

บทที่ 7

การวิเคราะห์โดยการแยก

ผศ.ดร.ศิริรัตน์ ไพศาลสุทธิขล

วัตถุประสงค์

1. เข้าใจหลักการเทคนิคการแยกสารผสม
2. เข้าใจเทคนิคการแยกทั้ง 5 เทคนิค
3. การคำนวณค่าการละลาย

2

1

2

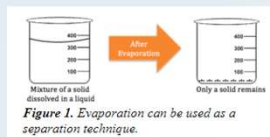


Figure 1. Evaporation can be used as a separation technique.

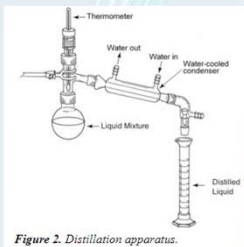


Figure 2. Distillation apparatus.

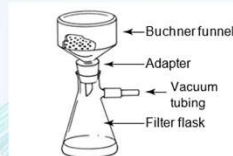
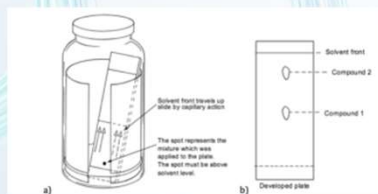


Figure 3. Filtration apparatus.



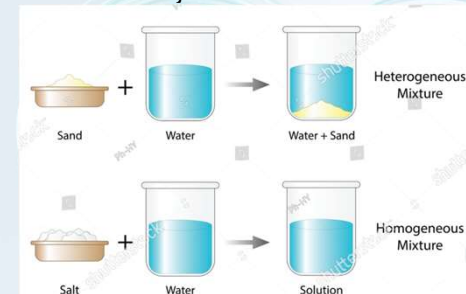
3

<https://pressbooks.bccampus.ca/chem141/lagarcollege/chapter/1-3-laboratory-techniques-for-separation-of-mixtures/>

3

1. การแยกสารผสมที่เป็นของแข็ง

Solubility: like dissolves like



<https://www.shutterstock.com/image-vector/heterogeneous-mixture-composition-not-uniform-sand-2269885321>

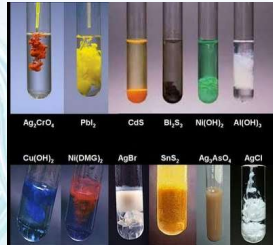
4

4

2. การแยกสารผสมที่เป็นของเหลว



Evaporation



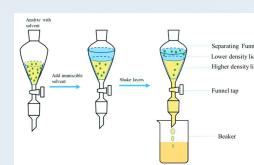
Precipitation

<https://www.youtube.com/watch?v=OgnV0kxYOI>

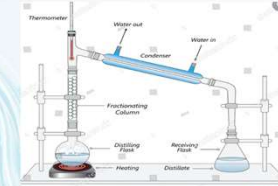
<https://stonylab.com/products/84037303023-rotary-evaporator-1l-20-30rpm-22ml-min-push-button-lifting>

