2/2565

ปริมาณสารสัมพันธ์
Stoichiometry

วิชาเคมีเพื่อการเกษตร 10303108

อ.ดร.นิรวรรณ ธรรมขันธุ์
สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

1

1. มวลโมเลกุล

โมเลกุล: เกิดจากการรวมตัวกันของอะตอมด้วยพันธะเคมี

ถ้ารู้มวลอะตอมของแต่ละองค์ประกอบที่อยู่ในโมเลกุลนั้น จะคำนวณหา**มวลโมเลกุล** (molecular mass) ของโมเลกุลนั้นได้

มวลโมเลกุล บางครั้งเรียก "น้ำหนักโมเลกุล" หาจาก**ผลรวมของมวลอะตอม**ทุกอะตอมที่มีอยู่ในโมเลกุลนั้น เช่น

มวลโมเลกุลของ H_2O = 2(มวลอะตอม H) + มวลอะตอม O
= (2 x 1.008 amu) + 16.00 amu
= 18.02 amu

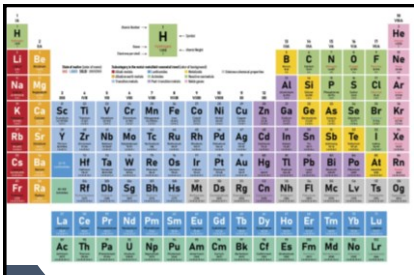
2

1. มวลโมเลกุล

มวลโมเลกุลของซัลเฟอร์ไดออกไซด์; SO_2
= มวลอะตอม S + 2(มวลอะตอม O)
= 32.07 amu + (2 x 16.00 amu)
= 64.07 amu

มวลโมเลกุลของคาเฟอีน; $C_8H_{10}N_4O_2$
= 8(มวลอะตอม C) + 10(มวลอะตอม H) + 24(มวลอะตอม N) + 2(มวลอะตอม O)
= (8 x 12.01 amu) + (10 x 1.008 amu) + (4 x 14.01 amu) + (2 x 16.00 amu)
= 194.20 amu

3



มวลโมเลกุล ของ

$Mg(OH)_2$

$NaCO_3$

$Mg(OH)_2$

$CuSO_4 \cdot 5H_2O$

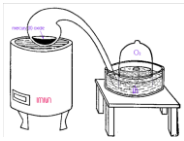
4

2. กฎทรงมวล กฎสัดส่วนคงที่

กฎทรงมวล

กฎทรงมวล (Laws of conservative of mass) กล่าวว่า มวลของสารก่อนทำปฏิกิริยาจะเท่ากับมวลของสารหลังทำปฏิกิริยา

ลาวัวซิเยร์ ทดลอง



$2HgO \xrightarrow{\Delta} 2Hg + O_2$

น้ำหนักสารตั้งต้น 500.0 g ← ก่อน Rx.
น้ำหนัก Hg (l) 463.1 g ← หลัง Rx.
น้ำหนัก O_2 (g) 36.9 g ← หลัง Rx.

5

2. กฎทรงมวล กฎสัดส่วนคงที่

กฎสัดส่วนคงที่

กฎสัดส่วนคงที่ Joseph Proust ผู้ตั้งกฎกล่าวว่า **สารประกอบ**ชนิดเดียวกันมีองค์ประกอบที่เหมือนกันจะมี**สัดส่วนโดยมวล**ขององค์ประกอบ**คงที่**เสมอ เช่น คอปเปอร์ (II) คาร์บอเนต $(Cu_2(OH)_2CO_3)$ ไม่ว่าจะเป็นชนิดที่พบในแร่มาลา ไคท์ หรือที่สังเคราะห์ได้ในห้องปฏิบัติการ จะมีสัดส่วนโดยมวลของ

