ST2091101 เคมีสำหรับสุขภาพ เครื่องสำอางและการชะลอวัย

สารละลาย และ ความเข้มข้นสารละลาย

Solution & Concentration

ผศ.ดร.วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ
Asst.Prof.Woravith Chansuvarn, Ph.D.

Chemographics
LINE woravith
woravith.c@rmutp.ac.th
http://web.rmutp.ac.th/woravith

#แผนการเรียนรู้และการประเมินผลการเรียนรู้

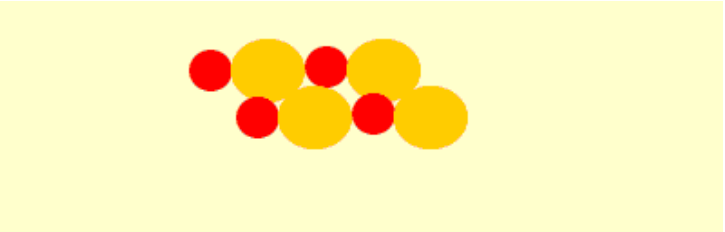
2.1

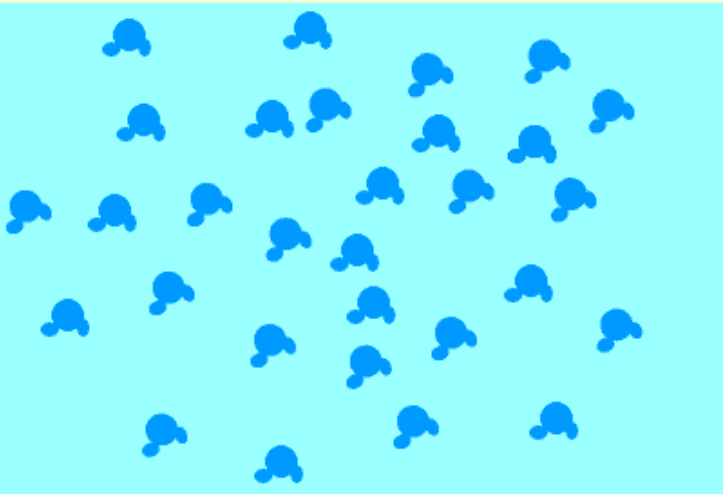
สารละลาย

- บอกชนิดสารละลาย
- บอกสมบัติสารละลาย
- บอกสมบัติคอลลิเกทีฟ
- บอกคอลลอยด์

สารละลาย (solution)

ของผสมเนื้อเดียว (homogeneous mixture)
ซึ่งเกิดจากสารตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป
ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน



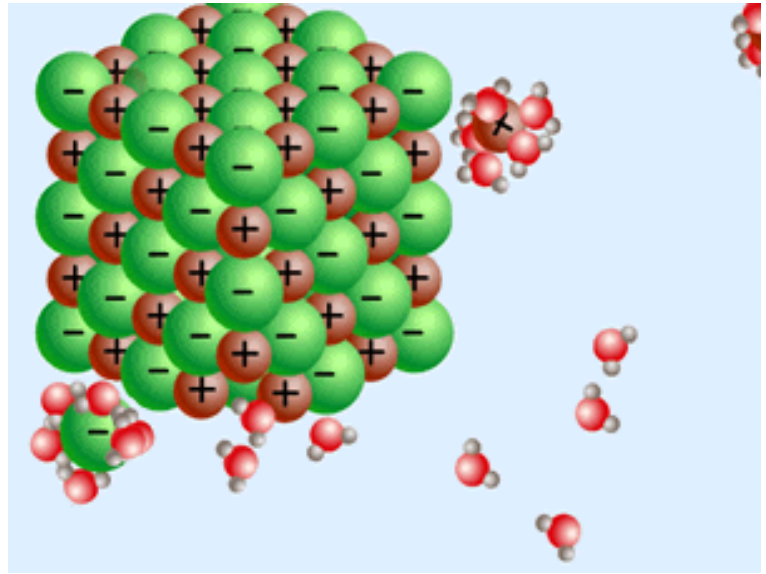


การละลาย คือการที่สารชนิดหนึ่ง (ตัวละลาย) แตกตัวออกเป็นอนุภาคเล็ก ๆ และแทรกตัวในสารอีกชนิดหนึ่ง (ตัวทำละลาย)

- ส่วนประกอบที่มีปริมาณมากกว่าเรียกว่า **ตัวทำละลาย (solvent)**
- ส่วนประกอบที่มีอยู่ในปริมาณน้อยกว่า เรียกว่า **ตัวละลาย (solute)**

ปริมาณของสารที่เป็นส่วนประกอบเปลี่ยนแปลงได้ แต่เปลี่ยนแปลงอยู่ในขอบเขตจำกัด ส่วนประกอบของสารละลายมักเป็นสารบริสุทธิ์ อาจเป็นแก๊ส ของเหลวหรือของแข็ง

- **สารละลายเอเควียส** (aqueous solution) คือ สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย
- **สารละลายทวิภาค** (binary solution) คือ สารละลายที่มีส่วนประกอบเพียงสองส่วนประกอบ ที่เป็นตัวทำละลายกับตัวละลายหนึ่งชนิด
- **สารละลายอิ่มตัว** (saturated solution) คือ สารละลายที่มีปริมาณของตัวละลายสูงสุดในตัวทำละลายหนึ่งๆ ที่อุณหภูมิหนึ่ง ๆ
- **สารละลายไม่อิ่มตัว** (unsaturated solution) คือ สารละลายก่อนที่จะถึงจุดที่เป็นสารละลายอิ่มตัว



