

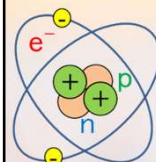
บทที่ 2 ปริมาณสารสัมพันธ์

ผศ.ดร. ศิริรัตน์ ไพศาลสุทธิชัย

2.1 อะตอม โมเลกุล และไอออน

- อะตอม (atom) หมายถึง อนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุที่แสดงสมบัติเฉพาะและสามารถเกิดพันธะหรือปฏิกิริยาทางเคมีได้

- อะตอม ประกอบด้วย

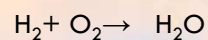


- นิวเคลียส (nucleus) → โปรตอน (proton) + นิวตรอน (neutron) อยู่บริเวณกลางอะตอม
- อิเล็กตรอน (electron) → อยู่รอบนิวเคลียส

3

ปริมาณสารสัมพันธ์ (Stoichiometry)

ปริมาณสารสัมพันธ์ เป็นการคำนวณหาปริมาณของสารหนึ่งจากปริมาณของสารอีกชนิดหนึ่งโดยอาศัย **สมการเคมีที่ดุลแล้ว** เป็นพื้นฐานในการคำนวณ



2

อะตอม โมเลกุล และไอออน

ตาราง 2.1 สมบัติบางประการของโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน

อนุภาค	สัญลักษณ์	ประจุ		น้ำหนัก	
		หน่วย	คูลอมบ์ (c)	(กรัม)	(amu)
อิเล็กตรอน	e ⁻	-1	1.6 × 10 ⁻¹⁹	9.1096 × 10 ⁻²⁸	0.000549
โปรตอน	p ⁺	1	1.6 × 10 ⁻¹⁹	1.6726 × 10 ⁻²⁴	1.007277
นิวตรอน	n ⁰	0	0	1.6749 × 10 ⁻²⁴	1.008665

4

อะตอม โมเลกุล และไอออน



- เลขมวล (MASS NUMBER) คือ ผลบวกของจำนวนโปรตอนและนิวตรอน ใช้สัญลักษณ์ A

$$A = Z + N \quad (\text{เมื่อ } N = \text{จำนวนนิวตรอน})$$

- เลขอะตอม (ATOMIC NUMBER) คือ จำนวนโปรตอน ใช้สัญลักษณ์ Z

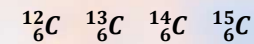
5

อะตอม โมเลกุล และไอออน

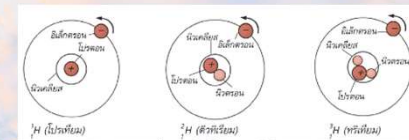
- ไอโซโทป (ISOTOPE) = ธาตุชนิดเดียวกัน และมีจำนวนโปรตอนเท่ากัน (เลขอะตอม, Z เท่ากัน)



ISOTOPE ของไฮโดรเจน



ISOTOPE ของคาร์บอน

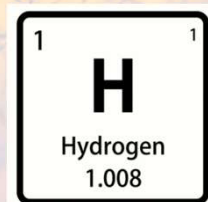
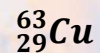


7

อะตอม โมเลกุล และไอออน



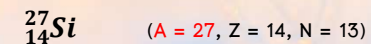
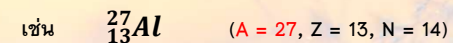
ชื่อและสัญลักษณ์ของธาตุในตารางธาตุ



6

อะตอม โมเลกุล และไอออน

- ไอโซบาร์ (ISOBAR) = ธาตุต่างชนิดกัน มีเลขมวลเท่ากัน (A เท่ากัน)

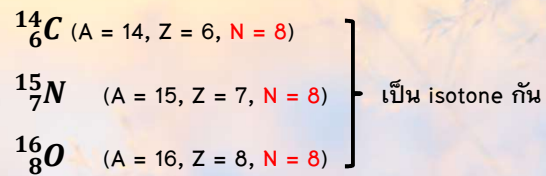


} เป็น ISOBAR กัน

8

อะตอม โมเลกุล และไอออน

ไอโซโทป (isotone) = ธาตุต่างชนิดกัน มีจำนวนนิวตรอนเท่ากัน (N เท่ากัน)

