

ชุดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์วิชาเคมีพื้นฐาน (ว 404 ก)

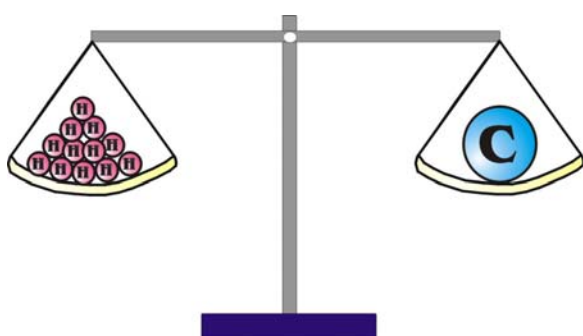
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ปริมาณสัมพันธ์

เรื่อง มวลอะตอม

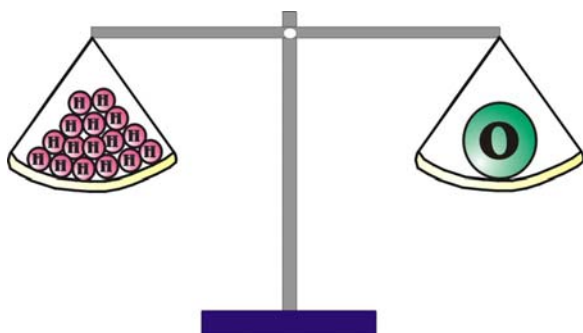
อะตอมแต่ละชนิดมีมวลต่างกัน อย่างไรก็ตามการหามวลของหนึ่งอะตอมซึ่งมีค่าน้อยมากเกินกว่าจะวัดได้ ดังนั้นเราจึงใช้วิธีเปรียบเทียบกับมวลอะตอมของธาตุที่เบาที่สุดคือไฮโดรเจน ซึ่งกำหนดให้ไฮโดรเจน 1 อะตอมมีมวลเท่ากับ 1 amu (amu ย่อมาจาก atomic mass unit) โดย 1 amu มีค่าเท่ากับ 1.66×10^{-24} กรัม

ตัวอย่างที่ 1 คาร์บอนมีมวลอะตอมเท่ากับ 12 หมายความว่าอย่างไรพิจารณาจากรูปต่อไปนี้



อะตอมคาร์บอนหนักเป็น 12 เท่าของอะตอมไฮโดรเจน ดังนั้นคาร์บอนจึงมีมวลอะตอมเท่ากับ 12

ลองทำดู 1 ออกซิเจนมีมวลอะตอมเท่ากับ 16 หมายความว่าอย่างไร



.....

จากตัวอย่างที่ 1 ถ้าต้องการหามวลอะตอมของธาตุจะหาได้จากสูตรต่อไปนี้

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\text{มวลไฮโดรเจน 1 อะตอม}}$$

จากสูตรพบว่านอกจากจะใช้หามวลอะตอมของธาตุแล้ว ยังสามารถหามวลของธาตุ 1 อะตอมได้โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม} = \text{มวลอะตอมของธาตุ} \times \text{มวลไฮโดรเจน 1 อะตอม}$$

ตัวอย่างที่ 2 กำหนดให้มวลอะตอมของธาตุคาร์บอน = 12 จงคำนวณหามวลของคาร์บอน 1 อะตอม

วิธีทำ โจทย์กำหนดมวลอะตอมของธาตุคาร์บอน = 12

$$\text{มวลอะตอมของไฮโดรเจน 1 อะตอม} = 1.66 \times 10^{-24}$$

มวลของธาตุคาร์บอน 1 อะตอม = มวลอะตอมของธาตุคาร์บอน x มวลไฮโดรเจน 1 อะตอม

$$\text{มวลของธาตุคาร์บอน 1 อะตอม} = 12 \times 1.66 \times 10^{-24}$$

ตัวอย่างที่ 3 กำหนดให้มวลอะตอมของธาตุออกซิเจน = 16 จงคำนวณหามวลของออกซิเจน 1 อะตอม

วิธีทำ โจทย์กำหนดมวลอะตอมของธาตุออกซิเจน = 16

$$\text{มวลอะตอมของไฮโดรเจน 1 อะตอม} = 1.66 \times 10^{-24}$$

มวลของธาตุออกซิเจน 1 อะตอม = มวลอะตอมของธาตุออกซิเจน x มวลไฮโดรเจน 1 อะตอม

$$\text{มวลของธาตุออกซิเจน 1 อะตอม} = 16 \times 1.66 \times 10^{-24}$$

ตัวอย่างที่ 4 โซเดียม 1 อะตอมมีมวลอะตอมเท่ากับ $23 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม จงหามวลอะตอมของโซเดียม

$$\text{วิธีทำ มวลอะตอมของธาตุ Na} = \frac{\text{มวลของธาตุ Na 1 อะตอม}}{\text{มวลไฮโดรเจน 1 อะตอม}} = \frac{23 \times 1.66 \times 10^{-24}}{1.66 \times 10^{-24}} = 23$$

