

A high-speed photograph of a water splash that has formed into a circular ring. The water is clear and bright blue, with many small droplets and ripples visible. The background is a solid, darker blue. The overall effect is clean and refreshing.

第六章

溶液化学

6.1 溶液的性质

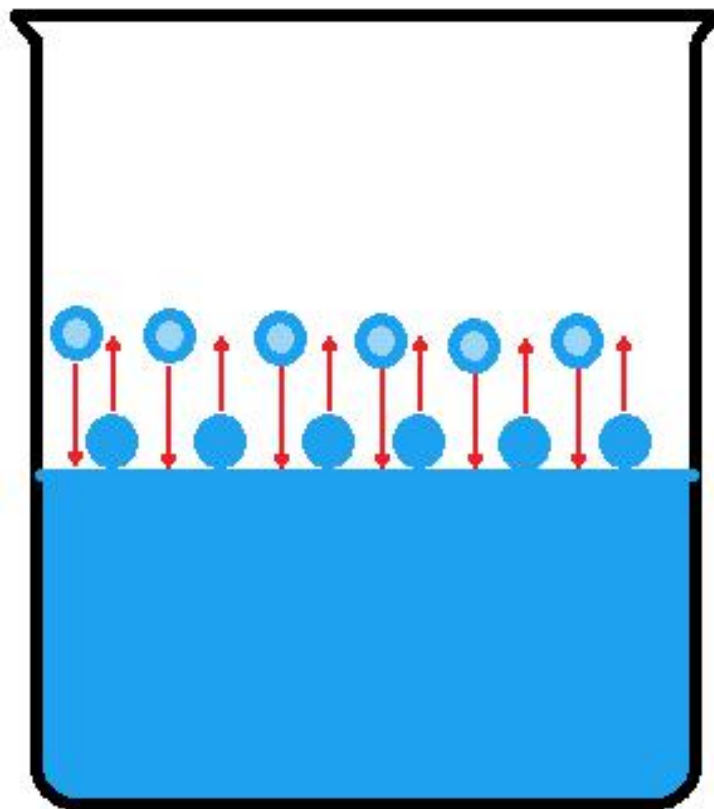
- ★ 6.1.1 溶液蒸汽压下降-拉乌尔定律
- ★ 6.1.2 溶液沸点上升
- ★ 6.1.3 溶液凝固点下降
- ★ 6.1.4 渗透压
- ★ 6.1.5 依数性定律

