

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชาเคมี 2 รหัสวิชา ว30222

ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

จำนวน 40 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 1 เรื่อง มวลอะตอมและมวลโมเลกุล

เวลา 2 ชั่วโมง

นางสาวพรชนก มีสำโรง ครูผู้สอน

1. สาระสำคัญ

มวลอะตอมเป็นมวลของธาตุ 1 อะตอม แต่อะตอมมีขนาดเล็กมากไม่สามารถชั่งได้โดยตรง จึงนิยมใช้มวลอะตอมสัมพัทธ์ ซึ่งได้จากการเปรียบเทียบมวลอะตอมกับมวลของธาตุมาตรฐาน ซึ่งปัจจุบันใช้ C-12 เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบมวล มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุเป็นค่าเฉลี่ยจากค่ามวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปของธาตุนั้นตามปริมาณที่มีในธรรมชาติ มวลโมเลกุลและมวลสูตรเป็นผลรวมของมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารนั้น

มวลอะตอม (Atomic mass)

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

มวลโมเลกุล

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

2. ผลการเรียนรู้

ว 3.1 ม.4/1 บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุและคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุลและมวลสูตรได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของมวลอะตอมของธาตุได้

3.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. นักเรียนสามารถคำนวณหามวลอะตอม มวลอะตอมเฉลี่ย มวลโมเลกุลและมวลสูตรได้

3.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. จิตวิทยาศาสตร์ (ความรับผิดชอบ ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ การร่วมแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์)

2. จิตสาธารณะ (ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ช่วยเหลือผู้อื่น รักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม)

4. สารการเรียนรู้

ปริมาณสัมพันธ์ (Stoichiometry) มาจากภาษากรีก 2 คำ คือ Stoicheion และ Metron

Stoicheion หมายถึง ธาตุ

Metron หมายถึง การวัด

Stoichiometry หรือปริมาณสัมพันธ์จึงหมายถึงการวัดปริมาณของสารต่าง ๆ โดยเฉพาะปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ทั้งของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ ตลอดจนปริมาณของพลังงานของสารที่เปลี่ยนแปลงในปฏิกิริยาเคมี

1. มวลอะตอม (Atomic mass)

เนื่องจากอะตอมของแต่ละธาตุมีมวลน้อยมาก เช่น อะตอมของไฮโดรเจนมีมวล 1.66×10^{-24} กรัม อะตอมของออกซิเจนมีมวล 2.65×10^{-23} กรัม ทำให้ไม่สามารถชั่งมวลของธาตุ 1 อะตอมได้โดยตรง

ดอลตันจึงได้พยายามหามวลอะตอมของแต่ละธาตุโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบว่าอะตอมธาตุชนิดหนึ่งมีมวลเป็นกี่เท่าของอะตอมของอีกธาตุหนึ่งที่กำหนดให้เป็นมาตรฐาน

ดอลตันได้เสนอให้ใช้ไฮโดรเจนเป็นธาตุมาตรฐานในการเปรียบเทียบเพื่อหามวลอะตอมของธาตุอื่นๆ เพราะไฮโดรเจนเป็นธาตุที่มีมวลน้อยที่สุด โดยกำหนดให้ไฮโดรเจน 1 อะตอมมีมวลเป็น 1 หน่วย หรือ 1 amu (amu = atomic mass unit) ตัวเลขที่ได้จากการเปรียบเทียบมวลของธาตุ 1 อะตอมกับมวลของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม เรียกว่า มวลอะตอมของธาตุ

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

ต่อมานักเคมีชาวเบลเยียม ชื่อ J.S. Stas ได้ใช้ออกซิเจนเป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบ เนื่องจากออกซิเจน 1 อะตอมมีมวล 16 หน่วย หรือ 16 เท่าของไฮโดรเจน 1 อะตอม แต่มาตรฐานต้องมีมวล 1 หน่วยดังนั้นเขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

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

ในปี ค.ศ. 1961 นักวิทยาศาสตร์ได้ตกลงให้ใช้ C-12 ซึ่งเป็นไอโซโทปที่มีปริมาณมากที่สุดในธรรมชาติของคาร์บอนเป็นมาตรฐาน โดยกำหนดให้ C-12 มีมวลเท่ากับ 12 หน่วย หรือ 12 amu , 1 หน่วยมาตรฐาน

จึงมีค่าเท่ากับ $1/12$ มวลของ C-12 , 1 อะตอม ดังนั้นมวลอะตอมของธาตุในปัจจุบันเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

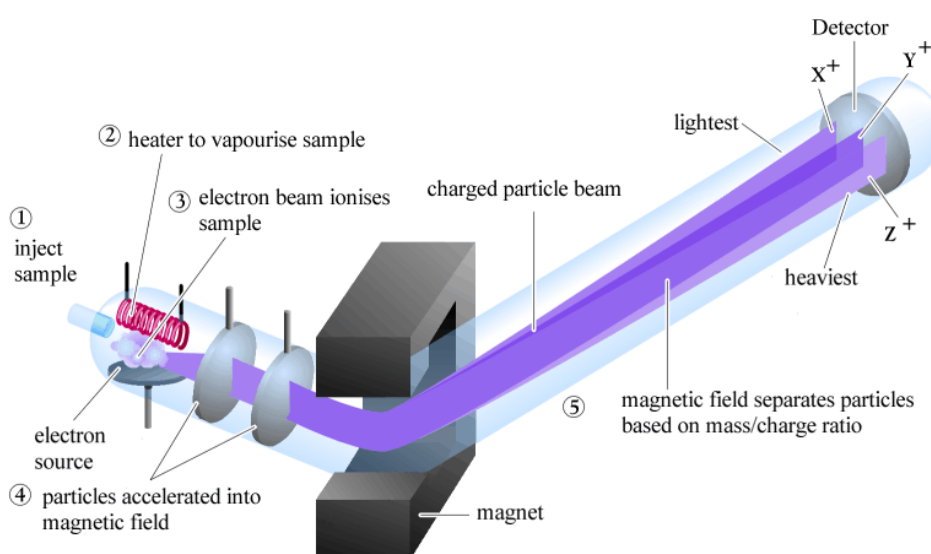
$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\frac{1}{12} \text{ มวลของ C-12 1 อะตอม}}$$

มวลอะตอมจึงเป็นเพียงตัวเลข (ไม่มีหน่วย) ที่บอกให้ทราบว่า ธาตุใด ๆ 1 อะตอม มีมวลเป็นกี่เท่าของ $1/12$ มวลของ C-12 , 1 อะตอม เนื่องจากนักวิทยาศาสตร์พบว่า $1/12$ มวลของ C-12 , 1 อะตอม $= 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม หรือ $1 \text{ amu} = 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม ดังนั้น

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

การหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุจากมวลอะตอมและปริมาณของไอโซโทป

เนื่องจากธาตุส่วนใหญ่ในธรรมชาติมีหลายไอโซโทป และแต่ละไอโซโทปมีปริมาณมากน้อยต่างกัน ดังนั้นค่ามวลอะตอมของธาตุใดๆ ในตารางธาตุจึงเป็นค่ามวลอะตอมเฉลี่ยซึ่งขึ้นอยู่กับค่ามวลอะตอมและปริมาณของแต่ละไอโซโทปที่พบอยู่ในธรรมชาติ ปัจจุบันนี้นักวิทยาศาสตร์จึงหามวลอะตอมและปริมาณของไอโซโทปของแต่ละธาตุ โดยใช้เครื่องมือเรียกว่า แมสสเปกโตรมิเตอร์ ทำให้ได้ค่าที่แน่นอนและมีความถูกต้องสูง



แมสสเปกโตรมิเตอร์

$$\text{มวลอะตอมเฉลี่ย} = \sum \left(\frac{\text{มวลของแต่ละไอโซโทป} \times \text{เปอร์เซ็นต์ที่มีในธรรมชาติ}}{100} \right)$$

2. มวลโมเลกุล

โมเลกุล เกิดจากอะตอมของธาตุต่าง ๆ มารวมกันทางเคมี ซึ่งโดยทั่วไปโมเลกุลจะมีมากกว่า 1 อะตอม เช่น ก๊าซออกซิเจน (O_2) พวงโมเลกุลของก๊าซเฉื่อย เช่น He, Ne, Ar, Kr, Xe, และ Rn 1 โมเลกุล ประกอบด้วย 1 อะตอม เรียกว่า mono atomic molecule ส่วนธาตุที่เป็นก๊าซ 1 โมเลกุล ประกอบด้วย 2 อะตอม เช่น Cl_2 , O_2 , H_2 เรียกว่า diatomic molecule

การหามวลโมเลกุล

โมเลกุลของธาตุประกอบด้วยอะตอมของธาตุนิตเดียวกัน เช่น โมเลกุลของก๊าซออกซิเจน ประกอบด้วยธาตุออกซิเจน 2 อะตอม ส่วนโมเลกุลของสารประกอบที่ประกอบด้วยอะตอมของธาตุต่างชนิดกันเช่น โมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน 1 อะตอมและธาตุออกซิเจน 2 อะตอม

ในกรณีที่ทราบชนิดและจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของสาร แต่ทราบมวลเป็นกรัมของสาร 1 โมเลกุล จะหามวลโมเลกุลของสารได้จากความสัมพันธ์ดังนี้

1. ใช้การเปรียบเทียบเช่นเดียวกับการหามวลอะตอม

$$\text{มวลโมเลกุลของสาร} = \frac{\text{มวลของสาร 1 โมเลกุล}}{\frac{1}{12} \text{ มวลของ C-12 1 อะตอม}}$$

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

2. คิดจากผลบวกของอะตอมของธาตุต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบใน 1 โมเลกุลของสารนั้น

$$\text{มวลโมเลกุลของสารใดๆ} = \text{ผลบวกของมวลของมวลอะตอมในสูตร}$$

5. กิจกรรมการเรียนรู้ (ใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es)

ชั่วโมงที่ 1

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (5 นาที)

5.1.1 ครูโยนลูกบอลให้นักเรียนดู เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน



<http://www.oknation.net/blog/kanis/2012/02/10/entry-1>

5.1.2 ครูถามนักเรียนดังนี้

- เมื่อโยนลูกบอลขึ้นไปในอากาศ นักเรียนสังเกตเห็นอะไร
(แนวคำตอบ ลูกบอลตกลงสู่พื้น)
- นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดลูกบอลถึงตกลงพื้น
(แนวคำตอบ เพราะแรงโน้มถ่วงของโลก)
- นักเรียนคิดว่านอกจากแรงโน้มถ่วงของโลกแล้ว การที่วัตถุตกลงสู่พื้นต้องมีลักษณะอย่างไร
(แนวคำตอบ มีมวล)
- นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าวัตถุนั้นมีมวล
(แนวคำตอบ นำไปชั่ง)
- วัตถุที่นักเรียนสามารถนำไปชั่งได้นั้น เราสามารถจับต้องได้ มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่ถ้าหากว่าเป็นอะตอมหรือโมเลกุล นักเรียนคิดว่าเราจะมีวิธีการหามวลอะตอมหรือมวลโมเลกุลอย่างไร

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (15 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม โดยมีสมาชิกกลุ่มละ 5 คน

5.2.2.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันค้นคว้าข้อมูล เรื่อง มวลอะตอมและมวลโมเลกุล จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 2 สสวท.

ชั่วโมงที่ 1

5.3 ชั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (40 นาที)

5.3.1 ครูตั้งประเด็นคำถามต่อไปนี้

ตอนที่ 1 มวลอะตอม

- นักเรียนสามารถหามวลอะตอมของธาตุแต่ละชนิดได้อย่างไร

(แนวคำตอบ สามารถหาได้โดยใช้สูตร

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

- Au(s) 10.0 กรัม มีทั้งหมดกี่อะตอม

(แนวคำตอบ 3.06×10^{22} อะตอม)

- นักเรียนสามารถหามวลอะตอมของธาตุที่มีหลายไอโซโทปได้อย่างไร

(แนวคำตอบ หามวลอะตอมเฉลี่ย โดยใช้สูตร)

$$\text{มวลอะตอมเฉลี่ย} = \sum \left(\frac{\text{มวลของแต่ละไอโซโทป} \times \text{เปอร์เซ็นต์ที่มีในธรรมชาติ}}{100} \right)$$

- ธาตุอิริเดียม (Ir) ที่พบในธรรมชาติมี 2 ไอโซโทป มีมวลอะตอมเท่ากับ 190.9606 และ 192.9629 คิดเป็นร้อยละ 37.300 และ 62.700 ตามลำดับ จงหามวลอะตอมของธาตุอิริเดียม (Ir)

(แนวคำตอบ 192.216 กรัม)

ตอนที่ 2 มวลโมเลกุล

- นักเรียนสามารถหามวลโมเลกุลของสารได้กี่วิธี อะไรบ้าง อย่างไร

(แนวคำตอบ 2 วิธี ได้แก่

1. ใช้การเปรียบเทียบเช่นเดียวกับการหามวลอะตอม

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

2. คิดจากผลบวกของอะตอมของธาตุต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบใน 1 โมเลกุลของสารนั้น

- CO₂ 20 molecules มีมวลกี่กรัม

(แนวคำตอบ 1.46×10^{-21} กรัม)

- CuSO₄ · 5H₂O มีมวลโมเลกุลเท่ากับเท่าใด

(แนวคำตอบ 249.5)

5.4 ขั้้นขยายความรู้ (20 นาที)

5.4.1 ครูยกตัวอย่างการคำนวณเกี่ยวกับมวลอะตอมและมวลโมเลกุลดังนี้

มวลอะตอม

- ธาตุ Eu พบในธรรมชาติ 2 ไอโซโทป คือ ^{151}Eu มีมวลอะตอมเท่ากับ 150.9196 และ ^{153}Eu มีมวลอะตอม 152.9209 ถ้ามวลอะตอมเฉลี่ยของ Eu เท่ากับ 151.9600 จงหาปริมาณร้อยละของ Eu แต่ละไอโซโทป

(แนวคำตอบ $^{151}\text{Eu} = 48.04\%$, $^{153}\text{Eu} = 51.96\%$)

มวลโมเลกุล

- ถ้าให้ความร้อนแก่ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 5.0 g จนน้ำสลายตัวออกไปหมดจะได้น้ำกี่กรัม

(แนวคำตอบ 1.8 กรัม)

5.5 ขั้้นประเมินผล (10 นาที)

5.5.1 ครูให้นักเรียนที่มีเลขที่เป็นเลขคู่ทำโจทย์ข้อที่ 1 และ ให้นักเรียนที่มีเลขที่เป็นเลขคี่ทำโจทย์ข้อที่ 2 ดังนี้

- (1) ธาตุเงิน (Ag) ที่พบในธรรมชาติมี 2 ไอโซโทปคือ ^{107}Ag มีมวลอะตอมเท่ากับ 106.9051 และ ^{109}Ag มีอยู่ในธรรมชาติร้อยละ 48.161 ถ้าธาตุเงินมีมวลอะตอมเฉลี่ยเท่ากับ 107.868 จงคำนวณหามวลอะตอมของ ^{109}Ag

(แนวคำตอบ 52.31 กรัม)

- (2) สารประกอบ A 1 โมเลกุล มีมวล 2.56×10^{-22} กรัม จงคำนวณหามวลโมเลกุลของสารประกอบนี้

(แนวคำตอบ 1.54×10^2 หรือ 154)

6 สื่อ/วัสดุ/อุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้

6.1 Power point

6.2 หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 2 สสวท.

6.3 ลูกบอลพลาสติก 1 ลูก

7. กระบวนการวัดและประเมินผล

การวัดและ ประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การตัดสิน
1. ด้านความรู้	การทดสอบ	แบบตรวจสอบความรู้หลังเรียน เรื่อง มวลอะตอมและ มวลอะตอมเฉลี่ย	ได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป
	การตรวจ ผลงาน	ใบกิจกรรมที่ 1.1 - 1.3	นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหา คิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
2. ด้านทักษะ	การตรวจ ผลงาน	ใบกิจกรรมที่ 1.1 - 1.3	นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหา คิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
3. ด้านเจตคติ	การสังเกต	แบบประเมินพฤติกรรม คุณลักษณะอันพึงประสงค์	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป ทุกรายการที่ประเมิน

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แผนการจัดการเรียนรู้

- ☐ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- ☐ มีการใช้สื่อ/นวัตกรรม/เทคโนโลยีในกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ จัดกิจกรรมเหมาะสมกับผู้เรียน
- ☐ มีการจำแนกผู้เรียนตามความเหมาะสม/คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
- ☐ มีการบูรณาการ
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผลตรงตามตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้/กิจกรรม
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผล ตามสภาพจริง
- ☐ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

วันที่..... เดือน พ.ศ

บันทึกหลังสอน

1. นักเรียนที่ใช้สอน นักเรียนชั้น จำนวน.....คน
2. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
 - 2.1) ความเหมาะสมของระยะเวลา () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.2) ความเหมาะสมของเนื้อหา () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.3) ความเหมาะสมของกิจกรรม () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.4) ความเหมาะสมของสื่อการสอนที่ใช้ () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.5) การมีส่วนร่วมของนักเรียน () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.6) ผลการปฏิบัติกิจกรรม/ใบงาน การทดสอบหลังเรียน
 - 1) การประเมินด้านความรู้
ผลการทดสอบหลังการเรียนพบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย.....จากคะแนนเต็ม.....
มีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้คือร้อยละ
 - 2) การประเมินด้านทักษะกระบวนการ ผลการประเมินโดยการสังเกตพฤติกรรมพบว่า มีนักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์การประเมินและมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ ในระดับดีขึ้น
 - 3) การประเมินด้านเจตคติ ผลการประเมินพบว่า มีนักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์การประเมิน และมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินขั้นต่ำที่กำหนดไว้ระดับ 3 ขึ้นไป
3. ปัญหาและอุปสรรค
.....
4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข
.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางสาวพรชนก มีสำโรง)

ตำแหน่ง ครู

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวพรชนก มีสำโรง)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม
เรื่อง มวลอะตอมและมวลโมเลกุล

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในรายการที่ปฏิบัติ

ลำดับ ที่	รายการพฤติกรรม	กลุ่มที่					
		1	2	3	4	5	6
1	มีความรับผิดชอบ						
2	มีส่วนร่วมในการตอบคำถาม						
3	ความกระตือรือร้นในการเรียน						
4	ช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม						
5	มีความซื่อสัตย์						
6	ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้						
รวม							
ระดับคุณภาพ							

หมายเหตุ

1. การให้คะแนน ✓ ถือเป็น 1 คะแนน
2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)

วิธีการให้คะแนน

- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
- ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
- ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
- ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
- ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
- ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

ใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง มวลอะตอม และมวลอะตอมเฉลี่ย

มวลอะตอม (Atomic mass) เป็นสมบัติของธาตุ ซึ่งธาตุแต่ละธาตุจะมีมวลอะตอมแตกต่างกัน การหามวลอะตอมของธาตุ ทำได้โดยการเปรียบเทียบกับ $\frac{1}{12}$ ของมวลของ ^{12}C 1 อะตอม ซึ่งมีมวลเท่ากับ 1.66×10^{-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

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

กิจกรรมลองทำดู

- แคลเซียม (Ca) มีมวลอะตอม = 40 หมายความว่า
แคลเซียม 1 อะตอมมีมวลเป็น เท่าของ $\frac{1}{12}$ มวลของ ^{12}C 1 อะตอม
เนื่องจาก $\frac{1}{12}$ มวลของ ^{12}C 1 อะตอม = 1.66×10^{-24} กรัม
ดังนั้น แคลเซียม 1 อะตอมมีมวล = กรัม
- ธาตุออกซิเจนมีมวลอะตอมเท่ากับ 16 หมายความว่า
ออกซิเจน 1 อะตอมมีมวลเป็น เท่าของ $\frac{1}{12}$ มวลของ ^{12}C 1 อะตอม
เนื่องจาก $\frac{1}{12}$ มวลของ ^{12}C 1 อะตอม = 1.66×10^{-24} กรัม
ดังนั้น ออกซิเจน 1 อะตอมมีมวล = กรัม
- ธาตุไนโตรเจน 1 อะตอมมีมวลเท่ากับ $14 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม
แสดงว่าไนโตรเจนมีมวลอะตอมเท่ากับ.....

