

### บทที่ 3 หน่วยทางเคมี (Unit of Chemistry)

#### วัตถุประสงค์

1. หน่วยน้ำหนัก
2. หน่วยความเข้มข้นของสารละลาย
3. การเตรียมสารละลายจากสารของแข็งหรือของเหลวที่มีความเข้มข้นต่างๆ ได้

1

1

|                        |                                     |        |                                               |
|------------------------|-------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|
| atomic number          | 5                                   | 10.811 | atomic weight                                 |
| symbol                 | B                                   |        | acid-base properties of higher-valence oxides |
| electron configuration | [He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>1</sup> |        | crystal structure                             |
| name                   | boron                               |        | physical state at 20 °C (68 °F)               |

The Periodic Table of the Elements

<https://slideplayer.in.th/slide/1004551/>
<https://www.pngegg.com/th/png-xnlyy>

2

2

### หน่วยน้ำหนัก

#### 1. น้ำหนักอะตอม

คือน้ำหนักของธาตุต่างๆ ที่มีจำนวนอะตอมเท่ากับ  $6.02 \times 10^{23}$  ตัว

คือ เลขอวัการ์โด (Avogadro's number)

Li จำนวน  $6.02 \times 10^{23}$  ตัว มีน้ำหนักเท่ากับ  กรัม

3

3

Ca จำนวน  $6.02 \times 10^{23}$  ตัว มีน้ำหนักเท่ากับ  กรัม

Mn จำนวน  $6.02 \times 10^{23}$  ตัว มีน้ำหนักเท่ากับ  กรัม

S จำนวน  $6.02 \times 10^{23}$  ตัว มีน้ำหนักเท่ากับ  กรัม

As จำนวน  $6.02 \times 10^{23}$  ตัว มีน้ำหนักเท่ากับ  กรัม

4

4

## 2. กรัมอะตอม

คือ หน่วยน้ำหนักของธาตุ 1 กรัมอะตอม จะมีค่าเท่ากับน้ำหนักอะตอมของธาตุนั้น

$$\text{no. gaw} = \frac{\text{น้ำหนักธาตุ (g)}}{\text{น้ำหนักอะตอม}}$$

- 1) ชั่งอะลูมิเนียมมา 3.21 กรัม มีน้ำหนักกรัมอะตอมเท่าไร
- 2) อะลูมิเนียมมีน้ำหนักกรัมอะตอมเท่ากับ 0.23 ต้องชั่ง Al มากี่กรัม

5

## 3. น้ำหนักโมเลกุล

คือ น้ำหนักที่ได้จากการนำน้ำหนักของอะตอมแต่ละธาตุในโมเลกุลมารวมกัน

HCl มีน้ำหนักเท่ากับ  กรัม

$\text{Li}_2\text{CO}_3$  มีน้ำหนักเท่ากับ  กรัม

$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  มีน้ำหนักเท่ากับ  กรัม

$\text{Al}(\text{OH})_3$  มีน้ำหนักเท่ากับ  กรัม

6

## 4. กรัมโมเลกุล (mole) ★

คือ หน่วยน้ำหนักของสารประกอบ 1 กรัมต่อน้ำหนักโมเลกุล

$$\text{no. mole} = \frac{\text{น้ำหนักสาร (g)}}{\text{น้ำหนักโมเลกุล}}$$

$$\text{no. m mole} = \frac{\text{น้ำหนักสาร (mg)}}{\text{น้ำหนักโมเลกุล}}$$

7

## จงคำนวณโมลของสารต่อไปนี้

1. NaOH (MW = 40.00 g/mol) ชั่งมา 2.5420 กรัม
2. NaCl (MW = 58.44 g/mol) ชั่งมา 0.5820 กรัม
3. EDTA (MW= 292.24 g/mol) ชั่งมา 1.2500 กรัม
4. Potassium hydrogen phthalate; KHP  
(MW= 204.22 g/mol) ชั่งมา 2.5000 กรัม