Cu = 57.46% C = 5.43%
H = 0.91% O = 36.17% เสมอ

หมายถึง ถ้า $(Cu_2(OH)_2CO_3)$ มีมวล = 100 g จะประกอบด้วย Cu, C, H และ O = 57.46, 5.43, 0.91 และ 36.17 g เสมอ

อาจกล่าวได้ว่ากฎสัดส่วนคงที่เป็นการระบุถึง **% โดยมวล**ของธาตุที่เป็นองค์ประกอบในสารประกอบนั้นเอง

6

2. กฎทรงมวล กฎสัดส่วนคงที่

การหาเปอร์เซ็นต์องค์ประกอบโดยมวล

ต้อง - เขียนสูตรโมเลกุลของสารประกอบได้
- หามวลโมเลกุลของสารประกอบได้

เช่น สูตรโมเลกุลคือ $(Cu_2(OH)_2CO_3)$ แสดงว่าโมเลกุลนี้ประกอบด้วย
- Cu 2 โมล
- O 5 โมล
- H 2 โมล
- C 1 โมล

มวลโมเลกุลของสาร = (2x63.546) + (5x16) + (2x1.008) + (12.01)
= 221.118

$\therefore$ % ของธาตุ C = $\frac{2 \times 63.546}{221.18} \times 100 = 57.46\%$

7

7

2. กฎทรงมวล กฎสัดส่วนคงที่

การหาเปอร์เซ็นต์องค์ประกอบโดยมวล

$\therefore$ % ของธาตุ O = $\frac{5 \times 16}{221.18} \times 100\% = 36.17\%$

$\therefore$ % ของธาตุ H = $\frac{2 \times 1.008}{221.18} \times 100\% = 0.91\%$

$\therefore$ % ของธาตุ C = $\frac{12.01 \times 100\%}{221.18} = 5.43\%$

เปอร์เซ็นต์องค์ประกอบของธาตุ = $\frac{n \times \text{มวลอะตอมของธาตุ}}{\text{มวลโมเลกุลของสารประกอบ}} \times 100\%$

8

8

2. กฎทรงมวล กฎสัดส่วนคงที่

การหาเปอร์เซ็นต์องค์ประกอบโดยมวล

เช่น H_2O 1 โมเลกุล ประกอบด้วย H 2 โมล และ O 1 โมล

มวลอะตอม H = 1.008
O = 16

มวลโมเลกุล H_2O = 18.016

อัตราส่วนโดยโมล
H : O เป็น 2 : 1

ดังนั้น % H = $2 \times \frac{1.008}{18.016} \times 100 = 11.19\%$

ดังนั้น % O = $\frac{16}{18.016} \times 100 = 88.81\%$

= 100% เสมอ

หรือกล่าวได้ว่า อัตราส่วนโดยมวล ของ H : O ที่เป็นองค์ประกอบใน H_2O เป็น 1 : 8

9

9

2. กฎทรงมวล กฎสัดส่วนคงที่

การหาสูตรอย่างง่ายจาก %องค์ประกอบของธาตุ

เช่น วิตามินซี (Ascorbic acid) ประกอบด้วย C 40.92% H 4.58% และ O 54.50%
หาสูตรอย่างง่ายของสารประกอบนี้

อัตราส่วนโดยมวล	C	H	O
	40.92	4.58	54.50
อัตราส่วนโดยโมล	40.92 / 12.01	4.58 / 1.008	54.50 / 16
	3.41	4.54	3.40
อัตราส่วนลงตัว	3.41 / 3.41	4.54 / 3.41	3.40 / 3.41
	1 X3	1.33 x3	1 x3
	3	4	3

$\therefore$ สูตรอย่างง่ายของวิตามินซี คือ $C_3H_4O_3$

10

10

2. กฎทรงมวล กฎสัดส่วนคงที่

การหาสูตรโมเลกุลจากสูตรอย่างง่าย สูตรอย่างง่ายบอกถึงอัตราส่วนอย่างต่ำของธาตุที่เป็นองค์ประกอบในสารประกอบ จึงใช้หาสูตรโมเลกุลต่อได้ โดยต้องรู้มวลโมเลกุลของสารนั้น

เช่น วิตามินซีมีสูตรอย่างง่ายเป็น $C_3H_4O_3$ หาสูตรโมเลกุล ถ้ามวลโมลาร์ของสารประกอบนี้เท่ากับ 176.12

นั่นคือกำลังจะหา $n(C_3H_4O_3)$; n = ?

