2) Colligative properties

สมบัติที่ขึ้นกับความเนื้อสารในสารละลาย (ความเข้มข้น)

ขึ้นกับชนิดของตัวทำละลายและปริมาณของตัวถูกละลาย

ได้แก่ - การลดลงของความดันไอ (vapor pressure lowering)

- **การเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (boiling point elevation)**
- **การลดลงของจุดเยือกแข็ง (freezing point depression)**
- **ความดันออสโมติก (osmotic pressure)**

- **Vapor pressure lowering**

M มวลโมเลกุลของตัวทำละลาย

m ความเข้มข้น ; mol/kg

- **Boiling point elevation**

ΔT_b **จุดเดือดที่เพิ่มขึ้น**

ΔT_b^o **จุดเดือดของตัวทำละลาย**

k_b **ค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือดของตัวทำละลาย ;**

$^oC/(mol/kg)$

g **มวลของตัวถูกละลาย**

Mw **มวลโมเลกุลของตัวถูกละลาย**

ΔH_{vap} **เอนทาลปีของการเดือด ; J/mol**

- **Freezing point depression**

ΔT_f **จุดเยือกแข็งที่ลดลง**

ΔT_f^o **จุดเยือกแข็งของตัวทำละลาย**

k_f **ค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็งของตัวทำละลาย ; $^oC/(mol/kg)$**

ΔH_{fus} **เอนทาลปีของการหลอมเหลว ; J/mol**

- **Osmotic pressure**

$$\Pi V = nRT$$

$$\Pi = CRT$$

n mol ของตัวถูกละลาย

C ความเข้มข้นของสารละลาย ; mol/dm^3

T อุณหภูมิ ; K

R ค่าคงที่ของก๊าซ

Note; ΔP vapor pressure lowering, boiling point elevation และfreezing point depression ไม่ขึ้นกับขนาดของตัวถูกละลาย

Π osmotic pressure ขึ้นกับขนาด

- **Theory of osmotic pressure**

  osmotic pressure คือ ความดันที่เกิดขึ้นจากสารละลายที่มีความเข้มข้นของน้ำมากเคลื่อนที่ผ่าน semipermeable membrane เข้าสู่สารละลายที่มีความเข้มข้นของน้ำน้อย

$\Rightarrow$ ความดันที่ต้านกระบวนการ osmosis

จาก Thermodynamics

- **multicomponent system Þ chemical potential (μ)**

at equilibrium point;

- **กระบวนการ osmosis ที่เกิดจากการแพร่จากที่น้ำมากไปน้ำน้อย**

μ_i **ศักย์เคมีของสารละลาย i**

μ_i^o **ศักย์เคมีของตัวทำละลาย i**

a_i **activity ของตัวทำละลาย i**

- **กระบวนการ osmosis ที่มีความดัน osmotic**

Þ ใช้ศักย์เคมีของตัวทำละลายมากขึ้น

$d\mu_i$ **ศักย์เคมีที่เพิ่มขึ้นจากความดันออสโมติก**

V_i **ปริมาตรต่อโมล (molar volume)**

At equilibrium; $\mu_i = \mu_i^o$

X_i **mol fraction ของตัวทำละลาย i**

<u>สารละลายเจือจาง</u>

X mol fraction ของอนุภาคในสารละลาย

สารละลายเจือจาง

N mol ทั้งหมดในสารละลาย

n_i **mol ของตัวทำละลายในสารละลาย**

C ความเข้มข้น ; mol/kg

Note ความสัมพันธ์นี้ใช้ได้ดีเฉพาะสารละลายเจือจาง

Ex. จงคำนวณ osmotic pressure ในสารละลาย colloid เข้มข้น 1 %w ที่มีความดันไอ 23.80 mmHg ที่ 25 ^{o}C ถ้าอนุภาค colloid ในสารละลายมีมวลโมเลกุลเท่ากับ 10^{3}, 10^{4}, 10^{5} และ 10^{6} kg/mol ตามลำดับ

- **Osmotic pressure and Donnann equilibrium**

⇒ สารละลายเข้มข้นมากขึ้นหรืออนุภาคมีขนาดใหญ่มากขึ้น

⇒ ความดันออสโมติกขึ้นกับความเข้มข้นของสารละลาย

Þ การแจกแจงไอออนที่เกิดการแพร่ในช่องทั้งสองของภาชนะที่มีปริมาณไม่เท่ากัน Þ ผลของ Donnann

Þ สมดุลที่เกิดขึ้น Þ Donnann equilibrium

c ความเข้มข้น ; g/dm^3 หรือ $g/100\ cm^3$

A, B ค่าคงที่ขึ้นกับสารละลาย

Plot p/c **กับ** c P **จุดตัดแกน** p/c **เมื่อ** $c \to 0$

Ex. จงหามวลโมเลกุลของ PVC จากข้อมูลความดันออสโมติก ที่วัดในเทอมของความสูงของสารละลาย PVC ใน osmometer

กำหนด ความหนาแน่นของสารละลาย 0.98 g/cm^3

c (g/dm^3)	**1.00**	**2.00**	**4.00**	**7.00**	**9.00**
h (cm)	**0.28**	**0.71**	**2.01**	**5.10**	**8.00**