

# บทที่ 3 หน่วยทางเคมี

## (Unit of Chemistry)

### วัตถุประสงค์

1. หน่วยน้ำหนัก
2. หน่วยความเข้มข้นของสารละลาย
3. สามารถเตรียมสารละลายจากสารของแข็งหรือของเหลวที่ความเข้มข้นต่างๆ ได้



★ หน่วยน้ำหนัก ★

★ 1. น้ำหนักอะตอม คือน้ำหนักของธาตุต่าง ๆ ที่มี  
จำนวนอะตอมเท่ากับ  $6.02 \times 10^{23}$  ตัว

$6.02 \times 10^{23}$  คือ เลขอโวการ์โด ( Avogadro's number )

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



Sponsored Links

Sponsored Links

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 <b>H</b> ไฮโดรเจน 1.00794	อะตอม ลิเทียม ชื่อ น้ำหนัก																2 <b>He</b> ฮีเลียม 4.002602
3 <b>Li</b> ลิเทียม 6.941	4 <b>Be</b> เบริลเลียม 9.012182																
11 <b>Na</b> โซเดียม 22.9897	12 <b>Mg</b> แมกนีเซียม 24.305																
19 <b>K</b> โพแทสเซียม 39.0983	20 <b>Ca</b> แคลเซียม 40.078	21 <b>Sc</b> สแกนเดียม 44.955912	22 <b>Ti</b> ไทเทเนียม 47.867	23 <b>V</b> วานาเดียม 50.9415	24 <b>Cr</b> โครเมียม 51.9961	25 <b>Mn</b> แมงกานีส 54.938045	26 <b>Fe</b> เหล็ก 55.845	27 <b>Co</b> โคบอลต์ 58.933195	28 <b>Ni</b> นิกเกิล 58.6934	29 <b>Cu</b> ทองแดง 63.546	30 <b>Zn</b> สังกะสี 65.38	31 <b>Ga</b> แกเลียม 69.723	32 <b>Ge</b> เจอร์เมเนียม 72.63	33 <b>As</b> สารหนู 74.9216	34 <b>Se</b> ซีลีเนียม 78.96	35 <b>Br</b> โบรมีน 79.904	36 <b>Kr</b> คริปทอน 83.798
37 <b>Rb</b> รูบิเดียม 85.4678	38 <b>Sr</b> สตรอนเทียม 87.62	39 <b>Y</b> อิตเทรียม 88.90585	40 <b>Zr</b> เซอร์โคเนียม 91.224	41 <b>Nb</b> ไนโอเบียม 92.90638	42 <b>Mo</b> โมลิบดีนัม 95.96	43 <b>Tc</b> เทคนีเชียม (98)	44 <b>Ru</b> รูทีเนียม 101.07	45 <b>Rh</b> โรเดียม 102.9055	46 <b>Pd</b> แพลเลเดียม 106.42	47 <b>Ag</b> เงิน 107.8682	48 <b>Cd</b> แคดเมียม 112.411	49 <b>In</b> อินเดียม 114.818	50 <b>Sn</b> ดีบุก 118.71	51 <b>Sb</b> พลวง 121.76	52 <b>Te</b> เทลลูเรียม 127.6	53 <b>I</b> ไอโอดีน 126.90447	54 <b>Xe</b> ซีนอน 131.293
55 <b>Cs</b> ซีเซียม 132.905...	56 <b>Ba</b> แบเรียม 137.327	57-71	72 <b>Hf</b> แฮฟเนียม 178.49	73 <b>Ta</b> แทนทาลัม 180.94788	74 <b>W</b> ทังสเตน 183.84	75 <b>Re</b> รีเนียม 186.207	76 <b>Os</b> ออสเมียม 190.23	77 <b>Ir</b> อิริเดียม 192.217	78 <b>Pt</b> แพลทินัม 195.084	79 <b>Au</b> ทองคำ 196.966...	80 <b>Hg</b> ปรอท 200.59	81 <b>Tl</b> เทลลูเรียม 204.3833	82 <b>Pb</b> ตะกั่ว 207.2	83 <b>Bi</b> บิสมัท 208.9804	84 <b>Po</b> พอลโลเนียม (209)	85 <b>At</b> แอสทาทีน (210)	86 <b>Rn</b> เรดอน (222)
87 <b>Fr</b> แฟรนเซียม (223)	88 <b>Ra</b> เรเดียม (226)	89-103	104 <b>Rf</b> รัฟเทอร์ฟอร์เดียม (261)	105 <b>Db</b> ดubenium (268)	106 <b>Sg</b> ซีบอร์เกียม (271)	107 <b>Bh</b> โบห์เรียม (272)	108 <b>Hs</b> ฮาสดเนียม (270)	109 <b>Mt</b> ไมต์เนเรียม (278)	110 <b>Ds</b> ดาร์สเตกฮายม์ (281)	111 <b>Rg</b> เร็นด์แกม (280)	112 <b>Cn</b> ซินบอร์เกียม (285)	113 <b>Uut</b> อูอันนุเทรียม (284)	114 <b>Uuq</b> อูแควกควิเดียม (289)	115 <b>Uup</b> อูแปนงกควิเดียม (288)	116 <b>Uuh</b> อูแฮกควิเดียม (293)	117 <b>Uus</b> อูแซนงกควิเดียม (294)	118 <b>Uuo</b> อูอูเอกควิเดียม (294)

