



เทคโนโลยีสุขภาพ เครื่องสำอางและการชะลอวัย
HEALTH, COSMETIC & ANTI-AGING TECHNOLOGY

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ST2091101 เคมีสำหรับสุขภาพ เครื่องสำอางและการชะลอวัย

สมดุลไอออน

Ionic Equilibria



พศ.ดร.วรวิทย์ จันทรสุวรรณ
Asst.Prof.Woravith Chansuvarn, Ph.D.



Chemographics



woravith

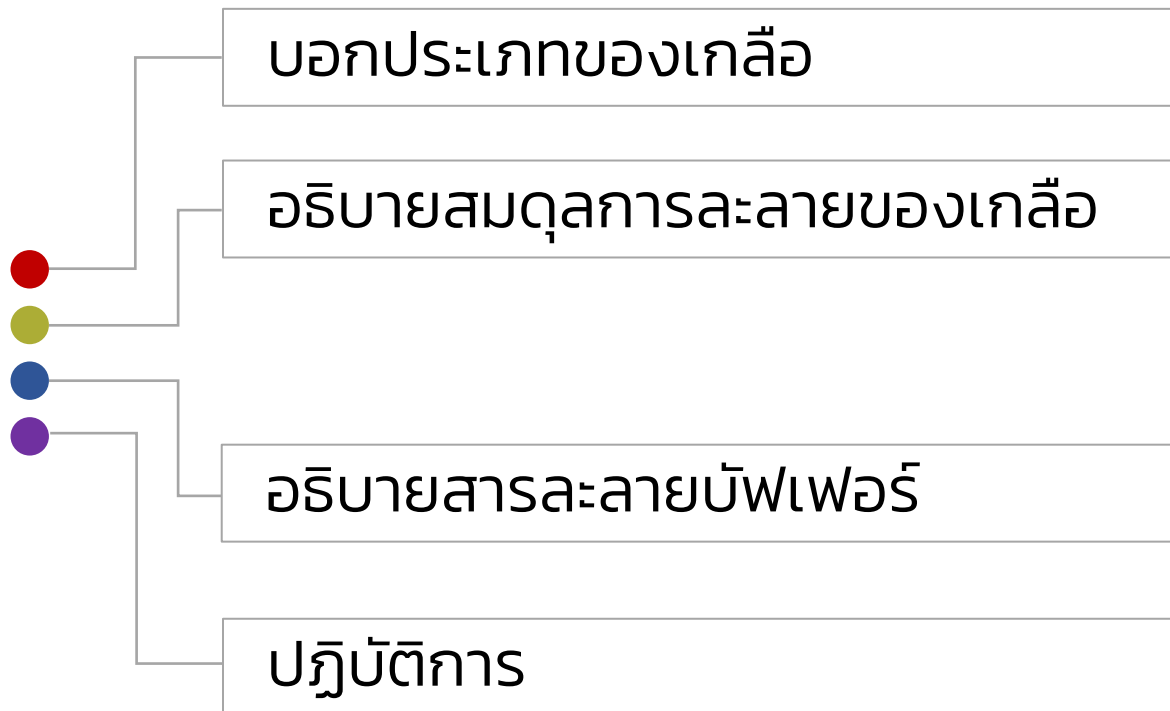


woravith.c@rmutp.ac.th



<http://web.rmutp.ac.th/woravith>

#แผนการเรียนรู้และการประเมินผลการเรียนรู้



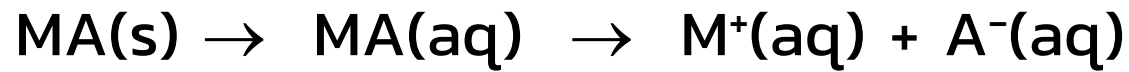
สารประกอบไอออน ที่ประกอบด้วยแคตไอออนและแอนไอออน
ยึดเหนี่ยวด้วยแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิต (พันธะไอออน)

เกลือ (salts)

- เกลือสามัญ (normal salt) เป็นเกลือที่ไม่มี H^+ หรือ OH^- ดังนั้น แคตไอออนจึงเป็นโลหะ หรือกลุ่มธาตุที่เทียบเท่าโลหะ เช่น NH_4^+ กับแอนไอออน เช่น เกลือ $NaCl$, K_2SO_4 , $Ca_3(PO_4)_2$, NH_4NO_3 , $(NH_4)_2SO_4$ และ $ZnSO_4$
- เกลือกรด (acid salt) เกลือประเภทนี้มี H อะตอมอยู่ในโมเลกุลของเกลือ ซึ่งสามารถแตกตัวเป็นไอออนได้ เช่น $NaHSO_4$, $NaHCO_3$, Na_2HPO_4 และ NaH_2PO_4
- เกลือเบส (basic salt) เกลือประเภทนี้มีแอนไอออน OH^- และแคตไอออน เช่น $Pb(OH)Cl$ และ $Bi(OH)_2Cl$
- เกลือเชิงซ้อน (complex salt) ประกอบด้วยแอนไอออนที่เป็นไอออนเชิงซ้อน เช่น $K_3Fe(CN)_6$

“ความสามารถในการละลายในน้ำ เป็นสมบัติเฉพาะตัวของสารแต่ละชนิด ที่วัดได้จากอัตราส่วนความเข้มข้นของไอออนส่วนน้อยที่ละลายในสารละลายอิ่มตัว”

เกลือไอออน (ionic salt) ที่ละลายน้ำได้น้อย (แตกตัวได้ไม่สมบูรณ์) จะเกิดสมดุลในสารละลายเป็นสมดุลไอออนที่อยู่ในวัฏภาคต่างกัน