6.1.1 溶液蒸汽压下降-拉乌尔定律

无机化学

1. 饱和蒸气压的定义

在单位时间内，当由液面蒸发的溶剂分子数与由气相中回到纯溶剂的分子数相等时，气、液两相处于平衡状态，这时的蒸气压称为**饱和蒸气压**。



2. 拉乌尔定律

在一定温度下，**难挥发非电解质稀溶液**的蒸气压等于相同温度下纯溶剂的蒸气压乘以溶剂的摩尔分数。其数学表达式为：

溶液中溶剂的蒸气压

$$p = p_B^* x_B$$

溶液中溶剂的摩尔分数

纯溶剂的蒸气压

溶液的蒸气压下降值

纯溶剂的
蒸气压

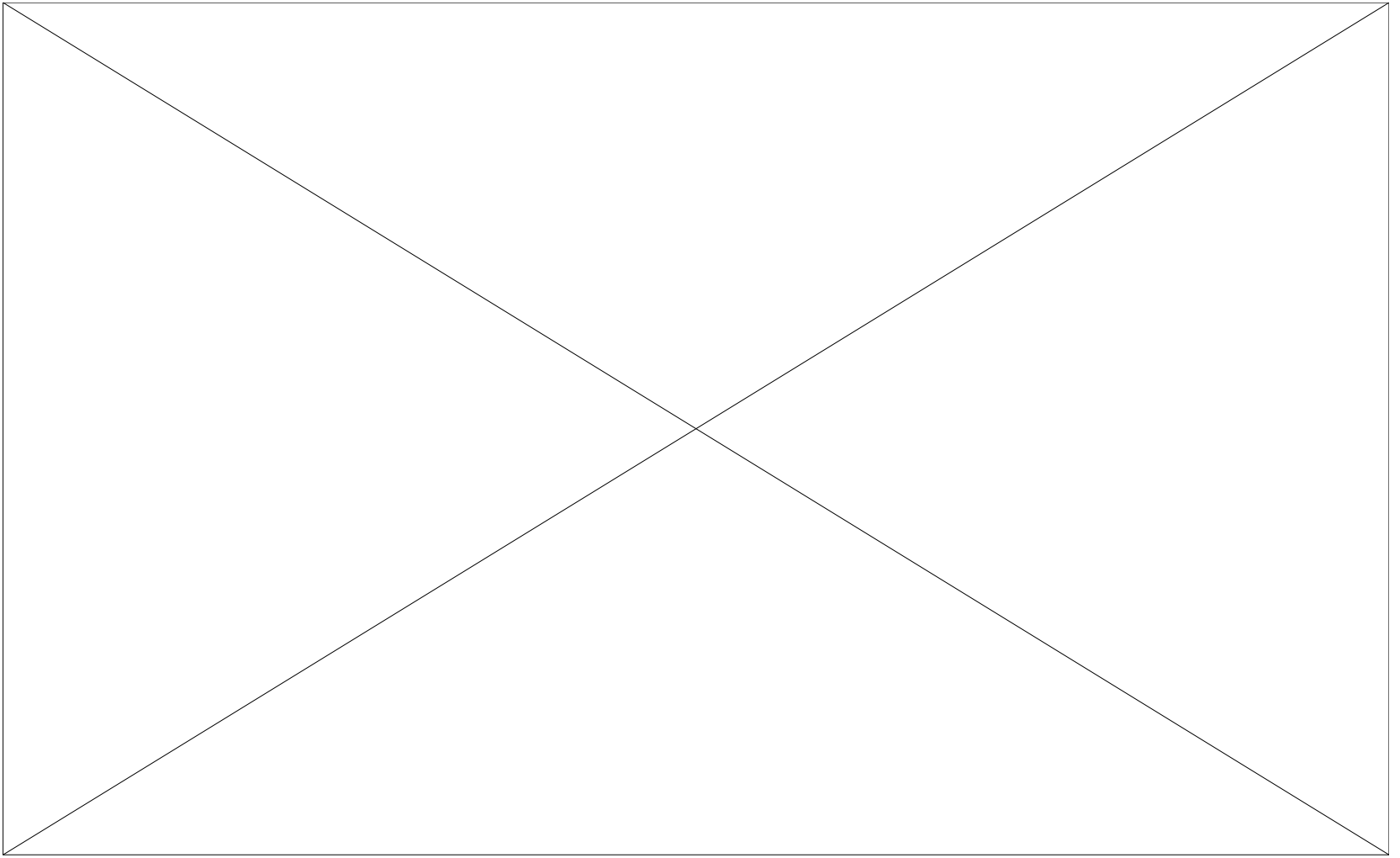
溶液中溶剂
的蒸气压

$$\Delta p = p_B^* - p = k \cdot m$$

溶液的
蒸气压
升高值

与溶剂性质
有关的常数

溶液的质量
摩尔浓度



溶液蒸汽压下降示意图

6.1.2 溶液沸点上升

21世纪高等院校教材

无机化学

主 编 章伟光

副主编 申俊英 万 霞 李志强 钟声亮 吴云影

1. 沸点的定义

液体的蒸气压等于外界压力时的温度称为该**液体的沸点**。当外压为100kPa时的沸点称为**正常沸点**。

2. 溶液沸点升高值

21世纪高等院校教材

无机化学

主编 申俊英 刁霞 李志强 钟声亮 吴云影

溶液的
沸点

纯溶剂的
沸点

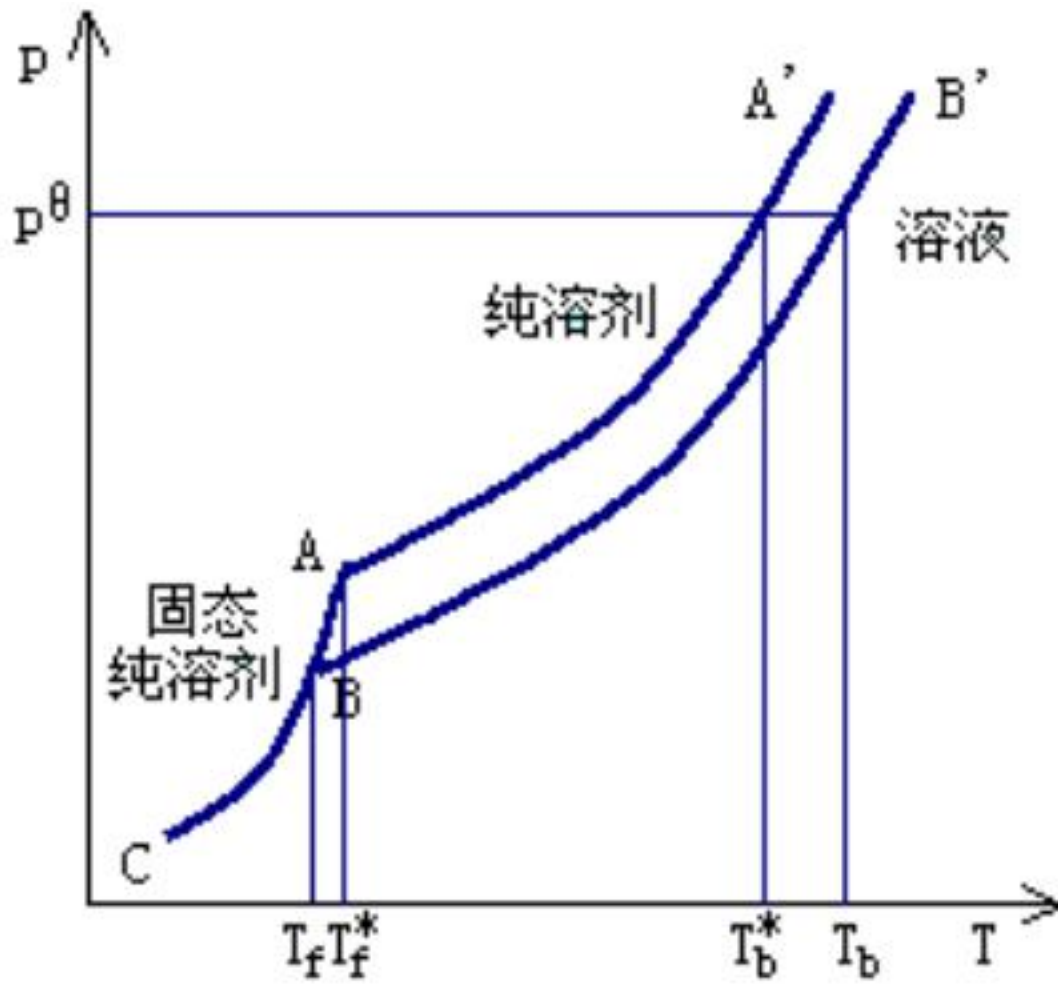
$$\Delta T_b = T_b - T_b^* = k_b \cdot m$$

溶液的
沸点升
高值

