

บทที่ 7 การวิเคราะห์โดยการแยก

ผศ.ดร.ศิริรัตน์ ไพศาลสุทธิขล

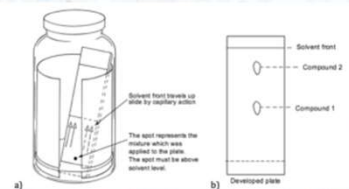
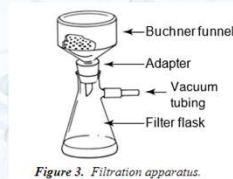
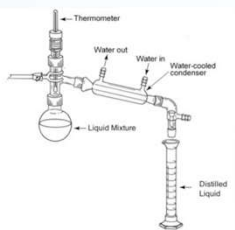
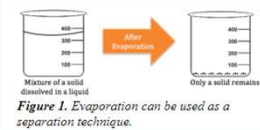
1

วัตถุประสงค์

1. เข้าใจหลักการเทคนิคการแยกสารผสม
2. เข้าใจเทคนิคการแยกทั้ง 5 เทคนิค
3. การคำนวณค่าการละลาย

2

2



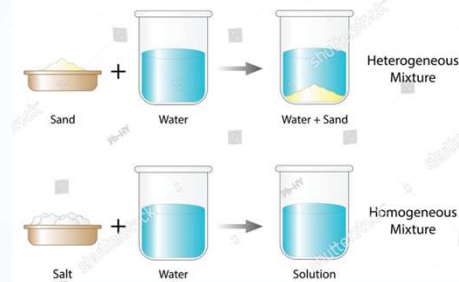
3

<https://pressbooks.bccampus.ca/chemin4langaracollege/chapter/1-3-laboratory-techniques-for-separation-of-mixtures/>

3

1. การแยกสารผสมที่เป็นของแข็ง

Solubility: like dissolves like



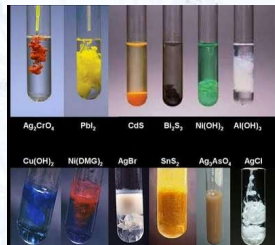
<https://www.shutterstock.com/image-vector/heterogeneous-mixture-composition-not-uniform-sand-2269885321>

4

2. การแยกสารผสมที่เป็นของเหลว



Evaporation



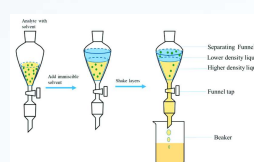
Precipitation

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

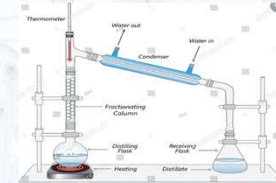
<https://stonylab.com/products/84037303023-rotary-evaporator-1l-20-30rpm-22ml-min-push-button-lifting>

5

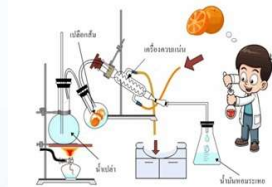
2. การแยกสารผสมที่เป็นของเหลว



extraction



distillation



Steam distillation

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

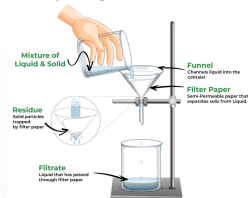
6

3. การแยกสารผสมที่เป็นของแข็งกับของเหลว

Separating Mixtures - Evaporation



Separating Mixture - Filtration



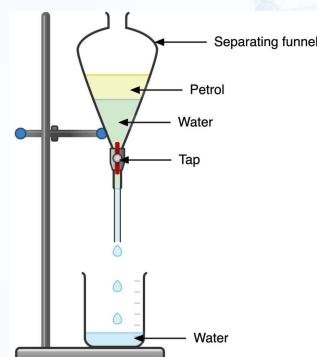
<https://www.geeksforgeeks.org/separation-of-mixtures/>

Separating Mixtures - Sieving



7

เทคนิคการแยกโดยการสกัดด้วยตัวทำละลาย



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

8

7

8

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

K_d : ค่าคงที่ของสัมประสิทธิ์การกระจาย

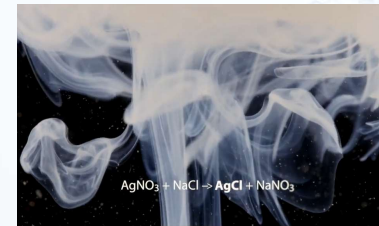


9

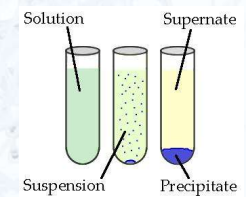
เทคนิคการแยกโดยการตกตะกอน

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

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} บอกถึงความสามารถในการละลายของสารในตัว
ทำละลาย(น้ำ) ณ อุณหภูมิหนึ่ง ๆ ถ้า K_{sp} มีค่ามาก
แสดงว่า ละลายได้ดี