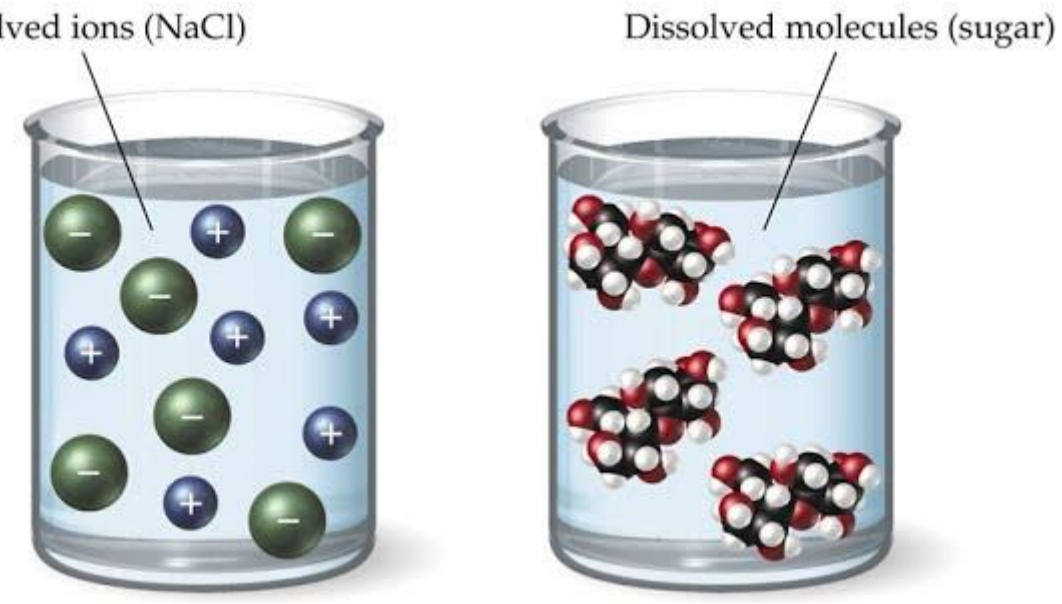
Electrolyte

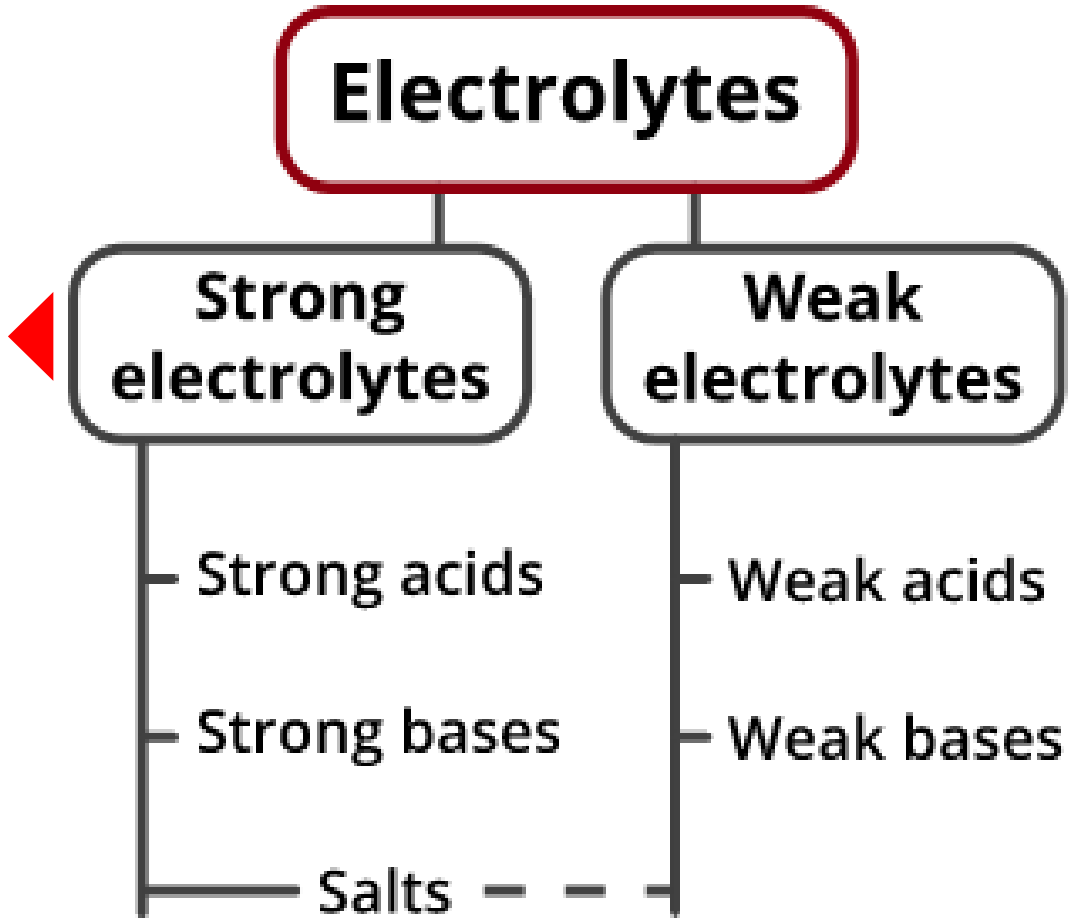
สารที่เมื่อละลายในน้ำจะนำไฟฟ้าได้ เนื่องจากมีไอออนซึ่งอาจจะเป็นแคตไอออนและแอนไอออนเคลื่อนที่อยู่ในสารละลาย

- อิเล็กโทรไลต์แก่ (strong electrolyte)
- อิเล็กโทรไลต์อ่อน (weak electrolyte)

Non-Electrolyte

สารที่ไม่สามารถนำไฟฟ้าได้เมื่อละลายน้ำ เนื่องจากสารพวกนอนอิเล็กโทรไลต์ จะไม่สามารถแตกตัวเป็นไอออนได้ เช่น น้ำบริสุทธิ์ น้ำตาล แอลกอฮอล์





สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวเป็นไอออนได้มาก อาจจะแตกตัวได้ 100% และนำไฟฟ้าได้ดีมาก เช่น กรดแก่ และเบสแก่ และเกลือส่วนใหญ่จะแตกตัวได้ 100%

H_2SO_4
HNO_3
HCl
HBr
$HClO_4$
NaOH
KOH
$Ca(OH)_2$
$Ba(OH)_2$

สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวเป็นไอออนได้บางส่วน การแตกตัวน้อยกว่า 100% และนำไฟฟ้าได้น้อย เช่น กรดอ่อน เบสอ่อน และเกลือบางชนิด

CH_3COOH
H_2CO_3
HNO_2
H_2SO_3
H_2S
$H_2C_2O_3$
H_3BO_3
$HClO_3$
NH_4OH
HF
NH_3

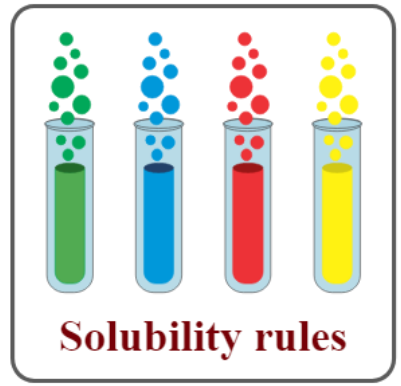
“LIKE DISSOLVES LIKE

อนุภาคของตัวละลายจะเข้าไปแทรกตัวอยู่ระหว่างอนุภาคของตัวทำละลายได้หรือไม่ จะขึ้นอยู่กับ

- แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของตัวทำละลายกับตัวทำละลาย
- แรงดึงดูดโมเลกุลระหว่างตัวทำละลายกับตัวละลาย
- แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตัวละลายกับตัวละลาย

