ปริมาณสัมพันธ์

อาจารย์ ดร.สุภาวรัตน์ ทัพสุริย์

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

Contents

1 มวลอะตอม มวลอะตอมเฉลี่ย

2 การหาสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุล

3 โมล

4 ปริมาณสัมพันธ์ของแก๊ส

5 สารกำหนดปริมาณ

มวลอะตอม

ปริมาณสัมพันธ์ เป็นการศึกษาความสัมพันธ์เชิงปริมาณของสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาเคมีจากสมการนั้นๆ

มวลอะตอม (atomic mass) คือ ตัวเลขที่ได้จากการเปรียบเทียบมวลจริงของธาตุ 1 อะตอมกับมวลมาตรฐาน คือ C-12 เป็นธาตุมาตรฐาน

1/12 ของมวล C-12 1 อะตอม = 1.66×10^{-24} g

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

$$= \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{1\ \text{amu}}$$

มวลอะตอม

ธาตุ C-12 1 อะตอม มีมวลเท่ากับ 12 หน่วยมวลมาตรฐาน (amu) atomic mass unit

ดังนั้น 12 amu = มวลของ C-12 1 อะตอม

1 amu = 1/12 มวลของ C-12 1 อะตอม

= 1.66×10^{-24} g

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{1.66 \times 10^{-24}\ \text{g}}$$

มวลอะตอม

ตัวอย่างที่ 1 โพแทสเซียม 1 อะตอม มีมวล $39 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม จะมีมวลอะตอมเท่าไร

มวลอะตอม

ตัวอย่างที่ 2 ถ้าฮีเลียม 1 อะตอม หนักเป็น 1/3 เท่าของ C-12 1 อะตอม จงหามวลอะตอมของฮีเลียม

มวลอะตอม

ตัวอย่างที่ 3 ธาตุ A อะตอมมีมวลเป็น 4 เท่า ของมวลของธาตุ B 2 อะตอม ถ้าธาตุ B มีมวลอะตอมเท่ากับ 16 มวลอะตอมของธาตุ A มีค่าเท่าไร