4. ธาตุลิเทียม 1 อะตอมมีมวลเท่ากับ $7 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม
แสดงว่าลิเทียมมีมวลอะตอมเท่ากับ.....
5. ธาตุแคลเซียมมีมวลอะตอมเท่ากับ 40 หมายความว่า
แคลเซียม 1 อะตอมมีมวล = กรัม
ดังนั้นธาตุแคลเซียม 2 อะตอม มีมวล= กรัม

ตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่าง 1 ธาตุเบริลเลียม 1 อะตอมมีมวล 14.94×10^{-24} กรัม จงหามวลอะตอมของธาตุเบริลเลียม

ตัวอย่าง 2 ธาตุโซเดียม 10 อะตอม มีมวล 3.82×10^{-22} กรัม จงหามวลอะตอมของธาตุโซเดียม

ตัวอย่าง 3 ธาตุแมกนีเซียมมีมวลอะตอม 24.31 ธาตุแมกนีเซียม 1 อะตอมมีมวลเท่าใด

ตัวอย่าง 4 ธาตุ Z 1 อะตอม มีมวลเป็น 3 เท่าของธาตุแมกนีเซียม 5 อะตอม
จงหามวลอะตอมของธาตุ Z เมื่อธาตุแมกนีเซียมมีมวลอะตอม 24.31

ใบกิจกรรมที่ 1.1

เรื่อง มวลอะตอม

ตอนที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนกาเครื่องหมาย ✓ ในหน้าข้อที่ถูก และเครื่องหมาย × ในหน้าข้อที่ผิด
เกี่ยวกับมวลอะตอม

- 1. ธาตุ A มีมวลอะตอมเท่ากับ 56 หมายความว่า
ธาตุ A 1 อะตอมมีมวลเป็น 56 เท่าของ $1/12$ มวลของ C - 12, 1 อะตอม
- 2. มวลอะตอมของ Na เท่ากับ 23 หมายความว่า
มวลของ Na 1 อะตอมมีมวลเป็น 23 เท่าของ C- 12, 1 อะตอม
- 3. มวลอะตอมของธาตุเป็นตัวเลขที่ได้จากการเปรียบเทียบมวลของธาตุ 1 อะตอม
กับมวลของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม
- 4. มวลของธาตุ 1 อะตอม เป็นมวลที่แท้จริงของอะตอมของธาตุนั้น ๆ มีหน่วยเป็นกรัม
หรือ amu
- 5. Al มีมวลอะตอมเท่ากับ Y หมายความว่า Al 1 อะตอมมีมวลเท่ากับ $Y \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

ตอนที่ 2

คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง พร้อมแสดงวิธีทำ

1. ถ้าธาตุ M 1 อะตอมมีมวล = $39 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม จงหามวลอะตอมของธาตุ M
2. ถ้าธาตุ E 1 อะตอมมีมวล = $28 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม จงหามวลอะตอมของธาตุ E
3. ธาตุ Q 4 อะตอม มีมวล 1.53×10^{-22} กรัม จงหามวลอะตอมของธาตุ Q

4. ธาตุ D มีมวลอะตอมเท่าใดเมื่อ D 1 อะตอม มีมวลเป็น 5 เท่าของมวลของไนโตรเจน 2 อะตอม
เมื่อธาตุไนโตรเจนมีมวลอะตอม 14.00

ใบความรู้ที่ 1.2 เรื่อง มวลอะตอมเฉลี่ย

มวลอะตอมเฉลี่ย (M) เป็นค่ามวลอะตอมของธาตุที่มีหลายไอโซโทปในธรรมชาติ ซึ่งหาได้จาก

สูตร

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

เมื่อ M = มวลอะตอมเฉลี่ย
% = เปอร์เซ็นต์ของธาตุแต่ละไอโซโทป
m = มวลอะตอมของแต่ละไอโซโทป

ตัวอย่างที่ 1 ธาตุ G ที่พบในธรรมชาติมี 3 ไอโซโทป มีมวลอะตอมตามลำดับดังนี้

23.99, 24.99 และ 25.98 คิดเป็นร้อยละ 78.60, 10.23 และ 11.17
ตามลำดับ จงหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ G

ตัวอย่างที่ 2 แก๊สอาร์กอนประกอบด้วย 3 ไอโซโทป คือ $^{36}_{18}\text{Ar}$, $^{38}_{18}\text{Ar}$ และ

$^{40}_{18}\text{Ar}$ ปริมาณในธรรมชาติของไอโซโทปมี 0.1% , 0.3 % และ
99.6 % ตามลำดับ จงหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุอาร์กอน

โจทย์กำหนด เนื่องจากโจทย์ไม่กำหนดมวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปมาให้ จึงต้องใช้
เลขมวลของแต่ละไอโซโทปแทน

ตัวอย่างที่ 3 ธาตุคาร์บอนมีไอโซโทปที่เสถียรในธรรมชาติ 2 ชนิด คือ C – 12 มีมวลอะตอม 12.000 และ C – 13 มีมวลอะตอม 13.003 ถ้ามวลอะตอมเฉลี่ยของไอโซโทปของคาร์บอนเป็น 12.011 จงคำนวณ % ในธรรมชาติของแต่ละไอโซโทป

แบบฝึกหัด คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง พร้อมแสดงวิธีทำ

1. ธาตุยูเรเนียมที่พบในธรรมชาติมี 3 ไอโซโทป และมีปริมาณในธรรมชาติ ดังนี้ ^{234}U มี 0.01%, ^{235}U มี 0.71% และ ^{238}U มี 99.28% จงคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุยูเรเนียม
2. ธาตุไทเทเนียมที่พบในธรรมชาติมี 5 ไอโซโทป และมีปริมาณในธรรมชาติ ดังนี้ ^{46}Ti มี 8.0%, ^{47}Ti มี 7.8%, ^{48}Ti มี 73.4%, ^{49}Ti มี 5.5% และ ^{50}Ti มี 5.3% จงคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุไทเทเนียม
3. ธาตุรูบิเดียมที่พบในธรรมชาติมี 2 ไอโซโทป คือ ^{85}Rb และ ^{87}Rb มีอยู่ในธรรมชาติ 72.2% และ 27.8% ตามลำดับ จงคำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุรูบิเดียม (3 คะแนน)

4. ธาตุยูโรเพียม พบในธรรมชาติ 2 ไอโซโทป คือ ^{151}Eu มีมวลอะตอมเท่ากับ 150.9196 และ ^{153}Eu มีมวลอะตอมเท่ากับ 152.9209 ถ้ามวลอะตอมเฉลี่ยของ Eu เท่ากับ 151.9600 จงหาปริมาณร้อยละของ Eu แต่ละไอโซโทป(3 คะแนน)

แบบทดสอบหลังเรียน
เรื่อง มวลอะตอม และมวลอะตอมเฉลี่ย

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมายกากบาท (x) ลงในกระดาษคำตอบ ข้อสอบมีจำนวนทั้งหมด 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน

- ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับมวลของธาตุ 1 อะตอม
 - มีหน่วยเป็นกรัม
 - เป็นมวลที่แท้จริงของธาตุ
 - เป็นมวลเปรียบเทียบกับมวลของธาตุมาตรฐาน
 - มีค่าเท่ากับ มวลอะตอมของธาตุนั้น $\times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม
- ธาตุ X 1 อะตอมมีมวล $58 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม มวลอะตอมของธาตุ X มีค่าเท่าใด
 - 58
 - $\frac{1}{1.66 \times 10^{-24}}$
 - $2 \times 58 \times 1.66 \times 10^{-24}$
 - $\frac{1}{58 \times 1.66 \times 10^{-24}}$

3. ถ้าธาตุโบรอน 1 อะตอมมีมวล $11 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม มวลอะตอมของโบรอนมีค่าเท่าใด

ก. 11

ข. $\frac{1}{1.66 \times 10^{-24}}$

ค. $2 \times 11 \times 1.66 \times 10^{-24}$

ง. $\frac{1}{11 \times 1.66 \times 10^{-24}}$

4. ธาตุ M มีมวลอะตอมเท่าใดเมื่อ M 2 อะตอม มีมวลเป็น 6 เท่าของมวลของโบรอน 2 อะตอม (โบรอนมีมวลอะตอมเท่ากับ 11)

ก. 18

ข. 66

ค. 108

ง. 132

5. มวลอะตอมของอะลูมิเนียมเท่ากับ 27 ดังนั้นอะลูมิเนียม 10 อะตอมมีมวลกี่กรัม

ก. $\frac{1}{27 \times 1.66 \times 10^{-24}}$

ข. $\frac{1}{27 \times 10 \times 1.66 \times 10^{-24}}$

ค. $\frac{27}{10 \times 1.66 \times 10^{-24}}$

ง. $27 \times 10 \times 1.66 \times 10^{-24}$

6. ธาตุ A 20 อะตอม มีมวล 342×10^{-24} กรัม มวลอะตอมของธาตุ A มีค่าเท่าใด

ก. 10.30

ข. 15.60

ค. 17.10

ง. 21.30

7. ธาตุ Z 1 อะตอมมีมวล 109.56×10^{-24} กรัม มวลอะตอมของธาตุ Z มีค่าเท่าใด

ก. 109.56

ข. $\frac{1}{109.56}$

ค. $\frac{1.66 \times 10^{-24}}{109.56}$

ง. $\frac{109.56}{1.66}$

8. ธาตุ Q มี 2 ไอโซโทป มีมวลอะตอม 14.00 และ 15.00 มีปริมาณในธรรมชาติเป็นร้อยละ 99.7 และ 0.3 ตามลำดับ จงหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ Q

ก. 13.958

ข. 14.003

ค. 14.045

ง. 14.956

9. มวลอะตอมของไอโซโทปที่เสถียรของธาตุสมมติ G คือ G - 10 และ G - 11

ธาตุ G มีมวลอะตอมเฉลี่ยเท่ากับ 10.20 จงหาร้อยละที่พบในธรรมชาติของ G - 11

ก. 20

ข. 60

ค. 80

ง. 95

ใบกิจกรรมที่ 1.3
เรื่อง มวลโมเลกุล

1. จงเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

สารประกอบ	สูตรเคมี	มวลโมเลกุล
แอมโมเนีย		
โพรเพน		
กลูโคส		
กรดซัลฟิวริก		
กรดแอสติค		
โซเดียมฟอสเฟต		
คาร์บอนเตตระคลอไรด์		
เอทานอล		
กลีเซอรอล		
จุนลี		

ชื่อไอออน	สูตรไอออน	มวลไอออน
โพแทสเซียมไอออน		
แมกนีเซียมไอออน		
อะลูมิเนียมไอออน		
ออกไซด์ไอออน		
ซัลเฟตไอออน		
ไนเตรตไอออน		
ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน		
ไฮดรอกไซด์ไอออน		

2. จงแสดงวิธีทำ และตอบคำถามให้ถูกต้อง

- สารประกอบชนิดหนึ่ง 1 โมเลกุลมีมวล 2.998×10^{-22} g จงหามวลโมเลกุลของสารประกอบชนิดนี้
- สาร X 2 โมเลกุลมีมวลเป็น 4 เท่าของแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์ 1 โมเลกุล จงหามวลโมเลกุลของสาร X
- สาร 3 ชนิด คือ SO_2 , C_4H_{10} และ CH_3COOH สารใดมีมวลโมเลกุลมากที่สุด
- โมเลกุลของสารใดต่อไปนี้มีมวลไม่เท่ากับ C_2H_4 1 โมเลกุล
 ก. CO ข. NO ค. N_2
- น้ำตาลทรายมีสูตรโมเลกุลเป็น $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ น้ำตาลทราย 1 โมเลกุล มีมวลกี่กรัม (C =12, H = 1)
- จงหามวลโมเลกุลของแก๊สบิวเทน (1 โมเลกุลประกอบด้วย C 4 อะตอม H 10 อะตอม)
 กำหนดมวลอะตอมของ H = 1, C = 12
 ก. 40 ข. 48
 ค. 58 ง. 62

7. สารประกอบออกไซด์ของ X 1 โมเลกุลหนัก 6.64×10^{-23} กรัม จงหามวลโมเลกุลของสารประกอบนี้

ก. 4 ข. 11

ค. 25 ง. 40

8. สาร A 4 โมเลกุลมีมวลเป็น 3 เท่าของสาร B 1 โมเลกุล ถ้าสาร B มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 44 จงคำนวณหามวลโมเลกุลของสาร A

ก. 11 ข. 22

ค. 33 ง. 44

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายวิชาเคมี 2 รหัสวิชา ว30222

ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

จำนวน 40 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 2 เรื่อง โมล

เวลา 8 ชั่วโมง

นางสาวพรชนก มีสำโรง ครูผู้สอน

1. สาระสำคัญ

โมลเป็นปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับเลขอาโวกาโดรหรือค่าคงตัวอาโวกาโดร คือ 6.02×10^{23} อนุภาค มวลของสาร 1 โมลที่มีหน่วยเป็นกรัม เรียกว่า มวลต่อโมล ซึ่งมีค่าเท่ากับมวลอะตอม มวลโมเลกุลหรือมวลสูตรของสารนั้น สำหรับสารที่มีสถานะแก๊ส 1 โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลิตรที่ STP

2. ผลการเรียนรู้

ว 3.1 ม.4/2 อธิบายและคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของโมลได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้

3.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. นักเรียนสามารถคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้

3.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. จิตวิทยาศาสตร์ (ความรับผิดชอบ ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ การร่วมแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์)
2. จิตสาธารณะ (ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ช่วยเหลือผู้อื่น รักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม)

4. สาระการเรียนรู้

โมล เป็นหน่วยบอกจำนวนอนุภาคของสาร ซึ่งหมายถึงปริมาณของสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับจำนวนอะตอมของคาร์บอน-12 ที่มีมวล 12 กรัม เราทราบแล้วว่าคาร์บอน-12 จำนวน 1 อะตอม มีมวล $12.00 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม ดังนั้น เราสามารถคำนวณหาจำนวนอะตอมของคาร์บอน-12 ที่มีมวล 12 กรัมได้ โดยสมมติให้คาร์บอน 12 กรัมมีจำนวนอนุภาคเท่ากับ a อะตอม เมื่อเขียนในรูปอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนแรกจะเป็นดังนี้

$$\begin{aligned} \frac{{}^{12}\text{C } 1 \text{ อะตอม}}{{}^{12}\text{C } 12.00 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}} &= \frac{{}^{12}\text{C } 1 \text{ อะตอม}}{{}^{12}\text{C } 12.00 \text{ กรัม}} \\ {}^{12}\text{C } a \text{ อะตอม} &= \frac{{}^{12}\text{C } 1 \text{ อะตอม} \times {}^{12}\text{C } 12.00 \text{ กรัม}}{{}^{12}\text{C } 12.00 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}} \\ &= 6.023 \times 10^{23} \text{ อะตอม} \end{aligned}$$

แสดงว่าคาร์บอน-12 ที่มีมวล 12 กรัม ประกอบด้วยอะตอมของคาร์บอน 6.024096×10^{23} อะตอม จำนวน 6.02×10^{23} นี้เรียกว่า เลขอาโวกาโดร และกำหนดให้สารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับเลขอาโวกาโดร คิดเป็นปริมาณ 1 โมล ดังนั้น

สาร 1 โมลมี 6.02×10^{23} อนุภาค

สาร 2 โมลมี $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ อนุภาค

สาร 0.5 โมลมี $0.5 \times 6.02 \times 10^{23}$ อนุภาค

- อนุภาค หมายถึง โมเลกุล อะตอม ไอออน อิเล็กตรอน ฯลฯ ดังนั้นในการบอกปริมาณของสารเป็นโมลจึงต้องระบุชนิดของอนุภาคด้วย
- ถ้าอนุภาคคืออะตอม เรียกว่า โมลอะตอม เช่น สังกะสี (Zn) 1 โมลอะตอมมีจำนวนอะตอมเท่ากับ 6.02×10^{23} อะตอม
- ถ้าอนุภาคคือโมเลกุล เรียกว่า โมลโมเลกุล เช่น ก๊าซไฮโดรเจน (H_2) 1 โมลโมเลกุลมีจำนวนโมเลกุลเท่ากับ 6.02×10^{23} โมเลกุล
- ถ้าอนุภาคคือไอออน เรียกว่า โมลไอออน เช่น แคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) 1 โมลไอออนมีจำนวนไอออนเท่ากับ 6.02×10^{23} ไอออน
- ถ้าอนุภาคคืออิเล็กตรอน เรียกว่า โมลอิเล็กตรอน 1 โมลอิเล็กตรอน หมายถึง จำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับ 6.02×10^{23} อิเล็กตรอน

5. กิจกรรมการเรียนรู้ (ใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es)

ชั่วโมงที่ 1-3

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (10 นาที)

5.1.1 ครูกำหนดสถานการณ์เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนดังบทสนทนาต่อไปนี้

Mr.Red = Yellow ทำอะไรอะ

Mr.Yellow = เรากำลังซื้ NaCl 1 โมล Red

Mr.Red = NaCl 1 โมล ต้องซื้กี่กรัมอะ Yellow

Mr.Yellow = จะไปยากอะไรละ Red NaCl 1 โมล เราก็ซื้ 1 กรัมไ้

5.1.2 ครูถามนักเรียน ดังนี้

- จากสถานการณ์ดังกล่าวข้างต้น นักเรียนคิดว่าโมลคืออะไร

(แนวคำตอบ ปริมาณสารที่ประกอบด้วยอนุภาคเท่ากับจำนวนอะตอมของคาร์บอน-12 ที่มีมวล 12 กรัม)

- นักเรียนคิดว่าโมลมีความสัมพันธ์กับอะไรบ้าง

(แนวคำตอบ มวล, ปริมาตร และจำนวนอนุภาค)

- นักเรียนคิดว่า NaCl 1 โมลจะเท่ากับ 1 กรัมหรือไม่ อย่างไร

- นักเรียนคิดว่า NaCl 1 โมลจะเท่ากับ 1 ลิตรหรือไม่ อย่างไร

- นักเรียนคิดว่า NaCl 1 โมลจะเท่ากับ 1 อนุภาคหรือไม่ อย่างไร

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (170 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่มๆละ 5 คน

5.2.2 ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม เรื่อง โมล โดยมีการดำเนินกิจกรรม ดังนี้

