บทที่ 3 หน่วยทางเคมี

(Unit of Chemistry)

วัตถุประสงค์

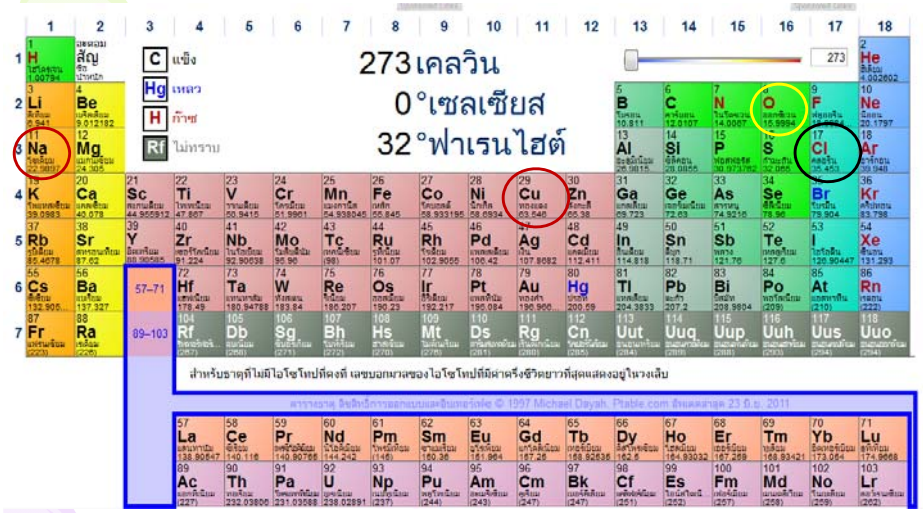
1. หน่วยน้ำหนัก
2. หน่วยความเข้มข้นของสารละลาย
3. สามารถเตรียมสารละลายจากสารของแข็ง หรือของเหลวที่ความเข้มข้นต่างๆ ได้

หน่วยน้ำหนัก

1. น้ำหนักอะตอม คือน้ำหนักของธาตุต่าง ๆ ที่มีจำนวนอะตอมเท่ากับ 6.02×10^{23} ตัว

6.02×10^{23} คือ เลขอโวการ์โด (Avogardo's number)

Ca จำนวน 6.02×10^{23} ตัว มีน้ำหนักเท่ากับ ☐ กรัม



http://shawaphon.files.wordpress.com/2011/08/e0b895e0b8b2e0b8a3e0b8b2e0b887e0b898e0b8b2e0b895e0b8b8-e0b984e0b8a1e0b988e0b897e0b8a3e0b8b2e0b89a.png

Cd จำนวน 6.02×10^{23} ตัว มีน้ำหนักเท่ากับ ☐ กรัม

Fe จำนวน 6.02×10^{23} ตัว มีน้ำหนักเท่ากับ ☐ กรัม

Br จำนวน 6.02×10^{23} ตัว มีน้ำหนักเท่ากับ ☐ กรัม

S จำนวน 6.02×10^{23} ตัว มีน้ำหนักเท่ากับ ☐ กรัม

★ 2. กรัมอะตอม

คือ หน่วยน้ำหนักของธาตุ 1 กรัมอะตอม จะมีค่าเท่ากับน้ำหนักอะตอมของธาตุนั้น

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

★ 3. น้ำหนักโมเลกุล

N_2 จำนวน 6.02×10^{23} ตัว มีน้ำหนักเท่ากับ ☐ กรัม

Cl_2 จำนวน 6.02×10^{23} ตัว มีน้ำหนักเท่ากับ ☐ กรัม

KOH จำนวน 6.02×10^{23} ตัว มีน้ำหนักเท่ากับ ☐ กรัม

C_2H_5OH จำนวน 6.02×10^{23} ตัว มีน้ำหนักเท่ากับ ☐ กรัม

★ 4. กรัมโมเลกุล

คือ น้ำหนักที่ได้จากการนำน้ำหนักของอะตอมแต่ละธาตุในโมเลกุลมารวมกัน

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

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

★ 5. น้ำหนักสูตร

คือ น้ำหนักของสารต่าง ๆ ที่มีจำนวน 6.02×10^{23} ตัว ซึ่งสามารถคิดได้จากน้ำหนักอะตอมของธาตุต่าง ๆ ในสูตรเคมีของสารประกอบนั้น ๆ มารวมกัน เช่น