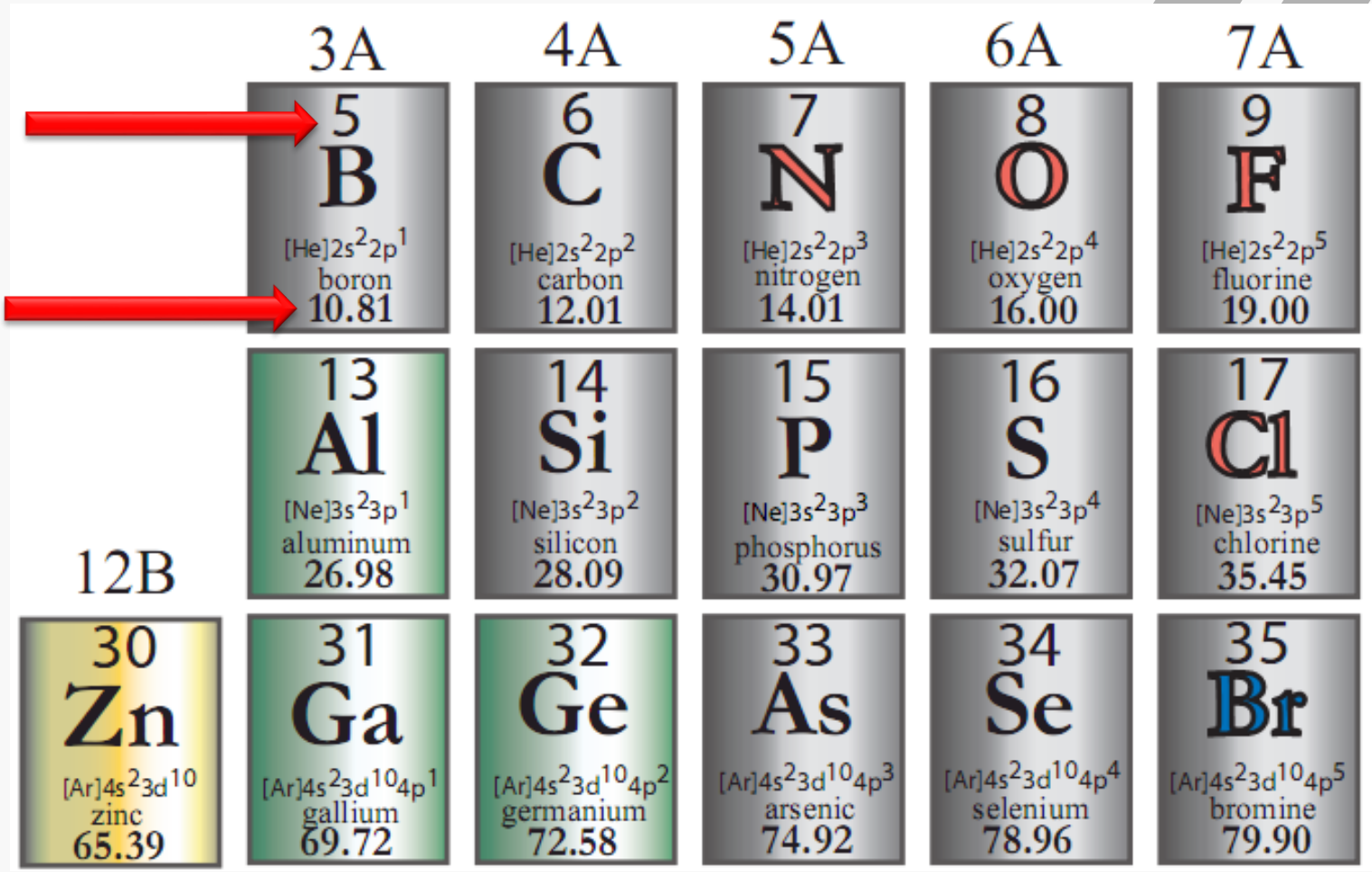
มวลอะตอมเฉลี่ย

ธาตุส่วนใหญ่ในธรรมชาติมีหลายไอโซโทป แต่ละไอโซโทปมีปริมาณมากน้อยต่างกัน ดังนั้นค่ามวลอะตอมของธาตุใดๆ ในตารางธาตุจึงเป็นค่ามวลอะตอมเฉลี่ย ซึ่งขึ้นอยู่กับค่ามวลอะตอมและปริมาณของแต่ละไอโซโทปที่พบอยู่ในธรรมชาติ

นำมวลอะตอมของธาตุที่มีหลายไอโซโทปมาหามวลอะตอมเฉลี่ย

$$\text{มวลอะตอมเฉลี่ย} = \frac{\sum(\text{ปริมาณ\%ของไอโซโทป} \times \text{มวลของไอโซโทป})}{100}$$

มวลอะตอมเฉลี่ย



มวลอะตอมเฉลี่ย

ตัวอย่างที่ 4 ถ้าไอโซโทปในธรรมชาติของคาร์บอน 2 ชนิด คือ $^{12}_{6}C$ และ $^{13}_{6}C$ โดย $^{12}_{6}C$ มีในธรรมชาติ 98.89% มวลอะตอม 12.000 และ $^{13}_{6}C$ มีในธรรมชาติ 1.11% มวลอะตอม 13.003 จงหามวลอะตอมเฉลี่ย

มวลอะตอมเฉลี่ย

ตัวอย่างที่ 5 ถ้าไอโซโทปในธรรมชาติของทองแดง 2 ชนิด คือ $^{63}_{29}Cu$ และ $^{65}_{29}Cu$ ซึ่งมีมวลอะตอม 62.9296 และ 64.9278 ตามลำดับ ถ้ามวลอะตอมเฉลี่ยของ Cu เป็น 63.546 จงหาปริมาณเป็นเปอร์เซ็นต์ของแต่ละไอโซโทป

มวลอะตอมเฉลี่ย

ตัวอย่างที่ 6 ธาตุ X มีไอโซโทปที่เสถียรในธรรมชาติ 2 ชนิด ชนิดแรกมีเปอร์เซ็นต์ในธรรมชาติ 75.0 มีมวลอะตอม 32.1 ถ้า X มีมวลอะตอมเฉลี่ย 32.5 มวลอะตอมของไอโซโทปชนิดที่ 2 เป็นเท่าไร

