ปริมาณสัมพันธ์
Stoichiometry

โครงการจัดตั้งภาควิชาเคมี
คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

หัวข้อ

- การเรียกชื่อสารประกอบ
- โมล
- สมการเคมี
- ปริมาณสัมพันธ์ของสารในปฏิกิริยาเคมี
- สารกำหนดปริมาณ
- ผลผลิตตามทฤษฎี ผลผลิตจริงและผลผลิตร้อยละ

2

การเรียกชื่อสารประกอบ

1. สารประกอบโควาเลนต์
2. สารประกอบไอออนิก

<u>การเรียกชื่อสารประกอบโควาเลนต์</u>

- เรียกชื่อธาตุตัวแรก ตามด้วยธาตุตัวที่สองและเปลี่ยนคำลงท้ายธาตุที่สองเป็น *- ide*

HF hydrogen fluoride

PCl_3 phosphorous trichloride

3

การเรียกชื่อสารประกอบโควาเลนต์

NO Nitrogen oxide

NO_2 Nitrogen dioxide

N_2O Dinitrogen oxide

N_2O_3

N_2O_4

N_2O_5

4

การเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก

เรียกชื่อ ไอออนบวกนำหน้าไอออนลบ

การเรียกชื่อไอออนบวก

1. เรียกตามชื่อธาตุถ้ามีเลขออกซิเดชันมากกว่า 1 ค่า ให้ระบุไว้ในวงเล็บด้วยเลขโรมัน

Na^+ sodium ion Fe^{2+} iron (II) ion

Fe^{3+} iron (III) ion

2. เรียกชื่อตามระบบเดิม

Fe^{2+} ferrous ion Mn^{2+} manganous ion

Fe^{3+} ferric ion Mn^{3+} manganic ion

3. เรียกชื่อสามัญ

NH_4^+ ammonium ion H_3O^+ hydronium ion

5

การเรียกชื่อไอออนลบ

1. ไอออนอะตอมเดี่ยวเรียกชื่อธาตุและลงท้ายด้วย *ide*

F^- fluoride ion Se^{2-} selenide ion

Cl^- ..... S^{2-} .....

2. ไอออนลบหลายอะตอม เรียกตามชื่อไอออนที่แตกตัวจากกรดออกซี

ClO^- hypochlorite ClO_2^- chlorite

ClO_3^- chlorate ion ClO_4^- perchlorate

BO_3^- borate ion CrO_4^{2-} .....

ให้นิสิตค้นเพิ่มเติมไอออนอื่น ๆ

6

การเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก

ตัวอย่าง

$BaCl_2$	Barium chloride
$Zn(NO_3)_2$	Zinc nitrate
NH_4Cl	
Fe_2O_3	
Na_2O	

7

โมล (Mole)

: หน่วยที่ใช้บอกปริมาณสาร (อะตอม, โมเลกุล, ไอออน)
ตัวย่อ "mol"

สารใดๆ 1 โมล มีจำนวนอนุภาค = 6.02×10^{23} อนุภาค
(Avogadro's number)

สาร 1 โมลอะตอมมีน้ำหนัก = น้ำหนักอะตอมของธาตุนั้น (กรัม)

สาร 1 โมลโมเลกุลมีน้ำหนัก = น้ำหนักโมเลกุลของสารนั้น(กรัม)

8

การคำนวณเกี่ยวกับโมล

การคำนวณโมล – กรัม

$$\text{จำนวนโมล} = \frac{\text{น้ำหนักสาร (กรัม)}}{\text{น้ำหนักอะตอมหรือน้ำหนักโมเลกุล}}$$

การคำนวณโมลของแก๊ส

$$\text{จำนวนโมลของแก๊ส} = \frac{\text{ปริมาตรแก๊สที่ STP}}{22.4 \text{ ลิตร } (dm^3)}$$

(STP = ความดัน 1 atm อุณหภูมิ 273.15 K)