มวลโมเลกุลของสูตรอย่างง่าย = (3x12.01) + (4X1.008) + (3X16)
= 88.0616

แต่มวลโมเลกุลของสูตรโมเลกุล = 176.12

ดังนั้น n = มวลโมเลกุลของสูตรโมเลกุล / มวลโมเลกุลของสูตรอย่างง่าย
= 176.12/88.0616 = 1.99996 หรือ = 2

สูตรโมเลกุล = 2(สูตรอย่างง่าย) $\therefore$ $2(C_3H_4O_3) = C_6H_8O_6$

11

11

3. ปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี

ปฏิกิริยาเคมี คือกระบวนการที่สารชนิดหนึ่ง (หรือมากกว่า) มีการเปลี่ยนแปลงเป็นสารใหม่ (อาจมากกว่า 1 ชนิด)

สมการเคมี คือสัญลักษณ์ทางเคมีที่เขียนขึ้นเพื่อแสดงถึงปฏิกิริยาเคมีนั้น

พิจารณาปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นต่อไปนี้

สารที่เข้าทำปฏิกิริยา	สารตั้งต้น (Reactant)	เขียนไว้ทาง "ซ้าย"
สารที่เป็นผลผลิตจากปฏิกิริยา	สารผลิตภัณฑ์ (Product)	เขียนไว้ทาง "ขวา"
" → "	ทิศทางของปฏิกิริยา	
" + "	ทำปฏิกิริยากับ	
(s), (l), (g)	สถานะของสาร เขียนต่อท้ายสารแต่ละตัว	
(aq)	สารละลายในน้ำ (aqueous)	

สารตั้งต้น ⟶ สารผลิตภัณฑ์

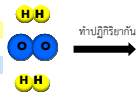
12

12

3. ปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี

ก๊าซ H_2 จำนวน 2 โมเลกุล

ก๊าซ O_2 จำนวน 1 โมเลกุล



ทำปฏิกิริยากัน

$2H_2\ (g) + O_2\ (g) \longrightarrow 2H_2O\ (g)$

13

13

3. ปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี

สมการเคมี แบ่งการเขียนได้เป็น 2 ชนิด คือ **สมการแบบโมเลกุล** และ **สมการไอออนิก**

1) สมการแบบโมเลกุล จะแสดงสูตรโมเลกุลของสารในปฏิกิริยา

มีหลักในการดุลสมการโดยทั่วไป ดังนี้

- เริ่มจากโมเลกุลใหญ่สุดหรือมีจำนวนธาตุมากที่สุดก่อน
- ดุลธาตุที่เป็นโลหะแล้วตามด้วยอโลหะ (ยกเว้น H และ O)
- ดุล H และดุล O ตามลำดับ
- ตรวจดูว่าทุกธาตุในสมการดุลครบแล้ว

ตัวอย่าง เช่น $KCl\ (s) + O_2(g) \longrightarrow KClO_3\ (s)$ ..... (2.1)

เริ่มจากโมเลกุลใหญ่สุด คือ $KClO_3$ โดยดุลธาตุที่เป็นโลหะใน $KClO_3$

$KCl\ (s) + O_2(g) \longrightarrow KClO_3\ (s)$ ..... (2.1)

- ดุลธาตุที่เป็นอโลหะใน $KClO_3$ คือ Cl
- ดุลธาตุ O โดย เติม 3 หน้า O_2, เติม 2 หน้า $KClO_3$
- ตรวจดูธาตุทุกธาตุในสมการให้ดุล ซึ่ง K และ Cl ยังไม่ดุล → ต้องเติม 2 หน้า KCl