273 เคลวิน  
0° เซลเซียส  
32° ฟาเรนไฮต์



- C** แข็ง
- Hg** เหลว
- H** ก๊าซ
- Rf** ไม่ทราบ

สำหรับธาตุที่ไม่มีไอโซโทปที่คงที่ เลขบอกมวลของไอโซโทปที่มีค่าครึ่งชีวิตยาวที่สุดแสดงอยู่ในวงเล็บ

ตารางธาตุ ลิขสิทธิ์การออกแบบและอินเทอร์เน็ต © 1997 Michael Dayah. Ptable.com อัปเดตล่าสุด 23 มิ.ย. 2011

57 <b>La</b> แลนทานานัม 138.90547	58 <b>Ce</b> ซีเรียม 140.116	59 <b>Pr</b> พรซีโอดิเมียม 140.90765	60 <b>Nd</b> นีโอดิเมียม 144.242	61 <b>Pm</b> โพรมิเทียม (145)	62 <b>Sm</b> ซามาเรียม 150.36	63 <b>Eu</b> ยูโรเปียม 151.964	64 <b>Gd</b> แกโดลิเนียม 157.25	65 <b>Tb</b> เทอร์บียม 158.92535	66 <b>Dy</b> ดิสโพรเซียม 162.5	67 <b>Ho</b> โฮลมีเนียม 164.93032	68 <b>Er</b> เออร์เบียม 167.259	69 <b>Tm</b> ทูลิเมียม 168.93421	70 <b>Yb</b> อิตเทอร์บียม 173.054	71 <b>Lu</b> ลูทีเทียม 174.9668
89 <b>Ac</b> แอกทิเนียม (227)	90 <b>Th</b> ทอเรียม 232.03806	91 <b>Pa</b> ปาราทังเนียม 231.03588	92 <b>U</b> ยูเรเนียม 238.02891	93 <b>Np</b> เนปทูเนียม (237)	94 <b>Pu</b> พลูโทเนียม (244)	95 <b>Am</b> อะเมริเซียม (243)	96 <b>Cm</b> คูริียม (247)	97 <b>Bk</b> เบอริลเลียม (247)	98 <b>Cf</b> แคลิฟอร์เนียม (251)	99 <b>Es</b> ไอเอสไตน์... (252)	100 <b>Fm</b> เฟรมเมียม (257)	101 <b>Md</b> แมนดลิวีเยียม (258)	102 <b>No</b> โนบิเลียม (259)	103 <b>Lr</b> ลอเรนเซียม (262)