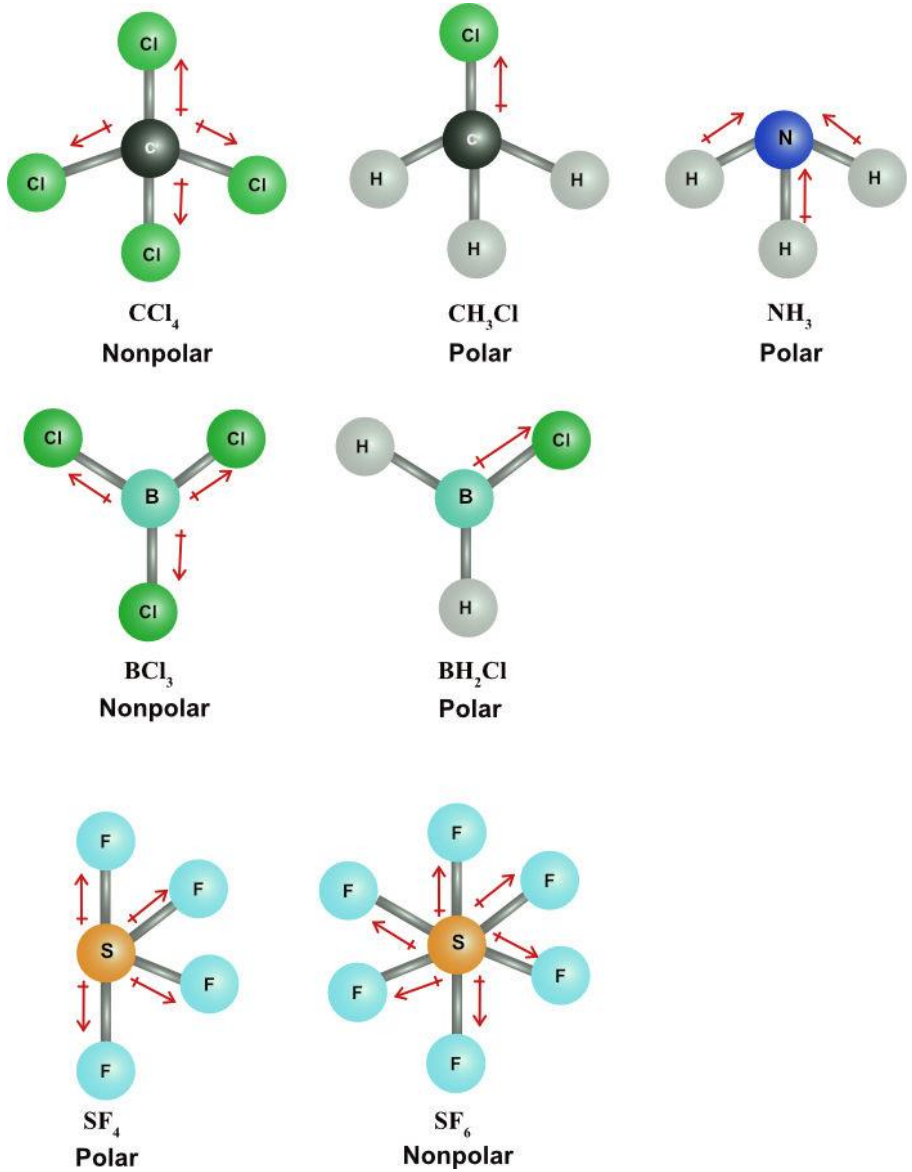
ตามกฎ **Like Dissolves Like**

- ตัวละลายที่มีขั้วจะละลายในตัวทำละลายที่มีขั้ว เพราะแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลมีขั้ว (แรงไดโพล–ไดโพล) แต่จะไม่ละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว
- ตัวละลายที่ไม่มีขั้วจะละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว เพราะแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลไม่มีขั้ว (แรงแวนเดอร์วาลล์) แต่จะไม่ละลายในตัวทำละลายที่มีขั้ว



Polar Solvents	Non-Polar Solvents
DMF	Alkanes
DMSO	Benzene
Water	Toluene
Acetone	Acetic acid
Methanol	Chloroform
Isopropanol	Diethyl ether
Acetonitrile	Ethyl acetate

Solvent	Solvent Polarity Index, *P*
Hexane	0.1
Carbon tetrachloride	1.56
Isopropyl ether	1.83
Toluene	2.4
Methyl- *t* -butyl ether	2.4
Chloroform	2.7
Diethyl ether	2.8
Dichloromethane	3.1
Isopropanol	3.92
Tetrahydrofuran	4.0
Ethyl Acetate	4.4
Methanol	5.1
Acetone	5.1
Dioxane	5.27
Acetonitrile	5.8
Water	10.2



ประเภทสารละลาย จำแนกตามสถานะ

แก๊ส	แก๊สในแก๊ส	อากาศ (แก๊ส O_2 ในแก๊ส N_2)
	ของเหลวในแก๊ส	ความชื้นในอากาศ (ไอน้ำในอากาศ)
	ของแข็งในแก๊ส	ไอปรอทในอากาศ
ของเหลว	แก๊สในของเหลว	โซดา (แก๊ส CO_2 ในน้ำ)
	ของเหลวในของเหลว	แอลกอฮอล์ (ในน้ำ)
	ของแข็งในของเหลว	น้ำเกลือ (เกลือในน้ำ)
ของแข็ง	แก๊สในของแข็ง	H_2 ใน Pd
	ของเหลวในของแข็ง	Hg ใน Ag
	ของแข็งในของแข็ง	โลหะเจือ (ทองเหลือง)

ประเภทสารละลาย จำแนกตามปริมาณตัวละลาย

สารละลายอิ่มตัว (saturated solution)	สารละลายที่มีปริมาณของตัวละลายสูงสุดในตัวทำละลายหนึ่งๆ ที่อุณหภูมิหนึ่งๆ
	สารละลายที่ตัวละลายไม่สามารถละลายได้อีกที่อุณหภูมิเดิมหรือปริมาณตัวทำละลายเท่าเดิม
สารละลายไม่อิ่มตัว (unsaturated solution)	สารละลายที่มีปริมาณของตัวละลายในตัวทำละลายที่ยังไม่อิ่มตัว
	สารละลายที่ตัวละลายยังสามารถละลายได้อีกที่อุณหภูมิเดิมหรือปริมาณตัวทำละลายเท่าเดิม

ประเภทสารละลาย จำแนกตามการละลาย

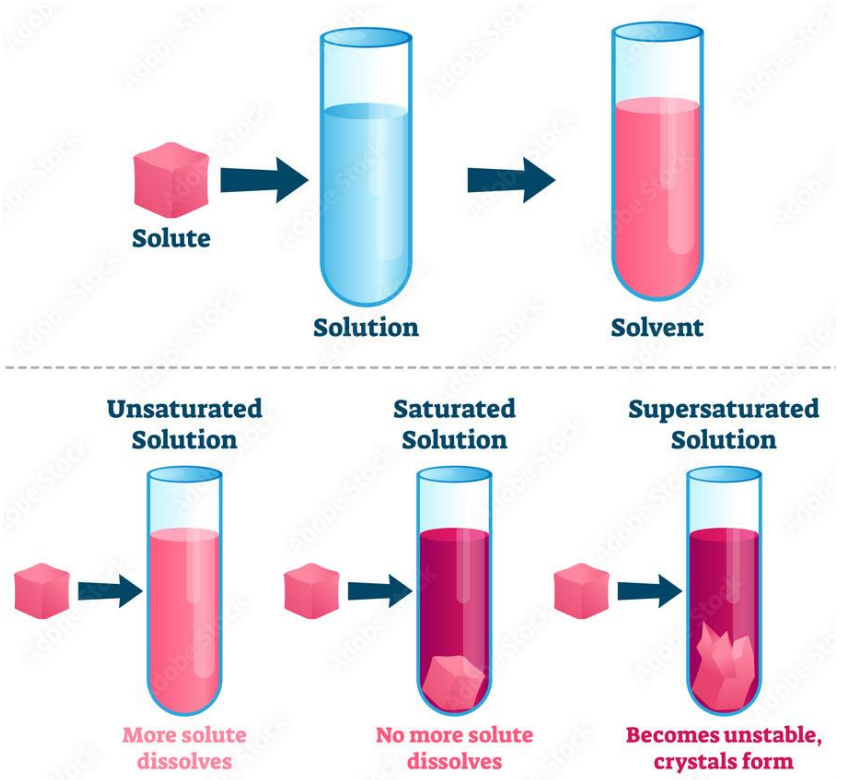
ละลายได้ดี (soluble)	ตัวละลายสามารละลายได้มากกว่า 1 กรัม ต่อตัวทำละลาย 100 กรัม
	NaCl ละลายได้ 36 กรัม ต่อน้ำ 100 กรัม
ละลายได้น้อย (slightly soluble)	ตัวละลายสามารละลายได้ตั้งแต่ 0.01-1 กรัม ต่อตัวทำละลาย 100 กรัม
	$Ca(OH)_2$ ละลายได้ 0.189 กรัม ต่อน้ำ 100 กรัม
ไม่ละลาย (insoluble)	ตัวละลายสามารละลายได้น้อยกว่า 0.01 กรัม ต่อตัวทำละลาย 100 กรัม
	AgCl ละลายได้ 0.0021 กรัม ต่อน้ำ 100 กรัม