โมล

โมล : ปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับจำนวนอะตอมของ C-12 ที่มีมวล 12 กรัม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.02×10^{23} อะตอม หรือในกรณีที่เป็นแก๊สจะมีปริมาตร 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ STP $6.02 \times 10^{23}\ mol^{-1}$ เรียกว่า Avogadro's number; N_A

1 โมลของสารใดๆ หมายถึง ปริมาณสารจำนวน 6.02×10^{23} อนุภาค ซึ่งมีมวลเท่ากับมวลอะตอมของธาตุหรือมวลโมเลกุลของสารนั้นๆ

$$1 \text{ mole} = 6.02 \times 10^{23} \text{ อนุภาค}$$

$$\text{จำนวนโมล} = \frac{\text{จำนวนอนุภาค}}{N_A} = \frac{N}{N_A}$$

เมื่อ N = จำนวนอนุภาค

N_A = Avogadro's number (6.02×10^{23} อนุภาค/mol)

โมล

สารบริสุทธิ์

$$\text{จำนวน (n)} = \frac{\text{น้ำหนักของสาร}}{\text{มวลอะตอมหรือมวลโมเลกุล}} = \frac{g}{Mw}$$

แก๊ส 1 โมล มีปริมาตร 22.4 ลิตร ที่ STP มีจำนวน 6.02×10^{23} โมเลกุล STP (Standard temperature pressure) อุณหภูมิ 0 °C ความดัน 1 บรรยากาศ

สารละลาย

$$\text{จำนวนโมล (n)} = \frac{\text{ความเข้มข้นของ (mol/dm}^3\text{) x ปริมาตร (cm}^3\text{)}}{\text{มวลอะตอมหรือมวลโมเลกุล (g/mol)}} = \frac{CV}{100}$$

โมล

$$\text{จำนวนโมล (n)} = \frac{g}{Mw} = \frac{\text{V ที่ STP}}{22.4} = \frac{CV}{1000}$$

$$\text{จำนวน (n)} = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}}$$

โมล

ตัวอย่างที่ 7 มวลอะตอมของ C = 12, O = 16, Na = 23, Ca = 40, Cl = 35.5

ก) C 36 g มีกี่โมล

ข) CO_2 88 g คิดเป็นกี่โมล

โมล

ตัวอย่างที่ 7 มวลอะตอมของ C = 12, O = 16, Na = 23, Ca = 40, Cl = 35.5, Cu = 63.5

ค) Na_2CO_3 0.5 mol มีน้ำหนักกี่กรัม

Na_2CO_3 159 g มีกี่โมล

ง) CO_2 หนัก 9.24 g มีจำนวนโมล จำนวนโมเลกุล และปริมาตรที่ STP เท่าใด

โมล

ตัวอย่างที่ 7 มวลอะตอมของ C = 12, O = 16, Na = 23, Ca = 40, Cl = 35.5, Cu = 63.5, N = 14

จ) NH_3 หนัก 9.24 g มีจำนวนโมล จำนวนโมเลกุล และปริมาตรที่ STP เท่าใด

โมล

ตัวอย่างที่ 8 แก๊ส A เป็นสารประกอบชนิดหนึ่งมีมวล 2.8 กรัม ถ้ามวลโมเลกุลของ A เท่ากับ 28 จงหาจำนวนโมล จำนวนโมเลกุล และปริมาตรที่ STP ของแก๊ส A

การหาสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุล

สูตรเอมพิริคัล คือ สูตรเคมีที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบในสารประกอบ เช่น CH_4 เป็นสูตรเคมีที่มีอัตราส่วนจำนวนอะตอม C และ H เป็น 1:4 และอัตราส่วนจำนวนอะตอมก็มีค่าเท่ากับอัตราส่วนจำนวนโมลด้วย ดังนั้น อัตราส่วนจำนวนโมลของ C และ H ใน CH_4 ก็คือ 1:4 ด้วย