溶剂的沸点
升高常数

溶液的质量
摩尔浓度

科学出版社



交教材

化学

志强 钟声亮 吴云影

溶液沸点上升和凝固点下降示意图



6.1.3 溶液凝固点下降

高等院校教材

无机化学

1. 溶液的凝固点(又称冰点)

副主编 申俊英 万霞 李志强 钟声亮 吴云影

把固态纯溶剂和液态溶液平衡时的温度称为溶液的凝固点。这时固体纯溶剂的蒸气压与溶液中溶剂的蒸气压相等。

2. 稀溶液凝固点下降值

21世纪高等院校教材

无机化学

江州 申俊英 万霞 李志强 钟声亮 吴云影

纯溶剂的
凝固点

溶液的
凝固点

$$\Delta T_f = T_f^* - T_f = k_f \cdot m$$

溶液的
凝固点
下降

溶剂的凝固
点降低常数

溶液的
质量摩
尔浓度

几种常见溶剂的 k_f 和 k_b 值

21世纪高等院校教材

溶剂	沸点/ $^{\circ}\text{C}$	$k_b/\text{K}\cdot\text{k}$ $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$	凝固点 $^{\circ}\text{C}$	$k_f/\text{K}\cdot\text{k}$ $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$
水	100	0.512	0	1.86
苯	80	2.53	5.5	5.10
乙酸	118	2.93	17	3.90
萘	218	5.80	80	6.9
樟脑	208	5.95	178	40.0

