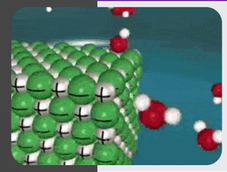
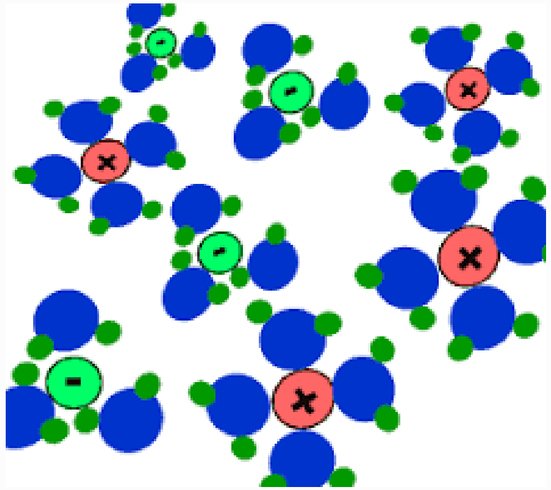


สารละลาย (Solution)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ

Active Learning
Learning for all
by
Woravith Chansuvarn



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

สารละลาย

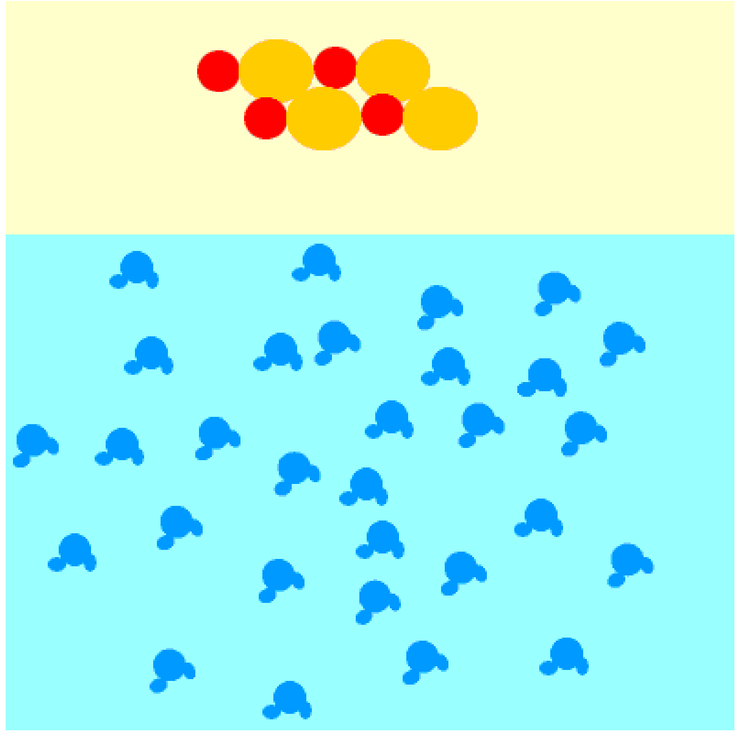
- ชนิดสารละลาย
- ความเข้มข้นสารละลาย
- สมบัติคอลลิเกทีฟ
- คอลลอยด์

สารละลาย (solution)

ของผสมเนื้อเดียว (homogeneous mixture) ซึ่งเกิดจากสารตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

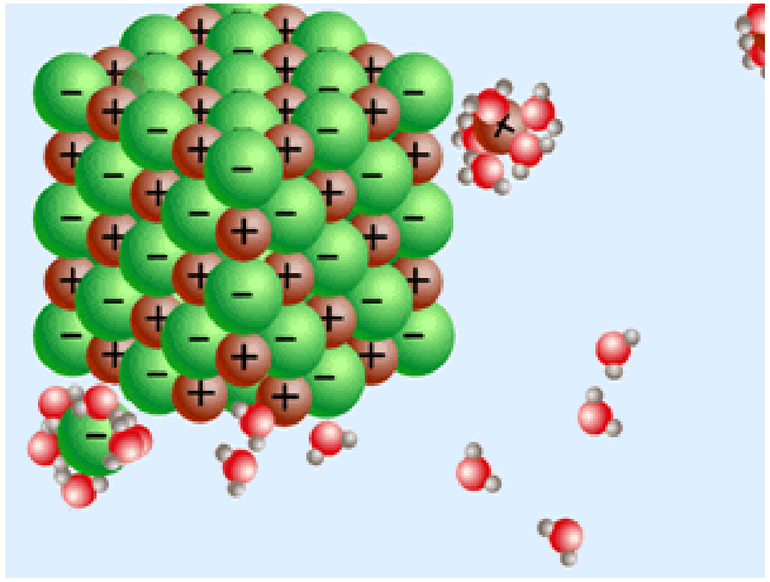
การละลาย คือการที่สารชนิดหนึ่ง (ตัวละลาย) แตกตัวออกเป็นอนุภาคเล็ก ๆ และแทรกตัวในสารอีกชนิดหนึ่ง (ตัวทำละลาย)

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



ปริมาณของสารที่เป็นส่วนประกอบเปลี่ยนแปลงได้ แต่เปลี่ยนแปลงอยู่ในขอบเขตจำกัด ส่วนประกอบของสารละลายมักเป็นสารบริสุทธิ์ อาจเป็นแก๊ส ของเหลวหรือของแข็ง

- สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย เรียกกว่า **สารละลายเอเควียส** (aqueous solution)
- สารละลายที่มีส่วนประกอบเพียงสองส่วนประกอบ คือ ตัวทำละลายกับตัวละลายหนึ่งชนิดเรียกว่า **สารละลายทวิภาค** (binary solution)
- สารละลายที่มีปริมาณของตัวละลายสูงสุดในตัวทำละลายหนึ่งๆ ที่อุณหภูมิหนึ่งๆ เรียกว่า**สารละลายอิ่มตัว** (saturated solution) แต่ก่อนที่จะถึงจุดที่เป็นสารละลายอิ่มตัวสารละลายนั้นจะเรียกว่า **สารละลายไม่อิ่มตัว** (unsaturated solution)