สูตรโมเลกุล คือ สูตรเคมีที่แสดงจำนวนอะตอมของธาตุที่มีอยู่ใน 1 โมเลกุลของธาตุหรือสารประกอบ สารประกอบที่มีสูตรเอมพิริคัลเหมือนกันอาจมีสูตรโมเลกุลต่างกันและเป็นสารประกอบต่างชนิดกันก็ได้ เช่น สารประกอบที่มีสูตรเอมพิริคัลเป็น CH_2 อาจเป็นโมเลกุล C_2H_4 C_3H_6 C_4H_8 หรือ C_5H_{10} ก็ได้

$$\text{สูตรโมเลกุล} = (\text{สูตรเอมพิริคัล})_n$$

การหาสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุล

1. ต้องบอกว่าสารนั้นประกอบด้วยธาตุใดบ้าง และมีมวลอย่างละเท่าไหร่ การบอกมวลอาจบอกเป็นกรัมหรือร้อยละ
2. หาอัตราโดยจำนวนโมลอะตอม (mole ratio) ของธาตุองค์ประกอบโดยนำมวลอะตอมของธาตุนั้นไปหารปริมาณของธาตุที่บอกในข้อ 1
3. นำผลหารจากข้อสองมาเทียบให้เป็นอัตราส่วนอย่างต่ำและเลขจำนวนเต็มลงตัวน้อยๆ
4. ผลที่ได้จากข้อสามจะเป็นสูตรอย่างง่ายของสารประกอบ

สูตรโมเลกุล = (สูตรเอมพิริคัล)$_n$

n เป็นจำนวนเต็ม

0.1 – 0.2	ปัดทิ้ง
0.3 – 0.7	ปัดทิ้งไม่ได้ ต้องหาตัวเลขที่มีค่าต่ำสุดมาคูณให้มีค่าใกล้เคียงกับตัวเลขที่จะปัดได้
0.8 – 0.9	ปัดขึ้น 1

การหาสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุล

ตัวอย่างที่ 11 สารประกอบชนิดหนึ่งมีองค์ประกอบเป็นน้ำหนักร้อยละดังนี้ Na = 12.04 % B =11.52 % O = 29.32% และ H_2O = 47.12% จงคำนวณหาสูตรอย่างง่ายของสารประกอบนี้ (Na = 23, B = 11, H = 1, O = 16)

การหาสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุล

ตัวอย่างที่ 12 เมื่อนำสารอินทรีย์ชนิดหนึ่ง 1.08 กรัม มาเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ได้ CO_2 3.08 กรัม และ H_2O 0.72 กรัม จงหาสูตรอย่างง่ายของสารอินทรีย์นี้

การหาสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุล

ตัวอย่างที่ 13 ก๊าซ X ประกอบด้วย C H และ O เท่านั้น เมื่อนำแก๊ส X มา 2.04 กรัม พบว่ามี O 1.28 กรัม H 0.04 กรัม ถ้ามีความหนาแน่นของ X ที่ STP = 4.55 กรัม/ลูกบาศก์เดซิเมตร จงหาสูตรโมเลกุลของแก๊ส X

การหามวลเป็นร้อยละจากสูตร

การคำนวณหามวลเป็นร้อยละจากสูตรมีขั้นตอน ดังนี้

1. ต้องทราบมวลอะตอมของธาตุต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบในสารนั้น

2. ต้องทราบสูตรแล้วหามวลโมเลกุล

3. เทียบมวลกับธาตุต่างๆ 100 หน่วยน้ำหนัก ว่ามีอยู่เท่าใดก็จะออกมาเป็นร้อยละของแต่ละธาตุ

การหามวลเป็นร้อยละจากสูตร

ตัวอย่างที่ 14 กรดแอซิติก (CH_3COOH) ประกอบด้วยธาตุต่างๆ ร้อยละเท่าไร (C = 12, O = 16, H = 1)

การหามวลเป็นร้อยละจากสูตร

ตัวอย่างที่ 15 จงหาสูตรโมเลกุลของน้ำผลึกในเกลือ $CaSO_4 \cdot xH_2O$ ที่มีมวลร้อยละของน้ำผลึก 20.93

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี

การคำนวณหาปริมาณสารเมื่อมี 1 สมการ

1. เขียนสมการให้ถูกต้องและทำสมการให้ดุล
2. แสดงความหมายปริมาณสารจากสมการจากโจทย์บอก และโจทย์ถาม สิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องไม่ต้องนำมาพิจารณา
3. คำนวณตามที่โจทย์ต้องการ

