\text{K}\cdot\text{kg} / \text{mol}$ である。

解 4 溶媒 1 kg に溶けている塩化ナトリウムは 0.25mol であるが、塩化ナトリウムは全て電離しているので、



0.25mol が電離して $0.25\text{mol} + 0.25\text{mol} = 0.5\text{mol}$ として考える。

水 1 kg に溶質イオンが 1 mol 溶けている時に、0.52K 上昇するので、
 $1 \text{ mol} \rightarrow 0.52\text{K}$
 $0.5\text{mol} \rightarrow x \text{ K}$
 $1 \times x = 0.52 \times 0.5$ となるので、 $x = 0.26\text{K}$
 純粋の水の沸点は 100°C なので、 $100^\circ\text{C} + 0.26\text{K} = 100.26^\circ\text{C}$ となる。

問 5 水 1 kg にある物質を溶かしたところ沸点が 100.156°C になった。溶かした物質の物質質量 mol を求めよ。ただし水のモル沸点上昇は $0.52\text{K}\cdot\text{kg} / \text{mol}$ であり、物質は電離しないものとする。

解 5 沸点上昇度を求めると、水の沸点は 100°C なので、
 $100.156^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C} = 0.156\text{K}$
 水 1 kg に溶質分子 1 mol 溶けている時に、0.52K 上昇するので、
 $1 \text{ mol} \rightarrow 0.52\text{K}$
 $x \text{ mol} \rightarrow 0.156\text{K}$
 $0.52 \times x = 0.156 \times 1$ となるので、 $x = 0.3\text{mol}$ となる。

問 6 水 100g にある物質（非電解質）6g を溶かしたところ、沸点が 100.156°C であった。この物質の分子量を求めよ。ただし水のモル沸点上昇は $0.52\text{K}\cdot\text{kg} / \text{mol}$ である。

解 6 沸点上昇度を求めると、水の沸点は 100°C なので、
 $100.156^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C} = 0.156\text{K}$
 水 1 kg に溶媒分子を 1 mol 溶かすと、沸点が 0.52K 上昇するので、溶けている溶質分子の物質質量 mol は、
 $1 \text{ mol} \rightarrow 0.52\text{K}$
 $x \text{ mol} \rightarrow 0.156\text{K}$
 $0.52 \times x = 0.156 \times 1$ となるので、 $x = 0.3\text{mol}$ となる。
 水 100g に物質は 6 g 溶けているので、溶媒 1 kg には、
 $100\text{g} \rightarrow 6\text{g}$
 $1000 \text{ g} \rightarrow y \text{ g}$
 $100 \times y = 6 \times 1000$ となり、 $y = 60 \text{ g}$ となる。
 この 60 g が 0.3mol の質量となるので、1 mol の質量を求めると、
 $0.3\text{mol} \rightarrow 60\text{g}$
 $1 \text{ mol} \rightarrow z \text{ g}$
 $0.3 \times z = 1 \times 60$ となるので、1 mol の質量は 200 g となり、分子量は 200 となる。

C 凝固点降下

● モル凝固点降下

溶媒 1 kg に溶けている溶質粒子（分子やイオン）が **1 mol** 溶けているときの溶媒の凝固点降下度のこと。

（例）

水のモル凝固点降下は $1.85\text{K}\cdot\text{kg} / \text{mol}$ である。

↓

水 1 kg に溶媒粒子 1 mol 溶けているときは、凝固点が 1.85K （ケルビン= $^\circ\text{C}$ と同じと考えて良い）上昇するので、凝固点は $0^\circ\text{C} - 1.85\text{K} = -1.85^\circ\text{C}$ となる。

※沸点上昇の逆の話と考えて良い。

問 1 $0.20\text{mol} / \text{kg}$ のグルコース水溶液の凝固点を求めよ。ただし水のモル凝固点降下は $1.85\text{K}\cdot\text{kg} / \text{mol}$ である。

解 1 水 1 kg に溶質分子が 1 mol 溶けている時に、1.85K 降下するので、
 $1 \text{ mol} \rightarrow 1.85\text{K}$
 $0.2\text{mol} \rightarrow x \text{ K}$
 $1 \times x = 1.85 \times 0.2$ となるので、 $x = 0.37\text{K}$
 純粋の水の凝固点は 0°C なので、 $0^\circ\text{C} - 0.37\text{K} = -0.37^\circ\text{C}$ となる。

D 沸点上昇・凝固点降下と分子量

例題 12

ベンゼン (凝固点 $5.53\text{ }^{\circ}\text{C}$) 80.0 g に, ある非電解質 1.20 g を溶かしたところ, この溶液の凝固点は $4.93\text{ }^{\circ}\text{C}$ であった。この非電解質の分子量を求めよ。ただし, ベンゼンのモル凝固点降下は $5.12\text{K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ とする。

解答 12

凝固点降下度を求めると, ベンゼンの凝固点は $5.53\text{ }^{\circ}\text{C}$ なので,

$$5.53\text{ }^{\circ}\text{C} - 4.93\text{ }^{\circ}\text{C} = 0.6\text{K}$$

ベンゼン 1 kg に溶質分子 1 mol 溶けている時に凝固点は 5.12K 下がるので, 溶液中の溶質分子の物質量を求めると,

$$1\text{ mol} \rightarrow 5.12\text{K}$$

$$x\text{ mol} \rightarrow 0.6\text{K}$$

$$5.12 \times x = 1 \times 0.6 \text{ となるので, } x = 0.6 \div 5.12\text{ mol}$$

ベンゼン 1 kg 中に溶けている溶質の質量は,

$$80.0\text{ g} \rightarrow 1.20\text{ g}$$

$$1000\text{ g} \rightarrow y\text{ g}$$

$$80 \times y = 1.20 \times 1000 \text{ となるので, } y = 15\text{ g}$$

この 15g が $0.6 \div 5.12\text{mol}$ に相当するので, 1 mol の質量は,

$$0.6 \div 5.12\text{ (mol)} \rightarrow 15\text{g}$$

$$1\text{ mol} \rightarrow z\text{ g}$$

$$0.6 \div 5.12 \times z = 1 \times 15 \text{ となり, } z = 128\text{ g となるので, 分子量は } 128 \text{ になる。}$$