$H_2C_2O_4.2H_2O$ จำนวน 6.02×10^{23} ตัว มีน้ำหนัก = 126.066 กรัม

$Na_2B_4O_7.10H_2O$ จำนวน 6.02×10^{23} ตัว มีน้ำหนัก = 381.372 กรัม

★ 6. กรัมน้ำหนักสูตร

คือ หน่วยน้ำหนักของสารประกอบที่ 1 กรัมน้ำหนักสูตรจะมีค่าเท่ากับน้ำหนักสูตรของสารประกอบนั้น ๆ

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

★ 7. น้ำหนักสมมูล

คือ น้ำหนักสูตรหารด้วยเลขออกซิเดชัน (Oxidation state) ที่เปลี่ยนไปในปฏิกิริยารีดอกซ์ น้ำหนักสมมูลจะมีค่าเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาเป็นชนิดใด

H_3PO_4 น้ำหนักสมมูลเท่ากับ 32.67
H_2PO_4 น้ำหนักสมมูลเท่ากับ 48.50
HNO_3 น้ำหนักสมมูลเท่ากับ 63.00

★ 8. กรัมสมมูล

คือ หน่วยน้ำหนักของสารประกอบที่ 1 กรัมสมมูลจะมีค่าเท่ากับน้ำหนักสมมูลของสารประกอบนั้น ๆ

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

สรุป หน่วยน้ำหนัก

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

แบบฝึกหัด

1. จงหากรัมอะตอมของธาตุต่อไปนี้

1.1 ชั่งเหล็ก (Fe) มา 1.5250 กรัม

1.2 ชั่งแทนทาลัม (Ta) มา 28.50 กรัม

1.3 ชั่งวาเนเดียม (V) มา 0.8880 กรัม

2. จงหากรัมโมเลกุล (mole) ของสารต่อไปนี้

2.1 ชั่งสาร NaOH (40 g/mol) มา 2.00 กรัม

2.2 ชั่งสาร KHP (204.28 g/mol) มา 0.5500 กรัม

★ หน่วยความเข้มข้น ★

1. โมลาร์ (Molarity : M)

คือ จำนวนโมลของสารประกอบที่มีอยู่ในสารละลายปริมาตร 1 ลบ.ดม.หรือจำนวนมิลลิโมลของสารประกอบที่มีอยู่ในสารละลาย 1 ลบ.ดม.

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

ตัวอย่างที่ 3.1

จงเตรียมสารละลาย NH_4Cl เข้มข้น 1.0 M ในปริมาตร 250 มล.

ตัวอย่างที่ 3.2

จงเตรียมสารละลาย NaOH เข้มข้น 1.5 M ในปริมาตร 100 มล.

ตัวอย่างที่ 3.3

จงเตรียมสารละลาย KHP (MW 204.28 g/mole; %assay = 99.8%) เข้มข้น 0.012 M ในปริมาตร 500 มล.

2. โมแลล (Molality, m)

คือ หน่วยความเข้มข้นที่แสดงในเทอมของจำนวนโมลของตัวถูกละลายต่อตัวทำละลายหนึ่งกิโลกรัม สารละลายที่มีความเข้มข้นเป็นโมแลลิตี จะเรียกว่าสารละลายโมแลล (Molal solution)

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

3. ฟอร์มาลิตี (Formality, F)

คือ จำนวนกรัมน้ำหนักสูตรของสารที่มีอยู่ในสารละลายปริมาตร 1 ลบ.ดม.สารละลายที่มีความเข้มข้นเป็นฟอร์มาลิตี จะเรียกว่าสารละลายฟอร์มอล (Formal solution)

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

4. นอร์มาลิตี (Normality, N)

คือ จำนวนกรัมสมมูลของสารละลาย 1 ลบ.ดม. หรือ จำนวนมิลลิกรัมสมมูลในสารละลาย 1 ลบ.ซม.

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

ตัวอย่างที่ 3.4

จงเตรียมสารละลาย H_2SO_4 (MW .....g/mole) เข้มข้น 0.50 N ในปริมาตร 100 มล.

ตัวอย่างที่ 3.5

จงเตรียมสารละลาย HNO_3 (MW .....g/mole) เข้มข้น 0.025 N ในปริมาตร 2500 มล.

ตัวอย่างที่ 3.6

จงเตรียมสารละลาย H_3PO_4 (MW .....g/mole) เข้มข้น 0.010 N ในปริมาตร 100 มล.