5.2.2.1 ครูแจกใบกิจกรรมให้นักเรียนคนละ 1 ชุด

5.2.2.2 ครูให้ตัวแทนนักเรียนในแต่ละกลุ่มออกมาจับฉลากเพื่อเข้าประจำฐาน

การเรียนรู้ ซึ่งมีทั้งหมด 3 ฐานการเรียนรู้ได้แก่

ฐานการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โมลกับมวลของสาร

ฐานการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โมลกับปริมาตร

ฐานการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โมลกับจำนวนอนุภาค

โดยแต่ละฐานจะมีใบความรู้และคำถามประจำฐาน ซึ่งนักเรียนแต่ละคนต้องช่วยกันตอบคำถามให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด โดยแต่ละฐานจะมีเวลาให้ฐานละ 50 นาที

ชั่วโมงที่ 4-6

5.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (180 นาที)

5.3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความสัมพันธ์ปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP

5.3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1.4 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส

5.3.3 ในขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม ครูสังเกตพฤติกรรม คอยดูแล และให้คำแนะนำเมื่อมีปัญหา

5.3.4 ครูเพิ่มเติมข้อมูล (ถ้ามี) จนได้ข้อสรุปที่สมบูรณ์

ครูให้นักเรียนเขียน mind map เพื่อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับมวล , ปริมาตร และจำนวนอนุภาคของสาร ลงในสมุดบันทึก

ชั่วโมงที่ 7

5.4 ขันขยายความรู้ (60 นาที)

5.4.1 ครูยกตัวอย่างโจทย์คำถาม ดังนี้

(1) จะต้องใช้ Na กี่กรัมจึงจะมีจำนวนอะตอมเท่ากับจำนวนอะตอมทั้งหมดในแก๊ส CH_4 32 กรัม

(แนวคำตอบ 230 กรัม)

(2) เมื่อสาร X 15.0 กรัม กลายเป็นไอจนหมดจะมีปริมาตร 5.60 dm^3 ที่ STP อยากทราบว่าสาร X 10.0 กรัม จะมีกี่โมล

(แนวคำตอบ 1.00×10^{23} โมล)

5.4.2 ครูสุ่มให้นักเรียนที่มีหมายเลขกลุ่มเป็นเลขที่คู่ทำโจทย์ข้อที่ 1 และกลุ่มที่มีหมายเลขกลุ่มเป็นเลขที่คี่ทำโจทย์ข้อที่ 2 ตามลำดับ

5.4.3 ครูสุ่มให้นักเรียนออกมาเฉลยโจทย์ข้อที่ 1 และ 2 หน้าชั้นเรียน

ชั่วโมงที่ 8

5.5 ขันประเมินผล (60 นาที)

5.5.1 นักเรียนทุกคนทำแบบตรวจสอบความรู้หลังเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส

5.5.2 ครูร่วมกับนักเรียนเฉลยคำตอบได้ ครูสอบถามคะแนนที่นักเรียนได้ ครูชมเชยและให้กำลังใจนักเรียนทุกคน

5.5.3 ครูเสนอแนะให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม เรื่อง โมล

6. สื่อ/วัสดุ/อุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้

6.1 Power point

6.2 ใบกิจกรรม เรื่องโมล

6.3 สื่อการเรียนรู้เรื่อง โมล

6.4 ฉลาก

7. กระบวนการวัดและประเมินผล

การวัดและ ประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การตัดสิน
1. ด้านความรู้	การทดสอบ	แบบตรวจสอบความรู้หลังเรียน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่าง จำนวนโมล อนุภาค มวล และ ปริมาตรของแก๊ส	ได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป
	การตรวจ ผลงาน	ใบกิจกรรมที่ 1.4	นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหา คิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
2. ด้านทักษะ	การตรวจ ผลงาน	ใบกิจกรรมที่ 1.4	นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหา คิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
3. ด้านเจตคติ	การสังเกต	แบบประเมินพฤติกรรม คุณลักษณะอันพึงประสงค์	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป ทุกรายการที่ประเมิน

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แผนการจัดการเรียนรู้

- ☐ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- ☐ มีการใช้สื่อ/นวัตกรรม/เทคโนโลยีในกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ จัดกิจกรรมเหมาะสมกับผู้เรียน
- ☐ มีการจำแนกผู้เรียนตามความเหมาะสม/คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
- ☐ มีการบูรณาการ
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผลตรงตามตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้/กิจกรรม
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผล ตามสภาพจริง
- ☐ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

วันที่..... เดือน พ.ศ

บันทึกหลังสอน

1. นักเรียนที่ใช้สอน นักเรียนชั้น จำนวน.....คน
2. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
 - 2.1) ความเหมาะสมของระยะเวลา () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.2) ความเหมาะสมของเนื้อหา () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.3) ความเหมาะสมของกิจกรรม () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.4) ความเหมาะสมของสื่อการสอนที่ใช้ () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.5) การมีส่วนร่วมของนักเรียน () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.6) ผลการปฏิบัติกิจกรรม/ใบงาน การทดสอบหลังเรียน
 - 1) การประเมินด้านความรู้
ผลการทดสอบหลังการเรียนพบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย.....จากคะแนนเต็ม.....
มีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้คือร้อยละ
 - 2) การประเมินด้านทักษะกระบวนการ ผลการประเมินโดยการสังเกตพฤติกรรมพบว่า มีนักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์การประเมินและมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ ในระดับดีขึ้น
 - 3) การประเมินด้านเจตคติ ผลการประเมินพบว่า มีนักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์การประเมิน และมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินขั้นต่ำที่กำหนดไว้ระดับ 3 ขึ้นไป
3. ปัญหาและอุปสรรค
.....
4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข
.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางสาวพรชนก มีสำโรง)

ตำแหน่ง ครู

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวพรชนก มีสำโรง)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม
เรื่อง โมล

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในรายการที่ปฏิบัติ

ลำดับ ที่	รายการพฤติกรรม	กลุ่มที่					
		1	2	3	4	5	6
1	มีความรับผิดชอบ						
2	มีส่วนร่วมในการตอบคำถาม						
3	ความกระตือรือร้นในการเรียน						
4	ช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม						
5	มีความซื่อสัตย์						
6	ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้						
รวม							
ระดับคุณภาพ							

หมายเหตุ

1. การให้คะแนน ✓ ถือเป็น 1 คะแนน
2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)

วิธีการให้คะแนน

- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
- ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
- ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
- ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
- ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
- ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

ใบความรู้ที่ 1.4

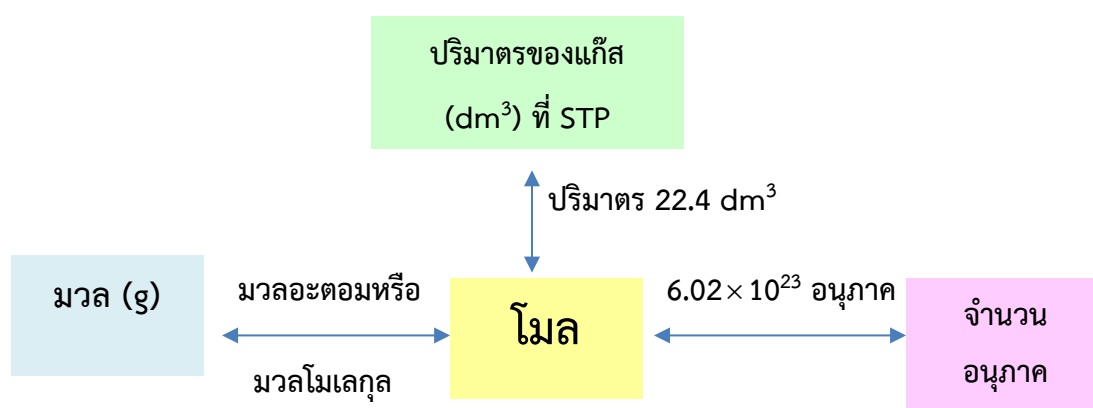
เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส

สาร 1 โมล มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ 6.02×10^{23} อนุภาค มีมวลเท่ากับมวลโมเลกุลหรือมวลอะตอม และถ้าเป็นแก๊สจะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 dm^3 ที่ STP ดังในตารางที่แสดงต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล ปริมาตร และจำนวนอนุภาค

สาร	สถานะ	จำนวนโมล	จำนวนอนุภาค	มวล(กรัม)	ปริมาตรที่ STP (dm^3)
O_2	แก๊ส	1	6.02×10^{23} โมเลกุล	32.0	22.4
CO	แก๊ส	1	6.02×10^{23} โมเลกุล	28.0	22.4
C_2H_2	แก๊ส	1	6.02×10^{23} โมเลกุล	28.0	22.4
He	แก๊ส	1	6.02×10^{23} อะตอม	4.0	22.4
CH_3OH	ของเหลว	1	6.02×10^{23} โมเลกุล	32.0	-
H_2O	ของเหลว	1	6.02×10^{23} โมเลกุล	18.0	-
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	ของแข็ง	1	6.02×10^{23} โมเลกุล	180.0	-
Na	ของแข็ง	1	6.02×10^{23} อะตอม	23.0	-
C_{10}H_8	ของแข็ง	1	6.02×10^{23} โมเลกุล	128.0	-

จากตารางสรุปได้ว่าสารต่างชนิดกันเมื่อจำนวนโมลเท่ากัน จะมีจำนวนอนุภาคและปริมาตร (สำหรับแก๊ส) เท่ากัน แต่มวลไม่เท่ากัน (ยกเว้นกรณีที่สารเหล่านั้นมีมวลโมเลกุลเท่ากัน) ความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล ปริมาตร และโมเลกุล อาจแสดงได้ด้วยแผนภาพดังต่อไปนี้



รูปที่ 1.4 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล ปริมาตร ที่ STP และจำนวนโมเลกุลของแก๊ส

จากแผนภาพปริมาณของสารในหน่วยต่าง ๆ สัมพันธ์กับหน่วยโมล ซึ่งเป็นหน่วยกลาง ถ้าเราทราบมวลของสารในหน่วยกรัม เราสามารถหาปริมาตรของสาร และจำนวนอนุภาคของสารได้โดยใช้หน่วยโมล

การคำนวณเกี่ยวกับโมล

การคำนวณเกี่ยวกับโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตร นอกจากจะอาศัยความสัมพันธ์ดังที่กล่าวมาแล้ว ยังอาจนำมาสรุปเป็นสูตรที่เกี่ยวกับโมลได้ดังนี้

$$\text{จำนวนโมล} = \frac{\text{มวลของสาร(กรัม)}}{\text{มวลโมเลกุล}} = \frac{\text{ปริมาตร ของก๊าซที่ STP}}{22.4} = \frac{\text{จำนวนโมเลกุล}}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$\text{หรือ} \quad n = \frac{g}{M_w} = \frac{V}{22.4} = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}}$$

เมื่อ n = จำนวนโมล
 g = มวลของสาร (กรัม)
 M_w = มวลโมเลกุล (หรือมวลอะตอม มวลไอออน ขึ้นกับชนิดของอนุภาค)
 V = ปริมาตรของก๊าซที่ STP (dm^3)
 N = จำนวนโมเลกุล (หรืออะตอม หรือไอออน ขึ้นกับชนิดของอนุภาค)

หมายเหตุ สำหรับจำนวนโมลของแก๊สที่สภาวะอื่น ๆ คำนวณได้จาก

$$n = \frac{V}{\text{ปริมาตรที่ STP}} \quad \text{ที่สภาวะเดียวกัน และหน่วยเดียวกัน}$$

ลักษณะทั่ว ๆ ไป ของโจทย์เกี่ยวกับโมล

จะเกี่ยวข้องับมวล ปริมาตรของแก๊ส และจำนวนอนุภาค ซึ่งอาจจะสรุปลักษณะของโจทย์ที่พบเสมอ ๆ ได้ดังนี้

1. โจทย์ที่ถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของโมล – มวล – ปริมาตร - อนุภาค ของสารชนิดหนึ่ง ๆ โดยกำหนดตัวแปรให้อย่างหนึ่ง แล้วถามส่วนที่เหลือ เช่น

กำหนดมวล (g)	ถามโมล (n)	ปริมาตร (V)	และโมเลกุล (N)
กำหนดปริมาตร (V)	ถามโมล (n)	มวล (W)	และโมเลกุล (N)
กำหนดโมล (n)	ถามมวล (W)	ปริมาตร (V)	และโมเลกุล (N) เป็นต้น

ตัวอย่างเช่น

- ก๊าซ 10 กรัม มีกี่โมเลกุล มีกี่โมล
- แก๊ส CO_2 10 dm^3 ที่ STP มีกี่โมล กี่โมเลกุล และกี่กรัม เป็นต้น

การคำนวณโจทย์ในลักษณะนี้ ให้เลือกใช้สูตรตามความเหมาะสม จาก

$$n = \frac{g}{Mw} = \frac{V}{22.4} = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}}$$

2. โจทย์ที่ถามเกี่ยวกับโมลอะตอม มวล และจำนวนอะตอม จากสารประกอบที่กำหนดให้ เช่น

กำหนดมวล (g) ของสารให้ แล้วถามเกี่ยวกับโมล มวล และจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ หรือ กำหนดปริมาตรของแก๊ส (V) ให้ แล้วถามเกี่ยวกับโมล มวล และจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ ลักษณะของโจทย์จะคล้ายกับโจทย์แบบที่ 1 แต่ถามเกี่ยวกับอะตอมของธาตุต่าง ๆ ในสารประกอบนั้น ตัวอย่างเช่น

- กลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) 10 กรัม

- มีธาตุคาร์บอนกี่โมล กี่กรัม กี่อะตอม
- มีธาตุไฮโดรเจนกี่โมล กี่กรัม กี่อะตอม
- มีธาตุออกซิเจนกี่โมล กี่กรัม กี่อะตอม

- คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 10 dm³ ที่ STP

- มีธาตุคาร์บอนกี่โมล กี่กรัม กี่อะตอม
- มีธาตุออกซิเจนกี่โมล กี่กรัม กี่อะตอม

การคำนวณใช้หลักการอย่างเดียวกันกับแบบที่ 1 โดยการนำจำนวนโมลของสารที่โจทย์กำหนดให้และของธาตุที่โจทย์ถามมาเทียบอัตราส่วนกัน หลังจากนั้นแทนค่าตามความเหมาะสม แล้วจะคำนวณสิ่งที่ต้องการได้ เช่น กลูโคส 10 กรัม มีธาตุคาร์บอนกี่อะตอม

คำนวณโดยการนำจำนวนโมลของกลูโคสและคาร์บอนมาเปรียบเทียบกัน



$$\frac{\text{โมลของ } C_6H_{12}O_6}{\text{โมลของ } C} = \frac{1}{6}$$

(เพราะว่า $C_6H_{12}O_6$ 1 โมเลกุล มี C 6 อะตอม อัตราส่วนจึงเป็น $\frac{1}{6}$)

เมื่อแทนค่าโมล ในแง่ของมวลและอะตอม จะหาสิ่งที่ต้องการได้

3. โจทย์ที่ถามเกี่ยวกับการเปรียบเทียบจำนวนอะตอม หรือจำนวนโมเลกุลว่าสารใดมีจำนวนมากกว่ากัน โจทย์ในลักษณะนี้จะกำหนดปริมาณของสารให้ในแบบต่าง ๆ อาจจะเป็นน้ำหนัก ปริมาตร โมล หรือโมเลกุล แล้วถามว่าสารใดมีจำนวนอะตอมหรือจำนวนโมเลกุลมากกว่ากัน

เช่น มีสาร H_2SO_4 g กรัม , CO_2 V ลิตร และ H_2O n โมล สารใดมีจำนวนอะตอมมากที่สุด หรือโมเลกุลมากที่สุด หรือ ปริมาตรมากที่สุด เป็นต้น

การคำนวณจำนวนอะตอมหรือโมเลกุลที่มีมากที่สุด ใช้หลักการดังนี้

ถ้าสารใดมีโมลอะตอมมากที่สุด จะมีอะตอมมากที่สุด

ถ้าสารใดมีโมลโมเลกุลมากที่สุด จะมีโมเลกุลมากที่สุด

เพราะฉะนั้น ถ้าต้องการจำนวนอะตอม ให้คิดเปรียบเทียบกับจากโมลอะตอม และถ้าต้องการจำนวนโมเลกุล ให้คิดเปรียบเทียบกับจากโมลโมเลกุล

ใบกิจกรรมที่ 1.4

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส

1. จงคำนวณหาจำนวนโมลของสารต่อไปนี้

ก. ฮีเลียม 1.024×10^{22} atom

ข. แก๊สแอมโมเนีย 3.01×10^{25} molecule

ค. เหล็ก 3.612×10^{20} atom

ง. กำมะถัน 1 atom

จ. โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 100 ไฮดรอกไซด์

ฉ. อะลูมิเนียม (Al) 2.70 กรัม

ช. ดีบุก (Sn) 17.5 กรัม

ซ. น้ำ (H_2O) 0.36 กรัม

2. จงคำนวณหาจำนวนอนุภาคของสารต่อไปนี้

ก. อาร์กอน 3.00 mol

ข. เหล็ก 8.50 mol

ค. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.001 mol

ง. น้ำ 5.00 mol

จ. ไนเตรตไอออน 1.0×10^{-5} โมล

ฉ. เฮกเซน 43.0 กรัม

ช. คาร์บอน (C) 4.0 กรัม

ซ. NO 30.0 กรัม

3. จงหามวลของสารต่อไปนี้

ก. Fe 0.5 โมล (Fe=56)

ข. HCl 3 โมล (H=1, Cl=35.5)

ค. CO₂ 1.806×10^{24} molecule

ง. K⁺ 1.505×10^{23} ion

4. จงหาปริมาตรของแก๊สต่อไปนี้ ที่ STP

ก. แก๊ส Cl₂ 3 โมล

ข. แก๊ส CH₄ 0.6 โมล

5. จงคำนวณหาความสัมพันธ์ของปริมาณสารต่อไปนี้

(กำหนดมวลอะตอม N = 14 , O = 16 , H = 1 , Ne = 20 , Cl = 35.5)

5.1 แก๊สออกซิเจน (O₂) 448 dm³ ที่ STP
จะมีจำนวนกี่โมเลกุล

5.2 แก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) 90 กรัม
จะมีปริมาตรกี่ dm³ ที่ STP

5.3 แก๊สแอมโมเนีย (NH_3) 56 dm^3 ที่ STP หนักกี่กรัม	5.4 แก๊สนีออน (Ne) 12.04×10^{23} อะตอม มีปริมาตรกี่ dm^3 ที่ STP
5.5 แก๊สคลอรีน (Cl_2) หนัก 142 กรัม มีกี่โมเลกุล	5.6 แก๊สมีเทน (CH_4) 64 กรัม มีกี่โมเลกุล

6. แก๊สแอมโมเนีย (NH_3) 4.25 กรัม จงหา ก. จำนวนโมล ข. จำนวนโมเลกุล
ค. จำนวนอะตอมของไนโตรเจน ง. จำนวนอะตอมของไฮโดรเจน
(กำหนดมวลอะตอม $\text{N} = 14$, $\text{H} = 1$)

