

## แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

### แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

รายวิชา ว30222 เคมี 2 เวลา 2 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ปริมาณสัมพันธ์ แผนที่ 1 เรื่องมวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย

**มาตรฐาน ว 3.1** เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

**สาระสำคัญ** มวลอะตอม เป็นค่าที่บอกให้รู้ว่าธาตุหนึ่ง 1 อะตอมมีมวลเป็นกี่เท่าของมวลมาตรฐาน แต่มวลของธาตุ 1 อะตอม คือมวลที่แท้จริงของธาตุ ซึ่งมีค่าน้อยมาก ซึ่งธาตุส่วนใหญ่มีหลายไอโซโทป จึงทำให้ต้องใช้มวลอะตอมเฉลี่ย

#### ผลการเรียนรู้

(1) คำนวณมวลอะตอมของธาตุ มวลของธาตุ 1 อะตอม และมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

##### 1.ด้านความรู้

- อธิบายความหมายและคำนวณหามวลอะตอมของธาตุ , มวลของธาตุ 1 อะตอมได้
- คำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ เมื่อทราบมวลอะตอมและปริมาณของแต่ละไอโซโทปที่มีอยู่ในธรรมชาติได้

##### 2.ด้านทักษะกระบวนการ

- สามารถคิดคำนวณโจทย์เกี่ยวกับ มวลอะตอม และมวลอะตอมเฉลี่ย โดยการใช้สูตร พร้อมทั้งแสดงวิธีการแทนค่าต่าง ๆ ลงในสูตรที่กำหนดได้
- เขียนสูตรและอธิบายสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในสูตรได้

##### 3.ด้านคุณธรรมและจริยธรรมอันพึงประสงค์

- มีความกระตือรือร้นและสนใจเรียน
- มีระเบียบวินัยและเคารพกฎกติกา

#### สาระการเรียนรู้

**มวลอะตอม ( Atomic mass )** เป็นสมบัติของธาตุ ซึ่งธาตุแต่ละธาตุจะมีมวลอะตอมแตกต่างกัน การหามวลอะตอมของธาตุทำได้โดยการเปรียบเทียบกับ  $\frac{1}{12}$  ของมวลของ C - 12 , 1 อะตอม ซึ่งมีมวลเท่ากับ  $1.66 \times 10^{-24}$  g หรือ 1 amu การหามวลอะตอมของธาตุสามารถหาได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{มวลอะตอมของธาตุ} &= \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม (g)}}{\frac{1}{12} \text{ ของมวลของ C - 12 , 1 อะตอม (g)}} \\
 &= \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม (g)}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ (g)}} \\
 &= \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{1 \text{ amu}}
 \end{aligned}$$

ดังนั้นเราจะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$\frac{1}{12} \text{ ของมวลของ C - 12 , 1 อะตอม} = 1.66 \times 10^{-24} \text{ (g)} = 1 \text{ amu}$$

ข้อสังเกต มวลอะตอมจะไม่มีหน่วย แต่มวลของสาร 1 อะตอมจะมีหน่วยเป็นกรัมหรือ amu

**มวลอะตอมเฉลี่ย (M)** เป็นค่ามวลอะตอมของธาตุที่มีหลายไอโซโทปในธรรมชาติ ซึ่งหาได้จากสูตร

$$\text{มวลอะตอมเฉลี่ย (M)} = \frac{(\%m_1) + (\%m_2) + (\%m_3) + (\%m_n)}{100}$$

เมื่อ M = มวลอะตอมเฉลี่ย

% = เปอร์เซ็นต์ของธาตุแต่ละไอโซโทป

m = มวลอะตอมของแต่ละไอโซโทป

## กระบวนการจัดการเรียนรู้

### ชั่วโมงที่ 1

#### 1. ขั้นสร้างความสนใจ

ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับ ทฤษฎีอะตอมของดอลตัน โดยเฉพาะในเรื่องที่ว่า อะตอมของธาตุต่างชนิดกันมีมวลไม่เท่ากัน และเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่าอะตอมเป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กมากและไม่สามารถชั่งหามวลได้โดยตรง การหามวลอะตอมจึงใช้วิธีการเปรียบเทียบกับมวลของธาตุที่กำหนดเป็นมาตรฐาน

#### 2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูชี้แจงเกี่ยวกับการหามวลอะตอมว่ามีแนวทางในการคำนวณหามวลอะตอมเป็นอย่างไร และให้นักเรียนศึกษาจากหนังสือเรียนหน้าที 1 – 3 / ใบความรู้

2. เมื่อนักเรียนศึกษาข้อมูลเสร็จแล้ว ครูตั้งคำถามถามนักเรียนทั้งห้องให้ช่วยกันตอบหรือเลือกถามทีละคน หรือให้อาสาสมัครตอบ โดยมีแนวคำถาม ดังนี้

- การคำนวณหามวลอะตอมในปัจจุบันจะนำไปเปรียบเทียบกับมวลอะตอมของธาตุใด
- มวลของไฮโดรเจน 1 อะตอมหนักกี่กรัม
- $\frac{1}{12}$  ของมวลของ C - 12 , 1 อะตอมหนักกี่กรัม
- $\frac{1}{12}$  ของมวลของ C - 12 , 1 อะตอมมีค่ากี่ amu
- สูตรการคำนวณหามวลอะตอมเขียนได้อย่างไร

### 3. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเกี่ยวกับการคำนวณหามวลอะตอมและมวลของธาตุ 1 อะตอม โดยใช้แนวการตอบคำถามข้างต้นมาอธิบาย

### 4. ชั้นขยายความรู้

1. เมื่อนักเรียนมีความเข้าใจดีแล้ว ครูยกตัวอย่างโจทย์เกี่ยวกับการคำนวณหา มวลอะตอมและมวลของธาตุ 1 อะตอม พร้อมทั้งแสดงวิธีทำให้เป็นตัวอย่างบนกระดาน 1 ข้อ จากนั้นข้อที่ 2 ครูยกตัวอย่างบนกระดาน แต่ให้นักเรียนทั้งห้องช่วยกันวิเคราะห์โจทย์ ช่วยกันอภิปรายและแสดงวิธีทำบนกระดาน โดยครูเป็นผู้ชี้แนะและให้คำปรึกษา ตัวอย่างโจทย์มีรายละเอียดดังนี้

**ตัวอย่างที่ 1** ธาตุแมกนีเซียมมีมวลอะตอม 24.31 ธาตุแมกนีเซียม 1 อะตอมมีมวลเท่าใด

<u>โจทย์กำหนด</u>	มวลอะตอมของแมกนีเซียม = 24.31
	$\frac{1}{12}$ ของมวลของ C - 12 , 1 อะตอม ซึ่งมีมวลเท่ากับ $1.66 \times 10^{-24}$ g
<u>โจทย์ถาม</u>	ธาตุแมกนีเซียม 1 อะตอมมีมวลเท่าใด
<u>วิธีทำ</u>	จากสูตร
	$\text{มวลอะตอมของ Mg} = \frac{\text{มวลของ Mg 1 อะตอม (g)}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ g}}$
	$24.31 = \frac{\text{มวลของ Mg 1 อะตอม (g)}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ g}}$
	$\text{มวลของ Mg 1 อะตอม} = 24.31 \times 1.66 \text{ g}$
	$= 4.04 \times 10^{-23} \text{ g} \quad \text{ตอบ}$

**ตัวอย่างที่ 2** ธาตุโซเดียม 10 อะตอม มีมวล  $3.82 \times 10^{-22}$  g มวลอะตอมของธาตุ Na มีค่าเท่าใด

โจทย์กำหนด Na 10 อะตอมมีมวล  $3.82 \times 10^{-22}$  g

$$\frac{1}{12} \text{ ของมวลของ C - 12 , 1 อะตอม ซึ่งมีมวลเท่ากับ } 1.66 \times 10^{-24} \text{ g}$$

โจทย์ถาม      มวลอะตอมของ Na

วิธีทำ            หามวลของ Na 1 อะตอม

$$\begin{aligned} \text{มวลของ Na 1 อะตอม} &= \frac{3.82 \times 10^{-22} \text{ g}}{10} \\ &= 3.82 \times 10^{-23} \text{ g} \end{aligned}$$

จากสูตร

$$\begin{aligned} \text{มวลอะตอมของ Na} &= \frac{\text{มวลของ Na 1 อะตอม (g)}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ g}} \\ &= \frac{3.82 \times 10^{-23} \text{ g}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ g}} \\ &= 23.01 \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้นมวลอะตอมของธาตุ Na เท่ากับ 23.01      **ตอบ**

2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปวิธีการหามวลอะตอม ซึ่งหาได้โดยการเปรียบเทียบกับ  $\frac{1}{12}$  ของมวลของ C - 12 , 1 อะตอม ซึ่งมีค่าเท่ากับ  $1.66 \times 10^{-24} \text{ g}$  หรือ 1 amu ข้อแตกต่างของมวลอะตอม กับ มวลของธาตุ 1 อะตอม คือ มวลอะตอมจะไม่มีหน่วย ส่วนมวลของธาตุ 1 อะตอม มีหน่วย คือ อาจอยู่ในหน่วยกรัม หรือ amu ก็ได้

## 5. ชั้นประเมินผล

เมื่อนักเรียนฝึกทำโจทย์เรื่องมวลอะตอมพอสมควรแล้ว ครูให้ตัวอย่างโจทย์กับนักเรียนเป็นการบ้านตัวอย่างโจทย์

1. ธาตุฟลูออรีนมีมวลอะตอม 19 ธาตุฟลูออรีน 5 อะตอมมีมวลกี่ amu
2. ออกซิเจนมีมวลอะตอม 16 ธาตุ X จะมีมวลอะตอมเท่าใด เมื่อธาตุ X 1 อะตอมมีมวลเป็น 4 เท่าของมวลออกซิเจน 2 อะตอม

## ชั่วโมงที่ 2

### 1. ชั้นสร้างความสนใจ

1. ครูเฉลยการบ้านที่มอบหมายให้ทำในคาบที่ 1 โดยให้ตัวแทนออกมาช่วยกันเฉลยบนกระดาน

2. ครูทบทวนเกี่ยวกับไอโซโทปของธาตุ และนำอภิปรายในประเด็น มวลของแต่ละไอโซโทป และมวลอะตอมเฉลี่ย

## 2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ให้นักเรียนศึกษาเอกสารประกอบการเรียนรู้เรื่อง มวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย ในหัวข้อมวลอะตอมเฉลี่ย ประมาณ 10 – 15 นาที

2. เมื่อศึกษาเสร็จแล้ว สุ่มถามคำถามนักเรียนจากการอ่านเอกสารเป็นบางคน โดยมีแนวคำถาม ดังนี้

- ทำไมต้องหาค่ามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ
- สูตรการคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ย

## 3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายเกี่ยวกับการคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ย โดยใช้พื้นฐาน ความรู้เรื่องการหามวลอะตอม พร้อมทั้งหาข้อสรุป

## 4. ขั้นขยายความรู้

เมื่อนักเรียนสามารถสรุปและมีความเข้าใจวิธีการคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยดีแล้ว ครูยกตัวอย่างการคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ย พร้อมทั้งอธิบายบนกระดาน 1 ข้อ จากนั้นข้อที่ 2 ให้นักเรียนทั้งห้องช่วยกันวิเคราะห์โจทย์และแสดงวิธีร่วมกัน

## 5. ขั้นประเมินผล

1. ให้นักเรียนลองทำโจทย์การคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ยด้วยตนเองในห้องเรียน แล้วเฉลยพร้อมกันทั้งห้อง

2. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่องมวลอะตอมในใบงาน

## ชิ้นงานที่ให้นักเรียนปฏิบัติ

นักเรียนทำภาระงาน แบบฝึกหัด โดยมีเงื่อนไขดังนี้ นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง 50 % ขึ้นไปของจำนวนแบบฝึกหัดทั้งหมด

### การประเมินชิ้นงาน

คะแนน เกณฑ์	น้ำหนัก	ดีเยี่ยม	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
การทำ แบบฝึกหัด		ทำได้ถูกต้อง 80 – 90 %	ทำได้ถูกต้อง 61 – 79 %	ทำได้ถูกต้อง 50 – 60 %	ทำได้ถูกต้องน้อยกว่า 50 %

### สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนเคมี เล่ม 2 ของ สสวท.
2. แบบฝึกหัดเรื่องมวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย

### กิจกรรมเสนอแนะ

1. ฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามและแลกเปลี่ยนกันถาม – ตอบ ในห้องเพื่อให้นักเรียนรู้จักคิด และกล้าแสดงความคิดเห็น กล้าแสดงออก
2. ครูควรจะให้ให้นักเรียนได้ทราบผลการตรวจแบบฝึกหัด และให้ข้อเสนอแนะให้นักเรียนได้ปรับปรุง และชมเชยกรณีที่นักเรียนทำได้ดี

### บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้บันทึก นางสาวอุบลวดี อติเรกตระการ วันที่บันทึก .....

1. การดำเนินการจัดการเรียนรู้ ( ) เป็นไปตามแผน  
( ) ไม่ เป็นไปตามแผน
2. บรรยากาศระหว่างการเรียนรู้  
.....  
.....  
.....
3. สรุปผลการจัดการเรียนรู้  
จำนวนนักเรียนที่ผ่านการประเมิน ..... คนคิดเป็นร้อยละ .....
- จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่าน การประเมิน ..... คนคิดเป็นร้อยละ .....
4. ปัญหาที่พบในการจัดการเรียนรู้  
.....  
.....  
.....
5. สิ่งที่ต้องพัฒนาในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป  
.....  
.....  
.....
6. แนวทางการแก้ไขนักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมิน  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ ..... ผู้บันทึก

(นางสาวอุบลวดี อติเรกตระการ )

7. ความคิดเห็นของผู้นิเทศ/ผู้ที่ได้รับมอบหมาย  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ ..... ผู้นิเทศ

( ..... )

## ใบความรู้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชา ว30222 เคมี 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ปริมาณสัมพันธ์

เรื่องมวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย

### ใบความรู้ที่ 1 เรื่องมวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย

อะตอม มาจากภาษากรีก “Atomos” ซึ่งมีความหมายว่าแบ่งแยกไม่ได้ ดังนั้นอะตอมจึงเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุที่ไม่สามารถแบ่งแยกได้อีกโดยวิธีทางเคมี

องค์ประกอบพื้นฐานของอะตอม ได้แก่ อิเล็กตรอน โปรตอน และนิวตรอน ซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็นประจุลบ ประจุบวก และเป็นกลาง ตามลำดับ โดยโปรตอนและนิวตรอนรวมกันอยู่ตรงกลางของอะตอม เรียกว่า นิวเคลียส และมีอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบ ๆ นิวเคลียส ดอลตันเชื่อว่าอะตอมของธาตุต่างชนิดกันจะมีมวลไม่เท่ากัน จึงได้พยายามหามวลของอะตอมของธาตุแต่ละชนิด แต่เนื่องจากอะตอมมีขนาดเล็กและมีมวลน้อยมากจนนำมาชั่งไม่ได้ กล่าวคืออะตอมที่มีขนาดเล็กที่สุดคืออะตอมของธาตุไฮโดรเจน มีมวลประมาณ  $1.66 \times 10^{-24}$  กรัม และอะตอมที่ใหญ่ที่สุดจะมีมวลไม่เกิน 300 เท่าของไฮโดรเจน เนื่องจากอะตอมมีมวลน้อยมาก และไม่สะดวกแก่การชั่งนั่นเอง ในทางปฏิบัติจึงใช้วิธีเปรียบเทียบโดยพิจารณาว่าอะตอมของธาตุหนึ่งมีมวลมากกว่า หรือน้อยกว่าอะตอมของอีกธาตุหนึ่งกี่เท่า ค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบดังกล่าวเรียกว่า “มวลอะตอม”

#### การหามวลอะตอมโดยใช้ธาตุไฮโดรเจนเป็นมาตรฐาน

ดอลตันพบว่าธาตุไฮโดรเจนเป็นธาตุที่เบาที่สุด จึงเสนอให้ใช้ไฮโดรเจนเป็นธาตุมาตรฐานในการเปรียบเทียบเพื่อหามวลของอะตอมของธาตุอื่น ๆ โดยกำหนดให้ไฮโดรเจน 1 อะตอม มีมวล 1 หน่วย หรือ 1 amu

$$1 \text{ amu} = 1 \text{ atomic mass unit} = 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}$$

เมื่อใช้ธาตุไฮโดรเจนเป็นมาตรฐานจึงกำหนดนิยามของมวลอะตอมดังนี้

“มวลอะตอม หมายถึง ตัวเลขที่บอกให้ทราบว่าธาตุนั้น 1 อะตอม มีมวลเป็นกี่เท่าของธาตุไฮโดรเจน 1 อะตอม”

เขียนเป็นสูตรแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

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

#### ตัวอย่างเช่น

1. มวลอะตอมของธาตุคาร์บอน = 12.000 หมายความว่าธาตุคาร์บอน 1 อะตอม มีมวลเป็น 12.000 เท่าของมวลของธาตุไฮโดรเจน 1 อะตอม

2. มวลอะตอมของธาตุคลอรีน = 35.453 หมายความว่า ธาตุคลอรีน 1 อะตอมมีมวลเป็น 35.453 เท่าของมวลของไฮโดรเจน 1 อะตอม เป็นต้น

การทราบมวลอะตอมของธาตุสามารถใช้บอกได้ว่าอะตอมของธาตุใดมีมวลมากหรือน้อยกว่า

$$\begin{aligned} \text{เช่น มวลอะตอมของคาร์บอน} &= 12.000 \\ \text{มวลอะตอมของคลอรีน} &= 35.453 \\ \text{มวลอะตอมของไนโตรเจน} &= 14.000 \end{aligned}$$

หมายความว่าอะตอมของธาตุคลอรีนมีมวลมากกว่าอะตอมของธาตุไนโตรเจน และอะตอมของธาตุไนโตรเจนมีมวลมากกว่าอะตอมของธาตุคาร์บอน

นอกจากจะใช้หาค่ามวลอะตอมแล้ว ยังสามารถใช้หามวลของอะตอมได้ด้วย เนื่องจากมวลของไฮโดรเจน 1 อะตอม =  $1.66 \times 10^{-24}$  กรัม ดังนั้น

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

หรือ มวลของธาตุ 1 อะตอม = มวลอะตอมของธาตุ  $\times 1.66 \times 10^{-24}$  กรัม  
ดังนั้น ถ้าทราบมวลอะตอมก็จะคำนวณค่ามวลของ 1 อะตอมได้ เช่น

$$\begin{aligned} \text{มวลของคาร์บอน 1 อะตอม} &= \text{มวลอะตอมของคาร์บอน} \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม} \\ &= 12.000 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม} \\ \text{มวลของคลอรีน 1 อะตอม} &= 35.453 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม} \\ \text{มวลของไนโตรเจน 1 อะตอม} &= 14.000 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม} \end{aligned}$$

### ข้อแตกต่างระหว่างมวลอะตอมกับมวล 1 อะตอม

มวลอะตอมเป็นค่าเปรียบเทียบ ไม่มีหน่วย แต่มวล 1 อะตอม เป็นมวลที่แท้จริงต้องมีหน่วย (เป็นกรัมหรือกิโลกรัม)

$$\begin{aligned} \text{เช่น มวลอะตอมของไฮโดรเจน} &= 1 \\ \text{มวล 1 อะตอมของไฮโดรเจน} &= 1 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม} \end{aligned}$$

### การหามวลอะตอมโดยใช้ธาตุออกซิเจนเป็นมาตรฐาน

J.S Stas นักเคมีชาวเบลเยียม ได้เสนอให้ใช้ธาตุออกซิเจนเป็นมาตรฐานในการหาค่ามวลอะตอมแทนธาตุไฮโดรเจน โดยใช้เหตุผลว่าออกซิเจนมีอยู่มาก และเป็นอิสระในธรรมชาติ รวมทั้งยังเป็นธาตุที่สามารถทำปฏิกิริยากับธาตุอื่น ๆ ได้เกือบหมด จึงน่าจะใช้เป็นมาตรฐานแทนธาตุไฮโดรเจน และเปลี่ยนนิยามของมวลอะตอมใหม่เป็นดังนี้

“มวลอะตอม หมายถึง ตัวเลขที่บอกให้ทราบว่าธาตุนั้น 1 อะตอมหนักเป็นกี่เท่าของ  $1/16$  มวลของออกซิเจน 1 อะตอม” เขียนเป็นสูตรแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

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

เช่น ธาตุแมกนีเซียมมีมวลอะตอมเท่ากับ 24 หมายความว่า ธาตุแมกนีเซียม 1 อะตอมหนักเป็น 24 เท่าของ  $\frac{1}{16}$  ของมวลออกซิเจน 1 อะตอม เป็นต้น