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

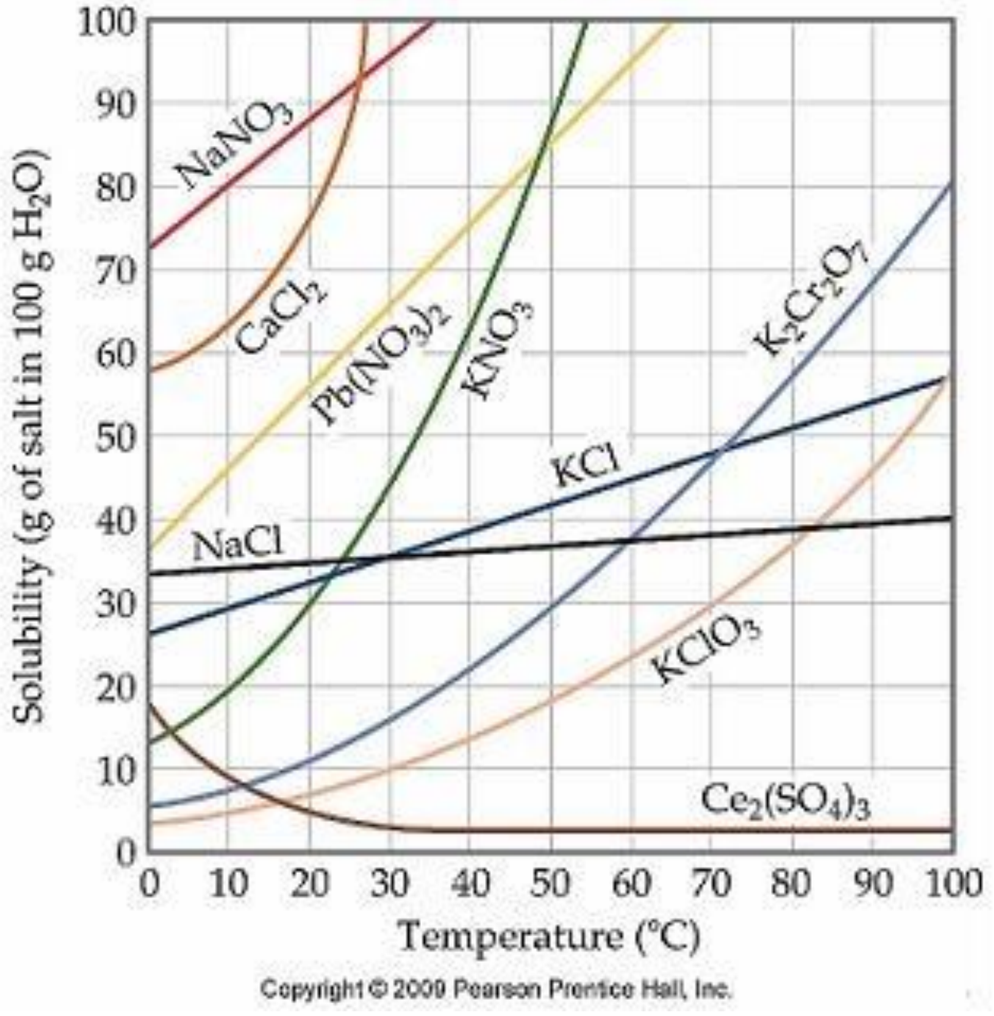
ประเภทสารละลาย จำแนกตามการละลาย

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

ความสามารถในการละลาย

ปริมาณมากสุดที่ตัวละลายสามารถละลายได้
ในตัวทำละลายปริมาณหนึ่ง ที่อุณหภูมิหนึ่งๆ

สภาพละลายได้ (solubility, g/L)	น้ำหนักของตัวละลาย (g) ในสารละลายอิ่มตัว 1 ลิตร มีหน่วยเป็น **g/L**
สภาพละลายได้เป็นโมลาร์ (molar solubility, mol/L)	น้ำหนักของตัวละลาย (mol) ในสารละลายอิ่มตัว 1 ลิตร มีหน่วยเป็น **mol/L**

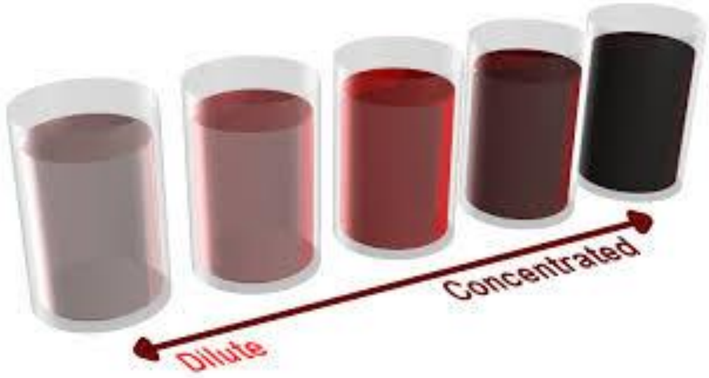


Copyright © 2009 Pearson Prentice Hall, Inc.

#ความเข้มข้นสารละลาย

ปริมาณตัวละลายที่ละลายได้ในตัวทำละลายปริมาณเฉพาะปริมาณหนึ่ง

ความเข้มข้นของสารละลาย



รายละเอียดหน่วยความเข้มข้นดูได้จาก CLICK

หน่วยร้อยละ (%)

- ร้อยละโดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก (w/w)
- ร้อยละโดยน้ำหนักต่อปริมาตร (w/v)
- ร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร (v/v)

หน่วยโมลาร์ (molar,M)

จำนวนโมลของตัวละลายในสารละลาย 1 L

หน่วยนอร์มัล (normal, N)

จำนวนกรัมสมมูลของตัวละลายในสารละลาย 1 L

หน่วยฟอร์แมล (formal, F)

หน่วยส่วนในล้านส่วน (ppm)

หน่วยอัตราส่วนเจือจาง (dilution ratio)

ความเข้มข้นสารละลาย

การบอกปริมาณ**ตัวละลาย** (solute) ที่ละลายใน**ตัวทำละลาย** (solvent) ที่มีปริมาตรแน่นอน

โมลาริตี (Molarity, M)

จำนวนโมลของตัวละลายในสารละลายปริมาตร 1 L

โมลาร์ (Molar, mol/L)

นอร์แมลิตี (Normality, N)

จำนวนกรัมสมมูลของตัวละลายในสารละลายปริมาตร 1 L

นอร์แมล (Normal)

โมแลลิตี (Molality, m)

จำนวนโมลของตัวละลายต่อมวลสารละลาย 1 kg

โมแลล (Molal)

ฟอร์แมลิตี (Formality, F)

จำนวนกรัมน้ำหนักสูตรของตัวละลายที่มีอยู่ในสารละลายปริมาตร 1 L

ฟอร์แมล (Formal)

ร้อยละ (Percentage, %)

- ร้อยละน้ำหนักโดยน้ำหนัก (%w/w)
- ร้อยละน้ำหนักโดยปริมาตร (%w/v)
- ร้อยละปริมาตรโดยปริมาตร (%v/v)

ppm – ppb

ppm = น้ำหนักตัวละลายในหนึ่งล้านส่วนน้ำหนักของสารละลาย

ppb = น้ำหนักตัวละลายในพันล้านส่วนน้ำหนักของสารละลาย

เศษส่วนโมล (mole fraction; X)

อัตราส่วนของจำนวนโมลของตัวละลายหรือตัวทำละลาย ต่อจำนวนโมลทั้งหมดในสารละลาย

อัตราส่วนเจือจาง (dilution)

อัตราส่วนโดยปริมาตรระหว่างสารสองชนิด หรือมากกว่าสองชนิด

โมลาริตี (Molarity, M)

จำนวนโมล ของตัวละลาย ในสารละลาย ปริมาตร 1 L

$$M = \frac{n}{1\ L} = \frac{mmol}{1\ mL}$$

NaOH 0.50 mol/L
มีความหมายว่า
ในสารละลาย 1 L มี NaOH ละลายอยู่ 0.50 mol

$$M = \left(\frac{wt.}{MM}\right)\left(\frac{1000}{V}\right)$$

เมื่อ M = โมลาริตี (mol/L)
wt. = น้ำหนักตัวละลาย (g)
MM = มวลโมลาร์ (g/mol)
V = ปริมาตร (mL)

