ปริมาณสารสัมพันธ์

เต็มสุข แตงหอม

มวล 1 อะตอม

- เป็นมวลที่แท้จริงของธาตุนั้น 1 อะตอม
- หาได้จากมวลของ โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน

มวล p + e = 1.66×10^{-24} กรัม

มวล n = 1.66×10^{-24} กรัม

ตัวอย่าง จงหามวล 1 อะตอมของ $^{27}_{13}Al$

วิธีทำ $^{27}_{13}Al$ ---> p = 13, e = 13, n = 27 - 13 = 14

มวล 6 (p + e) = $13 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

มวล 14 n = $14 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

ดังนั้น มวล 1 อะตอมของ $^{27}_{13}Al = 27 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

มวล 1 อะตอมของธาตุ = เลขมวล x 1.66×10^{-24} กรัม

กำหนดให้ 1 amu = 1.66×10^{-24} กรัม เมื่อ amu ย่อมาจาก atomic mass unit

มวล 1 อะตอมของธาตุ = เลขมวล amu

มวลอะตอม

- ดอลตันศึกษาอัตราส่วนจำนวนอะตอม หรือ สัดส่วนโดยมวลคงที่
- เขาเชื่อว่าธาตุต่างชนิดกัน มีมวลไม่เท่ากัน
- แต่อะตอมก็เล็กเกินจะเอาไปชั่ง
- อะตอมเบาสุดก็ H = 1.66×10^{-24} กรัม
- เขาจึงเทียบว่าธาตุที่จะศึกษามีมวลเป็นกี่เท่าของ H
- มวลอะตอมคือ ตัวเลขที่ได้จากการเปรียบเทียบมวลของธาตุ 1 อะตอม กับมวลของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\text{มวลของไฮโดรเจน 1 อะตอม}}$$

- ต่อมามีคนเสนอให้ใช้ออกซิเจนแทน
- แต่ออกซิเจน 1 อะตอมมีมวลหนักกว่า H 16 เท่า

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\text{1/16มวลของออกซิเจน 1 อะตอม}}$$

แต่ ออกซิเจนมีหลายไอโซโทป จึงกำหนดใหม่ให้ใช้ ^{12}C

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\text{1/12มวลของ } ^{12}C \text{ 1 อะตอม}}$$

- ธาตุแมกนีเซียม มีมวลอะตอม 24.351 ธาตุแมกนีเซียม 1 อะตอมมีมวลเท่าใด

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\text{1/12 มวลของ } {}^{12}\text{C 1 อะตอม}}$$

$$24.351 = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม (g)}}{1.66\text{x}10^{-24}\text{ (g)}}$$

มวลอะตอมของธาตุ 1 อะตอม = $4.03\text{x}10^{-23}$ กรัม

- ธาตุโซเดียม 10 อะตอม มีมวล 3.82×10^{-22} กรัม มวลอะตอมของธาตุโซเดียมมีค่าเท่าใด

ธาตุโซเดียม 1 อะตอม มีมวล $\frac{3.82 \times 10^{-22}}{10}$ กรัม $= 3.82 \times 10^{-23}$

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\text{1/12 มวลของ } {}^{12}\text{C 1 อะตอม}}$$

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{3.82 \times 10^{-23}\ (\text{g})}{1.66 \times 10^{-24}\ (\text{g})}$$

$= 23$

- มวลอะตอมของธาตุ กับ มวลของธาตุ 1 อะตอม แตกต่างกันอย่างไร
- มวลอะตอมคือ ตัวเลขที่ได้จากการเปรียบเทียบมวลของธาตุ 1 อะตอม กับมวลของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม
- มวล 1 อะตอม เป็นมวลที่แท้จริงของธาตุนั้น 1 อะตอม
- และมวลอะตอมของธาตุ มีหน่วยกำกับไว้หรือไม่
- ไม่มี

การหามวลอะตอมที่มีหลายไอโซโทป

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\sum(\text{มวลของธาตุ} * \text{ปริมาณ \% ของไอโซโทปที่มีอยู่ในธรรมชาติ})}{100}$$

ตัวอย่าง จงคำนวณหามวลอะตอมของ Li จากข้อมูลต่อไปนี้

ไอโซโทป	%ที่มีในธรรมชาติ	มวลอะตอม
$^{6}_{3}Li$	7.00	6.0200
$^{7}_{3}Li$	93.00	7.0100