ปัจจัยที่มีผลต่อสภาพการละลาย

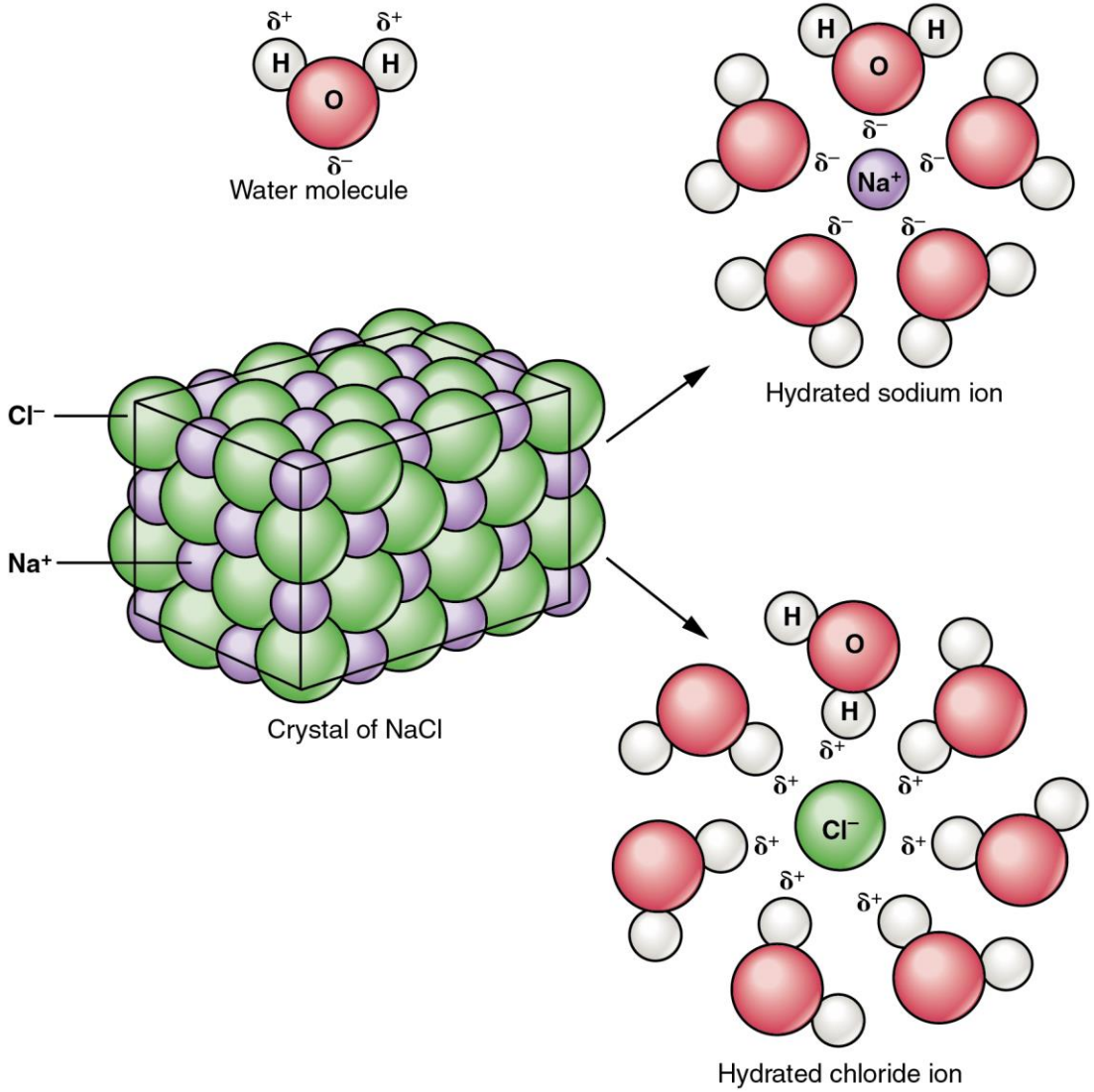
1) ชนิดของตัวละลายและตัวทำละลาย

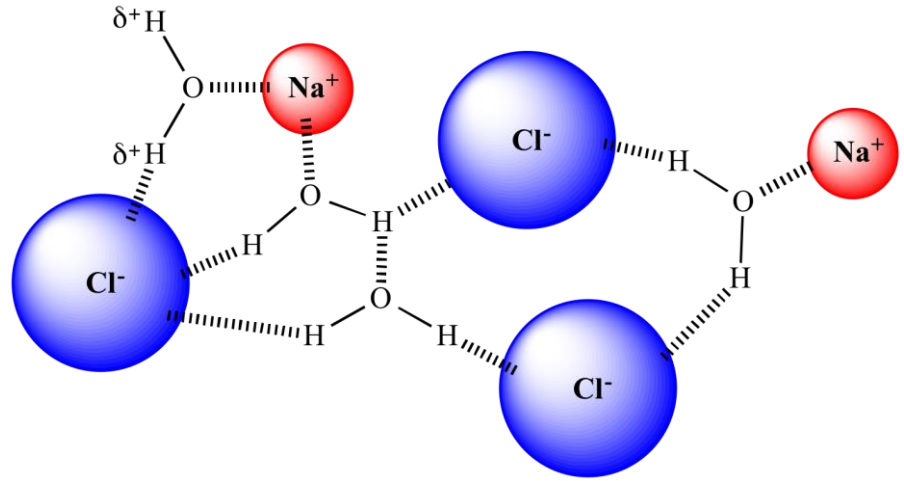
แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคขึ้นอยู่กับชนิดของสาร

- สารมีขั้วดึงดูดกันด้วยแรงแบบมีขั้ว คือ แรงไดโพล–ไดโพล, พันธะไฮโดนเจน และแรงดึงดูดไฟฟ้าสถิต
- สารไม่มีขั้วดึงดูดกันด้วยแรงแบบไม่มีขั้ว คือ แรงแวนเดอร์วาวล์



“ถ้าแรงดึงดูดระหว่างตัวทำละลายและแรงดึงดูดระหว่างตัวละลายเป็นชนิดเดียวกัน หรือ มีค่าใกล้เคียงกัน สารทั้งสองจะละลายกันได้”


δ+
δ+
H
H
O
δ−
Water molecule
H
H
O
δ−
δ−
Na+
δ−
δ−
δ−
Hydrated sodium ion
Cl−
Na+
Crystal of NaCl
H
O
H
δ+
δ+
δ+
Cl−
δ+
δ+
δ+
δ+
Hydrated chloride ion

