

ปริมาณสัมพันธ์ Stoichiometry

โครงการจัดตั้งภาควิชาเคมี
คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

หัวข้อ

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

การเรียกชื่อสารประกอบ

1. สารประกอบโควาเลนต์
2. สารประกอบไอออนิก

การเรียกชื่อสารประกอบโควาเลนต์

- เรียกชื่อธาตุตัวแรก ตามด้วยธาตุตัวที่สองและเปลี่ยนคำลงท้ายธาตุที่สองเป็น *-ide*

HF hydrogen fluoride

PCl₃ phosphorous trichloride

3

การเรียกชื่อสารประกอบโควาเลนต์

NO Nitrogen oxide

NO₂ Nitrogen dioxide

N₂O Dinitrogen oxide

N₂O₃

N₂O₄

N₂O₅

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

BaCl₂ Barium chloride

Zn(NO₃)₂ Zinc nitrate

NH₄Cl

Fe₂O₃

Na₂O

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

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

(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)

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

$$\begin{aligned}\text{น้ำหนักโมเลกุล } \text{CH}_3\text{NO}_2 &= 12.0 + (1.0 \times 3) + 14.0 + (16.0 \times 2) \\ &= 61.0 \text{ g/mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{จำนวนโมล} &= \frac{82.6 \text{ g}}{61.0 \text{ g/mol}} \\ &= 1.35 \text{ โมล}\end{aligned}$$

10

การคำนวณโมลของแก๊ส

ตัวอย่าง จงหามวลของแก๊ส cyclopropane (C_3H_6)
ปริมาตร 1.00 L ที่ STP
(น้ำหนักอะตอม : C = 12.0, H = 1.0)

$$\begin{aligned}\text{จำนวนโมลของ } C_3H_6 &= \frac{\text{ปริมาตรแก๊สที่ STP}}{22.4 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}} \\ &= \frac{1.00 \text{ L}}{22.4 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}} \\ &= 0.045 \text{ mol}\end{aligned}$$

11

การคำนวณโมลของแก๊ส

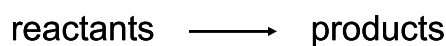
$$\text{จำนวนโมลของแก๊ส} = \frac{\text{น้ำหนักแก๊ส (g)}}{\text{น้ำหนักโมเลกุล}}$$

$$\begin{aligned}\text{น้ำหนักแก๊ส (g)} &= \text{โมลของแก๊ส} \times \text{น้ำหนักโมเลกุล} \\ &= 0.045 \times [(12.0 \times 3) + (1.0 \times 6)] \\ &= 1.89 \text{ g}\end{aligned}$$

12

สมการเคมี

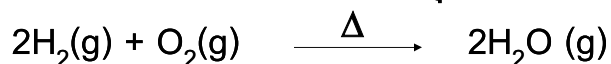
: ใช้เขียนแทนปฏิกิริยาเคมี บอกให้ทราบถึงสารตั้งต้น (reactants) สารผลิตภัณฑ์(products)ในปฏิกิริยา



- สมการแบบโมเลกุล

- แสดงปฏิกิริยา และสถานะของสาร (s, l, g, aq)

- จำนวนอะตอมของธาตุทั้ง 2 ด้านต้องเท่ากัน



13

สมการเคมี

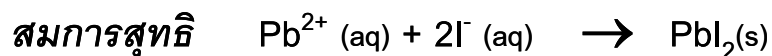
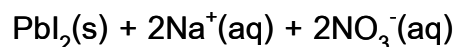
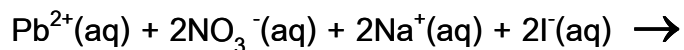
- สมการไอออนิก

- ใช้กับสารประกอบไอออนิก

- เขียนเฉพาะไอออน และโมเลกุลที่จำเป็นในปฏิกิริยา



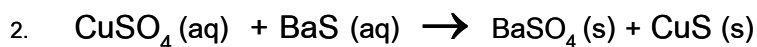
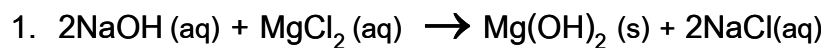
เมื่ออยู่ในสารละลาย