5. ความเข้มข้นเป็นเปอร์เซ็นต์ (Percentage concentration)

สามารถคิดได้ 3 แบบ

5.1 weight percent (w/w) $= \frac{\text{wt. of solute x 100}}{\text{wt. of solution}}$

5.2 volume percent (v/v) $= \frac{\text{volume of solute x 100}}{\text{volume of solution}}$

5.3 weight volume percent (w/v) $= \frac{\text{wt. of solute x 100}}{\text{volume of solution}}$

$$M = \frac{10xP(w/v)}{MW.}$$

$$M = \frac{10xP(w/w)d}{MW.}$$

เมื่อ d = ความหนาแน่นของสารละลาย

$$M = \frac{10xP(v/v)D}{MW.}$$

เมื่อ D = ความหนาแน่นของตัวถูกละลาย

ตัวอย่างที่ 3.8

จงหาความเข้มข้นของกรดต่อไปนี้

(1) HNO_3 ; 63.01 g/mole, d = 1.5129 g/ml, 68%

(2) HCl ; 36.45 g/mole, d = 1.18 g/ml, 38%

(3) H_2SO_4 ; 98.079 g/mole, d = 1.84 g/ml, 98%

ตัวอย่างที่ 3.9

จงเตรียมสารละลายแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) เข้มข้น 0.15 M จาก $Ca(NO_3)_2$ มวลโมเลกุลเท่ากับ 164.088 g/mol

AW. Ca = 40.08
AW. N = 14.01
AW. O = 15.99

ตัวอย่างที่ 3.10

จงเตรียมสารละลายแบเรียมไอออน (Ba^{2+}) เข้มข้น 1.50 M จาก $BaCl_2$ มวลโมเลกุลเท่ากับ 208.23 g/mol

6. จำนวนส่วนในล้านส่วน (parts per million)

สำหรับสารที่เจือจางมากๆ จะใช้หน่วยความเข้มข้นเป็นจำนวนส่วนในล้านส่วน (ppm)

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

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

ตัวอย่างที่ 3.11

เตรียมสาร 25 ppm : ชั่งสารมา 25 mg ละลายในตัวทำละลาย 1 L

เตรียมสาร 250 ppm : ชั่งสารมา ….mg ละลายในตัวทำละลาย 1 L

เตรียมสาร 1000 ppm : ชั่งสารมา …. mg ละลายในตัวทำละลาย 10 ml

เตรียมสาร 12 ppm : ชั่งสารมา ….mg ละลายในตัวทำละลาย 50 ml

ตัวอย่างที่ 3.12

เตรียมสาร 50 ppb : ชั่งสารมา 50 µg ละลายในตัวทำละลาย 1 L

เตรียมสาร 3 ppb : ชั่งสารมา ….µg ละลายในตัวทำละลาย 50 mL

เตรียมสาร 300 ppb : ชั่งสารมา …. µg ละลายในตัวทำละลาย 10 ml

เตรียมสาร 85 ppb : ชั่งสารมา ….µg ละลายในตัวทำละลาย 250 ml

สรุปหน่วยความเข้มข้น

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

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

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

สรุปหน่วยความเข้มข้น

4. %(w/w), %(w/v), %(v/v)

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

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

ส่วนใหญ่เราจะรู้จัก p – function ในรูปของ pH ซึ่งจะหมายถึง – log [concentration]

- $pX = - \log[X]$
- $pH = - \log[H^+]$
- $pOH = - \log[OH^-]$

ตัวอย่างที่ 3.13 จงคำนวณ p – function ของไอออนแต่ละชนิดในสารละลาย 2.00×10^{-6} M NaCl และ 3.50×10^{-8} M HCl

$pH = - \log[H^+] = - \log (3.50 \times 10^{-8})$

$= 8 - 0.54 = 7.456$

$pNa = - \log[Na^+] = - \log (2.00 \times 10^{-6})$

$= 6 - 0.301 = 5.699$ #

สำหรับ Cl^- ต้องรวมความเข้มข้นของสารทั้งสองแล้วค่อยคำนวณหา p – function

$[Cl^-] = 2.00 \times 10^{-6}$ M + 3.50×10^{-8} M = ...M

$pCl = - \log[Cl^-] = - \log (\ldots\ldots\ldots\ldots)$

$= \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$ #