### การหามวลอะตอมโดยใช้คาร์บอน -12 เป็นมาตรฐาน

การใช้ธาตุออกซิเจนเป็นมาตรฐานในการหามวลอะตอม ทำให้เกิดความขัดแย้งกันระหว่างนักเคมี และนักฟิสิกส์ในการกำหนดมวลของธาตุออกซิเจน เนื่องจากนักเคมีคิดมวลอะตอมของออกซิเจนจากไอโซโทปของออกซิเจน - 16 เพียงอย่างเดียว เนื่องจากมีอยู่ในธรรมชาติมากที่สุด ดังนั้นมวลอะตอมของธาตุต่าง ๆ ที่คิดโดยนักเคมีและนักฟิสิกส์จึงไม่เท่ากัน ก่อให้เกิดปัญหาขึ้น ดังนั้นในปี ค.ศ. 1962 (พ.ศ. 2504) นักวิทยาศาสตร์จึงตกลงเลือกธาตุมาตรฐานเพื่อหามวลอะตอมใหม่โดยใช้คาร์บอน -12 เป็นตัวเปรียบเทียบ และให้นิยามมวลอะตอมดังนี้

“มวลอะตอม หมายถึง ตัวเลขที่บอกให้ทราบว่าธาตุนั้น 1 อะตอม มีมวลเป็นกี่เท่าของ  $\frac{1}{12}$  ของมวลของคาร์บอน -12 , 1 อะตอม เขียนเป็นสูตรแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

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

เช่น มวลอะตอมของออกซิเจน = 16.00 หมายความว่า ธาตุออกซิเจน 1 อะตอม มีมวลเป็น 16 เท่าของ  $\frac{1}{12}$  มวลของคาร์บอน - 12 , 1 อะตอม

### มวลอะตอมเฉลี่ยจากไอโซโทป

ธาตุแต่ละชนิดที่อยู่ในธรรมชาติมักจะมีไอโซโทปหลายชนิดปนกันอยู่ เช่น ธาตุคาร์บอนจะมีไอโซโทปในธรรมชาติที่สำคัญคือ C - 12 และ C -13 ธาตุออกซิเจนมี O - 16 , O - 17 และ O -18 เป็นต้น ไอโซโทปของธาตุแต่ละชนิดจะมีปริมาณไม่เท่ากันในธรรมชาติ และมีมวลอะตอมไม่เท่ากันด้วย

เช่น N - 14 มีในธรรมชาติ 99.64 % และมีมวลอะตอม 14.0031

N - 15 มีในธรรมชาติ 0.36 % และมีมวลอะตอม 15.0001

การพิจารณามวลอะตอมที่แท้จริงจึงต้องคิดจากไอโซโทปทุก ๆ ตัวที่มีอยู่ในธรรมชาติ เป็นค่าเฉลี่ย เรียกว่า “มวลอะตอมเฉลี่ยของไอโซโทป”

การหามวลอะตอมและปริมาณของไอโซโทปแต่ละธาตุ ใช้เครื่องมือที่เรียกว่า แมสสเปกโตรมิเตอร์ (mass spectrometer)

ตาราง มวลอะตอมและปริมาณไอโซโทปของธาตุบางชนิดในธรรมชาติ

ธาตุ	ไอโซโทป	มวลอะตอม ของไอโซโทป	ปริมาณ ไอโซโทป (%)	มวลอะตอมเฉลี่ย
คาร์บอน	<sup>12</sup> C	12.000	98.9	12.001
	<sup>13</sup> C	13.003	1.1	
ออกซิเจน	<sup>16</sup> O	15.995	99.76	15.999
	<sup>17</sup> O	16.999	0.04	
	<sup>18</sup> O	17.999	0.20	
นีออน	<sup>20</sup> Ne	19.992	90.92	20.183
	<sup>21</sup> Ne	20.993	0.26	
	<sup>22</sup> Ne	21.991	8.82	
คลอรีน	<sup>35</sup> Cl	34.967	75.5	35.453
	<sup>37</sup> Cl	36.966	24.5	
แมกนีเซียม	<sup>24</sup> Mg	23.99	78.10	24.31
	<sup>25</sup> Mg	24.99	10.13	
	<sup>26</sup> Mg	25.98	11.17	
อาร์กอน	<sup>36</sup> Ar	35.968	0.337	39.947
	<sup>38</sup> Ar	37.963	0.063	
	<sup>40</sup> Ar	39.962	99.600	
โบรอน	<sup>10</sup> B	10.0130	19.9	10.811
	<sup>11</sup> B	11.0093	80.1	

การคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยจากไอโซโทป

การคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยจากไอโซโทป ต้องคิดจากไอโซโทปทุก ๆ ตัวในธรรมชาติ

$$\begin{aligned}
 \text{โดยคิดค่าเฉลี่ยจากความสัมพัทธ์ดังนี้} \quad M &= \frac{\sum (\%)(A)}{100} \\
 &= \frac{(\%A)_1 + (\%A)_2 + (\%A)_3 + \dots}{100}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{จาก } M &= \frac{(\% A)_1 + (\% A)_2}{100} \\ 12.001 &= \frac{(X) \times 12.000 + (100 - X) \times 13.003}{100} \\ X &= 98.9 \% \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้นมี C-12 ในธรรมชาติเท่ากับ 98.9 % มี C-13 ในธรรมชาติ  $100 - X \% = 1.1 \%$

---

## ใบงานที่ 1 เรื่องมวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย

### มวลอะตอม

1. ธาตุฟลูออรีนมีมวลอะตอม 19 ธาตุฟลูออรีน 5 อะตอมมีมวลกี่ amu
2. ออกซิเจนมีมวลอะตอม 16 ธาตุ X จะมีมวลอะตอมเท่าใด เมื่อธาตุ X 1 อะตอมมีมวลเป็น 4 เท่าของมวลออกซิเจน 2 อะตอม

### มวลอะตอมเฉลี่ย

1. จงหามวลอะตอมของอิริเดียม (Ir) จากข้อมูลต่อไปนี้

ไอโซโทป	มวลอะตอมของไอโซโทป	ปริมาณร้อยละในธรรมชาติ
Ir - 191	191.00	37.30
Ir - 193	193.00	62.70

2. ธาตุซิลิกอนที่พบในธรรมชาติ มี 3 ไอโซโทป มีมวลอะตอมเท่ากับ 27.977, 28.976 และ 29.974 คิดเป็นปริมาณร้อยละ 92.21, 4.70 และ 3.09 ตามลำดับ จงหามวลอะตอมของธาตุซิลิกอน

3. ธาตุเงินที่พบในธรรมชาติมี 2 ไอโซโทป คือ  $^{107}\text{Ag}$  มีมวลอะตอมเท่ากับ 106.905 และ  $^{109}\text{Ag}$  มีอยู่ในธรรมชาติร้อยละ 51.82 ถ้าธาตุเงินมีมวลอะตอมเฉลี่ยเท่ากับ 107.868 จงคำนวณหามวลอะตอมของ  $^{109}\text{Ag}$

4. ธาตุยูโรเพียมที่พบในธรรมชาติมี 2 ไอโซโทป คือ  $^{151}\text{Eu}$  มีมวลอะตอมเท่ากับ 150.92 และ  $^{153}\text{Eu}$  มีมวลอะตอมเท่ากับ 152.92 ถ้ามวลอะตอมเฉลี่ยของ Eu เท่ากับ 151.96 จงหาปริมาณร้อยละของ Eu ในแต่ละไอโซโทป

## เฉลยใบงานที่ 1 เรื่องมวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย

1. 192.2541
2. 28.0757
3. 108.7537
4.  $^{151}\text{Eu}$  มีในธรรมชาติ = 48% และ  $^{153}\text{Eu}$  มีในธรรมชาติ = 52%

### แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

รายวิชา ว30222 เคมี 2

เวลา 2 ชั่วโมง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ปริมาณสัมพันธ์

แผนที่ 2 เรื่องมวลโมเลกุล

**มาตรฐาน ว 3.1** เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

**สาระสำคัญ** อะตอมของธาตุส่วนใหญ่จะอยู่รวมกันเป็นโมเลกุล โมเลกุลของสารเป็นอนุภาคขนาดเล็ก ซึ่งสามารถอยู่อย่างอิสระและแสดงสมบัติเฉพาะตัวของสารนั้นได้ มวลโมเลกุล เป็นค่าที่บอกให้รู้ว่าสาร 1 โมเลกุลมีมวลเป็นกี่เท่าของมวลมาตรฐาน การหามวลโมเลกุลทำได้โดยนำมวลอะตอมมาบวกกัน

#### ผลการเรียนรู้

(2) คำนวณมวลโมเลกุลของสารหรือมวลสูตร และมวลของสาร 1 โมเลกุลได้

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

##### 1. ด้านความรู้

1. อธิบายความหมาย และคำนวณหามวลโมเลกุล และมวลของสาร 1 โมเลกุลได้

##### 2. ด้านทักษะกระบวนการ

สามารถเขียนข้อความให้ผู้อื่นเข้าใจได้

##### 3. ด้านคุณธรรม จริยธรรม

มีความรับผิดชอบ

#### สาระการเรียนรู้

โมเลกุลเกิดจากอะตอมของธาตุตั้งแต่ 2 อะตอมขึ้นไปมารวมกัน ถ้าเป็นอะตอมชนิดเดียวกันมารวมกัน เรียกว่า โมเลกุลของธาตุ แต่ถ้าเป็นอะตอมต่างชนิดกันมารวมกัน เรียกว่า โมเลกุลของสารประกอบ

โมเลกุลของสารประกอบใด ๆ สถานะใดก็ตามมีขนาดเล็กมาก ดังนั้นการที่จะหามวลของสาร 1 โมเลกุลย่อมทำได้ยากมาก และไม่สะดวก จึงใช้ค่ามวลโมเลกุลซึ่งเป็นค่าเปรียบเทียบกับมวล  $\frac{1}{12}$  ของคาร์บอน 12 , 1 อะตอม ( $1.66 \times 10^{-24}$  g) การคำนวณหามวลโมเลกุลของสารทำได้ 2 วิธี คือ การคำนวณโดยใช้การเปรียบเทียบ และการคำนวณจากมวลอะตอม

การคำนวณโดยใช้การเปรียบเทียบ    คำนวณจากสูตร

$$\text{มวลโมเลกุลของสาร} = \frac{\text{มวลของสาร 1 โมเลกุล (g)}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ g}}$$

ตัวอย่าง สารประกอบ Q 5 โมเลกุล มีมวล  $3.50 \times 10^{-22}$  g สารประกอบ Q มีมวลโมเลกุลเท่าใด

โจทย์กำหนด Q 5 โมเลกุล มีมวล  $3.50 \times 10^{-22}$  g

โจทย์ถาม มวลโมเลกุลของสารประกอบ Q

วิธีทำ หามวลของสาร Q 1 โมเลกุล

$$\text{สาร Q 1 โมเลกุล มีมวล} = \frac{3.50 \times 10^{-22} \text{ g}}{5} = 7.00 \times 10^{-23} \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร มวลโมเลกุลของสาร} &= \frac{\text{มวลของสาร 1 โมเลกุล (g)}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ g}} \\ &= \frac{7.00 \times 10^{-23} \text{ g}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ g}} \\ &= 42.17 \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้นมวลโมเลกุลของสารประกอบ Q มีค่าเท่ากับ 42.17

การคำนวณจากมวลอะตอมเมื่อทราบสูตรโมเลกุล

ทำได้โดย นำมวลอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของโมเลกุลทุกธาตุ ทุกอะตอมมารวมกัน ซึ่งการคำนวณวิธีนี้เราจะต้องทราบสูตรโมเลกุลของสารประกอบนั้น ๆ ก่อน เช่น น้ำ มีสูตรโมเลกุลเป็น  $\text{H}_2\text{O}$  มวลโมเลกุลของน้ำย่อมเกิดจาก มวลอะตอมของ H 2 อะตอม รวมกับมวลอะตอมของ O 1 อะตอม ดังนี้

$$\text{มวลโมเลกุลของ } \text{H}_2\text{O} = (1 \times 1) + 16 = 18$$

$$\text{มวลโมเลกุลของ } \text{CO}_2 = (12) + (16 \times 2) = 44$$

$$\text{มวลโมเลกุลของน้ำตาลทราย } \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} = (12 \times 12) + (1 \times 22) + (16 \times 11) = 342$$

$$\text{มวลโมเลกุลของ } \text{CaCl}_2 = 40 + (35.5 \times 2) = 111$$

กำหนดให้มวลอะตอมของธาตุ H = 1 , O = 16 , C = 12 , Ca = 40 , Cl = 35.5

## การจัดกระบวนการเรียนรู้

### 1. ขั้นสร้างความสนใจ

ครูสาธิตแบบจำลองโมเลกุลของสารประกอบแต่ละชนิดให้นักเรียนดู เช่น โมเลกุลของน้ำ ( $H_2O$ ) , ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ( $CO_2$ ) , ก๊าซมีเทน ( $CH_4$ ) , ก๊าซแอมโมเนีย ( $NH_3$ ) และชี้ให้นักเรียนเห็นว่าโมเลกุลเกิดจากอะตอมของธาตุตั้งแต่ 2 อะตอมขึ้นไปมารวมกัน โดยโมเลกุลแบ่งออกเป็นโมเลกุลของธาตุ และโมเลกุลของสารประกอบ ซึ่งโมเลกุลของธาตุเกิดจากอะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมารวมกันตั้งแต่ 2 อะตอม เช่น ก๊าซไฮโดรเจน ( $H_2$ ) , ก๊าซออกซิเจน ( $O_2$ ) เป็นต้น

ส่วนโมเลกุลของสารประกอบเกิดจากอะตอมของธาตุต่างชนิดกันตั้งแต่ 2 อะตอมขึ้นไปมารวมกัน เช่น น้ำ ( $H_2O$ ) , ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ( $CO_2$ ) , ก๊าซมีเทน ( $CH_4$ ) , ก๊าซแอมโมเนีย ( $NH_3$ ) เป็นต้น

### 2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูชี้แจงว่าในช่วงนี้จะเรียนเกี่ยวกับการคำนวณหามวลโมเลกุล โดยให้นักเรียนศึกษาหนังสือเรียนหน้าที่ 9 – 10/ใบความรู้ เรื่องมวลโมเลกุล ใช้เวลาประมาณ 15 นาที
2. เมื่อนักเรียนศึกษาข้อมูลเสร็จแล้ว ให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับประเด็นต่อไปนี้
  - การคำนวณหามวลโมเลกุลของสารทำได้อย่างไร
  - การคำนวณหามวลโมเลกุลของสารทำได้กี่วิธี
  - มวลโมเลกุลของสารมีความสัมพันธ์กับมวลอะตอมของธาตุอย่างไร
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายตามประเด็นในหัวข้อที่ 3 และวิเคราะห์ข้อเหมือนและข้อแตกต่างของการคำนวณหามวลอะตอมของธาตุ และมวลโมเลกุลของสาร โดยการคำนวณหามวลอะตอมของธาตุที่จะใช้การคำนวณโดยการเปรียบเทียบกับมวลของ  $\frac{1}{12}$  ของคาร์บอน 12 , 1 อะตอม ซึ่งเหมือนกับการคำนวณหามวลโมเลกุลของสารวิธีที่ 1 ซึ่งใช้การเปรียบเทียบเหมือนกัน และการคำนวณหามวลโมเลกุลสามารถทำได้อีกวิธีหนึ่ง คือ หาผลรวมของมวลอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุล ( ใช้เวลาประมาณ 20 นาที )
4. จากนั้นอธิบายตัวอย่างการคำนวณวิธีที่ 1 โดยเปรียบเทียบกับมวลของ  $\frac{1}{12}$  ของคาร์บอน 12 , 1 อะตอม

ตัวอย่างที่ 1 หามวลของสาร Q 1 โมเลกุล

$$\text{สาร Q 1 โมเลกุล มีมวล} = \frac{3.50 \times 10^{-22} \text{ g}}{5} = 7.00 \times 10^{-23} \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad \text{มวลโมเลกุลของสาร} &= \frac{\text{มวลของสาร 1 โมเลกุล (g)}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ g}} \\ &= \frac{7.00 \times 10^{-23} \text{ g}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ g}} \\ &= 42.17 \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้นมวลโมเลกุลของสารประกอบ Q มีค่าเท่ากับ 42.17

ตัวอย่างที่ 2 (ช่วยกันทำบนกระดาน)

สารประกอบ A 1 โมเลกุลมีมวล  $2.56 \times 10^{-22}$  g จงคำนวณหามวลโมเลกุลของสารประกอบนี้

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad \text{จากสูตร} \quad \text{มวลโมเลกุลของสาร} &= \frac{\text{มวลของสาร 1 โมเลกุล (g)}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ g}} \\ &= \frac{2.56 \times 10^{-22} \text{ g}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ g}} \\ &= 1.54 \times 10^2 = 154 \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้นมวลโมเลกุลของสารประกอบ A มีค่าเท่ากับ 154

5. ครูอธิบายการคำนวณมวลโมเลกุลเมื่อทราบสูตรโมเลกุล และยกตัวอย่างการคำนวณ ดังนี้

$$\text{- มวลโมเลกุลของ } \text{H}_2\text{O} = (1 \times 1) + 16 = 18$$

$$\text{- มวลโมเลกุลของ } \text{CO}_2 = (12) + (16 \times 2) = 44$$

$$\text{- มวลโมเลกุลของน้ำตาลทราย } \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} = (12 \times 12) + (1 \times 22) + (16 \times 11) =$$

342

$$\text{- มวลโมเลกุลของ } \text{CaCl}_2 = 40 + (35.5 \times 2) = 111$$

(กำหนดให้มวลอะตอมของธาตุ H = 1 , O = 16 , C = 12 , Ca = 40 , Cl = 35.5)

### 3. ช้หนีอธิบัยแลลลงข้อสรุปล

ครูแลลลนักเรีัยนร่ววมกันสรุปลประเดีัยนการเรีัยนรู้ โดยครูสรุปลถาวมนักเรีัยน ดั่งนี้

- มวลโมเลกุลของธาตุแตกต่างจากมวลโมเลกุลของสารประกอบอย่างไร

- การคำนวณหามวลโมเลกุลกรณีที่โมทราบสูตรโมเลกุลทำได้อย่างไร และมีสูตรที่ใช้ในการคำนวณอย่างไร
- การคำนวณมวลโมเลกุลเมื่อทราบสูตรโมเลกุลทำได้อย่างไร

#### 4. ขั้ขยายความรู้

1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามเนื้อหาเรื่องการคำนวณมวลโมเลกุลของสารว่ามีเนื้อหาส่วนใดที่ยังไม่เข้าใจ และทบทวนซ้ำอีกครั้งหรือให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนที่นักเรียนอยากให้เพิ่มเติม

5. **ชั้นประเมินผล** ครูให้นักเรียนฝึกทำโจทย์การคำนวณหามวลโมเลกุลจากแบบฝึกหัด ( 25 นาที )

#### ชิ้นงานที่ให้นักเรียนปฏิบัติ

นักเรียนทำภาระงาน **แบบฝึกหัด** โดยมีเงื่อนไขดังนี้ นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง 50 % ขึ้นไปของจำนวนแบบฝึกหัดทั้งหมด

#### การประเมินผล

หน้าหน้ก คะแนน เกณฑ์	ดีเยี่ยม	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
การทำแบบฝึกหัด	ทำได้ถูกต้อง 90 – 100 %	ทำได้ถูกต้อง 70 – 89 %	ทำได้ถูกต้อง 50 – 69 %	ทำได้ถูกต้อง น้อยกว่า 50 %

#### สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนเคมี เล่ม 2 ของ สสวท.
2. หนังสือเทคนิคการเรียนปริมาณสัมพันธ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วรากร หิรัญญาภินันท์
3. หนังสือชุดเสริมศักยภาพเคมี เรื่องปริมาณสัมพันธ์ สำนักพิมพ์แม็ค
4. แบบจำลองโมเลกุล
5. แบบฝึกหัดเรื่องมวลโมเลกุล

**กิจกรรมเสนอแนะ**

นักเรียนควรหาความรู้เพิ่มเติม ตัวอย่างโจทย์เพิ่มเติมจากหนังสืออ่านประกอบ เช่น ตัวอย่างข้อสอบเอนทรานซ์มาลองทำ หรือครูลองให้ตัวอย่างข้อสอบเอนทรานซ์นักเรียนไปฝึกทำ

ใบความรู้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2  
 รายวิชา ว30222 เคมี 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ปริมาณสัมพันธ์ เรื่องมวลโมเลกุล

---

### ใบความรู้ 2.1 เรื่องมวลโมเลกุล

#### การหามวลของสาร 1 โมเลกุล

กรณีที่ต้องการคำนวณมวลของสาร 1 โมเลกุล จากปริมาตรของสาร 1 โมเลกุล จำเป็นต้องทราบข้อมูลเกี่ยวกับความหนาแน่นของสาร ซึ่งจะนำมาหามวลของสาร 1 โมเลกุล ได้จากความสัมพันธ์ต่อไปนี้

$$\begin{aligned} \text{ความหนาแน่นของสาร} &= \frac{\text{มวลของสาร}}{\text{ปริมาตรของสาร}} \\ &= \frac{\text{มวลของสาร } n \text{ โมเลกุล}}{\text{ปริมาตรของสาร } n \text{ โมเลกุล}} \\ &= \frac{\text{มวลของสาร } 1 \text{ โมเลกุล}}{\text{ปริมาตรของสาร } 1 \text{ โมเลกุล}} \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้นมวลของสาร 1 โมเลกุล = ความหนาแน่น x ปริมาตรของสาร 1 โมเลกุล