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

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

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

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



## ★ 2. กรัมอะตอม

คือ หน่วยน้ำหนักของธาตุ 1 กรัมอะตอม จะมีค่าเท่ากับน้ำหนักอะตอมของธาตุนั้น

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



### ★ 3. น้ำหนักโมเลกุล

$N_2$  จำนวน  $6.02 \times 10^{23}$  ตัว มีน้ำหนักเท่ากับ  กรัม

$Cl_2$  จำนวน  $6.02 \times 10^{23}$  ตัว มีน้ำหนักเท่ากับ  กรัม

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

$C_2H_5OH$  จำนวน  $6.02 \times 10^{23}$  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  $6.02 \times 10^{23}$  ตัว ซึ่งสามารถคิดได้จากน้ำหนักอะตอมของธาตุต่าง ๆ ในสูตรเคมีของสารประกอบนั้น ๆ มารวมกัน เช่น

$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  จำนวน  $6.02 \times 10^{23}$  ตัว มีน้ำหนัก = **126.066** กรัม

$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  จำนวน  $6.02 \times 10^{23}$  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

$\text{H}_3\text{PO}_4$	น้ำหนักสมมูลเท่ากับ	32.67
$\text{H}_2\text{PO}_4$	น้ำหนักสมมูลเท่ากับ	48.50
$\text{HNO}_3$	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 ชั่งวานาเดียม (V) มา 0.8880 กรัม

2. จงหากรัมโมเลกุล (mole) ของสารต่อไปนี้

2.1 ชั่งสาร NaOH ( 40 g/mol) มา 32.00 กรัม

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



## ★ หน่วยความเข้มข้น ★

### 1. โมลาร์ (Molarity : M)

คือ จำนวนโมลของสารประกอบที่มีอยู่ในสารละลาย ปริมาตร 1 ลบ.คม.หรือจำนวนมิลลิโมลของสารประกอบที่มีอยู่ในสารละลาย 1 ลบ.คม.

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



### ตัวอย่างที่ 3.1

จงเตรียมสารละลาย  $\text{NH}_4\text{Cl}$  เข้มข้น 1.0 M ใน ปริมาตร 250 มล.

### ตัวอย่างที่ 3.2

จงเตรียมสารละลาย  $\text{NaOH}$  เข้มข้น 1.5 M ใน ปริมาตร 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)

คือ หน่วยความเข้มข้นที่แสดงในเทอมของจำนวนโมลของตัวถูกละลายต่อตัวทำละลายหนึ่งกิโลกรัม สารละลายที่มีความเข้มข้นเป็นโมแลลิตี จะเรียกว่าสารละลายโมแลล (Molal solution)

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





### 3. ฟอर्मาลิตี (Formality, F)

คือ จำนวนกรัมน้ำหนักสูตรของสารที่มีอยู่ในสารละลาย ปริมาตร 1 ลบ.คม.สารละลายที่มีความเข้มข้นเป็น ฟอर्मาลิตี จะเรียกว่าสารละลายฟอर्मอล (Formal solution)

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



## 4. นอร์มาลิตี (Normality, N)

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

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



### ตัวอย่างที่ 3.4

จงเตรียมสารละลาย  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (MW .....g/mole)  
เข้มข้น 0.50 N ในปริมาตร 100 มล.

### ตัวอย่างที่ 3.5

จงเตรียมสารละลาย  $\text{HNO}_3$  (MW .....g/mole)  
เข้มข้น 0.025 N ในปริมาตร 2500 มล.

### ตัวอย่างที่ 3.6

จงเตรียมสารละลาย  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (MW .....g/mole)  
เข้มข้น 0.010 N ในปริมาตร 100 มล.