ส่วนหนึ่งไม่ละลาย

ส่วนที่ละลายได้โดยจะแตกตัวเป็นแคตไอออนและแอนไอออน



ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาการละลายของเกลือที่ละลายน้ำได้น้อย

$$K_{eq} = \frac{[Ag^+][Cl^-]}{[AgCl]}$$

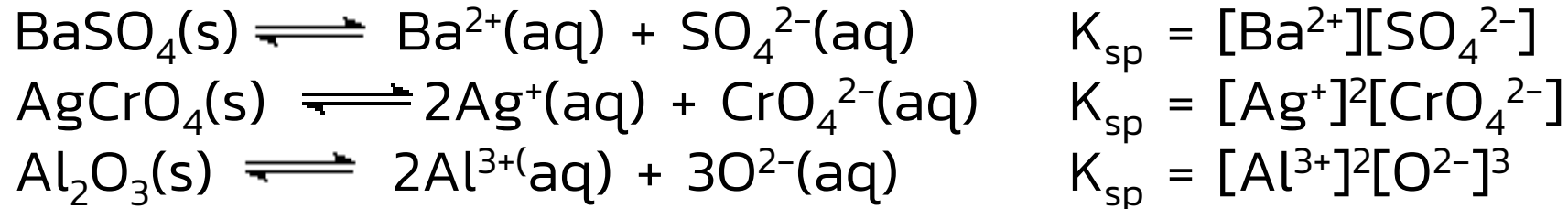


$$K_{sp} = [Ag^+][Cl^-]$$

solubility product constant



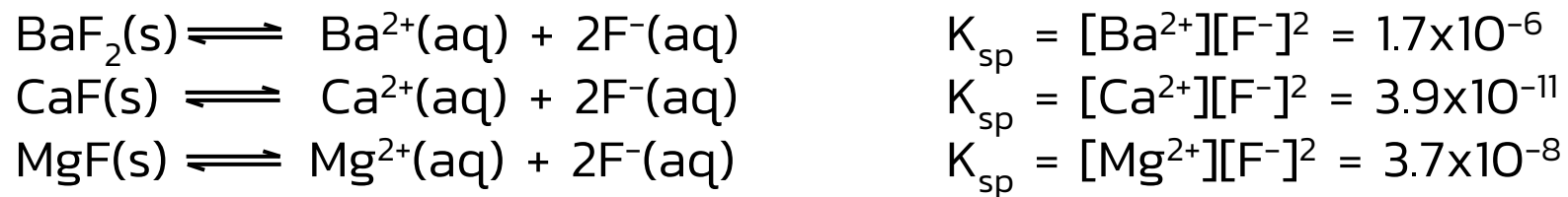
$$K_{sp} = [M^{y+}]^x [A^{x-}]^y$$



“

The greater the k_{sp} the more soluble the solid is in water

”



ความสามารถในการละลายในน้ำ $BaF_2 > MgF_2 > CaF_2$

**ค่าคงที่สมดุล
ของการละลาย
(K_{sp}) ของเกลือ
บางชนิดที่ 25°C**

ชื่อสาร	สูตร	K_{sp}	ชื่อสาร	สูตร	K_{sp}
Aluminum hydroxide	$Al(OH)_3$	4.6×10^{-33}	Lead(II) sulfide	PbS	2.5×10^{-27}
Barium chromate	$BaCrO_4$	1.2×10^{-10}	Magnesium arsenate	$Mg_3(AsO_4)_2$	2×10^{-20}
Barium fluoride	BaF_2	1.0×10^{-6}	Magnesium carbonate	$MgCO_3$	1.0×10^{-5}
Barium sulfate	$BaSO_4$	1.1×10^{-10}	Magnesium hydroxide	$Mg(OH)_2$	1.8×10^{-11}
Cadmium oxalate	CdC_2O_4	1.5×10^{-8}	Magnesium oxalate	MgC_2O_4	8.5×10^{-5}
Cadmium sulfide	CdS	8×10^{-27}	Manganese(II) sulfide	MnS	2.5×10^{-10}
Calcium carbonate	$CaCO_3$	3.8×10^{-9}	Mercury(I) chloride	Hg_2Cl_2	1.3×10^{-18}
Calcium fluoride	CaF_2	4.0×10^{-11}	Mercury(II) sulfide	HgS	1.6×10^{-52}
Calcium oxalate	CaC_2O_4	2.3×10^{-9}	Nickel(II) hydroxide	$Ni(OH)_2$	2.0×10^{-15}
Calcium phosphate	$Ca_3(PO_4)_2$	1×10^{-26}	Nickel(II) sulfide	NiS	3×10^{-19}
Calcium sulfate	$CaSO_4$	2.4×10^{-5}	Silver acetate	$AgC_2H_3O_2$	2.0×10^{-3}
Cobalt(II) sulfide	CoS	4×10^{-21}	Silver bromide	AgBr	5.0×10^{-13}
Copper(II) hydroxide	$Cu(OH)_2$	2.6×10^{-19}	Silver chloride	AgCl	1.8×10^{-10}
Copper(II) sulfide	CuS	6×10^{-36}	Silver chromate	Ag_2CrO_4	1.1×10^{-12}
Iron(II) hydroxide	$Fe(OH)_2$	8×10^{-16}	Silver iodide	AgI	8.3×10^{-17}
Iron(II) sulfide	FeS	6×10^{-18}	Silver sulfide	Ag_2S	6.0×10^{-50}
Iron(III) hydroxide	$Fe(OH)_3$	2.5×10^{-39}	Silver thiocyanide	AgSCN	1.1×10^{-12}
Lead(II) arsenate	$Pb_3(AsO_4)_2$	4×10^{-36}	Silver hydroxide	AgOH	2.0×10^{-8}
Lead(II) chloride	$PbCl_2$	1.6×10^{-5}	Strontium chromate	$SrCrO_4$	3.5×10^{-5}
Lead(II) chromate	$PbCrO_4$	1.8×10^{-14}	Strontium sulfate	$SrSO_4$	2.5×10^{-7}
Lead(II) iodide	PbI_2	6.5×10^{-9}	Zinc hydroxide	$Zn(OH)_2$	2.1×10^{-16}
Lead(II) sulfate	$PbSO_4$	1.7×10^{-8}	Zinc sulfide	ZnS	1.1×10^{-21}