นอร์แมลิตี (Normality, N)

จำนวนกรัมสมมูล ($g_{eq.wt.}$) ของตัวละลายในสารละลายปริมาตร 1 L

$$N = \frac{g_{eq.wt.}}{1\ L} = \frac{mg_{eq.wt.}}{1\ mL}$$

สารละลาย HNO_3 1.0 N
มีความหมายว่า
สารละลาย 1 L มีกรดไนทริกละลายอยู่ 1 กรัมสมมูล

$$g_{eq.wt.} = \frac{wt.}{eq.wt.}$$

$$eq.wt. = \frac{g_{FW}}{n}$$

wt. = น้ำหนักตัวละลาย (g)
$g_{eq.wt.}$ = จำนวนกรัมสมมูล
eq.wt. = น้ำหนักกรัมสมมูล
g_{FW} = กรัมน้ำหนักสูตรตัวละลาย
n = จำนวนเวเลนซี

น้ำหนักกรัมสมมูล

- **น้ำหนักสมมูลของกรด-เบส**

  กรด จำนวนเวเลนซี คือ จำนวน H^+ ที่สามารถถูกแทนที่ได้ด้วยโลหะ เช่น

  HCl มี n = 1

  H_2SO_4 มี n = 2

  เบส จำนวนเวเลนซี คือ จำนวน H^+ ที่เข้าไปแทนที่ OH^- ในเบส

  $NaOH$ มี n = 1

  $Ba(OH)_2$ มี n = 2

- **น้ำหนักสมมูลของเกลือ**

  ผลคูณระหว่างเลขจำนวนอะตอม (เลขตัวห้อย) ของแคตไอออนและแอนไอออน

  $NaCl$ มี n = 1x1 = 1

  $Al_2(SO_4)_3$ มี n = 2x3 = 6

- **น้ำหนักสมมูลของสารออกซิไดส์หรือสารรีดิวซ์ในปฏิกิริยารีดอกซ์**

  พิจารณาจากเลขออกซิเดชัน (oxidation number) ที่เปลี่ยนแปลงไปต่อ 1 โมเลกุล

สาร	ชนิด	สภาวะ	ผลิตภัณฑ์	ON.ที่เปลี่ยนแปลง	น้ำหนักสมมูล
$KMnO_4$	O	กรด	Mn^{2+}	5	$g_{FW}/5$
$KMnO_4$	O	เบส	MnO_2	3	$g_{FW}/3$
$K_2Cr_2O_7$	O	กรด	Cr^{3+}	3x2	$g_{FW}/6$
I_2	O	กรด	I^-	1	$g_{FW}/1$
$KH(IO_3)_2$	O	กรด	I_2	6x2	$g_{FW}/12$
$K(IO_3)$	O	กรด	I_2	6	$g_{FW}/6$
$Na_2C_2O_4$	R	กรด	CO_2	1x2	$g_{FW}/2$
KI	R	กรด	I_2	1	$g_{FW}/1$
$Na_2S_2O_3$	R	กรด	$S_4O_6^{2-}$	1	$g_{FW}/1$

หมายเหตุ O คือ สารออกซิไดส์ และ R คือ สารรีดิวซ์

โมแลลิตี (Molality, m)

จำนวนโมล ของตัวละลาย ต่อมวลสารละลาย 1 kg

$$m = \frac{n}{1\ kg} = \frac{mmol}{1\ mg}$$

$C_6H_{12}O_6$ 0.10 m
มีความหมายว่า
ในสารละลาย 1 kg มี $C_6H_{12}O_6$ ละลายอยู่ 0.10 mol

ฟอร์แมลิตี (Formality, F)

จำนวนกรัมน้ำหนักสูตร (g_{FW}) ของตัวละลายที่มีอยู่ในสารละลายปริมาตร 1 L

$$F = \frac{g_{FW}}{1\ L} = \frac{mg_{FW}}{1\ mL}$$

สารละลาย NaCl 1 F
หมายถึง
NaCl 58.44 g ละลายในสารละลายปริมาตร 1 L

ร้อยละ (Percentage, %)

อัตราส่วน ของตัวละลายต่อระบบสารละลาย 100 ส่วน

ร้อยละโดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก (%w/w)

น้ำหนักเป็นกรัมของตัวละลายในสารละลาย 100 g

เช่น 35%w/w NaCl มีความหมายว่า สารละลาย 100 g จะประกอบด้วย NaCl 35 g และน้ำ 65 g

ร้อยละโดยน้ำหนักต่อปริมาตร (%w/v)

น้ำหนักเป็นกรัมของตัวละลายในสารละลาย 100 mL

เช่น 5%w/v NaCl มีความหมายว่า สารละลาย 100 mL มี NaCl ละลายอยู่ 5 g

ร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร (%v/v)

ปริมาตรของตัวละลายหน่วย mL ในสารละลายปริมาตร 100 mL มักใช้กับสารละลายที่เกิดจากการละลายของเหลวในของเหลว

เช่น 10%v/v เอทานอล (C_2H_5OH) ในน้ำ มีความหมายว่า สารละลายเอทานอล 100 mL มีเอทานอลละลายอยู่ 10 mL

ส่วนในล้านส่วน
(part per million, ppm)

ส่วนในพันล้านส่วน
(part per billion, ppb)

ใช้กับระบบสารละลายที่มีปริมาณตัวละลายน้อยมาก

หน่วยส่วนในล้านส่วน (ppm)

น้ำหนักตัวละลายในหนึ่งล้านส่วนน้ำหนักของสารละลาย

$$\text{ppm} = \frac{\text{wt.}_{(\text{solute, mg})}}{1\ \text{L}}$$

เช่น Zn^{2+} 10 ppm หมายความว่าในสารละลาย 1 L มี Zn^{2+} ละลายอยู่ 10 mg

ppm = mg/L
μg/mL
mg/kg
μg/g

หน่วยส่วนในพันล้านส่วน (ppb)

น้ำหนักตัวละลายในพันล้านส่วนน้ำหนักของสารละลาย

$$\text{ppb} = \frac{\text{wt.}_{(\text{solute, μg})}}{1\ \text{L}}$$

เช่น Pb^{2+} 100 ppb หมายความว่าในสารละลาย 1 L มี Pb^{2+} ละลายอยู่ 100 μg

ppb = μg/L
ng/mL
μg/kg
ng/g

อัตราเจือจาง (dilution ratio)

อัตราส่วนโดยปริมาตรระหว่างสารสองชนิด หรือมากกว่าสองชนิด

โดยระบุอัตราส่วนเป็นตัวเลขอยู่ในวงเล็บและคั่นด้วยเครื่องหมายทวิภาค (:)

อัตราส่วนเจือจางนิยมใช้ในการเตรียมสารละลายกรดและเบสในน้ำ
เลขตัวแรก – แสดงถึงปริมาตรของกรดหรือเบส
เลขตัวหลัง – แสดงถึงปริมาตรของน้ำที่ใช้เจือจาง