จะได้สมการที่ดุลแล้ว ดังนี้, $2\ KCl\ (s) + 3\ O_2(g) \longrightarrow 2\ KClO_3\ (s)$

14

14

3. ปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี

ตัวอย่าง การดุลสมการเคมี

C: ครั้งเดียวทางด้านซ้ายและขวา แต่จำนวนไม่เท่ากัน ∴ ต้องเติมเลขสัมประสิทธิ์

H: ครั้งเดียวทางด้านซ้ายและขวา แต่จำนวนไม่เท่ากัน ∴ ต้องเติมเลขสัมประสิทธิ์

$C_2H_6 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$

$C_2H_6 + O_2 \longrightarrow 2\ CO_2 + 3\ H_2O$

จำนวนอะตอม C และ H เท่ากัน ทั้งทางด้านซ้ายและขวา

O: ครั้งเดียวทางด้านซ้าย แต่มี 2 ครั้งทางด้านขวา ∴ ต้องรวมจำนวนด้านขวา แล้วเติมเลขสัมประสิทธิ์ทางด้านซ้ายให้เท่าด้านขวา

สุดท้ายมี C 4 อะตอม H 12 อะตอม เท่ากัน ทั้งสองด้าน

สุดท้ายตรวจสอบจำนวนอะตอมของทุกธาตุทางด้านซ้ายและขวา และทำเลขให้ลงตัว โดย × 2 ทุกโมเลกุล

$2\ C_2H_6 + 7\ O_2 \longrightarrow 4\ CO_2 + 6\ H_2O$

15

15

3. ปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี

ตัวอย่าง การดุลสมการเคมี

Al: ครั้งเดียวทางด้านซ้ายและขวา แต่จำนวนไม่เท่ากัน ∴ ต้องเติมเลขสัมประสิทธิ์

O: ครั้งเดียวทางด้านซ้ายและขวา แต่จำนวนไม่เท่ากัน ∴ ต้องเติมเลขสัมประสิทธิ์

$Al + O_2 \longrightarrow Al_2O_3$

$2\ Al + \frac{3}{2}\ O_2 \longrightarrow Al_2O_3$

จำนวนอะตอม Al และ O เท่ากันทั้งทางด้านซ้ายและขวา แล้วทำตัวเลขให้ลงตัวโดยการ × 2 ทุกโมเลกุล

$4\ Al + 3\ O_2 \longrightarrow 2\ Al_2O_3$

สุดท้ายมี Al 4 อะตอม มี O 6 อะตอมทั้งสองด้าน

16

16

3. ปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี

2) สมการไอออนิก

นิยมเขียนแสดงปฏิกิริยาที่มีสารประกอบไอออนิกซึ่งแตกตัวเป็นไอออนในสารละลายได้ โดยในบางครั้งอาจเขียนเฉพาะส่วนของสารที่เข้าทาปฏิกิริยา สาหรับสารที่ไม่ละลาย สารที่ตกตะกอน หรือแก๊ส ให้เขียนเป็นสูตรโมเลกุล

เช่น $Ba(NO_3)_2\ (aq) + K_2SO_4\ (aq) \longrightarrow BaSO_4\ (s) + KNO_3\ (aq)$

อาจเขียนเป็นสมการไอออนิกที่ดุลแล้วได้ดังนี้ ;

$Ba^{2+}(aq) + 2NO_3^-(aq) + 2\ K^+(aq) + SO_4^{2-}(aq) \longrightarrow BaSO_4(s) + 2KNO_3(aq)$

$2K^+(aq) + 2NO_3^-(aq)$

17

17

3. ปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี

- สมการแสดงปฏิกิริยาเคมี อาจแบ่งตามชนิดของปฏิกิริยาอย่างกว้าง ๆ ได้ 2 ชนิด คือ

(1) ปฏิกิริยาที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันของธาตุหรืออะตอม

ได้แก่ ปฏิกิริยาสะเทินกรด-เบส ปฏิกิริยาการตกตะกอน เป็นต้น ---> มักเขียนเป็นสมการแบบโมเลกุล เช่น

$H_2SO_4\ (aq) + 2NaOH\ (aq) \longrightarrow Na_2SO_4\ (aq) + 2H_2O\ (l)$

$AgNO_3\ (aq) + NaCl\ (aq) \longrightarrow AgCl\ (s) + NaNO_3\ (aq)$

(2) ปฏิกิริยาที่มีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันของธาตุหรืออะตอม หรือ ปฏิกิริยารีดอกซ์

ปฏิกิริยารีดอกซ์ (ปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน) ---> ปฏิกิริยาที่มีการให้และรับอิเล็กตรอนระหว่างสารที่เข้าทำปฏิกิริยา มักเขียนสมการแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์เป็นแบบสมการไอออนิก เพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน เช่น

$Zn\ (s) + Cu^{2+}\ (aq) \longrightarrow Zn^{2+}\ (aq) + Cu\ (s)$

18

18

3. ปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี

$Zn\ (s) + Cu^{2+}\ (aq) \longrightarrow Zn^{2+}\ (aq) + Cu\ (s)$

ประกอบด้วย

1) $Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}\ (aq) + 2e^-$ ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (ให้ e-)

2) $Cu^{2+}\ (aq) + 2e^- \longrightarrow Cu\ (s)$ ปฏิกิริยารีดักชัน (รับ e-)

ตัวอย่างการกำหนดเลขออกซิเดชัน มีดังนี้

ชนิดของธาตุ	ตัวอย่าง	เลขออกซิเดชัน
1) ธาตุอิสระ (ไม่ได้รวมกับธาตุอื่นเกิดเป็นสารประกอบ)	O_2, Na, Cl_2, He, P_4, S_8	0
2) F ในสารประกอบฟลูออไรด์	HF, KF, OF_2, SiF_4	-1
3) O ในสารประกอบทั่วไป	H_2O, Li_2O, H_2SO_4, $KMnO_4$	-2
ยกเว้น O ในสารประกอบเปอร์ออกไซด์ (peroxide)	Na_2O_2, H_2O_2, K_2O_2	-1
O ในสารประกอบซุปเปอร์ออกไซด์	KO_2, NaO_2, LiO_2	$-\frac{1}{2}$
	OF_2	+2

19

19

3. ปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี

ชนิดของธาตุ	ตัวอย่าง	เลขออกซิเดชัน
4) H ในสารประกอบทั่วไป	H_2O, NH_3, HCl, H_2S, PH_4	+1
ยกเว้น H ในสารประกอบไฮไดรด์ (hydride)	CaH_2, NaH, LiH	-1

5) ธาตุทั่วไปในสารประกอบมีเลขออกซิเดชันเท่ากับประจุในรูปของไอออนของธาตุ

เช่น Cl^- มีเลขออกซิเดชัน -1 O^{2-} มีเลขออกซิเดชัน -2

Na^+ มีเลขออกซิเดชัน +1 Mg^{2+} มีเลขออกซิเดชัน +2

Al^{3+} มีเลขออกซิเดชัน +3

6) **ผลรวม**ของเลขออกซิเดชันในสารประกอบ = 0

20

20

3. ปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี

ตัวอย่าง การหาค่าเลขออกซิเดชันของธาตุบางตัวในสารประกอบ

เช่น

$KClO_3$

เลขออกซิเดชันของ Cl = ?

เลขออกซิเดชันของ K = +1, O = -2

K + Cl + 3O = 0

(+1) + Cl + 3 (-2) = 0

Cl = +5

$Ba(NO_3)_2$

เลขออกซิเดชันของ N = ?