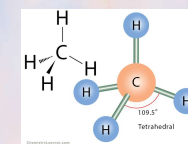
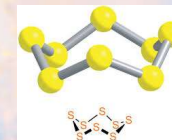
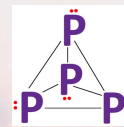


9

อะตอม โมเลกุล และไอออน

- โมเลกุลหลายอะตอม (polyatomic molecule) $\rightarrow$ 1 โมเลกุลมี > 2 อะตอม แบ่งเป็น

- *homonuclear molecule* เช่น P_4 , S_8
- *heteronuclear molecule* เช่น H_2O , CH_4 , $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$



11

อะตอม โมเลกุล และไอออน

โมเลกุล (molecule) หมายถึง หน่วยโครงสร้างที่เล็กที่สุดของธาตุหรือสารประกอบที่สามารถอยู่ได้โดยอิสระ และยังคงมีสมบัติโดยสมบูรณ์

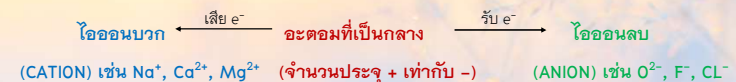
- โมเลกุลอะตอมเดี่ยว (monoatomic molecule) : 1 โมเลกุลมี 1 อะตอม ได้แก่ He, Ne, Ar, Kr, Xe และ Rn
- โมเลกุลอะตอมคู่ (diatomic molecule) : 1 โมเลกุลมี 2 อะตอม แบ่งเป็น

- *homonuclear molecule* เช่น H_2 , O_2 , N_2
- *heteronuclear molecule* เช่น HCl, CO, NO

10

อะตอม โมเลกุล และไอออน

- ไอออน (ION) หมายถึง อะตอมหรือกลุ่มอะตอมที่มีประจุ



- ไอออนที่เป็นกลุ่มของอะตอมที่มีประจุ ได้แก่ SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , NH_4^+ เป็นต้น

12

มวลอะตอม มวลโมเลกุล

2.2 มวลอะตอม และมวลโมเลกุล

มวลอะตอม (atomic mass) หรือ น้ำหนักอะตอม (atomic weight) โดยเปรียบเทียบกับมวลของอะตอมมาตรฐาน คือ $^{12}_6\text{C}$

- หน่วยของมวลเปรียบเทียบ คือ หน่วยมวลอะตอม (atomic mass unit, amu) หรือ ดาลตัน (dalton, D) โดยที่ $1 \text{ amu (1 D)} = 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}$

13

มวลอะตอม มวลโมเลกุล

• มวลโมเลกุล (MOLECULAR WEIGHT)

ได้จากผลบวกของมวลอะตอมทุกอะตอมในโมเลกุลของสาร

$$\begin{aligned}\text{น้ำหนักโมเลกุลของ H}_2\text{SO}_4 &= (2 \times 1.01 \text{ H}) + (1 \times 32.06 \text{ S}) + (4 \times 16.00 \text{ O}) \\ &= 98.08 \text{ amu} \\ &= 98.08 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}\end{aligned}$$

1.1) NaCl

1.3) CuO

1.2) AgNO₃1.4) CaCO₃

15

มวลอะตอม มวลโมเลกุล

ธาตุ H มีมวลอะตอม 1.0079 amu

หมายความว่า ธาตุ H 1 อะตอมหนักเท่ากับ $1.0079 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}$

****มวลอะตอมของธาตุที่ปรากฏในตารางธาตุ มักเป็นเลขทศนิยมเพราะคิดจากน้ำหนักเฉลี่ยของไอโซโทปของธาตุ****

ตัวอย่างเช่น ธาตุ H ในธรรมชาติมี 2 ISOTOPES คือ ^1_1H มีมวล = 1.0078 amu (มี 99.985% ในธรรมชาติ) และ ^2_1H มีมวล = 2.0140 amu (มี 0.015% ในธรรมชาติ)

$$\begin{aligned}\text{ดังนั้น มวลอะตอมเฉลี่ยของ H} &= \frac{[(99.985) \times 1.0078] + [(0.015) \times 2.0140]}{100} \text{ amu} \\ &= 1.0079 \text{ amu}\end{aligned}$$