5

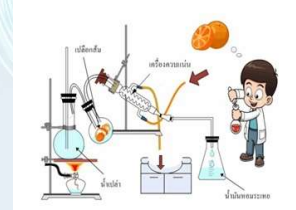
2. การแยกสารผสมที่เป็นของเหลว



extraction



distillation



Steam distillation

<https://www.scimath.org/lesson-chemistry/item/9423-2018-11-14-08-38-39>

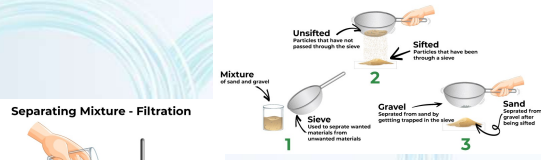
6

3. การแยกสารผสมที่เป็นของแข็งกับของเหลว

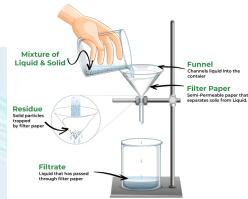
Separating Mixtures - Evaporation



Separating Mixtures - Sieving



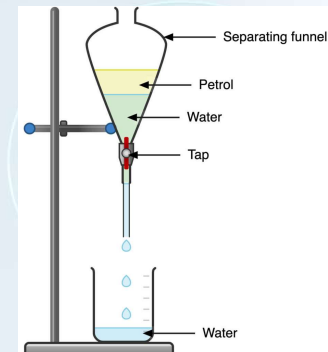
Separating Mixture - Filtration



<https://www.geeksforgeeks.org/separation-of-mixtures/>

7

เทคนิคการแยกโดยการสกัดด้วยตัวทำละลาย



$$K_d = \frac{[A]_{org}}{[A]_{aq}}$$

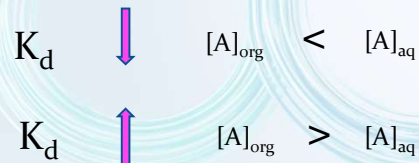
8

7

8

$$K_d = \frac{[A]_{org}}{[A]_{aq}}$$

K_d : ค่าคงที่ของสัมประสิทธิ์การกระจาย

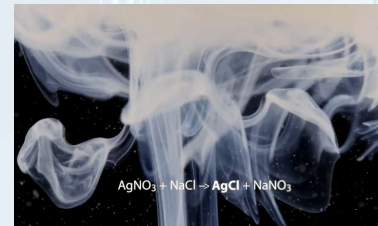


9

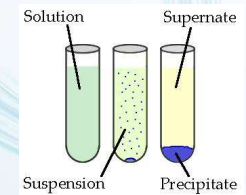
เทคนิคการแยกโดยการตกตะกอน

$$K_{sp} = [+][-]$$

Beautiful Chemical Reactions - Precipitation



<https://www.youtube.com/watch?v=BGUFC3UUBKI>

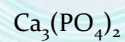


[https://chem.libretexts.org/Bookshelves/General_Chemistry/Map%3A_Principles_of_Modern_Chemistry_\(Oxtoby_et_al.\)/Unit_4%3A_Equilibrium_in_Chemical_Reactions/6%3A_Solubility_and_Precipitation_Equilibria/6.3%3A_Precipitation_and_the_Solubility_Product](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/General_Chemistry/Map%3A_Principles_of_Modern_Chemistry_(Oxtoby_et_al.)/Unit_4%3A_Equilibrium_in_Chemical_Reactions/6%3A_Solubility_and_Precipitation_Equilibria/6.3%3A_Precipitation_and_the_Solubility_Product)

10

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการละลายของตะกอน

การละลายของตะกอนขึ้นอยู่กับค่าผลคูณของการละลาย
(solubility product constant; K_{sp})



11



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

K_{sp} บอกถึงความสามารถในการละลายของสารในตัวทำละลาย
(น้ำ) ณ อุณหภูมิหนึ่ง ๆ ถ้า K_{sp} มีค่ามากแสดงว่า ละลายได้ดี

12

สภาพอิมตัวของสารละลาย

พิจารณาจาก K_{sp} ของ $\text{Ag}_2\text{CO}_3 = 1.60 \times 10^{-10}$

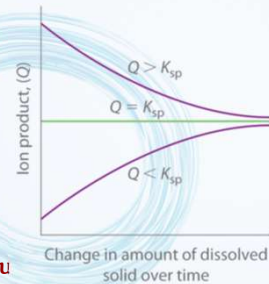
ถ้า Q เป็นผลคูณของความเข้มข้น (Ion product)

$$Q = \dots\dots\dots$$

สมบัติ $Q < K_{sp}$ อยู่ในสภาวะไม่อิ่มตัว ไม่ตกตะกอน

$Q = K_{sp}$ อยู่ในสภาวะอิ่มตัวพอดี ไม่ตกตะกอน

$Q > K_{sp}$ เกิดสภาวะอิ่มตัว เกิดตะกอน



13

สภาพละลาย (Solubility; S)