12

สภาพอิ่มตัวของการละลาย

พิจารณาจาก K_{sp} ของ $Ag_2CO_3 = 1.60 \times 10^{-10}$

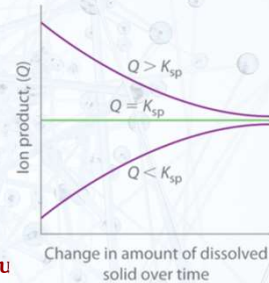
ถ้า Q เป็นผลคูณของความเข้มข้น (Ion product)

$Q = \dots\dots\dots$

สมมติ $Q < K_{sp}$ 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 $Al(OH)_3$ เท่ากับ 0.0001 กรัม/100 mL หมายถึงในสารละลายอิ่มตัว 1 L $Al(OH)_3$ จะละลายได้ mg

14

สภาพละลายได้ของสารมีความสัมพันธ์กับค่า K_{sp} ดังนี้

ให้ s เป็นค่าสภาพละลายได้ของ MA มีหน่วยเป็น mol/dm^3



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

$$= (s)(s) = s^2$$

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

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/cbook/ck-12-chemistry-flexbook-2.0/section/19.12/primary/lesson/conversion-of-ksp-to-solubility-chem/#x-ck12-OTI5ODAyZDhhMDJlODM3NDEzZjBkMDNiOTgyNDcxNWE-8hd>

16

13

14

15

16

ตัวอย่าง 7.1

The K_{sp} of calcium carbonate is 4.5×10^{-9} . We begin by setting up an ICE table showing the dissociation of CaCO_3 into calcium ions and carbonate ions. The variable s will be used to represent the molar solubility of CaCO_3 . In this case, each formula unit of CaCO_3 yields one Ca^{2+} ion and one CO_3^{2-} ion. Therefore, the equilibrium concentrations of each ion are equal to s .

ตัวอย่าง 7.2

แคลเซียมฟลูออไรด์ (CaF_2) มีความสามารถในการละลายอยู่ที่ $2.1 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ ที่ 25°C จงคำนวณค่า K_{sp} ของแคลเซียมฟลูออไรด์

17

ตัวอย่าง 7.3

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

ตัวอย่าง 7.4

PbI_2 มีค่า $K_{sp} = 7.1 \times 10^{-9}$ ที่ 25°C
จงหาความสามารถในการละลายของ PbI_2 ในสารละลาย NaI 0.10 M
(ถือว่า NaI แยกตัวสมบูรณ์)

18

ตัวอย่าง 7.5

แบเรียมซัลเฟต (BaSO_4) มีค่า $K_{sp} = 1.1 \times 10^{-10}$ ที่ 25°C
จงคำนวณหาความสามารถในการละลายของ BaSO_4 ในหน่วย mol/L

ตัวอย่าง 7.6

อะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ (Al(OH)_3) มีค่า $K_{sp} = 3.0 \times 10^{-34}$ ที่ 25°C
จงคำนวณหา ความเข้มข้นของ OH^- ในสารละลายอิ่มตัวของ Al(OH)_3

19

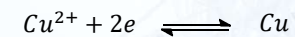
3. เทคนิคการแยกโดยวิธีอิเล็กโตรไลซิส

ปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน หรือปฏิกิริยารีดอกซ์ (Redox)

ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (ขั้วแอโนด; บวก)



ปฏิกิริยารีดักชัน (ขั้วแคโทด; ลบ)



20

Water electrolysis explained

Hydrogen

Cathode

Anode

Membrane

Oxygen

Electrolysis

fuze school

https://www.youtube.com/watch?v=7u1lq_Ofgzw

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

21

4. เทคนิคการแยกโดยการทำให้เป็นไอ

Plant Oils

the virtual school

powered by fuze school

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

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

22

5. เทคนิคการแยกโดยวิธีโครมาโทกราฟี

Mobile phase : ก๊าซ ของเหลว Stationary phase : ของแข็ง ของเหลว

Solubility: like dissolute like

Stationary phase

Mobile phase

23

Chromatography

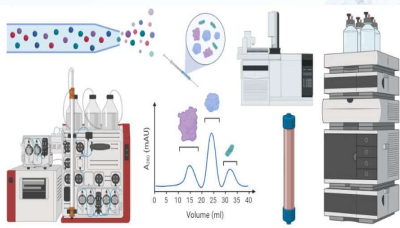
- Column chromatography
- Paper chromatography
- Thin-layer chromatography

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

24

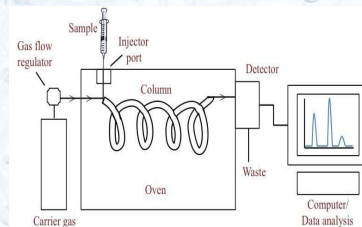
การแยกโดยวิธีโครมาโทกราฟี

1. LC (liquid chromatography)



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

2. GC (gas chromatography)



25

จบการบรรยาย

26

25