

บทที่ 5

การวิเคราะห์โดยน้ำหนัก (gravimetric method)

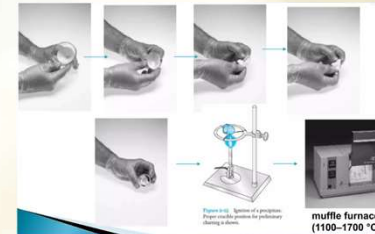


<https://www.slideshare.net/slideshow/gravimetric-method-of-analysis/137784321#2>

1

วัตถุประสงค์

1. ขั้นตอนการวิเคราะห์
2. ขั้นตอนการคำนวณผลวิเคราะห์



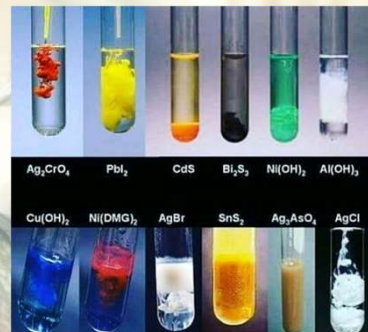
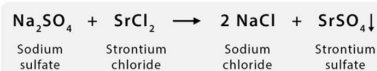
<https://www.slideshare.net/slideshow/gravimetric-method-of-analysis/137784321#2>

2

2

1. การตกตะกอน

Precipitation Reaction Examples



https://www.linkedin.com/posts/priyanshu-kumar-a91772277_formation-chemistry-chemical-activity-7072604684976287746-9Sqi

<https://www.chemistrylearner.com/chemical-reactions/precipitation-reaction>

3

3

1. การตกตะกอน

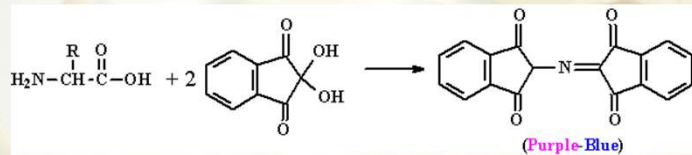
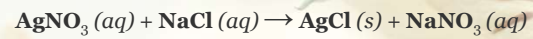
1.1 สมบัติของตะกอน

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

4

4

5. รีเอเจนต์ที่ทำให้เกิดตะกอน ควรมียุณสมบัติเกิดตะกอนกับสารที่ต้องการเท่านั้น เพื่อป้องกันการรบกวนจากสารอื่น

