

บทที่ 5

การวิเคราะห์โดยน้ำหนัก (gravimetric method)

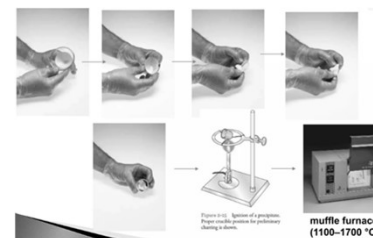


<https://www.firsthope.co.in/gravimetric-analysis/>
<https://www.slideshare.net/slideshow/gravimetric-method-of-analysis/137784321#2>

1

วัตถุประสงค์

1. ขั้นตอนการวิเคราะห์
2. ขั้นตอนการคำนวณผลวิเคราะห์



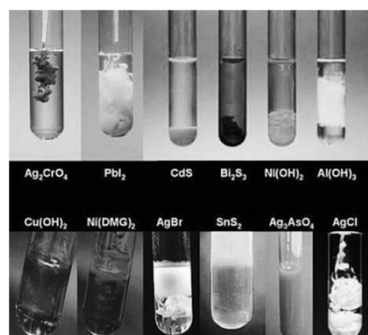
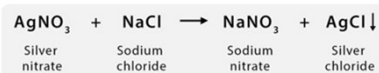
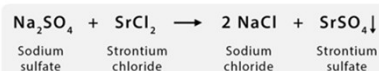
<https://www.slideshare.net/slideshow/gravimetric-method-of-analysis/137784321#2>

2

2

1. การตกตะกอน

Precipitation Reaction Examples



https://www.linkedin.com/posts/priyanshu-kumar-a91772277_formation-chemistry-chemical-activity-7072604684976287746-9Sql
<https://www.chemistrylearner.com/chemical-reactions/precipitation-reaction>

3

3

1. การตกตะกอน

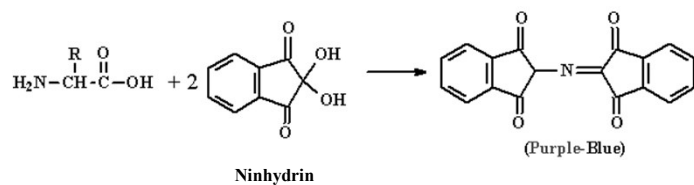
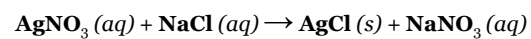
1.1 สมบัติของตะกอน

1. ต้องมีการละลายต่ำ (low solubility)
2. ต้องมีความบริสุทธิ์สูง (high purity)
3. ตะกอนต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะกรองได้
4. ในขณะเผาหรือทำให้แห้ง ต้องไม่เกิดปฏิกิริยาและไม่เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีและมีองค์ประกอบที่แน่นอน

4

4

5. รีเอเจนต์ที่ทำให้เกิดตะกอน ควรมียุณสมบัติเกิดตะกอนกับสารที่ต้องการเท่านั้น เพื่อป้องกันการรบกวนจากสารอื่น