เช่น HCl (1:2) หมายถึง
ในสารละลายกรด HCl 3 ส่วน ประกอบด้วยกรด HCl เข้มข้น 1 ส่วน และมีน้ำ 2 ส่วน

#การเตรียมสารละลาย

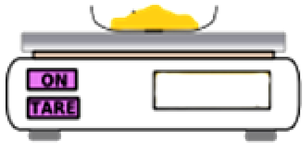
การนำสารเคมี (ของแข็ง/ของเหลว) มาเตรียมให้เป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นตามที่ต้องการ

01 การคำนวณน้ำหนัก หรือปริมาตรที่ต้องการ

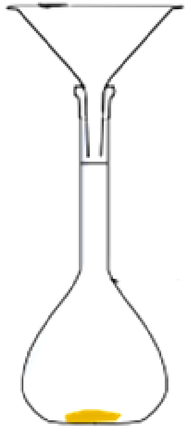
02 ชั่งน้ำหนัก หรือตวงปริมาตร

03 ละลาย หรือถ่ายเทลงภาชนะ

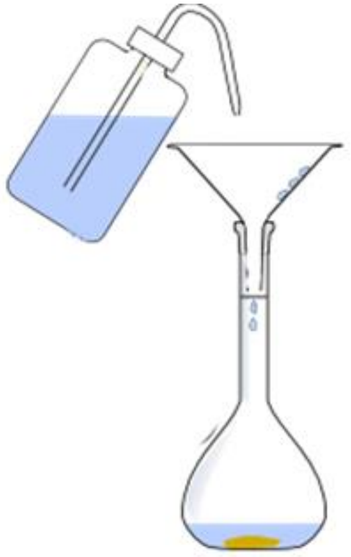
04 ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นหรือตัวทำละลายที่เหมาะสม



ชั่งน้ำหนัก

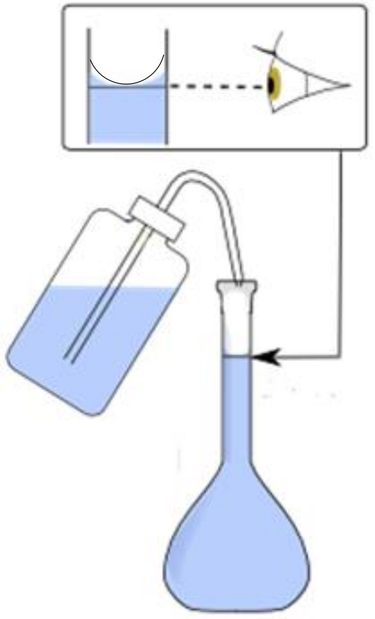


ถ่ายเท



ละลายด้วย
ตัวทำละลาย

เขย่าให้เข้ากัน
ทั้งหมด

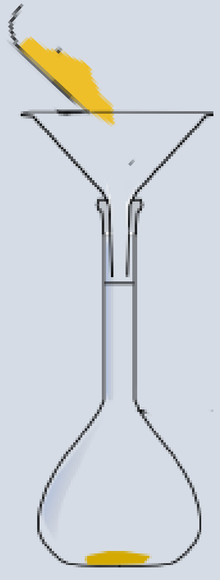


ปรับปริมาตร
จนถึงขีดบอกปริมาตร

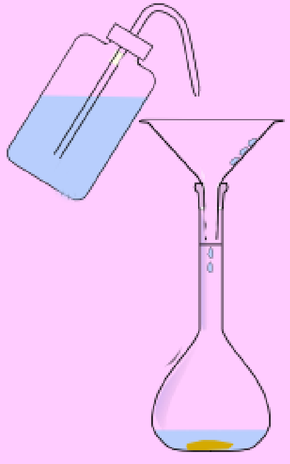
ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย (พื้นฐาน)

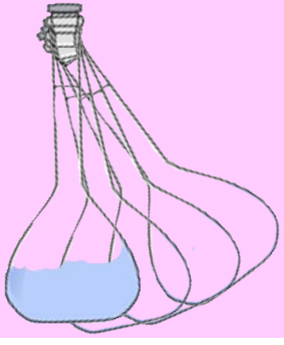
คำนวณน้ำหนัก (ของแข็ง) หรือ ปริมาตร (ของเหลว) ของตัวถูกละลาย ตามความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการเตรียม

ชั่งน้ำหนัก (ของแข็ง) หรือ ตวงปริมาตร (ของเหลว) ของตัวถูกละลาย

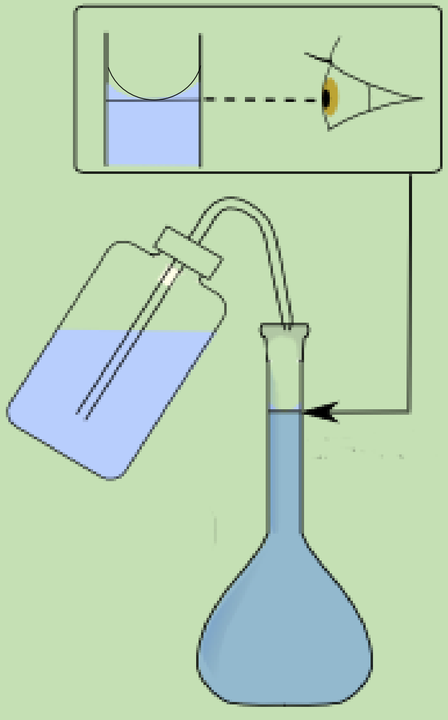


ละลายด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม และ/หรือ ถ่ายเทสารลงในขวดกำหนดปริมาตร





เติมน้ำ หรือตัวทำละลายที่เหมาะสมจนถึงขีดบอกปริมาตรของขวดกำหนดปริมาตร



การเตรียมสารละลายหน่วยโมลาร์ จากสารเคมีที่เป็นของแข็ง

$$M = \frac{wt.(g)}{MM.(g/mol)} x \frac{1000\ (mL)}{V\ (mL)}$$

$$wt.(g) = MxMM.(g/mol)x\frac{V\ (mL)}{1000\ (mL)}$$

การเตรียมสารละลายหน่วยโมลาร์ จากสารเคมีที่เป็นของเหลว

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

M_1 = ความเข้มข้นของสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่า (mol/L)
M_2 = ความเข้มข้นของสารละลายที่ต้องการเตรียม (mol/L)
V_1 = ปริมาตรของสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่า (mL)
V_2 = ปริมาตรสุทธิของสารละลายที่ต้องการเตรียม (mL

ผู้เตรียมสารละลาย ควรศึกษาวิธีและเทคนิค

- เทคนิคการชั่งสารด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้า หรือ การตวงสารละลายด้วยปิเปต
- เทคนิคการละลาย การถ่ายเทลงภาชนะ การผสม
- เทคนิคการปรับปริมาตรสารละลาย

อธิบายการเตรียมสารละลาย $AgNO_3$ 0.10 mol/L ปริมาตร 250 mL ($AgNO_3$=169.87 g/mol)

$$wt.(g) = \frac{M \times MM.(g/mol) \times V(mL)}{1000}$$

$$wt.(g) = \frac{0.10\ mol/L \times 169.87\ g/mol \times 250\ mL}{1000}$$

$$= 4.25\ g$$

การเตรียม $AgNO_3$ 0.10 mol/L 250 mL จะต้องชั่ง $AgNO_3$ 4.25 g ละลายในน้ำกลั่นเล็กน้อย เทใส่ขวดกำหนดปริมาตรขนาด 250 mL แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตร