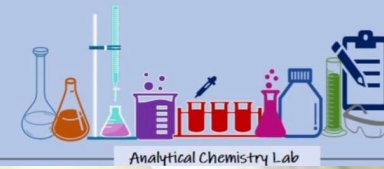


Ninhydrin

5

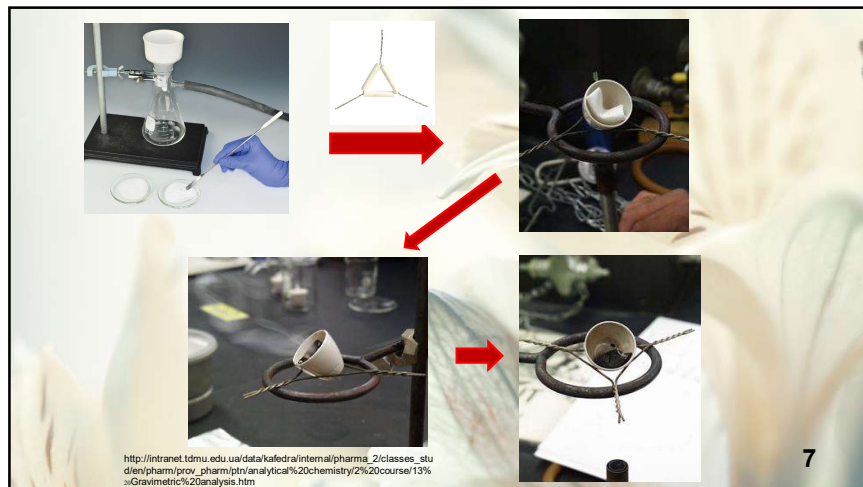
1.2 ขั้นตอนในการวิเคราะห์

Gravimetric Determination of Sulfate



6

6



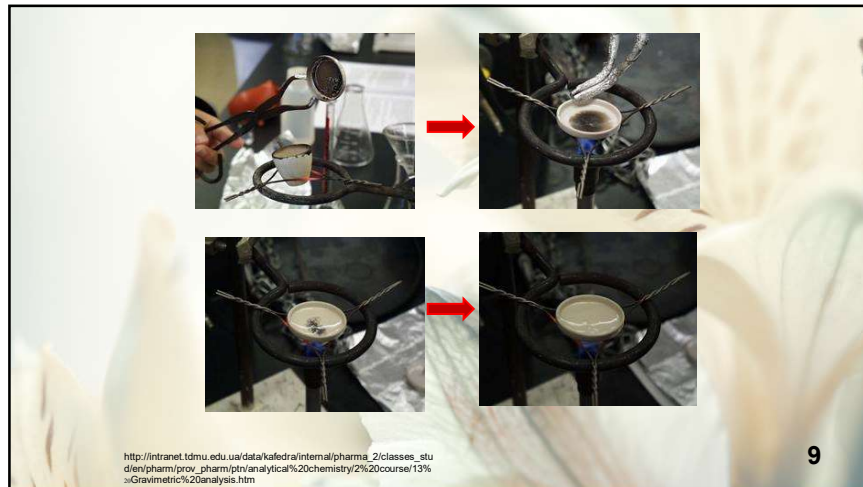
7

7



8

8



9

สรุปขั้นตอนในการวิเคราะห์

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

10

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/1114451/view/crystallization-of-sodium-acetate>

11

11

1.4 วอน ไวมาร์น เรโซ (Von Weimarn Ratio)

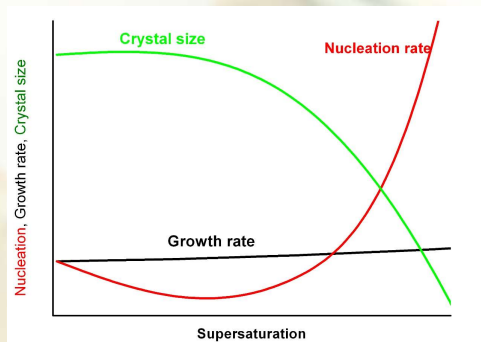
$$\text{Relative supersaturation} = \frac{Q - S}{S}$$

เมื่อ Q คือ ความเข้มข้นเป็นโมลาร์ (molar concentration)
ของสารที่ต้องการตกตะกอน

S คือ ค่าการละลายเป็น โมลาร์ (molar solubility)
ของตะกอน เมื่อตะกอนละลายถึงสมดุล

12

12



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

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

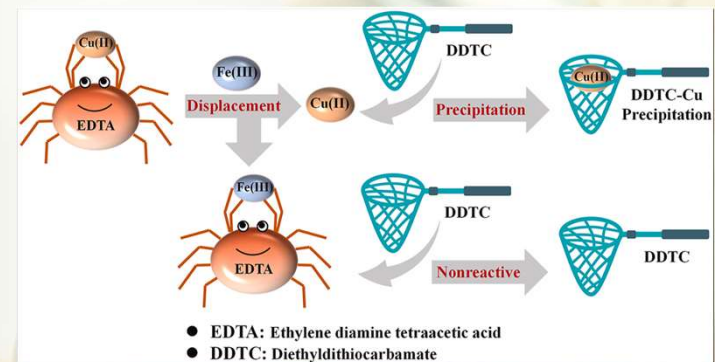
(2.) สารอินทรีย์ที่ใช้ในการตกตะกอน

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+}
Salicylaldoxime	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^-

15

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

15



- EDTA: Ethylene diamine tetraacetic acid
- DDTC: Diethyldithiocarbamate

16

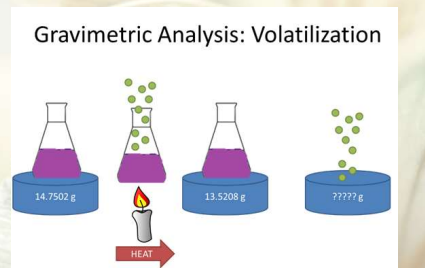
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653522010396>

16

2. วิธีการทำให้ระเหย (Volatilization methods)

วิธีการทดลองสามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

- (1) วิธีตรง (direct method)
- (2) วิธีอ้อม (indirect method)



https://chem.libretexts.org/Ancillary_Materials/Worksheets/Worksheets%3AAnalytical_Chemistry/II/Gravimetric_Analysis_%3A%22Fry-Petit%22

17

17

3. การคำนวณทางวิธีวิเคราะห์โดยน้ำหนัก

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

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

18

18

ตัวอย่างที่ 5.1

จากการตกตะกอน BaSO_4 ในตัวอย่าง 50.00 กรัม ได้ตะกอนหนัก 0.85 กรัม
จงหาเปอร์เซ็นต์ของ BaSO_4

$$\begin{aligned} \% \text{BaSO}_4 &= \frac{\text{น.น. ตะกอน}}{\text{น.น. เริ่มต้น}} \times 100 \\ &= \dots\dots\dots\% \end{aligned}$$