8

### 5. น้ำหนักสูตร

คือ น้ำหนักของสารจากสูตรอย่างง่าย เช่น สารประกอบไอออนิก หรือสารพอลิเมอร์ หรือสารที่มีโครงสร้างผลึก

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  มีน้ำหนัก = ..... กรัม

$\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  มีน้ำหนัก = ..... กรัม

$\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_8\text{Na}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  มีน้ำหนัก = ..... กรัม

Ethylenediaminetetraacetic acid; EDTA

9

9

### 6. กรัมน้ำหนักสูตร

คือ หน่วยน้ำหนักของสารประกอบที่ 1 กรัมน้ำหนักสูตรจะมีค่าเท่ากับน้ำหนักสูตรของสารประกอบนั้น ๆ

$$\text{no. gfw} = \frac{\text{น้ำหนักสาร (g)}}{\text{น้ำหนักสูตร}}$$

10

10

### 7. น้ำหนักสมมูล ★

คือ น้ำหนักสูตรหารด้วยเลขออกซิเดชัน (Oxidation state) ที่เปลี่ยนไปในปฏิกิริยารีดอกซ์ น้ำหนักสมมูลจะมีค่าเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาเป็นชนิดใด

1.  $\text{HNO}_3$  :nitric acid (MW=.....) น้ำหนักสมมูลเท่ากับ .....

2.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  :sulfuric acid (MW=.....) น้ำหนักสมมูลเท่ากับ .....

3.  $\text{H}_3\text{PO}_4$  :phosphoric acid (MW=.....) น้ำหนักสมมูลเท่ากับ .....

11

11

### 8. กรัมสมมูล

คือ หน่วยน้ำหนักของสารประกอบที่ 1 กรัมสมมูลจะมีค่าเท่ากับน้ำหนักสมมูลของสารประกอบนั้น ๆ

$$\text{no. gmE} = \frac{\text{น้ำหนักสาร(g)}}{\text{น้ำหนักสมมูล(eq.wt)}}$$

2 กรัมสมมูลของ  $\text{HNO}_3$  มีค่าเท่ากับ .....

3 กรัมสมมูลของ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  มีค่าเท่ากับ .....

12

12

## สรุป หน่วยน้ำหนัก

1. น้ำหนักอะตอม คู่กับ กรัมอะตอม
2. น้ำหนักโมเลกุล คู่กับ กรัมโมเลกุล (mole)
3. น้ำหนักสูตร (ไอออนิก) คู่กับ กรัมน้ำหนักสูตร
4. น้ำหนักสมมูล คู่กับ กรัมสมมูล (สารละลายกรด)

13

## แบบฝึกหัด

### 1. จงหาจำนวนกรัมน้ำหนักโมเลกุล (mole)

1.1) 3.25 กรัม NaOH

1.2) 2.45 กรัม EDTA

### 2. จงหาจำนวนกรัมของสารต่อไปนี้

2.1) 0.25 โมลของ KHP

2.2) 0.15 โมลของ  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 

14

13

14

## หน่วยความเข้มข้น

### 1. โมลาร์ (Molarity : M)

คือ จำนวนโมลของสารประกอบในสารละลายปริมาตร 1 ลิตร  
หรือจำนวนมิลลิโมลของสารประกอบที่มีอยู่ในสารละลาย 1 mL

$$M = \frac{\text{no. mole}}{\text{dm}^3} = \frac{\text{no. mmole}}{\text{cm}^3}$$

15

### ตัวอย่างที่ 3.1

จงเตรียมสารละลาย EDTA (M.W.= 372.24 g/mole;  
%assay = 99.0%) เข้มข้น 2.50 M ในปริมาตร 100.00 มล.

### ตัวอย่างที่ 3.2

จงหาความเข้มข้นของ EDTA เมื่อชั่งสารมา 4.2450 กรัม ละลายใน  
น้ำ 10.00 มล.

### ตัวอย่างที่ 3.3

จงเตรียมสารละลาย KHP (M.W.= 204.28 g/mole; %assay =  
99.8%) เข้มข้น 1.50 M ในปริมาตร 250.00 มล.