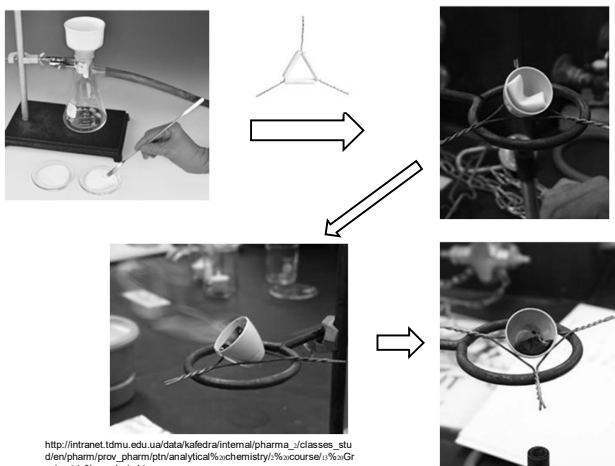
5

1.2 ขั้นตอนในการวิเคราะห์

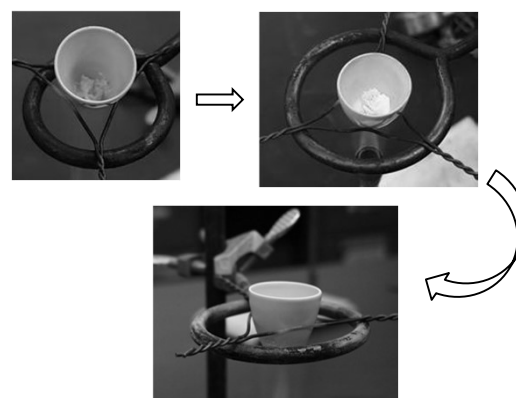
Gravimetric Determination of Sulfate



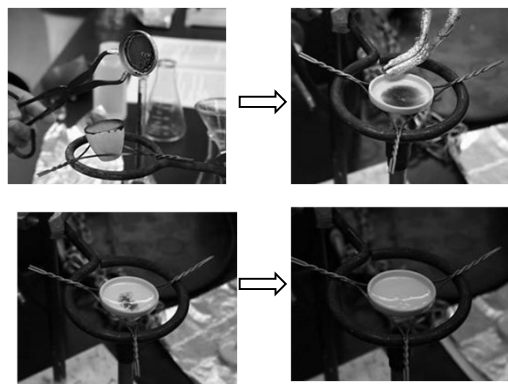
6



7



8



http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/pharma/_classes_students/en/pharm/prov_pharm/pn/analytical/chemistry/course/Gravimetric%20analysis.htm

9

สรุปขั้นตอนในการวิเคราะห์

1. Preparation of the solution
2. Precipitation
3. Digestion
4. Filtration
5. Washing
6. Drying or igniting
7. Weighing
8. Calculation

10

1.3 กระบวนการตกตะกอน (The precipitation process)

1. สารละลายอิ่มตัวยิ่งยวด (Supersaturated solution)
2. การเกิดนิวเคลียส (Nucleation)
3. การเจริญเติบโตเป็นผลึก (Crystal growth)



Crystallization of sodium acetate

<https://www.sciencephoto.com/media/1194451/view/crystallization-of-sodium-acetate>

11

1.4 วอน ไวมาร์น เรโซ (Von Weimarn Ratio)

$$\text{Relative supersaturation} = \frac{Q - S}{S}$$

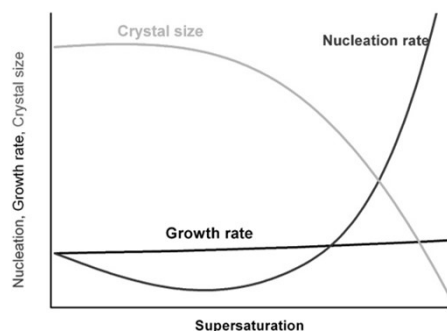
เมื่อ Q คือ ความเข้มข้นเป็นโมลาร์ (molar concentration)

ของสารที่ต้องการตกตะกอน

S คือ ค่าการละลายเป็น โมลาร์ (molar solubility)

ของตะกอน เมื่อตะกอนละลายถึงสมดุล

12



Scheme of nucleation, growth rate, and crystal size vs. super saturation.

<http://polybiolab.icppt.pau.pl/18-few-words-about>

13

13

1.5 สารที่ใช้เป็นตัวตกตะกอน (Precipitating agent or precipitant)

(1.) สารอนินทรีย์ที่ใช้ในการตกตะกอน (inorganic precipitating agent)

NH_3 (aq) สำหรับตกตะกอน $\text{Al}(\text{Al}_2\text{O}_3)$, $\text{Fe}(\text{Fe}_2\text{O}_3)$