19

19

ตัวอย่างที่ 5.2

จากการแยกสารผสมระหว่างโซเดียมคลอไรด์กับ SiO_2 น้ำหนัก 8.50 กรัม โดยการละลายโซเดียมคลอไรด์และกรองสารละลายโซเดียมคลอไรด์ลงในถ้วยระเหย ได้ผลการทดลองดังตาราง จงหาเปอร์เซ็นต์ของ NaCl และ SiO_2

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

20

20

การหาน้ำหนักสารในรูปของไอออนในตะกอน

กราวิเมตริกแฟคเตอร์ (gravimetric factor)

คือ จำนวนกรัมของสาร A ที่สามารถทำปฏิกิริยาพอดีหรือสมมูลกับ 1 กรัมของตะกอนที่สามารถนำไปชั่งน้ำหนักได้

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

21

21

Al in Al_2O_3

$$\%Al = \frac{\text{wt } Al}{\text{wt } \text{Al}_2\text{O}_3} \times \text{gravimetric factor}^* \times 100$$

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

gwf A : มวลอะตอมของสารที่เราสนใจ

gwf MA : มวลโมเลกุลตะกอน

23

22

Al in Al_2O_3

$$\%Al = \frac{\text{wt } Al}{\text{wt } \text{Al}_2\text{O}_3} \times \text{gravimetric factor}^* \times 100$$

$$\text{Gravimetric factor} = \frac{\text{gwf } Al}{\text{gwf } \text{Al}_2\text{O}_3} \times 2$$

$$\%Al = \frac{\text{wt } Al}{\text{wt } \text{Al}_2\text{O}_3} \times \frac{\text{gfw } Al}{\text{gfw } \text{Al}_2\text{O}_3} \times 2 \times 100$$

24

23

กราวิเมตริกแฟคเตอร์ของ Pb ในตะกอน PbO

วิธีทำ

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

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

Pb ; A.W. = 207.200

PbO; M.W. = 223.199

24

24

ตัวอย่างที่ 5.3

จงคำนวณหากราวีเมตริกแฟคเตอร์ในการเปลี่ยนน้ำหนักของสาร
ในรูปของตะกอน (MA) ไปเป็นน้ำหนักของสารที่เราสนใจ (A) ต่อไปนี้

ตะกอน (MA)	สารที่เราสนใจ (A)
BaCl_2	Cl
BaSO_4	Ba
$\text{Ni}(\text{NH}_3)_6\text{Br}_2$	Ni

25

25

ตัวอย่างที่ 5.4

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

$$\begin{aligned}\text{MW. } \text{K}_2\text{SO}_4 &= 174.26 \text{ g/mol} \\ \text{Na}_2\text{SO}_4 &= 142.04 \text{ g/mol} \\ \text{BaSO}_4 &= 233.38 \text{ g/mol}\end{aligned}$$

26

26

ตัวอย่างที่ 5.5

แร่เหล็กตัวอย่างหนัก **5.4637** กรัม นำไปละลายด้วยกรด และ
รีดิวซ์ด้วย SO_2 เพื่อเปลี่ยน Fe^{2+} ให้เป็น Fe^{3+} จนหมด แล้วต้มไล่ SO_2
นำสารละลายไปไทเทรตกับ 0.2035 M KMnO_4 ปริมาตร 15.55 mL
จงคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของ Fe ในแร่ตัวอย่าง

27

27

ตัวอย่างที่ 5.6

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

$$\begin{aligned}\text{FeO} &: \text{Ferrous Oxide} \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 &: \text{Ferric Oxide} \\ \text{Fe}_3\text{O}_4 &: \text{Ferroferric Oxide}\end{aligned}$$

28

28

ตัวอย่างที่ 5.7

สารตัวอย่างประกอบด้วย CaBr_2 และ NaBr เท่านั้น น้ำหนัก 0.4050 กรัมให้ตะกอน AgBr น้ำหนัก 0.7500 กรัม

ก. จงหาเปอร์เซ็นต์ของ NaBr ในสารตัวอย่าง

ข. จงหาปริมาณ Ca ที่มีอยู่ในเทอมเปอร์เซ็นต์ของ CaO

29

29

ตัวอย่างที่ 5.8

สารผสมระหว่าง NaCl (58.44 g/mol) และ KCl (74.55 g/mol) น้ำหนัก 0.1500 กรัม ถูกนำมาละลายและตกตะกอนให้เป็น K_2PtCl_6 (MW. = 485.998 g/mol) น้ำหนัก 0.2627 กรัม จงคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของ Na ในตัวอย่าง

K_2PtCl_6 1 mol ให้ KCl 2 mol

30

30