เลขออกซิเดชันของ Ba = +2, O = -2

Ba + 2N + 6O = 0

(+2) + 2N + 6 (-2) = 0

N = +5

21

21

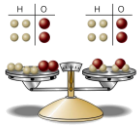
3. ปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี

สิ่งที่สรุปได้จากสมการเคมี

ชนิดของสารที่เข้าทำปฏิกิริยา และผลิตภัณฑ์ **สถานะ**ของสารที่เข้าทำปฏิกิริยาและผลิตภัณฑ์ ความสัมพันธ์เชิง**โมล**ของสารที่เข้าทำปฏิกิริยากัน และผลิตภัณฑ์ **มวล**ของสารที่เข้าทำปฏิกิริยา และผลิตภัณฑ์ (**กฎทรงมวล**)

$2H_2\ (g) + O_2\ (g) \longrightarrow 2H_2O\ (g)$

มวลของสาร ก่อนเกิดปฏิกิริยา



มวลของสาร หลังเกิดปฏิกิริยา

22

22

3. ปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี

สิ่งที่ทำนายได้จากสมการเคมีที่ดุลแล้ว

$2H_2\ (g) + O_2\ (g) \longrightarrow 2H_2O\ (g)$

2 โมเลกุล 1 โมเลกุล → 2 โมเลกุล

2 โมล 1 โมล → 2 โมล

2(2*1.01) g + (2*16) g → 2[(2*1.01) + 16]

4.04 g + 32 g = 36.04 g → 36.04 g

สารตั้งต้น สารผลิตภัณฑ์

ดังนั้น จะ**ทำนายได้**ว่า H_2 หนัก 4.04 g ทำปฏิกิริยาพอดีกับ O_2 หนัก 32 g แล้วทำให้เกิด H_2O หนัก 36.04 g

23

23

4. การคำนวณในสมการเคมี

วิธีการทั่วไปในการแก้ปัญหาปริมาณสารสัมพันธ์มีลำดับขั้นดังนี้

1. เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาเคมี
2. ดุลสมการเคมี
3. เปลี่ยนปริมาณสารตั้งต้น (หน่วย g หรือหน่วยอื่น) ไปเป็น mol
4. ใช้สัดส่วน mol จากสมการที่ดุลแล้ว เพื่อคำนวณหาจำนวน mol ของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น
5. เปลี่ยนจำนวน mol ของผลิตภัณฑ์ให้เป็น g

หาจำนวน mol จากน้ำหนัก (g) โดย $\text{mol} = \frac{\text{มวล (g)}}{\text{มวลโมเลกุล}}$ → $n = \frac{g}{MW}$

หาน้ำหนัก (g) จากจำนวน mol โดย มวล (g) = mol x มวลโมเลกุล

24

24

4. การคำนวณในสมการเคมี

* 1 โมล มีค่าเท่ากับ 6.02×10^{23} อนุภาค (อะตอม/ไอออน/โมเลกุล)
[6.0221367×10^{23} = เลขอาโวกาโดร (Avogadro's number: NA)]
* 1 โมลของธาตุ (โมเลกุล) ใด ๆ จะมีน้ำหนักเท่ากับน้ำหนักอะตอม (น้ำหนักโมเลกุล) ของธาตุ (โมเลกุล) นั้น ๆ ในหน่วยเป็นกรัม

เช่น กำหนดน้ำหนักอะตอมของ H = 1, C = 12, O = 16

C 1 โมล → C 6.02×10^{23} อะตอม → C 12 กรัม

H_2O 1 โมล → H_2O 6.02×10^{23} โมเลกุล → H_2O 18 กรัม

H_2O 1 โมล → H 6.02×10^{23} อะตอม
→ O $2(6.02 \times 10^{23})$ อะตอม = 1.20×10^{24} อะตอม