9

การคำนวณเกี่ยวกับโมล

ตัวอย่าง จงหาจำนวนโมลของ nitromethane (CH_3NO_2) 82.6 g

(น้ำหนักอะตอม : C = 12.0, H = 1.0, O = 16.0, N = 14.0)

$$\text{จำนวนโมล} = \frac{\text{น้ำหนักสาร (g)}}{\text{น้ำหนักโมเลกุล}}$$

น้ำหนักโมเลกุล $CH_3NO_2 = 12.0 + (1.0 \times 3) + 14.0 + (16.0 \times 2)$

$= 61.0$ g /mol

$$\text{จำนวนโมล} = \frac{82.6 \text{ g}}{61.0 \text{ g /mol}}$$

$= 1.35$ โมล

10

การคำนวณโมลของแก๊ส

ตัวอย่าง จงหามวลของแก๊ส cyclopropane (C_3H_6) ปริมาตร 1.00 L ที่ STP

(น้ำหนักอะตอม : C = 12.0, H = 1.0)

$$\text{จำนวนโมลของ } C_3H_6 = \frac{\text{ปริมาตรแก๊สที่ STP}}{22.4\ \text{L.mol}^{-1}}$$

$$= \frac{1.00\ \text{L}}{22.4\ \text{L.mol}^{-1}}$$

$$= 0.045\ \text{mol}$$

11

การคำนวณโมลของแก๊ส

$$\text{จำนวนโมลของแก๊ส} = \frac{\text{น้ำหนักแก๊ส (g)}}{\text{น้ำหนักโมเลกุล}}$$

น้ำหนักแก๊ส (g) = โมลของแก๊ส × น้ำหนักโมเลกุล

$$= 0.045 \times [(12.0 \times 3) + (1.0 \times 6)]$$

$$= 1.89\ \text{g}$$

12

สมการเคมี

: ใช้เขียนแทนปฏิกิริยาเคมี บอกให้ทราบถึงสารตั้งต้น (reactants) สารผลิตภัณฑ์(products)ในปฏิกิริยา

reactants ⟶ products

- สมการแบบโมเลกุล
  - แสดงปฏิกิริยา และสถานะของสาร (s, l, g, aq)
  - จำนวนอะตอมของธาตุทั้ง 2 ด้านต้องเท่ากัน

$2H_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{\Delta} 2H_2O\ (g)$

$CH_4(g) + 2O_2(g) \xrightarrow{\Delta} CO_2\ (g) + 2H_2O(g)$

13

สมการเคมี

- สมการไอออนิก
  - ใช้กับสารประกอบไอออนิก
  - เขียนเฉพาะไอออน และโมเลกุลที่จำเป็นในปฏิกิริยา

$Pb(NO_3)_2(aq) + 2NaI(aq) \xrightarrow{\Delta} PbI_2(s) + 2NaNO_3(aq)$

เมื่ออยู่ในสารละลาย

$Pb^{2+}(aq) + 2NO_3^-(aq) + 2Na^+(aq) + 2I^-(aq) \rightarrow$

$PbI_2(s) + 2Na^+(aq) + 2NO_3^-(aq)$

สมการสุทธิ $Pb^{2+}\ (aq) + 2I^-\ (aq) \rightarrow PbI_2(s)$

14

สมการเคมี

แบบฝึกหัด

1. $2NaOH\,(aq) + MgCl_2\,(aq) \rightarrow Mg(OH)_2\,(s) + 2NaCl(aq)$

2. $CuSO_4\,(aq) + BaS\,(aq) \rightarrow BaSO_4\,(s) + CuS\,(s)$

15

การดุลสมการเคมี

การดุลสมการอย่างง่าย

1. เริ่มจากโมเลกุลใหญ่สุด หรือโมเลกุลที่ประกอบด้วยธาตุมากสุด
2. ดุลโลหะ
3. ดุลอโลหะ (ยกเว้น H และ O)
4. ดุล H และ O
5. ตรวจจำนวนทุกธาตุในสมการ
6. ถ้ายังไม่ดุลทำซ้ำข้อ 2-5 อีกครั้งหนึ่ง

16

การดุลสมการเคมี

ตัวอย่าง

$Na_2O_2 + H_2O \rightarrow NaOH + O_2$

ข้อ 1,2 $Na_2O_2 + H_2O \rightarrow 2\ NaOH + O_2$

ข้อ 3 ไม่ต้องใช้

ข้อ 4 $Na_2O_2 + 2H_2O \rightarrow 2\ NaOH + O_2$

ข้อ 5 H ไม่ดุล

ข้อ 6 $2Na_2O_2 + 2H_2O \rightarrow 4\ NaOH + O_2$

17

จงดุลสมการต่อไปนี้

1. $NH_3 + O_2 \rightarrow NO_2 + H_2O$
2. $H_3PO_4 + CaO \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + H_2O$
3. $NH_4NO_3 \rightarrow N_2 + H_2O + O_2$