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี

ตัวอย่างที่ 20 จากสมการเคมี $Zn\,(s) + 2HCl\,(aq) \rightarrow ZnCl_2\,(aq) + H_2\,(g)$ ถ้าต้องการให้เกิด H_2 จำนวน 11.2 dm^3 ที่ STP จะต้องใช้ Zn กี่กรัม

$$Zn\,(s) + 2HCl\,(aq) \rightarrow ZnCl_2\,(aq) + H_2\,(g)$$

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี

ตัวอย่างที่ 21 จงคำนวณหามวลของ O_2 ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับ Mg 9.7 กรัม เพื่อให้เกิด MgO ดังสมการ

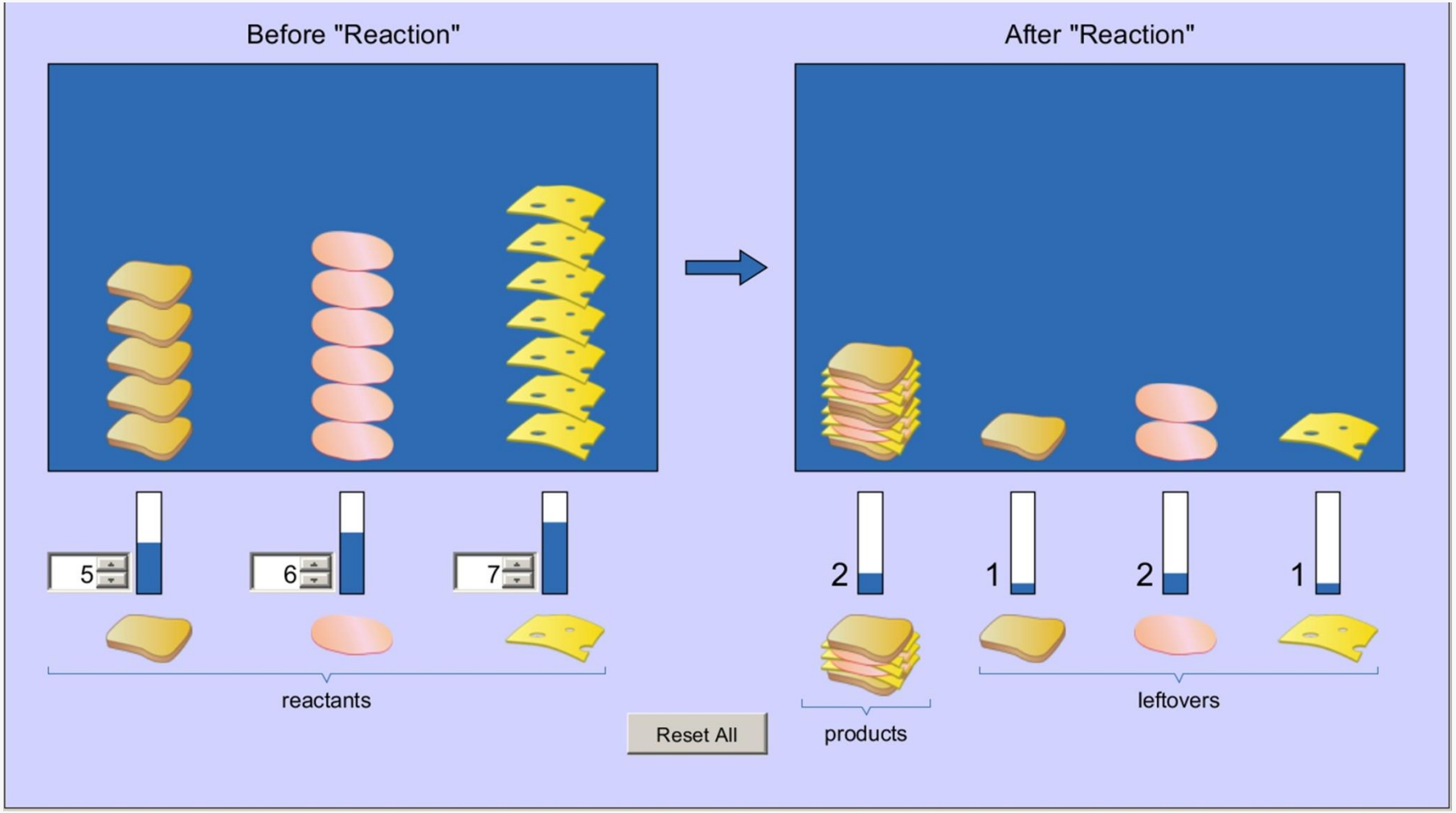
(Mg =24.3, O = 16)