อธิบายการเตรียมสารละลาย HNO_3 0.100 mol/L ปริมาตร 250 mL จากสารละลาย HNO_3 1.00 mol/L

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$V_1 = \frac{0.100\ mol/L \times 250\ mL}{1.00\ mol/L}$$

$$= 25.0\ mL$$

ปิเปตสารละลาย HNO_3 1.00 mol/L มา 25.0 mL ใส่ลงในขวดกำหนดปริมาตรขนาด 250 mL แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตร

การคำนวณความเข้มข้นของสารละลายจากฉลากที่ปิดข้างขวด

ฉลากที่ปิดข้างขวดสารเคมีจะระบุความเข้มข้นในหน่วย %w/w หรือ %w/v และระบุความหนาแน่น (g/mL) หรือความถ่วงจำเพาะ (specific gravity)

HCl ตามฉลากระบุความบริสุทธิ์ หรือความเข้มข้น 36.5–38.0 %w/w ความถ่วงจำเพาะ 1.18–1.19

HNO_3 68%w/w
d = 1.42 g/mL
MW= 63.01 g/mol

$$M = \frac{n}{1\ L}$$

M = ?

คำนวณน้ำหนัก HNO_3 (g/mL) จาก 68%w/w และ ความถ่วงจำเพาะ

$$g_{HNO_3} = \frac{68\ g}{100\ g} x1.42 = 0.966\ g/mL$$

คำนวณจำนวนโมล HNO_3 (mol/mL) จากน้ำหนัก HNO_3 (g/mL)

$$n_{HNO_3} = \frac{0.966\ g/mL}{63.02\ g/mol} = 0.0153\ mol/mL$$

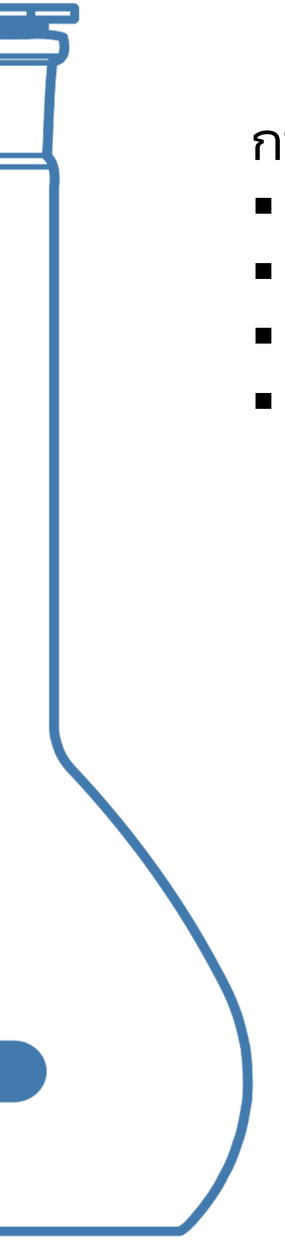
คำนวณโมลาร์ HNO_3 (mol/L) จาก จำนวนโมล HNO_3 (mol/mL)

$$M_{HNO_3} = \frac{0.0153\ mol}{1\ mL} x \frac{1000\ mL}{1\ L} = 15.3\ mol/L$$

ความเข้มข้นหน่วยโมลาร์ (โดยประมาณ) ของสารละลาย

ชื่อสารเคมี	สูตรเคมี	น้ำหนักโมเลกุล (g/mol)	%w/w	ความถ่วงจำเพาะ	ความเข้มข้น (โดยประมาณ) (mol/L)
กรดซัลฟิวริก	H_2SO_4	98.08	95.95	1.84	17.5
กรดไนทริก	HNO_3	63.01	70.5	1.42	15.9
กรดแอซีติก	CH_3COOH	60.05	99.6	1.05	17.0
กรดไฮโดรคลอริก	HCl	36.46	37.08	1.19	12.0
กรดฟอร์มิก	HCOOH	46.03	90	1.205	23.6
กรดฟอสฟอริก	H_3PO_4	98.00	85	1.71	14.7
แอมโมเนีย	NH_3	17.03	30	0.90	–
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	H_2O_2	34.01	30	–	–

การเตรียมสารละลายหน่วยนอร์แมล



การเตรียมสารละลายหน่วยนอร์แมลต้องทราบ

- จำนวนกรัมสมมูล ($g_{eq.wt.}$)
- น้ำหนักกรัมสมมูล (eq.wt.)
- กรัมน้ำหนักสูตร (g_{FW})
- จำนวนเวเลนซี (n)

Click

$$N = \frac{\frac{wt.}{g_{FW}} \times n}{1\ L}$$

$$wt. = \frac{N \times g_{FW}}{n} \times \frac{V\ mL}{1000\ (mL)}$$

$$N = \frac{g_{eq.wt.}}{1\ L}$$

$$g_{eq.wt.} = \frac{wt.}{eq.wt.}$$

$$eq.wt. = \frac{g_{FW}}{n}$$

อธิบายการเตรียมสารละลาย H_2SO_4 0.500 N ปริมาตร 250.00 mL ต้องใช้กรด H_2SO_4 (95%w/w) ที่มีความถ่วงจำเพาะ 1.84

H_2SO_4 0.500 N คือ ในสารละลาย 1.0 L มี H_2SO_4 ละลายอยู่ 0.500 กรัมสมมูล

น้ำหนักสูตร H_2SO_4 = 98.08 g/mol

จำนวนเวเลนซี = 2 (H_2SO_4 มีจำนวน H^+ ที่สามารถถูกแทนที่ด้วยโลหะ จำนวน 2 ตัว)

$$wt. = \frac{N x g_{FW}}{n} x \frac{V\ mL}{1000\ (mL)}$$

$$wt. = \frac{0.500\ N x 98.08\ g/mol}{2} x \frac{250\ mL}{1000\ (mL)}$$

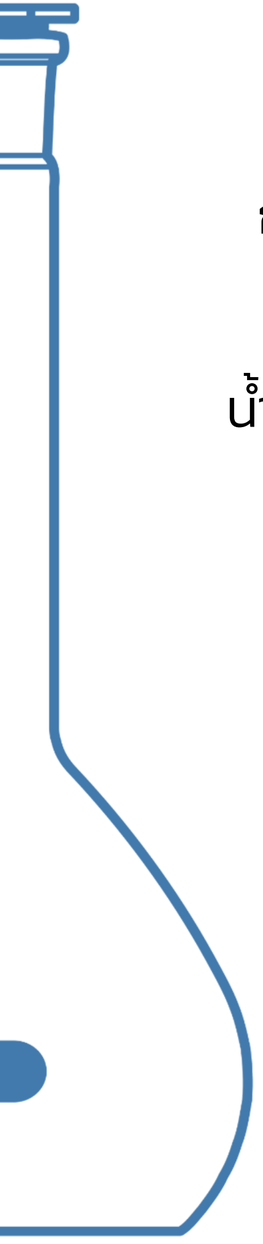
$$= 6.13\ g$$

คำนวณปริมาตร $\frac{6.13\ g}{1.84} = 3.33\ mL$

ปิเปต H_2SO_4 3.33 mL ละลายน้ำในขวดกำหนดปริมาตร 250.00 mL

อธิบายการเตรียมสารละลาย $KH(IO_3)_2$ 0.0250 N ปริมาตร 250.00 mL สำหรับใช้เป็นสารออกซิไดส์ในสภาวะที่เป็นกรดของปฏิกิริยารีดอกซ์