ดังนั้นถ้าทราบความหนาแน่นของสาร และทราบปริมาตรของสาร 1 โมเลกุล ก็จะ สามารถคำนวณมวลของสาร 1 โมเลกุลได้

จะเห็นได้ว่ามวล 1 โมเลกุล มีค่าน้อยมาก ในทางปฏิบัติไม่สามารถจะชั่งหาค่ามวล ของกรด 1 โมเลกุล รวมทั้งไม่สะดวกแก่การนำไปใช้เพราะเป็นจำนวนที่น้อยมาก จึงนิยมใช้ ค่าเปรียบเทียบซึ่งเรียกว่า “มวลโมเลกุล” แทน

การหามวลโมเลกุล ทำได้ในทำนองเดียวกับมวลอะตอม

**มวลโมเลกุล** หมายถึง “ตัวเลขที่แสดงให้ทราบว่าสารนั้น 1 โมเลกุล มีมวลเป็นกี่เท่า ของธาตุไฮโดรเจน 1 อะตอมหรือมีมวลเป็นกี่เท่าของ  $\frac{1}{12}$  ของมวลของคาร์บอน-12,1 อะตอม เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{มวลโมเลกุลของสาร} &= \frac{\text{มวลของสาร } 1 \text{ โมเลกุล}}{\text{มวลของไฮโดรเจน } 1 \text{ อะตอม}} \\ &= \frac{\text{มวลของสาร } 1 \text{ โมเลกุล}}{\frac{1}{12} \text{ ของมวลของคาร์บอน } -12 \text{ 1 อะตอม}} \end{aligned}$$

นอกจากจะคิดมวลโมเลกุลจากสาร 1 โมเลกุลแล้ว ยังสามารถเปรียบเทียบได้จากหลาย ๆ โมเลกุลซึ่งสะดวกกว่า ดังนี้

$$\text{มวลโมเลกุลของสาร} = \frac{\text{มวลของสาร } n \text{ โมเลกุล}}{\frac{1}{12} \text{ ของมวลของคาร์บอน-12 } n \text{ อะตอม}}$$

### ตัวอย่างเช่น

ก. น้ำมีมวลโมเลกุลเท่ากับ 18 หมายความว่า น้ำ 1 โมเลกุล มีมวลเป็น 18 เท่าของไฮโดรเจน 1 อะตอมหรือมีมวลเป็น 18 เท่าของ  $\frac{1}{12}$  ของมวลของคาร์บอน-12, 1 อะตอม เป็นต้น

ข. กรดอะซิติกมีมวลโมเลกุลเท่ากับ 60 หมายความว่า กรดอะซิติก 1 โมเลกุล มีมวลเป็น 60 เท่าของไฮโดรเจน 1 อะตอมหรือมีมวลเป็น 60 เท่าของ  $\frac{1}{12}$  ของมวลของคาร์บอน-12, 1 อะตอม เป็นต้น

จากค่าของมวลโมเลกุลจะทำให้ทราบได้ว่าสารใดมีมวลมากหรือน้อยกว่ากัน

$$\text{เช่น น้ำ มีมวลโมเลกุล} = 18$$

$$\text{คาร์บอนไดออกไซด์มีมวลโมเลกุล} = 44$$

คาร์บอนไดออกไซด์มีมวลโมเลกุลมากกว่าน้ำ แสดงว่าคาร์บอนไดออกไซด์ 1 โมเลกุล มีมวลมากกว่าน้ำ 1 โมเลกุล

### การหามวลของสาร 1 โมเลกุล

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

$$\text{เพราะฉะนั้นมวลโมเลกุลของสาร} = \frac{\text{มวลของสาร 1 โมเลกุล}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ g}}$$

$$\text{หรือ มวลของสาร 1 โมเลกุล} = \text{มวลโมเลกุลของสาร} \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}$$

ดังนั้น ถ้าทราบมวลโมเลกุลของสารก็สามารถจะคำนวณมวลของสาร 1 โมเลกุลได้ และในทางกลับกัน ถ้าทราบมวลของสาร 1 โมเลกุล ก็สามารถจะคำนวณมวลโมเลกุลของสารได้เช่นเดียวกัน

มวลโมเลกุลไม่มีหน่วย เพราะเป็นมวลเปรียบเทียบ แต่มวลของ 1 โมเลกุล หรือหลาย ๆ โมเลกุล จะต้องมีหน่วย (เป็นกรัม หรือ กิโลกรัม) เพราะเป็นมวลที่แท้จริงของสาร

### มวลไอออนและมวลสูตร

มวลไอออน หมายถึง ตัวเลขที่แสดงว่าไอออนนั้น 1 ไอออน มีมวลเป็นกี่เท่าของ  $\frac{1}{12}$  ของมวลของคาร์บอน-12, 1 อะตอม เขียนแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{มวลไอออน} = \frac{\text{มวลของ 1 ไอออน}}{\frac{1}{12} \text{ของมวลคาร์บอน } -12, 1 \text{ อะตอม}}$$

$$\text{และมวล 1 ไอออน} = \text{มวลไอออน} \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}$$

### ตัวอย่างเช่น

แอมโมเนียมไอออนมีมวลไอออนเท่ากับ 18 หมายความว่า แอมโมเนียม 1 ไอออน มีมวลเป็น 18 เท่าของ  $\frac{1}{12}$  ของมวลของคาร์บอน - 12 , 1 อะตอม

$$\text{และมวลของแอมโมเนียม 1 ไอออน} = 18 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}$$

มวลสูตร หรือ Formula mass เป็นมวลที่พิจารณาจากสูตรของสารตามที่เขียน โดยเฉพาะสารประกอบไอออนิก ซึ่งไม่มีสูตรโมเลกุล มีแต่สูตรอย่างง่าย ทำให้สารประกอบไอออนิกไม่มีมวลโมเลกุล มีแต่มวลสูตร (แต่อนุโลมให้ใช้แทนมวลโมเลกุลได้)

มวลสูตร หมายถึง ตัวเลขที่แสดงว่าอนุภาคนั้น (ตามสูตรที่เขียน) 1 อนุภาค มีมวลเป็นกี่เท่าของ  $\frac{1}{12}$  ของมวลของคาร์บอน - 12 , 1 อะตอม เขียนสูตรแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{มวลสูตร} = \frac{\text{มวลของ 1 อนุภาค}}{\frac{1}{12} \text{ของมวลคาร์บอน } -12, 1 \text{ อะตอม}}$$

$$\text{และมวลของ 1 อนุภาค(ตามสูตร)} = \text{มวลสูตร} \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}$$

เช่น โซเดียมคลอไรด์มีสูตรอย่างง่ายเป็น NaCl มีมวลสูตรเท่ากับ 58.5

หมายความว่า 1 อนุภาคมีมวลเป็น 58.5 เท่าของ  $\frac{1}{12}$  ของมวลของคาร์บอน - 12 , 1 อะตอม

$$\text{มวล NaCl 1 อนุภาค} = \text{มวลสูตร} \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}$$

$$= 58.5 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}$$

ทั้งมวลไอออนและมวลสูตรเป็นมวลเปรียบเทียบไม่มีหน่วย แต่มวลของ 1 ไอออน และมวลของ 1 อนุภาค (ตามสูตรที่เขียน) เป็นมวลที่แท้จริงต้องมีหน่วย เช่น เป็นกรัม เป็นต้น

### การคำนวณมวลโมเลกุล

การคำนวณมวลโมเลกุลสามารถทำได้หลายวิธีเช่นเดียวกับการคำนวณมวลอะตอม เช่น อาจจะคำนวณโดยการเปรียบเทียบกับธาตุไฮโดรเจน คำนวณจากสูตรโมเลกุล

1. การคำนวณมวลโมเลกุลโดยการเปรียบเทียบ อาจเปรียบเทียบกับธาตุไฮโดรเจน คาร์บอน-12 หรือธาตุอื่น ๆ ที่ทราบมวลอะตอมแล้ว
  2. การคำนวณมวลโมเลกุลจากสูตรโมเลกุล ซึ่งมีหลักการดังนี้
    - ๕. ต้องทราบสูตรโมเลกุลของสาร เพื่อจะรู้ว่าสารนั้นประกอบด้วยธาตุอะไรบ้างอย่างละกี่อะตอม
    - ๕. ต้องทราบมวลอะตอมของทุก ๆ ธาตุที่มีอยู่ในโมเลกุล
    - ๕. คำนวณมวลโมเลกุลโดยอาศัยความสัมพันธ์
- มวลโมเลกุล = ผลบวกของมวลอะตอมของธาตุทั้งหมดในสูตรโมเลกุล

## ใบงานที่ 2 เรื่องมวลโมเลกุล

1. จงหามวลโมเลกุลของสารต่อไปนี้ (กำหนดมวลอะตอมของ C = 12 , H = 1 , O = 16)
  - 1.1 แอสไพริน ( $C_9H_8O_4$ )
  - 1.2 กรดแอสซิติค ( $C_2H_4O_2$ )
  - 1.3 วิตามินซี ( $C_6H_8O_6$ )
  - 1.4 กลีเซอรอล ( $C_3H_8O_3$ )
2. กำมะถัน 1 โมเลกุลประกอบด้วยกำมะถันกี่อะตอม ถ้ากำมะถันมีมวลโมเลกุล 256.523 และมวลอะตอมเท่ากับ 32.066
3. ฟอสฟอรัส 1 โมเลกุล มี 4 อะตอม ถ้ามวลโมเลกุลของฟอสฟอรัสเท่ากับ 123.88 จงหามวลอะตอมของฟอสฟอรัส
4. กรดโอเลอิก 1 โมเลกุล มีมวลเท่ากับ  $282 \times 1.66 \times 10^{-24}$  g จะมีมวลโมเลกุลเท่าใด
5. จงคำนวณมวลโมเลกุลของ (กำหนดมวลอะตอมของ C = 12 , H = 1 , O = 16 , Ca = 40 , Cl = 35.5 , P=31)
  - 5.1 กรดฟอสฟอริก ( $H_3PO_4$ )
  - 5.2 แคลเซียมคาร์บอเนต ( $CaCO_3$ )
  - 5.3 คลอโรฟอร์ม ( $CHCl_3$ )

### เฉลยใบงานที่ 2 เรื่องมวลโมเลกุล

- |    |          |          |           |         |
|----|----------|----------|-----------|---------|
| 1. | 1.1) 180 | 1.2) 60  | 1.3) 176  | 1.4) 92 |
| 2. | 8 อะตอม  |          |           |         |
| 3. | 30.97    |          |           |         |
| 4. | 282      |          |           |         |
| 5. | 5.1) 98  | 5.2) 100 | 5.3) 119. |         |

### แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

รายวิชา ว30222 เคมี 2 เวลา 2 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ปริมาณสัมพันธ์ แผนที่ 3 เรื่อง โมลกับจำนวนอนุภาค

**มาตรฐาน ว 3.1** เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

**สาระสำคัญ** โมลเป็นหน่วยบอกปริมาณของสารในทางเคมี สารใด ๆ 1 โมลจะมีจำนวนอนุภาคเท่ากับ  $6.02 \times 10^{23}$  อนุภาค ซึ่งอนุภาคนั้นอาจอยู่ในรูปอะตอม โมเลกุล หรือไอออนก็ได้

#### ผลการเรียนรู้

(3) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆ ของสาร ซึ่งได้แก่ จำนวนโมล จำนวนอนุภาค มวลและปริมาตรของแก๊สที่ STP รวมทั้งใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวคำนวณหาปริมาณใดปริมาณหนึ่งได้

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

##### 1.ด้านความรู้

1. อธิบายความหมายของโมล และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับจำนวนอนุภาคได้
2. คำนวณโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับโมลกับจำนวนอนุภาคได้

##### 2.ด้านทักษะกระบวนการ

- 1.สามารถคิดและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับจำนวนอนุภาคของสารได้
- 2.สามารถเขียนสื่อสารสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ได้

##### 3.ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์

ตรงต่อเวลา รับผิดชอบ

#### สาระการเรียนรู้

โมล คือ หน่วยที่ใช้บอกปริมาณของสารในทางเคมี โดยนักเคมีกำหนดว่า สารใด ๆ 1 โมล หมายถึง ปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ  $6.02 \times 10^{23}$  อนุภาค และเรียกจำนวนนี้ว่า “เลขอาโวกาโดร ( Avogadro number )”

**โมลกับจำนวนอนุภาค**

ความสัมพันธ์ของโมลกับจำนวนอนุภาคของสาร สารใด ๆ 1 โมลจะมีจำนวนอนุภาคเท่ากับเลขอาโวกาโดร คือ  $6.02 \times 10^{23}$  อนุภาค (อนุภาค หมายถึง อะตอม , โมเลกุล , ไอออน , อิเล็กตรอน )

เช่น Na 1 mol มีจำนวนอะตอม เท่ากับ  $6.02 \times 10^{23}$  อะตอม

$\text{Na}^+$  1 mol มีจำนวนไอออน เท่ากับ  $6.02 \times 10^{23}$  ไอออน

NaOH 1 mol มีจำนวนโมเลกุล เท่ากับ  $6.02 \times 10^{23}$  โมเลกุล

Ca  $12.04 \times 10^{23}$  อะตอม มีจำนวนโมลเท่ากับ 2 mol

$\text{Ca}^+$   $12.04 \times 10^{23}$  ไอออน มีจำนวนโมลเท่ากับ 2 mol

CaOH  $12.04 \times 10^{23}$  โมเลกุล มีจำนวนโมลเท่ากับ 2 mol

การคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับจำนวนอนุภาค ทำได้ 2 วิธี คือ

### 1) การคำนวณโดยเทียบบัญญัติไตรยางค์

การเทียบบัญญัติไตรยางค์ เป็นการเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ 2 ปริมาณ หลักการเทียบบัญญัติไตรยางค์ คือ

1. ต้องหาความสัมพันธ์ของปริมาณสารทั้ง 2 ก่อน เช่น โมลกับอนุภาค , โมลกับมวล
2. วิเคราะห์โจทย์ว่ากำหนดปริมาณสารใดมาให้ และต้องการทราบปริมาณสารอะไร
3. เทียบปริมาณสารทั้งสองโดย เทียบปริมาณสารที่โจทย์กำหนดให้ไว้ด้านซ้ายและเทียบปริมาณสารที่โจทย์ถามไว้ทางขวา

### 2) การคำนวณโดยใช้สูตร

สูตรที่ใช้ในการคำนวณมีดังนี้

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

เมื่อ n = จำนวนโมล

N = จำนวนอนุภาค (อะตอม , ไอออน , โมเลกุล)

การจัดกระบวนการเรียนรู้

#### ชั่วโมงที่ 1

##### 1. ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูทบทวนเนื้อหาเรื่องการคำนวณมวลโมเลกุลที่เรียนไปชั่วโมงที่แล้ว
2. นักเรียนและครูร่วมอภิปรายในประเด็นการบอกปริมาณสารในชีวิตประจำวันเราสามารถบอกได้ในหน่วยน้ำหนัก เช่น กรัม กิโลกรัม หรืออาจบอกเป็นหน่วยปริมาตร เช่น ลูกบาศก์เดซิเมตร ( $\text{dm}^3$ ) ลูกบาศก์เซนติเมตร ( $\text{cm}^3$ ) เป็นต้น

3. จากนั้นถามนักเรียนว่าการบอกปริมาณสารในทางเคมี ที่เป็นอะตอมหรือโมเลกุลซึ่งมีขนาดเล็ก และมีจำนวนมากเราจะบอกได้อย่างไร

## 2. ขั้นสำรวจและค้นหา

ครูให้ความรู้เรื่องหน่วยวัดปริมาณของสารในทางเคมี ซึ่งเรียกว่า โมล ให้กับนักเรียน โดยนักเคมีกำหนดว่า สารใด ๆ ก็ตามปริมาณ 1 โมล จะมีจำนวนอนุภาค เท่ากับค่าคงที่ค่าหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า เลขอาโวกาโดร มีค่าเท่ากับ  $6.02 \times 10^{23}$  อนุภาค โดยอนุภาคในทางเคมีอาจเป็น อะตอม , โมเลกุล หรือ ไอออนก็ได้

## 3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. ครูกยกตัวอย่างปริมาณของอนุภาคของสารในหน่วยโมล ดังนี้

Na 1 mol มีจำนวนอะตอม เท่ากับ  $6.02 \times 10^{23}$  อะตอม

Na<sup>+</sup> 1 mol มีจำนวนไอออน เท่ากับ  $6.02 \times 10^{23}$  ไอออน

NaOH 1 mol มีจำนวนโมเลกุล เท่ากับ  $6.02 \times 10^{23}$  โมเลกุล

Ca  $12.04 \times 10^{23}$  อะตอม มีจำนวนโมลเท่ากับ 2 mol

Ca<sup>+</sup>  $12.04 \times 10^{23}$  ไอออน มีจำนวนโมลเท่ากับ 2 mol

CaOH  $12.04 \times 10^{23}$  โมเลกุล มีจำนวนโมลเท่ากับ 2 mol

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการคำนวณเกี่ยวกับโมลกับอนุภาคจนได้ข้อสรุปว่าทำได้ 2 วิธี คือ เทียบบัญญัติไตรยางค์ และใช้สูตร นักเรียนร่วมกันอภิปรายการคำนวณโจทย์ที่กำหนดให้โดยการเทียบบัญญัติไตรยางค์ จากนั้นให้นักเรียนศึกษาวิธีการคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับอนุภาค จากตัวอย่างต่อไปนี้

**ตัวอย่าง 1** แอมโมเนีย  $3.01 \times 10^{25}$  โมเลกุล มีจำนวนโมลเท่าใด

จากโจทย์ ความสัมพันธ์ของปริมาณสาร คือ โมเลกุลกับโมล โดยกำหนดโมเลกุลมาให้ และต้องการทราบโมล ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับอนุภาคที่ว่า สารใด ๆ ก็ตามปริมาณ 1 โมล จะมีจำนวนอนุภาคเท่ากับ  $6.02 \times 10^{23}$  อนุภาค โดยเทียบ อนุภาคไว้ซ้ายมือ และเทียบโมลไว้ขวามือ ดังนี้

**วิธีทำ**                    แอมโมเนีย โมเลกุล มีจำนวนโมลเท่ากับ 1 mol

$$\text{แอมโมเนีย } 3.01 \times 10^{25} \text{ โมเลกุล มีจำนวนโมลเท่ากับ } \frac{1 \times 3.01 \times 10^{25}}{6.02 \times 10^{23}} = 0.5 \times 10^2 \text{ mol}$$

∴ แอมโมเนีย  $3.01 \times 10^{25}$  โมเลกุล มีจำนวนโมล เท่ากับ 50 mol

#### 4. ขั้ขยายความรู้

ครูฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหา โดยการเทียบบัญญัติไตรยางค์ อีกในตัวอย่างที่ 2 และ 3 โดยครูป้อนคำถามเพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียน โดยข้อคำถามมีดังนี้

- ความสัมพันธ์ของปริมาณสารจากโจทย์คืออะไร
- โจทย์กำหนดปริมาณสารใด
- โจทย์ต้องการทราบปริมาณสารใด
- เทียบปริมาณสารทั้งสองนี้อย่างไร ( ปริมาณใดอยู่ซ้ายมือ , ปริมาณใดอยู่ขวามือ)

**ตัวอย่าง 2** ตะกั่ว 1 อะตอมมีจำนวนกี่โมล

**ตัวอย่าง 3** โพแทสเซียมไอออน  $0.602 \times 10^{23}$  ไอออน มีจำนวนกี่โมล

#### 5. ขั้ประเมินผล

ครูให้นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นด้วยตนเอง แล้วแสดงวิธีคิดในการแก้โจทย์ปัญหา โดยให้ทำการบ้านมาส่งพร้อมกับแบบฝึกหัดที่ครูมอบหมายให้

### ชั่วโมงที่ 2

#### 1. ขั้สร้างความสนใจ

1. ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนกับเพื่อนเพื่อแลกเปลี่ยนตรวจโจทย์ปัญหาที่แต่ละคนตั้งขึ้นเอง
2. จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยการบ้านที่มอบหมายให้ในชั่วโมงที่แล้ว
3. เมื่อเฉลยเสร็จแล้ว ครูทบทวนว่าการคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับอนุภาคมี 2 วิธี ซึ่งเราได้เรียนรู้วิธีที่ 1 ไปแล้ว ในชั่วโมงนี้เราจะเรียนรู้ในวิธีที่ 2 คือ วิธีใช้สูตร

#### 2. ขั้สำรวจและค้นหา

1. ครูให้ความรู้นักเรียน เรื่อง การคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับจำนวนอนุภาค โดยวิธีใช้สูตร แล้วให้หลักในการวิเคราะห์โจทย์ว่า นักเรียนต้องวิเคราะห์ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ และต้องการทราบอะไร แล้วพยายามแทนสิ่งที่โจทย์ให้มาเป็นสัญลักษณ์ในสูตร (แปลงข้อความให้เป็นสัญลักษณ์)