ดังนั้นโซเดียมมีมวลอะตอมเท่ากับ 23

ต่อมานักวิทยาศาสตร์ใช้ออกซิเจนเป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบแทนไฮโดรเจน เนื่องจากธาตุออกซิเจนอยู่เป็นอิสระในบรรยากาศและทำปฏิกิริยากับธาตุอื่นได้ง่าย โดยกำหนดให้ออกซิเจน - 16 จำนวน 1 อะตอมมีมวล 16 หน่วยมวลอะตอม

$$\therefore 1 \text{ หน่วยมาตรฐานจึงมีค่าเท่ากับ } \frac{1}{16} \text{ มวลของออกซิเจน 1 อะตอม}$$

จึงเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\frac{1}{16} \text{ มวลของออกซิเจน 1 อะตอม}}$
--

แต่การใช้ออกซิเจนเป็นมาตรฐานทำให้เกิดความขัดแย้งระหว่างนักเคมีและนักฟิสิกส์ คือนักเคมีคิดมวลของออกซิเจนจากทุก ๆ ไอโซโทปในธรรมชาติ ส่วนนักฟิสิกส์คิดจากมวลอะตอมของออกซิเจน - 16 เท่านั้น

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2504 เป็นต้นมา นักวิทยาศาสตร์จึงตกลงใช้คาร์บอน - 12 เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบ เพราะเป็นธาตุที่เกิดเป็นสารประกอบกับธาตุอื่น ๆ เกิดสารประกอบได้เป็นจำนวนมาก และคาร์บอน - 12 เป็นไอโซโทปที่มีปริมาณมากที่สุดในธรรมชาติ โดยกำหนดให้คาร์บอน - 12 จำนวน 1 อะตอมมีมวล 12 หน่วยมวลอะตอม

∴ 1 หน่วยมาตรฐานจึงมีค่าเท่ากับ $\frac{1}{12}$ มวลของคาร์บอน 1 อะตอม

$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\frac{1}{12} \text{ มวลของคาร์บอน 1 อะตอม}}$

สรุป มวลมาตรฐานที่ใช้

$\left. \begin{array}{l} \text{มวลของ H 1 อะตอม} \\ \frac{1}{16} \text{ มวลของออกซิเจน - 16 1 อะตอม} \\ \frac{1}{12} \text{ มวลของคาร์บอน - 12 1 อะตอม} \end{array} \right\}$	}	1.66×10^{-24} กรัม
---	---	---

ความแตกต่างระหว่างมวลอะตอมของธาตุกับมวลของธาตุ 1 อะตอม

1. มวลอะตอมของธาตุเป็นมวลเปรียบเทียบ จึงไม่ใช่มวลที่แท้จริงและไม่มีหน่วย
2. มวลของธาตุ 1 อะตอม เป็นมวลที่แท้จริงของธาตุจึงต้องมีหน่วยกำกับ

ตัวอย่างที่ 5 ธาตุ A 1 อะตอมหนัก 3.818×10^{-23} กรัม จะมีมวลอะตอมของ A เป็นเท่าใด

วิธีทำ โจทย์กำหนดมวลธาตุ A 1 อะตอม = 3.818×10^{-23} กรัม ให้หามวลอะตอมจากสูตร

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

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ A} = \frac{3.818 \times 10^{-23}}{1.66 \times 10^{-24}} = 23$$

มวลอะตอมของ A เท่ากับ 23

ตัวอย่างที่ 7 ธาตุ A 2 อะตอม มีมวลเป็น 5 เท่าของธาตุ B 3 อะตอม ถ้ามวลอะตอมของ B = 9 มวลอะตอมของธาตุ A จะมีค่าเท่าใด

วิธีทำ จะต้องหามวลของ B 1 อะตอมก่อน แล้วจึงหามวลของ B 3 อะตอม จึงหามวล A 2 อะตอม ได้ เมื่อทราบมวล A 2 อะตอม จะหามวล A 1 อะตอมได้ แล้วจึงนำไปหามวลอะตอมของ A

หามวลอะตอมของ B จากสูตร

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

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

$$\therefore \text{B 1 อะตอม จะมีมวล} = 9 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}$$

$$\text{ดังนั้น B 3 อะตอม จะมีมวล} = 3 \times 9 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}$$

A 2 อะตอมมีมวลเป็น 5 เท่าของ B 3 อะตอมเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{A 2 อะตอม มีมวล} = 5 \times 3 \times 9 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}$$

$$\text{A 1 อะตอม มีมวล} = \frac{5 \times 3 \times 9 \times 1.66 \times 10^{-24}}{2} = 67.5 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}$$

หามวลอะตอมของ A จากสูตร

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ A} = \frac{\text{มวลของธาตุ A 1 อะตอม}}{\text{มวลมาตรฐาน 1 อะตอม}}$$

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ A} = \frac{67.5 \times 1.66 \times 10^{-24}}{1.66 \times 10^{-24}} = 67.5 \text{ กรัม}$$