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ Li} = \frac{(6.0200 * 7.00) + (7.0100 * 93.00)}{100} = 6.94$$

http://web.ku.ac.th/schoolnet/snet5/topic7/atomicmass.html

ธาตุในธรรมชาติส่วนใหญ่มีหลายไอโซโทป เช่น คาร์บอนมี 3 ไอโซโทป คือ ^{12}C ^{13}C ^{14}C แต่ละไอโซโทปมีมวลอะตอมและปริมาณที่พบในธรรมชาติแตกต่างกัน คือ ^{12}C มีมวลอะตอม 12.0000 มีปริมาณร้อยละ 98.930 ^{13}C มีมวลอะตอม 13.0034 มีปริมาณร้อยละ 1.070 ส่วน ^{14}C เป็นไอโซโทปกัมมันตรังสีมีปริมาณน้อยมาก การคำนวณมวลอะตอมของคาร์บอนจึงคิดจากมวลอะตอมและปริมาณของไอโซโทปเฉพาะที่พบอยู่ในธรรมชาติดังนี้

$$\text{มวลอะตอมของ C} = \frac{98.930 \times 12.0000}{100} + \frac{1.070 \times 13.0034}{100}$$

$$= 11.872 + 0.1391$$

$$= 12.011$$

มวลโมเลกุล

- คิดเหมือนมวลอะตอม

$$\text{มวลโมเลกุลของสาร A} = \frac{\text{มวลของสาร A 1 โมเลกุล}}{\text{1/12 มวลของ } {}^{12}\text{C 1 อะตอม}}$$

$$\text{มวลโมเลกุลของสาร A} = \frac{\text{มวลของสาร A 1 โมเลกุล (g)}}{1.66 \times 10^{-24}\ \text{(g)}}$$

- สารประกอบ Q 5 โมเลกุลมีมวล 3.50×10^{-22} กรัม สารประกอบ Q มีมวลโมเลกุลเท่าใด

$$\text{มวลสารประกอบ Q 1 โมเลกุล} = \frac{3.50 \times 10^{-22}}{5} \text{ กรัม} = 7.00 \times 10^{-23}$$

$$\text{มวลโมเลกุลของสาร Q} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{1/12 \text{ มวลของ } {}^{12}\text{C } 1 \text{ อะตอม}}$$

$$\text{มวลโมเลกุลของสาร Q} = \frac{7.00 \times 10^{-23} \text{ (g)}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ (g)}}$$

$$= 42$$

ในกรณีที่รู้สูตรโมเลกุล ให้หาจากมวลอะตอม

- น้ำตาลทรายมีสูตรโมเลกุล $C_{12}H_{22}O_{11}$ น้ำตาลทรายจะมีมวลโมเลกุลเท่าใด

= (12 x มวลอะตอมของ C) + (22 x มวลอะตอมของ H)
+ (11 x มวลอะตอมของ O)

= (12 x 12.0108) + (22 x 1.0079) + (11 x 15.9994)

= 342.2968

โมล

- หมายถึง ปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับจำนวนอะตอมของคาร์บอน-12 ที่มีมวล 12 กรัม
- จากที่เรียนมามะกี้ ^{12}C 1อะตอมมีมวล $12 \times 1.66 \times 10^{-24}$

1 อะตอม 1 โมล

$$\frac{^{12}C \ \ 1 \ \text{atom}}{^{12}C \ \ 12 \times 1.66 \times 10^{-24} \ \text{g}} = \frac{^{12}C \ \ a \ \text{atom}}{^{12}C \ \ 12 \ \text{g}}$$

$$^{12}C \ \ a \ \text{atom} = \frac{^{12}C \ \ 1 \ \text{atom} \times {}^{12}C \ \ 12 \ \cancel{\text{g}}}{^{12}C \ \ 12 \times 1.66 \times 10^{-24} \ \cancel{\text{g}}}$$

$$= 6.02 \times 10^{23} \ \text{atom}$$

- โดยสาร 1 โมลจะมี 6.02×10^{23} อนุภาค

สาร	จำนวนโมล	จำนวนและชนิดของอนุภาค		
Cu	1		6.02×10^{23}	อะตอม
Kr	1		6.02×10^{23}	อะตอม
H_2	1		6.02×10^{23}	โมเลกุล
H_2O	2		$2 \times 6.02 \times 10^{23}$	โมเลกุล
CO_2	0.5		$0.5 \times 6.02 \times 10^{23}$	โมเลกุล
NaCl	1	Na^+	6.02×10^{23}	ไอออน และ
		Cl^-	6.02×10^{23}	ไอออน
K_2SO_4	1	K^+	$2 \times 6.02 \times 10^{23}$	ไอออน และ
		SO_4^{2-}	6.02×10^{23}	ไอออน