**ตัวอย่าง 4** โพแทสเซียมไอออน ( $K^+$ ) 100 ไอออน มีจำนวนกี่โมล

โจทย์กำหนด  $N = 100$

โจทย์ถาม  $n = ?$

วิธีทำ จากสูตร 
$$n = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$n = \frac{100}{6.02 \times 10^{23}} = 16.61 \times 10^{-23} \text{ mol}$$

$\therefore K^+ 100$  ไอออน มีจำนวน  $16.61 \times 10^{-23}$  mol

**ตัวอย่าง 5** น้ำ 5 mol มีกี่โมเลกุล

โจทย์กำหนด  $n = 5 \text{ mol}$

โจทย์ถาม  $N = ?$

วิธีทำ

จากสูตร  $n = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}}$

$$5 = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$N = 5 \times 6.02 \times 10^{23} = 30.1 \times 10^{23} \text{ โมเลกุล}$$

$\therefore$  น้ำ 5 mol มีจำนวน  $30.1 \times 10^{23}$  โมเลกุล

2. ครูให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์โจทย์จากตัวอย่างที่ 6 , 7

**ตัวอย่างที่ 6** โซเดียมไอออน 0.6 mol มีจำนวนไอออนเท่าใด

**ตัวอย่างที่ 7** ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์  $18.06 \times 10^{23}$  โมเลกุล มีกี่โมล

### 3. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. เมื่อให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์โจทย์แล้ว ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่ไม่เข้าใจ แล้วอธิบายเพิ่มเติมให้เข้าใจ

### 4. ชั้นขยายความรู้

ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในห้องเรียน 2 ข้อ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ เมื่อทำเสร็จแล้วครูเฉลยคำตอบ

### 5. ชั้นประเมินผล

ครูมอบหมายให้นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นด้วยตนเอง แล้วแสดงวิธีคิดในการแก้โจทย์ปัญหา โดยให้ทำเป็นการบ้านมาส่งพร้อมกับแบบฝึกหัดที่ครูมอบหมายให้

### ชั่วโมงที่ 3

#### 1. ชั้นสร้างความสนใจ

1. ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนกับเพื่อนเพื่อแลกเปลี่ยนตรวจโจทย์ปัญหาที่แต่ละคนตั้งขึ้นเอง
2. จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยการบ้านที่มอบหมายให้ในชั่วโมงที่แล้ว

#### 2. ชั้นสำรวจและค้นหา

1. แบ่งกลุ่มนักเรียนตามความเหมาะสม แล้วครูแจกตัวอย่างโจทย์คำนวณเรื่องโมลกับอนุภาคให้แต่ละกลุ่มช่วยกันทำ

2. เมื่อทำเสร็จแล้วให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมาเฉลยตัวอย่างโจทย์คำนวณเรื่องโมลกับจำนวนอนุภาคบนกระดาน

### 3. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

ครูและนักเรียนร่วมสรุปวิธีการแก้ปัญหาโจทย์โดยวิธีต่างๆ

### 4. ชั้นขยายความรู้

ครูให้นักเรียนสืบค้นโจทย์ที่เกี่ยวข้องและการคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับอนุภาค และฝึกทำโจทย์ดังกล่าว

5. ชั้นประเมินผล ครูให้นักเรียนเขียนสรุปผลการเรียนเกี่ยวกับความหมายของโมลและการคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับอนุภาคทั้งสองวิธี

### ชิ้นงานที่ให้นักเรียนปฏิบัติ

นักเรียนทำภาระงาน แบบฝึกหัด โดยมีเงื่อนไขดังนี้ นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง 50 % ขึ้นไปของจำนวนแบบฝึกหัดทั้งหมด

### การประเมินผล

หน้าหน้า คะแนน เกณฑ์	ดีเยี่ยม	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
การทำแบบฝึกหัด	-ทำได้ถูกต้อง 90 – 100 %	-ทำได้ถูกต้อง 70 – 89 %	-ทำได้ถูกต้อง 50 – 69 %	-ทำได้ถูกต้อง น้อยกว่า50 %
การตอบคำถาม	-ตอบคำถาม ได้ถูกต้องตรง ตามประเด็น ด้วยความ มั่นใจและกล้า แสดงความ คิด เห็นอย่าง เหมาะสม	-ตอบคำถาม ได้ถูกต้องกล้า ที่จะตอบ คำถามแต่ขาด ความมั่นใจ เป็นบางครั้ง	-สามารถตอบ คำถามได้แต่ ขาดความ เชื่อมั่นในตัวเอง ต้องอาศัยเพื่อน คอยชี้แนะ	-ขาดความ มั่นใจและไม่ กล้าตอบ คำถาม

### สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนเคมี เล่ม 2 ของ สสวท.

2. หนังสือเทคนิคการเรียนรู้ปริมาณสัมพันธ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วรากร  
หิรัญญาภินันท์

3. หนังสือชุดเสริมศักยภาพเคมี เรื่องปริมาณสัมพันธ์ สำนักพิมพ์แม็ค

4. ใบงานเรื่องโมลกับอนุภาค

#### กิจกรรมเสนอแนะ

นักเรียนควรหาความรู้เพิ่มเติม ตัวอย่างโจทย์เพิ่มเติมจากหนังสืออ่านประกอบ เช่น  
ตัวอย่างข้อสอบเอนทรานซ์มาทำเพิ่มเติมจากที่ครูให้ฝึกทำ

### บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้บันทึก นางสาวอุบลวดี อติเรกตระการ วันที่บันทึก .....

1. การดำเนินการจัดการเรียนรู้ ( ) เป็นไปตามแผน  
( ) ไม่ เป็นไปตามแผน
2. บรรยากาศระหว่างการเรียนรู้  
.....  
.....  
.....
3. สรุปผลการจัดการเรียนรู้  
จำนวนนักเรียนที่ผ่านการประเมิน ..... คนคิดเป็นร้อยละ .....
- จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่าน การประเมิน ..... คนคิดเป็นร้อยละ .....
4. ปัญหาที่พบในการจัดการเรียนรู้  
.....  
.....  
.....
5. สิ่งที่ต้องพัฒนาในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป  
.....  
.....  
.....
6. แนวทางการแก้ไขนักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมิน  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ ..... ผู้บันทึก

(นางสาวอุบลวดี อติเรกตระการ )

7. ความคิดเห็นของผู้นิเทศ/ผู้ที่ได้รับมอบหมาย  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ ..... ผู้นิเทศ

( ..... )



### แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

รายวิชา ว30222 เคมี 2

เวลา 2 ชั่วโมง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ปริมาณสัมพันธ์

แผนที่ 4 เรื่องโมลกับมวลของสาร

**มาตรฐาน ว 3.1** เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งการเรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

**สาระสำคัญ** สารใด 1 โมลจะมีมวลเท่ากับมวลโมเลกุล มวลอะตอม หรือมวลไอออน (มีหน่วยเป็นกรัม)ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าสารนั้นอยู่ในสภาพที่เป็นโมเลกุล อะตอม ไอออน

#### ผลการเรียนรู้

(3) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆ ของสาร ซึ่งได้แก่ จำนวนโมล จำนวนอนุภาค มวลและปริมาตรของแก๊สที่ STP รวมทั้งใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวคำนวณหาปริมาณใด ปริมาณหนึ่งได้

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

##### 1.ด้านความรู้

1. อธิบายความหมายของโมล และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับมวลของสารได้
2. คำนวณโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับโมลกับมวลของสารได้

##### 2.ด้านทักษะกระบวนการ

3. สามารถคิด และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับมวลของสารได้
4. สามารถเขียนสื่อสารสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ได้

##### 3.ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์

กระตือรือร้น ใฝ่รู้ใฝ่เรียน

#### สาระการเรียนรู้

**ความสัมพันธ์ของโมลกับมวลของสาร** สารใด ๆ 1 โมลจะมีมวลเท่ากับมวลอะตอม หรือมวลโมเลกุลของสารนั้นในหน่วยกรัม

\*\* เท่ากับมวลอะตอม กรณีที่เป็นธาตุ

\*\* เท่ากับโมเลกุล กรณีที่เป็นโมเลกุลของธาตุหรือสารประกอบ

การคำนวณความสัมพันธ์ของโมลกับมวลของสาร ทำได้ 2 วิธี คือ เทียบ  
บัญญัติไตรยางศ์  
และใช้สูตร

การคำนวณโดยใช้สูตร ใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้

$$n = \frac{g}{M}$$

เมื่อ  $n$  = จำนวนโมล

$g$  = มวลของสารในหน่วยกรัม

$M$  = มวลอะตอมหรือมวลโมเลกุลของสาร

การจัดกระบวนการเรียนรู้

### ชั่วโมงที่ 1

#### 1. ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูทบทวนเนื้อหาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับจำนวนอนุภาคของสาร
2. ครูเปิดประเด็นว่าถ้าเรานำอะตอมซึ่งเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของสารไปชั่งโดยใช้เครื่องชั่งจะสามารถทำได้หรือไม่ (เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปราย)

#### 2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นแล้ว ครูให้ข้อสรุปว่าการนำอะตอมซึ่งเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของสารไปชั่งนั้น ไม่สามารถทำได้ เนื่องจากอะตอมมีขนาดเล็กและเราไม่สามารถมองเห็นอะตอมได้ เพราะฉะนั้นเราไม่สามารถชั่งน้ำหนักของอะตอมได้
2. ครูให้ความรู้ต่อไปว่า ในทางเคมีซึ่งจำเป็นที่จะวัดปริมาณของสารในรูปของอะตอมหรือโมเลกุลซึ่งมีขนาดเล็กมาก การวัดปริมาณสารหรือหน่วยที่ใช้ในการวัดซึ่งเป็นหน่วยมาตรฐานสากล จึงไม่สามารถทำได้ นักเคมีจึงกำหนดหน่วยที่ใช้วัดปริมาณสารในทางเคมีขึ้นเรียกว่า **โมล** ซึ่งสามารถวัดปริมาณสารที่ปริมาณน้อย ๆ ได้ และสามารถเทียบเคียงกับหน่วยมาตรฐาน SI ได้ทุก ๆ หน่วย

#### 3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. จากนั้นครูให้ความรู้เรื่องโมล และความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับมวล ดังนี้  
สารใด ๆ 1 โมลจะมีมวลเท่ากับมวลอะตอมหรือมวลโมเลกุลของสารนั้นในหน่วยกรัม

\*\* เท่ากับมวลอะตอม กรณีที่เป็นธาตุ

\*\* เท่ากับโมเลกุล กรณีที่เป็นโมเลกุลของธาตุหรือสารประกอบ

การคำนวณความสัมพันธ์ของโมลกับมวลของสาร ทำได้ 2 วิธี คือ เทียบ  
บัญญัติไตรยางศ์ และใช้สูตร ครูยกตัวอย่างการคำนวณโดยการเทียบบัญญัติไตรยางศ์

**ตัวอย่างที่ 1** กำมะถัน 1 mol มีมวล 32.01 g กำมะถัน 160.05 g มีจำนวนโมลเท่าใด

โจทย์กำหนด กำมะถัน 1 โมล มีมวล 32.01 g

โจทย์ถาม กำมะถัน 160.05 g จะมีกี่โมล

**วิธีทำ** กำมะถัน 32.01 g มีค่าเท่ากับ 1 โมล

กำมะถัน 160.05 g มีค่าเท่ากับ  $\frac{1 \times 160.05}{32.01} = 5 \text{ mol}$

ดังนั้น กำมะถัน 160.05 g มีค่าเท่ากับ 5 mol

**ตอบ**

**ตัวอย่างที่ 2** NaOH 3 mol มีมวลกี่กรัม

โจทย์กำหนด NaOH จำนวน 3 mol

โจทย์ถาม มวลของ NaOH จำนวน 3 mol มีค่ากี่กรัม

**วิธีทำ** ขั้นที่ 1 หามวลโมเลกุลของ NaOH

มวลอะตอมของ Na = 23 , O = 16 , H = 1

มวลโมเลกุล NaOH = 23 + 16 + 1 = 40

จากความสัมพันธ์ของโมลกับมวล กล่าวคือ สารใด ๆ 1 mol จะมีมวลเท่ากับมวลโมเลกุลของสารนั้น

เพราะฉะนั้น NaOH 1 mol มีมวลเท่ากับ 40 g

ถ้า NaOH 3 mol มีมวลเท่ากับ  $40 \times 3 = 120 \text{ g}$

**ตอบ**

#### 4. ขั้ขยายความรู้

1. ครูฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหา โดยการเทียบบัญญัติไตรยางค์ อีกในตัวอย่างที่ 3 และ 4 โดยครูป้อนคำถามเพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียน โดยข้อคำถามมีดังนี้

- ความสัมพันธ์ของปริมาณสารจากโจทย์คืออะไร
- โจทย์กำหนดปริมาณสารใด
- โจทย์ต้องการทราบปริมาณสารใด
- เทียบปริมาณสารทั้งสองนี้อย่างไร ( ปริมาณใดอยู่ซ้ายมือ , ปริมาณใดอยู่ขวามือ)

**ตัวอย่างที่ 3** คาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) จำนวน 4 g มีจำนวนกี่โมล (C = 12 , O = 16)

**ตัวอย่างที่ 4** น้ำส้มสายชู (CH<sub>3</sub>COOH) จำนวน 4.9 mol มีจำนวนกี่กรัม

#### 5. ขั้ประเมินผล

ครูให้นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นด้วยตนเอง แล้วแสดงวิธีคิดในการแก้โจทย์ปัญหา โดยให้ทำเป็นการบ้านมาส่งพร้อมกับแบบฝึกหัดที่ครูมอบหมายให้

## ชั่วโมงที่ 2

### 1. ชั้นสร้างความสนใจ

1. ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนกับเพื่อนเพื่อแลกเปลี่ยนตรวจโจทย์ปัญหาที่แต่ละคนตั้งขึ้นเอง
2. จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยการบ้านที่มอบหมายให้ในชั่วโมงที่แล้ว
3. เมื่อเฉลยเสร็จแล้ว ครูทบทวนว่าการคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับมวลมี 2 วิธี ซึ่งเราได้เรียนรู้วิธีที่ 1 ไปแล้ว ในชั่วโมงนี้เราจะเรียนรู้ในวิธีที่ 2 คือ วิธีใช้สูตร

### 2. ชั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูให้ความรู้นักเรียน เรื่อง การคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับมวลโดยวิธีใช้สูตร ดังนี้

สูตรการคำนวณ 
$$n = \frac{g}{M}$$
 เมื่อ  $n$  = จำนวนโมล  $g$  = มวลของสารในหน่วยกรัม

$M$  = มวลอะตอมหรือมวลโมเลกุลของสาร

**ตัวอย่างที่ 5** จงคำนวณหาจำนวนโมลของอะลูมิเนียม 2.70 g

โจทย์กำหนด  $g = 2.70 \text{ g}$ ,  $M = 27$

โจทย์ถาม  $n = ?$

วิธีทำ จากสูตร 
$$n = \frac{g}{M}$$
  

$$= \frac{2.70}{27} = 0.1 \text{ mol}$$

เพราะฉะนั้น อะลูมิเนียม 2.70 g มีจำนวนเท่ากับ 0.1 mol

ตอบ

**ตัวอย่างที่ 6** ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0.35 mol มีมวลกี่กรัม

โจทย์กำหนด  $n = 0.35 \text{ mol}$

โจทย์ถาม  $g = ?$

วิธีทำ มวลโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ คือ  $\text{CO}_2$   
 มวลโมเลกุล  $\text{CO}_2$  ( $M$ ) =  $12 + (16 \times 2) = 44$   
 จากสูตร 
$$n = \frac{g}{M}$$

$$0.35 = \frac{g}{44}$$

$$g = 0.35 \times 44 = 15.4 \text{ g}$$

$\therefore$  ก๊าซ  $\text{CO}_2$  0.35 mol มีมวลเท่ากับ 15.4 g

ตอบ

### 3. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. ครูให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์โจทย์จากตัวอย่างที่ 7 โดยประเมินความเข้าใจของนักเรียนจากคำถามต่อไปนี้

- โจทย์กำหนดอะไร (บอกมาเป็นสัญลักษณ์)
- โจทย์ถามอะไร (บอกมาเป็นสัญลักษณ์)
- จงบอกสูตรที่ใช้ในการคำนวณ
- ตัวเลขที่โจทย์ให้มา คือสัญลักษณ์อะไร

**ตัวอย่างที่ 7** ก๊าซไนโตรเจนมอนอกไซด์หนัก 30 g มีจำนวนกี่โมล

3. เมื่อให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์โจทย์แล้ว ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่ไม่เข้าใจ แล้วอธิบายเพิ่มเติมให้เข้าใจ

### 4. ชั้นขยายความรู้

1. ครูให้นักเรียนเขียนสรุปผลการเรียนเกี่ยวกับความหมายของโมล และการคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับมวลทั้งสองวิธี

### 5. ชั้นประเมินผล

1. ครูให้นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นด้วยตนเอง แล้วแสดงวิธีคิดในการแก้โจทย์ปัญหา โดยให้ทำเป็นการบ้านมาส่งพร้อมกับแบบฝึกหัดที่ครูมอบหมายให้

### ชิ้นงานที่ให้นักเรียนปฏิบัติ

นักเรียนทำภาระงาน แบบฝึกหัด โดยมีเงื่อนไขดังนี้ นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง 50 % ขึ้นไปของจำนวนแบบฝึกหัดทั้งหมด

### การประเมินผล

หน้าหนัก คะแนน เกณฑ์	ดีเยี่ยม	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
การทำแบบฝึกหัด	-ทำได้ถูกต้อง 80 – 90 %	-ทำได้ถูกต้อง 61 – 79 %	-ทำได้ถูกต้อง 50 – 60 %	-ทำได้ถูกต้อง น้อยกว่า50 %

หน้าหน้า คะแนน เกณฑ์	ดีเยี่ยม	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
การตอบคำถาม	-ตอบคำถาม ได้ถูกต้องตรง ตามประเด็น ด้วยความ มั่นใจและกล้า แสดงความคิด เห็นอย่าง เหมาะสม	-ตอบคำถาม ได้ถูกต้องกล้า ที่จะตอบ คำถามแต่ขาด ความมั่นใจ เป็นบางครั้ง	-สามารถตอบ คำถามได้แต่ขาด ความเชื่อมั่นใน ตัวเองต้องอาศัย เพื่อนคอยชี้แนะ	-ขาดความ มั่นใจและไม่ กล้าตอบคำถาม

### สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนเคมี เล่ม 2 ของ สสวท.
2. หนังสือเทคนิคการเรียนรู้ปริมาณสัมพันธ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วรากร

### ทรัพยากรอินเทอร์เน็ต

3. หนังสือชุดเสริมศักยภาพเคมี เรื่องปริมาณสัมพันธ์ สำนักพิมพ์แม็ค
4. แบบฝึกหัดเรื่องโมลกับมวลของสาร

### กิจกรรมเสนอแนะ

นักเรียนควรหาความรู้เพิ่มเติม ตัวอย่างโจทย์เพิ่มเติมจากหนังสืออ่านประกอบ เช่น ตัวอย่างข้อสอบเอนทรานซ์มาลองทำ หรือครูลองให้ตัวอย่างข้อสอบเอนทรานซ์นักเรียนไปฝึกทำ

### บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้บันทึก นางสาวอุบลวดี อติเรกตระการ วันที่บันทึก .....

1. การดำเนินการจัดการเรียนรู้ ( ) เป็นไปตามแผน  
( ) ไม่ เป็นไปตามแผน
  2. บรรยากาศระหว่างการเรียนรู้  
.....  
.....  
.....
  3. สรุปผลการจัดการเรียนรู้  
จำนวนนักเรียนที่ผ่านการประเมิน ..... คนคิดเป็นร้อยละ .....
  - จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่าน การประเมิน ..... คนคิดเป็นร้อยละ .....
  4. ปัญหาที่พบในการจัดการเรียนรู้  
.....  
.....  
.....
  5. สิ่งที่ต้องพัฒนาในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป  
.....  
.....  
.....
  6. แนวทางการแก้ไขนักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมิน  
.....  
.....  
.....
- ลงชื่อ ..... ผู้บันทึก  
(นางสาวอุบลวดี อติเรกตระการ )
7. ความคิดเห็นของผู้นิเทศ/ผู้ที่ได้รับมอบหมาย  
.....  
.....  
.....
- ลงชื่อ ..... ผู้นิเทศ  
( ..... )

### ใบงานที่ 4 เรื่อง โมลกับมวลของสาร

1. จงคำนวณหามวลของสารต่อไปนี้

กำหนดมวลอะตอม Mg = 24 , S = 32 , O = 16 , H = 1 , K = 39 , Ag = 108 ,  
Cl = 35.5 Pb = 207 Sn = 119

1.1 แมกนีเซียมซัลเฟต ( $\text{MgSO}_4$ ) 2.5 mol

1.2 โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) 1.3 mol

1.3 ซิลเวอร์คลอไรด์ ( $\text{AgCl}$ ) 5.7 mol

2. จงคำนวณหาจำนวนโมลของสารต่อไปนี้

2.1 น้ำ ( $\text{H}_2\text{O}$ ) 0.36 g

2.2 เลด (II) ไนเตรต ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ) 82.75 g