สภาพละลายได้ (solubility, g/L)

น้ำหนักของตัวละลาย (g) ในสารละลายอิ่มตัว 1 ลิตร มีหน่วยเป็น **g/L**

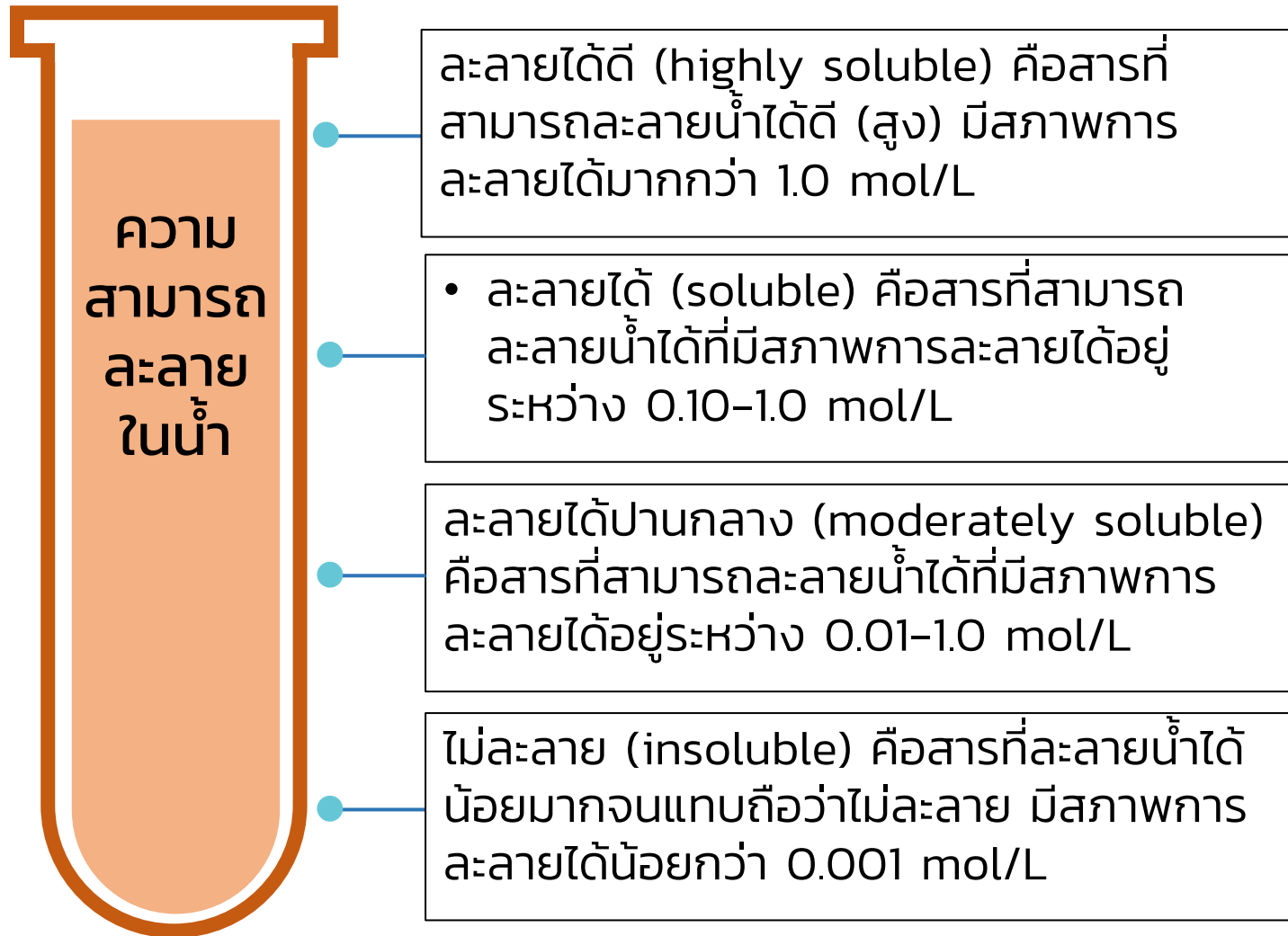
CaSO_4 มีสภาพการละลายเท่ากับ 0.67 g/L
หมายความว่าในสารละลาย 1 L CaSO_4 จะละลายได้ 0.67 g (เป็น Ca^{2+} , SO_4^{2-})

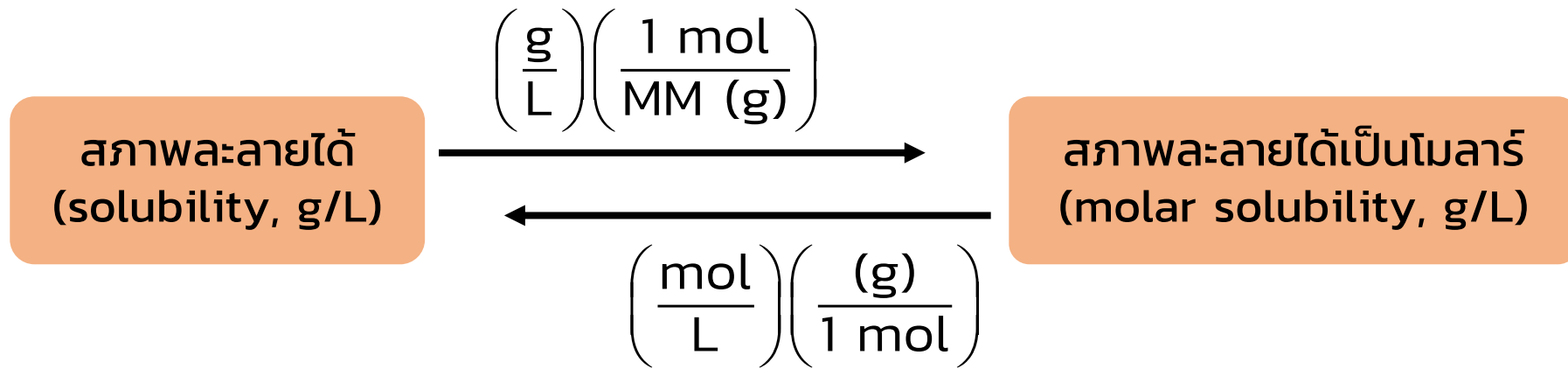
สภาพละลายได้เป็นโมลาร์ (molar solubility, mol/L)