14

สมการเคมี

แบบฝึกหัด



15

การดุลสมการเคมี

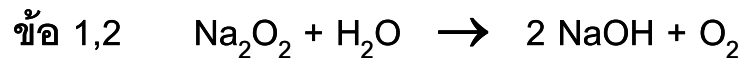
การดุลสมการอย่างง่าย

1. เริ่มจากโมเลกุลใหญ่สุด หรือโมเลกุลที่ประกอบด้วยธาตุมากที่สุด
2. ดุลโลหะ
3. ดุลออกซิเจน (ยกเว้น H และ O)
4. ดุล H และ O
5. ตรวจสอบจำนวนทุกธาตุในสมการ
6. ถ้ายังไม่ดุลทำซ้ำข้อ 2-5 อีกครั้งหนึ่ง

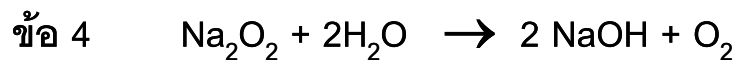
16

การดุลสมการเคมี

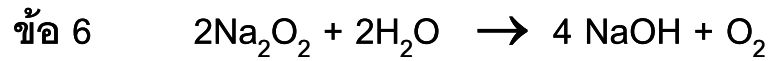
ตัวอย่าง



ข้อ 3 ไม่ต้องใช้

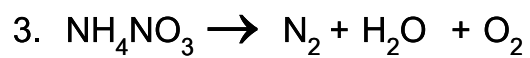
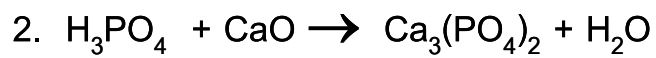
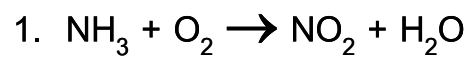


ข้อ 5 H ไม่ดุล



17

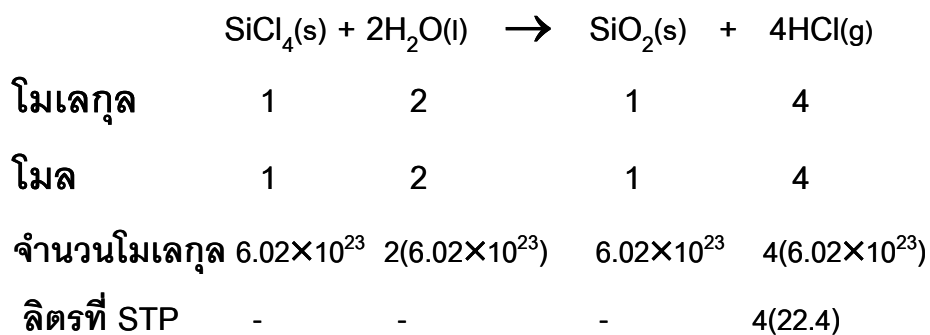
จงดุลสมการต่อไปนี้



18

ปริมาณสารสัมพันธ์

สมการที่ดุลแล้ว บอกให้ทราบ → ความสัมพันธ์เชิงปริมาณ
ของสารที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยา

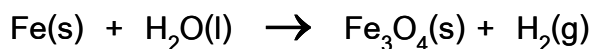


→ ใ้หาปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น

19

การคำนวณปริมาณสารสัมพันธ์

ตัวอย่าง จากสมการ



ก. จงดุลสมการ

ข. จะเกิด H_2 กี่โมลเมื่อใช้ Fe 42.7 g ทำปฏิกิริยากับน้ำมากเกินไป

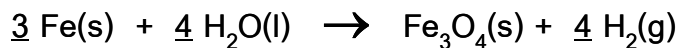
ค. ถ้าใช้ Fe 63.5 g ต้องใช้น้ำกี่กรัมเพื่อทำปฏิกิริยาเป็น Fe_3O_4