14

โมล (MOLE)

“โมล (MOLE)” เป็นหน่วยที่ใช้บอกปริมาณสาร

โดยที่ 1 โมล = 6.02×10^{23} หน่วย เรียกว่า เลขอวกาโดร (AVOGADRO'S NUMBER)

เช่น อะตอม Be 1 โมล หมายถึง อะตอม Be จำนวน 6.02×10^{23} อะตอม

ถ้า มวลอะตอม Be เท่ากับ 9.01 amu $\rightarrow$ Be 1 อะตอมหนัก 9.01 amu

ดังนั้น Be 1 โมล (6.02×10^{23} อะตอม) จะหนัก = $6.02 \times 10^{23} \times 9.01 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}$
= 9.01 กรัม

โมเลกุล N₂ 1 โมล หมายถึง โมเลกุล N₂ จำนวน 6.02×10^{23} โมเลกุล (เท่ากับ $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ อะตอม)

16

โมล (MOLE)

ถ้า มวลโมเลกุลของ N_2 เท่ากับ 28.01 amu $\rightarrow$ N_2 1 โมเลกุลหนัก 28.01 amu
 ดังนั้น N_2 1 โมล (6.02×10^{23} โมเลกุล) จะหนัก = $6.02 \times 10^{23} \times 28.01 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม
 = 28.01 กรัม

“ธาตุใด ๆ จำนวนหนึ่งโมลอะตอม จะมีมวลในหน่วยกรัม เท่ากับมวลอะตอมของธาตุนั้น”

(Be 1 อะตอมหนัก 9.01 amu $\rightarrow$ Be 1 โมลหนัก 9.01 กรัม)

“โมเลกุลหรือสารประกอบใด ๆ หนึ่งโมล จะมีมวลในหน่วยกรัม เท่ากับมวลโมเลกุลของสารนั้น”

(เช่น N_2 1 โมเลกุลหนัก 28.01 amu $\rightarrow$ N_2 1 โมลหนัก 28.01 กรัม)

“โมเลกุลของก๊าซใด ๆ จำนวนหนึ่งโมล จะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลิตร ที่สภาวะ STP

(0 °C, 1 ATM)”

17

สูตรเคมี (CHEMICAL FORMULA)

แบ่งได้เป็น 3 ชนิด

- สูตรเอมพิริคัลหรือสูตรอย่างง่าย (Empirical formula) $\rightarrow$ แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารนั้น เช่น CH อัตราส่วน 1:1, CH_2O อัตราส่วน 1:2:1

- สูตรโมเลกุล (Molecular formula) $\rightarrow$ แสดงชนิดและจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสาร เช่น กลูโคส; $C_6H_{12}O_6$ และ H_2O_2

- สูตรโครงสร้าง (Structural formula) $\rightarrow$ แสดงการยึดเหนี่ยวของอะตอมภายในโมเลกุล ตัวอย่างเช่น $H-O-H$, CH_3-CH_3

19

โมล (MOLE)

จำนวนโมล (mole) ของสาร สามารถหาได้จากสูตร

$$mole = \frac{g}{MW}$$

เมื่อ $mole$ = จำนวนโมล, g = น้ำหนัก (กรัม), MW = มวลอะตอมหรือมวลโมเลกุล

2.3 สูตรเคมี คือ กลุ่มสัญลักษณ์ของธาตุหรือสารประกอบที่แสดงองค์ประกอบและจำนวนอะตอมของธาตุต่าง ๆ ใน 1 โมเลกุล

เช่น CO_2 แสดงว่า 1 โมเลกุล ประกอบด้วย ธาตุ C 1 อะตอม และ O 2 อะตอม

18

สูตรเคมี (CHEMICAL FORMULA)