จำนวนโมลของตัวละลายในสารละลายอิ่มตัว 1 ลิตร มีหน่วยเป็น **mol/L**

การละลายของ Ag_2SO_4 เท่ากับ 0.015 mol/L
หมายความว่าในสารละลาย 1 L Ag_2SO_4 จะละลายได้ 0.015 mol

- สภาพละลายได้ใช้เปรียบเทียบค่าการละลายของเกลือประเภทเดียวกัน แต่ไม่สามารถบอกการละลายที่แท้จริงได้
- การบอกสภาพละลายได้ที่แท้จริงต้องบอกในรูปของสภาพละลายได้เป็นโมลาร์

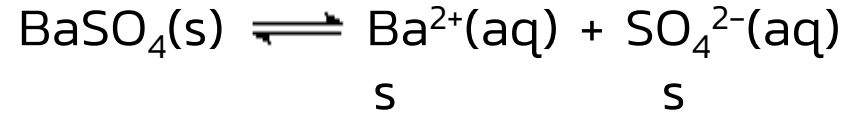




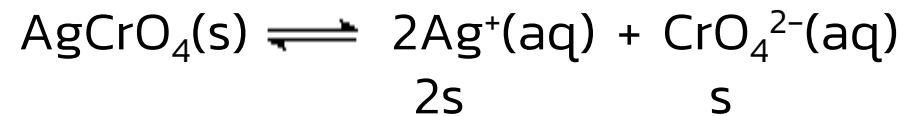
$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 0.00505 g/L

$$\frac{0.00505 \text{ g}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ mol Mg}(\text{NO}_3)_2}{148.31 \text{ g}} = 3.40 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

ความสัมพันธ์ระหว่าง K_{sp} กับสภาพละลายได้เป็นโมลาร์ (s)



$$\begin{aligned} K_{sp} &= [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] \\ &= (s)(s) = s^2 \\ s &= \sqrt{K_{sp}} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} K_{sp} &= [\text{Ag}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}] \\ &= (2s)^2(s) = 4s^3 \\ s &= \sqrt[3]{\frac{K_{sp}}{4}} \end{aligned}$$

AgCl	$\text{AgCl} \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + \text{Cl}^-$	$K_{sp} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$	$K_{sp} = s^2$	$s = (K_{sp})^{1/2}$
MgSO ₄	$\text{MgSO}_4 \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$	$K_{sp} = [\text{Mg}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]$	$K_{sp} = s^2$	$s = (K_{sp})^{1/2}$
Na ₂ CO ₃	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons 2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-}$	$K_{sp} = [\text{Na}^+]^2[\text{CO}_3^{2-}]$	$K_{sp} = 4s^3$	$s = (K_{sp}/4)^{1/3}$
PbCl ₂	$\text{PbCl}_2 \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + 2\text{Cl}^-$	$K_{sp} = [\text{Pb}^{2+}][\text{Cl}^-]^2$	$K_{sp} = 4s^3$	$s = (K_{sp}/4)^{1/3}$
Al(OH) ₃	$\text{Al(OH)}_3 \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^-$	$K_{sp} = [\text{Al}^{3+}][\text{OH}^-]^3$	$K_{sp} = 27s^4$	$s = (K_{sp}/27)^{1/4}$

เปรียบเทียบการละลายของเกลือ AgCl กับ AgSCN (K_{sp} ของ AgCl= 1.8×10^{-10} , AgSCN= 1.1×10^{-12})



$$K_{sp} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = (s)(s)$$

$$1.8 \times 10^{-10} = s^2$$

$$s = \sqrt{1.8 \times 10^{-10}} = 1.34 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$



$$K_{sp} = [\text{Ag}^+][\text{SCN}^-] = (s)(s)$$

$$1.1 \times 10^{-12} = s^2$$

$$s = \sqrt{1.1 \times 10^{-12}} = 1.06 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

AgCl ละลายได้ดีกว่า AgSCN ประมาณ 12 เท่า

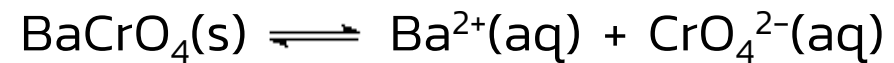
เปรียบเทียบการละลายของเกลือ CaF_2 กับ BaCrO_4 (K_{sp} ของ CaF_2 = 3.9×10^{-11} , BaCrO_4 = 1.2×10^{-10})



$$K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}][\text{F}^-]^2 = (s)(2s)^2 = 4s^3$$

$$s = \sqrt[3]{\frac{K_{sp}}{4}} = \sqrt[3]{\frac{3.9 \times 10^{-11}}{4}}$$

$$= 2.14 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$



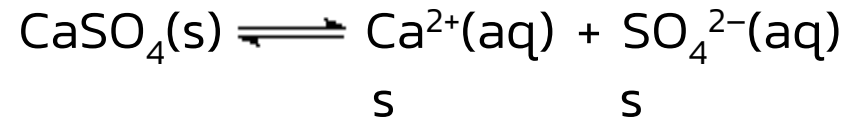
$$K_{sp} = [\text{Ba}^{2+}][\text{CrO}_4^{2-}] = (s)(2s)^2 = 4s^3$$

$$s = \sqrt[3]{\frac{K_{sp}}{4}} = \sqrt[3]{\frac{1.2 \times 10^{-10}}{4}}$$

$$= 1.1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

CaF_2 ละลายได้ดีกว่า BaCrO_4 ประมาณ 19 เท่า

การละลายของ CaSO_4 ที่ 25°C เท่ากับ 0.56 g/L จงคำนวณค่า K_{sp}



$$S_{(\text{CaSO}_4)} = \left(\frac{0.56 \text{ g}}{1 \text{ L}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol}}{136.2 \text{ g}} \right)$$