◆ สภาพการละลาย (Solubility, g/L) : น้ำหนักของตัวถูกละลายในสารละลายอิ่มตัว 1 ลิตร

◆ สภาพการละลายเป็นโมลาร์ (Molar solubility, mol/L) : จำนวนโมลของตัวถูกละลายในสารละลายอิ่มตัว 1 ลิตร

- การละลายของ $\text{Al}(\text{OH})_3$ เท่ากับ 0.0001 กรัม/100 mL หมายถึงในสารละลายอิ่มตัว 1 L $\text{Al}(\text{OH})_3$ จะละลายได้ mg

14

สภาพละลายได้ของสารมีความสัมพันธ์กับค่า K_{sp} ดังนี้

ให้ S เป็นค่าสภาพละลายได้ของ MA มีหน่วยเป็น mol/dm^3



$$\begin{aligned} K_{sp} &= [\text{M}^+][\text{A}^-] \\ &= (S)(S) = S^2 \end{aligned}$$

$$S = \sqrt{K_{sp}}$$

15

Solubility Product Constants (25°C)

Compound	K_{sp}	Compound	K_{sp}
AgBr	5.0×10^{-13}	CuS	8.0×10^{-37}
AgCl	1.8×10^{-10}	Fe(OH) ₂	7.9×10^{-16}
Al(OH) ₃	3.0×10^{-34}	Mg(OH) ₂	7.1×10^{-12}
BaCO ₃	5.0×10^{-9}	PbCl ₂	1.7×10^{-5}
BaSO ₄	1.1×10^{-10}	PbCO ₃	7.4×10^{-14}
CaCO ₃	4.5×10^{-9}	PbI ₂	7.1×10^{-9}
Ca(OH) ₂	6.5×10^{-6}	PbSO ₄	6.3×10^{-7}
Ca ₃ (PO ₄) ₂	1.2×10^{-26}	Zn(OH) ₂	3.0×10^{-16}
CaSO ₄	2.4×10^{-5}	ZnS	3.0×10^{-23}

<https://flexbooks.ck12.org/ck12-chemistry-flexbook-2.0/section/19.12/primary/lesson/conversion-of-ksp-to-solubility-chem/#x-ck12-OTI5ODAyZDhhMDJlODM3NDEzZjBkMDNiOTY3NDcxNWE-8hd>

16

13

14

15

16

ตัวอย่าง 7.1

ค่า K_{sp} ของ Lead(II) fluoride (PbF_2) = 2.30×10^{-5} จงหาการละลายของ PbF_2 (MW = 245.20 g/mol) ในหน่วย กรัมต่อลิตร

ตัวอย่าง 7.2

ซิงค์ไฮดรอกไซด์ ($Zn(OH)_2$) มีความสามารถในการละลายอยู่ที่ 3.0×10^{-16} mol/L ที่ $25^\circ C$ จงคำนวณค่า K_{sp} ของซิงค์ไฮดรอกไซด์

17

ตัวอย่าง 7.3

สาร AgCl มีค่า $K_{sp} = 1.8 \times 10^{-10}$ ที่ $25^\circ C$
จงหาความสามารถในการละลายของ AgCl ในหน่วย mol/L

ตัวอย่าง 7.4

PbI_2 (MW = 461.01 g/mol) มีค่าการละลายเท่ากับ 0.5581 กรัมต่อลิตร จงหาค่าคงที่ของการละลาย

18

ตัวอย่าง 7.5

แคลเซียมซัลเฟต ($CaSO_4$) มีค่า $K_{sp} = 2.4 \times 10^{-5}$ ที่ $25^\circ C$
จงคำนวณหาความสามารถในการละลายของ $CaSO_4$ ในหน่วย mol/L

ตัวอย่าง 7.6

ไตรแคลเซียมฟอสเฟต ($Ca_3(PO_4)_2$); MW = 310.18 g/mol
มีค่า $K_{sp} = 1.2 \times 10^{-26}$ ที่ $25^\circ C$
จงคำนวณหาความสามารถในการละลายในหน่วย กรัมต่อ 500 มล.