2.3 ดีบุก (Sn) 17.5 g

### เฉลยใบงานที่ 4 เรื่อง โมลกับมวลของสาร

- |        |          |     |          |     |          |
|--------|----------|-----|----------|-----|----------|
| 1. 1.1 | 300 g    | 1.2 | 72.8 g   | 1.3 | 817.95 g |
| 2. 2.1 | 0.02 mol | 2.2 | 0.25 mol | 2.3 | 0.15 mol |

### แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

รายวิชา ว30222 เคมี 2 เวลา 3 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ปริมาณสัมพันธ์ แผนที่ 5 เรื่องโมลกับปริมาตรของแก๊ส

**มาตรฐาน ว 3.1** เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

**สาระสำคัญ** แก๊สใด ๆ จำนวน 1 โมลที่อุณหภูมิและความดันมาตรฐานจะมีปริมาตร เท่ากับ 22.4 ลิตร

#### ผลการเรียนรู้

(3) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ของสาร ซึ่งได้แก่ จำนวนโมล จำนวนอนุภาค มวลและปริมาตรของแก๊สที่ STP รวมทั้งใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวคำนวณหาปริมาณใดปริมาณหนึ่งได้

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

##### 1.ด้านความรู้

1. อธิบายความหมายของโมล และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับปริมาตรได้
2. คำนวณโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับโมลกับปริมาตรได้

##### 2.ด้านทักษะกระบวนการ

3. สามารถคิด และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับปริมาตรของสารได้
4. สามารถเขียนสื่อสารสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ได้
5. สามารถทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้

##### 3.ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์

กระตือรือร้น ใฝ่รู้ใฝ่เรียน มีความรับผิดชอบ มีวินัย เคารพกฎกติกา

#### สาระการเรียนรู้

##### โมลกับปริมาตร

ความสัมพันธ์ของโมลกับปริมาตรของก๊าซ ก๊าซใด ๆ 1 โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เซนติเมตร ( $\text{dm}^3$ ) เช่น ก๊าซไฮโดรเจน ( $\text{H}_2$ ) 1 mol มีปริมาตรเท่ากับ  $22.4 \text{ dm}^3$

, ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ( $\text{H}_2\text{S}$ ) 1 mol มีปริมาตรเท่ากับ  $22.4 \text{ dm}^3$ , ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) 2 mol มีปริมาตรเท่ากับ  $44.8 \text{ dm}^3$

ความสัมพันธ์ของหน่วยปริมาตร  $1 \text{ dm}^3 = 1,000 \text{ cm}^3$

การคำนวณความสัมพันธ์ของโมลกับปริมาตรของสาร ทำได้ 2 วิธี คือ เทียบ  
บัญญัติไตรยางค์ และการใช้สูตร

การคำนวณโดยใช้สูตร มีดังนี้

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

เมื่อ  $n$  = จำนวนโมล

$v$  = ปริมาตรของก๊าซ มีหน่วยเป็น  $\text{dm}^3$

การจัดกระบวนการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

### 1. ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูทบทวนเนื้อหาเรื่องโมลกับจำนวนอนุภาค และโมลกับมวลของสาร
2. ครูเปิดประเด็นว่านอกจากโมลจะสัมพันธ์กับอนุภาค และมวลแล้ว ยังสัมพันธ์กับปริมาตรของสารซึ่งมีสถานะก๊าซอีกด้วย ความสัมพันธ์ดังกล่าวศึกษาได้ดังนี้

### 2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูให้ความรู้เรื่องโมลกับปริมาตร (ศึกษาจากใบความรู้) ดังนี้

ความสัมพันธ์ของโมลกับปริมาตรของก๊าซ ก๊าซใด ๆ 1 โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ  $22.4$  ลูกบาศก์เซนติเมตร ( $\text{dm}^3$ ) ที่ STP ซึ่งเป็นสภาวะมาตรฐาน ก๊าซจะมีอุณหภูมิเท่ากับ  $0^\circ\text{C}$  ที่ความดัน 1 บรรยากาศ เช่น ก๊าซไฮโดรเจน ( $\text{H}_2$ ) 1 mol มีปริมาตรเท่ากับ  $22.4 \text{ dm}^3$ , ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ( $\text{H}_2\text{S}$ ) 1 mol มีปริมาตรเท่ากับ  $22.4 \text{ dm}^3$ , ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) 2 mol มีปริมาตรเท่ากับ  $44.8 \text{ dm}^3$

ความสัมพันธ์ของหน่วยปริมาตร  $1 \text{ dm}^3 = 1,000 \text{ cm}^3$

2. ครูให้ความรู้เรื่อง การคำนวณความสัมพันธ์ของโมลกับปริมาตรของสาร ทำได้ 2 วิธี คือ เทียบบัญญัติไตรยางค์ และใช้สูตร พร้อมทั้งยกตัวอย่างการคำนวณโดยเทียบบัญญัติไตรยางค์ ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 ก๊าซ คาร์บอนมอนอกไซด์ ( $\text{CO}$ ) จำนวน  $67.2 \text{ dm}^3$  โมล

วิธีทำ จากความสัมพันธ์ที่ว่า ก๊าซใด ๆ 1 โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ  $22.4 \text{ dm}^3$

ก๊าซ CO  $22.4 \text{ dm}^3$  เท่ากับ 1 mol  
 ถ้า ก๊าซ CO  $67.2 \text{ dm}^3$  เท่ากับ  $\frac{1 \times 67.2}{22.4} = 3 \text{ mol}$   
 เพราะฉะนั้น ก๊าซ CO  $67.2 \text{ dm}^3$  เท่ากับ 3 mol **ตอบ**

### 3. ชั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

ครูและนักเรียนร่วมอภิปราย ชักถามข้อสงสัยต่างๆเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของโมลกับปริมาตรของแก๊สที่ STP และสรุปความรู้ที่ได้รับ

### 4. ชั้นขยายความรู้

1. ครูฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหา โดยการเทียบบัญญัติไตรยางค์ อีกในตัวอย่างที่ 2 และ 3 โดยครูป้อนคำถามเพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียน โดยข้อคำถามมีดังนี้

- ความสัมพันธ์ของปริมาณสารจากโจทย์คืออะไร
- โจทย์กำหนดปริมาณสารใด / โจทย์ต้องการทราบปริมาณสารใด
- เทียบปริมาณสารทั้งสองนี้อย่างไร ( ปริมาณใดอยู่ซ้ายมือ , ปริมาณใดอยู่ขวามือ)

**ตัวอย่างที่ 2** คาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) จำนวน  $450 \text{ cm}^3$  มีจำนวนกี่โมล

**ตัวอย่างที่ 3** ก๊าซฮีเลียมจำนวน  $7.5 \text{ dm}^3$  มีจำนวนกี่โมล

### 5. ชั้นประเมินผล

ครูให้นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นด้วยตนเอง แล้วแสดงวิธีคิดในการแก้โจทย์ปัญหา โดยให้ทำ

เป็นการบ้านมาส่งพร้อมกับแบบฝึกหัดที่ครูมอบหมายให้

## ชั่วโมงที่ 2

### 1. ชั้นสร้างความสนใจ

1. ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนกับเพื่อนเพื่อแลกเปลี่ยนตรวจโจทย์ปัญหาที่แต่ละคนตั้งขึ้นเอง
2. จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยการบ้านที่มอบหมายให้ในชั่วโมงที่แล้ว

### 2. ชั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูทบทวนว่าการคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับปริมาตรมี 2 วิธี ซึ่งเราได้เรียนรู่วิธีที่ 1 ไปแล้ว ในชั่วโมงนี้เราจะเรียนรู้ในวิธีที่ 2 คือ วิธีใช้สูตร
2. ครูให้ความรู้นักเรียน เรื่อง การคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับปริมาตร โดยวิธีใช้สูตร ดังนี้

$$n = \frac{v}{22.4} \quad \text{เมื่อ } n = \text{จำนวนโมล และ } v = \text{ปริมาตรของก๊าซ (dm}^3\text{)}$$

**ตัวอย่างที่ 4** ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) จำนวน 156 dm<sup>3</sup> มีจำนวนกี่โมล

โจทย์กำหนด  $v = 156 \text{ dm}^3$

โจทย์ถาม  $n = ?$

**วิธีทำ** จากสูตร  $n = \frac{v}{22.4}$

$$n = \frac{156}{22.4} = 6.96 \text{ mol}$$

เพราะฉะนั้นก๊าซ SO<sub>2</sub> 156 dm<sup>3</sup> มีจำนวน 6.96 mol

**ตอบ**

**ตัวอย่างที่ 5** ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) จำนวน 5.5 mol จะมีปริมาตรกี่ cm<sup>3</sup>

โจทย์กำหนด  $n = 5.5 \text{ mol}$

โจทย์ถาม  $v = ?$

**วิธีทำ** จากสูตร  $n = \frac{v}{22.4}$

$$5.5 = \frac{v}{22.4}$$

$$v = 5.5 \times 22.4 = 123.2 \text{ dm}^3$$

$$= 123.2 \times 1,000 = 123,200 \text{ cm}^3$$

∴ ก๊าซ NO<sub>2</sub> 5.5 mol มีปริมาตร 123,200 cm<sup>3</sup>

**ตอบ**

1. ครูให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์โจทย์จากตัวอย่างที่ 6, 7 โดยประเมินความเข้าใจของนักเรียน

จากคำถามต่อไปนี้

- โจทย์กำหนดอะไร (บอกมาเป็นสัญลักษณ์)
- โจทย์ถามอะไร (บอกมาเป็นสัญลักษณ์)
- จงบอกสูตรที่ใช้ในการคำนวณ
- ตัวเลขที่โจทย์ให้มา คือสัญลักษณ์อะไร

**ตัวอย่างที่ 6** ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0.35 mol มีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร (cm<sup>3</sup>)

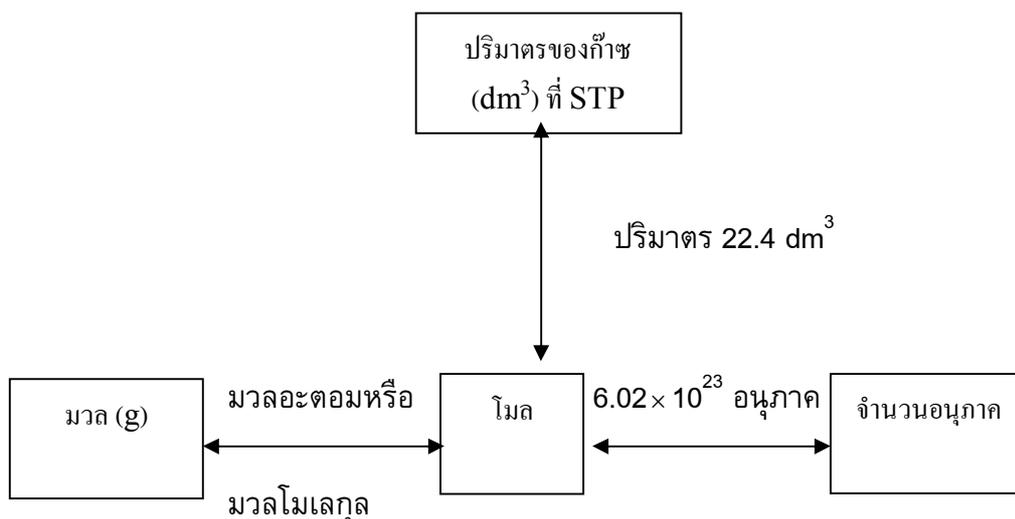
**ตัวอย่างที่ 7** ก๊าซไนโตรเจนมอนอกไซด์หนัก 30 g มีปริมาตรเท่าใด

2. เมื่อให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์โจทย์แล้ว ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่ไม่เข้าใจ แล้วอธิบายเพิ่มเติมให้เข้าใจ

### 3. ชั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับปริมาณสารในทั้ง 3 เรื่อง

คือ โมลกับจำนวนอนุภาค โมลกับมวลของสาร และโมลกับปริมาตร โดยสรุปออกมาในรูปแผนภาพความสัมพันธ์ ดังนี้



2. ครูสรุปให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับแผนภาพดังนี้ เพราะฉะนั้นจากแผนภาพปริมาณของสารในหน่วยต่าง ๆ สัมพันธ์กับหน่วยโมล ซึ่งเป็นหน่วยกลาง ถ้าเราทราบมวลของสารในหน่วยกรัม เราสามารถหาปริมาตรของสารและจำนวนอนุภาคของสารได้โดยใช้หน่วย โมล

#### 4. ขั้ขยายความรู้

ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 3 ข้อเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ เมื่อเสร็จแล้วครูเฉลยคำตอบ

#### 5. ขั้ประเมินผล

ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่องโมลกับปริมาตรของแก๊ส

### ชั่วโมงที่ 3

#### 1. ขั้สร้างความสนใจ

ครูทบทวนแผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับจำนวนอนุภาค โมลกับมวลของสาร และโมลต่อปริมาตร

#### 2. ขั้สำรวจและค้นหา

ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 8 กลุ่ม ๆ ละเท่า ๆ กัน มอบหมายภาระงานให้ทำสื่อการเรียนรู้ในหัวข้อต่อไปนี้

- กลุ่มที่ 1 โมลกับอนุภาค
- กลุ่มที่ 2 ตัวอย่างโจทย์เรื่องโมลกับอนุภาค
- กลุ่มที่ 3 โมลกับมวล
- กลุ่มที่ 4 ตัวอย่างโจทย์เรื่องโมลกับมวล
- กลุ่มที่ 5 โมลกับปริมาตร
- กลุ่มที่ 6 ตัวอย่างโจทย์เรื่องโมลกับปริมาตร
- กลุ่มที่ 7 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของโมลกับปริมาณต่าง ๆ
- กลุ่มที่ 8 ตัวอย่างโจทย์เรื่องโมลกับปริมาณต่าง ๆ

โดยให้นักเรียนจัดทำสูตรการคำนวณและตัวอย่างโจทย์ที่ใช้สูตรนั้น โดยทำลงในฟิวเจอร์บอร์ดขนาดกลาง ให้ขนาดตัวหนังสือสมดุกับขนาดของฟิวเจอร์บอร์ด

### 3. ชั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

เมื่อทำเสร็จแล้วให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมาแสดงผลงานที่จัดทำขึ้นหน้าห้องพร้อมอธิบายให้เพื่อนฟัง ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายและลงข้อสรุป

### 4. ชั้นขยายความรู้

นำผลงานที่ทำขึ้นมาตกแต่ง ปรับปรุงสภาพแวดล้อมของห้องเรียนให้เป็นห้องเรียนแห่งการเรียนรู้วิชาเคมีต่อไป

### 5. ชั้นประเมินผล

ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่องโมลกับปริมาตรของแก๊ส

### ชิ้นงานที่ให้นักเรียนปฏิบัติ

นักเรียนทำภาระงาน แบบฝึกหัด โดยมีเงื่อนไขดังนี้ นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง 50 % ขึ้นไปของจำนวนแบบฝึกหัดทั้งหมด

### การประเมินผล

หน้าหน้า คะแนน เกณฑ์	ดีเยี่ยม	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
การทำแบบฝึกหัด	- ทำได้	- ทำได้	- ทำได้	- ทำได้

หน้าหนัก คะแนน เกณฑ์	ดีเยี่ยม	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
	ถูกต้อง 80 – 90 %	ถูกต้อง 61 – 79 %	ถูกต้อง 50 – 60 %	ถูกต้อง น้อยกว่า 50 %
การตอบคำถาม	- ตอบ คำถามได้ ถูกต้องตรง ตาม ประเด็น ด้วยความ มั่นใจและ กล้าแสดง ความ คิดเห็น อย่าง เหมาะสม	- ตอบ คำถามได้ ถูกต้อง กล้าที่จะ ตอบ คำถามแต่ ขาดความ มั่นใจเป็น บางครั้ง	- สามารถ ตอบคำถาม ได้แต่ขาด ความเชื่อมั่น ในตัวเอง ต้องอาศัย เพื่อนคอย ชี้แนะ	- ขาดความ มั่นใจและ ไม่กล้า ตอบ คำถาม
สื่อการเรียนรู้	- มีความถูก ต้อง - ตัวหนังสือ เหมาะสม กับขนาด ของสื่อ มองเห็นได้ ชัดเจน - มีความ สวยงาม น่าสนใจ - สะอาด เรียบร้อย	- มีความถูก ต้อง - ตัวหนังสือ เหมาะสม กับขนาด ของสื่อ มองเห็น ได้ชัดเจน - มีความ สวยงาม - สะอาด เรียบร้อย	- มีความถูก ต้อง - ตัวหนังสือ เหมาะสมกับ ขนาดของ สื่อ มองเห็น ได้ชัดเจน - ความ สวยงาม พอใช้ - ขาดความ สะอาด	- มีความถูก ต้อง - ตัวหนังสือ ไม่ เหมาะสม กับขนาด ของสื่อ - ขาดความ สวยงาม น่าสนใจ - ขาดความ สะอาด

### สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนเคมี เล่ม 2 ของ สสวท.
2. หนังสือเทคนิคการเรียนรู้ปริมาณสัมพันธ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วรากร  
หิรัญญาภินันท์
3. หนังสือชุดเสริมศักยภาพเคมี เรื่องปริมาณสัมพันธ์ สำนักพิมพ์แม็ค
4. สื่อการเรียนรู้ บอร์ดสูตรการคำนวณโมลและปริมาณต่อโมลต่าง ๆ ที่นักเรียนจัดทำ  
ขึ้น

### กิจกรรมเสนอแนะ

นักเรียนควรหาความรู้เพิ่มเติม ตัวอย่างโจทย์เพิ่มเติมจากหนังสืออ่านประกอบ เช่น ตัวอย่างข้อสอบเอนทรานซ์มาลองทำ หรือครูลองให้ตัวอย่างข้อสอบเอนทรานซ์นักเรียนไปฝึกทำ

### บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้บันทึก นางสาวอุบลวดี อติเรกตระการ วันที่บันทึก .....

1. การดำเนินการจัดการเรียนรู้ ( ) เป็นไปตามแผน  
( ) ไม่ เป็นไปตามแผน
2. บรรยากาศระหว่างการเรียนรู้  
.....  
.....  
.....
3. สรุปผลการจัดการเรียนรู้  
จำนวนนักเรียนที่ผ่านการประเมิน ..... คนคิดเป็นร้อยละ .....
- จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่าน การประเมิน ..... คนคิดเป็นร้อยละ .....
4. ปัญหาที่พบในการจัดการเรียนรู้  
.....  
.....  
.....
5. สิ่งที่ต้องพัฒนาในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป  
.....  
.....  
.....
6. แนวทางการแก้ไขนักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมิน  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ ..... ผู้บันทึก

(นางสาวอุบลวดี อติเรกตระการ )

7. ความคิดเห็นของผู้นิเทศ/ผู้ที่ได้รับมอบหมาย  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ ..... ผู้นิเทศ

( ..... )

### ใบงานที่ 5 เรื่องโมลกับปริมาตร

1. จงคำนวณหาความสัมพันธ์ของปริมาณสารต่อไปนี้
  - 1.1 ก๊าซออกซิเจน ( $O_2$ )  $2.24 \text{ cm}^3$  จะมีจำนวนกี่โมล
  - 1.2 ก๊าซไนโตรเจนมอนอกไซด์ ( $NO$ )  $180 \text{ g}$  จะมีปริมาตรเท่าใด
  - 1.3 ก๊าซแอมโมเนีย  $112 \text{ cm}^3$  หนักกี่กรัม
  - 1.4 ก๊าซนีออน  $12.04 \times 10^{23}$  อะตอม มีปริมาตรเท่าใด
  - 1.5 ก๊าซคลอรีนหนัก  $142 \text{ g}$  มีปริมาตรกี่  $\text{dm}^3$  ( $Cl = 35.5$ )
  
2. จงคำนวณหาจำนวนโมล จำนวนโมเลกุล และปริมาตรที่ STP ของสารต่อไปนี้ ซึ่งมีมวล  $10.0$  กรัม
  - ก. แก๊สโอโซน ( $O_2$ )
  - ข. แก๊สคลอรีน ( $Cl_2$ )
  - ค. แก๊สแอมโมเนีย ( $NH_3$ )

---

### เฉลยใบงานที่ 5 เรื่องโมลกับปริมาตร

1. 1.1)  $0.001$  โมล      1.2)  $134.4 \text{ dm}^3$       1.3)  $0.085$  กรัม      1.4)  $44.8 \text{ dm}^3$

### แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

รายวิชา ว30222 เคมี 2 เวลา 2 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ปริมาณสัมพันธ์ แผนที่ 6 เรื่องการคำนวณสูตรอย่างง่าย

**มาตรฐาน ว 3.2** เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดการละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำไปใช้ประโยชน์

**สาระสำคัญ** สูตรอย่างง่ายเป็นสูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ การคำนวณหาสูตรอย่างง่ายต้องหาอัตราส่วนจำนวนโมลของธาตุ