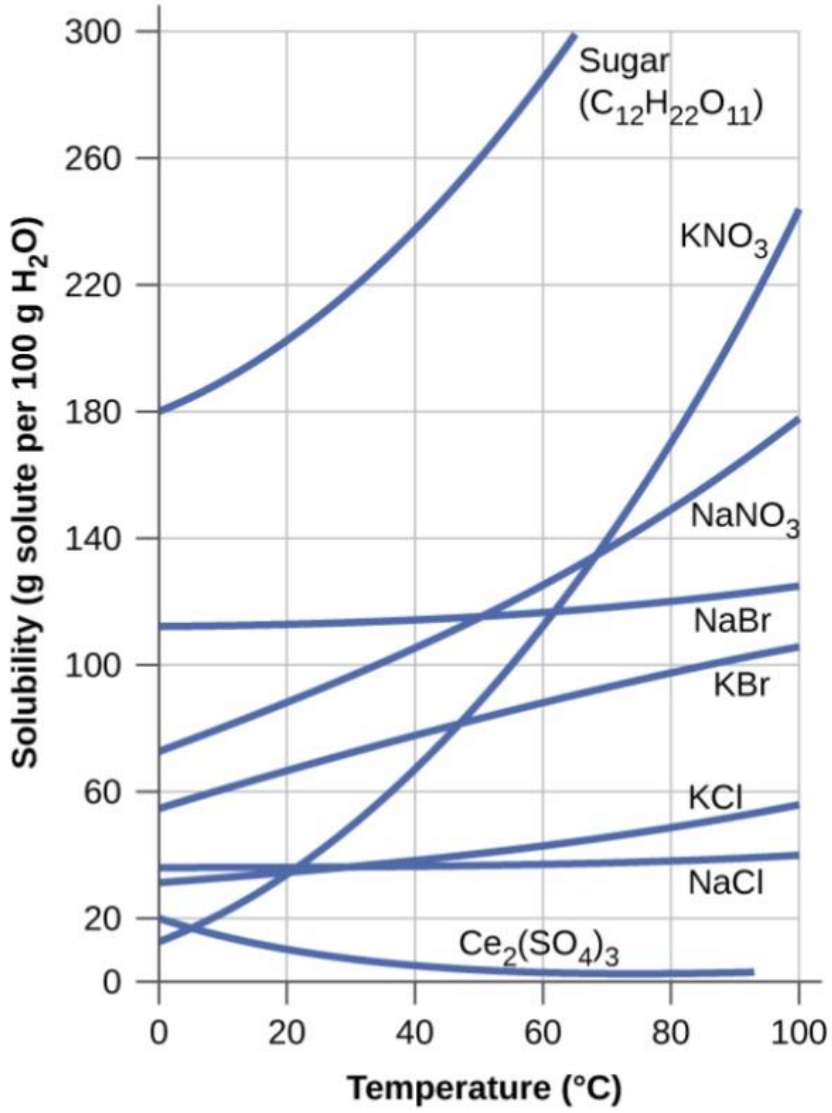

δ+H
O
Na+
δ+H
Cl-
H
O
H
Cl-
H
O
Na+
Cl-
H
O
H
H
Cl-

ปัจจัยที่มีผลต่อสภาพการละลาย

2) อุณหภูมิ

เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง สารจะละลายมากขึ้นหรือน้อยลงขึ้นกับว่าเป็นกระบวนการดูดหรือคายความร้อน

- ปฏิกิริยาดูดความร้อน ($\Delta H=+$)
  เพิ่มอุณหภูมิสารละลายมากขึ้น
- ปฏิกิริยาคายความร้อน ($\Delta H=-$)
  เพิ่มอุณหภูมิสารละลายน้อยลง