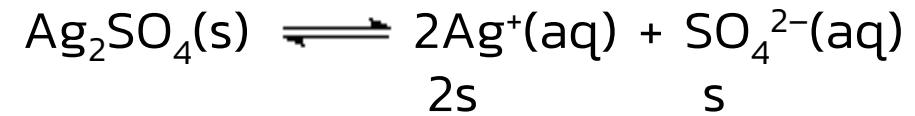
$$= 4.1 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$K_{\text{sp}} = [\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]$$

$$= (4.1 \times 10^{-3})(4.1 \times 10^{-3})$$

$$= 1.7 \times 10^{-5}$$

เกลือ Ag_2SO_4 มีสภาพละลายได้เท่ากับ $1.5 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ ที่ 25°C จงคำนวณค่า K_{sp}



ดังนั้น $[\text{Ag}^+] = 2 \times (1.5 \times 10^{-2})$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = 1.5 \times 10^{-2}$$

$$K_{\text{sp}} = [\text{Ag}^+]^2[\text{SO}_4^{2-}]$$

$$= (3.1 \times 10^{-2})^2(1.5 \times 10^{-2})$$

$$= 1.4 \times 10^{-5}$$

ผลคูณของความเข้มข้นของไอออน



$$K_{sp} = [A^+][B^-]$$

AB จะละลายเป็น A^+ และ B^- หรือไม่ละลายยังเป็นตะกอน จะพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างผลคูณความเข้มข้นของไอออน กับ K_{sp}

ถ้าให้ Q หรือ ICP (ion concentration product) เป็นผลคูณของความเข้มข้นของไอออนของเกลือที่อยู่ในสารละลาย

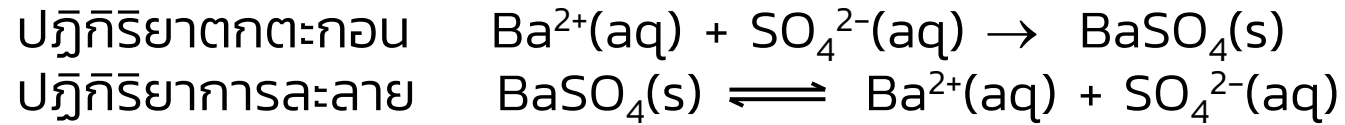
$$Q = [A^+]_o[B^-]_o$$

$Q < K_{sp}$ สารละลายอยู่ในสถานะไม่อิ่มตัว ไม่ตกตะกอน

$Q = K_{sp}$ สารละลายอยู่ในสถานะอิ่มตัวพอดี

$Q > K_{sp}$ สารละลายเกินสถานะอิ่มตัว เกิดตะกอน

- เมื่อผสมสารละลาย BaCl_2 0.0040 M ปริมาตร 200 mL กับสารละลาย K_2SO_4 0.0080 M ปริมาตร 600 mL จะเกิดตะกอน BaSO_4 ขึ้นหรือไม่ ($K_{sp} = 1.1 \times 10^{-10}$)



ตะกอน BaSO_4 จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อ $Q > K_{sp}$

$$Q = [\text{Ba}^{2+}]_0 [\text{SO}_4^{2-}]_0 > 1.1 \times 10^{-10}$$

จะตอบคำถามนี้ได้ ต้องคำนวณ Q เพื่อพิสูจน์ว่า $Q > K_{sp}$

จะต้องคำนวณความเข้มข้นของ Ba^{2+}
 และ SO_4^{2-} ในสารละลายปริมาตรรวม
 เป็น 800 mL

$$[\text{Ba}^{2+}] = \left(\frac{0.0040 \text{ mol}}{1 \text{ L}} \right) \left(\frac{200 \text{ mL}}{800 \text{ mL}} \right) = 1.0 \times 10^{-3}$$

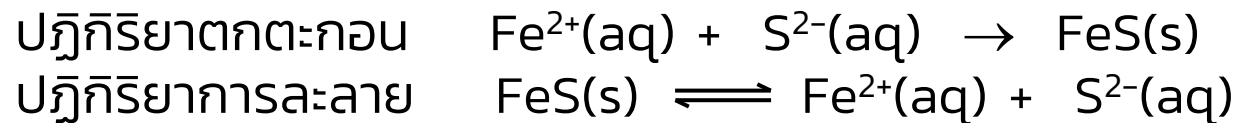
$$[\text{SO}_4^{2-}] = \left(\frac{0.0080 \text{ mol}}{1 \text{ L}} \right) \left(\frac{600 \text{ mL}}{800 \text{ mL}} \right) = 6.0 \times 10^{-3}$$

$$\begin{aligned} Q &= [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] \\ &= (1.0 \times 10^{-3})(6.0 \times 10^{-3}) \\ &= 6.0 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

พบว่า $Q > K_{sp}$ เมื่อผสม
 สารละลายจะเกิดตะกอน BaSO_4

- จงคำนวณความเข้มข้นของซัลไฟด์ (S^{2-}) ที่ต้องการให้เริ่มมีการตกตะกอน FeS โดยเติม S^{2-} ลงในสารละลายของ Fe^{2+} เข้มข้น 1.0×10^{-4} mol/L (K_{sp} FeS = 5.0×10^{-18})