การเตรียมสารละลายหน่วยส่วนในล้านส่วน (ppm)



การเตรียมสารละลายที่ระบุความเข้มข้นเฉพาะไอออนหรือเฉพาะธาตุในหน่วย ppm การคำนวณน้ำหนักสารจะต้องพิจารณาจากน้ำหนักไอออนหรือน้ำหนักธาตุที่เป็นองค์ประกอบในสูตรเคมี

NaCl
แตกตัวในน้ำให้
Na^+ และ Cl^- อย่างละ 1 ไอออน

Na_2SO_4
แตกตัวในน้ำให้
Na^+ 2 ไอออน และ SO_4^{2-} 1 ไอออน

$K_3Fe(CN)_6$

MW.= 329.24 g/mol

39.10x3	55.84x1	(12.01+14.00)x6
3K	Fe	6 CN

อธิบายการเตรียมสารละลาย K^+ 100 ppm ปริมาตร 1000 mL จาก $K_3Fe(CN)_6$ (329.24 g/mol)

K^+ 100 ppm คือ K^+ 100 mg ในสารละลาย 1000 mL แต่ไม่สามารถชั่งเฉพาะ K ได้

ดังนั้น ต้องคำนวณหาน้ำหนักของ $K_3Fe(CN)_6$ ที่ทำให้มีปริมาณ K^+ เท่ากับ 100 mg (0.100 g)

$K_3Fe(CN)_6$ 329.24 g
มีน้ำหนักของ **K^+** เท่ากับ 39.10x3 = 117.30 g

เมื่อต้องการ K^+ 0.100 g จะต้องชั่ง $K_3Fe(CN)_6$

$$wt._{K_3Fe(CN)_6} = \frac{0.100\ g\ x\ 329.24\ g/mol}{117.30\ g}$$

$$= 0.281\ g$$

ดังนั้น ชั่ง $K_3Fe(CN)_6$ 0.281 g ละลายในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรครบ 1000 mL ในขวดกำหนดปริมาตร จะได้ความเข้มข้นของ K^+ เท่ากับ 100 ppm

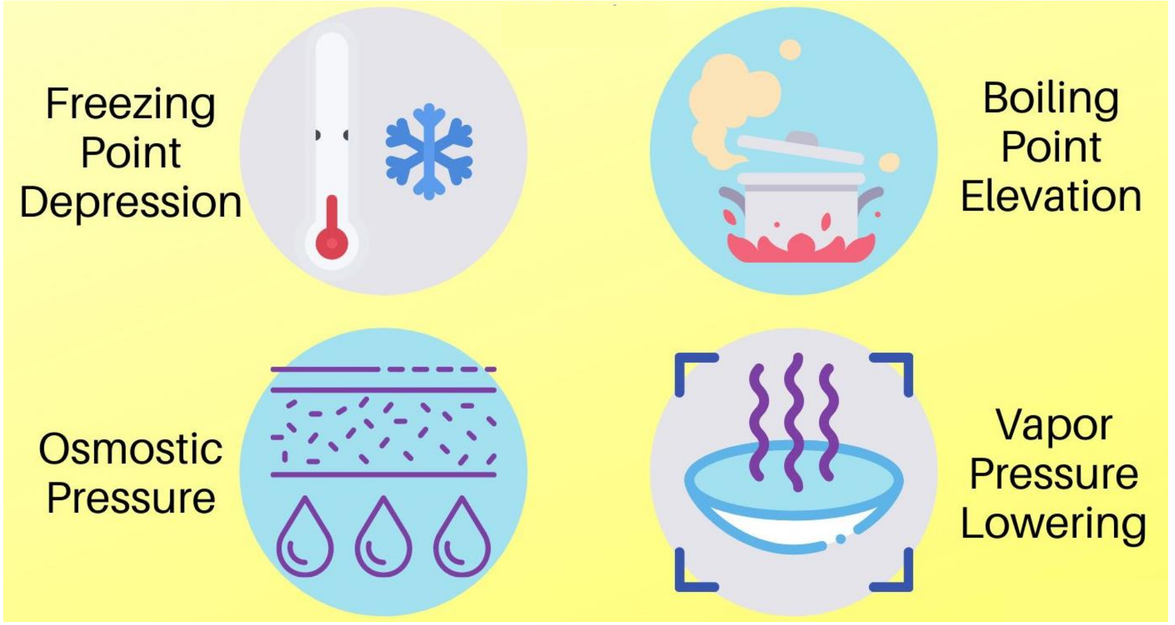
$$g_{K_3Fe(CN)_6} = \left(\frac{100\ mg\ K^+}{1\ L}\right)\left(\frac{1\ g\ K^+}{1000\ mg\ K^+}\right)\left(\frac{1\ mol\ K^+}{39.10\ g\ K^+}\right)\left(\frac{1\ mol\ K_3Fe(CN)_6}{3\ mol\ K^+}\right)\left(\frac{329.24\ g\ K_3Fe(CN)_6}{1\ mol\ K_3Fe(CN)_6}\right)$$

$$= 0.281\ g$$

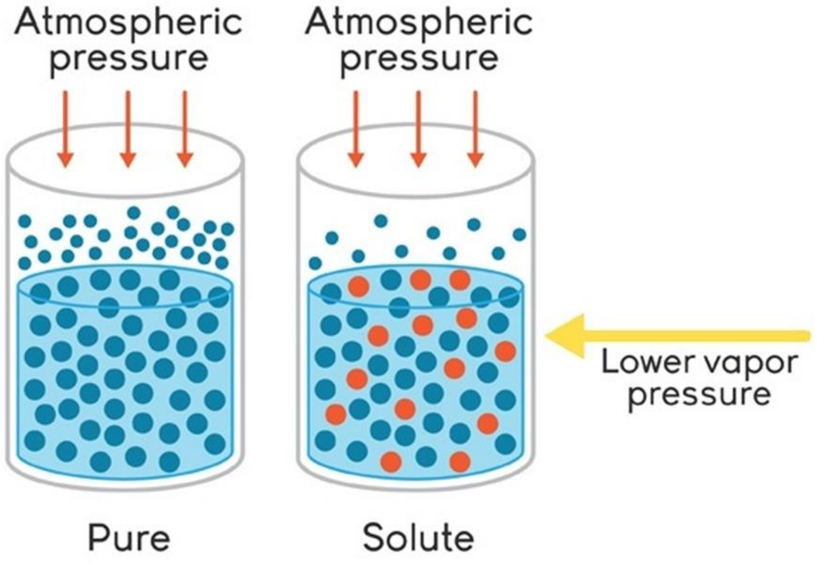
#สมบัติคอลลิเกทีฟ (colligative properties)