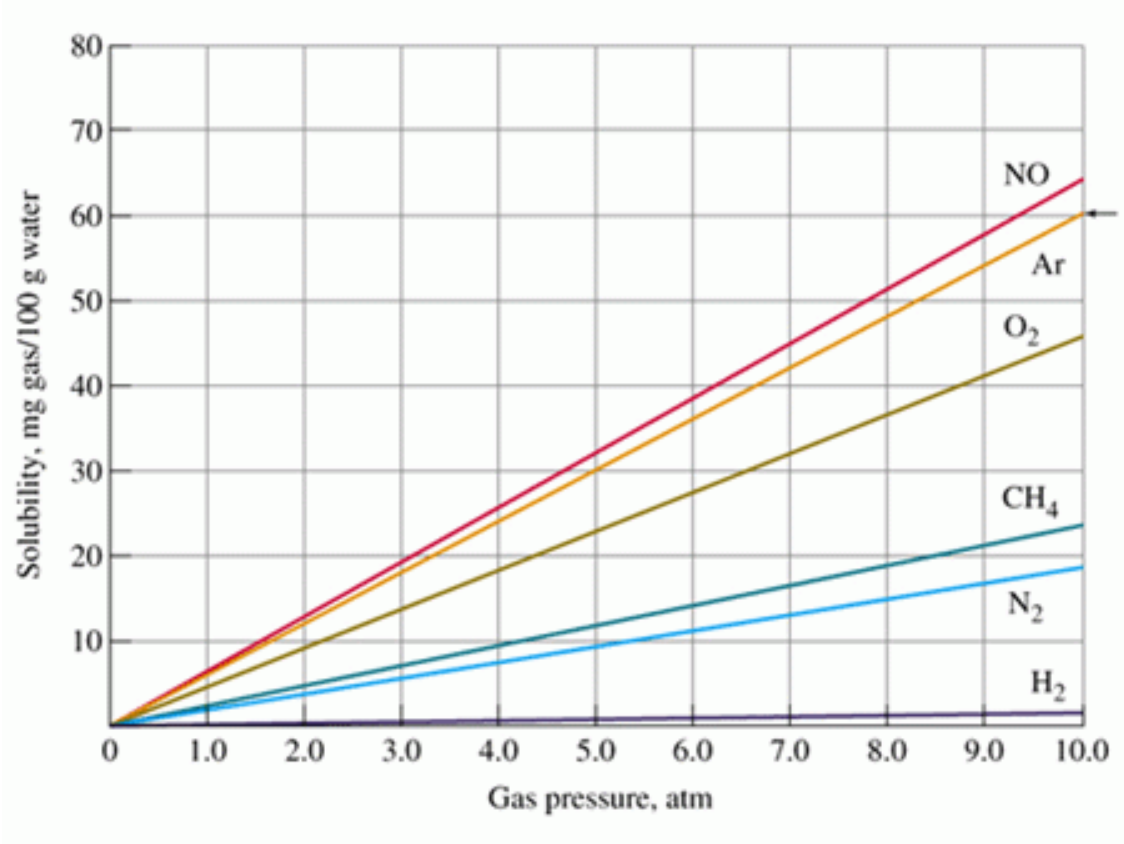
ความดัน

กรณีที่ตัวถูกละลายเป็นแก๊ส ถ้าความดันแก๊สเพิ่ม แก๊สจะละลายได้มากขึ้น

ปัจจัยที่มีผลต่อสภาพการละลาย

3) ความดัน

กรณีที่ตัวถูกละลายเป็นแก๊ส ถ้าความดันแก๊สเพิ่มแก๊สจะละลายได้มากขึ้น

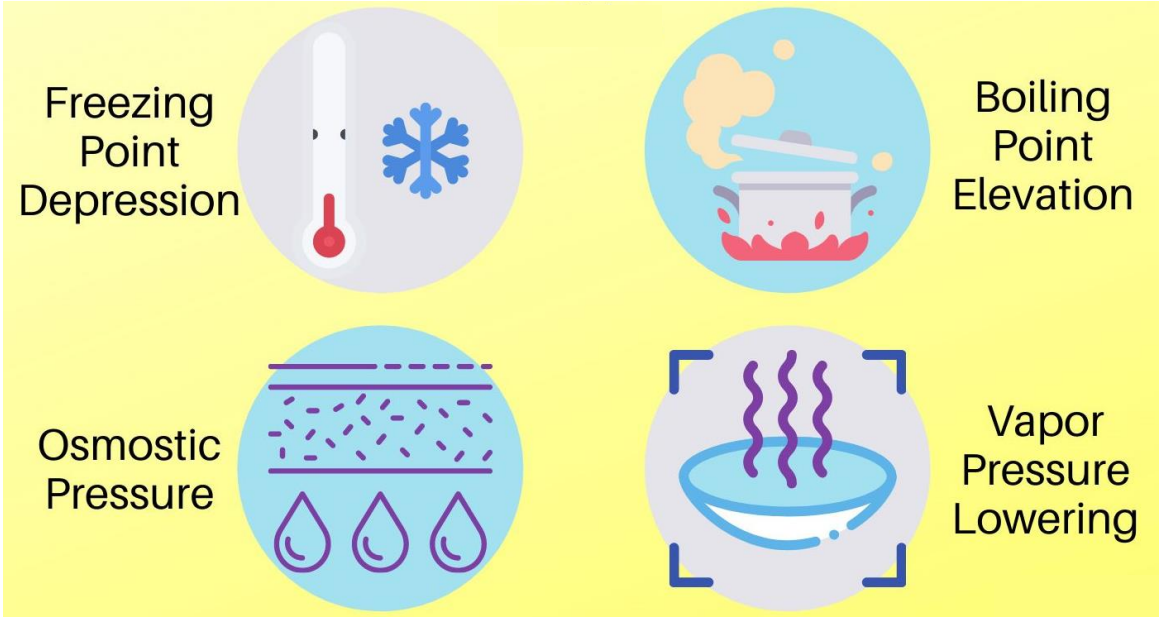


แนวโน้มการละลายได้ของแก๊สในน้ำ 100 กรัม เพิ่มสูงขึ้นเมื่อเพิ่มความดันให้แก๊ส

ความสามารถในการละลายของแก๊ส $NO>Ar>O_2>CH_4>N_2>H_2$ ตามลำดับ

#สมบัติคอลลิเกทีฟ (colligative properties)

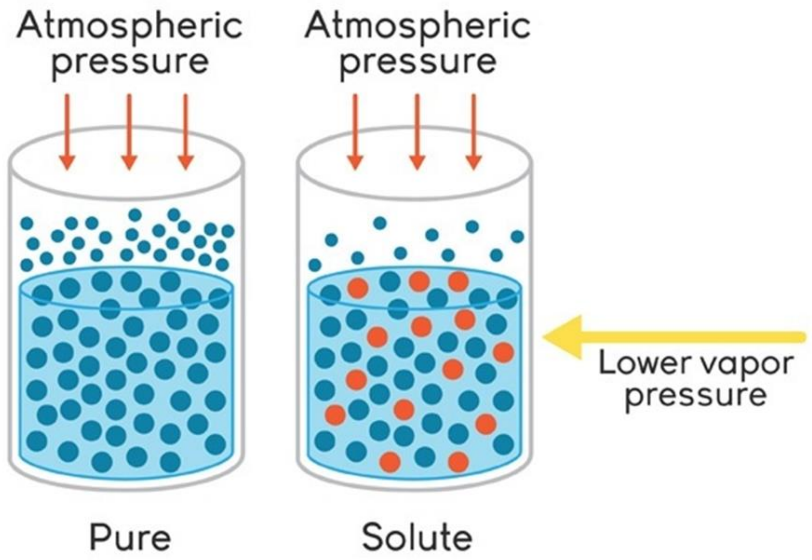
สมบัติทางกายภาพของสารละลายที่เปลี่ยนแปลงไปจากตัวทำละลายบริสุทธิ์ ซึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลายเท่านั้น (ปริมาณตัวละลาย) แต่ไม่ขึ้นอยู่กับชนิดขนาดหรือธรรมชาติของตัวละลาย

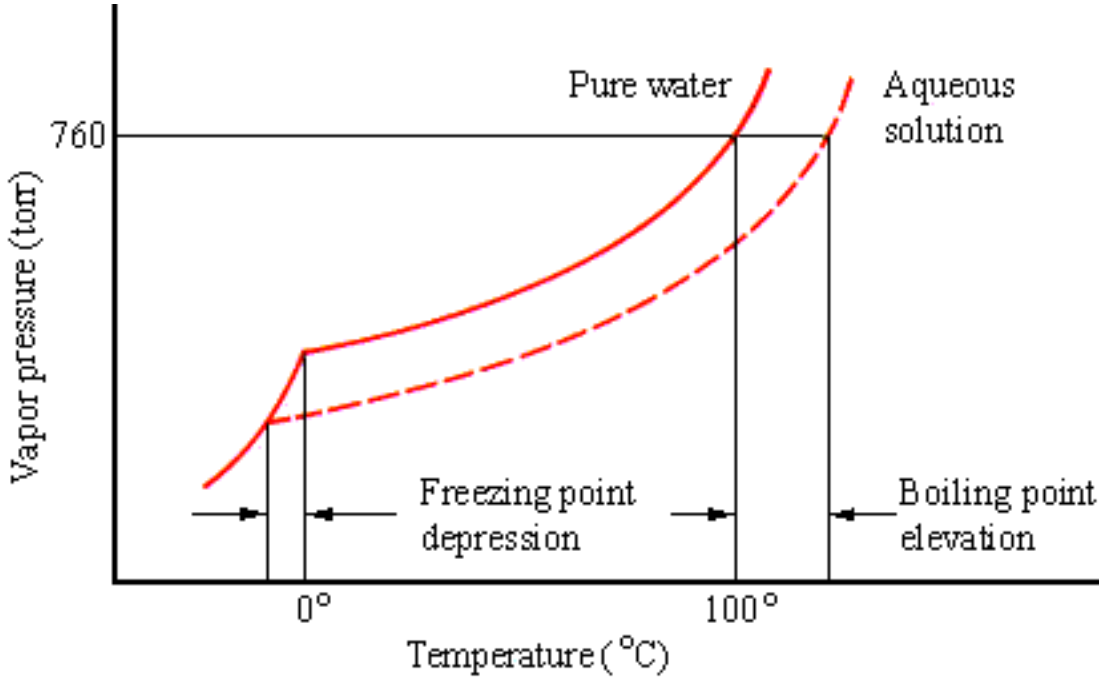


- การลดลงของความดันไอ
- การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจุดเดือด
- การลดลงของอุณหภูมิจุดเยือกแข็ง
- ความดันออสโมติก

#การลดลงของความดันไอ (vapor pressure depression)

ถ้าสารละลายมีตัวลลายที่ไม่ระเหย ผิวหน้าสารละลายจะมีจำนวนโมเลกุลของตัวทำละลายน้อยลง เพราะมีโมเลกุลตัวละลายปะปนอยู่





http://www.chem.uiuc.edu/rogers/Text11/Tx117/tx117.html

#การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจุดเดือด (boiling point elevation)
#การลดลงของอุณหภูมิจุดเยือกแข็ง (freezing point depression)