主 编 章伟光

副主编 甲俊英 万霞 李志强 钟声亮 吴云影

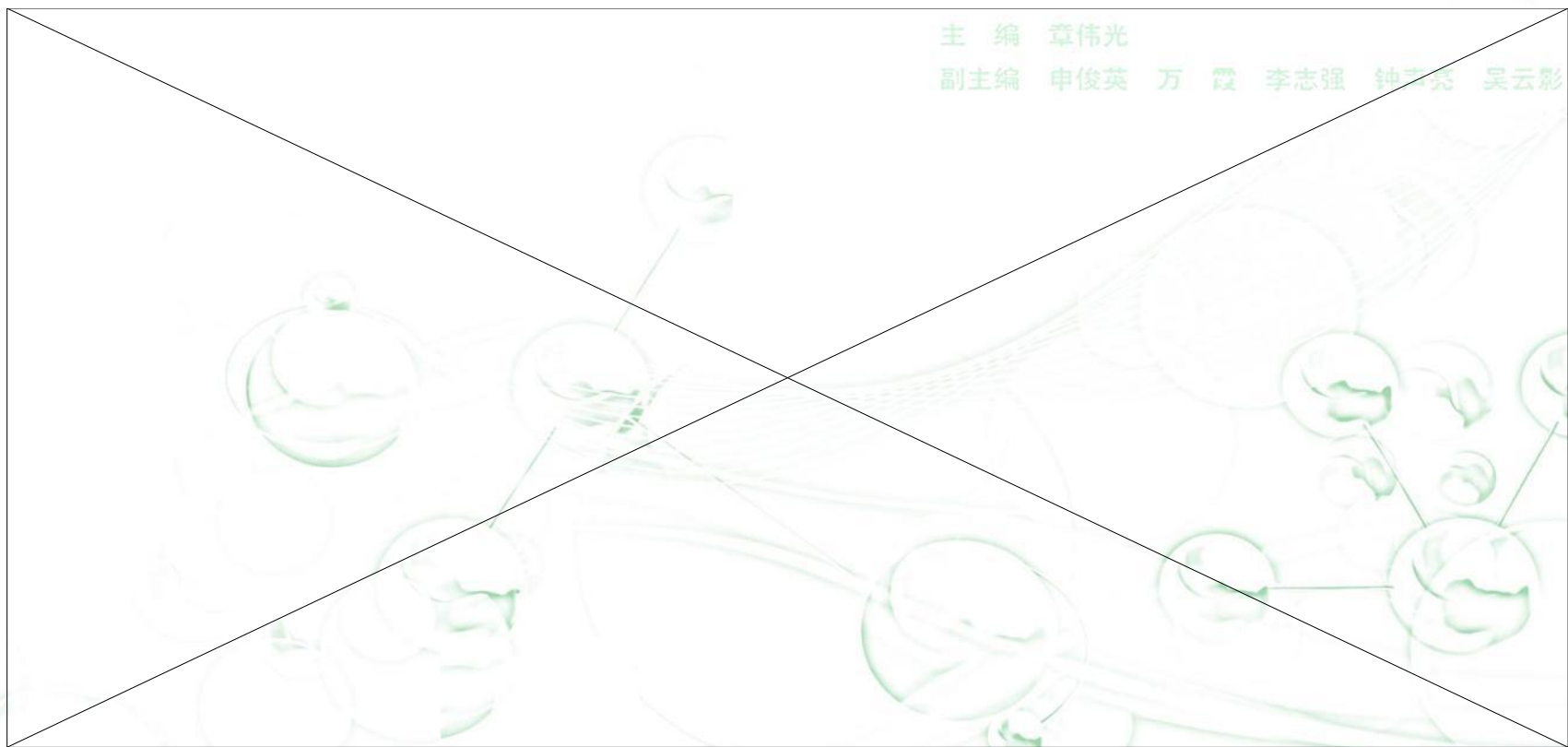
6.1.4 渗透压

21世纪高等院校教材

渗透压是指为了阻止溶剂分子渗透而必须在溶液上施加的最小额外压力。

主 编 章伟光

副主编 申俊英 万霞 李志强 钟志亮 吴云影



渗透压和反渗透示意图

科学出版社

渗透压的计算公式

21世纪高等院校教材

无机化学

摩尔气体常数

溶液体积

渗透压

$$\Pi V = nRT$$

热力学温度

溶质的物质的量

科学出版社

BACK

反渗透

当在浓溶液一侧加上一个压力大于渗透压的外力时，可使溶剂由浓溶液进入稀溶液的现象称为**反渗透**。该现象被广泛应用于溶液的浓缩、海水的淡化和污水的净化等。

严格地说，只有非电解质的稀溶液才准确地遵守拉乌尔定律。而电解质和浓溶液的影响如下。

主 编 章伟光

副主编 申俊英 万霞 李志强 钟声亮 吴云影

1. 浓溶液的影响

当溶液浓度增大时，溶质分子对溶剂分子产生影响，则溶剂的蒸气压不仅与溶剂的浓度有关，还与溶质的性质有关。这时仍使用拉乌尔定律来计算溶剂的蒸气压会出现一定偏差，并且溶质浓度越高，偏差越大，即降低越多。

2. 电解质的影响

如果溶质变为电解质，则极稀电解质溶液的凝固点下降值比同浓度的非电解质溶液的低得多，因为电解质的电离导致体系中的粒子（包括分子和正负离子）总数大幅增加。例如，像NaCl这类能产生2倍盐浓度（正负）离子的溶液，其凝固点下降值为同浓度的非电解质溶液的约2倍。

6.1.5 依数性定律

21世纪高等院校教材

无机化学

副主编 申俊英 方 霞 李志强 钟声亮 吴云彩

依数性定律 (又称稀溶液通性): 是指难挥发的非电解质稀溶液其蒸汽压下降、沸点上升、凝固点下降和渗透压与一定量溶剂中溶质的物质的量成正比, 而与溶质的本性无关.

例题

21世纪高等院校教材

无机化学

6.1 100 g水中溶解多少尿素
 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ ，才能使此
溶液的凝固点达到 -2.0°C ？该溶
液在100 kPa下的沸点是多少摄氏
度？

解：(1) 已知水的凝固点为 0°C (273 K)， $k_f=1.86 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。又 $M\{\text{CO}(\text{NH}_2)_2\}=60.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