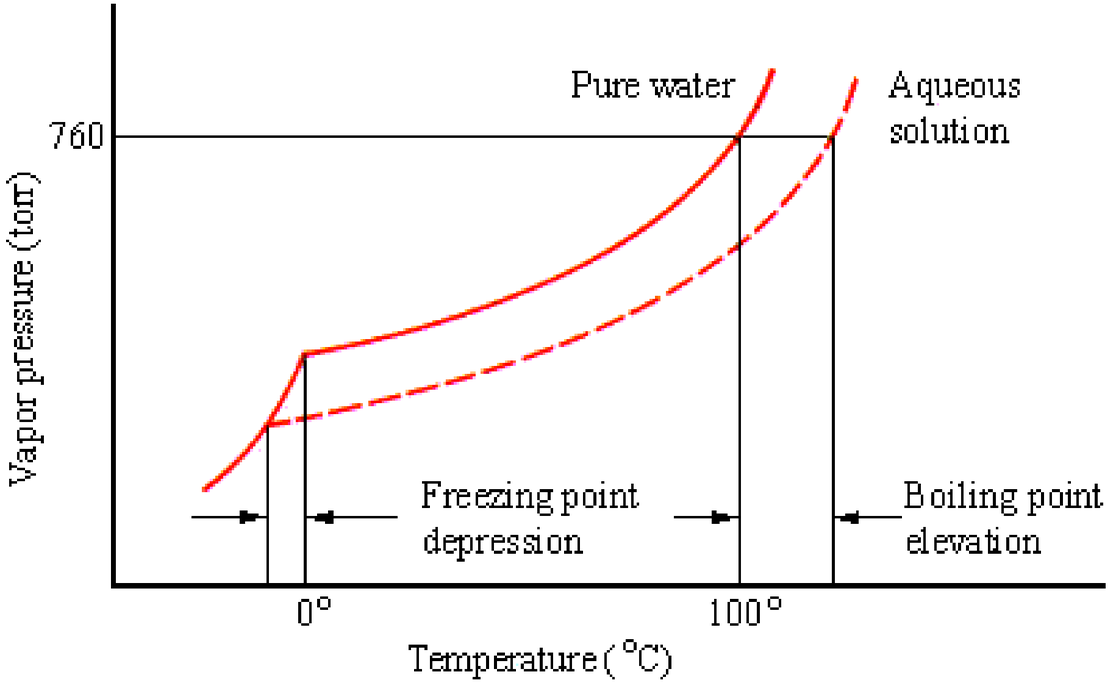
สมบัติทางกายภาพของสารละลายที่เปลี่ยนแปลงไปจากตัวทำละลายบริสุทธิ์ ซึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลายเท่านั้น (ปริมาณตัวละลาย) แต่ไม่ขึ้นอยู่กับชนิด ขนาดหรือธรรมชาติของตัวละลาย

- การลดลงของความดันไอ
- การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจุดเดือด
- การลดลงของอุณหภูมิจุดเยือกแข็ง
- ความดันออสโมติก



#การลดลงของความดันไอ (vapor pressure depression)



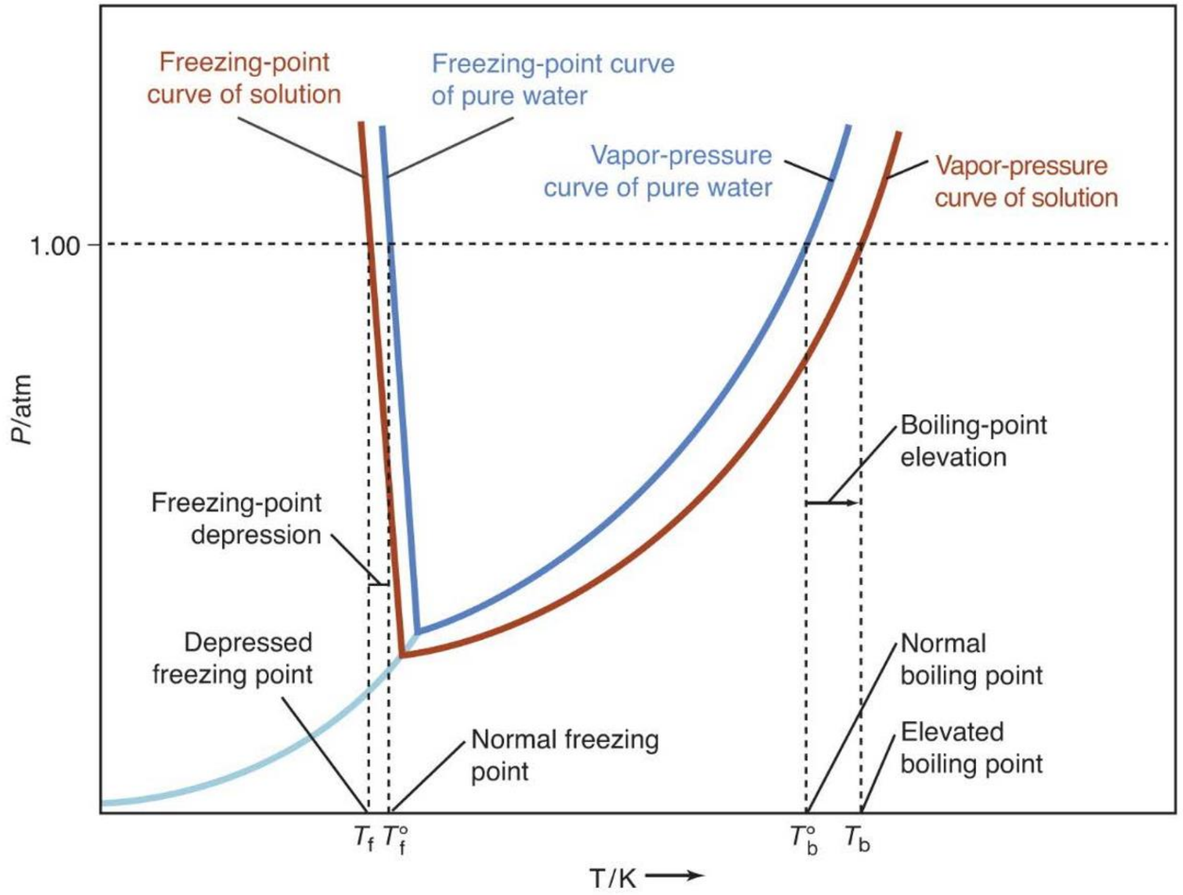


http://www.chem.uiuc.edu/rogers/Text11/Tx117/tx117.html

#การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจุดเดือด (boiling point elevation)

#การลดลงของอุณหภูมิจุดเยือกแข็ง (freezing point depression)