## 5. ความเข้มข้นเป็นเปอร์เซ็นต์ (Percentage concentration)

สามารถคิดได้ 3 แบบ

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

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

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



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

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

เมื่อ  $d$  = ความหนาแน่นของสารละลาย

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

เมื่อ  $D$  = ความหนาแน่นของตัวถูกละลาย



## ตัวอย่างที่ 3.8

☐ จงหาความเข้มข้นของกรดต่อไปนี้

(1)  $\text{HNO}_3$  ; 63.01 g/mole,  $d = 1.5129$  g/ml, 68%

(2)  $\text{HCl}$  ; 36.45 g/mole,  $d = 1.18$  g/ml, 38%

(3)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ; 98.079 g/mole,  $d = 1.84$  g/ml, 98%



### ตัวอย่างที่ 3.9

จงเตรียมสารละลายแคลเซียมไอออน ( $\text{Ca}^{2+}$ ) เข้มข้น 0.15 M  
จาก  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  มวลโมเลกุลเท่ากับ 164.088 g/mol

AW. Ca = 40.08

AW. N = 14.01

AW. O = 15.99

### ตัวอย่างที่ 3.10

จงเตรียมสารละลายแบเรียมไอออน ( $\text{Ba}^{2+}$ ) เข้มข้น 1.50 M  
จาก  $\text{BaCl}_2$  มวลโมเลกุลเท่ากับ 208.23 g/mol



## 6. จำนวนส่วนในล้านส่วน (parts per million)

สำหรับสารที่เจือจางมากๆ จะใช้หน่วยความเข้มข้นเป็น  
จำนวนส่วนในล้านส่วน (ppm)

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

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





## ตัวอย่างที่ 3.11

เตรียมสาร 25 ppm : ชั่งสารมา 25 mg ละลายในตัว  
ทำละลาย 1 L

เตรียมสาร 250 ppm : ชั่งสารมา ....mg ละลายในตัว  
ทำละลาย 1 L

เตรียมสาร 1000 ppm : ชั่งสารมา .... mg ละลายในตัว  
ทำละลาย 10 ml

เตรียมสาร 12 ppm : ชั่งสารมา ....mg ละลายในตัว  
ทำละลาย 50 ml



## ตัวอย่างที่ 3.12

เตรียมสาร 50 ppb : ชั่งสารมา 50  $\mu\text{g}$  ละลายในตัว  
ทำละลาย 1 L

เตรียมสาร 3 ppb : ชั่งสารมา .... $\mu\text{g}$  ละลายในตัว  
ทำละลาย 50 mL

เตรียมสาร 300 ppb : ชั่งสารมา ....  $\mu\text{g}$  ละลายในตัว  
ทำละลาย 10 ml


เตรียมสาร 85 ppb : ชั่งสารมา .... $\mu\text{g}$  ละลายในตัว  
ทำละลาย 250 ml



## สรุปหน่วยความเข้มข้น

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

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


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

## สรุปหน่วยความเข้มข้น

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

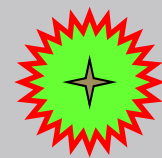
$$5. \text{ ppm} = \frac{mg}{L} = \frac{10^{-3} g}{L}$$

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





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



$$\text{pX} = -\log[ X ]$$



$$\text{pH} = -\log[ \text{H}^+ ]$$



$$\text{pOH} = -\log[ \text{OH}^- ]$$



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

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log[\text{H}^+] = -\log(3.50 \times 10^{-8}) \\ &= 8 - 0.54 = 7.456 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{pNa} &= -\log[\text{Na}^+] = -\log(2.00 \times 10^{-6}) \\ &= 6 - 0.301 = 5.699 \quad \# \end{aligned}$$



สำหรับ  $\text{Cl}^-$  ต้องรวมความเข้มข้นของสารทั้งสองแล้วค่อย  
คำนวณหา p – function

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

$$\text{pCl} = -\log[\text{Cl}^-] = -\log(\dots\dots\dots)$$

$$= \dots\dots\dots \#$$



# “ จบการบรรยาย ”

บทที่ 3

หน่วยทางเคมี

(Unit of Chemistry)