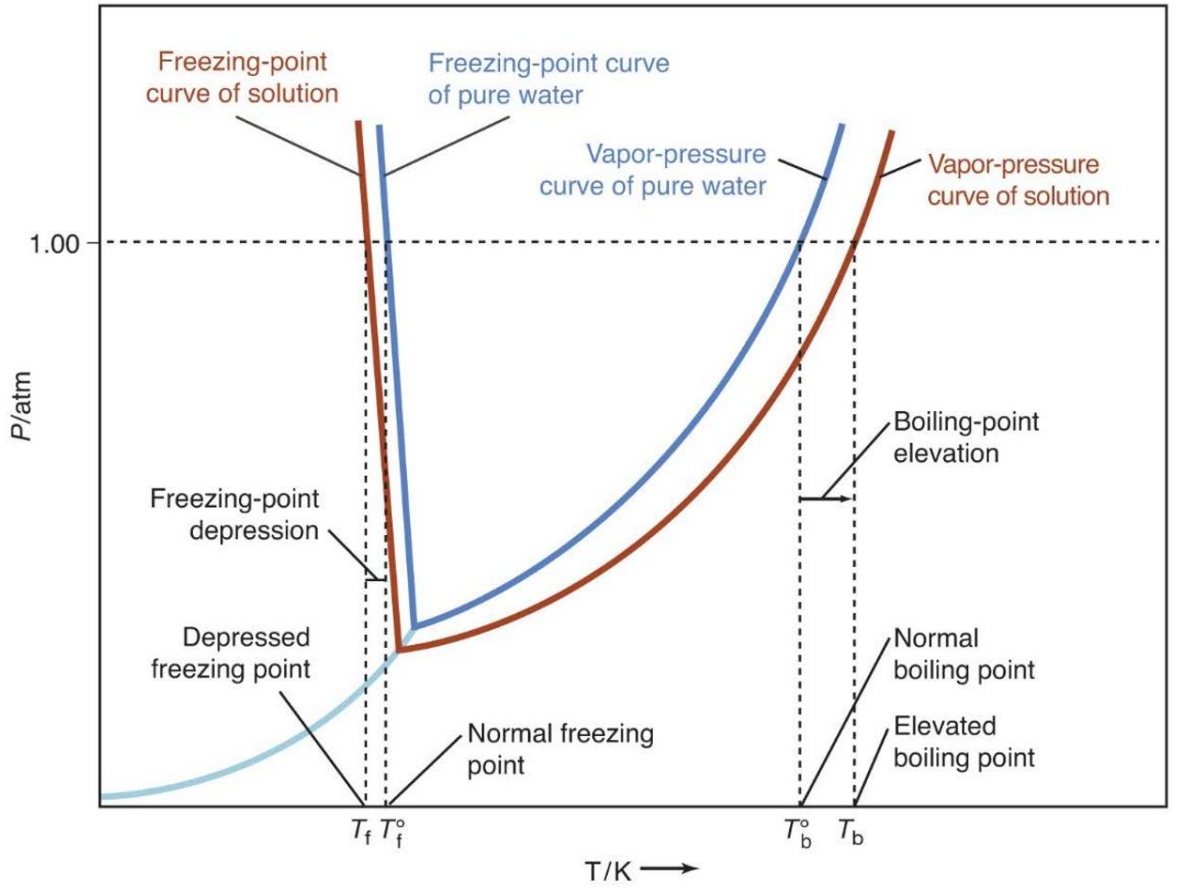
อุณหภูมิที่จุดเดือด (T_b) และอุณหภูมิที่จุดเยือกแข็ง (T_f) ของสารขึ้นกับความดัน

ที่ความดัน 1 atm

- อุณหภูมิที่จุดเดือดและจุดเยือกแข็งเรียกว่าจุดเดือดปกติ (normal boiling point, $T_b°$)
- จุดเยือกแข็งปกติ (normal freezing point, $T_f°$)

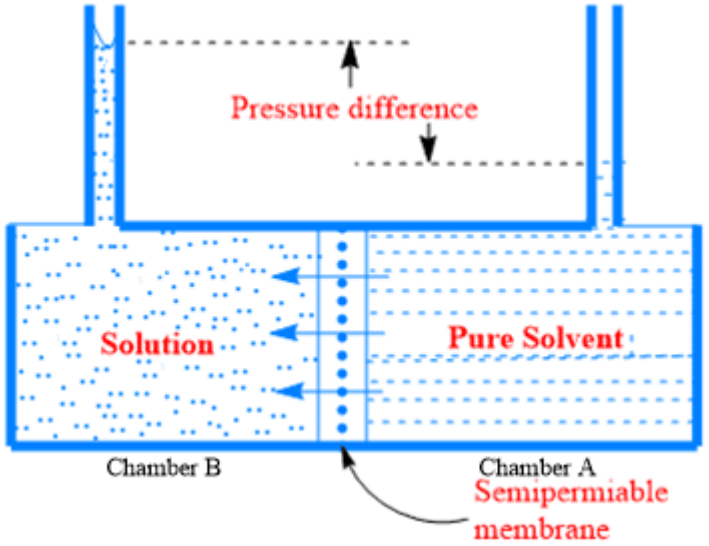
เมื่อความดันไอของตัวทำละลายเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากความเข้มข้นของตัวถูกละลาย phase diagram จะเปลี่ยนแปลง

- จุดเดือดของสารละลายจะสูงกว่าจุดเดือดปกติของตัวทำละลายบริสุทธิ์
- จุดเยือกแข็งของสารละลายจะต่ำกว่าจุดเยือกแข็งปกติของตัวทำละลายบริสุทธิ์

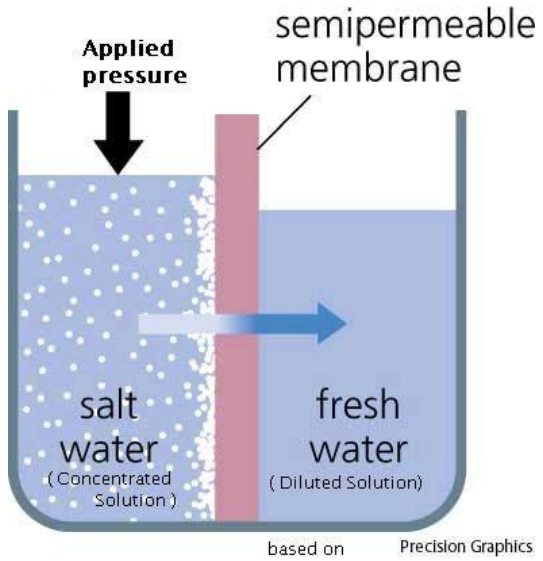


#ความดันออสโมติก (osmotic pressure)

ความดันออสโมติก คือผลต่างระหว่างความดันของสารละลายที่มีความเข้มข้นไม่เท่ากันซึ่งแยกกันด้วยเยื่อเลือกผ่าน (เมมเบรน, semipermeable membrane)