ง. เมื่อเกิดปฏิกิริยาได้ H_2 7.36 โมล เกิด Fe_3O_4 กี่กรัม

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

20

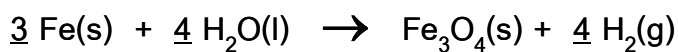
ก. จงดุลสมการ



ข. จะเกิด H_2 กี่โมลเมื่อใช้ Fe 42.7 g ทำปฏิกิริยากับน้ำมากเกินไปพอ

$$\text{จำนวนโมลของ Fe} = 42.7/56.0 = 0.76 \text{ โมล}$$

จากสมการที่ดุลแล้ว



$$\text{Fe } 3 \text{ โมล เกิด } \text{H}_2 \quad \quad \quad 4 \text{ โมล}$$

$$\text{Fe } 0.76 \text{ โมล เกิด } \text{H}_2 \quad \quad \quad \frac{4 \times 0.76}{3} \text{ โมล}$$
$$= 1.01 \text{ โมล}$$

21

ค. ถ้าใช้ Fe 63.5 g ต้องใช้น้ำกี่กรัมเพื่อทำปฏิกิริยาเป็น Fe_3O_4

$$\text{จำนวนโมล Fe} = 63.5/56.0 = 1.13 \text{ โมล}$$

$$\text{Fe } 3 \text{ โมล ทำปฏิกิริยากับน้ำ} \quad \quad \quad 4 \text{ โมล}$$

$$\text{Fe } 1.13 \text{ โมล ทำปฏิกิริยากับน้ำ} \quad \quad \quad \frac{4 \times 1.13}{3} \text{ โมล}$$
$$= 1.51 \text{ โมล}$$

$$\text{ใช้น้ำ} \quad \quad \quad = 1.51 \times [(2 \times 1.0) + 16.0]$$
$$= 27.18 \text{ กรัม}$$

22

ง. เมื่อเกิดปฏิกิริยาได้ H_2 7.36 โมล เกิด Fe_3O_4 กี่กรัม

$$\begin{array}{l} \text{เกิด } H_2 \text{ 4 โมล เกิด } Fe_3O_4 \quad 1 \quad \text{โมล} \\ \text{เกิด } H_2 \text{ 7.36 โมล เกิด } Fe_3O_4 \quad \frac{1 \times 7.36}{4} \quad \text{โมล} \\ \qquad \qquad \qquad = 1.40 \text{ โมล} \end{array}$$

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักโมเลกุล } Fe_3O_4 &= (56.0 \times 3) + (16.0 \times 4) \text{ g.mol}^{-1} \\ &= 232.0 \text{ g.mol}^{-1} \end{aligned}$$

$$\text{เกิด } Fe_2O_3 = 1.4 \times 232.0 = 324.8 \text{ กรัม}$$

23

สารกำหนดปริมาณ (Limiting Reactant)

How Many Cookies Can I Make?

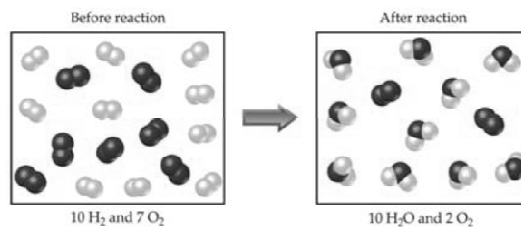


- You can make cookies until you run out of one of the ingredients
- Once this family runs out of sugar, they will stop making cookies (at least any cookies you would want to eat)

How Many Cookies Can I Make?



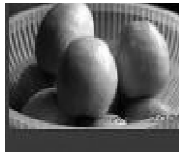
- In this example the sugar would be the limiting reactant, because it will limit the amount of cookies you can make



<http://www.chemistry.mtu.edu>

24

ไข่ขนม 10 ลูก + แป้งมากเกินพอ → ขนมใส่ไส้ที่ห่อ



25

สารกำหนดปริมาณ

สารกำหนดปริมาณ (Limiting Reactant)

: สารตั้งต้นตัวที่มีปริมาณน้อยที่สุดที่เป็นตัวกำหนดว่า
ปฏิกิริยาหนึ่งจะให้ผลิตภัณฑ์มากที่สุดเท่าใด