. การหาสูตรเอมพิริคัล (สูตรอย่างง่าย) และสูตรโมเลกุล

- ทราบชนิดของธาตุใน 1 โมเลกุลของสาร
- หาอัตราส่วนโดยมวลของธาตุต่าง ๆ
- หาอัตราส่วนโดยโมลของธาตุต่าง ๆ
- เปรียบเทียบอัตราส่วนเป็นเลขลงตัวอย่างต่ำ
- จะได้ “สูตรอย่างง่าย”

เมื่อทราบมวลโมเลกุล จะคำนวณหา “สูตรโมเลกุล” ได้โดย

$$(มวลของสูตรอย่างง่าย)N = มวลโมเลกุล \quad (เมื่อ N = 1, 2, 3, \dots)$$

$$ดังนั้น (สูตรอย่างง่าย)_N = สูตรโมเลกุล$$

20

สูตรเคมี (CHEMICAL FORMULA)

ตัวอย่างที่ 1 สารประกอบชนิดหนึ่งประกอบด้วยคาร์บอน (C) 40.0% ไฮโดรเจน (H) 6.7% ออกซิเจน (O) 53.3% จงหาสูตรอย่างง่ายของสารนี้

ตัวอย่างที่ 2 สารชนิดหนึ่งมีสูตรอย่างง่ายเป็น CH_2O และมีมวลโมเลกุลจริง = 180 g/mol จงหาสูตรโมเลกุลของสารนี้

ตัวอย่างที่ 3 สารประกอบชนิดหนึ่งประกอบด้วย N = 46.7% O = 53.3% จงหาสูตรอย่างง่าย

21

สมการเคมี (CHEMICAL EQUATION)

ปฏิกิริยาเคมี (Chemical Reaction) = การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือองค์ประกอบของสารจากชนิดหนึ่งไปเป็นอีกชนิดหนึ่ง

สารที่เข้าทำปฏิกิริยา → ตัวทำปฏิกิริยา (reactant)

สารที่เกิดขึ้นใหม่ → สารผลิตภัณฑ์ (product)

ปฏิกิริยาเขียนแทนด้วย สมการเคมี (Chemical equation) ;



23

สูตรเคมี (CHEMICAL FORMULA)

ตัวอย่าง 4 ถ้ามีแก๊ส NO_2 หนัก 7.48 กรัม และกำหนดมวลอะตอมของ N = 14.0, O = 16.0 จงคำนวณหา

ก) จำนวนโมลของ NO_2

ข) จำนวนโมเลกุลของ NO_2

ค) จำนวนโมลของแต่ละธาตุในแก๊ส NO_2 ปริมาณดังกล่าว

ง) จำนวนอะตอมของแต่ละธาตุ

22

สมการเคมี (CHEMICAL EQUATION)

สมการเคมีที่สมบูรณ์ - ระบุสถานะของสาร (s, l, g หรือ aq)

สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย = aqueous)

-ดุลจำนวนอะตอมและประจุตามกฎทรงมวล



24

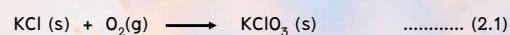
สมการเคมี (CHEMICAL EQUATION)

สมการเคมี แบ่งการเขียนได้เป็น 2 ชนิด คือ สมการแบบโมเลกุล และ สมการไอออนิก

1) สมการแบบโมเลกุล

มีหลักในการดุลสมการโดยทั่วไป ดังนี้

- เริ่มจากโมเลกุลใหญ่สุดหรือมีจำนวนธาตุมากที่สุดก่อน
- ตรวจสอบว่าทุกธาตุในสมการดุลครบแล้ว



*เริ่มจากโมเลกุลใหญ่สุด คือ KClO_3 โดยดุลธาตุที่เป็นโลหะใน KClO_3 คือ K $\rightarrow$ ดุลอยู่แล้ว

25

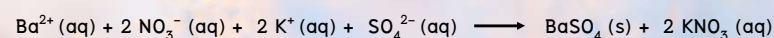
สมการเคมี (CHEMICAL EQUATION)