ก. จำนวนโมล	ข. จำนวนโมเลกุล
ค. จำนวนอะตอมของไนโตรเจน	ง. จำนวนอะตอมของไฮโดรเจน

7. จงหาจำนวนโมล จำนวนโมเลกุล และปริมาตรที่ STP ของสารต่อไปนี้ซึ่งมีมวล 10.0 g

สาร	จำนวนโมล	จำนวนโมเลกุล	ปริมาตร (dm ³) ที่ STP
ก. แก๊สโอโซน (O ₃) มวล 10.0 g			
ข. แก๊สคลอรีน (Cl ₂) มวล 10.0 g			
ค. แก๊สแอมโมเนีย (NH ₃) มวล 10.0 g			

8. จงหาจำนวนโมล จำนวนอนุภาค และปริมาตรที่ STP ของสารต่อไปนี้

แก๊ส	มวล (g)	โมล (mol)	จำนวนอนุภาค (โมเลกุลหรืออะตอม)	ปริมาตรที่ STP (L)
โอโซน (O ₃)	2.40			
คลอรีน (Cl ₂)	2.40			
มีเทน (CH ₄)				1.12
อาร์กอน (Ar)			3.01×10^{22}	

แบบทดสอบหลังเรียน

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. นีออน (Ne) 12.04×10^{23} อะตอม มีมวลกี่กรัม (Ne = 20)

- ก. 25 กรัม ข. 40 กรัม
ค. 75 กรัม ง. 80 กรัม

2. แก๊สไฮโดรเจน (H_2) 3.01×10^{23} โมเลกุล มีปริมาตรกี่ dm^3 ที่ STP
 - ก. 0.25 dm^3 ที่ STP
 - ข. 0.50 dm^3 ที่ STP
 - ค. 11.2 dm^3 ที่ STP
 - ง. 15.2 dm^3 ที่ STP

3. แก๊สมีเทน (CH_4) 32 กรัม มีกี่โมเลกุล ($\text{C} = 12$, $\text{H} = 1$)
 - ก. $0.2 \times 6.02 \times 10^{23}$ โมเลกุล
 - ข. $0.5 \times 6.02 \times 10^{23}$ โมเลกุล
 - ค. $2.0 \times 6.02 \times 10^{23}$ โมเลกุล
 - ง. $3.0 \times 6.02 \times 10^{23}$ โมเลกุล

4. คริปทอน (Kr) 78.4 dm^3 ที่ STP มีกี่โมเลกุล
 - ก. $0.25 \times 6.02 \times 10^{23}$ โมเลกุล ข. $0.50 \times 6.02 \times 10^{23}$ โมเลกุล
 - ค. $2.5 \times 6.02 \times 10^{23}$ โมเลกุล ง. $3.5 \times 6.02 \times 10^{23}$ โมเลกุล

5. แก๊สบิวเทน (C_4H_{10}) 116 กรัม มีจำนวนอะตอมของไฮโดรเจนเท่าใด ($\text{C} = 12$, $\text{H} = 1$)
 - ก. 3.01×10^{24} โมเลกุล ข. 6.02×10^{24} โมเลกุล
 - ค. 1.204×10^{25} โมเลกุล ง. 1.505×10^{25} โมเลกุล

6. จากข้อ 5 แก๊สบิวเทน (C_4H_{10}) 116 กรัม มีโมลอะตอมรวมเท่าใด ($\text{C} = 12$, $\text{H} = 1$)
 - ก. 20 โมลอะตอม
 - ข. 35 โมลอะตอม
 - ค. 48 โมลอะตอม
 - ง. 52 โมลอะตอม

7. จากข้อ 5 แก๊สบิวเทน (C_4H_{10}) 116 กรัม มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่าใด ($\text{C} = 12$, $\text{H} = 1$)
 - ก. 1.204×10^{24} โมเลกุล ข. 2.408×10^{24} โมเลกุล
 - ค. 3.612×10^{24} โมเลกุล ง. 4.816×10^{24} โมเลกุล

8. สารในข้อใดมีจำนวนอะตอมสูงสุด ($O = 16$, $He = 4$, $H = 1$, $N = 14$)
- ก. แก๊สออกซิเจน (O_2) 32 กรัม
 - ข. แก๊สฮีเลียม (He) 22.4 dm^3 ที่ STP
 - ค. แก๊สไฮโดรเจน (H_2) 0.25 โมล
 - ง. แก๊สไนโตรเจน (N_2) 14 กรัม
9. สารในข้อใดมีจำนวนโมเลกุลน้อยที่สุด ($O = 16$, $He = 4$, $H = 1$, $N = 14$)
- ก. แก๊สออกซิเจน (O_2) 32 กรัม
 - ข. แก๊สฮีเลียม (He) 22.4 dm^3 ที่ STP
 - ค. แก๊สไฮโดรเจน (H_2) 0.25 โมล
 - ง. แก๊สไนโตรเจน (N_2) 14 กรัม
10. แก๊สโพรเพน (C_3H_8) 2 โมล ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง ($C = 12$, $H = 1$)
- ก. มีปริมาตร 44.8 dm^3 ที่ STP
 - ข. มี C 24.08×10^{23} อะตอม
 - ค. มีมวล 88 กรัม
 - ง. มี H 16 โมลอะตอม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รายวิชาเคมี 2 รหัสวิชา ว30222

ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

จำนวน 40 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 3 เรื่อง กฎทรงมวล กฎสัดส่วนคงที่ กฎของเกย์-ลูสแซก เวลา 3 ชั่วโมง

นางสาวพรชนก มีสำโรง ครูผู้สอน

1. สาระสำคัญ

กฎทรงมวล กล่าวว่า “ ในปฏิกิริยาเคมีใด ๆ มวลของสารทั้งหมดก่อนเกิดปฏิกิริยาเท่ากับมวลของสารทั้งหมดหลังเกิดปฏิกิริยา ”

กฎสัดส่วนที่กล่าวว่า “เมื่อธาตุตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปรวมตัวกันเกิดเป็นสารประกอบ อัตราส่วนโดยมวลธาตุที่เป็นองค์ประกอบนั้นย่อมมีค่าคงที่เสมอ

กฎของเกย์ – ลูสแซก กล่าวว่า “อัตราส่วนระหว่างปริมาตรของก๊าซที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับปริมาตรของก๊าซที่เกิดขึ้นซึ่งวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวจะเป็นเลขจำนวนเต็มลงตัวน้อย ๆ”

กฎของอาโวกาโดร กล่าวว่า “ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน ก๊าซทุกชนิดที่มีปริมาตรเท่ากันจะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน”

2. ผลการเรียนรู้

ว 3.1 ม.4/3 คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายกฎทรงมวล, กฎสัดส่วนคงที่, กฎของเกย์-ลูสแซก และกฎของอาโวกาโดรได้

3.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. นักเรียนสามารถคำนวณเกี่ยวกับกฎทรงมวล, กฎสัดส่วนคงที่, กฎของเกย์-ลูสแซก และกฎของอาโวกาโดรได้

3.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. จิตวิทยาศาสตร์ (ความรับผิดชอบ ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ การร่วมแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์)

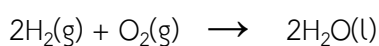
2. จิตสาธารณะ (ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ช่วยเหลือผู้อื่น รักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม)

4. สารการเรียนรู้

➤ กฎทรงมวล (Law of Conservation of Mass)

เมื่อปี ค.ศ. 1774 อองตวล โลรอง ลาวัซซีเอ (Antoin-Laurent Lavoisier) นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ได้ทดลองเผาสารในหลอดปิด ผลการทดลองพบว่ามวลของสารทั้งหมดก่อนเกิดปฏิกิริยาเท่ากับมวลของสารทั้งหมดหลังเกิดปฏิกิริยา และเขาทดลองทำหลาย ๆ ครั้งก็ได้ผลเช่นเดิม เขาจึงสรุปตั้งเป็นกฎเรียกว่า กฎทรงมวล ซึ่งกฎทรงมวล กล่าวว่า “ ในปฏิกิริยาเคมีใด ๆ มวลของสารทั้งหมดก่อนเกิดปฏิกิริยา เท่ากับมวลของสารทั้งหมดหลังเกิดปฏิกิริยา ” ตัวอย่างเช่น

เมื่อให้ก๊าซไฮโดรเจน (H₂) 4 กรัม ทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจน (O₂) 32 กรัม จะเกิดน้ำ 36 กรัม



4 กรัม 32 กรัม 36 กรัม

(มวลของสารทั้งหมดก่อนเกิดปฏิกิริยา) (มวลของสารทั้งหมดหลังเกิดปฏิกิริยา)

➤ กฎสัดส่วนคงที่ (Law of constant Proportions)

เมื่อปี ค.ศ. 1802 (พ.ศ. 2345) โจเซฟ เพราสต์ นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ได้ทำการทดลองและศึกษาปฏิกิริยาเคมีเกี่ยวกับการรวมตัวของธาตุเป็นสารประกอบ พบว่าอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบหนึ่ง ๆ จะมีค่าคงที่ ต่อมาได้ตั้งเป็นกฎเรียกว่า กฎสัดส่วนคงที่กฎสัดส่วนที่กล่าวว่า “เมื่อธาตุตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปรวมตัวกันเกิดเป็นสารประกอบ อัตราส่วนโดยมวล

ธาตุที่เป็นองค์ประกอบนั้นย่อมมีค่าคงที่เสมอไม่ว่าสารประกอบนั้นจะเตรียมขึ้นโดยวิธีใดหรือจะเตรียมก็ครั้งก็ตาม”

➤ กฎของเกย์ – ลูสแซก (Law of Gay – Lussac)

ในการศึกษาปริมาณสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของก๊าซที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน และปริมาตรของก๊าซที่เกิดจากปฏิกิริยา อาจทดลองโดยใช้ก๊าซต่าง ๆ มาทำปฏิกิริยากันกลายเป็นก๊าซใหม่ เช่น ก๊าซไฮโดรเจน ทำปฏิกิริยากับก๊าซคลอรีน ได้ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ หรือก๊าซที่เป็นสารประกอบมาแยกสลายให้กลายเป็นก๊าซชนิดใหม่ก็ได้ เช่น แยกสลายก๊าซ HCl เป็นก๊าซ H₂ และก๊าซ Cl₂ จะใช้วิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับความสะดวกและในการวัดปริมาตรของก๊าซจะต้องทำการวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน เพราะปริมาตรของก๊าซเปลี่ยนตามอุณหภูมิและความดันในปี ค.ศ. 1808 โจเซฟ-ลูย เก – ลูซัค (Joseph – Louis Gay – Lussac) นักเคมีชาวฝรั่งเศส ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรปริมาตรของก๊าซที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันและปริมาตรของก๊าซที่เกิดจากปฏิกิริยา โดยทำการทดลองวัดปริมาตรของก๊าซที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันและที่เกิดจากปฏิกิริยาที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันเขาได้ทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้งจนสรุปเป็นกฎเรียกว่า กฎการรวมปริมาตรของก๊าซ และต่อมาเรียกว่า กฎของเกย์ – ลูสแซกกฎของเกย์ – ลูสแซก กล่าวว่า “อัตราส่วนระหว่างปริมาตรของก๊าซที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับปริมาตรของก๊าซที่เกิดขึ้นซึ่งวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันจะเป็นเลขจำนวนเต็มลงตัวน้อย ๆ”

➤ กฎของอาโวกาโดร (Law of Avogadro)

ในปี ค.ศ.1811 อาเมเดโอ อาโวกาโดร ได้ศึกษากฎของเกย์-ลุสแซกและอธิบายว่าการที่อัตราส่วนโดยปริมาตรของก๊าซที่เข้าทำปฏิกิริยาและที่ได้จากปฏิกิริยาเป็นเลขจำนวนเต็มง่ายๆ คงเป็นเพราะปริมาตรของก๊าซมีความสัมพันธ์กับจำนวนอนุภาคที่รวมตัวกันเป็นสารประกอบ อาโวกาโดรจึงเสนอสมมติฐานว่า “ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน ก๊าซทุกชนิดที่มีปริมาตรเท่ากันจะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน” เช่น ปฏิกิริยาระหว่างก๊าซไฮโดรเจนกับก๊าซออกซิเจนจนเกิดเป็นไอน้ำ

ไฮโดรเจน	+	ออกซิเจน	----->	ไอน้ำ
2 cm ³		1 cm ³		2 cm ³
2n โมเลกุล		n โมเลกุล		2n โมเลกุล
2 โมเลกุล		1 โมเลกุล		2 โมเลกุล
1 โมเลกุล		1/2 โมเลกุล		1 โมเลกุล
2 x2 อะตอม		1 x2 อะตอม		2 โมเลกุล
2 อะตอม		1 อะตอม		1 โมเลกุล

5. กิจกรรมการเรียนรู้ (ใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es)

ชั่วโมงที่ 1

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (5 นาที)

5.1.1 ครูให้นักเรียนดูวิดีโอที่ค้นเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนดังนี้



5.1.2 ครูถามนักเรียน ดังนี้

- จากวิดีโอที่นักเรียนได้ดูไปแล้วนั้น นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง
(แนวคำตอบ ตะกอน, สีที่เปลี่ยนไป, มวลก่อนเท่ากับมวลหลังทำปฏิกิริยา)
- นักเรียนคิดว่ากฎที่ให้ความหมายเกี่ยวกับมวลนั้นเรียกว่าอะไรและมีลักษณะสำคัญ

อย่างไรวันนี้เราจะมาช่วยกันไขปริศนาว่ากฎที่เกี่ยวกับมวลและปริมาตรของแก๊สมีอะไรบ้าง

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (115 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่มๆละ 5 คน

5.2.2 ครูให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาจับฉลากเพื่อค้นคว้าข้อมูลตามหัวข้อที่ได้รับ ซึ่งฉลากจะมี กฎต่างๆได้แก่ กฎทรงมวล, กฎสัดส่วนคงที่, กฎของเกย์- ลูสแซก และกฎของอาโวกาโดร

5.2.3 ครูให้แต่ละกลุ่มค้นคว้าหาข้อมูลจากนั้นเขียนความรู้ที่ได้ลงในกระดาษปฐพีที่แจกให้

ชั่วโมงที่ 2

5.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (40 นาที)

5.3.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอสิ่งที่ได้เรียนรู้หน้าชั้นเรียนโดยให้เวลา กลุ่มละ 5 นาที

5.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

- ลักษณะสำคัญของกฎกฎทรงมวล, กฎสัดส่วนคงที่, กฎของเกย์- ลูสแซก และกฎของอาโวกาโดร

5.4 ขั้นขยายความรู้ (10 นาที)

5.4.1 ครูให้นักเรียนพิจารณาโจทย์ต่อไปนี้ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันหาคำตอบ

- เมื่อเผาโลหะเงิน 2.16 g กับผงกำมะถัน 0.40 g ปรากฏว่าได้สารประกอบซัลไฟด์อย่างเดียว และมีกำมะถันเหลือ 0.08 g เมื่อทดลองนำซัลไฟด์ของโลหะเงินอีจำนวนหนึ่งมาวิเคราะห์ พบว่ามีกำมะถัน 12.90%โดยมวล จงพิสูจน์ให้เห็นว่าการทดลองนี้เป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่

5.4.2 ครูสุ่มนักเรียนออกมาเฉลยคำตอบหน้าชั้นเรียน

5.5 ขั้นประเมินผล (10 นาที)

5.5.1 ครูให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ และให้เขียนตอบลงในสมุดบันทึก

(1) เมื่อใช้ Zn 3.5 g ทำปฏิกิริยากับสารละลาย H_2SO_4 5.2 g พบว่าจะเกิด ZnSO_4 6.8 g กับก๊าซ H_2 1.4 g จงหาปริมาณ Zn ที่เหลือ

(2) H_2 ทำปฏิกิริยาพอดีกับ O_2 เกิดเป็น H_2O มีอัตราส่วนโดยปริมาตรเป็น 2 : 1 : 2 จงคำนวณหาปริมาตรของ H_2 ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับ O_2 40 dm³ ที่อุณหภูมิ 750°C ความดัน 1 atm

(3) ที่ STP A_2 30.0 cm³ ทำปฏิกิริยาพอดีกับ B_2 90 cm³ ได้แก๊สชนิดหนึ่ง 60 cm³ จงหาสูตรโมเลกุลของแก๊สที่เกิดขึ้น

- (4) ที่ T และ P เดียวกัน ถ้า H_2 ปริมาตร 50.6 dm^3 มี 1.024×10^{24} โมเลกุล
จงคำนวณว่า N_2 3.612×10^{24} โมเลกุล มีปริมาตรเท่าใด

6. สื่อ/วัสดุ/อุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้

- 6.1 Power point
- 6.2 สื่อการเรียนรู้เรื่อง พลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิก
- 6.3 กระดาษพรุฬ
- 6.4 ฉลาก
- 6.5 ปากกาเมจิก

7. กระบวนการวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การตัดสิน
1. ด้านความรู้	การทดสอบ	โจทย์คำถาม	ได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป
	การตรวจผลงาน	ชิ้นงาน	นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหา คิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
2. ด้านทักษะ	การตรวจผลงาน	ชิ้นงาน	นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหา คิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
3. ด้านเจตคติ	การสังเกต	แบบประเมินพฤติกรรม คุณลักษณะอันพึงประสงค์	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป ทุกรายการที่ประเมิน

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แผนการจัดการเรียนรู้

- ☐ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- ☐ มีการใช้สื่อ/นวัตกรรม/เทคโนโลยีในกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ จัดกิจกรรมเหมาะสมกับผู้เรียน
- ☐ มีการจำแนกผู้เรียนตามความเหมาะสม/คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
- ☐ มีการบูรณาการ
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผลตรงตามตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้/กิจกรรม
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผล ตามสภาพจริง
- ☐ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

วันที่..... เดือน พ.ศ

บันทึกหลังสอน

1. นักเรียนที่ใช้สอน นักเรียนชั้น จำนวน.....คน
2. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
 - 2.1) ความเหมาะสมของระยะเวลา () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.2) ความเหมาะสมของเนื้อหา () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.3) ความเหมาะสมของกิจกรรม () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.4) ความเหมาะสมของสื่อการสอนที่ใช้ () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.5) การมีส่วนร่วมของนักเรียน () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.6) ผลการปฏิบัติกิจกรรม/ใบงาน การทดสอบหลังเรียน
 - 1) การประเมินด้านความรู้
ผลการทดสอบหลังการเรียนพบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย.....จากคะแนนเต็ม.....
มีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้คือร้อยละ
 - 2) การประเมินด้านทักษะกระบวนการ ผลการประเมินโดยการสังเกตพฤติกรรมพบว่า มีนักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์การประเมินและมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ ในระดับดีขึ้น
 - 3) การประเมินด้านเจตคติ ผลการประเมินพบว่า มีนักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์การประเมิน และมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินขั้นต่ำที่กำหนดไว้ระดับ 3 ขึ้นไป
3. ปัญหาและอุปสรรค
.....
4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข
.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางสาวพรชนก มีสำโรง)

ตำแหน่ง ครู

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวพรชนก มีสำโรง)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม
เรื่อง กฎทรงมวล กฎสัดส่วนคงที่ กฎของเกย์-ลุสแซก