จำนวนโมล กับ มวลของสาร

มวล 1 อะตอม

ธาตุ	มวลอะตอม	มวลต่อโมล	มวล (g)
ลิเทียม (Li)	6.9412	$6.9412 \times 1.66 \times 10^{-24} \times 6.02 \times 10^{23}$	6.9412
เหล็ก (Fe)	55.8452	$55.8452 \times 1.66 \times 10^{-24} \times 6.02 \times 10^{23}$	55.8452
ทองคำ (Au)	196.9666	$196.9666 \times 1.66 \times 10^{-24} \times 6.02 \times 10^{23}$	196.9666
โพแทสเซียม (K)	39.0983	$39.0983 \times 1.66 \times 10^{-24} \times 6.02 \times 10^{23}$	39.0983

- ธาตุใดๆ ที่มีปริมาณ 6.02×10^{23} หรือ 1 โมล จะมีมวลเป็นกรัมเท่ากับมวลอะตอมของธาตุนั้น
- เช่น ออกซิเจนมีมวลอะตอม 15.9994 ดังนั้น ออกซิเจน 1 โมล จะมีมวลเท่ากับ 15.9994 กรัม

- เช่นเดียวกัน สารใดๆ 1 โมล หรือ 6.02×10^{23} โมเลกุล จะมีมวลเป็นกรัมเท่ากับ มวลโมเลกุลของสารนั้น

NaCl 1 mol มีมวล = มวลของ Na^+ 1 mol + มวลของ Cl^- 1 mol

= 22.9898 g + 35.4532 g

= 58.4430 g

การหาน้ำหนักโมเลกุล

- กำมะถัน (S) 1 โมล มีมวล 32.0655 กรัม ถ้ากำมะถัน 160.05 กรัม จะมีจำนวนโมลเท่าใด

$$\text{Mol} = \frac{\text{น้ำหนัก (g)}}{\text{น้ำหนักโมเลกุล (g)}}$$

$$= 160.05 / 32.0655 = 4.9913$$

ปริมาตร ต่อ โมล ของแก๊ส

ตาราง 4.4 มวลโมเลกุลและมวลของแก๊สบางชนิดปริมาตร 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ STP

แก๊ส	มวลโมเลกุล	มวลของแก๊ส (g)
ฮีเลียม (He)	4.0026	0.18
นีออน (Ne)	20.1798	0.88
ไนโตรเจน (N_2)	28.0134	1.23
ออกซิเจน (O_2)	31.9988	1.43
คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	28.0102	1.24
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	44.0096	1.97

- อยากทราบว่า ปริมาตร ที่ STP ของแก๊ส 1 โมล =? ตัวอย่างเป็น O_2

ที่ STP ออกซิเจน 1 dm^3 มีมวล 1.43 g

แก๊สออกซิเจน 1 โมล เท่ากับ g/MW = g/31.9988 ดังนั้นหนัก g = 31.9988 กรัม

เทียบ ที่ STP ออกซิเจนหนัก 1.34 g มีปริมาตร 1 dm^3

ออกซิเจนหนึ่งโมลหนัก 31.9988 g มีปริมาตร 31.9988 / 1.34 = 22.4 dm^3

- เมื่อคิดกับแก๊สอื่นๆ ก็ได้ 22.4 dm^3 เท่ากัน
- ดังนั้น แก๊สใดๆ 1 โมล มีปริมาตร 22.4 dm^3 หรือ 22.4 L ที่ STP
- หรือ ปริมาตรต่อโมล ของแก๊สใดๆ มีค่าเท่ากับ 22.4 ลิตรต่อโมล

$$\text{โมล} = \frac{\text{มวล (g)}}{\text{มวลอะตอมหรือมวลโมเลกุล}} = \frac{\text{ปริมาตร } (dm^3) \text{ ที่ STP}}{22.4} = \frac{\text{จำนวนอนุภาค}}{6.02 * 10^{23}}$$

- แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) จำนวน 1.51×10^{23} โมเลกุล มีมวลและปริมาตรที่ STP เท่าใด

$$\text{mol} = \text{จำนวนโมเลกุล} / 6.02 \times 10^{23} = 0.251 \text{ mol}$$

$$0.251 = \text{มวล} / \text{มวลโมเลกุล} = \text{มวล} / 46.0055$$

$$\therefore \text{มวล} = 0.251 \times 46.0055 = 11.5 \text{ g}$$

$$0.251 = \text{ปริมาตร} / 22.4$$

$$\therefore \text{ปริมาตร} = 0.251 \times 22.4 = 5.62 \text{ L ที่ STP}$$