ถ้าใช้ 4 1 เกิด 2

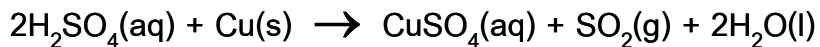
เหลือ 2 0 เกิด 2

∴ สารกำหนดปริมาณ คือ O_2

26

สารกำหนดปริมาณ

ตัวอย่าง จากปฏิกิริยา



ถ้าใช้ Cu 14.2 g ทำปฏิกิริยากับ H_2SO_4 18.0 g สารใด
เป็นสารกำหนดปริมาณและ จะเกิด SO_2 กี่กรัม

$$(\text{S} = 32.0, \text{O} = 16.0, \text{H} = 1.0, \text{Cu} = 63.5)$$

$$\text{จำนวนโมล Cu} = 14.2/63.5 = 0.224 \text{ โมล}$$

$$\begin{aligned} \text{จำนวนโมล H}_2\text{SO}_4 &= \frac{18.0}{(1.0 \times 2) + 32.0 + (16.0 \times 4)} \\ &= 0.184 \text{ โมล} \end{aligned}$$

28

จากสมการ

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{SO}_4 \quad 2 \text{ โมล} \text{ เกิด } \text{SO}_2 \quad & 1 \quad \text{โมล} \\ \text{H}_2\text{SO}_4 \quad 0.184 \text{ โมล} \text{ เกิด } \text{SO}_2 \quad & \frac{1 \times 0.184}{2} \quad \text{โมล} \\ & = 0.092 \text{ โมล} \\ \text{Cu} \quad 1 \text{ โมล} \text{ เกิด } \text{SO}_2 \quad & 1 \quad \text{โมล} \\ \text{Cu} \quad 0.224 \text{ โมล} \text{ เกิด } \text{SO}_2 \quad & \frac{1 \times 0.224}{1} \quad \text{โมล} \\ & = 0.224 \text{ โมล} \end{aligned}$$

ดังนั้น H_2SO_4 เป็นสารกำหนดปริมาณ

$$\begin{aligned} \text{เกิด } \text{SO}_2 \quad 0.092 \text{ โมล} &= 0.092 \times [32.0 + (16.0 \times 2)] \text{ กรัม} \\ &= 5.89 \text{ กรัม} \end{aligned}$$

29

ผลผลิตตามทฤษฎี ผลผลิตจริง ผลผลิตร้อยละ

ผลผลิตตามทฤษฎี (Theoretical yield)

: ผลผลิตที่มีมากที่สุด ที่เกิดจากปฏิกิริยาที่สมบูรณ์

ผลผลิตจริง (Experimental yield)

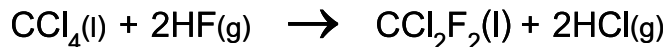
: ผลผลิตที่ได้จากการทดลอง

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

30

ผลผลิตตามทฤษฎี ผลผลิตจริง ผลผลิตร้อยละ

ตัวอย่าง จากสมการ



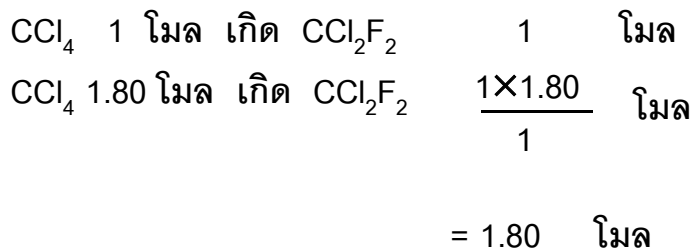
ถ้าใช้ CCl_4 1.80 โมลทำปฏิกิริยากับ HF มากเกินพอ
เกิด CCl_2F_2 1.55 โมล จงหาผลผลิตตามทฤษฎี และ
ผลผลิตร้อยละ

$$(\text{C} = 12.0, \text{Cl} = 35.5, \text{H} = 1.0, \text{F} = 19.0)$$

31

ผลผลิตตามทฤษฎี ผลผลิตจริง ผลผลิตร้อยละ

จากสมการ



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

$$\begin{aligned} \text{ผลผลิตร้อยละ} &= \frac{1.55}{1.80} \times 100 \\ &= 86.11 \end{aligned}$$

33