16

15

16

## 2. โมลาล (molality)

คือ หน่วยความเข้มข้นที่แสดงในเทอมของจำนวนโมลของตัวถูกละลายต่อตัวทำละลายหนึ่งกิโลกรัม สารละลายที่มีความเข้มข้นเป็นโมลาลิตี้ จะเรียกว่าสารละลายโมลาล (Molal solution)

$$m = \frac{n \text{ (จำนวนโมลของตัวถูกละลาย)}}{\text{Kg (กิโลกรัมของตัวทำละลาย)}}$$

17

## 3. ฟอर्मาลิตี้ (Formality, F)

คือ จำนวนกรัมน้ำหนักสูตรของสารที่มีอยู่ในสารละลายปริมาตร 1 ลบ.คม.สารละลายที่มีความเข้มข้นเป็นฟอर्मาลิตี้ จะเรียกว่าสารละลายฟอर्मอล

$$F = \frac{\text{กรัมน้ำหนักสูตร}}{\text{ปริมาตร}}$$

18

## 4. นอร์มาลิตี้ (Normality, N)

คือ จำนวนกรัมสมมูลของสารละลาย 1 ลบ.คม. หรือ จำนวนมิลลิกรัมสมมูลในสารละลาย 1 ลบ.ชม.

$$N = \frac{\text{no. gE}}{\text{dm}^3} = \frac{\text{no. mgE}}{\text{cm}^3}$$

19

### ตัวอย่างที่ 3.4

จงเตรียมสารละลาย  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (MW .....g/mole) เข้มข้น 0.20 N ในปริมาตร 500 มล.

### ตัวอย่างที่ 3.5

จงเตรียมสารละลาย  $\text{HNO}_3$  (MW .....g/mole) เข้มข้น 1.50 N ในปริมาตร 100 มล.

### ตัวอย่างที่ 3.6

จงเตรียมสารละลาย  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (MW .....g/mole) เข้มข้น 0.20 N ในปริมาตร 250 มล.

20

### 5. ความเข้มข้นเป็นเปอร์เซ็นต์ (Percentage concentration)

สามารถคิดได้ 3 แบบ

$$5.1 \text{ weight percent (w/w)} = \frac{\text{มวลตัวถูกละลาย} \times 100}{\text{มวลตัวทำละลาย}}$$

$$5.2 \text{ volume percent (v/v)} = \frac{\text{ปริมาตรตัวถูกละลาย} \times 100}{\text{ปริมาตรตัวทำละลาย}}$$

$$5.3 \text{ weight volume percent (w/v)} = \frac{\text{มวลตัวถูกละลาย} \times 100}{\text{ปริมาตรตัวทำละลาย}}$$

21

### แบบทดสอบ

1. เมื่อนำโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) 10.25 กรัม ละลายในน้ำ 80.50 กรัม จงคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ในหน่วยร้อยละโดยมวล
2. เมื่อนำโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 1.6500 กรัม ละลายในน้ำ 70 มล. จงคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ในหน่วยร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร

22

$$M = \frac{10 \times P(w/v)}{M.W.}$$

$$M = \frac{10 \times P(w/w)d}{M.W.}$$

เมื่อ d = ความหนาแน่นของสารละลาย

$$M = \frac{10 \times P(v/v)D}{M.W.}$$

เมื่อ D = ความหนาแน่นของตัวถูกละลาย

23

### ตัวอย่างที่ 3.8

จงหาความเข้มข้นของสารต่อไปนี้

(1)  $\text{KMnO}_4$  ; 85% (w/v) MW.= 158.034 g/mol

(2) Ethanol ; 70% (v/v) ; specific 0.8, MW.= 46.069 g/mol

(3) Acetonitrile ; 98.5% (v/v) ; specific 0.783, MW.= 41.053 g/mol

(4) Methanol ; 80% (v/v) ; specific 0.59, MW.= 32.04 g/mol

24

**ตัวอย่างที่ 3.9**

จงเตรียมสารละลายโพแทสเซียมไอออน ( $K^+$ ) เข้มข้น 0.15 M ในปริมาตร 100 มล. จาก  $KNO_3$  มวลโมเลกุลเท่ากับ 101.1032 g/mol