设需加入尿素的质量为 $x(\text{g})$ ，则根据式(6.5)

$$\Delta T_f = k_f \cdot m$$

$$2.0 = 1.86 \times \frac{x/60}{0.100}$$

$$\therefore x = 6.5 \text{ (g)}$$

(2) 查表知水的沸点为 100°C ，
 $k_b = 0.512 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。由式(6.4)和
(6.5)得：

$$\Delta T_b = k_b \cdot m = k_b \frac{\Delta T_f}{k_f} = 0.512 \times \frac{2.00}{1.86} = 0.55(^{\circ}\text{C})$$

所以沸点为： $100^{\circ}\text{C} + 0.55^{\circ}\text{C} = 100.55^{\circ}\text{C}$ 。

练习题

21世纪高等院校教材

无机化学

主编 章伟光

6.2 下列几种溶液中, 蒸气压最低的是()

(A) $1 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ NaCl

(B) $1 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ HAc

(C) $1 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ H_2SO_4

(D) $1 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

6.3 同温下, 渗透压最大的水溶液是()

(A) $0.01 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$

(B) $0.01 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ KNO_3

(C) $0.01 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ HCOOH

(D) $0.01 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 蔗糖溶液

溶液的性质小结

掌握非电解质稀溶液的依数性，包括蒸气压下降、沸点升高、凝固点下降、渗透压产生等性质与溶液的质量摩尔浓度的关系及相关计算。

21世纪高等院校教材

无机化学

副主编 申俊英 万霞 李志强 钟声亮 吴云影

科学出版社