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย  ลงในรายการที่ปฏิบัติ

ลำดับ ที่	รายการพฤติกรรม	กลุ่มที่					
		1	2	3	4	5	6
1	มีความรับผิดชอบ						
2	มีส่วนร่วมในการตอบคำถาม						
3	ความกระตือรือร้นในการเรียน						
4	ช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม						
5	มีความซื่อสัตย์						
6	ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้						
รวม							
ระดับคุณภาพ							

หมายเหตุ

1. การให้คะแนน  ถือเป็น 1 คะแนน
2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)

วิธีการให้คะแนน

- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
- ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
- ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
- ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
- ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
- ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

รายวิชาเคมี 2 รหัสวิชา ว30222

ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

จำนวน 40 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 4 เรื่อง สูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุล

เวลา 4 ชั่วโมง

นางสาวพรชนก มีสำโรง ครูผู้สอน

1. สาระสำคัญ

สูตรเคมีสามารถแสดงได้ด้วยสูตรเอมพิริคัลหรือสูตรอย่างง่าย และสูตรโมเลกุล ซึ่งสูตรอย่างง่ายสามารถคำนวณได้จากอัตราส่วนโดยโมลของธาตุองค์ประกอบ และถ้าทราบมวลโมเลกุลของสารจะสามารถคำนวณสูตรโมเลกุลได้

2. ผลการเรียนรู้

ว 3.1 ม.4/4 คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสารได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุลได้

3.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ

2. นักเรียนสามารถคำนวณสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุลได้

3.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. จิตวิทยาศาสตร์ (ความรับผิดชอบ ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ การร่วมแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์)

2. จิตสาธารณะ (ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ช่วยเหลือผู้อื่น รักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม)

4. สาระการเรียนรู้

สูตรเอมพิริคัล (Empirical Formula)

สูตรเอมพิริคัล เป็นสูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของธาตุองค์ประกอบ เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีสูตรโมเลกุลเป็น H_2O_2 อัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนอะตอม H : O เท่ากับ 1 : 1 สูตรเอมพิริคัลจึงเป็น HO กลูโคสมีสูตรโมเลกุลเป็น $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ อัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนอะตอม C : H : O เท่ากับ 1 : 2 : 1 สูตรเอมพิริคัลจึงเป็น CH_2O

การหาสูตรเอมพิริคัล มีหลักดังนี้

1. ต้องทราบว่าสารที่จะหาสูตรเอมพิริคัลประกอบด้วยธาตุใดบ้าง
2. ต้องทราบมวลอะตอมของแต่ละธาตุในสารที่จะหาสูตรเอมพิริคัล
3. ต้องทราบมวลของแต่ละธาตุในสารที่จะหาสูตร
4. ให้ข้อมูลจากข้อ 1, 2 และ 3 หาอัตราส่วนโดยโมล ด้วยการนำมวลของแต่ละธาตุหารด้วยมวลอะตอมของมันมาเข้าอัตราส่วน
5. สำหรับการปัดจุดทศนิยมของตัวเลขในการหาอัตราส่วนโดยโมล โดยทำตัวเลขใดตัวเลขหนึ่งให้เป็น 1 แล้วจึงปัดจุดทศนิยมด้วยวิธีปัด 0.1 - 0.2 ทิ้ง ถ้าเป็น 0.8 - 0.9 ปัดขึ้นอีก 1 ถ้าเป็น 0.0 - 0.7 ปัดไม่ได้ ต้องหาตัวเลขที่ต่ำที่สุดมาคูณตัวเลขของอัตราส่วนโดยโมลให้มีค่าใกล้กับที่ จะปัดจุดทศนิยมได้ แล้วปัดจุดทศนิยมตัวเลขให้เป็นจำนวนเต็ม อนึ่งการปัดจุดทศนิยม ถ้าตัวเลขปัดจุดทศนิยมไม่ได้ ตัวเลขทุกตัวของอัตราส่วนโดยโมลนั้นก็จะเป็นจำนวนเต็มไม่ปัดจุดทศนิยม หาตัวเลข มาคูณให้ได้ตัวเลขที่จะปัดจุดทศนิยมได้อัตราส่วนโดยโมลที่เป็นจำนวนเต็มได้สูตรเอมพิริคัล

สูตรโมเลกุล (Molecular Formula)

สูตรโมเลกุลเป็นสูตรที่แสดงจำนวนอะตอมของธาตุองค์ประกอบที่มีอยู่ใน 1 โมเลกุลของสาร เช่น ไฮโดรเจนมีสูตรโมเลกุลเป็น H_2 แสดงว่า 1 โมเลกุลประกอบด้วยไฮโดรเจน 2 อะตอม ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีสูตรโมเลกุลเป็น H_2O_2 แสดงว่า 1 โมเลกุลประกอบด้วยไฮโดรเจนและออกซิเจนธาตุละ 2 อะตอม

การหาสูตรโมเลกุลของสารทั่วไป มีหลักดังนี้

1. ต้องทราบสูตรเอมพิริคัล
2. ต้องทราบมวลโมเลกุลโดยโจทย์กำหนดมาให้ทางตรงหรือทางอ้อมก็ได้
3. นำข้อมูลที่ได้จากข้อ 1, 2 หาค่า n โดยใช้สูตร
(มวลของสูตรเอมพิริคัล) $\times n$ = มวลโมเลกุล
 n = เลขเป็นจำนวนเต็มบวก เช่น 1, 2, 3 การปัดจุดทศนิยมของค่า n ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ให้ปัดขึ้นอีกหนึ่ง แต่ถ้าต่ำกว่า 0.5 ก็ปัดทิ้งไป เช่น 3.6 ก็ให้ปัดจุดทศนิยมเป็น 4.0 และ 2.2 ปัดจุดทศนิยมเป็น 2.0

การหาสูตรโมเลกุลของก๊าซ

การหาสูตรโมเลกุลของก๊าซ มีหลักการดังนี้

1. สารทุกชนิดที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาเป็นก๊าซหมด และสารที่จะหาสูตรโมเลกุลจะต้องเป็นก๊าซหรือไอเท่านั้น
2. สมมติสูตรโมเลกุลของก๊าซที่จะหาสูตรโดยทราบว่าประกอบด้วยธาตุใดบ้าง
3. ต้องทราบปริมาตรของก๊าซต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันในปฏิกิริยา และปริมาตรของก๊าซต้องวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน
4. หาอัตราส่วนโดยปริมาตรก๊าซต่าง ๆ เป็นอย่างต่ำ
5. เปลี่ยนอัตราส่วนโดยปริมาตรของก๊าซเป็นอัตราส่วนโดยโมล โดยใช้กฎอาวอกาโดร

6. เขียนสมการของปฏิกิริยาเคมีตามโจทย์บอก แล้วเข้าสมการพีชคณิตของจำนวนอะตอมทั้งหมดทางซ้าย

และทางขวาของแต่ละธาตุให้เท่ากัน จะได้สมการพีชคณิตหลายสมการที่มีตัวแปรหลายตัว จากนั้นก็คำนวณหาสูตรโมเลกุลของก๊าซได้

การหาร้อยละโดยมวลของธาตุจากสูตรเคมี

$$\text{ร้อยละของธาตุ A ในสารประกอบ} = \frac{\text{มวลของธาตุ A}}{\text{มวลของสารประกอบ}} \times 100$$

5. กิจกรรมการเรียนรู้ (ใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es)

ชั่วโมงที่ 1-2

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (5 นาที)

5.1.1 ครูถามนักเรียน ดังนี้

- สูตรเคมีหมายถึงอะไร

(แนวคำตอบ สูตรที่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารประกอบ)

- สูตรเคมีที่นักเรียนรู้จักได้แก่อะไรบ้าง

(แนวคำตอบ สูตรเอมพิริคัล, สูตรโมเลกุลและสูตรโครงสร้าง)

- นักเรียนมีวิธีการหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุลอย่างไร

- วันนี้เราจะมาช่วยกันค้นหาวิธีการหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุลว่ามีวิธีการหาอย่างไร

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (115 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่มๆละ 5 คน

5.2.2 ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม เรื่อง สูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุลโดยมีการดำเนินกิจกรรม ดังนี้

5.2.2.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษาเรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุลในหนังสือเรียนเคมีเล่ม 2 สสวท

5.2.2.2 ครูให้โจทย์คำถามแก่นักเรียนดังนี้

(1) จงหา empirical formula ของ hydrocarbon ที่มี C 85.63% โดยมวล

(2) สารประกอบที่มี C 40.09% , H 6.6% , O 53.3% โดยมวล มีมวลโมเลกุล 60 จะมีสูตรโมเลกุลเป็นอย่างไร

ชั่วโมงที่ 3

5.3 ขึ้นอภิปรายและลงข้อสรุป (60 นาที)

- 5.3.1 ครูสุ่มนักเรียนออกมาเฉลยคำตอบหน้าชั้นเรียน
- 5.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นของโจทย์ปัญหา
 - (1) จงหา empirical formula ของ hydrocarbon ที่มี C 85.63% โดยมวล
 - (2) สารประกอบที่มี C 40.09% , H 6.6% , O 53.3% โดยมวล มีมวลโมเลกุล 60 จะมีสูตรโมเลกุลเป็นอย่างไร
- 5.3.3 ครูยกตัวอย่างโจทย์อื่นๆ และให้นักเรียนร่วมกันหาคำตอบ

ชั่วโมงที่ 4

5.4 ขยายความรู้ (45 นาที)

- 5.4.1 ครูให้นักเรียนตอบคำถามดังนี้
 - (1) สารประกอบไฮเดรตของ $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 15.00 g พบว่ามี 7.05 g H_2O
จงหา empirical formula ของสารประกอบไฮเดรตนี้
 - (2) แอลซิลินเป็นสารประกอบที่มีกลิ่นคล้ายกระเทียม เมื่อนำมาวิเคราะห์พบว่าประกอบด้วย C 44% , H 6.21% , S 39.5% , O 9.86% จงคำนวณหาสูตรโมเลกุล ถ้ามวลต่อโมลของสารนี้มีค่าประมาณ 162 g

- 5.4.2 ครูสุ่มให้นักเรียนออกมาเฉลยหน้าชั้นเรียน

5.5 ขึ้นประเมินผล (15 นาที)

- 5.5.1 ครูให้นักเรียนแต่ละคนออกมาจับฉลากเพื่อทำโจทย์ 1 ข้อ
- 5.5.2 ครูให้นักเรียนทำโจทย์ที่จับฉลากได้

6. สื่อ/วัสดุ/อุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้

- 6.1 Power point
- 6.2 หนังสือเรียนวิชาเคมี เล่ม 2 สสวท.
- 6.3 ฉลากโจทย์คำถาม

7. กระบวนการวัดและประเมินผล

การวัดและ ประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การตัดสิน
1. ด้านความรู้	การทดสอบ	โจทย์คำถาม	ได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป
	การตรวจ ผลงาน	โจทย์คำถาม	นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหา คิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
2. ด้านทักษะ	การตรวจ ผลงาน	โจทย์คำถาม	นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหา คิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
3. ด้านเจตคติ	การสังเกต	แบบประเมินพฤติกรรม คุณลักษณะอันพึงประสงค์	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป ทุกรายการที่ประเมิน

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แผนการจัดการเรียนรู้

- ☐ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- ☐ มีการใช้สื่อ/นวัตกรรม/เทคโนโลยีในกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ จัดกิจกรรมเหมาะสมกับผู้เรียน
- ☐ มีการจำแนกผู้เรียนตามความเหมาะสม/คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
- ☐ มีการบูรณาการ
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผลตรงตามตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้/กิจกรรม
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผล ตามสภาพจริง
- ☐ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

วันที่..... เดือน พ.ศ

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวพรชนก มีสำโรง)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม
เรื่อง สูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุล

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในรายการที่ปฏิบัติ

ลำดับ ที่	รายการพฤติกรรม	กลุ่มที่					
		1	2	3	4	5	6
1	มีความรับผิดชอบ						
2	มีส่วนร่วมในการตอบคำถาม						
3	ความกระตือรือร้นในการเรียน						
4	ช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม						
5	มีความซื่อสัตย์						
6	ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้						
รวม							
ระดับคุณภาพ							

หมายเหตุ

1. การให้คะแนน ✓ ถือเป็น 1 คะแนน
2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)

วิธีการให้คะแนน

- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
- ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
- ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
- ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
- ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
- ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

การคำนวณสูตรโมเลกุล

สูตรโมเลกุลอาจจะคำนวณได้หลายวิธีตามลักษณะของข้อมูลที่กำหนดให้ เช่น คำนวณจากสูตรเอมพิริคัล คำนวณจากมวลโมเลกุลของก๊าซ เป็นต้น

1. การคำนวณสูตรโมเลกุลจากสูตรเอมพิริคัล สูตรโมเลกุลและสูตรเอมพิริคัลมีความสัมพันธ์กันตาม

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

เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots$

หมายความว่า ถ้าทราบสูตรเอมพิริคัล จะนำไปคำนวณสูตรโมเลกุลได้ ถ้ามีข้อมูลเพียงพอที่จะหาค่า n เช่น ข้อมูลจากมวลโมเลกุล เป็นต้น

2. การคำนวณสูตรโมเลกุลจากสูตรเอมพิริคัล มีโดยทั่วไป ดังนี้

1. ต้องคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลก่อน

2. สมมติสูตรโมเลกุล โดยใช้ความสัมพันธ์

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

3. คำนวณหาค่า n โดยใช้ข้อมูลจากมวลโมเลกุล คือ

$$\text{มวลโมเลกุล} = \text{ผลบวกของมวลอะตอมของธาตุทั้งหมดรวมกัน}$$

เมื่อได้ค่า n จะได้สูตรโมเลกุล

ตัวอย่างที่ 1 สารประกอบชนิดหนึ่งเกิดจากการรวมตัวของคาร์บอน 6 กรัม ไฮโดรเจน 1 กรัม และซัลเฟอร์ 8 กรัม ถ้าสารประกอบนั้นมีมวลโมเลกุลเท่ากับ 240 สูตรโมเลกุลของสารประกอบนี้เป็นอย่างไร

ก. CH_2S

ข. $\text{C}_2\text{H}_2\text{S}$

ค. $\text{C}_4\text{H}_8\text{S}$

ง. $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{S}_4$

วิธีทำ หาสูตรเอมพิริคัล

$$\text{โมล C} = \frac{6}{12}, \text{ โมล H} = \frac{1}{1}, \text{ โมล S} = \frac{8}{32}$$

$$\text{โมล C : H : S} = \frac{6}{12} : \frac{1}{1} : \frac{8}{32}$$

$$= 0.5 : 1.0 : 0.25$$

$$= 2 : 4 : 1$$

สูตรเอมพิริคัลคือ $\text{C}_2\text{H}_4\text{S}$

หาสูตรโมเลกุล สมมติให้สูตรโมเลกุลเป็น $(\text{C}_2\text{H}_4\text{S})_n$

$$\text{มวลโมเลกุล} = (\text{C}_2\text{H}_4\text{S})_n = 240$$

$$\begin{aligned}
 240 &= (2C + 4H + S)n \\
 240 &= (2 \times 12 + 4 \times 1 + 32)n \\
 n &= 4
 \end{aligned}$$

สูตรโมเลกุล คือ $(C_2H_4S)_4 = C_8H_{16}S_4$

ตอบ

ตัวอย่างที่ 2 สารประกอบชนิดหนึ่งประกอบด้วยธาตุคาร์บอน 24.3% ธาตุไฮโดรเจน 4.1 % และที่เหลือเป็นธาตุคลอรีน ถ้าสารนี้มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 99 จงคำนวณสูตรโมเลกุลของสารนี้

วิธีทำ

ตัวอย่างที่ 3 ก๊าซไฮโดรคาร์บอนชนิดหนึ่งประกอบด้วยธาตุคาร์บอน 82.7% และธาตุไฮโดรเจน 17.3% โดยมวล ถ้าก๊าซนี้มีมวล 2.59 กรัม ปริมาตร 1 ลิตร ที่ STP จงคำนวณสูตรโมเลกุลของก๊าซนี้

วิธีทำ

1. สารประกอบชนิดหนึ่งประกอบด้วยกำมะถันและไนโตรเจนเท่านั้น ถ้าสารประกอบนี้มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ 69.60 % โดยมวล และมีมวลโมเลกุลเท่ากับ 184 จงหาสูตรโมเลกุลของสารนี้
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

4. ออกไซด์ชนิดหนึ่งมีอาร์เซนิก 65.2 % และออกซิเจน 34.8 % มวลโมเลกุล 230

สูตรโมเลกุลของสารนี้คือข้อใด (As = 75 O = 16)

1. As_2O_4 2. As_2O_3 3. AsO_2 4. As_2O_5

5. แก๊สไฮโดรคาร์บอนชนิดหนึ่งประกอบด้วย C 82.66% , H 17.34% ถ้าแก๊สนี้มีปริมาตร 1 dm^3

หนัก 2.59 กรัม ที่ STP สูตรโมเลกุลของแก๊สนี้จะเป็นอย่างไร (C = 12 , H = 1)

1. C_2H_6 2. C_4H_6 3. C_4H_8 4. C_4H_{10}

6. สารประกอบชนิดหนึ่งประกอบด้วยธาตุคาร์บอน 24.3% ไฮโดรเจน 4.1% และคลอรีน 71.6%

โดยมวล ถ้าสารนี้มีมวลโมเลกุล = 99 จงหาสูตรโมเลกุลของสารนี้ (C = 12.0 , H = 1, Cl = 35.5)

1. CH_2Cl 2. CH_4Cl_2 3. $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ 4. $\text{C}_4\text{H}_2\text{Cl}$

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

รายวิชาเคมี 2 รหัสวิชา ว30222

ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

จำนวน 40 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 5 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย

เวลา 5 ชั่วโมง

นางสาวพรชนก มีสำโรง ครูผู้สอน

1. สาระสำคัญ

สารละลาย (Solution) คือ สารเนื้อเดียวที่มีสารตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมารวมกันประกอบด้วยตัวทำละลาย (Solvent) และตัวถูกละลาย (Solute)

หน่วยของสารละลาย เป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณของตัวละลายที่ละลายอยู่ในตัวทำละลายหรือในสารละลายนั้น วัดในรูปความเข้มข้นปริมาณตัวถูกละลายต่อปริมาณสารละลาย

2. ผลการเรียนรู้

ว 3.1 ม.4/5 คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ โมลาลิตี โมลลิตี เศษส่วนโมล ppm และ ppb ได้

3.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. นักเรียนสามารถคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ โมลาลิตี โมลลิตี เศษส่วนโมล ppm และ ppb ได้

3.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. จิตวิทยาศาสตร์ (ความรับผิดชอบ ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ การร่วมแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์)

2. จิตสาธารณะ (ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ช่วยเหลือผู้อื่น รักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม)

4. สาระการเรียนรู้

สารละลาย (Solution) คือ สารเนื้อเดียวที่มีสารตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมารวมกันประกอบด้วยตัวทำละลาย (Solvent) และตัวถูกละลาย (Solute)

หลักการพิจารณาตัวถูกละลายและตัวทำละลาย

1. ถ้าตัวถูกละลายและตัวทำละลายมีสถานะเดียวกับสารละลาย
 - a. ตัวทำละลาย คือ สารที่มีปริมาณมากที่สุด ในส่วนผสมนั้น สารที่มีปริมาณน้อยกว่าจัดเป็นตัวถูกละลาย
2. ถ้าสารละลาย มีสถานะแตกต่างจากตัวทำละลาย หรือตัวถูกละลาย
 - b. ตัวทำละลาย คือ สารที่มีสถานะเดียวกับสารละลายนั้น