#### ผลการเรียนรู้

(7) คำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุลของสารได้

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

##### 1.ด้านความรู้

1. อธิบายวิธีการคำนวณสูตรเอมพิริคัลได้
2. แสดงผลการคิดคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลได้

##### 2.ด้านทักษะกระบวนการ

3. มีทักษะการสังเกต และเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ได้
4. สามารถเขียนสื่อสารสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ได้

##### 3.ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์

5. ตั้งใจใฝ่เรียนรู้ , มีความรับผิดชอบ

#### สาระการเรียนรู้

**สูตรเคมี** คือ กลุ่มของสัญลักษณ์ของธาตุที่เขียนขึ้นเพื่อแสดงองค์ประกอบของสาร (ธาตุหรือสารประกอบ)ว่าประกอบด้วยธาตุอะไรบ้างอย่างละเท่าใดหรือเป็นอัตราส่วนเท่าใด และสูตรเคมีบางชนิดยังบอกให้ทราบว่าในสารต่าง ๆ อะตอมจัดเรียงตัวกันอย่างไร

สูตรเคมี แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ สูตรเอมพิริคัลหรือสูตรอย่างง่าย สูตรโมเลกุล และสูตรโครงสร้าง

**สูตรเอมพิริคัลหรือสูตรอย่างง่าย** คือ สูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนอะตอมของธาตุองค์ประกอบในสารประกอบ

**สูตรโมเลกุล** คือ สูตรที่แสดงให้ทราบว่าในสาร 1 โมเลกุลประกอบด้วยธาตุอะไรบ้างอย่างละกี่อะตอม

**สูตรโครงสร้าง** คือ สูตรที่แสดงการจัดเรียงตัวของอะตอมที่เป็นองค์ประกอบในสารประกอบว่ามีการสร้างพันธะกันอย่างไร แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ สูตรแบบจุดและสูตรแบบ

การคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุล มีหลักการดังนี้

1. คำนวณหาปริมาณของธาตุแต่ละชนิดในสารประกอบ
2. คำนวณหาอัตราส่วนโดยจำนวนโมลอะตอมของธาตุ เช่น ถ้าทราบมวลของธาตุแต่ละชนิดให้อามวลอะตอมของธาตุไปหารมวลของธาตุนั้น ( $n = \frac{g}{M}$ ) ซึ่งอัตราส่วนโดยโมลอะตอมของธาตุจะต้องเป็นเลขจำนวนเต็มลงตัวอย่างต่ำ การทำให้อัตราส่วนโดยจำนวนโมลอะตอมเป็นอัตราส่วนอย่างต่ำทำได้ดังนี้

2.1 ให้เอาเลขที่แสดงจำนวนโมลอะตอมของธาตุที่มีค่าน้อยที่สุดหารตลอด ถ้าได้เลข

จำนวนเต็มทั้งหมดก็จะทราบสูตรอย่างง่าย

2.2 ถ้าผลลัพธ์ในข้อ 2.1 บางส่วนเป็นเลขทศนิยมให้ปฏิบัติดังนี้ ถ้าค่าที่ได้ใกล้เคียง

จำนวนเต็มมากให้ปัดเป็นเลขจำนวนเต็มมากที่สุด แล้วปัดเป็นเลขจำนวนเต็มก็จะทราบสูตรอย่างง่าย

$$\text{เช่น } 1 : 1.9 = 1 : 2$$

$$1 : 1.3 \text{ ใช้ } 3 \text{ คูณตลอดได้ } = 3 : 3.9 = 3 : 4$$

**การจัดกระบวนการเรียนรู้**

### 1.ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูทบทวนความรู้เดิม เรื่อง สูตรของสารประกอบไอออนิกและสารโคเวเลนต์ แล้วพิจารณาสูตรเคมีของสารในตาราง 4.8 ในหนังสือเรียน เพื่อให้นักเรียนเห็นความแตกต่างของสูตรเคมี

1. ครูอธิบายว่าการคำนวณร้อยละโดยมวลจากสูตร เราจะใช้สูตรโมเลกุลในการคำนวณ แต่ในวิชาเคมีนั้นสูตรเคมีไม่ได้มีเฉพาะแต่สูตรโมเลกุลเท่านั้นยังมีสูตรเคมีอีกหลายชนิด

2. ครูชี้แจงว่าในชั่วโมงนี้เราจะมารู้จักกับสูตรเคมี และวิธีการคำนวณหาสูตรเคมีต่าง ๆ

## 2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูให้ความรู้เรื่องสูตรเคมี ประเภทของสูตรเคมี และการคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลหรือสูตรอย่างง่ายให้กับนักเรียน โดยยกตัวอย่างการคำนวณบนกระดานอย่างละเอียด ดังนี้

**ตัวอย่าง 1** จากการวิเคราะห์นิโคตินที่มีในบุหรี่ปพบว่าประกอบด้วย C 74.0 % , H 8.65 % และ N

17.3 % โดยมวล นิโคตินมีสูตรอย่างง่ายเป็นอย่างไร ( N=14 , C=12 , H=1 )

**โจทย์กำหนด** ร้อยละของธาตุองค์ประกอบ C 74.0 % , H 8.65 % และ N 17.3 %

มวลอะตอมของธาตุ N=14 , C=12 , H=1

**โจทย์ถาม** สูตรอย่างง่ายของนิโคตินเป็นอย่างไร

**วิธีทำ** อัตราส่วนโดยมวลของ

$$C : H : N = 74.0 : 8.65 : 17.3$$

$$\text{อัตราส่วนโดยจำนวนโมลอะตอมของ} \quad C : H : N = \frac{74.0}{12} : \frac{8.65}{1} : \frac{17.3}{14}$$

$$= 6.16 : 8.65 : 1.23$$

$$\text{เอา 1.23 หารตลอด} \quad = \frac{6.16}{1.23} : \frac{8.65}{1.23} : \frac{1.23}{1.23}$$

$$= 5 : 7 : 1$$

เพราะฉะนั้นนิโคตินมีสูตรอย่างง่ายเป็น  $C_5H_7N$

**ตัวอย่าง 2** สารบริสุทธิ์ชนิดหนึ่งประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจน 0.250 กรัม คาร์บอน 1.500 กรัม และคลอรีน 8.875 กรัม จงคำนวณสูตรเอมพิริคัลของสารนี้

$$\text{วิธีทำ} \quad \text{โมลของ H} = \frac{0.250}{1}$$

$$\text{โมลของ C} = \frac{1.500}{12}$$

$$\text{โมลของ Cl} = \frac{8.875}{35.5}$$

$$\therefore \text{โมลของ C : H : Cl} = \frac{0.250}{1} : \frac{1.500}{12} : \frac{8.875}{35.5}$$

$$= 0.250 : 0.250 : 0.250 = 1 : 1 : 1$$

$$\therefore \text{อัตราส่วนจำนวนโมล} = \text{อัตราส่วนจำนวนอะตอม}$$

$$\therefore \text{อัตราส่วนจำนวนอะตอม} = 1 : 1 : 1 \quad \text{ดังนั้น สูตรเอมพิริคัล คือ } CHCl$$

### 3. ชั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

1. เมื่ออธิบายให้นักเรียนรับรู้แล้ว สอบถามนักเรียนว่าเข้าใจวิธีการคำนวณแล้วหรือยัง ถ้ามีขั้นตอนใดที่ไม่เข้าใจ ครูจะอธิบายใหม่ให้เข้าใจ

### 4. ชั้นขยายความรู้

1. ครูมอบหมายให้ทำแบบฝึกหัดเรื่องการคำนวณสูตรเอมพิริคัล

### 5. ชั้นประเมินผล

- ครูให้นักเรียนสรุปผลการเรียนรู้ลงในสมุดบันทึกผลการเรียนรู้
- นักเรียนศึกษาความรู้เพิ่มเติมจากใบความรู้ที่ 6

#### การประเมินผล

หน้าหลัก คะแนน เกณฑ์	ดีเยี่ยม	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
การทำแบบฝึกหัด	ทำได้ถูกต้อง 90 – 100 %	ทำได้ถูกต้อง 70 – 89 %	ทำได้ถูกต้อง 50 – 69 %	ทำได้ ถูกต้อง น้อยกว่า 50 %
บันทึกผลการเรียนรู้	- บันทึกได้ เข้าใจ - ระบุสาระ สำคัญได้ - อ่านง่าย สะอาดเป็น ระเบียบ เรียบร้อย	- บันทึก ได้เข้าใจ - สาระสำ คัญยังไม่ ครบถ้วน - อ่านง่าย สะอาดเป็น ระเบียบ เรียบร้อย	- บันทึกผลการ เรียนรู้ได้แต่ขาด สาระสำคัญ - อ่านง่ายสะอาด เรียบร้อย พอควร	- บันทึก ผลการ เรียนรู้ไม่ได้ - จับ สาระสำคัญ ไม่ได้

#### สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนเคมี เล่ม 2 ของ สสวท.

2. หนังสือเทคนิคการเรียนปริมาณสัมพันธ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วรากร  
หิรัญญาภินันท์
3. หนังสือชุดเสริมศักยภาพเคมี เรื่องปริมาณสัมพันธ์ สำนักพิมพ์แม็ค
4. แบบฝึกหัดเรื่องการคำนวณสูตรเอมพิริกัล

## ใบความรู้ ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

### เรื่อง การคำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุล

#### การคำนวณหาสูตรอย่างง่าย หรือ สูตรเอมพิริคัล (Empirical formula)

เนื่องจากสูตรเอมพิริคัลเป็นสูตรที่แสดงจำนวน “อัตราส่วนของอะตอมของธาตุในสารประกอบ” ซึ่งก็คือ “อัตราส่วนของโมลอะตอมของธาตุในสารประกอบ” นั่นเอง กรณีสูตรเอมพิริคัลของกรดซिटริก คือ  $\text{CH}_2\text{O}$



อัตราส่วนจำนวนอะตอม       $\text{C} : \text{H} : \text{O} = 1 : 2 : 1$

อัตราส่วนจำนวนโมลอะตอม       $\text{C} : \text{H} : \text{O} = 1 : 2 : 1$

จะเห็นได้ว่าอัตราส่วนจำนวนอะตอม และอัตราส่วนจำนวนโมลของอะตอม มีค่าเท่ากัน ดังนั้นในการหาสูตรเอมพิริคัล อาจจะพิจารณาจากจำนวนอะตอมหรือจำนวนโมลอะตอมก็ได้

#### 1. การคำนวณสูตรเอมพิริคัล สรุปเป็นหลักการทั่ว ๆ ไปได้ดังนี้

1. หาชนิดของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ
2. หาน้ำหนักของธาตุแต่ละตัว
3. หา atomic Ratio (อัตราส่วนโดยโมลอะตอม) คือการเอาธาตุแต่ละตัวมาเข้าอัตราส่วนกัน
4. ทำให้เป็นตัวเลขอย่างต่ำ ตัวเลขที่ได้จะเป็นจำนวนอะตอมในสูตรอย่างง่าย

#### การทำอัตราส่วนของจำนวนโมลอะตอมให้เป็นเลขลงตัวอย่างต่ำได้ดังนี้

หาจำนวนโมลของธาตุและทำให้เป็นเลขลงตัวอย่างต่ำ โดยนำจำนวนโมลของธาตุที่มีค่าน้อยที่สุดหารตลอด เมื่อมีทศนิยม การปัดขึ้นจะทำได้เมื่อจุดทศนิยมมีค่ามากกว่า 0.8 ขึ้นไป และจะปัดทิ้งเมื่อจุดทศนิยมมีค่าน้อยกว่า 0.2 ลงมา

**ตัวอย่างที่ 1** โลหะ A 0.81 กรัม ทำปฏิกิริยาพอดีกับออกซิเจน 0.32 กรัม ได้สารประกอบออกไซด์เพียงชนิดเดียว สารที่ได้มีอัตราส่วนจำนวนอะตอมของโลหะ A ต่อออกซิเจนเป็นเท่าใด ( $\text{O} = 16, \text{A} = 27$ )

วิธีทำ	จากสูตร	$n = \frac{w}{M}$
	โมลของ A	$= \frac{0.81}{27}$
	โมลของ O	$= \frac{0.32}{16}$

$$\begin{aligned}\text{โมลของ A : O} &= \frac{0.81}{27} : \frac{0.32}{16} \\ &= 0.03 : 0.02 \\ &= 3 : 2\end{aligned}$$

อัตราส่วนของจำนวนโมล ก็คืออัตราส่วนของจำนวนอะตอม

$$\therefore \text{อัตราส่วนของจำนวนอะตอม A : O} = 3 : 2$$

**ตอบ**

**ตัวอย่างที่ 2** สารบริสุทธิ์ชนิดหนึ่งประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจน 0.250 กรัม คาร์บอน 1.500 กรัม และคลอรีน 8.875 กรัม จงคำนวณสูตรเอมพิริคัลของสารนี้

$$\begin{aligned}\text{วิธีทำ} \quad \text{โมลของ H} &= \frac{0.250}{1} \\ \text{โมลของ C} &= \frac{1.500}{12} \\ \text{โมลของ Cl} &= \frac{8.875}{35.5} \\ \therefore \text{โมลของ C : H : Cl} &= \frac{0.250}{1} : \frac{1.500}{12} : \frac{8.875}{35.5} \\ &= 0.125 : 0.250 : 0.250 \\ &= 1 : 2 : 2\end{aligned}$$

$\therefore$  อัตราส่วนจำนวนโมล = อัตราส่วนจำนวนอะตอม

$\therefore$  อัตราส่วนจำนวนอะตอม = 1 : 2 : 2

สูตรเอมพิริคัล คือ  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$

**ตอบ**

**แบบฝึกหัด**  
**เรื่อง การคำนวณหาสูตรเอมพิริกัล**

1. จงคำนวณหาสูตรเอมพิริกัลของสารประกอบที่ประกอบด้วยธาตุต่าง ๆ ดังนี้
  - ก. K = 43.18 % , Cl = 39.15 % O = 17.67 %
  - ข. K = 31.90 % , Cl = 28.93 % O = 39.17 %
  - ค. K = 28.22 % , Cl = 25.59 % O = 46.19 %
2. เมื่อฟอสฟอรัส 9.29 g เกิดการเผาไหม้จะได้สารประกอบออกไซด์หนัก 21.29 g จงหาสูตรเอมพิริกัลของสารประกอบออกไซด์
3. สารประกอบชนิดหนึ่งประกอบด้วยธาตุ C H และ O เท่านั้น จากการวิเคราะห์พบว่า มี C = 48.83 % และ H = 8.12 % โดยมวล จงหาสูตรเอมพิริกัลของสารประกอบนี้
4. เมื่อนำสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดหนึ่งมาเผาไหม้อย่างสมบูรณ์จะได้ CO<sub>2</sub> 6.60 g และน้ำ 4.10 g จงหาสูตรเอมพิริกัลของสารประกอบนี้

**เฉลย**

1. ก. KClO , ข. KClO<sub>3</sub> , KClO<sub>4</sub>
2. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
3. C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>
4. CH<sub>3</sub>

### แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

รายวิชา ว30222 เคมี 2

เวลา 1 ชั่วโมง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ปริมาณสัมพันธ์

แผนที่ 7 เรื่องการคำนวณสูตรโมเลกุล

**มาตรฐาน ว 3.2** เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดการละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำไปใช้ประโยชน์

**สาระสำคัญ** สูตรโมเลกุล เป็น สูตรที่บอกให้รู้ว่าโมเลกุลของสารนั้น ประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง อย่างละเอียด ต่อม การทราบสูตรโมเลกุลจะทำให้เรารู้มวลของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ

#### ผลการเรียนรู้

(7) คำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุลของสารได้

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

##### 1. ด้านความรู้

1. อธิบายวิธีการคำนวณสูตรโมเลกุลได้
2. แสดงผลการคิดคำนวณหาสูตรโมเลกุลได้

##### 2. ด้านทักษะกระบวนการ

3. มีทักษะการสังเกต และเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ได้
4. สามารถเขียนสื่อสารสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ได้

##### 3. ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์

5. ตั้งใจใฝ่เรียนรู้ , มีความรับผิดชอบ , ขยัน

#### สาระการเรียนรู้ (รายละเอียดในใบความรู้แผนที่ 17-18)

วิธีการคำนวณหาสูตรโมเลกุล มีหลักการดังนี้

1. หาสูตรเอมพิริคัลหรือสูตรอย่างง่าย
2. สมมุติสูตรโมเลกุลโดยให้ สูตรโมเลกุล = ( สูตรอย่างง่าย ) n
3. คำนวณหามวลโมเลกุลของสูตรที่สมมุติ และมวลโมเลกุลที่แท้จริง ( ถ้าโจทย์ไม่บอก )
4. นำค่ามวลโมเลกุลของสูตรที่สมมุติให้เท่ากับมวลโมเลกุลที่แท้จริงเพื่อหาค่า n  
ถ้า  $n < 0.5$  ให้ปัดทิ้ง แต่ถ้า  $n > 0.5$  ให้ปัดเป็น 1

## การจัดกระบวนการเรียนรู้

### 1. ขั้นสร้างความสนใจ

1. ทบทวนความรู้เรื่องการคำนวณสูตรเคมีพร้อมเฉลยแบบฝึกหัด
2. จากนั้นชี้แจงนักเรียนว่าการคำนวณสูตรเคมีอีกชนิดหนึ่ง คือ สูตรโมเลกุล ซึ่งมีวิธีการคำนวณอย่างไรนั้น เราจะได้เรียนรู้ในชั่วโมงต่อไป

### 2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูอธิบายวิธีการคำนวณหาสูตรโมเลกุล และแสดงตัวอย่างการคำนวณให้นักเรียนดูบนกระดานอธิบายให้นักเรียนเข้าใจอย่างละเอียด

**ตัวอย่าง 1** กรดชนิดหนึ่งประกอบด้วยไฮโดรเจนร้อยละ 3.06 ฟอสฟอรัสร้อยละ 31.63 และออกซิเจนร้อยละ 65.31 โดยมวล ถ้ากรดชนิดนี้มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 98 จงหาสูตรเคมีและสูตรโมเลกุล

#### โจทย์กำหนด

ร้อยละของไฮโดรเจน = 3.06 , ร้อยละของฟอสฟอรัส = 3.06 , ร้อยละของออกซิเจน = 3.06

มวลอะตอมของ H = 1 , P = 31 , O = 16 , มวลโมเลกุลของกรด = 98

โจทย์ถาม      1. สูตรเคมีของกรด      2. สูตรโมเลกุลของกรด

วิธีทำ

1. คำนวณหาสูตรเคมีของกรด

อัตราส่วนโดยมวลของ      H : P : O = 3.06 : 31.63 : 65.31

$$\begin{aligned} \text{อัตราส่วนโดยจำนวนโมล } H : P : O &= \frac{3.06}{1} : \frac{31.63}{31} : \frac{65.31}{16} \\ &= 3.06 : 1.02 : 4.08 \end{aligned}$$

อัตราส่วนอย่างต่ำโดยจำนวนโมลอะตอมของ H : P : O = 3 : 1 : 4

ดังนั้น สูตรเคมีของสารประกอบนี้ คือ  $H_3PO_4$       **ตอบ**

2. คำนวณหาสูตรโมเลกุลของกรด

สมมติให้สูตรโมเลกุลของกรดชนิดนี้เป็น  $(H_3PO_4)_n$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นมวลโมเลกุลของกรดคิดจากสูตร} &= [(3 \times 1) + 31 + (4 \times 16)] n \\ &= 98n \end{aligned}$$

โจทย์กำหนดให้มวลโมเลกุลของกรดนี้ = 98

ดังนั้น

$$98n = 98$$

$$n = 1$$

สูตรโมเลกุลของกรดชนิดนี้ คือ  $H_3PO_4$

ตอบ

**ตัวอย่าง 2** สารประกอบชนิดหนึ่งประกอบด้วยธาตุคาร์บอน 24.3% ธาตุไฮโดรเจน 4.1 % และที่เหลือเป็นธาตุคลอรีน ถ้าสารนี้มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 99 จงคำนวณสูตรโมเลกุลของสารนี้

**วิธีทำ** มี C = 24.3% , H = 4.1 %

$$\therefore \text{มี Cl} = 100 - 24.3 - 4.1 = 71.6 \%$$

หาสูตรเอมพิริคัล

$$\text{โมลของ C : H : Cl} = \frac{24.3}{12} : \frac{4.1}{1} : \frac{71.6}{35.5} = 1 : 2 : 1$$

สูตรเอมพิริคัล คือ  $CH_2Cl$

หาสูตรโมเลกุล

$$\begin{aligned} \text{มวลโมเลกุล} &= (CH_2Cl)_n \\ 99 &= (12 + 2 \times 1 + 35.5)n \\ n &= 2 \end{aligned}$$

สูตรโมเลกุล =  $(CH_2Cl)_2 = C_2H_4Cl_2$

ตอบ

2. ครูให้นักเรียนแลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความคิดเห็นที่แตกต่าง