2) สมการไอออนิก

ปฏิกิริยาที่มีสารประกอบไอออนิกแตกตัวเป็นไอออนในสารละลาย
จากสมการ (2.2) ข้างต้น ;



อาจเขียนเป็นสมการไอออนิกที่ดุลแล้วได้ดังนี้ ;

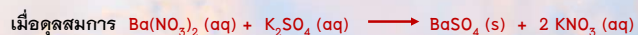
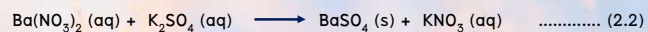
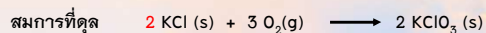


27

สมการเคมี (CHEMICAL EQUATION)



- ดุลธาตุที่เป็นโลหะใน KClO_3 คือ Cl
- ดุลธาตุ O
- ตรวจสอบว่าทุกธาตุในสมการให้ดุล ซึ่ง K และ Cl ยังไม่ดุล



26

สมการเคมี (CHEMICAL EQUATION)

- สมการแสดงปฏิกิริยาเคมี อาจแบ่งตามชนิดของปฏิกิริยาอย่างกว้าง ๆ ได้ 2 ชนิด คือ

(1) ปฏิกิริยาที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันของธาตุหรืออะตอม เช่น ปฏิกิริยา

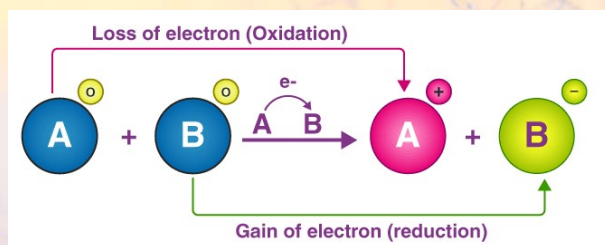
สะเทินกรด-เบส ปฏิกิริยาการตกตะกอน เช่น



28

สมการเคมี (CHEMICAL EQUATION)

(2) ปฏิกิริยาที่มีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันของธาตุหรืออะตอม หรือ ปฏิกิริยารีดอกซ์



29

<https://byjus.com/jee/redox-reactions/>

ชนิดของธาตุ

เลขออกซิเดชัน

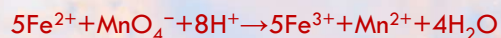
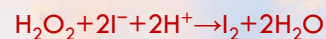
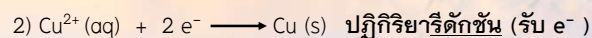
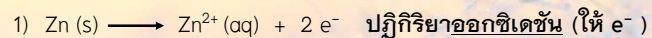
ตัวอย่าง

1) ธาตุอิสระ (ไม่ได้รวมกับธาตุอื่นเกิดเป็นสารประกอบ)	0	O ₂ , Na, Cl ₂ , He, P ₄ , S ₈
2) F ในสารประกอบฟลูออไรด์	-1	HF, KF, OF ₂ , SiF ₄
3) O ในสารประกอบทั่วไป	-2	H ₂ O, Li ₂ O, H ₂ SO ₄ , KMNO ₄
ยกเว้น O ในสารประกอบเปอร์ออกไซด์ (PEROXIDE)	-1	Na ₂ O ₂ , H ₂ O ₂ , K ₂ O ₂
O ในสารประกอบซูเปอร์ออกไซด์	-1/2	KO ₂ , NaO ₂ , LiO ₂
	+2	OF ₂

สมการเคมี (CHEMICAL EQUATION)



ประกอบด้วย



30

สมการเคมี (CHEMICAL EQUATION)

ชนิดของธาตุ

เลขออกซิเดชัน

ตัวอย่าง

4) H ในสารประกอบทั่วไป	+1	H ₂ O, NH ₃ , HCl, H ₂ S, PH ₄
ยกเว้น H ในสารประกอบไฮไดรด์ (HYDRIDE)	-1	CaH ₂ , NaH, LiH
5) ธาตุทั่วไปในสารประกอบมีเลขออกซิเดชันเท่ากับประจุในรูปของไอออนของธาตุ เช่น		
Cl ⁻ มีเลขออกซิเดชัน -1	O ²⁻ มีเลขออกซิเดชัน -2	
Na ⁺ มีเลขออกซิเดชัน +1	Mg ²⁺ มีเลขออกซิเดชัน +2	
Al ³⁺ มีเลขออกซิเดชัน +3		
6) ผลบวกของเลขออกซิเดชันในสารประกอบ = 0		