25

25

4. การคำนวณในสมการเคมี

ตัวอย่าง กำหนดน้ำหนักอะตอมของ He = 4, Ca = 40, Cl = 35.5

He 0.5 โมล He $\frac{6.02 \times 10^{23}}{2}$ = 3.01×10^{23} อะตอม

→ He 2 กรัม

$CaCl_2$ 2 โมล $CaCl_2$ $2(6.02) \times 10^{23}$ = 1.20×10^{24} โมเลกุล

→ Ca^{2+} 6.02×10^{23} ไอออน

→ Cl^- $2(6.02) \times 10^{23}$ = 1.20×10^{24} ไอออน

→ $CaCl_2$ 2(111) = 222 กรัม

26

26

4. การคำนวณในสมการเคมี

$$n = \frac{N_A}{6.02 \times 10^{23}} = \frac{g}{MW}$$

โดย n = จำนวนโมล N_A = จำนวนอนุภาค (อะตอม/ไอออน/โมเลกุล)
g = น้ำหนักของสาร หน่วยเป็นกรัม
MW = น้ำหนักอะตอมหรือน้ำหนักโมเลกุล

ตัวอย่าง ถ้ามีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2) หนัก 9.24 g จงคำนวณหา
ก. จำนวนโมลของ CO_2
ข. จำนวนโมเลกุลของ CO_2
ค. จำนวนโมลของแต่ละธาตุในคาร์บอนไดออกไซด์
ง. จำนวนอะตอมของแต่ละธาตุ
กำหนดน้ำหนักอะตอมของ C = 12.0 และ O = 16.0

27

27

4. การคำนวณในสมการเคมี

ตัวอย่าง การคำนวณในสมการเคมีที่ดุลแล้ว...เริ่มที่

.....$(CH_3COO)_2Ba$ (aq) + ...K_2SO_4 (aq) ⟶ .....CH_3COOK (aq) + ...$BaSO_4$ (s)

$(CH_3COO)_2Ba$ (aq)	K_2SO_4 (aq)		CH_3COOK (aq)	$BaSO_4$ (s)
1 โมเลกุล	1 โมเลกุล		2 โมเลกุล	1 โมเลกุล
1 โมล	1 โมล		2 โมล	1 โมล
(4*12.01)+(6*1.01) +(4*16)+137.3	(2*39.1)+32.07 +(4*16)	2	(2*12.01)+(3*1.01) +(2*16)+39.1	137.3+32.07 +(4*16)
255.4 g	174.27 g		2* 98.15	233.37 g
255.4 g	174.27 g		196.3 g	233.37 g
429.67 g			429.67 g	

28

28

4. การคำนวณในสมการเคมี

3. ถ้านำ $(CH_3COO)_2Ba$ และ K_2SO_4 หนักอย่างละ 1.50 g มาทำปฏิกิริยากัน ตอบคำถามต่อไปนี้

3.1 ควรเกิดตะกอน $BaSO_4$ จำนวนกี่โมล และคิดเป็นน้ำหนักกี่ g

3.2 ควรเกิด CH_3COOK จำนวนกี่โมล และคิดเป็นน้ำหนักกี่ g

3.3 เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยามีสารชนิดใดเหลืออยู่บ้าง และเหลือกี่โมล คิดเป็นน้ำหนักกี่ g

จากสมการที่ดุลแล้ว

$(CH_3COO)_2Ba$ (aq) + K_2SO_4 (aq) ⟶ 2 CH_3COOK (aq) + $BaSO_4$ (s) จะได้ว่า

29

29

4. การคำนวณในสมการเคมี

ดังนั้น

$(CH_3COO)_2Ba$ ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าจะหมดไปจากปฏิกิริยาก่อนจึงเป็น "สารกำหนดปริมาณ" (limiting agent) การทำนายเกี่ยวกับปฏิกิริยานี้ทั้งหมด จะยึดจำนวนโมลของสารกำหนดปริมาณ เป็นหลัก