ความเข้มข้นของสารละลาย

หน่วยของสารละลาย เป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณของตัวละลายที่ละลายอยู่ในตัวทำละลายหรือในสารละลายนั้น วัดในรูปความเข้มข้นปริมาณตัวถูกละลายต่อปริมาณสารละลาย

1. ร้อยละหรือส่วนในร้อยส่วน (parts per hundred ใช้ตัวย่อ pph)

1.1 ร้อยละโดยมวล (%W/W) คือ ปริมาณมวลของตัวถูกละลายในมวลของสารละลาย 100 หน่วยมวลเดียวกัน

$$\text{ร้อยละโดยมวลของ A} = \frac{\text{มวลของ A (หน่วยมวล)}}{\text{มวลของสารละลาย (หน่วยมวล)}} \times 100$$

1.2 ร้อยละโดยปริมาตร (%V/V) คือ ปริมาตรของตัวถูกละลายในสารละลายปริมาตร 100 หน่วยปริมาตรเดียวกัน นิยมใช้กับสารละลายที่เป็นของเหลว เช่น สารละลายแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 20 โดยปริมาตร หมายความว่าสารละลายนี้ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรจะมีแอลกอฮอล์ละลายอยู่ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร

$$\text{ร้อยละโดยปริมาตรของ A} = \frac{\text{ปริมาตรของ A (หน่วยปริมาตร)}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย (หน่วยปริมาตร)}} \times 100$$

1.3 ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร (%W/V) ปริมาณของตัวถูกละลายในปริมาตรของสารละลาย 100 หน่วยปริมาตร โดยทั่วไปถ้ามวลของตัวถูกละลายมีหน่วยเป็นกรัม ปริมาตรของสารละลายจะมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร และถ้ามวลของตัวถูกละลายมีหน่วยเป็นกิโลกรัม ปริมาตรของสารละลายจะมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เดซิเมตรหรือลิตร หน่วยมวลและหน่วยปริมาตรต้องให้สอดคล้องกันด้วย

$$\text{ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรของ A} = \frac{\text{มวลของ A (หน่วยมวล)}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย (หน่วยปริมาตร)}} \times 100$$

2. ส่วนในล้านส่วน (parts per million ใช้ตัวย่อ ppm) และส่วนในพันล้านส่วน (parts per billion ใช้ตัวย่อ ppb) เป็นหน่วยที่บอกปริมาณตัวละลายเป็นมวลหรือปริมาตรที่ละลายในสารละลาย 1 ล้านหน่วย และ 1 พันล้านหน่วย ตามลำดับ เช่น ในแหล่งน้ำแห่งหนึ่งมีสารตะกั่วปนเปื้อน 0.1 ส่วนในล้านส่วนโดยมวล หมายความว่า น้ำในแหล่งน้ำนั้น 1 ล้านกรัมมีตะกั่วละลายอยู่ 0.1 กรัม หรือในเนื้อปลาที่มีสารปรอทปนเปื้อนอยู่ 1 ส่วนในพันล้านส่วนโดยมวล หมายความว่า ในเนื้อปลานั้น 1 พันล้านกรัม มีสารปรอทปนเปื้อนอยู่ 1 กรัม ซึ่งความเข้มข้นในหน่วยนี้เขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{ppm (มวล)} &= \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 10^6 \\ \text{ppb (มวล)} &= \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 10^9 \\ \text{ppm (ปริมาตร)} &= \frac{\text{ปริมาตรของตัวละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 10^6 \\ \text{ppb (ปริมาตร)} &= \frac{\text{ปริมาตรของตัวละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 10^9\end{aligned}$$

ในกรณีที่สารละลายเจือจางมาก มวลของตัวละลายมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับมวลของตัวทำละลาย ทำให้มวลของสารละลายมีค่าใกล้เคียงกับมวลของตัวทำละลายจนถือว่าเท่ากัน เขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{ppm (มวล)} &= \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{มวลของตัวทำละลาย}} \times 10^6 \\ \text{ppb (มวล)} &= \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{มวลของตัวทำละลาย}} \times 10^9\end{aligned}$$

3. โมลาริตี หรือโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร (mol/dm³ หรือ mol/l) เป็นหน่วยที่บอกจำนวนโมลของตัวถูกละลายในสารละลาย 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร หน่วยความเข้มข้นเป็นโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร อาจเรียกย่อได้เป็นโมลาร์ (Molar) ใช้สัญลักษณ์ M

$$\text{โมลาริตี (M)} = \frac{\text{จำนวนโมลของตัวละลาย (mol)}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย (dm}^3 \text{ หรือ L)}}$$

4. โมแลลิตี หรือ โมลต่อกิโลกรัม (mol/kg) เป็นหน่วยที่บอกจำนวนโมลของตัวถูกละลาย ที่ละลายในตัวทำละลาย 1 กิโลกรัม จึงมีหน่วยเป็น mol/kg หรือเรียกว่า โมแลล (Molal) ใช้สัญลักษณ์ m

$$\text{โมแลลิตี (m)} = \frac{\text{จำนวนโมลของตัวละลาย (mol)}}{\text{มวลของตัวทำละลาย (kg)}}$$

5. เศษส่วนโมล (Mole fractions) คือ สัดส่วนจำนวนโมลของสารองค์ประกอบหนึ่งต่อจำนวนโมลรวม ของสารทุกชนิดในสารละลาย ใช้สัญลักษณ์ X เช่น สารละลายชนิดหนึ่งประกอบด้วยสาร A a mol, B b mol และ C c mol จะได้เศษส่วนโมลของสาร A, B และ C ดังนี้

$$\text{เศษส่วนโมลของสาร A (X}_A\text{)} = a / (a + b + c)$$

$$\text{เศษส่วนโมลของสาร B (X}_B\text{)} = b / (a + b + c)$$

$$\text{เศษส่วนโมลของสาร C (X}_C\text{)} = c / (a + b + c)$$

ผลรวมของเศษส่วนโมลของสารองค์ประกอบทั้งหมดคือ $X_A + X_B + X_C$ มีค่าเท่ากับ 1 และเมื่อนำค่าเศษส่วนโมลของแต่ละสารมาคูณด้วยร้อยละ จะได้ความเข้มข้นในหน่วยร้อยละโดยจำนวนโมลของสารนั้น

$$\text{ร้อยละโดยจำนวนโมลของสาร A} = \text{เศษส่วนโมลของสาร A} \times 100$$

$$\text{ร้อยละโดยจำนวนโมลของสาร B} = \text{เศษส่วนโมลของสาร B} \times 100$$

$$\text{ร้อยละโดยจำนวนโมลของสาร C} = \text{เศษส่วนโมลของสาร C} \times 100$$

5. กิจกรรมการเรียนรู้ (ใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es)

ชั่วโมงที่ 1-3

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (5 นาที)

5.1.1 ครูนำฉลากสารตัวอย่างมาให้นักเรียนดู (ดังภาพ)



5.1.2 ครูถามนักเรียน ดังนี้

- นักเรียนสังเกตเห็นข้อมูลอะไรบ้างที่ปรากฏในฉลากของสารเคมีตัวอย่าง
- นักเรียนคิดว่า %Vol/Vol มีความหมายว่าอย่างไร

(แนวคำตอบ ปริมาตรของตัวถูกละลายในสารละลายปริมาตร 100 หน่วยปริมาตรเดียวกัน)

- นักเรียนคิดว่า %Vol/Vol บ่งบอกถึงอะไร

(แนวคำตอบ ความเข้มข้นของสารละลาย)

- นักเรียนคิดว่านอกจากการบอกความเข้มข้นของสารในหน่วยร้อยละแล้ว ยังสามารถบอกความเข้มข้นของสารในหน่วยอื่นได้หรือไม่ อย่างไร

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (180 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่มๆละ 5 คน

5.2.2 ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย โดยมีการดำเนินกิจกรรม ดังนี้

5.2.2.1 ครูให้นักเรียนจับฉลากเพื่อเข้าประจำฐานการเรียนรู้ ซึ่งมีทั้งหมด 6 ฐานการเรียนรู้ ได้แก่ ฐานการเรียนรู้ที่ 1 = ส่วนในร้อยละ
ฐานการเรียนรู้ที่ 2 = ส่วนในล้านส่วน
ฐานการเรียนรู้ที่ 3 = โมราลิตี
ฐานการเรียนรู้ที่ 4 = โมลลิตี
ฐานการเรียนรู้ที่ 5 = เศษส่วนโมล
ฐานการเรียนรู้ที่ 6 = ปริศนาคำทาย

ซึ่งในแต่ละฐานจะมีเวลาทั้งสิ้น 30 นาที สมาชิกภายในกลุ่มต้องช่วยกันทำกิจกรรมประจำฐานให้เสร็จทันเวลาจึงจะสามารถเปลี่ยนฐานได้

5.2.2.2 ครูให้นักเรียนเข้าประจำฐาน

ชั่วโมงที่ 4

5.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (55 นาที)

5.3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นคำถามต่อไปนี้

- ความเข้มข้นของสารละลายมีอะไรบ้าง
- สารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 90% Vol/Vol หมายความว่าอย่างไร
- สารละลายโพแทสเซียมไนเตรดเข้มข้น 5 ppm หมายความว่าอย่างไร
- ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละต่างจากความเข้มข้นของสารละลายในหน่วย ppm หรือ ppb อย่างไร

- สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้น 0.5 โมลาร์ หมายความว่าอย่างไร

- กลูโคส 1 โมลลิตี หมายความว่าอย่างไร

- ความเข้มข้นในหน่วยโมลลิตีต่างจากความเข้มข้นในหน่วยโมลลิตีอย่างไร

- เศษส่วนโมลของสารมีความสำคัญอย่างไร

5.3.2 ครูให้นักเรียนเขียน mind map สรุปความเข้มข้นของสารละลายลงในสมุดบันทึก

ชั่วโมงที่ 5

5.4 ขั้ขยายความรู้ (40 นาที)

5.4.1 ครูยกตัวอย่างโจทย์ดังนี้

- (1) จะต้องใช้ 96%w/w H_2SO_4 (density 1.83 g/mL) จำนวนกี่ mL ในการเตรียมสารละลาย 3.0 M H_2SO_4 จำนวน 2.0 L

(แนวคำตอบ 335 mL)

- (2) จะต้องใช้ CaCl_2 กี่กรัม เติมลงไปใ้ในน้ำ 300 mL เพื่อให้ได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 2.46 mol/kg สมมติน้ำมีความหนาแน่นเป็น 1.0 g/mL

(แนวคำตอบ 81.9 g)

5.4.2 ครูให้นักเรียนออกมาจับฉลากเพื่อทำโจทย์

5.4.3 ครูสุ่มให้นักเรียนออกมาเฉลยวิธีการให้ได้มาซึ่งคำตอบหน้าชั้นเรียน

5.5 ขั้ประเมินผล (20 นาที)

5.5.1 ครูแจกแผ่นป้ายถูก/ผิด ให้นักเรียนคนละ 1 แผ่นป้าย

5.5.2 ครูยกตัวอย่างฉลากสินค้าอุปโภค บริโภค แล้วให้นักเรียนพิจารณาว่าความเข้มข้นที่ปรากฏในฉลากเป็นความเข้มข้นประเภทใด

6 สื่อ/วัสดุ/อุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้

6.1 Power point

6.2 สื่อการเรียนรู้เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย

6.3 ฉลาก

6.4 แผ่นป้ายถูก/ผิด

7. กระบวนการวัดและประเมินผล

การวัดและ ประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การตัดสิน
1. ด้านความรู้	การทดสอบ	โจทย์ตัวอย่างการคำนวณเรื่อง ความเข้มข้นของสาร	ได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป
	การตรวจ ผลงาน	โจทย์ตัวอย่างการคำนวณเรื่อง ความเข้มข้นของสาร	นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหา คิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
2. ด้านทักษะ	การตรวจ ผลงาน	โจทย์ตัวอย่างการคำนวณเรื่อง ความเข้มข้นของสาร	นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหา คิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
3. ด้านเจตคติ	การสังเกต	แบบประเมินพฤติกรรม คุณลักษณะอันพึงประสงค์	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป ทุกรายการที่ประเมิน

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แผนการจัดการเรียนรู้

- ☐ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- ☐ มีการใช้สื่อ/นวัตกรรม/เทคโนโลยีในกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ จัดกิจกรรมเหมาะสมกับผู้เรียน
- ☐ มีการจำแนกผู้เรียนตามความเหมาะสม/คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
- ☐ มีการบูรณาการ
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผลตรงตามตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้/กิจกรรม
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผล ตามสภาพจริง
- ☐ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

วันที่..... เดือน พ.ศ

บันทึกหลังสอน

1. นักเรียนที่ใช้สอน นักเรียนชั้น จำนวน.....คน
2. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
 - 2.1) ความเหมาะสมของระยะเวลา () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.2) ความเหมาะสมของเนื้อหา () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.3) ความเหมาะสมของกิจกรรม () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.4) ความเหมาะสมของสื่อการสอนที่ใช้ () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.5) การมีส่วนร่วมของนักเรียน () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.6) ผลการปฏิบัติกิจกรรม/ใบงาน การทดสอบหลังเรียน
 - 1) การประเมินด้านความรู้
ผลการทดสอบหลังการเรียนพบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย.....จากคะแนนเต็ม.....
มีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้คือร้อยละ
 - 2) การประเมินด้านทักษะกระบวนการ ผลการประเมินโดยการสังเกตพฤติกรรมพบว่า มีนักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์การประเมินและมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ ในระดับดีขึ้น
 - 3) การประเมินด้านเจตคติ ผลการประเมินพบว่า มีนักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์การประเมิน และมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินขั้นต่ำที่กำหนดไว้ระดับ 3 ขึ้นไป
3. ปัญหาและอุปสรรค
.....
4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข
.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางสาวพรชนก มีสำโรง)

ตำแหน่ง ครู

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวพรชนก มีสำโรง)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม

เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในรายการที่ปฏิบัติ

ลำดับ ที่	รายการพฤติกรรม	กลุ่มที่					
		1	2	3	4	5	6
1	มีความรับผิดชอบ						
2	มีส่วนร่วมในการตอบคำถาม						
3	ความกระตือรือร้นในการเรียน						
4	ช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม						
5	มีความซื่อสัตย์						
6	ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้						
รวม							
ระดับคุณภาพ							

หมายเหตุ

1. การให้คะแนน ✓ ถือเป็น 1 คะแนน
2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)

วิธีการให้คะแนน

- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
- ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
- ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
- ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
- ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
- ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

ใบความรู้ที่ 1.5

เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ

ความเข้มข้นของสารละลายเป็นค่าที่บอกปริมาณของตัวละลายที่ละลายอยู่ในตัวทำละลายหรือในสารละลาย ดังนี้

$$\text{ความเข้มข้นของสารละลาย} = \frac{\text{ปริมาณตัวละลาย}}{\text{ปริมาณตัวทำละลาย}} = \frac{\text{ปริมาณตัวละลาย}}{\text{ปริมาณสารละลาย}}$$

การบอกความเข้มข้นของสารละลายมีวิธีบอกหลายวิธี ดังนี้

- * บอกความเข้มข้นของสารละลายในเชิงคุณภาพ เป็นการบอกด้วยคำสองคำ คือ “เข้มข้น” และ “เจือจาง”
- * บอกความเข้มข้นของสารละลายในเชิงปริมาณ เป็นการบอกเป็นจำนวนตัวเลข ซึ่งมีอยู่หลายวิธีดังนี้

1. ร้อยละหรือ ส่วนใน 100 ส่วน (parts per hundred ย่อว่า pph) จำแนกได้เป็น

1.1 ร้อยละโดยมวล (%w/w) หมายถึง มวลของตัวละลายที่ละลายในสารละลาย 100 หน่วยมวลเดียวกันเช่น สารละลายสังกะสีในทองแดง เข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวล หมายความว่า ทองเหลือง 100 กรัมจะมีสังกะสีละลายอยู่ 10 กรัม และมีทองแดง 90 กรัม

$$\text{มวลของสารละลาย (m)} = \text{มวลของตัวละลาย (m}_1\text{)} + \text{มวลของตัวทำละลาย (m}_2\text{)}$$

$$\text{ร้อยละโดยมวลของสาร (\%w)} = \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 100 = \frac{m_1}{m} \times 10^2$$

1.2 ร้อยละโดยปริมาตร(%V/V) หมายถึง ปริมาตรของตัวละลายที่ละลายในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตรเดียวกันเช่น สารละลายเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 45 โดยปริมาตร หมายความว่า สารละลายเอทานอล 100 cm³ จะมีเอทานอลละลายอยู่ 45 cm³ และมีน้ำ 55 cm³

$$\text{ปริมาตรของสารละลาย (V)} = \text{ปริมาตรตัวละลาย (V}_1\text{)} + \text{ปริมาตรของตัวทำละลาย (V}_2\text{)}$$

$$\text{ร้อยละโดยปริมาตรของสาร (\%V)} = \frac{\text{ปริมาตรของตัวละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 100 = \frac{V_1}{V} \times 10^2$$

1.3 ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร(%W/V) หมายถึง มวลของตัวละลายที่ละลายในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตร โดยมีหน่วยของมวลและปริมาตรที่สอดคล้องกัน เช่น กรัม - cm³ และ

กิโลกรัม - dm^3 เป็นต้น เช่น สารละลาย NaCl เข้มข้นร้อยละ 20 โดยมวลต่อปริมาตร หมายความว่า สารละลาย NaCl 100 cm^3 จะมี NaCl ละลายอยู่ 20 กรัม

$$\text{ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรของสาร}(\%W/V) = \frac{\text{มวลของตัวละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 100 = \frac{m_1}{V} \times 10^2$$

การคำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ

ตัวอย่างที่ 1 สารละลายซึ่งประกอบด้วยกลูโคส($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 100 กรัม ในน้ำ 200 กรัม มีความเข้มข้นร้อยละ

โดยมวลเท่าใด

ตัวอย่างที่ 2 ถ้าอากาศ 100 cm^3 มีแก๊ส N_2O จำนวน $3.30 \times 10^{-5} \text{ cm}^3$ ความเข้มข้นเป็นร้อยละของ N_2O

ในอากาศเป็นเท่าใด

ตัวอย่างที่ 3 สารละลาย NaOH เข้มข้นร้อยละ 6 โดยมวล จำนวน 200 กรัม มี NaOH ละลายอยู่กี่กรัม

ตัวอย่างที่ 4 จงหาปริมาตรของสารละลาย $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ เข้มข้นร้อยละ 15 โดยมวล พบว่ามี $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ละลายอยู่ 30 กรัม สารละลายนี้มีความหนาแน่น 1.16 กรัม/ cm^3 ที่ 25°C

ตัวอย่างที่ 5 จงหามวลของ NiSO_4 ในสารละลายที่เข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวล จำนวน 50 cm^3 ถ้าสารละลายนี้มีความหนาแน่น 1.06 กรัม/ cm^3 ที่ 25°C

2 ส่วนในล้านส่วน(parts per million ย่อว่า ppm)และส่วนในพันล้านส่วน(parts per billion ย่อว่า ppb)