AgNO_3 (aq) สำหรับตกตะกอน $\text{Cl}(\text{AgCl})$, $\text{Br}(\text{AgBr})$

H_2SO_4 (aq) สำหรับตกตะกอน Li , Mn , Cd , Pb

14

14

(2.) สารอินทรีย์ที่ใช้ในการตกตะกอน

Compound	Ions precipitated
Dimethylglyoxime	Ni^{2+} , Pd^{2+} , Pt^{2+}
EDTA (Ethylenediamine tetraacetic acid)	Zn^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Ca^{2+} , Ni^{2+} , Fe^{3+}
Cupferron	Fe^{3+} , VO_2^+ , Ti^{4+} , Zr^{4+} , Ce^{4+} , Ga^{3+} , Sn^{4+}
8-Hydroxyquinoline	Fe^{3+} , Al^{3+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Bi^{3+} , Ga^{3+} , Th^{4+} , Zr^{4+} , TiO^{2+} , UO_2^{2+}
Salicylaldehyde	Bi^{3+} , Ni^{2+} , Pd^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+}
1-Nitroso-2-naphthol	Fe^{3+} , Co^{2+} , Pd^{2+} , Zr^{4+}
Nitron ($\text{C}_{20}\text{H}_{16}\text{N}_4$)	NO_3^- , ClO_4^- , BF_4^- , WO_4^{2-}
Sodium tetraphenylborate	NH_4^+ , organic ammonium, Ag^+ , Cs^+ , Rb^+ , K^+
Tetraphenylarsonium chloride	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, MnO_4^- , ReO_4^- , MoO_4^{2-} , WO_4^{2-} , ClO_4^-

<http://amrita.vlab.co.in/?sub=2&brch=193&slm=348&cnt=1>

15

15

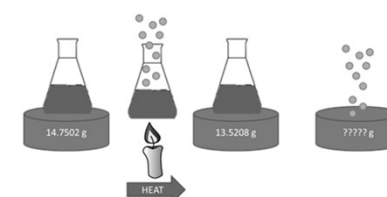
2. วิธีการทำให้ระเหย (Volatilization methods)

วิธีการทดลองสามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

(1.) วิธีตรง (direct method)

(2.) วิธีอ้อม (indirect method)

Gravimetric Analysis: Volatilization


https://chem.libretexts.org/Ancillary_Materials/Worksheets/Worksheets%3A_Analytical_Chemistry_II/Gravimetric_Analysis_%3A_Fry-Pett%3D

16

16

3. การคำนวณทางวิธีวิเคราะห์โดยน้ำหนัก

$$\text{เปอร์เซ็นต์สารที่สนใจ} = \frac{\text{นน.สารที่สนใจ}}{\text{นน.สารตัวอย่าง}} \times 100$$

$$\%A = \frac{wt\ A}{wt\ MA} \times 100$$

17

17

ตัวอย่างที่ 5.1

จากการตกตะกอน Cu(OH)_2 ในตัวอย่าง 25.00 กรัม ได้ตะกอนหนัก 2.55 กรัม
จงหาเปอร์เซ็นต์ของ Cu(OH)_2

$$\begin{aligned} \% \text{Cu(OH)}_2 &= \frac{\text{น.น. ตะกอน}}{\text{น.น.เริ่มต้น}} \times 100 \\ &= \dots\dots\dots\% \end{aligned}$$

18

18

ตัวอย่างที่ 5.2

จากการแยกสารผสมระหว่างโพแทสเซียมไอโอไดด์กับ SiO_2 น้ำหนัก 8.50 กรัม โดยการละลายโซเดียมคลอไรด์และกรองสารละลายโซเดียมคลอไรด์ลงในถ้วยระเหย ได้ผลการทดลองดังตาราง จงหาเปอร์เซ็นต์ของ KI และ SiO_2

	น้ำหนัก
ถ้วยระเหย	50.15
ถ้วยระเหย + ผลึก KI	54.86
น.น. KI	
น.น. SiO_2	

19

19

การหาน้ำหนักสารในรูปของไอออนในตะกอน

กราวิเมตริกแฟกเตอร์ (gravimetric factor)

คือ จำนวนกรัมของสาร A ที่สามารถทำปฏิกิริยาพอดีหรือสมมูลกับ 1 กรัมของตะกอนที่สามารถนำไปชั่งหาน้ำหนักได้

$$\text{Gravimetric factor} = \frac{gwf\ A}{gwf\ MA}$$

20

20

Al in Al_2O_3

$$\%Al = \frac{wt\ Al}{wt\ Al_2O_3} \times \text{gravimetric factor}^* \times 100$$

$$\text{Gravimetric factor} = \frac{gwf\ A}{gwf\ MA}$$

gwf A : มวลอะตอมของสารที่เราสนใจ

gwf MA : มวลโมเลกุลตะกอน

23

21

Al in Al_2O_3

$$\%Al = \frac{wt\ Al}{wt\ Al_2O_3} \times \text{gravimetric factor}^* \times 100$$

$$\text{Gravimetric factor} = \frac{gwf\ \text{Al}}{gwf\ Al_2O_3} \times 2$$

$$\%Al = \frac{wt\ Al}{wt\ Al_2O_3} \times \left[\frac{gwf\ Al}{gwf\ Al_2O_3} \times 2 \right] \times 100$$