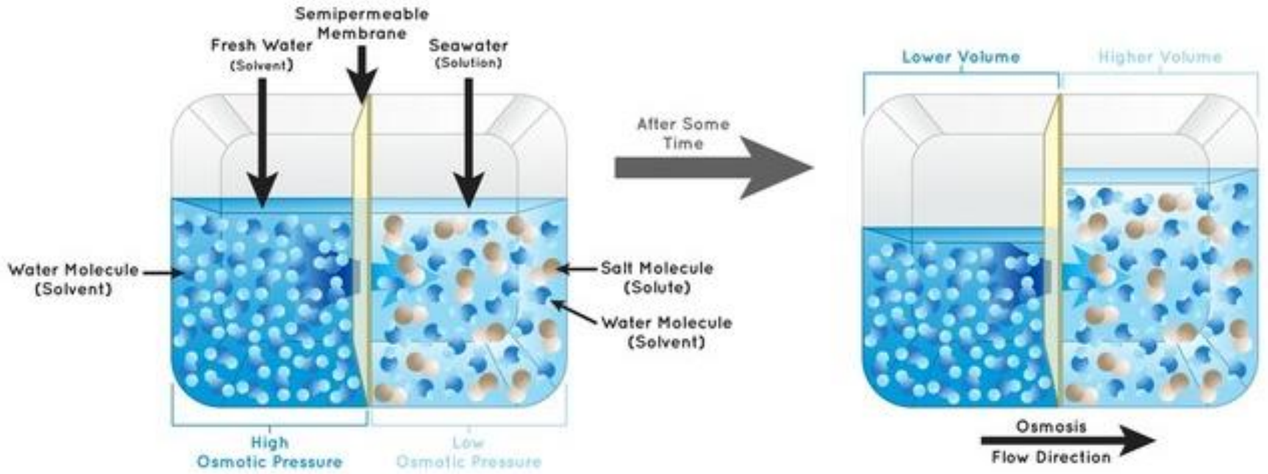
- จุดเดือดของสารละลายจะสูงกว่าจุดเดือดปกติของตัวทำละลายบริสุทธ์
- จุดเยือกแข็งของสารละลายจะต่ำกว่าจุดเยือกแข็งปกติของตัวทำละลายบริสุทธ์



#ความดันออสโมติก (osmotic pressure)

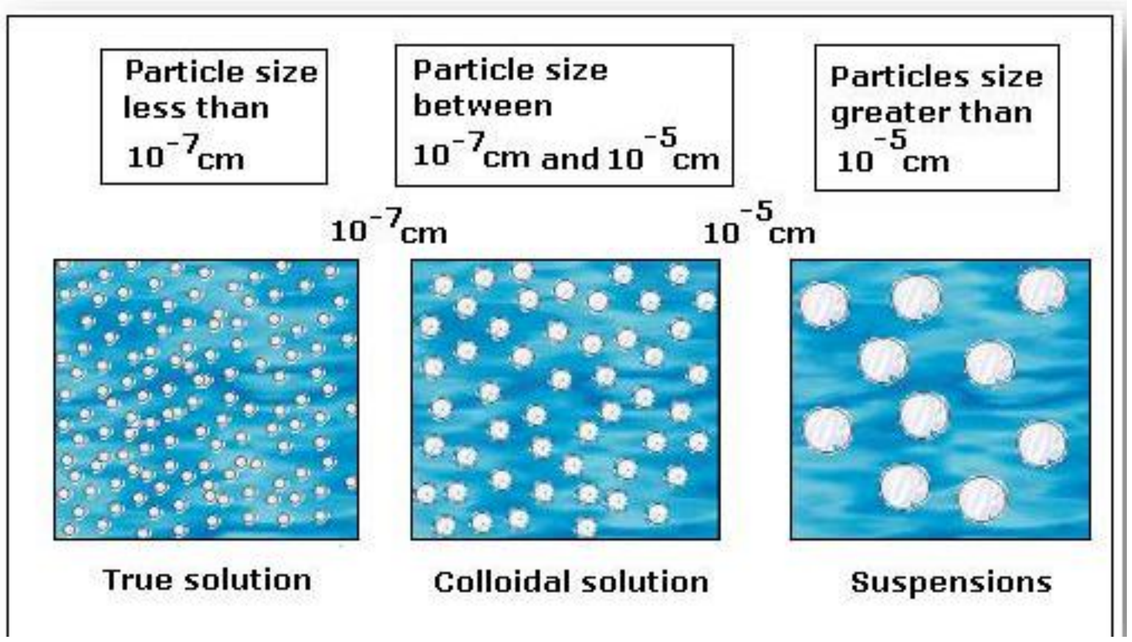
ออสโมซิสเป็นการซึมผ่านเยื่อเลือกผ่านบางที่มีรูพรุน (เมมเบรน, รูพรุน id 0.0001 ถึง 0.1 ไมครอน) ของสารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าไปสู่สารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่า

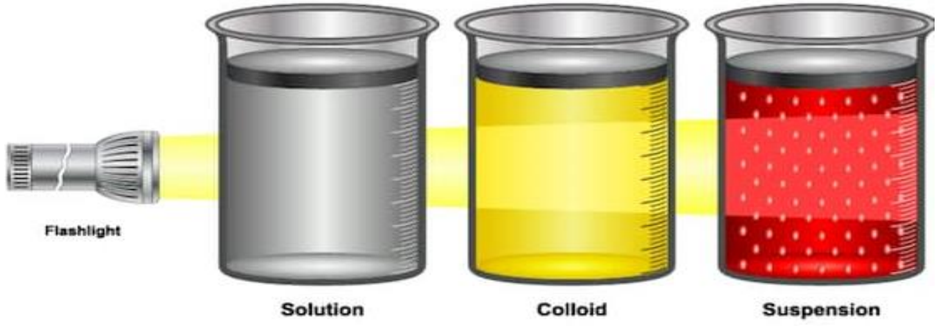
- เมมเบรนจะยอมให้เฉพาะอนุภาคของตัวทำละลายผ่านไปได้เท่านั้น แต่ไม่ยอมให้โมเลกุลหรือไอออนที่มีขนาดใหญ่กว่าขนาดของรูพรุนผ่านไปได้
- โมเลกุลของตัวทำละลายที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าซึมผ่านเมมเบรนไปยังสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่า จนกระทั่งเกิดสภาวะสมดุลระหว่างความเข้มข้นของสารละลายทั้งสอง



คอลลอยด์ (colloids)

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



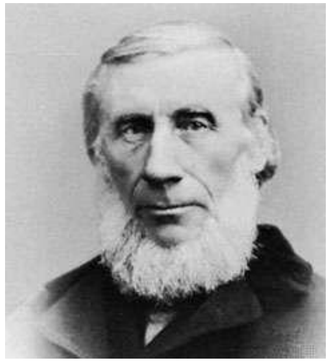


ประเภทของคอลลอยด์

- **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 2.2

มอบหมายโจทย์ให้แต่ละกลุ่ม
ระดมสมองแก้ไขโดยวิธีการ
ร่วมแสดงความคิดเห็น

ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอ วิธีการแก้ไขโจทย์ปัญหา

1) หลักการสำคัญหรือหลักพื้นฐานที่ถูกต้อง

2) วิธีการคำนวณค่าที่ถูกต้อง

3) วิธีอธิบายเชิงพฤติกรรม (วิธีปฏิบัติ) ที่ถูกต้อง

โดยให้กลุ่มอื่น ๆ รับฟัง และซักถามในข้อที่สงสัย