32

สมการเคมี (CHEMICAL EQUATION)

- ตัวอย่างการหาค่าเลขออกซิเดชันของธาตุบางตัวในสารประกอบ เช่น

H_2SO_4 เลขออกซิเดชันของ S = ?

เลขออกซิเดชันของ H = +1, O = -2

$$\text{H} + \text{S} + 4\text{O} = 0$$

$$(+1) + \text{S} + 4(-2) = 0$$

$$\text{S} = +6$$

KMnO_4 เลขออกซิเดชันของ Mn = ?

เลขออกซิเดชันของ K = +1, O = -2

$$\text{K} + \text{Mn} + 4\text{O} = 0$$

$$(+1) + \text{Mn} + 4(-2) = 0$$

$$\text{Mn} = +7$$

33

การคำนวณจากสมการเคมี

ปฏิกิริยา $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl(s)} + \text{NaNO}_3$

อัตราส่วนโดยโมลเท่ากับ 1 โมล : 1 โมล : 1 โมล : 1 โมล

อัตราส่วนโดยมวลเท่ากับ 1 X กรัม : 1 X กรัม : 1 X กรัม : 1 X กรัม

อัตราส่วนจำนวนโมเลกุลเท่ากับ

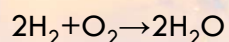
$1 \times 6.02 \times 10^{23}$ โมเลกุล : $1 \times 6.02 \times 10^{23}$ โมเลกุล : $1 \times 6.02 \times 10^{23}$ โมเลกุล : $1 \times 6.02 \times 10^{23}$ โมเลกุล

จากความสัมพันธ์ ทำให้สามารถคำนวณปริมาณสารที่ไม่ทราบค่า และปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยา

35

2.6 การคำนวณจากสมการเคมี

สมการเคมีที่ดุลแล้ว → ตัวเลขที่อยู่หน้าสารคือ จำนวนโมลของสารที่ทำปฏิกิริยากันพอดี และ จำนวนโมลของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น



การคำนวณจากสมการเคมี

• สารกำหนดปริมาณ

สารกำหนดปริมาณ (LIMITING AGENT) = สารที่ถูกใช้หมดไปในการทำปฏิกิริยาและเป็นตัวกำหนดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น

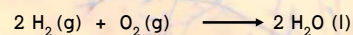
สารจะเข้าทำปฏิกิริยาเคมีกันในอัตราส่วนโดยโมลที่แน่นอน (ตามสมการเคมีที่ดุลแล้ว)

ถ้าให้ H_2 3 โมล ทำปฏิกิริยากับ O_2 1 โมล ได้ผลิตภัณฑ์คือ H_2O จงหาว่าสารใดเป็นสาร

กำหนดปริมาณและจะได้ H_2O เกิดขึ้นกี่โมล

36

การคำนวณจากสมการเคมี



จากโจทย์ ใช้จำนวนโมลของสารเท่ากับ	3 โมล	1 โมล	
แต่จากสมการ จำนวนโมลในปฏิกิริยาเป็น	2 โมล	1 โมล	2 โมล
ดังนั้น หลังการเกิดปฏิกิริยา	เหลือ	หมด	

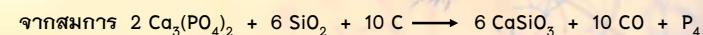
สารกำหนดปริมาณ คือ ก๊าซ O_2 และได้ H_2O เกิดขึ้น 2 โมล

** การคำนวณทางปริมาณสัมพันธ์ของปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ จำเป็นต้องดุลสมการก่อนเสมอ

37

การคำนวณจากสมการเคมี

ตัวอย่าง 5



จงหา ก) จำนวนโมลของ SiO_2 จากสมการแสดงปฏิกิริยา

ข) ถ้าได้ CaSiO_3 2 โมล จะได้ P_4 เกิดขึ้นกี่โมล

ค) ถ้าใช้ $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 4 โมล จะได้ P_4 เกิดขึ้นกี่กรัม