การพิจารณาคือ 1) ตะกอน FeS จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อ $Q > K_{sp}$
2) ความเข้มข้นของ S^{2-} น้อยที่สุดที่จะทำให้ $Q > K_{sp}$



$$K_{sp} = [Fe^{2+}][S^{2-}] = 5.0 \times 10^{-18}$$

$$[S^{2-}] = \frac{K_{sp}}{[Fe^{2+}]} = \frac{5.0 \times 10^{-18}}{1.0 \times 10^{-4}} = 5.0 \times 10^{-14}$$

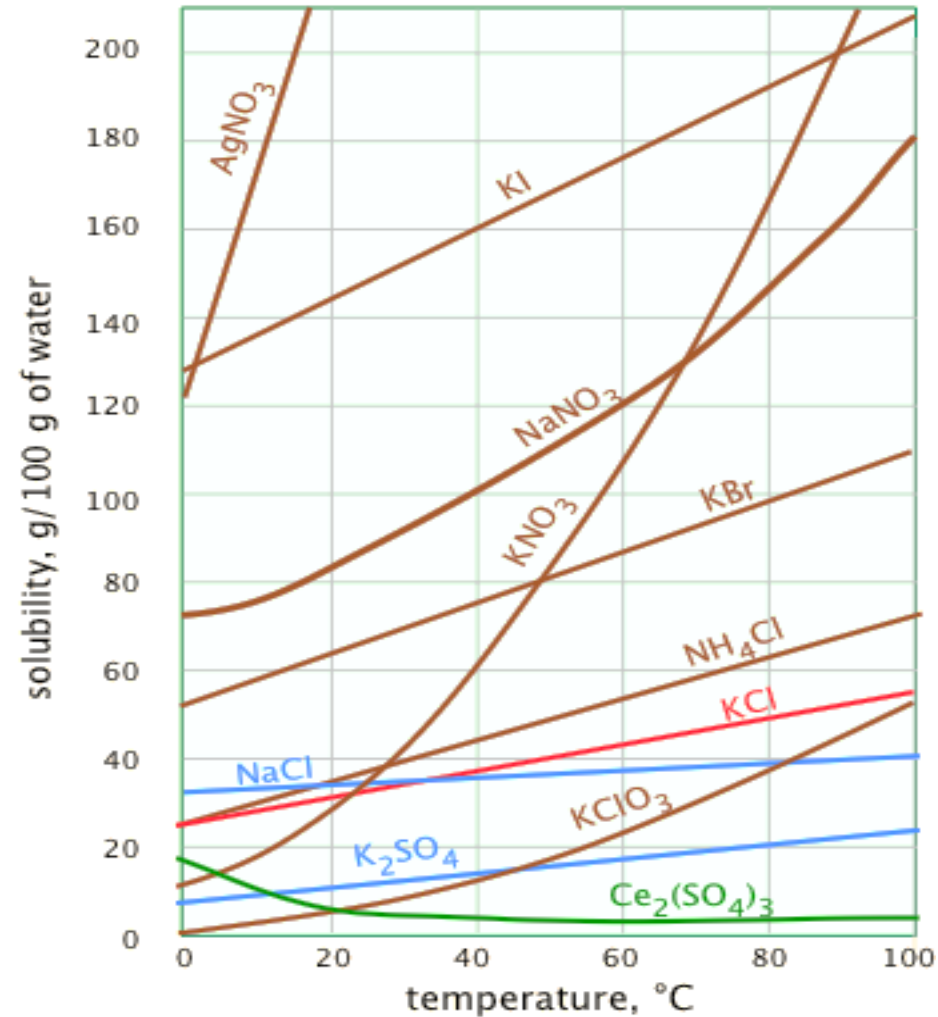
ดังนั้น ต้องใช้ S^{2-} ความเข้มข้นอย่างน้อยที่สุด 5.0×10^{-14} mol/L

ปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของตะกอน

- อุณหภูมิ

- ค่าการละลายของเกลือ โดยส่วนใหญ่มักจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น เช่น KI, NH_4Cl , KNO_3 เป็นต้น

- แต่ค่าการละลายของเกลือบางชนิดกลับละลายได้น้อยลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น เช่น MgNH_4PO_4



ที่มา : <http://www.chem1.com/acad/webtext/solut/solut-6a.html>

- **ตัวทำละลาย**

- น้ำเป็นตัวทำละลายที่สามารถละลายเกลือได้ดี
- มีเกลือบางชนิดพวกเกลืออินทรีย์ หรือพวกโคเวเลนต์จะละลายได้ดีขึ้นในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น Ni-DMG
- เกลืออนินทรีย์จะละลายได้ดีในน้ำ เช่น CaSO_4 ละลายได้ 0.208 g ในน้ำ 100 g แต่ถ้าเติมแอลกอฮอล์ 6.2% w/w การละลายลดลงเหลือ 0.1 g และถ้าเพิ่มแอลกอฮอล์เป็น 13.6% w/w การละลายจะลดลงเหลือเพียง 0.044 g

ปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของตะกอน

- **ไอออนร่วม**

- ในกรณีที่มีไอออนที่เหมือนกับไอออนใดไอออนหนึ่งที่เกิดมาจากเกลือเรียกว่า ไอออนร่วม (common ion)



$$K_{sp} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1.8 \times 10^{-10}$$

เมื่อเติม NaCl ลงในสารละลาย AgCl **ไอออนร่วม** คือ Cl^-

เมื่อเติม Cl^- ลงในสารละลายของ AgCl ความเข้มข้นของ Ag^+ และ Cl^- จะเกิดการเปลี่ยนแปลงตามหลักของเลอชาเตอริเยร์ Cl^- จะทำปฏิกิริยากับ Ag^+ เกิดเป็น AgCl มากขึ้นเพื่อทำให้ $[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$ จะมีค่าเท่ากับ K_{sp}