18

ปริมาณสารสัมพันธ์

สมการที่ดุลแล้ว บอกให้ทราบ → ความสัมพันธ์เชิงปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยา

	$SiCl_4(s)$ +	$2H_2O(l)$ →	$SiO_2(s)$ +	$4HCl(g)$
โมเลกุล	1	2	1	4
โมล	1	2	1	4
จำนวนโมเลกุล	6.02×10^{23}	$2(6.02\times10^{23})$	6.02×10^{23}	$4(6.02\times10^{23})$
ลิตรที่ STP	-	-	-	4(22.4)

→ ใช้หาปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น

19

การคำนวณปริมาณสารสัมพันธ์

ตัวอย่าง จากสมการ

$Fe(s) + H_2O(l) \rightarrow Fe_3O_4(s) + H_2(g)$

ก. จงดุลสมการ

ข. จะเกิด H_2 กี่โมลเมื่อใช้ Fe 42.7 g ทำปฏิกิริยากับน้ำมากเกินพอ

ค. ถ้าใช้ Fe 63.5 g ต้องใช้น้ำกี่กรัมเพื่อทำปฏิกิริยาเป็น Fe_3O_4

ง. เมื่อเกิดปฏิกิริยาได้ H_2 7.36 โมล เกิดFe_3O_4 กี่กรัม

(Fe = 56.0, H = 1.0 , O = 16.0)

20

ก. จงดุลสมการ

$$\underline{3}\ Fe(s) + \underline{4}\ H_2O(l) \rightarrow Fe_3O_4(s) + \underline{4}\ H_2(g)$$

ข. จะเกิด H_2 กี่โมลเมื่อใช้ Fe 42.7 g ทำปฏิกิริยากับน้ำมากเกินพอ

จำนวนโมลของ Fe = 42.7/56.0 = 0.76 โมล

จากสมการที่ดุลแล้ว

$$\underline{3}\ Fe(s) + \underline{4}\ H_2O(l) \rightarrow Fe_3O_4(s) + \underline{4}\ H_2(g)$$

Fe 3 โมล เกิด H_2 4 โมล

Fe 0.76 โมล เกิด H_2 $\frac{4 \times 0.76}{3}$ โมล

= 1.01 โมล

21

ค. ถ้าใช้ Fe 63.5 g ต้องใช้น้ำกี่กรัมเพื่อทำปฏิกิริยาเป็น Fe_3O_4

จำนวนโมล Fe = 63.5/56.0 = 1.13 โมล

Fe 3 โมล ทำปฏิกิริยากับน้ำ 4 โมล

Fe 1.13 โมล ทำปฏิกิริยากับน้ำ $\frac{4 \times 1.13}{3}$ โมล

= 1.51 โมล

ใช้น้ำ = 1.51 × [(2×1.0) + 16.0]

= 27.18 กรัม

22

ง. เมื่อเกิดปฏิกิริยาได้ H_2 7.36 โมล เกิด Fe_3O_4 กี่กรัม

เกิด H_2 4 โมล เกิด Fe_3O_4 1 โมล

เกิด H_2 7.36 โมล เกิด Fe_3O_4 $\frac{1 \times 7.36}{4}$ โมล

= 1.40 โมล

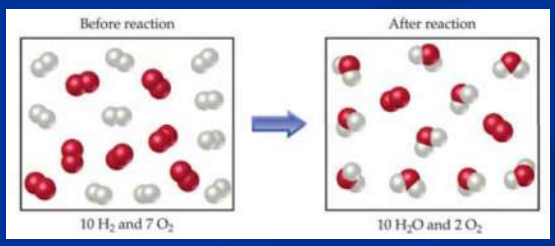
น้ำหนักโมเลกุล Fe_3O_4 = $(56.0 \times 3) + (16.0 \times 4)$ $g.mol^{-1}$