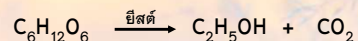
ง) ถ้าใช้ SiO_2 200.00 กรัม จะได้ CO เกิดขึ้นกี่กรัม

จ) จงหามวลของ O ใน CaSiO_3 10.00 กรัม

39

การคำนวณจากสมการเคมี

ตัวอย่าง 4 กระบวนการหมักน้ำตาลโดยใช้ยีสต์จะได้แอลกอฮอล์เกิดขึ้น ดังสมการ



ถ้าใช้น้ำตาล 100 กรัม จะได้แอลกอฮอล์เกิดขึ้นกี่กรัม และได้ก๊าซ CO_2 กี่ลิตรที่ STP

38

การคำนวณจากสมการเคมี

- ผลผลิตร้อยละ หรือ เปอร์เซ็นต์ผลผลิต (% yield)

$$= \frac{\text{ปริมาณผลผลิตจริง (actual yield)}}{\text{ปริมาณผลผลิตตามทฤษฎี (theoretical yield)}} \times 100$$

ผลผลิตจริง (ACTUAL YIELD) $\rightarrow$ ผลผลิตที่ได้จากการทดลอง

ผลผลิตตามทฤษฎี (THEORETICAL YIELD) $\rightarrow$ ผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นสมบูรณ์

** ปริมาณผลผลิตต่าง ๆ อาจเป็นจำนวนโมล หน่วยน้ำหนัก หรือหน่วยปริมาตรก็ได้ แต่ต้องเป็นหน่วยเดียวกัน **

40

การคำนวณจากสมการเคมี

ตัวอย่าง 6 จากสมการต่อไปนี้ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{PBr}_3 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{Br} + \text{H}_3\text{PO}_3$

- ก) จงทำสมการให้ดุล
 ข) ถ้าใช้ PBr_3 20.50 กรัม จะได้ $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$ อย่างมากที่สุดกี่กรัม
 ค) เมื่อทำการทดลองพบว่าได้ $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$ 1.50 กรัม จงหาผลผลิตร้อยละของสารนี้
 (กำหนด มวลโมเลกุล $\text{PBr}_3 = 270.67$, $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br} = 108.9$)

41

การคำนวณจากสมการเคมี

กฎทรงมวล

“ในปฏิกิริยาเคมีใด ๆ มวลของสารทั้งหมดก่อนเกิดปฏิกิริยาเท่ากับมวลของสารทั้งหมดหลังเกิดปฏิกิริยา”

- เมื่อให้แก๊สไฮโดรเจน (H_2) 2 กรัมทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจน (O_2) 30 กรัม จะเกิดน้ำ 32 กรัม
- โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) 124 กรัม มาทำปฏิกิริยากับแบเรียมคลอไรด์ (BaCl_2) 108 กรัม เกิดโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 98 กรัม ถ้าการทดลองนี้เป็นไปตามกฎทรงมวลปฏิกิริยาดังกล่าวจะเกิดแบเรียมซัลเฟต (BaSO_4) กี่กรัม



43

การคำนวณจากสมการเคมี

• กฎเกี่ยวกับน้ำหนัก

1.1) กฎทรงมวล (LAW OF CONSERVATION OF MASS)

- อองตวน โลรอง ลาวัวซิเยร์ (ANTOIN LAURENT LAVOISIER, ค.ศ.1774)

นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศสได้ทดลองเผาสารเมอร์คิวรี(II)ออกไซด์ (HgO) ในหลอดปิดพบว่าได้ปรอทและออกซิเจน ดังสมการ