$[\text{Ag}^+]$ จะมีค่าลดลง และ $[\text{Cl}^-]$ มีค่าเพิ่มขึ้น

ปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของตะกอน

- จงคำนวณสภาพการละลายได้ของ AgCl เมื่อนำไปละลายในสารละลาย NaCl 0.010 mol/L (K_{sp} AgCl = 1.8×10^{-10})



$$K_{sp} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$

$$1.8 \times 10^{-10} = s^2$$

$$s = 1.34 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

เมื่อเติม 0.010 mol/L NaCl ลงไป ทำให้
 $[\text{Cl}^-] = s + 0.010 \text{ mol/L}$

$$K_{sp} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1.8 \times 10^{-10}$$
$$(s)(0.010 + s) = 1.8 \times 10^{-10}$$

เนื่องจากค่า K_{sp} มีค่าน้อยมาก ดังนั้น s มีค่าน้อยมากๆ เมื่อเทียบกับ 0.010 ดังนั้น

$$s(0.010) = 1.8 \times 10^{-10}$$

$$s = 1.8 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$$

จะเห็นว่า AgCl ละลายได้ลดลง ในสารละลายที่มีไอออนร่วม เมื่อเปรียบเทียบกับสารละลายในน้ำ

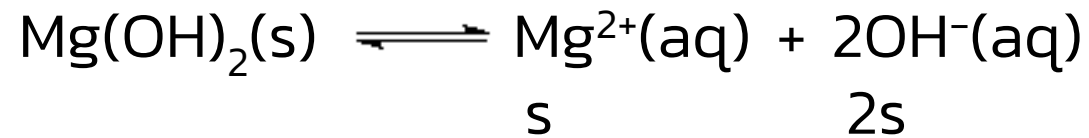
• ผลของ pH



- ถ้าเติมเบสลงไป (OH^{-}) จะทำให้สมดุลเสีย โดย OH^{-} ถูกรบกวน (เพิ่มขึ้น) ดังนั้นปฏิกิริยาจะดำเนินไปทางซ้ายมากขึ้น ค่าการละลายจะลดลง
- ถ้าเติมกรดลงไป H^{+} จะสะเทิน OH^{-} ได้เป็น H_2O โดย OH^{-} ถูกรบกวน (ลดลง) ปฏิกิริยาจะดำเนินไปทางขวามากขึ้น ค่าการละลายเพิ่มขึ้น

ปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของตะกอน

ที่สมดุล 25°C การละลายของ Mg(OH)_2 จะมี pH เท่าใด (K_{sp} ของ $\text{Mg(OH)}_2 = 1.2 \times 10^{-11}$)



$$K_{sp} = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^{-}]^2$$

$$1.2 \times 10^{-11} = s(2s)^2$$

$$= 4s^3$$

$$s = 1.4 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

เมื่อ $[\text{OH}^{-}] = 2s$

$$[\text{OH}^{-}] = (2)(1.4 \times 10^{-4})$$

$$= 2.8 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\text{pOH} = -\log(2.8 \times 10^{-4})$$

$$= 3.55$$

$$\text{pH} = 14.00 - 3.55$$

$$= 10.45$$

ปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของตะกอน

คำนวณค่าการละลายของ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ในบัฟเฟอร์ pH 12.0 และ 9.0 (K_{sp} ของ $\text{Mg}(\text{OH})_2 = 1.2 \times 10^{-11}$)

ก) ที่บัฟเฟอร์ pH 12.0

$$\text{pOH} = 14.0 - 12.0 = 2.0$$

$$[\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$\begin{aligned} K_{sp} &= [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 \\ 1.2 \times 10^{-11} &= (s)(1.0 \times 10^{-2})^2 \end{aligned}$$

$$s = \sqrt{\frac{(1.2 \times 10^{-11})}{(1.0 \times 10^{-2})^2}} = 1.2 \times 10^{-7}$$

ข) ที่บัฟเฟอร์ pH 9.0

$$\text{pOH} = 14.0 - 9.0 = 5.0$$

$$[\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$\begin{aligned} K_{sp} &= [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 \\ 1.2 \times 10^{-11} &= (s)(1.0 \times 10^{-5})^2 \end{aligned}$$

$$s = \sqrt{\frac{(1.2 \times 10^{-11})}{(1.0 \times 10^{-5})^2}} = 0.12$$

สารละลายบัฟเฟอร์ (Buffer Solution)

สารละลายที่มีสมบัติในการต้านทานการเปลี่ยนแปลง pH เมื่อเติมกรด หรือเบสลงไปเป็นปริมาณเล็กน้อย

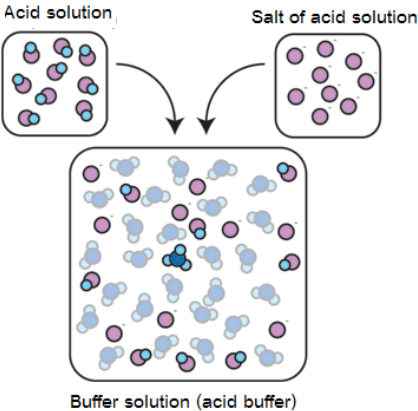
เป็นสารละลายผสมระหว่างกรดอ่อนกับเกลือของกรดอ่อน หรือเบสอ่อนกับเกลือของเบสอ่อน

- บัฟเฟอร์กรด (ที่เกิดจากระหว่างกรดอ่อนกับเกลือของกรดอ่อน) จะมี $pH < 7$
- บัฟเฟอร์เบส (ที่เกิดจากระหว่างเบสอ่อนกับเกลือของเบสอ่อน) จะมี $pH > 7$

สมการของเฮนเดอร์สัน-ฮาเซลบัลช (Henderson-Hasselbalch)