จากสมการที่ดุลแล้ว

$(CH_3COO)_2Ba$ 1 mol ทำให้เกิดตะกอน $BaSO_4$ 1 mol

ถ้าใช้ $(CH_3COO)_2Ba$ 5.87×10^{-3} mol ควรทำให้เกิดตะกอน $BaSO_4$ 5.87×10^{-3} mol

หรือคิดเป็น = 5.87×10^{-3} mol x 233.37 g

= 1.37 g

30

30

4. การคำนวณในสมการเคมี

3.2 ถ้าใช้ $(CH_3COO)_2Ba$ หนัก 1.50 g จะเกิด CH_3COOK กี่ mol และคิดเป็นกี่ g

จากสมการที่ดุลแล้ว

31

31

4. การคำนวณในสมการเคมี

3.3 เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยามีสารชนิดใดเหลืออยู่บ้าง และเหลือกี่โมล คิดเป็นน้ำหนักกี่ g

จากสมการที่ดุลแล้ว

32

32

4. การคำนวณในสมการเคมี

ผลผลิตร้อยละของสารผลิตภัณฑ์

ในการคำนวณหาปริมาณของผลิตภัณฑ์จากสมการเคมีนั้น ค่าที่ได้เรียกว่า ผลได้ตามทฤษฎี (Theoretical yield) แต่ในทางปฏิบัติจะได้ผลิตภัณฑ์น้อยกว่าตามทฤษฎี แต่จะได้มากหรือน้อยแค่ไหน ก็ขึ้นอยู่กับวิธีการและสารเคมีที่ใช้ เรียกผลที่ได้ว่านี้ ผลได้จริง(Actual yield) สำหรับการรายงานผล การทดลองนั้น จะเปรียบเทียบค่าที่ได้ตามทฤษฎีในรูปร้อยละ

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

ผลผลิตตามทฤษฎี (Theoretical yield)

ปริมาณของผลผลิตที่อาจเกิดขึ้นได้มากที่สุด ซึ่งคำนวณได้จากสมการเคมีที่ดุลแล้ว

ผลผลิตแท้จริง (Actual yield)

ปริมาณของผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งวัดหรือชั่งได้จากการทดลอง

33

33

ตัวอย่าง เมื่อนำ C_2H_4 1.93 กรัม มาเผาไหม้กับออกซิเจนที่มากเกินพอ พบว่าเกิด CO_2 เกิดขึ้น 3.44 กรัม จงคำนวณผลผลิตร้อยละของ CO_2 นี้ (C = 12.0, H = 1.0, O = 16.0)

วิธีทำ $C_2H_4 + 3\ O_2 \longrightarrow 2\ CO_2 + 2\ H_2O$

หา mol C_2H_4 จาก $n = \frac{g}{MW} = \frac{28.0}{1.93} = 0.0689$ mol

พิจารณาจากสมการ C_2H_4 1 mol จะทำให้เกิด CO_2 เท่ากับ 2 mol

C_2H_4 0.0689 mol จะทำให้เกิด CO_2 เท่ากับ 0.0689 x 2 = 0.138 mol

คิดเป็นน้ำหนักของ CO_2 เท่ากับ 0.138 mol x 44.0g/mol = 6.07 g

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

= 56.7 %

34

34

ตัวอย่าง จงหาปริมาณผลผลิตตามทฤษฎี (กรัม) ของทองแดงที่ได้จากการแยกคอปเปอร์ (I) ซัลไฟด์ (Cu_2S) 1590 กรัม ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น คือ

$Cu_2S + O_2 \longrightarrow 2\ Cu + SO_2$ (Cu = 63.5, S = 32.0, O = 16.0)

ถ้าในการทดลองได้ทองแดง 1200 กรัม จงคำนวณผลผลิตร้อยละของทองแดงนี้ (1270 g, 94.5%)

35

35