### 3. ชั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

ครูให้นักเรียนลองทำแบบฝึกหัดข้อที่ 1 พร้อม ๆ กันโดยครูคอยให้คำชี้แนะเมื่อนักเรียนไม่เข้าใจจากนั้นให้ทำแบบฝึกหัดที่เหลือ

### 4. ชั้นขยายความรู้

ครูให้นักเรียน ศึกษาหาความรู้จากใบความรู้ ซึ่งมีตัวอย่างให้ศึกษาเป็นจำนวนมาก และเลือกมาคนละ 1 ข้อ เพื่อนำมาอภิปรายกับเพื่อนในกลุ่ม

### 5. ชั้นประเมินผล

ครูให้นักเรียนบันทึกผลการเรียนรู้ลงในสมุดบันทึกผลการเรียนรู้

ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่องการคำนวณหาสูตรโมเลกุล ส่งครูในชั่วโมงหน้า

## การประเมินผล

หน้าหน้า คะแนน เกณฑ์	ดีเยี่ยม	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
การทำแบบฝึกหัด	- ทำได้ถูกต้อง 90 – 100 %	- ทำได้ถูกต้อง 70 – 89 %	- ทำได้ ถูกต้อง 50 – 69 %	- ทำได้ถูกต้อง น้อยกว่า50 %
บันทึกผลการเรียนรู้	- บันทึกได้ เข้าใจระบุ สาระสำคัญได้ - อ่านง่ายสะอาด เป็นระเบียบ เรียบร้อย	- บันทึกได้ เข้าใจ - สาระสำคัญ ยังไม่ครบถ้วน - อ่านง่าย สะอาดเป็น ระเบียบ เรียบร้อย	- บันทึกผล การเรียนรู้ได้ แต่ขาด สาระสำคัญ - อ่านง่าย สะอาด เรียบร้อย พอควร	- บันทึกผลการ เรียนรู้ไม่ได้ - จับ สาระสำคัญไม่ได้

## สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนเคมี เล่ม 2 ของ สสวท.
2. หนังสือเทคนิคการเรียนรู้ปริมาณสัมพันธ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วรากร  
หิรัญญาภินันท์
3. หนังสือชุดเสริมศักยภาพเคมี เรื่องปริมาณสัมพันธ์ สำนักพิมพ์แม็ค
4. แบบฝึกหัดเรื่องการคำนวณสูตรโมเลกุล

## กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

### บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้บันทึก นางสาวอุบลวดี อติเรกตระการ วันที่บันทึก .....

1. การดำเนินการจัดการเรียนรู้ ( ) เป็นไปตามแผน  
( ) ไม่ เป็นไปตามแผน
2. บรรยากาศระหว่างการเรียน  
.....  
.....  
.....
3. สรุปผลการจัดการเรียนรู้  
จำนวนนักเรียนที่ผ่านการประเมิน ..... คนคิดเป็นร้อยละ .....
- จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่าน การประเมิน ..... คนคิดเป็นร้อยละ .....
4. ปัญหาที่พบในการจัดการเรียนรู้  
.....  
.....  
.....
5. สิ่งที่ต้องพัฒนาในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป  
.....  
.....  
.....
6. แนวทางการแก้ไขนักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมิน  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ ..... ผู้บันทึก

(นางสาวอุบลวดี อติเรกตระการ )

7. ความคิดเห็นของผู้นิเทศ/ผู้ที่ได้รับมอบหมาย  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ ..... ผู้นิเทศ

( ..... )

**แบบฝึกหัด**  
**เรื่อง การคำนวณหาสูตรโมเลกุล**

1. สารประกอบชนิดหนึ่งประกอบด้วยกำมะถันและไนโตรเจนเท่านั้น ถ้าสารประกอบนี้มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ 69.60 % โดยมวล และมีมวลโมเลกุลเท่ากับ 184 จงหาสูตรโมเลกุลของสารประกอบนี้
2. กรดออกซาลิกใช้ในการกำจัดรอยเปื้อนสนิมออกจากเสื้อผ้า สารนี้มีมวลโมเลกุล 90 ประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนร้อยละ 26.7 , 2.2 และ 71.1 โดยมวลตามลำดับ จงหาสูตรโมเลกุลของกรดออกซาลิก
3. กรดซอร์บิกใช้ผสมในอาหารเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิด สารนี้มีมวลโมเลกุล 112 ประกอบด้วยคาร์บอนร้อยละ 64.3 ไฮโดรเจนร้อยละ 7.2 และออกซิเจนร้อยละ 28.5 โดยมวล จงหาสูตรโมเลกุลของกรดซอร์บิก

**เฉลยแบบฝึกหัด**

1.  $NS, N_4S_4$
2.  $C_2H_2O_4$
3.  $C_6H_8O_2$



- เขียนลูกศร ซึ่งมี 2 แบบ คือ ลูกศรหัวเดียว  $\longrightarrow$  หมายความว่า สารตั้งต้นทำปฏิกิริยากันเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ได้ทั้งหมด ลูกศรไปกลับ  $\longleftrightarrow$  แสดงถึงปฏิกิริยาผันกลับได้หมายความว่า สารตั้งต้นสามารถเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์ได้และในขณะเดียวกันสารผลิตภัณฑ์ก็สามารถย้อนกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้
- เขียนสารผลิตภัณฑ์ไว้ทางขวามือต่อจากลูกศร
- ในการเขียนสารเคมีแต่ละชนิดนั้นให้ระบุสถานะของสารด้วย โดยกำหนดสัญลักษณ์ดังนี้

ของแข็ง = s ย่อมาจาก Solid

ของเหลว = l ย่อมาจาก Liquid

ก๊าซ = g ย่อมาจาก Gas

สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย = aq ย่อมาจาก aqueous

### การดุลสมการเคมี

สมการเคมีที่ดุลแล้ว จะทำให้ทราบความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ของสารในสมการเคมีได้

### หลักการดุลสมการเคมี

การดุลสมการเคมี คือ การทำให้จำนวนอะตอมของธาตุแต่ละธาตุในสารตั้งต้น เท่ากับจำนวน

อะตอมของแต่ละธาตุในสารผลิตภัณฑ์ โดย

- หาคoefficient จำนวนเต็มตั้งแต่ 2 ขึ้นไปนำมาคูณข้างหน้าสารที่เราต้องการเพิ่มจำนวนอะตอมให้

เท่ากัน ซึ่งตัวเลขที่อยู่หน้าสูตรเคมีเราเรียกว่า สัมประสิทธิ์จำนวนโมล

- การทำให้จำนวนอะตอมของธาตุเท่ากันจะทำกับธาตุหลักก่อน ส่วนอะตอมของธาตุออกซิเจน

และไฮโดรเจนจะดุลทีหลัง

### ตัวอย่างการดุลสมการเคมี



วิธีพิจารณา

- ทำให้ธาตุหลัก คือ N ของด้านซ้ายมือเท่ากับขวามือ (ถ้าเท่าแล้วก็พิจารณาธาตุอื่น )
- พิจารณาธาตุ H ซ้ายมือมี 1 อะตอม ขวามือ มี 2 อะตอม เพราะฉะนั้นเติมเลข 2 หน้า  $\text{HNO}_3$  เพื่อให้ H ทางซ้ายเท่ากับ H ทางขวา

- พิจารณาธาตุ O ซ้ายมือ มี 6 อะตอม (หลังทำข้อ 2) ขวามือมี 5 อะตอม เพราะฉะนั้นเติมเลข 2 หน้า  $H_2O$  ธาตุ O ทางขวามือจะเท่ากับ 6 อะตอม
- จากนั้นพิจารณาจำนวนอะตอมทุกอะตอมอีกครั้งหลังจากเติมตัวเลขแล้ว
- ปรากฏว่าจำนวน H ไม่เท่ากัน ดังนั้นต้องหาตัวเลขมาเติมหน้า  $HNO_3$  ใหม่ โดยเติม 4 หน้า  $HNO_3$  เติม 4 หน้า  $NO_2$  และเติม 2 หน้า  $H_2O$  สมการใหม่ที่ดุลแล้วเป็นดังนี้



จากสมการเคมีที่ดุลแล้ว ทำให้ทราบความสัมพันธ์ของสารดังนี้

$HNO_3$  4 โมล จะสลายตัวให้  $NO_2$  4 โมล น้ำ 2 โมล และ ก๊าซออกซิเจน 1 โมล

ถ้าอยากทราบมวลสารในหน่วยกรัม หรือปริมาตรของสารก็ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างโมลเปลี่ยนหน่วยได้

### การจัดกระบวนการเรียนรู้

#### 1. ขั้นสร้างความสนใจ

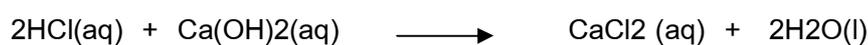
1. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับ การคำนวณสูตรเคมี ที่ได้เรียนผ่านไปแล้ว นักเรียนได้เรียนรู้ สูตรเคมีว่ามีอะไรบ้าง (สูตรเอมพิริกัล , สูตรโมเลกุล , สูตรโครงสร้าง) มีลักษณะเป็นอย่างไร

2. ครูชี้ให้นักเรียนทราบว่า เมื่อได้เรียนรู้เกี่ยวกับสูตรเคมีแล้ว ต่อไปเราจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับการทำปฏิกิริยากันของสารเคมีต่าง ๆ ซึ่งการศึกษาการทำปฏิกิริยากันของสารเคมีจะต้องศึกษาเรื่องสมการเคมี ซึ่งจะได้เรียนกันในชั่วโมงนี้

3. ครูขยายความเพิ่มเติมว่าการเรียนเรื่องสมการเคมีนอกจากจะใช้ความรู้เรื่องสูตรเคมีแล้ว นักเรียนต้องใช้ความรู้พื้นฐานเรื่องสารประกอบของธาตุ , สารประกอบไอออนิก , สารประกอบ โคเวเลนต์ ต้องรู้จักชื่อสารประกอบต่าง ๆ ด้วย

#### 2. ขั้นสำรวจและค้นหา

- ครูให้ความรู้ให้นักเรียนเรื่องสมการเคมี ตามรายละเอียดในใบความรู้
- เมื่ออธิบายตัวอย่างการดุลสมการเคมี (รายละเอียดในส่วนเนื้อหา)แล้ว ให้นักเรียนลองทำแบบฝึกหัด โดยในข้อแรกครูช่วยชี้แนะนักเรียน อาจจะแสดงวิธีคิดบนกระดานก็ได้
- จากนั้นให้นักเรียนแสดงความสัมพันธ์ของสารในสมการเคมีที่ดุลแล้ว เช่น



จากสมการแสดงความสัมพันธ์ ได้ดังนี้

$HCl$  2 mol ทำปฏิกิริยาพอดีกับ  $Ca(OH)_2$  1 mol เกิดเป็น  $CaCl_2$  1 mol และ  $H_2O$  2 mol โดยอาจสอบถามนักเรียนบางคน หรือให้อ่านความสัมพันธ์พร้อมกันก็ได้

### 3. ข้ออภิปรายและลงข้อสรุป

1. เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดจำนวน 3 ข้อเสร็จแล้ว ครูทบทวนความรู้ที่เรียนผ่านไป โดยใช้คำถามต่อไปนี้

- ลักษณะของสมการเคมีเป็นอย่างไร (เป็นการเขียนแสดงการเข้าทำปฏิกิริยากันของสาร)
- สารตั้งต้นคือ (สารที่เข้าทำปฏิกิริยากัน) เขียนไว้ด้านใดของสมการ (ด้านซ้าย)
- สารผลิตภัณฑ์คือ (สารที่เกิดจากสารตั้งต้นทำปฏิกิริยากัน) เขียนไว้ด้านใดของสมการ (ด้านขวา)
- หลักการดุลสมการที่สำคัญที่สุด มีวิธีการทำอย่างไร (ทำจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นสารตั้งต้นให้เท่ากับจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นผลิตภัณฑ์)
- การทำจำนวนอะตอมของธาตุให้เท่ากัน ธาตุใดจะดุลเป็นลำดับสุดท้าย ( $H$  หรือ  $O$ )
- สมการเคมีที่ดุลแล้วมีประโยชน์อย่างไร (สามารถบอกความสัมพันธ์ของสารต่าง ๆ ในสมการเคมีได้)
- สัมประสิทธิ์จำนวนโมล หมายถึง (ตัวเลขที่เขียนอยู่ข้างหน้าสูตรเคมีต่าง ๆ ในสมการเคมี)

2. ครูให้นักเรียนสรุปผลการเรียนรู้ลงในสมุดบันทึกผลการเรียนรู้

### 4. ขันขยายความรู้

1. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดถึงข้อที่ 3 ส่วนข้อที่เหลือให้ไปทำการบ้าน โดยขณะที่

นักเรียนทำแบบฝึกหัดครูช่วยเดินดูนักเรียนเป็นรายบุคคลว่าทำแบบฝึกหัดได้หรือไม่ ถ้านักเรียนไม่เข้าใจ ก็อธิบายให้ฟังเป็นรายบุคคล

### 5. ชั้นประเมินผล

ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่องสมการเคมีส่งครู

การประเมินชิ้นงาน

หน้าหนัก คะแนน เกณฑ์	ดีเยี่ยม	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
การทำแบบฝึกหัด	- ทำได้ถูกต้อง 90 – 100 %	- ทำได้ถูกต้อง 70 – 89 %	- ทำได้ถูกต้อง 50 – 69 %	- ทำได้ถูกต้อง น้อยกว่า 50 %
บันทึกผลการ	- บันทึกได้	- บันทึกได้	- บันทึกผล	- บันทึกผลการ

หน้าหลัก คะแนน เกณฑ์	ดีเยี่ยม	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
เรียนรู้	เข้าใจระบุ สาระสำคัญได้ - อ่านง่าย สะอาดเป็น ระเบียบ เรียบร้อย	เข้าใจ - สาระสำคัญ ยังไม่ครบถ้วน - อ่านง่าย สะอาดเป็น ระเบียบ เรียบร้อย	การเรียนรู้ได้แต่ ขาดสาระสำคัญ - อ่านง่าย สะอาด เรียบร้อย พอควร	เรียนรู้ไม่ได้ - จับ สาระสำคัญไม่ได้

### สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนเคมี เล่ม 2 ของ สสวท.
2. หนังสือเทคนิคการเรียนรู้ปริมาณสัมพันธ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วรากร  
หิรัญญาภินันท์
3. หนังสือชุดเสริมศักยภาพเคมี เรื่องปริมาณสัมพันธ์ สำนักพิมพ์แม็ค
4. แบบฝึกหัดเรื่องสมการเคมี

### กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

### บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้บันทึก นางสาวอุบลวดี อติเรกตระการ วันที่บันทึก .....

1. การดำเนินการจัดการเรียนรู้ ( ) เป็นไปตามแผน  
( ) ไม่ เป็นไปตามแผน
2. บรรยากาศระหว่างการเรียน  
.....  
.....  
.....
3. สรุปผลการจัดการเรียนรู้  
จำนวนนักเรียนที่ผ่านการประเมิน ..... คนคิดเป็นร้อยละ .....
- จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่าน การประเมิน ..... คนคิดเป็นร้อยละ .....
4. ปัญหาที่พบในการจัดการเรียนรู้  
.....  
.....  
.....
5. สิ่งที่ต้องพัฒนาในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป  
.....  
.....  
.....
6. แนวทางการแก้ไขนักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมิน  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ ..... ผู้บันทึก

(นางสาวอุบลวดี อติเรกตระการ )

7. ความคิดเห็นของผู้สังเกต/ผู้ที่ได้รับมอบหมาย  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ ..... ผู้สังเกต

( ..... )

## ใบความรู้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

รายวิชา ว30222 เคมี 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ปริมาณสัมพันธ์

เรื่องสมการเคมี

### ใบความรู้ที่ 5.1 เรื่องสมการเคมี

**สมการเคมี** หมายถึง ภาษาย่อในการแสดงปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ สมการเคมีเป็นสัญลักษณ์ที่ใช้เขียนแทนปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น และเขียนขึ้นได้จากผลการทดลองที่เกิดขึ้นจริง ๆ เท่านั้น

#### ลักษณะของสมการเคมี

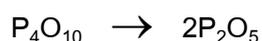
สมการเคมีประกอบด้วย 2 ส่วน คือ สารตั้งต้น (Reactant) และสารผลิตภัณฑ์ (Product)

**1. สารตั้งต้น (Reactant)** หมายถึง สารที่เข้าทำปฏิกิริยากัน กำหนดให้เขียนสัญลักษณ์และสูตรของสารตั้งต้นไว้ทางซ้ายของสมการ

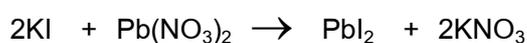
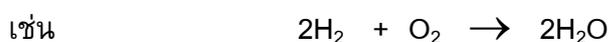
**2. สารผลิตภัณฑ์ (Product)** หมายถึง สารที่เกิดจากปฏิกิริยา กำหนดให้เขียนสัญลักษณ์และสูตรของผลิตภัณฑ์ไว้ทางขวาของสมการ

ระหว่างสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ จะมีเครื่องหมาย  $\rightarrow$  หรือ  $=$  หรือ  $\rightleftharpoons$  คั่นอยู่

รูปแบบของสมการทั่ว ๆ ไปเป็นดังนี้ สารตั้งต้น  $\rightarrow$  ผลิตภัณฑ์



ในกรณีที่สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์มากกว่า 1 ชนิด ให้ใช้เครื่องหมายบวกคั่นระหว่างสารเหล่านั้น



การเขียนสมการเคมีถ้าต้องการให้มีความหมายมากยิ่งขึ้น หรือให้มีความหมายสมบูรณ์มากขึ้น ควรจะเขียนแสดงสถานะหรือภาวะของสารนั้น ๆ ด้วย โดยเขียนเป็นสัญลักษณ์บอกไว้ในวงเล็บต่อจากสูตรของสารนั้น ๆ เช่น

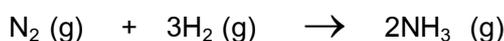
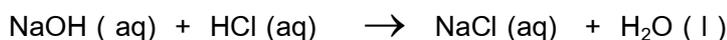
ใช้ (s) แทนภาวะของแข็ง (Solid)

(l) แทนภาวะของเหลว (Liquid)

(g) แทนภาวะของก๊าซ (Gas)

(aq) แทนภาวะละลายอยู่ในน้ำ (Aqueous)

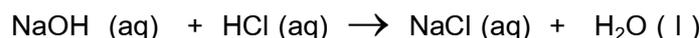
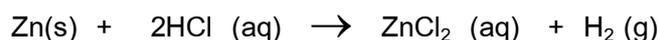
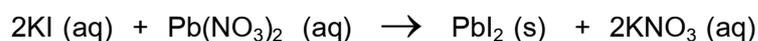
ตัวอย่างเช่น



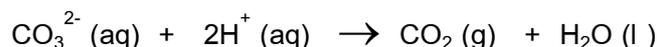
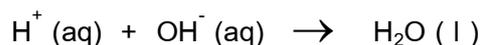
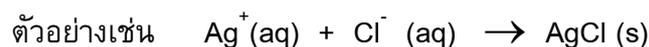
### รูปแบบของสมการเคมี

รูปแบบของสมการเคมีอาจจะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ สมการโมเลกุล (Molecular equation) และสมการไอออนิก (Ionic equation)

ก. สมการโมเลกุล หมายถึง สมการเคมีที่สารทั้งหมดในปฏิกิริยา ทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ เขียนอยู่ในรูปของโมเลกุล หรืออะตอม เช่น



ข. สมการไอออนิก หมายถึง สมการเคมีที่เขียนอยู่ในรูปของไอออนเป็นส่วนใหญ่ สารบางชนิดอาจจะเขียนในรูปของโมเลกุล หรืออะตอม แต่ส่วนใหญ่จะเขียนในรูปของไอออน สมการไอออนิกจะเขียนเฉพาะไอออน หรือโมเลกุลที่มีส่วนในการเกิดปฏิกิริยาเท่านั้น โมเลกุลหรือไอออนของสารบางชนิดแม้ว่าจะอยู่ในระบบ ถ้าไม่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาหรือไม่มีส่วนในการเกิดปฏิกิริยาไม่ต้องเขียนลงในสมการ



### ประเภทของสมการเคมี

แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ตามลักษณะของการเกิดปฏิกิริยาเคมีดังนี้

1. ปฏิกิริยาการรวมตัว (Combination reaction) เกิดจากสารตั้งต้นตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป (ธาตุหรือสารประกอบก็ได้) รวมกันเป็นสารใหม่ 1 ตัว เช่น

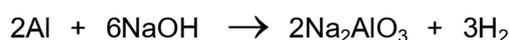
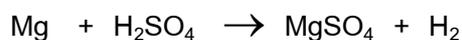


2. ปฏิกิริยาการแยกสลาย (Decomposition reaction) เกิดจากสารประกอบสลายตัวให้สารใหม่ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เช่น

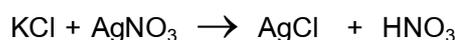




3. ปฏิกิริยาการแทนที่ (Substitution reaction) เกิดจากธาตุชนิดหนึ่งเข้าไปแทนที่ธาตุอีกชนิดหนึ่งในสารประกอบ เช่น