ดังนั้นมวลอะตอมของธาตุ A เท่ากับ 67.5

ลองทำดู 4 ออกซิเจนมีมวลอะตอม 16.00 ธาตุ X จะมีมวลอะตอมเท่าใด เมื่อธาตุ X 1 อะตอมมีมวลเป็น 4 เท่าของมวลของออกซิเจน 2 อะตอม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

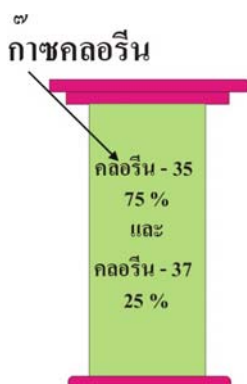
ในธรรมชาติธาตุบางชนิดมีหลายไอโซโทป การหามวลอะตอมของธาตุ จึงคิดจากมวลอะตอมและปริมาณของไอโซโทปที่มีอยู่ในธรรมชาติ

เช่น คลอรีนมี 2 ไอโซโทปคือ คลอรีน - 35 มีปริมาณร้อยละ 75 และคลอรีน - 37 มีปริมาณร้อยละ 25

ดังนั้น ถ้าเรามีคลอรีน 100 อะตอม จะมีคลอรีน - 35 อยู่ 75 อะตอม และมีคลอรีน - 37 อยู่ 25 อะตอม

มวลทั้งหมดของคลอรีน 100 อะตอม = $(75 \times 35) + (25 \times 37) = 3,550$

มวลเฉลี่ยของคลอรีน = $\frac{3550}{100} = 35.5$



จากตัวอย่างจะเห็นว่า การคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ยจะหาจากสูตรต่อไปนี้

$$\text{มวลอะตอมเฉลี่ย} = \frac{(\text{มวลไอโซโทปที่ } 1 \times \%) + (\text{มวลไอโซโทปที่ } 2 \times \%) + \dots}{100}$$

ข้อสังเกต เลขมวลกับมวลอะตอมจะมีลักษณะต่างกันคือ เลขมวลเป็นตัวเลขที่ได้จากการนำจำนวนโปรตอนรวมกับนิวตรอน ส่วนมวลอะตอมจะหาได้จากค่ามวลเฉลี่ยซึ่งได้จากการนำเอาสัดส่วนต่าง ๆ กันของแต่ละไอโซโทปมาคิดรวมกัน

ตัวอย่างที่ 8 ธาตุซิลิคอนที่พบในธรรมชาติมี 3 ไอโซโทป มีมวลอะตอมเท่ากับ 27.977 , 28.976 และ 29.974 คิดเป็นปริมาณร้อยละ 92.21 , 4.70 และ 3.09 ตามลำดับ จงหามวลอะตอมของธาตุซิลิคอน

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ จาก มวลอะตอมเฉลี่ย} &= \frac{(27.977 \times 92.21) + (28.976 \times 4.70) + (29.974 \times 3.09)}{100} \\ &= \frac{(2579.76) + (136.18) + (92.62)}{100} \\ &= \frac{2808.56}{100} = 28.09 \end{aligned}$$

ดังนั้นธาตุซิลิคอนมีมวลอะตอมเท่ากับ 28.09

ลองทำดู 5 โบรอนที่เกิดในธรรมชาติ 80 % เป็นไอโซโทปของ ^{11}B ที่มีมวลไอโซโทป 11.01 อีก 20 % เป็นอีกไอโซโทปหนึ่ง หากมวลอะตอมของ B เท่ากับ 10.81 มวลของไอโซโทปจะมีค่าเท่าไร

.....

.....

.....

ตัวอย่างที่ 9 ธาตุ X ประกอบด้วยไอโซโทป 2 ชนิด ที่มีมวลอะตอม 14.00 และ 15.00 ตามลำดับ หากมวลอะตอมของธาตุ X เท่ากับ 14.10 ปริมาณในธรรมชาติของ X ที่มีมวลอะตอม 15.00 จะมีเท่าใด

วิธีทำ โจทย์กำหนดมวลไอโซโทปของธาตุ X คือ มีมวลเป็น 14 และ 15 และมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ X เท่ากับ 14.10 ให้หาปริมาณของ X ที่มีมวล 15

สมมติว่า X-15 มีปริมาณ a %

ดังนั้น ปริมาณ X-14 + ปริมาณ X ที่มีมวลอะตอม 15 = 100

ปริมาณ X-14 = 100 - ปริมาณ X ที่มีมวลอะตอม 15

ปริมาณ X-14 = 100 - a

$$\text{มวลอะตอมเฉลี่ย X} = \frac{(\text{มวลอะตอม X} - 14 \times \%) + (\text{มวลอะตอม X} - 15 \times \%)}{100}$$

$$\text{แทนค่า} \quad 14.10 = \frac{14 \times (100 - a) + (15 \times a)}{100}$$

$$14.10 = \frac{1400 - 14a + 15a}{100}$$

$$14.10 \times 100 = 1400 + a$$

$$a + 1400 = 1410$$

$$a = 1410 - 1400 = 10$$

ดังนั้นมวลอะตอมของ X ที่มีมวลอะตอม 15 จะมีปริมาณร้อยละ 10