19

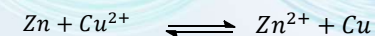
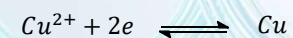
3. เทคนิคการแยกโดยวิธีอิเล็กโตรไลซิส

ปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน หรือปฏิกิริยารีดอกซ์ (Redox)

ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (ขั้วแอโนด; บวก)

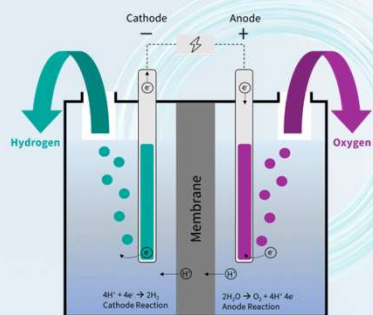


ปฏิกิริยารีดักชัน (ขั้วแคโทด; ลบ)



20

Water electrolysis explained



https://www.youtube.com/watch?v=7u1lq_O7zg0

<https://ptx-hub.org/water-electrolysis-explained/>

21

21

4. เทคนิคการแยกโดยการทำให้เป็นไอ



<https://www.youtube.com/watch?v=ggvKSjaJ8Fw>

http://chemwiki.ucdavis.edu/@api/deki/files/3820/=392px-Simple_distillation_apparatus.svg.png

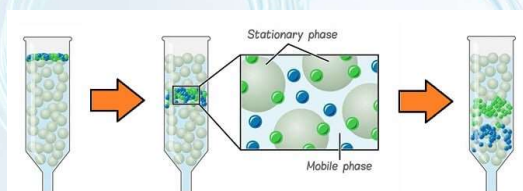
22

22

5. เทคนิคการแยกโดยวิธีโครมาโทกราฟี

Mobile phase : ก๊าซ ของเหลว Stationary phase : ของแข็ง ของเหลว

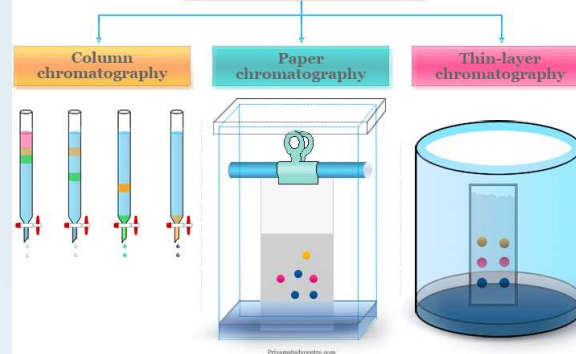
Solubility: like dissolves like



23

23

Chromatography



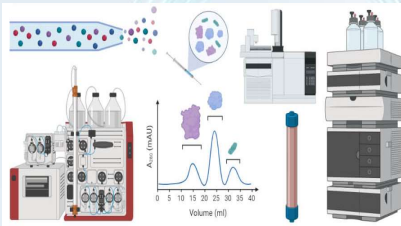
<https://www.priyamstudycentre.com/2021/11/chromatography-techniques.html>

24

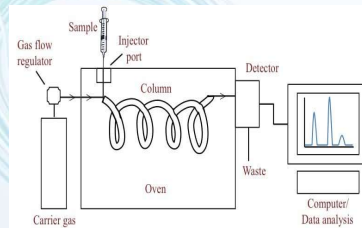
24

การแยกโดยวิธีโครมาโทกราฟี

1. LC (liquid chromatography)



2. GC (gas chromatography)



<https://microbenotes.com/types-of-chromatography/>

25

จบการบรรยาย

26

25