พบว่า มวลของสารทั้งหมดก่อนเกิดปฏิกิริยาเท่ากับมวลของสารทั้งหมดหลังเกิดปฏิกิริยา

42

การคำนวณจากสมการเคมี

วิธีทำ 1) มวลของสารทั้งหมดก่อนเกิดปฏิกิริยา คือ

$$\text{มวลของโซเดียมซัลเฟต} + \text{มวลของแบเรียมคลอไรด์} = 124 + 108 = 232 \text{ กรัม}$$

2) มวลของสารทั้งหมดหลังเกิดปฏิกิริยา คือ

$$\text{มวลของโซเดียมคลอไรด์} + \text{มวลของแบเรียมซัลเฟต} = 98 + X \text{ กรัม}$$

มวลของสารทั้งหมดก่อนเกิดปฏิกิริยา = มวลของสารทั้งหมดหลังเกิดปฏิกิริยา

$$232 = 98 + X$$

$$\text{เกิด } \text{BaSO}_4 = X = 232 - 98 = 134 \text{ กรัม}$$

44

การคำนวณจากสมการเคมี

1.2) กฎสัดส่วนคงที่ (LAW OF CONSTANT PROPORTIONS)

- ปี ค.ศ. 1802 โจเซฟ เพราสต์ (JOSEPH PROUSTE) นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส

ทำการทดลองและศึกษาปฏิกิริยาเคมีเกี่ยวกับการรวมตัวของธาตุเป็นสารประกอบ

พบว่า อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบหนึ่ง ๆ จะมีค่าคงที่

เรียกว่า กฎสัดส่วนคงที่

“เมื่อธาตุตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปรวมตัวกันเกิดเป็นสารประกอบ อัตราส่วนโดยมวลธาตุที่เป็นองค์ประกอบนั้นจะมีค่าคงที่เสมอไม่ว่า สารประกอบนั้นจะเตรียมขึ้นโดยวิธีใดก็ตาม”

45

แบบฝึกหัด

1. จงหาอัตราส่วนสัดส่วนคงที่ของสารต่อไปนี้ CO_2 , NaCl , CaCl_2
2. เมื่อนำเหล็ก 10 กรัม ทำปฏิกิริยากับกำมะถัน 5 กรัม ได้สารประกอบเหล็กซัลไฟด์ (FeS)ถามว่า สารประกอบ FeS ที่เกิดขึ้นมีมวลเท่าใด?
3. นักเรียนเผาโลหะแมกนีเซียม 2.4 กรัม ในอากาศ ได้แมกนีเซียออกไซด์ 4.0 กรัมต้องการทราบว่า ออกซิเจนจากอากาศเข้าร่วมปฏิกิริยาเป็นมวลเท่าใด?
4. สารประกอบชนิดหนึ่งประกอบด้วยธาตุ X 32 กรัม และธาตุ Y 8 กรัม ให้หาสัดส่วนมวลของ X : Y และหาว่าถ้าสารนี้มีมวลรวม 100 กรัม จะมีมวลของ X และ Y อย่างละเท่าใด?
5. จากการทดลองพบว่า สารประกอบคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ประกอบด้วย คาร์บอน 12 กรัม กับออกซิเจน 16 กรัมถ้าสร้าง CO ชุดใหม่ที่มีออกซิเจน 32 กรัมให้หามวลของ คาร์บอนที่ต้องใช้เพื่อคงสัดส่วนเดิมตามกฎสัดส่วนคงที่

47

การคำนวณจากสมการเคมี

เมื่อธาตุแมกนีเซียมรวมตัวกับธาตุออกซิเจนเป็นแมกนีเซียออกไซด์ (MgO)

อัตราส่วนโดยมวลของไฮโดรเจนต่อออกซิเจนเท่ากับ 1:1 ($\text{Mg:O} = 24.3:16.0$ กรัม)

การทดลอง	มวลธาตุที่ใช้ (g)		มวลธาตุที่เหลือ(g)		มวลของ MgO	อัตราส่วนมวล Mg:O
	Mg	O	Mg	O		
1	24.3	16.0				24.3:16.0
2	24.3	30.0				24.3:16.0
3	12.15	8.0				24.3:16.0
4	2.43	1.6				24.3:16.0
5	26.6	16.0				24.3:16.0

46