A.W. K = 39.098 / A.W. N = 14.01 / A.W. O = 15.99

**ตัวอย่างที่ 3.10**

จงเตรียมสารละลายแบเรียมไอออน ( $Ba^{2+}$ ) เข้มข้น 1.20 M ในปริมาตร 50.00 มล. จาก  $BaSO_4$  มวลโมเลกุลเท่ากับ 233.38 g/mol

A.W. Ba = 137.33 / A.W. S = 32.065 / A.W. O = 15.99

25

25

**6. จำนวนส่วนในล้านส่วน (parts per million)**

สำหรับสารที่เจือจางมาก ๆ จะใช้หน่วยความเข้มข้นเป็น  
จำนวนส่วนในล้านส่วน (ppm)

$$\text{ppm} = \frac{\text{wt. of solute} \times 10^6}{\text{wt. of solution}} = \text{mg/L}$$

$$\text{ppb} = \frac{\text{wt. of solute} \times 10^9}{\text{wt. of solution}} = \mu\text{g/L}$$

26

26

**ตัวอย่างที่ 3.11**

1. เตรียมสาร 0.50 ppm :
2. เตรียมสาร 50 ppm : ในตัวทำละลาย 10 ml
3. เตรียมสาร 100 ppm : ในตัวทำละลาย 50 ml
4. เตรียมสาร 25 ppm : ในตัวทำละลาย 500 ml

27

27

**ตัวอย่างที่ 3.12**

1. เตรียมสาร 15 ppb : ในตัวทำละลาย 2.50 L
2. เตรียมสาร 4.00 ppb : ในตัวทำละลาย 10 mL
3. เตรียมสาร 200 ppb : ในตัวทำละลาย 100 ml
4. เตรียมสาร  $5.80 \times 10^{-3}$  ppb : ในตัวทำละลาย 50 ml

28

28

### สรุปหน่วยความเข้มข้น

$$1. \text{ Molar (M)} = \frac{\text{mole}}{L} = \frac{\left(\frac{g}{MW}\right)}{1000mL}$$

$$2. \text{ Formality (F)} = \frac{gfw}{L} = \frac{\left(\frac{g}{fw}\right)}{L}$$

$$3. \text{ Normality (N)} = \frac{gE}{L} = \frac{\left(\frac{g}{MW}\right)}{L} \left(\frac{\text{oxidation}}{L}\right)$$

29

### สรุปหน่วยความเข้มข้น

$$4. \%(\text{w/w}), \%(\text{w/v}), \%(\text{v/v})$$

$$5. \text{ ppm} = \frac{mg}{L} = \frac{10^{-3} g}{L}$$

$$6. \text{ ppb} = \frac{\mu g}{L} = \frac{10^{-6} g}{L}$$

30

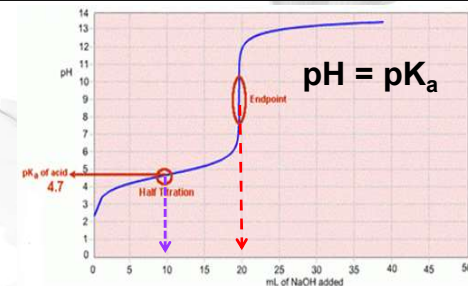
+ ส่วนใหญ่เราจะรู้จัก p - function ในรูปของ pH ซึ่ง  
จะหมายถึง  $-\log [\text{concentration}]$

$$\blacksquare \quad pX = -\log [X]$$

$$\blacksquare \quad pH = -\log [H^+]$$

$$\blacksquare \quad pOH = -\log [OH^-]$$

31



$$pK_a = -\log K_a \quad 4.70 = -\log K_a$$

$$K_a = \dots\dots\dots$$

32