24

22

กราวิเมตริกแฟคเตอร์ของ Pb ในตะกอน PbO

วิธีทำ

$$\text{Gravimetric factor} = \frac{gwf\ A}{gwf\ MA}$$

$$\text{Gravimetric factor} = \frac{gwf\ (Pb)}{gwf\ (PbO)}$$

Pb ; A.W. = 207.200

PbO; M.W. = 223.199

23

23

ตัวอย่างที่ 5.3

จงคำนวณหากราวิเมตริกแฟคเตอร์ในการเปลี่ยนน้ำหนักของสารในรูปของตะกอน (MA) ไปเป็นน้ำหนักของสารที่เราสนใจ (A) ต่อไปนี้

	ตะกอน (MA)	สารที่เราสนใจ (A)
MW. = 136.63	$\text{Mg}_2\text{C}_2\text{O}_4$	Mg (24.31)
MW. = 485.998	K_2PtCl_6	K (16.089)
MW. = 159.688	Fe_2O_3	Fe (55.854)

24

24

ตัวอย่างที่ 5.4

สารผสมระหว่าง K_2SO_4 และ Na_2SO_4 หนัก 0.2300 กรัม ถูกนำมา
ตกตะกอนด้วยสารละลาย $BaCl_2$ ได้ตะกอน $BaSO_4$ หนัก 0.3450 กรัม
จงคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของ K_2SO_4

$$MW. K_2SO_4 = 174.26 \text{ g/mol}$$

$$Na_2SO_4 = 142.04 \text{ g/mol}$$

$$BaSO_4 = 233.38 \text{ g/mol}$$

25

25

ตัวอย่างที่ 5.5

แร่เหล็กตัวอย่างหนัก 5.4637 กรัม นำไปละลายด้วยกรด และ
รีดิวซ์ด้วย SO_2 เพื่อเปลี่ยน Fe^{2+} ให้เป็น Fe^{3+} (A.W. 55.487 g/atom)
จนหมด แล้วต้มไล่ SO_2 นำสารละลาย 5.00 mL ไปไทเทรตกับ
0.2035 mM $KMnO_4$ ปริมาตร 20.55 mL จงคำนวณหาเปอร์เซ็นต์
ของ Fe ในแร่ตัวอย่าง

26

26

ตัวอย่างที่ 5.6

นำโลหะเหล็กมา 1.1324 กรัมละลายกรดไฮโดรคลอริก และเจือจาง
ด้วยน้ำกลั่น แล้วตกตะกอนเหล็ก (III) ด้วยแอมโมเนียได้ตะกอน
 Fe_2O_3 (159.69g/mol) 0.5394 กรัม จงหา
ก. เปอร์เซ็นต์ของเหล็กในตะกอน (Fe; 55.847 g/mol)
ข. เปอร์เซ็นต์ของ Fe_3O_4 (231.54 g/mol) จากตะกอน

FeO : Ferrous Oxide

Fe_2O_3 : Ferric Oxide

Fe_3O_4 : Ferroferric Oxide

27

27

ตัวอย่างที่ 5.7

สารตัวอย่างประกอบด้วย $CaBr_2$ และ $NaBr$ เท่านั้น หนัก
0.4050 กรัมให้ตะกอน $AgBr$ หนัก 0.7500 กรัม
ก. จงหาเปอร์เซ็นต์ของ $NaBr$ ในสารตัวอย่าง
ข. จงหาปริมาณ Ca ที่มีอยู่ในเทอมเปอร์เซ็นต์ของ CaO

28

28

ตัวอย่างที่ 5.8

สารผสมระหว่าง NaCl (58.44 g/mol) และ KCl (74.55 g/mol)หนัก 0.1500 กรัม ถูกนำมาละลายและตกตะกอนให้เป็น K_2PtCl_6 (MW. = 485.998 g/mol)หนัก 0.2627 กรัม จงคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของ Na (A.W. = 22.987 g/atom) ในตัวอย่าง