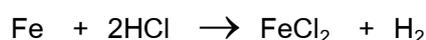
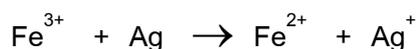


4. ปฏิกิริยาการแลกเปลี่ยน (Exchange reaction) เกิดจากอนุมูล หรือไอออนในสารประกอบที่เข้าทำปฏิกิริยาแลกเปลี่ยนสลับที่ซึ่งกันและกัน เช่น

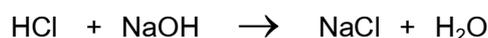


นอกจากจะแบ่งประเภทของสมการโดยอาศัยลักษณะการเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวแล้ว อาจแบ่งประเภทของสมการโดยการอาศัยการให้และรับอิเล็กตรอน ของสารในขณะเกิดปฏิกิริยาดังนี้

ก. ปฏิกิริยารีดอกซ์ (Redox reaction) หมายถึง ปฏิกิริยาที่มีการให้และรับอิเล็กตรอน ระหว่างสารที่เข้าทำปฏิกิริยากัน เช่น



ข. ปฏิกิริยานอนรีดอกซ์ (Non – Redox reaction) หมายถึง ปฏิกิริยาที่ไม่มีการให้และรับอิเล็กตรอนระหว่างสารที่เข้าทำปฏิกิริยา เช่น



**การดุลสมการเคมี (Balance equation)** เป็นการนำตัวเลขที่เหมาะสมมาเติมหน้าสัญลักษณ์หรือสูตรของสาร เพื่อให้จำนวนอะตอมของแต่ละธาตุในสารตั้งต้นเท่ากับในผลิตภัณฑ์

การเขียนและการดุลสมการต้องใช้ข้อมูลจากการทดลอง เพื่อให้ทราบปริมาณของสารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน จึงทำจำนวนอะตอมให้เท่ากัน เมื่อทราบชนิดของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์แล้ว อาจดุลสมการได้โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การตรวจพินิจ โดยการใช้เลขออกซิเดชัน และโดยการใช้ปฏิกิริยาครึ่งเซลล์ ในที่นี้จะกล่าวถึง เฉพาะการดุลโดยการตรวจพินิจ เท่านั้น อีก 2 วิธี อยู่ในเรื่อง “ปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี”

**การดุลสมการโดยการตรวจพินิจ (Balancing equation by trial and error)**

การตรวจพินิจ หรือ การทดลองเติม ไม่มีหลักเกณฑ์ที่แน่นอน ใช้วิธีนับจำนวนอะตอมของธาตุทางซ้าย และทางขวาของสมการ พิจารณาธาตุที่มีจำนวนอะตอมไม่เท่ากัน พยายาม

ทำจำนวนอะตอมให้เท่ากันโดยการทดลองเติมตัวเลขลงไปข้างหน้าสูตรของสาร แก๊สและเปลี่ยนแปลงตัวเลขไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะได้สมการที่ดุล วิธีนี้ต้องใช้ประสบการณ์ และการสังเกตเป็นส่วนใหญ่

โดยทั่วไป อาจจะกำหนดวิธีการ ดังนี้

1. พิจารณาจากสมการคร่าว ๆ ก่อนว่ามีธาตุอิสระหรือไม่ ถ้ามีให้ดุลธาตุอิสระเป็นกรณีสุดท้าย
2. เริ่มต้นทำจำนวนอะตอมของธาตุต่าง ๆ ในโมเลกุลใหญ่ที่สุดให้เท่ากันก่อน (ถ้าในโมเลกุลนี้มีธาตุอิสระอยู่ด้วย ยังไม่ต้องดุลธาตุอิสระ) หลังจากนั้นจึงดุลอะตอมของธาตุในโมเลกุลที่เล็กลงตามลำดับ
3. หลังจากดุลอะตอมของธาตุต่าง ๆ หมดแล้ว จึงดุลอะตอมของธาตุอิสระ (ถ้ามี)
4. บางกรณีอาจจะต้องทำจำนวนอะตอมของธาตุทางซ้ายและทางขวาของสมการให้เป็นเลขคู่ก่อน เพื่อความสะดวกในการดุล

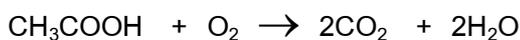
ตัวอย่าง จงทำสมการต่อไปนี้ให้ดุล  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

วิธีทำ - จากสมการธาตุ O เป็นธาตุอิสระ (ใน  $\text{O}_2$ ) ธาตุ C และ H เป็นธาตุในสารประกอบ

- ทำจำนวนอะตอมของ C และ H ให้เท่ากันก่อน โดยเริ่มจากโมเลกุลที่ใหญ่คือ  $\text{CH}_3\text{COOH}$  แล้วจึงทำ O ให้เท่ากันตอนสุดท้าย

ทางซ้าย		ทางขวา
C	2 อะตอม	C 1 อะตอม
H	4 อะตอม	H 2 อะตอม

- ทำ C ให้เท่ากัน โดยเติม 2 หน้า  $\text{CO}_2$  และทำ H ให้เท่ากันโดยเติม 2 หน้า  $\text{H}_2\text{O}$



- ขณะนี้ C และ H ดุลแล้ว จึงทำ O ให้เท่ากัน

ทางขวามี O 6 อะตอม ( 4 อะตอม ใน  $\text{CO}_2$  และ 2 อะตอมใน  $\text{H}_2\text{O}$  )  
ทางซ้ายมี O 2 อะตอม ใน  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ดังนั้นจึงเติม 2 หน้า  $\text{O}_2$  จึงจะทำให้มี 6 อะตอม เท่ากัน และได้สมการที่ดุล

%%%%%%%%%

## แบบฝึกหัด เรื่อง สมการเคมี

## จงดุลสมการเคมีต่อไปนี้

1.  $B_2O_3(s) + H_2O(l) \rightarrow H_2BO_3(aq)$
2.  $Cu(s) + AgNO_3(aq) \rightarrow Ag(s) + Cu(NO_3)_2(aq)$
3.  $NH_3(g) + O_2(g) \rightarrow NO(g) + H_2O(l)$
4.  $C_3H_6O(l) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(l)$
5.  $CO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow C_6H_{12}O_6(aq) + O_2(g)$
6.  $S(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow SO_2(g) + H_2O(l)$
7.  $Ag(s) + H_2S(g) + O_2(g) \rightarrow AgS(s) + H_2O(s)$
8.  $Na_3PO_4(aq) + CaCl_2(aq) \rightarrow Ca_3(PO_4)_2(s) + NaCl(aq)$
9.  $NH_3(g) + NO(g) \rightarrow N_2(g) + H_2O(g)$
10.  $Na_2O_2(s) + H_2O(l) \rightarrow NaOH(aq) + H_2O_2(aq)$
11.  $Cu(NO_3)_2(aq) + NH_3(aq) + H_2O(l) \rightarrow Cu(OH)_2(s) + NH_4NO_3(aq)$
12.  $SO_2(g) + H_2S(g) \rightarrow S_8(l) + H_2O(g)$
13.  $NaCl(g) + SO_2(g) + H_2O(g) + O_2(g) \rightarrow Na_2SO_4(s) + HCl(g)$

## เฉลยแบบฝึกหัด

1.  $B_2O_3(s) + 3H_2O(l) \rightarrow 2H_2BO_3(aq)$
2.  $Cu(s) + 2AgNO_3(aq) \rightarrow 2Ag(s) + Cu(NO_3)_2(aq)$
3.  $4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4NO(g) + 6H_2O(l)$
4.  $C_3H_6O(l) + 4O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 3H_2O(l)$
5.  $6CO_2(g) + 6H_2O(l) \rightarrow C_6H_{12}O_6(aq) + 6O_2(g)$
6.  $S(s) + 2H_2SO_4(aq) \rightarrow 3SO_2(g) + 2H_2O(l)$
7.  $4Ag(s) + 2H_2S(g) + O_2(g) \rightarrow 2Ag_2S(s) + 2H_2O(s)$
8.  $2Na_3PO_4(aq) + 3CaCl_2(aq) \rightarrow Ca_3(PO_4)_2(s) + 6NaCl(aq)$
9.  $4NH_3(g) + 6NO(g) \rightarrow 5N_2(g) + 6H_2O(g)$
10.  $Na_2O_2(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq) + H_2O_2(aq)$
11.  $Cu(NO_3)_2(aq) + 2NH_3(aq) + 2H_2O(l) \rightarrow Cu(OH)_2(s) + 2NH_4NO_3(aq)$
12.  $8SO_2(g) + 16H_2S(g) \rightarrow 3S_8(l) + 16H_2O(g)$
13.  $4NaCl(g) + 2SO_2(g) + 2H_2O(g) + O_2(g) \rightarrow 2Na_2SO_4(s) + 4HCl(g)$

### แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

รายวิชา ว30222 เคมี 2 เวลา 2 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ปริมาณสัมพันธ์ แผนที่ 9 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสาร ในสมการเคมี

---

**มาตรฐาน ว 3.2** เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดการละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำไปใช้ประโยชน์

#### ผลการเรียนรู้

(11) คำนวณหาจำนวนโมล มวลของสาร ปริมาตรของแก๊สที่ STP หรือจำนวนอนุภาคของสารจากสมการเคมีได้

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

##### 1. ด้านความรู้

1. อธิบายความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ของสารในสมการเคมีได้
2. คำนวณเกี่ยวกับปริมาณต่าง ๆ ของสารในสมการเคมีได้

##### 2. ด้านทักษะกระบวนการ

3. มีทักษะการสังเกต และเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ได้
4. สามารถเขียนสื่อสารสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ได้

##### 3. ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์

ตั้งใจใฝ่เรียนรู้ , มีความรับผิดชอบ , ขยัน

**สาระการเรียนรู้** (รายละเอียดในใบความรู้ เรื่อง การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี)

สมการเคมี นอกจากจะแสดงให้เห็นทราบว่ามีการเกิดปฏิกิริยาเคมีแล้ว สมการเคมีที่ดุลแล้วยังแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ของสารในปฏิกิริยาเคมีด้วย ดังนี้

	$\text{CO}_2(\text{g})$	+	$\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$	$\longrightarrow$	$\text{CaCO}_3(\text{s})$	+	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
จำนวนโมล	1		1		1		1
จำนวนโมเลกุล	$6.02 \times 10^{23}$		$6.02 \times 10^{23}$		$6.02 \times 10^{23}$		$6.02 \times 10^{23}$
มวล (g)	44		74		100		18
ปริมาตร ( $\text{dm}^3$ )	22.4		-		-		-

### การจัดกระบวนการเรียนรู้

#### 1. ขั้นสร้างความสนใจ

ครูทบทวนเรื่องสมการเคมี การดุลสมการเคมี และปริมาณต่าง ๆ ของสารที่เรียนผ่านมาแล้ว โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด พร้อมทั้งยกตัวอย่างสมการเคมีที่ยังไม่ได้ดุลให้นักเรียนทบทวนการดุลสมการ

#### 2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ในทางเคมี ไม่ว่าจะเป็นโมล จำนวนโมเลกุล มวลและปริมาตร ว่าทั้ง 4 เรื่องนั้น มีความสัมพันธ์กันอย่างไร และมีสูตรอย่างไรในการคำนวณ

2. ครูอธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสารในสมการเคมี และยกตัวอย่าง ดังนี้

ตัวอย่าง ปฏิิกิริยาการเผาไหม้ก๊าซมีเทน( $\text{CH}_4$ ) เกิดขึ้นดังสมการ



1. มวลของออกซิเจนที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับมีเทน 24 g
2. ถ้าใช้มีเทน 96 g ทำปฏิกิริยาพอดีกับออกซิเจนมากเกินไป จะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาตรเท่าใดที่ STP
3. จะต้องใช้มวลของมีเทนเท่าใดทำปฏิกิริยากับออกซิเจนมากเกินไป เพื่อให้เกิดน้ำจำนวน  $3.01 \times 10^{23}$  โมเลกุล

วิธีทำ หาความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ของสารในสมการเคมี

	$\text{CH}_4(\text{g})$	+	$2\text{O}_2(\text{g})$	$\longrightarrow$	$\text{CO}_2(\text{g})$	+	$2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
จำนวนโมล	1		2		1		2
จำนวนโมเลกุล	$6.02 \times 10^{23}$		$2(6.02 \times 10^{23})$		$6.02 \times 10^{23}$		$2(6.02 \times 10^{23})$
มวล (g)	1(16)		2(32)		1(44)		2(18)
ปริมาตร ( $\text{dm}^3$ )	1(22.4)		2(22.4)		1(22.4)		2(22.4)

1. หามวลของ  $\text{O}_2$  ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับ  $\text{CH}_4$  24 g  
จากสมการ  $\text{CH}_4$  16 g จะทำปฏิกิริยาพอดีกับ  $\text{O}_2$  64 g

$$\text{ถ้า } \text{CH}_4 \text{ 24 g จะทำปฏิกิริยาพอดีกับ } \text{O}_2 \frac{64 \times 24}{16} = 96 \text{ g}$$

เพราะฉะนั้น มวลของ  $\text{O}_2$  ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับ  $\text{CH}_4$  24 g เท่ากับ 96 g

2. หาปริมาตรของ  $\text{CO}_2$  ที่เกิดจาก  $\text{CH}_4$  96 g

จากสมการ ถ้าใช้  $\text{CH}_4$  16 g จะเกิด  $\text{CO}_2$  44 g

$$\text{ถ้าใช้ } \text{CH}_4 \text{ 96 g จะเกิด } \text{CO}_2 \frac{44 \times 96}{16} = 264 \text{ g}$$

เปลี่ยน  $\text{CO}_2$  264 g ให้เป็นปริมาตร( มวล  $\rightarrow$  โมล  $\rightarrow$  ปริมาตร )

$$\text{จากสูตร } n = \frac{g}{M} = \frac{264}{44} = 6 \text{ โมล}$$

$$\text{จากสูตร } n = \frac{v}{22.4}$$

$$v = n \times 22.4 = 6 \times 22.4 = 134.4 \text{ dm}^3$$

เพราะฉะนั้นจะเกิดก๊าซ  $\text{CO}_2$  เท่ากับ  $134.4 \text{ dm}^3$  ที่ STP

3. หามวลของ  $\text{CH}_4$  ที่ทำให้เกิดน้ำ  $3.01 \times 10^{23}$  โมเลกุล

เปลี่ยน น้ำ  $3.01 \times 10^{23}$  โมเลกุล ให้อยู่ในหน่วยมวล ( โมเลกุล  $\rightarrow$  โมล  $\rightarrow$  มวล )

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } n &= \frac{N}{6.02 \times 10^{23}} \\ &= \frac{3.01 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23}} = 0.5 \text{ โมล} \end{aligned}$$

$$\text{จากสูตร } n = \frac{g}{M}$$

$$g = n \times M = 0.5 \times 18 = 9 \text{ g}$$

จากสมการ  $\text{H}_2\text{O}$  36 g เกิดจาก  $\text{CH}_4$  16 g

$$\text{ถ้า } \text{H}_2\text{O} \text{ 9 g เกิดจาก } \text{CH}_4 \frac{16 \times 9}{36} = 4 \text{ g}$$

เพราะฉะนั้น จะต้องใช้  $\text{CH}_4$  จำนวน 4 g จึงจะเกิดไอน้ำ  $3.01 \times 10^{23}$  โมเลกุล

### 3. ขั้วอภิปรายและลงข้อสรุป

ครูถามนักเรียนว่าจากที่ครูอธิบายมาและตัวอย่างที่แสดงวิธีทำให้ดู มีเนื้อหาใดบ้างที่นักเรียนยังคงไม่เข้าใจ ถ้าไม่เข้าใจครูช่วยอธิบายซ้ำอีกครั้ง

ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนลงข้อสรุปร่วมกัน เช่น

- การคำนวณความสัมพันธ์ของสารในสมการเคมีขั้นแรกต้องทำอะไร  
(พิจารณาว่าสมการดุลหรือยังถ้ายังไม่ดุลสมการเคมีก่อน)  
จากนั้นให้นักเรียนบันทึกผลการเรียนรู้ลงในบันทึกผลการเรียนรู้

#### 4. ขั้ขยายความรู้

ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดข้อที่ 1 และ 2 (ทำในชั่วโมงแล้วครูเฉลยให้นักเรียนเข้าใจ)

#### 5. ขั้ประเมินผล

ครูมอบหมายให้นักเรียนไปทำแบบฝึกหัดข้อที่เหลือต่อเป็นการบ้าน

#### การประเมินผล

หน้าหลัก คะแนน เกณฑ์	ดีเยี่ยม	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
การทำแบบฝึกหัด	- ทำได้ ถูกต้อง 90 – 100 %	- ทำได้ ถูกต้อง 70 – 89 %	- ทำได้ถูกต้อง 50 – 69 %	- ทำได้ ถูกต้อง น้อย กว่า 50 %
บันทึกผลการ เรียนรู้	- บันทึกได้ เข้าใจระบุ สาระสำคัญได้ - อ่านง่าย สะอาดเป็น ระเบียบ เรียบร้อย	- บันทึกได้ เข้าใจ - สาระสำคัญ ยังไม่ครบถ้วน - อ่านง่าย สะอาดเป็น ระเบียบ เรียบร้อย	- บันทึกผลการ เรียนรู้ได้แต่ขาด สาระสำคัญ - อ่านง่ายสะอาด เรียบร้อย พอควร	- บันทึกผล การเรียนรู้ ไม่ได้ - จับ สาระสำคัญ ไม่ได้

#### สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนเคมี เล่ม 2 ของ สสวท.
2. หนังสือเทคนิคการเรียนรู้ปริมาณสัมพันธ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วรากร  
ศิริบุญภาภินันท์
3. หนังสือชุดเสริมศักยภาพเคมี เรื่องปริมาณสัมพันธ์ สำนักพิมพ์แม็ค
4. แบบฝึกหัดเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสารในสมการเคมี

### แบบฝึกหัด เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสารในสมการเคมี

1. เมื่อแคลเซียมไฮไดรด์ ( $\text{CaH}_2$ ) ทำปฏิกิริยากับน้ำจะเกิดก๊าซไฮโดรเจนและแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ( $\text{Ca(OH)}_2$ )

ก. จงเขียนและดุลสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

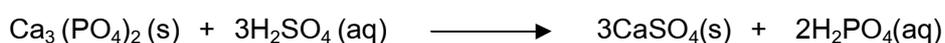
ข. จะต้องใช้  $\text{CaH}_2$  กี่กรัมจึงจะได้  $\text{H}_2$   $10 \text{ dm}^3$  ที่ STP

2. ก๊าซแอมโมเนียทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจน ดังสมการ



ถ้าใช้  $\text{NH}_3$   $500 \text{ cm}^3$  จะต้องใช้  $\text{O}_2$  กี่  $\text{dm}^3$  จึงจะทำปฏิกิริยาพอดีกัน และจะเกิดไอน้ำกับ  $\text{NO}$  อย่างละกี่  $\text{dm}^3$  ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน

3. การผลิตกรดฟอสฟอริกเพื่อการค้าจะใช้สารทำปฏิกิริยากันดังสมการ



จงคำนวณหามวลของกรดซัลฟิวริกเข้มข้นที่ต้องใช้ทำปฏิกิริยาพอดีกับแคลเซียมฟอสเฟตจำนวน  $100 \text{ g}$

4. เมื่อผ่านก๊าซคลอรีนลงในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ร้อน เกิดปฏิกิริยาดังสมการ



จงคำนวณหา ก. จำนวนโมลของ  $\text{KClO}_3$  ที่เกิดขึ้นเมื่อใช้  $\text{Cl}_2$   $1.86 \text{ mol}$

ข. จำนวนโมลของ  $\text{KOH}$  เพื่อทำให้เกิด  $\text{KCl}$   $0.45 \text{ mol}$

5. แอสไพรินสามารถสังเคราะห์จากปฏิกิริยาระหว่างกรดซาลิซิลิกกับแอสติคแอนไฮไดรด์ ดังสมการ



จงคำนวณหามวลของแอสติคแอนไฮไดรด์ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาพอดีกับกรดซาลิซิลิก  $5.00 \times 10^2 \text{ g}$

---

เฉลยแบบฝึกหัด

1. ก. สมการเขียนได้ดังนี้  $\text{CaH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca(OH)}_2 + 2\text{H}_2$   
 ข. จะต้องใช้  $\text{CaH}_2$  9.38 g จึงจะเกิด  $\text{H}_2$  10 dm<sup>3</sup>
2. จะต้องใช้  $\text{O}_2$  0.625 dm<sup>3</sup> จึงจะทำปฏิกิริยาพอดีกับ  $\text{NH}_3$  500 cm<sup>3</sup> จะเกิดไอน้ำ เท่ากับ 0.75 dm<sup>3</sup> และ NO เท่ากับ 89.6 dm<sup>3</sup>
3. ต้องใช้กรดซัลฟิวริกจำนวน 94.84 g
4. จะมี  $\text{KClO}_3$  เกิดขึ้น 0.62 mol , ต้องใช้  $\text{KOH}$  0.54 mol
5. จะต้องใช้  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3 = 184.78$  g

#####