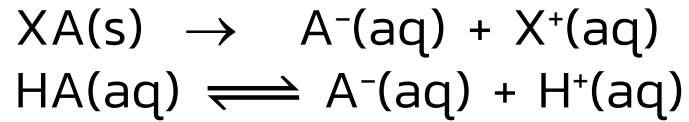
$$pH = pK_a + \log \frac{[salt]}{[acid]}$$

$$pOH = pK_b + \log \frac{[salt]}{[base]}$$



สารละลายบัฟเฟอร์กรด

ประกอบด้วยกรด HA และเกลือ A⁻
เขียนสมการแสดงการแตกตัวและค่าคงที่สมดุล



$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

$$[H^+] = K_a \frac{[HA]}{[A^-]}$$

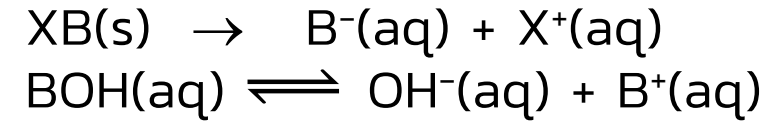
$$-\log[H^+] = -\log\left(K_a \frac{[HA]}{[A^-]}\right)$$

$$pH = -\log K_a - \log \frac{[HA]}{[A^-]}$$

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

สารละลายบัฟเฟอร์เบส

ประกอบด้วยเบส BOH และเกลือ B⁻
เขียนสมการแสดงการแตกตัวและค่าคงที่สมดุล



$$K_b = \frac{[B^+][OH^-]}{[BOH]}$$

$$[OH^-] = K_b \frac{[BOH]}{[B^-]}$$

$$-\log[OH^-] = -\log\left(K_b \frac{[BOH]}{[B^-]}\right)$$

$$pOH = -\log K_b - \log \frac{[BOH]}{[B^-]}$$

$$pOH = pK_b + \log \frac{[B^-]}{[BOH]}$$

จงคำนวณน้ำหนักของ NH_4Cl ที่ใช้เตรียมสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ปริมาตร 1.0 L ให้มี pH 10.0 จากสารละลาย NH_3 0.10 mol/L

เป็นระบบบัฟเฟอร์เบส ระหว่างเบสอ่อน NH_3 ($K_b=1.8 \times 10^{-5}$) กับเกลือ NH_4Cl

$$\text{pOH} = \text{p}K_b + \log \frac{[\text{salt}]}{[\text{base}]}$$

$$4.00 = 4.74 + \log \frac{[\text{NH}_4^+]}{(0.10)}$$

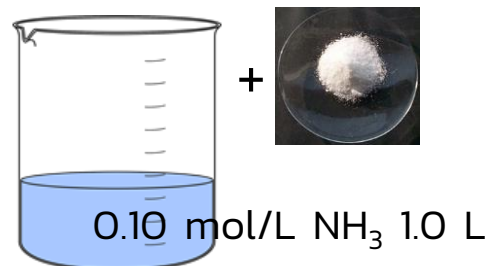
$$\log \frac{[\text{NH}_4^+]}{(0.10)} = -0.74$$

ทำ anti-logarithm

$$\frac{[\text{NH}_4^+]}{(0.10)} = 10^{-0.74}$$

$$\begin{aligned} [\text{NH}_4^+] &= 0.18 \times 0.10 \\ &= 0.018 \text{ mol/L} \end{aligned}$$

คำนวณน้ำหนักของ NH_4Cl



$$\left(\frac{0.018 \text{ mol } \text{NH}_4\text{Cl}}{1 \text{ L}} \right) \left(\frac{53.49 \text{ g } \text{NH}_4\text{Cl}}{1 \text{ mol } \text{NH}_4\text{Cl}} \right) = 0.96 \text{ g}$$

ชั่ง NH_4Cl 0.96 g ละลายในสารละลาย NH_3 0.10 mol/L ปริมาตร 1.0 L

อธิบายวิธีการเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ pH 5.00 โดยใช้สารละลาย CH_3COOH เข้มข้น 0.50 mol/L ปริมาตร 50.00 mL และ CH_3COONa เข้มข้น 0.50 mol/L

เป็นระบบบัฟเฟอร์กรด ระหว่างกรดอ่อน CH_3COOH ($K_a=1.8 \times 10^{-5}$) กับเกลือ CH_3COONa

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{salt}]}{[\text{base}]}$$

$$5.00 = 4.74 + \log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

$$\log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 0.26$$

ทำ anti-logarithm

$$\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 10^{0.26}$$

$$\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 1.8$$

“ อัตราส่วนของสารผสมระหว่าง CH_3COONa กับ CH_3COOH ต้องมีอัตราส่วนเป็น 1.8 : 1 โดยหน่วยปริมาตร ”

ต้องผสมสารละลาย CH_3COONa 0.50 mol/L ให้มีปริมาตรเป็น 1.8 เท่าของสารละลาย CH_3COOH

สารละลาย CH_3COOH เข้มข้น 0.50 mol/L ปริมาตร 50.00 mL ผสมกับสารละลาย CH_3COONa 0.50 mol/L ปริมาตร 90 mL

#กิจกรรม work@class

แบ่งกลุ่มทำกิจกรรม 3.2

มอบหมายโจทย์ให้แต่ละกลุ่ม
ระดมสมองแก้ไขโดยวิธีการ
ร่วมแสดงความคิดเห็น

ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอ วิธีการแก้ไขโจทย์ปัญหา

- 1) หลักการสำคัญหรือหลักพื้นฐานที่ถูกต้อง
- 2) วิธีการคำนวณค่าที่ถูกต้อง
- 3) วิธีอธิบายเชิงพฤติกรรม (วิธีปฏิบัติ) ที่ถูกต้อง

โดยให้กลุ่มอื่น ๆ รับฟัง และซักถามในข้อที่สงสัย