$$2Mg\,(s) + O_2\,(g) \rightarrow 2MgO$$

สารกำหนดปริมาณ

ถ้าสารที่ทำปฏิกิริยามีปริมาณไม่พอดีกัน ปฏิกิริยาจะสิ้นสุดเมื่อสารใดสารหนึ่งหมด สารที่หมดก่อนจะเป็นตัวกำหนดปริมาณของผลผลิตที่เกิดขึ้น เรียกว่า **สารกำหนดปริมาณ**

สารกำหนดปริมาณ



สารกำหนดปริมาณ

ตัวอย่างที่ 23 ในการผลิตฟรีออน ซึ่งใช้เป็นน้ำยาในตู้เย็น ดังสมการ

$$3CCl_4\,(l) + 2SbF_3\,(aq) \rightarrow 3CCl_2F_2\,(g) + 2SbCl_3\,(aq)$$

เมื่อใช้ CCl_4 ปริมาณ 30.8 กรัม ผสมกับ SbF_3 17.9 กรัม จะได้ฟรีออนกี่กรัม กำหนดมวลโมเลกุลของ CCl_4 = 154, SbF_3 = 179, CCl_2F_2 = 121

สารกำหนดปริมาณ

ตัวอย่างที่ 24 ถ้าต้องการเตรียม $Zn(FeS_2)_2$ จาก 2 กรัม ของ Zn 3 กรัม ของ Fe และ 4 กรัม ของ S จะสามารถเตรียมได้มากที่สุดกี่กรัม (Zn = 65.4, Fe = 55.8, S = 32)

$$Zn\,(s) + 2Fe\,(s) + 4S\,(s) \rightarrow Zn(FeS_2)_2\,(s)$$

แบบฝึกหัด

1. แก๊ส A มีสูตรโมเลกุลเป็น A_3 ถ้ามีแก๊สนี้อยู่ 6.02×10^{23} อะตอม จะมีปริมาตรเท่าใดที่ STP

แบบฝึกหัด

2. ธาตุ X 20 อะตอม มีมวลเป็น 80 เท่า ของ C-12 2 อะตอม ถ้ามวลอะตอมของธาตุ X เป็น 6 เท่าของมวลอะตอมของ Y จงหามวลอะตอมของ Y

แบบฝึกหัด

3. ธาตุ X ประกอบด้วย 2 ไอโซโทป ที่มีมวลอะตอม 14.00 และ 15.00 ตามลำดับ โดยมวลอะตอมเฉลี่ยของ X เท่ากับ 14.10 เปอร์เซ็นที่พบในธรรมชาติของไอโซโทปทั้ง 2 ชนิดมีค่าเท่าใด

แบบฝึกหัด

4. การวิเคราะห์สารประกอบอินทรีย์ชนิดหนึ่งเพื่อหาปริมาณธาตุองค์ประกอบพบว่า มีคาร์บอน 18.23% ไฮโดรเจน 2.11% และคลอรีน 80.76% โดยน้ำหนัก ถ้ามวลโมเลกุลของสารอินทรีย์นี้เป็น 270 จงหาสูตรโมเลกุล (มวลอะตอม C =12, H =1, Cl =35.5)

แบบฝึกหัด

5. จงหาร้อยละของธาตุต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบของ $Mg_2(NO_3)_2$ (Mg = 23.4, N = 14, O = 16)

แบบฝึกหัด

6. กรด CH_3COOH กี่กรัมจึงมีจำนวนโมเลกุล เท่ากับ กรด H_2SO_4 49 กรัม (มวลอะตอม C =12, H = 1, O = 16, S =32)

แบบฝึกหัด

แบบฝึกหัด

1. ธาตุ X 20 อะตอม มีมวลเป็น 80 เท่า ของ C-12 2 อะตอม ถ้ามวลอะตอมของธาตุ X เป็น 6 เท่าของมวลอะตอมของ Y จงหามวลอะตอมของ Y