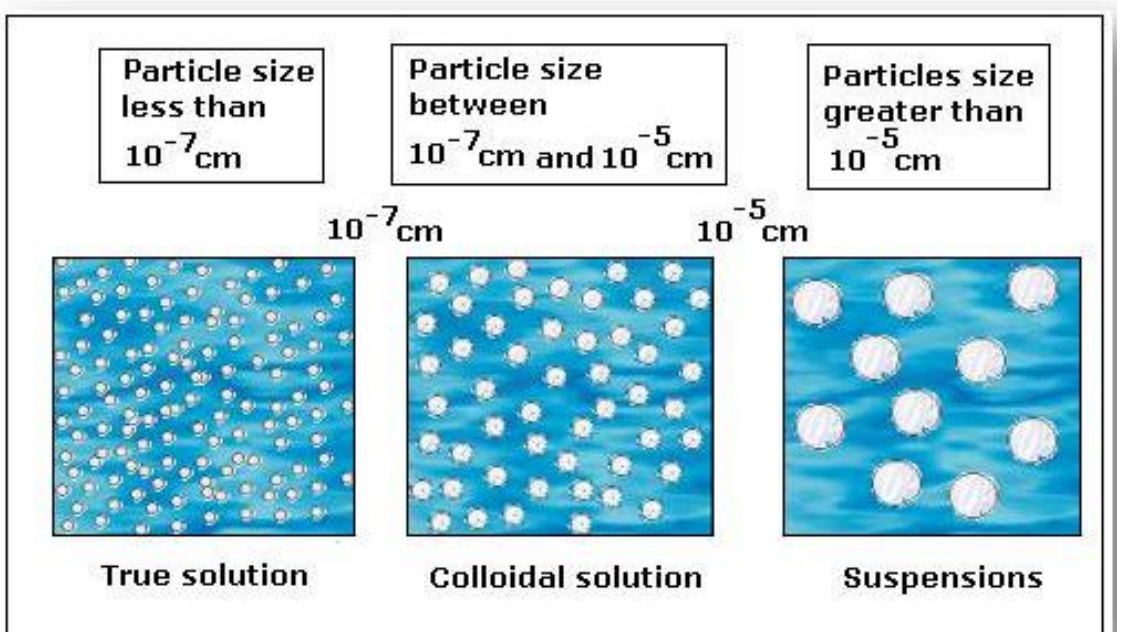


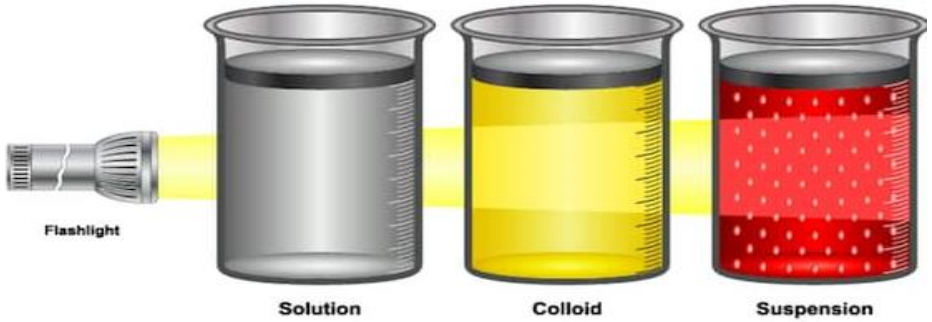
ความสามารถของตัวทำละลายในการซึมผ่านเมมเบรนจะลดลง เมื่อความเข้มข้นของตัวละลายที่ไม่สามารถซึมผ่านเมมเบรนเพิ่มขึ้น ทำให้ระดับของเหลวระหว่างสองฝั่งของเมมเบรนมีค่าไม่เท่ากัน



คอลลอยด์ (colloids)

- สถานะสารที่อยู่ระหว่างกลางของเส้นแบ่งระหว่างสารละลาย (solution) กับสารเนื้อผสม (heterogeneous)
- เกิดจากการฟุ้งกระจายของอนุภาค (โมเลกุลหรือไอออน) ในตัวกลางที่เป็นของเหลวหรือแก๊ส
- การกระจายอนุภาคแบบคอลลอยด์ (colloidal dispersion) เป็นการกระจายของอนุภาคขนาดเล็กประมาณ 5–1000 nm แขวนลอยอยู่ในตัวกลาง



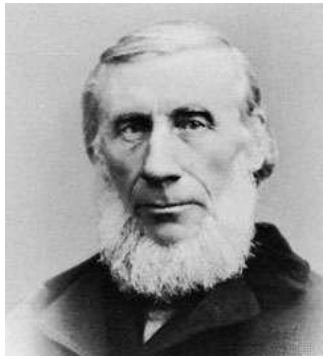


ประเภทของคอลลอยด์

- **โซล (sols)** : อนุภาคของแข็งฟุ้งกระจายในตัวกลางที่เป็นของเหลว ซึ่งเมื่อตั้งทิ้งไว้นาน ๆ อนุภาคและตัวกลางจะแยกออกจากกัน เช่น $Mg(OH)_2$ ในน้ำ, น้ำแป้ง
- **อิมัลชัน (emulsion)** : เกิดจากอนุภาคที่เป็นของเหลวฟุ้งกระจายในตัวกลางที่เป็นของเหลว เช่น นมสด ครีมนวดผม
- **เจล (gel)** : เกิดจากอนุภาคที่เป็นของแข็งฟุ้งกระจายในตัวกลางที่เป็นของเหลว โดยอนุภาคที่ฟุ้งกระจายนั้น จะสานกันเป็นตาข่ายอย่างต่อเนื่องกับตัวกลาง เช่น วุ้น เจลลี่ หรือเจลลาติน
- **ละอองลอย (aerosol)** : เกิดจากอนุภาคที่เป็นของแข็งหรือของเหลวฟุ้งกระจายอยู่ในตัวกลางที่เป็นแก๊ส เช่น หมอก ควัน

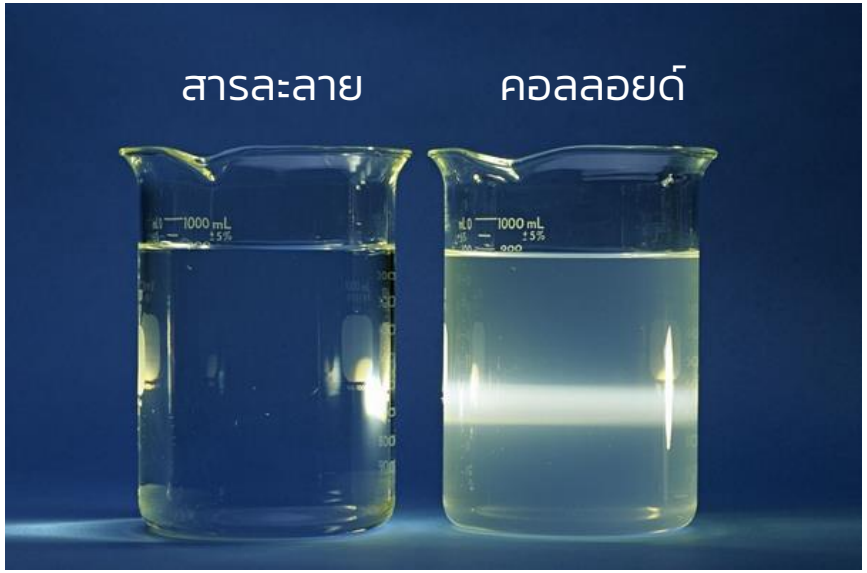
สถานะคอลลอยด์	อนุภาคฟุ้งกระจายในตัวกลาง	ตัวกลาง	ชนิดคอลลอยด์	ตัวอย่าง
แก๊ส	แก๊ส	แก๊ส	–	–
แก๊ส	แก๊ส	ของเหลว	ละอองลอย	หมอก (fog)
แก๊ส	แก๊ส	ของแข็ง	ละอองลอย	ควัน (smoke)
ของเหลว	ของเหลว	แก๊ส	โฟม	ครีม (whipped cream)
ของเหลว	ของเหลว	ของเหลว	อิมัลชัน	นม (milk)
ของเหลว	ของเหลว	ของแข็ง	โซล	สี (paint)
ของแข็ง	ของแข็ง	แก๊ส	โฟมของแข็ง	ขนมหวานละลายในปาก (marshmallow)
ของแข็ง	ของแข็ง	ของเหลว	อิมัลชันของแข็ง	เนย (butter)
ของแข็ง	ของแข็ง	ของแข็ง	โซลของแข็ง	แก้ว (ruby glass)

ปรากฏการณ์ทินดอลล์ (Tyndall effect)



John Tyndall
(1820-1893)
Iris Physicist

ปรากฏการณ์กระเจิงแสง เมื่อฉายลำแสงไปในคอลลอยด์บางชนิด อนุภาคคอลลอยด์จะช่วยกระเจิงแสงและทำให้มองเห็นเป็นลำแสงได้



#กิจกรรม work@class

แบ่งกลุ่มทำกิจกรรม 2.1

มอบหมายโจทย์ให้แต่ละกลุ่ม
ระดมสมองแก้ไขโดยวิธีการ
ร่วมแสดงความคิดเห็น

ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอ วิธีการแก้ไขโจทย์ปัญหา

1) หลักการสำคัญหรือหลักพื้นฐานที่ถูกต้อง

2) วิธีการคำนวณค่าที่ถูกต้อง

3) วิธีอธิบายเชิงพฤติกรรม (วิธีปฏิบัติ) ที่ถูกต้อง

โดยให้กลุ่มอื่น ๆ รับฟัง และซักถามในข้อที่สงสัย