= 232.0 $g.mol^{-1}$

เกิด Fe_2O_3 = 1.4×232.0 = 324.8 กรัม

23

สารกำหนดปริมาณ (Limiting Reactant)



http://www.chemistry.mtu.edu

24

ไส้ขนม 10 ลูก + แป้งมากเกินพอ → ขนมใส่ไส้กี่ห่อ

25

สารกำหนดปริมาณ

สารกำหนดปริมาณ (Limiting Reactant)

: สารตั้งต้นตัวที่มีปริมาณน้อยที่สุดที่เป็นตัวกำหนดว่าปฏิกิริยาหนึ่งจะให้ผลิตผลที่มากที่สุดเท่าใด

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

	2	1	เกิด	2	โมล
ถ้าใช้	4	1	เกิด	2	
เหลือ	2	0	เกิด	2	

∴ สารกำหนดปริมาณ คือ O_2

26

สารกำหนดปริมาณ

ตัวอย่าง จากปฏิกิริยา

$2H_2SO_4(aq) + Cu(s) \rightarrow CuSO_4(aq) + SO_2(g) + 2H_2O(l)$

ถ้าใช้ Cu 14.2 g ทำปฏิกิริยากับ H_2SO_4 18.0 g สารใดเป็นสารกำหนดปริมาณและ จะเกิด SO_2 กี่กรัม

(S = 32.0, O = 16.0, H = 1.0, Cu = 63.5)

จำนวนโมล Cu = 14.2/63.5 = 0.224 โมล

จำนวนโมล H_2SO_4 = $\frac{18.0}{(1.0\times2)+32.0+(16.0\times4)}$

= 0.184 โมล

28

จากสมการ

H_2SO_4 2 โมล เกิด SO_2 1 โมล

H_2SO_4 0.184 โมล เกิด SO_2 $\frac{1\times0.184}{2}$ โมล

= 0.092 โมล

Cu 1 โมล เกิด SO_2 1 โมล

Cu 0.224 โมล เกิด SO_2 $\frac{1\times0.224}{1}$ โมล

= 0.224 โมล

ดังนั้น H_2SO_4 เป็นสารกำหนดปริมาณ

เกิด SO_2 0.092 โมล = $0.092\times[32.0 + (16.0 \times2)]$ กรัม

= 5.89 กรัม

29

ผลผลิตตามทฤษฎี ผลผลิตจริง ผลผลิตร้อยละ

ผลผลิตตามทฤษฎี (Theoretical yield)

: ผลผลิตที่มีมากที่สุด ที่เกิดจากปฏิกิริยาที่สมบูรณ์

ผลผลิตจริง (Experimental yield)

: ผลผลิตที่ได้จากการทดลอง

$$\text{ผลผลิตร้อยละ (Percent yield)} = \frac{\text{ผลผลิตจริง}}{\text{ผลผลิตตามทฤษฎี}} \times 100$$

30

ผลผลิตตามทฤษฎี ผลผลิตจริง ผลผลิตร้อยละ

ตัวอย่าง จากสมการ

$$CCl_4(l) + 2HF(g) \rightarrow CCl_2F_2(l) + 2HCl(g)$$

ถ้าใช้ CCl_4 1.80 โมลทำปฏิกิริยากับ HF มากเกินพอ เกิด CCl_2F_2 1.55 โมล จงหาผลผลิตตามทฤษฎี และผลผลิตร้อยละ

(C = 12.0, Cl = 35.5, H = 1.0, F = 19.0)

31

ผลผลิตตามทฤษฎี ผลผลิตจริง ผลผลิตร้อยละ

จากสมการ

CCl_4 1 โมล เกิด CCl_2F_2 1 โมล

CCl_4 1.80 โมล เกิด CCl_2F_2 $\frac{1 \times 1.80}{1}$ โมล

= 1.80 โมล

ดังนั้นผลผลิตตามทฤษฎี = 1.80 โมล

32

ผลผลิตตามทฤษฎี ผลผลิตจริง ผลผลิตร้อยละ

$$\text{ผลผลิตร้อยละ} = \frac{\text{ผลผลิตจริง}}{\text{ผลผลิตตามทฤษฎี}} \times 100$$

ผลผลิตจริงคือ เกิด CCl_2F_2 1.55 โมล (จากโจทย์)

ผลผลิตตามทฤษฎีคือ เกิด CCl_2F_2 1.80 โมล

$$\text{ผลผลิตร้อยละ} = \frac{1.55}{1.80} \times 100$$

= 86.11

33