มวลอะตอม X 20 อะตอม = $80 \times 2 \times 12 \times 1.66 \times 10^{-24}$

= 3.1872×10^{-21}

มวลอะตอม X 1 อะตอม = $3.1872 \times 10^{-21}/20 = 1.5936 \times 10^{-22}$

$$\text{มวลอะตอมของ X} = \frac{1.5936\ x\ 10^{-22}}{1.66\ x\ 10^{-24}}$$

มวลอะตอมของ X = 96

มวลอะตอมของ X = มวลอะตอมของ Y x 6

$$\text{มวลอะตอมของ Y} = \frac{96}{6} = 16$$

แบบฝึกหัด

2. ธาตุ X ประกอบด้วย 2 ไอโซโทป ที่มีมวลอะตอม 14.00 และ 15.00 ตามลำดับ โดยมวลอะตอมเฉลี่ยของ X เท่ากับ 14.10 เปอร์เซ็นที่พบในธรรมชาติของไอโซโทปทั้ง 2 ชนิดมีค่าเท่าใด

$$\text{มวลอะตอมเฉลี่ย} = \frac{\Sigma\,(\text{ปริมาณ \% ของไอโซโทป } x \text{ มวลของไอโซโทป})}{100}$$

$$14.10 = \frac{(14X) + 15(100 - X)}{100}$$

$$14.10\,x\,100 = 14X + 1500 - 15X$$

$$1410 - 1500 = 14X - 15X$$

$$-90 = -X$$

$$90 = X$$

แบบฝึกหัด

1. แก๊ส A มีสูตรโมเลกุลเป็น A_3 ถ้ามีแก๊สนี้อยู่ 6.02×10^{23} อะตอม จะมีปริมาตรเท่าใดที่ STP

$$n = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}} = \frac{3 \times 6.02 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23}} = 3 \text{ mol}$$

$$n = \frac{V}{22.4}$$

$$V = n \times 22.4 = 3 \times 22.4 = 67.2 \text{ L ที่ STP}$$

แบบฝึกหัด

2. กรด CH_3COOH กี่กรัมจึงมีจำนวนโมเลกุล เท่ากับ กรด H_2SO_4 49 กรัม
(มวลอะตอม C =12, H = 1, O = 16, S =32)

$$\frac{g}{Mw_{H_2SO_4}} = \frac{N}{6.02\times10^{23}}$$

$$\frac{49}{98} = \frac{N}{6.02\times10^{23}}$$

$$N = \frac{49\times6.02\times10^{23}}{98}$$

$$N = 3.01\times10^{23}$$

$$\frac{g}{Mw_{CH_3COOH}} = \frac{N}{6.02\times10^{23}}$$

$$\frac{g}{60} = \frac{3.01\times10^{23}}{6.02\times10^{23}}$$

$$g = \frac{60\times3.01\times10^{23}}{6.02\times10^{23}} = 30g$$

แบบฝึกหัด

3. การวิเคราะห์สารประกอบอินทรีย์ชนิดหนึ่งเพื่อหาปริมาณธาตุองค์ประกอบพบว่า มีคาร์บอน 18.23% ไฮโดรเจน 2.11% และคลอรีน 80.76% โดยน้ำหนัก ถ้ามวลโมเลกุลของสารอินทรีย์นี้เป็น 270 จงหาสูตรโมเลกุล (มวลอะตอม C =12, H =1, Cl =35.5)

$$C : H : Cl = \frac{18.23}{12} : \frac{2.11}{1} : \frac{80.76}{35.5}$$

$$= \frac{1.52}{1.52} : \frac{2.11}{1.52} : \frac{2.27}{1.52}$$

$$= 1 : 1.4 : 1.5$$

$$\times 2 = 2 : 2.8 : 3$$

$$= 2 : 3 : 3$$

$$= C_2H_3Cl_3$$

สูตรโมเลกุล = (สูตรเอมพิริคัล)$_n$

$$270 = (C_2H_3Cl_3)_n$$

$$270 = (133.5)n$$

$$\frac{270}{133.5} = n$$

$$2.02 = n$$

แบบฝึกหัด

1. จงหาร้อยละของธาตุต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบของ $Mg_2(NO_3)_2$ (Mg = 23.4, N = 14, O = 16)

$$Mg = 27.40\%$$

$$N = 16.39\%$$

$$O = 56.21\%$$

The End

Add Your Company Slogan

Logo