เป็นหน่วยที่บอกปริมาณตัวละลายเป็นมวลหรือปริมาตรที่ละลายในสารละลาย 1 ล้านหน่วย และ 1 พันล้านหน่วยตามลำดับ เช่น แหล่งน้ำแห่งหนึ่งมีตะกั่ว(Pb) ปนเปื้อน 0.5 ppm หมายความว่า “น้ำในแหล่งน้ำ 1 ล้านกรัมมีตะกั่วละลายอยู่ 0.5 กรัม” หรือ “น้ำในแหล่งน้ำ 1 ลบ.เดซิเมตร(dm³) มีตะกั่วละลายอยู่ 0.5 มิลลิกรัม (mg)”

$$ppm(\text{โดยมวล}) = \frac{\text{มวลของตัวละลาย(g)}}{\text{มวลของสารละลาย(g)}} \times 10^6 = \frac{m_1}{m} \times 10^6 = \frac{\text{มวลของตัวละลาย(mg)}}{\text{มวลของสารละลาย(kg)}} = \frac{m_1}{m}$$

$$ppm(\text{โดยมวลต่อปริมาตร}) = \frac{\text{มวลของตัวละลาย(mg)}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย(dm}^3\text{)}} = \frac{m_1}{V}$$

“ในเนื้อปลาที่มีสารปรอท (Hg) ปนเปื้อนอยู่ 2.0 ppb หมายความว่า “ในเนื้อปลา 1 พันล้านกรัมมีสารปรอทปนเปื้อนอยู่ 2.0 กรัม” หรือ

“ในเนื้อปลา 1 ลบ.เดซิเมตร(dm³) มีสารปรอทปนเปื้อนอยู่ 2.0 ไมโครกรัม(μg)”

$$ppb(\text{โดยมวล}) = \frac{\text{มวลของตัวละลาย(g)}}{\text{มวลของสารละลาย(g)}} \times 10^9 = \frac{m_1}{m} \times 10^9 = \frac{\text{มวลของตัวละลาย(μg)}}{\text{มวลของสารละลาย(kg)}} = \frac{m_1}{m}$$

$$ppb(\text{โดยมวลต่อปริมาตร}) = \frac{\text{มวลของตัวละลาย(μg)}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย(dm}^3\text{)}} = \frac{m_1}{V}$$

การคำนวณเกี่ยวกับความเข้มข้น ppm และ ppb

ตัวอย่างที่ 1 ในสารละลาย Hg(NO₃)₂ ซึ่งมี Hg(NO₃)₂ อยู่ 3.24 กรัมและน้ำ 100 กรัม สารละลายมีความเข้มข้นกี่ ppm

ตัวอย่างที่ 2 ในอากาศ 100 cm³ มี N₂O 3.30×10⁻⁵ cm³ ความเข้มข้นของ N₂O เป็น กี่ ppb

3. โมลาริตี (Molarity ย่อว่า โมลาร์, M) บอกจำนวนโมลของตัวละลายที่ละลายในสารละลาย 1 dm³ มีหน่วยเป็น โมล/dm³ หรือ โมล/ลิตร เช่น สารละลาย CuSO₄ เข้มข้น 1.0 M หมายความว่า “สารละลาย CuSO₄ 1 dm³ มี CuSO₄ ละลายอยู่ 1.0 โมล (มี CuSO₄ 159.5 กรัม)”

$$\text{โมลาร์}(M) = \frac{\text{จำนวนโมลตัวละลาย(mol)}}{\text{ปริมาตรสารละลาย(dm}^3\text{)}} = \frac{\text{จำนวนโมลตัวละลาย(mol)}}{\text{ปริมาตรสารละลาย(cm}^3\text{)}} \times 10^3$$

ตัวอย่างที่ 1 สารละลายที่ได้จากการละลาย NaOH 15 กรัมในน้ำ จนมีปริมาตร 250 cm³ จะมีความเข้มข้นกี่โมลาร์

ตัวอย่างที่ 2 สารละลาย HNO₃ เข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวลมีความหนาแน่น 1.4 กรัม/ cm³ จงหาความเข้มข้นเป็นโมลาร์

4. โมแลลิตี (molality ย่อว่า โมแลล , m) บอกจำนวนโมลของตัวละลายที่ละลายในตัวทำละลาย 1 กิโลกรัม (kg) มีหน่วยเป็น โมลต่อกิโลกรัม (mol/kg) เช่น สารละลาย Na₂CO₃ เข้มข้น 0.5 โมแลล หมายความว่า “สารละลาย Na₂CO₃ มี Na₂CO₃ 0.5 โมล ละลายในน้ำ 1 กิโลกรัม”

$$\text{โมแลล}(m) = \frac{\text{จำนวนโมลตัวละลาย(mol)}}{\text{มวลตัวทำละลาย(kg)}} = \frac{\text{จำนวนโมลตัวละลาย(mol)}}{\text{มวลตัวทำละลาย(g)}} \times 10^3$$

$$\text{หรือ } m = \frac{g}{M_w} \times \frac{1000}{W_2}$$

m คือ ความเข้มข้นในหน่วย mol/ kg
g คือ มวลของตัวละลาย (กรัม)
M_w คือ มวลโมเลกุลของตัวละลาย
W₂ คือ มวลของตัวทำละลาย (กรัม)

ตัวอย่างที่ 1 เมื่อละลายน้ำตาลทราย($C_{12}H_{22}O_{11}$) 34.2 กรัมในน้ำ 500 กรัม สารละลายจะมีความเข้มข้นเป็นกี่โมลแอล

ตัวอย่างที่ 2 สารละลาย X เข้มข้น 2.5 โมลแอล ถ้าในสารละลายมี X อยู่ 10 กรัม จงหามวลของน้ำในสารละลายนี้ เมื่อมวลโมเลกุลของ X เท่ากับ 250

5. เศษส่วนโมล (mol fraction) บอกจำนวนโมลของสารองค์ประกอบในสารละลาย 1 โมล เศษส่วนโมลของสารใดในสารละลาย หมายถึง “อัตราส่วนจำนวนโมลของสารนั้นกับจำนวนโมลรวมของสารทั้งหมดในสารละลาย” (โมลรวม = โมลของตัวทำละลาย + โมลของตัวละลายทุกชนิด)
เช่น สารละลายชนิดหนึ่งประกอบด้วยสาร A B และ C มีอยู่ a b และ c โมลตามลำดับ เศษส่วนโมลของ A B และ C เป็นดังนี้

$$\text{เศษส่วนโมลของ A } (X_A) = \frac{\text{จำนวนโมลของ A}}{\text{จำนวนโมลรวมของสารทั้งหมด}} = \frac{a}{(a + b + c)}$$

$$\text{เศษส่วนโมลของ B } (X_B) = \frac{\text{จำนวนโมลของ B}}{\text{จำนวนโมลรวมของสารทั้งหมด}} = \frac{b}{(a + b + c)}$$

$$\text{เศษส่วนโมลของ C } (X_C) = \frac{\text{จำนวนโมลของ C}}{\text{จำนวนโมลรวมของสารทั้งหมด}} = \frac{c}{(a + b + c)}$$

$X_a + X_b + X_c + \dots = 1$ ถ้านำเศษส่วนโมลของสารมาคูณด้วย 100 จะได้ความเข้มข้นในหน่วยร้อยละโดยโมล

$$\text{ร้อยละ(โดยโมล) ของ A} = X_A \times 100$$

ตัวอย่างที่ 1 จงคำนวณหาเศษส่วนโมลขององค์ประกอบแต่ละชนิดในสารละลายที่มี สาร A 1.5 mol สาร B 2.0 mol และน้ำ 5.0 mol

ตัวอย่างที่ 2 สารละลายกลูโคส($C_6H_{12}O_6$) ประกอบด้วยน้ำ 10 กรัม มีเศษส่วนโมลของกลูโคส 0.02 มวลของกลูโคสในสารละลายมีค่าเท่าใด

ตัวอย่างที่ 3 สารละลายชนิดหนึ่งเตรียมโดยผสมเอทานอล(C_2H_6O) 10 กรัมกับน้ำ 100 กรัม จงหาเศษส่วนโมลของเอทานอล และร้อยละโดยโมลของเอทานอลในสารละลายนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

รายวิชาเคมี 2 รหัสวิชา ว30222

ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

จำนวน 40 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 6 เรื่อง การเตรียมสารละลาย

เวลา 3 ชั่วโมง

นางสาวพรชนก มีสำโรง ครูผู้สอน

1. สาระสำคัญ

การเตรียมสารละลาย คือ การเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นตรงกับที่ต้องการ ถ้าสารละลายมีความเข้มข้นคลาดเคลื่อนอาจมีผลต่อผลการทดลองได้ ซึ่งในการเตรียมสารละลายนั้น สามารถเตรียมได้โดยนำสารบริสุทธิ์มาละลายในตัวทำละลายโดยตรง หรือนำสารละลายที่มีอยู่แล้วมาเติมตัวทำละลายเพื่อให้สารละลายมีความเจือจางลง

2. ผลการเรียนรู้

ว 3.1 ม.4/6 อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรของสารละลายตามที่กำหนดได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการได้

3.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. นักเรียนสามารถปฏิบัติการทดลองได้

3.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. จิตวิทยาศาสตร์ (ความรับผิดชอบ ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ การร่วมแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์)
2. จิตสาธารณะ (ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ช่วยเหลือผู้อื่น รักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม)

4. สาระการเรียนรู้

การเตรียมสารละลาย

1. การเตรียมสารละลายจากสารละลายบริสุทธิ์

ทำได้โดยละลายสารบริสุทธิ์ตามปริมาณที่ต้องการในตัวทำละลายปริมาณเล็กน้อย แล้วปรับ

ปริมาตรของสารละลายให้ได้ตามที่ต้องการเตรียม เช่น ต้องการเตรียมสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตเข้มข้น 1.00 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 คำนวณหาปริมาณตัวละลาย

มวลของโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่จะใช้เตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้น 1.00 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร คำนวณได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{มวลของ KMnO}_4 &= 100 \text{ cm}^3 \text{ สารละลาย} \times \frac{1.00 \text{ mol KMnO}_4}{1000 \text{ cm}^3 \text{ สารละลาย}} \times \frac{158.0339 \text{ g KMnO}_4}{1 \text{ mol KMnO}_4} \\ &= 15.8 \text{ g}\end{aligned}$$

แสดงว่าต้องชั่งโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตจำนวน 15.8 กรัม

ขั้นที่ 2 การทำให้เป็นสารละลาย

เมื่อชั่งโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตตามปริมาณที่คำนวณได้คือ 15.8 กรัมแล้ว นำมาละลายด้วยน้ำกลั่นประมาณ 25 ลูกบาศก์เซนติเมตรในปิกเกอร์ เทสารละลายผ่านกรวยลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้น้ำกลั่นจำนวนเล็กน้อยฉีดชะสารในปิกเกอร์อีก 2-3 ครั้งและเทผ่านกรวยจนสารละลายถูกชะลงไปหมด ปริมาตรของสารละลายในขวดไม่ควรเกิน 2 ใน 3 ของปริมาตรทั้งหมด เขย่าขวดเพื่อให้สารละลายผสมกันเป็นเนื้อเดียว เติมน้ำกลั่นลงไปทีละน้อยจนส่วนโค้งต่ำสุดของผิวสารละลายอยู่ตรงกับขีดบอกปริมาตรที่คอขวด ปิดจุกขวดให้แน่นแล้วคว่ำขวด เขย่าเบาๆจนสารผสมกันเป็นเนื้อเดียว สารละลายที่เตรียมได้จะมีความเข้มข้นและปริมาตรตามต้องการ

ขั้นที่ 3 การเก็บสารละลายและอุปกรณ์

เมื่อเตรียมสารละลายเสร็จแล้ว ถ่ายใส่ภาชนะเก็บสารและปิดจุกให้เรียบร้อย ปิดฉลากโดยระบุชื่อสาร สูตรเคมี ความเข้มข้น และวันที่เตรียมสารละลาย ล้างขวดวัดปริมาตรและจุกให้สะอาด วางคว่ำไว้จนแห้งจึงปิดจุก แล้วเก็บไว้ในตู้เก็บอุปกรณ์

2. การเตรียมสารละลายเจือจางจากสารละลายเข้มข้น

โดยปกติในห้องปฏิบัติการเคมีจะมีสารละลายที่เข้มข้นอยู่แล้ว เมื่อต้องการใช้สารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าสารละลายที่มีอยู่เดิม อาจทำได้โดยเพิ่มปริมาตรของตัวทำละลาย เช่น ต้องการเตรียมสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดต์เข้มข้น 0.1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากสารละลาย โพแทสเซียมไอโอไดต์เข้มข้น 2.0 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 คำนวณหาปริมาตรตัวละลาย

เป็นการหาจำนวนโมลของตัวละลายในสารละลายที่ต้องการเตรียม ทำได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{โมลของ KI} &= 100 \text{ cm}^3 \text{ สารละลาย} \times \left(\frac{0.1 \text{ mol KI}}{1000 \text{ cm}^3 \text{ สารละลาย}} \right) \\ &= 0.01 \text{ mol}\end{aligned}$$

สารละลายที่ต้องการเตรียมมีโพแทสเซียมไอโอไดด์ 0.1 โมล

ขั้นที่ 2 คำนวณหาปริมาตรของสารละลายเดิมที่ต้องนำมาเตรียมสารละลายใหม่ โดยใช้ปริมาณตัวละลายที่คำนวณได้จากขั้นที่ 1 ทำได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{ปริมาตรของสารละลาย} &= 0.01 \text{ mol KI} \times \left(\frac{1000 \text{ cm}^3 \text{ สารละลาย}}{2.0 \text{ mol KI}} \right) \\ &= 5 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

ขั้นที่ 3 ทำสารละลายให้เจือจาง

ใช้ปิเปตต์ดูดสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ 2.0 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ปริมาตร 5 ลูกบาศก์เดซิเมตร ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วเติมน้ำกลั่นด้วยวิธีเดียวกับขั้นที่ 2 ในข้อ 1 วิธีการเตรียมสารละลายจากสารละลายบริสุทธิ์ จนสารละลายมีปริมาตรเป็น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดจุกขวดแล้วคว่ำขวดเขย่าจนสารละลายผสมเป็นเนื้อเดียว จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นและปริมาตรตามต้องการ

ขั้นที่ 4 การเก็บสารละลายปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 3 ในข้อ 1 วิธีการเตรียมสารละลายจากสารละลายบริสุทธิ์

5. กิจกรรมการเรียนรู้ (ใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es)

ชั่วโมงที่ 1-2

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (10 นาที)

5.1.1 ครูให้สนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารละลายดังนี้

- ความเข้มข้นของสารละลายที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้วนั้นมีอะไรบ้าง
(แนวคำตอบ ร้อยละความเข้มข้น, โมลาริตี, โมลลิตี, ppm, ppb, เศษส่วนโมล)
- นักเรียนคิดว่าความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยใดที่ใช้มากที่สุด
(แนวคำตอบ โมลาริตี)

5.1.2 ครูยกตัวอย่างถุงน้ำเกลือ (ดังภาพ) จากนั้นถามนักเรียน ดังนี้



- ภาพที่นักเรียนเห็นนั้นคืออะไร
(แนวคำตอบ ถูน้ำเกลือ)
- นักเรียนคิดว่าน้ำเกลือเป็นสารละลายหรือไม่ อย่างไร
(แนวคำตอบ เป็นสารละลาย เพราะมีน้ำเป็นตัวทำละลายและมีโซเดียมคลอไรด์เป็นตัวถูกละลาย)
- นักเรียนคิดว่าเรามีวิธีเตรียมน้ำเกลือได้อย่างไร วันนี้เราจะมาเรียนรู้วิธีการเตรียมสารละลายกัน

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (110 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่มๆละ 5 คน และแจกแบบบันทึกปฏิบัติการคน

ละ 1 ชุด

5.2.2 ครูเปิดวีดิทัศน์เกี่ยวกับเทคนิคการชั่งให้นักเรียนดู



ที่มา: https://www.youtube.com/watch?v=Ei3wqJ_Nm7k

5.2.3 ครูสาธิตการเตรียมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.4 mol/dm^3 ปริมาตร 250 cm^3 และการเจือจางสารละลายจากสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น

5.2.4 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้
ตอนที่ 1 เตรียมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.4 mol/dm^3 ปริมาตร 250 cm^3

- (1) คำนวณหามวลของ NaCl ที่ต้องการใช้และชั่งสารตัวอย่างด้วยเครื่องชั่งอย่างละเอียด
- (2) ใส่ NaCl จากข้อ 1 ในปิកเกอร์และเติมน้ำกลั่นประมาณ 50 cm^3 คนจน NaCl ละลายหมด เทสารละลายที่ได้ผ่านกรวยลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 250 cm^3
- (3) ล้างปิกเกอร์จากข้อ (2) ด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย แล้วเทลงในขวดวัดปริมาตร และทำซ้ำอีก 2-3 ครั้ง เขย่าขวดวัดปริมาตรเพื่อให้สารละลายผสมกัน

- (4) เติมน้ำกลั่นลงในขวดวัดปริมาตรอย่างช้าๆ ปิดจุกและเขย่าขวด แล้วเติมน้ำกลั่นจนสารละลายถึงขีดบอกปริมาตร ปิดจุกแล้วคว่ำขวด เขย่าเบาๆ จนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

ตอนที่ 2 เตรียมสารละลายโซเดียมคลอไรด์เจือจางจากสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น

- (1) ใช้ปิเปตขนาด 10 cm^3 ดูดสารละลาย NaCl จากตอนที่ 1 และใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 cm^3
- (2) เติมน้ำกลั่นลงในขวดวัดปริมาตร ปิดจุกและเขย่าขวด แล้วเติมน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตร ปิดจุกแล้วคว่ำขวด เขย่าเบาๆ จนสารผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

ชั่วโมงที่ 3

5.3 ขั้นตอนการปฏิบัติและลงข้อสรุป (30 นาที)

5.3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

- นักเรียนคิดว่าการเตรียมสารละลายมีกี่วิธี อะไรบ้าง
- การเตรียมสารละลายแต่ละวิธีมีวิธีการเตรียมอย่างไร
- ในการเตรียมสารละลาย เหตุใดจึงไม่เติมน้ำกลั่นให้ถึงขีดบอกปริมาตรในครั้งเดียว

5.4 ขยายความรู้ (15 นาที)

5.4.1 ครูถามนักเรียน ดังนี้

- ถ้าต้องการเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นเท่าเดิม แต่มีปริมาตร 100 ลูกบาศก์

เซนติเมตร จะต้องใช้โซเดียมคลอไรด์กี่กรัม

- โซเดียมคลอไรด์ที่ใช้ในการทดลองนี้จะใช้เตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้น 0.5 โมลต่อ

ลูกบาศก์เซนติเมตร ได้ปริมาตรเท่าใด

5.5 ขั้นประเมินผล (15 นาที)

5.5.1 ครูประเมินจากแบบบันทึกปฏิบัติการ

6. สื่อ/วัสดุ/อุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้

6.1 Power point

6.2 สื่อวีดิทัศน์ : การชั่ง

ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=Ei3wqJ_Nm7k

6.3 แบบบันทึกปฏิบัติการ

6.4 อุปกรณ์การทดลอง

- เครื่องชั่ง
- ขวดวัดปริมาตร ขนาด 250 cm^3 และ 100 cm^3
- ปีกเกอร์ 50 cm^3
- ปิเปต 10 cm^3
- ขวดน้ำกลั่น
- โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)
- แท่งแก้วคนสาร

7. กระบวนการวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การตัดสิน
1. ด้านความรู้	การทดสอบ	แบบบันทึกปฏิบัติการทดลอง	ได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป
	การตรวจผลงาน	แบบบันทึกปฏิบัติการทดลอง	นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหา คิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
2. ด้านทักษะ	การตรวจผลงาน	แบบบันทึกปฏิบัติการทดลอง	นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหา คิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
3. ด้านเจตคติ	การสังเกต	แบบประเมินพฤติกรรม คุณลักษณะอันพึงประสงค์	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป ทุกรายการที่ประเมิน

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แผนการจัดการเรียนรู้

- ☐ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- ☐ มีการใช้สื่อ/นวัตกรรม/เทคโนโลยีในกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ จัดกิจกรรมเหมาะสมกับผู้เรียน
- ☐ มีการจำแนกผู้เรียนตามความเหมาะสม/คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
- ☐ มีการบูรณาการ
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผลตรงตามตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้/กิจกรรม
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผล ตามสภาพจริง
- ☐ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

วันที่..... เดือน พ.ศ

บันทึกหลังสอน

1. นักเรียนที่ใช้สอน นักเรียนชั้น จำนวน.....คน
2. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
 - 2.1) ความเหมาะสมของระยะเวลา () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.2) ความเหมาะสมของเนื้อหา () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.3) ความเหมาะสมของกิจกรรม () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.4) ความเหมาะสมของสื่อการสอนที่ใช้ () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.5) การมีส่วนร่วมของนักเรียน () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.6) ผลการปฏิบัติกิจกรรม/ใบงาน การทดสอบหลังเรียน
 - 1) การประเมินด้านความรู้
ผลการทดสอบหลังการเรียนพบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย.....จากคะแนนเต็ม.....
มีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้คือร้อยละ
 - 2) การประเมินด้านทักษะกระบวนการ ผลการประเมินโดยการสังเกตพฤติกรรมพบว่า มีนักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์การประเมินและมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ ในระดับดีขึ้น
 - 3) การประเมินด้านเจตคติ ผลการประเมินพบว่า มีนักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์การประเมิน และมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินขั้นต่ำที่กำหนดไว้ระดับ 3 ขึ้นไป
3. ปัญหาและอุปสรรค
.....
4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข
.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางสาวพรชนก มีสำโรง)

ตำแหน่ง ครู

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวพรชนก มีสำโรง)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม
เรื่อง การเตรียมสารละลาย

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในรายการที่ปฏิบัติ

ลำดับ ที่	รายการพฤติกรรม	กลุ่มที่					
		1	2	3	4	5	6
1	มีความรับผิดชอบ						
2	มีส่วนร่วมในการตอบคำถาม						
3	ความกระตือรือร้นในการเรียน						
4	ช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม						
5	มีความซื่อสัตย์						
6	ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้						
รวม							
ระดับคุณภาพ							

หมายเหตุ

1. การให้คะแนน ✓ ถือเป็น 1 คะแนน
2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)

วิธีการให้คะแนน

- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
- ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
- ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
- ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
- ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
- ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

รายวิชาเคมี 2 รหัสวิชา ว30222

ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

จำนวน 40 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 7 เรื่อง สมบัติคอลลิเกทีฟ

เวลา 2 ชั่วโมง

(การเพิ่มขึ้นของจุดเดือด)

นางสาวพรชนก มีสำโรง ครูผู้สอน

1. สาระสำคัญ

การเพิ่มขึ้นของจุดเดือด

อุณหภูมิเมื่อสารละลายเดือดจะสูงกว่าของตัวทำละลายบริสุทธิ์ ซึ่งการเพิ่มขึ้นของจุดเดือดเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนโมเลกุล (หรือโมล) ของตัวถูกละลายในตัวทำละลาย ดังความสัมพันธ์ตามสมการต่อไปนี้

$$\Delta T_b = K_b m$$

ΔT_b = จุดเดือดของสารละลาย - จุดเดือดของตัวทำละลาย

K_b = ค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือดของตัวทำละลาย (องศาเซลเซียส/mol/kg)

m = ความเข้มข้นของสารละลาย (mol/kg)

2. ผลการเรียนรู้

ว 3.1 ม.4/7 เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายได้

3.จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุที่ทำให้จุดเดือดของสารละลายเพิ่มขึ้นได้

3.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. นักเรียนสามารถค้นคว้าข้อมูลเพื่อหาคำตอบได้
2. นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองและบันทึกผลการทดลองที่ได้จากการทำการทดลองได้

3.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. จิตวิทยาศาสตร์ (ความรับผิดชอบ ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ การร่วมแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์)
2. จิตสาธารณะ (ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ช่วยเหลือผู้อื่น รักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม)

4. สารการเรียนรู้

การเพิ่มขึ้นของจุดเดือด

อุณหภูมิเมื่อสารละลายเดือดจะสูงกว่าของตัวทำละลายบริสุทธิ์ ซึ่งการสูงขึ้นของจุดเดือดเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนโมเลกุล (หรือโมล) ของตัวถูกละลายในตัวทำละลาย

➤ ตัวถูกละลายไม่แตกตัวเป็นไอออน

$$\Delta T_b = K_b m$$

$$\Delta T_b = \frac{K_b \times m_1 \times 1000}{m_2 \times Mw_1}$$

➤ ตัวถูกละลายที่แตกตัวเป็นไอออน

$$\Delta T_b = i K_b m$$

$$\Delta T_b = \frac{i K_b \times m_1 \times 1000}{m_2 \times Mw_1}$$

ΔT_b = จุดเดือดของสารละลาย – จุดเดือดของตัวทำละลาย (องศาเซลเซียส)

K_b = ค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือดของตัวทำละลาย (องศาเซลเซียส/mol/kg)

m = ความเข้มข้นของสารละลาย (mol/kg)

m_1 = มวลตัวถูกละลาย (g)

m_2 = มวลตัวทำละลาย (g)

Mw_1 = มวลโมเลกุลของตัวถูกละลาย

i = จำนวนไอออนของตัวถูกละลาย

5. กิจกรรมการเรียนรู้ (ใช้การสืบเสาะแบบเปิด (Opened inquiry))

ขั้นก่อนปฏิบัติการสืบเสาะ (รวมทั้งสิ้น 5 นาที)

5.1 ขั้นนำ (Open-ended inquiry question) (5 นาที)

5.1.1 ครูต้มน้ำจนเดือด (ดังภาพด้านล่าง) เพื่อเป็นตัวนำในการถามคำถาม ดังนี้



(1) น้ำที่นักเรียนเห็นนั้นเป็นอย่างไร

(แนวคำตอบ น้ำเดือด)

(2) นักเรียนคิดว่าอุณหภูมิของน้ำขณะเดือดมีค่าเท่าใด

(แนวคำตอบ 100 องศาเซลเซียส)

5.1.2 ครูปิด Hotplate จากนั้นนำปิกเกอร์มาวางบนโต๊ะ จากนั้นถามนักเรียน ดังนี้

(3) นักเรียนคิดว่าอุณหภูมิของน้ำตอนนี้มีค่าเท่ากับ 100 °C หรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ ไม่เท่ากับ 100 องศาเซลเซียส เพราะน้ำไม่เดือด)

5.1.3 ครูตั้งประเด็นคำถามปลายเปิดดังนี้

(1) นักเรียนคิดว่าอะไรจะเกิดขึ้นกับอุณหภูมิของสารละลาย หลังจากเติมน้ำตาลทราย

($C_{12}H_{22}O_{11}$) ลงไป แล้วเพิ่มความร้อนจนสารละลายเดือดอีกครั้ง ?

(2) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามข้อ (1) เกิดจากปัจจัยใดบ้าง ?

ขั้นปฏิบัติการสืบเสาะ (รวมทั้งสิ้น 125 นาที)

5.2 ขั้นการดำเนินงานสำรวจ (Procedure) (95 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย จำนวน 6 กลุ่ม สมาชิกกลุ่มละ 5 คน

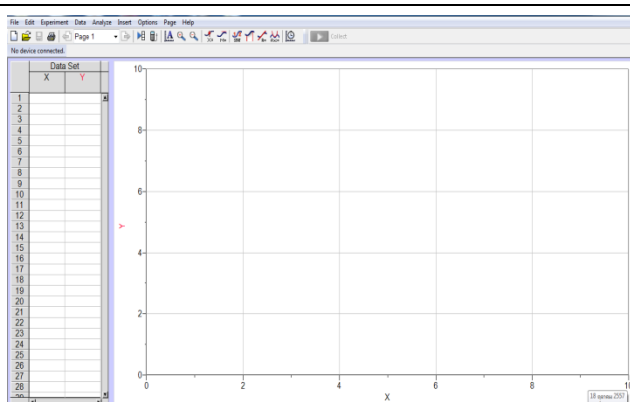
5.2.2 ครูแจกคู่มือการใช้ MBL ให้กลุ่มละ 1 ชุด (เอกสารแนบที่ 1)

5.2.3 ครูแนะนำการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำการทดลองดังนี้

(1) Microcomputer Based Laboratory (MBL) (10 นาที)



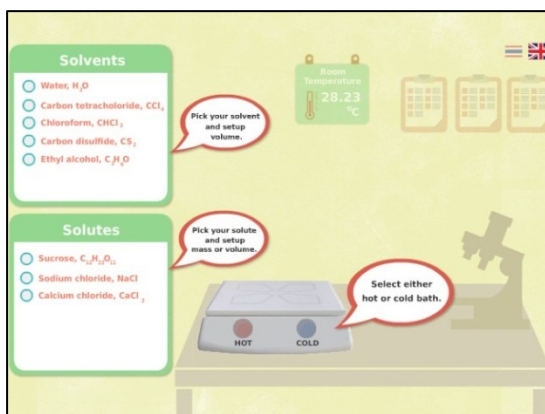
Temperature Probe



โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล Logger Pro 3.8.4

ที่มา : <http://www.vernier.com/products/sensors/temperature-sensors/tmp-bta/>

(2) Computer simulation (5 นาที)



- เปิดไฟล์เตอร์ simulation จากหน้าจอคอมพิวเตอร์ จากนั้นคลิกเลือกภาษา แล้วเลือกชนิดของตัวทำละลายและตัวถูกละลาย พร้อมทั้งกำหนดปริมาณของตัวถูกละลายและตัวทำละลาย หลังจากนั้นคลิกเลือกอุณหภูมิที่ต้องการ แล้วคลิก Start เพื่อเล่น

5.2.4 ครูชี้แจงนักเรียนดังต่อไปนี้

- (1) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบและวางแผนทำการทดลอง โดยทำการทดลองผ่านคอมพิวเตอร์ (MBL+Simulation) เพื่อตอบคำถาม

(1) นักเรียนคิดว่า จะเกิดอะไรขึ้นกับอุณหภูมิของสารละลายหลังจากเติมน้ำตาลทราย

($C_{12}H_{22}O_{11}$) ลงไป แล้วเพิ่มความร้อนจนสารละลายเดือดอีกครั้ง ?

(2) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามข้อ (1) เกิดจากปัจจัยใดบ้าง ?

ซึ่งแต่ละกลุ่มมีเวลาทำการทดลอง 80 นาที (MBL 50 นาที, Simulation 30 นาที)

- (2) ให้แต่ละกลุ่มบันทึกข้อมูลที่ได้จาก Logger Pro 3 ลงในแฟลตไดฟ์ที่แจกให้ โดยตั้งชื่อไฟล์เตอร์เป็น Tb กลุ่ม

- (3) แต่ละกลุ่มจะมีคอมพิวเตอร์ 1 กลุ่ม ต่อ 2 เครื่อง สำหรับทำการทดลอง

5.2.5 ครูแจกอุปกรณ์การทดลอง

5.2.6 ครูให้นักเรียนทำการทดลอง

5.3 ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล (Data and Result analysis) (30 นาที)

- 5.3.1 หลังจากให้นักเรียนทำปฏิบัติการทดลองเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง แล้วเขียนบันทึกผลการทดลองและข้อสรุปลงในกระดาษพู่ฟ

ขั้นหลังปฏิบัติการสืบเสาะ (รวมทั้งสิ้น 20 นาที)

5.4 ขั้นนำเสนอข้อมูล (Result Communication) (10 นาที)

5.4.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำกระดาษฟรุ๊ฟไปติดข้างห้อง

5.4.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเดินดูผลการทดลองของกลุ่มอื่น พร้อมนำปากกาสีประจำกลุ่มทำเครื่องหมายรูปดาวเพื่อให้คะแนนหน้าคำตอบของคำถามการทดลองที่ถูกต้อง จากนั้นสลับกลุ่มวนไปเรื่อยๆจนครบ

5.5 ขั้นสรุปผล (Conclusion) (10 นาที)

5.5.1 หลังจากนักเรียนแต่ละกลุ่มเดินดูผลการทดลองของกลุ่มอื่นเสร็จแล้ว ครูนำเสนอประเด็นคำถามเพื่อเป็นการวัดและประเมินผล (Formative Assessment) ดังต่อไปนี้

- นักเรียนคิดว่าอะไรจะเกิดขึ้นกับ **อุณหภูมิของสารละลาย** หลังจากเติมน้ำตาลทราย ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ลงไป แล้วเพิ่มความร้อนจนสารละลายเดือดอีกครั้ง ?

- การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามข้อ (1) เกิดจากปัจจัยใดบ้าง ?

5.5.2 ครูพิจารณาคำตอบของนักเรียนว่าถูกต้องหรือไม่ จากนั้นครูแจกแสตมป์ลายเซ็นตามจำนวนข้อที่นักเรียนตอบถูก แต่หากนักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้องหรือถ้าพบว่าประเด็นที่ผิดพลาดหรือไม่สมบูรณ์ ผู้สอนต้องให้ข้อมูลย้อนกลับโดยทันที พร้อมทั้งนำประเด็นคำถามที่พบว่าผู้เรียนมีปัญหาที่สุดไปใช้เป็นคำถามนำเข้าสู่บทเรียนในเนื้อหาถัดไป

5.5.3 ครูนำเสนอสถานการณ์ท้าทาย จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนตอบคำถามลงในตัวออก (เอกสารแนบที่ 2)

6. วัสดุ/อุปกรณ์และสารเคมี

ตอนที่ 1 สำหรับการทดลอง

- | | |
|------------------------------------|---|
| 1. Interface (LabQuest Mini) | 8. ขวดรูปชมพู่ |
| 2. Temperature Probe | 9. กระบอกตวง |
| 3. Computer & Adapter | 10. ซ้อนตักสาร |
| 4. ขาตั้งและแคลมป์ (Stand & Clamp) | 11. แท่งแก้วคนสาร |
| 5. Hotplate | 12. แผ่นกระจายความร้อน |
| 6. Tong | 13. น้ำตาลทราย ($C_{12}H_{22}O_{11}$) |
| 7. เครื่องชั่ง | 14. น้ำกลั่น |

ตอนที่ 2 สำหรับทำกิจกรรม

- | | |
|----------------|--------------------|
| 1. กระดาษฟรุ๊ฟ | 4. กระดาษขาว |
| 2. ปากกาเมจิก | 5. กระดาษ A4 |
| 3. แพลตไดฟ์ | 6. แสตมป์ลายเซ็นต์ |

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 7.1 simulation “Boiling point Elevation and Freezing Point Depression”
 7.2 คู่มือสำหรับ Microcomputer Based Laboratory (MBL) ดังเอกสารแนบที่ 1
 7.3 ตัวออก ดังเอกสารแนบที่ 2
 7.4 เอกสารนำเสนอประกอบคำบรรยายแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Power Point)

ดังเอกสารแนบที่ 3

- 7.5 แสตมป์ลายเซ็น ดังเอกสารแนบที่ 4

8. กระบวนการวัดและประเมินผล

การวัดและ ประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การตัดสิน
1. ด้านความรู้	การทดสอบ	โจทย์ทดสอบตัวออก	ได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป
	การตรวจ ผลงาน	โจทย์ทดสอบตัวออก	นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหา คิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
2. ด้านทักษะ	การตรวจ ผลงาน	โจทย์ทดสอบตัวออก	นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหา คิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
3. ด้านเจตคติ	การสังเกต	แบบประเมินพฤติกรรม คุณลักษณะอันพึงประสงค์	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป ทุกรายการที่ประเมิน

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แผนการจัดการเรียนรู้

- ☐ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- ☐ มีการใช้สื่อ/นวัตกรรม/เทคโนโลยีในกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ จัดกิจกรรมเหมาะสมกับผู้เรียน
- ☐ มีการจำแนกผู้เรียนตามความเหมาะสม/คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
- ☐ มีการบูรณาการ
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผลตรงตามตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้/กิจกรรม
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผล ตามสภาพจริง
- ☐ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

วันที่..... เดือน พ.ศ

บันทึกหลังสอน

1. นักเรียนที่ใช้สอน นักเรียนชั้น จำนวน.....คน
2. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
 - 2.1) ความเหมาะสมของระยะเวลา () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.2) ความเหมาะสมของเนื้อหา () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.3) ความเหมาะสมของกิจกรรม () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.4) ความเหมาะสมของสื่อการสอนที่ใช้ () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.5) การมีส่วนร่วมของนักเรียน () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.6) ผลการปฏิบัติกิจกรรม/ใบงาน การทดสอบหลังเรียน
 - 1) การประเมินด้านความรู้
ผลการทดสอบหลังการเรียนพบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย.....จากคะแนนเต็ม.....
มีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้คือร้อยละ
 - 2) การประเมินด้านทักษะกระบวนการ ผลการประเมินโดยการสังเกตพฤติกรรมพบว่า มีนักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์การประเมินและมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ ในระดับดีขึ้น
 - 3) การประเมินด้านเจตคติ ผลการประเมินพบว่า มีนักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์การประเมิน และมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินขั้นต่ำที่กำหนดไว้ระดับ 3 ขึ้นไป
3. ปัญหาและอุปสรรค
.....
4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข
.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางสาวพรชนก มีสำโรง)

ตำแหน่ง ครู

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวพรชนก มีสำโรง)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม
เรื่อง สมบัติคอลลิเกทีฟ(การเพิ่มขึ้นของจุดเดือด)

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย  ลงในรายการที่ปฏิบัติ

ลำดับ ที่	รายการพฤติกรรม	กลุ่มที่					
		1	2	3	4	5	6
1	มีความรับผิดชอบ						
2	มีส่วนร่วมในการตอบคำถาม						
3	ความกระตือรือร้นในการเรียน						
4	ช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม						
5	มีความซื่อสัตย์						
6	ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้						
รวม							
ระดับคุณภาพ							

หมายเหตุ

1. การให้คะแนน  ถือเป็น 1 คะแนน
2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)

วิธีการให้คะแนน

- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
- ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
- ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
- ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
- ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
- ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

รายวิชาเคมี 2 รหัสวิชา ว30222

ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

จำนวน 40 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 8 เรื่อง สมบัติคอลลิเกทีฟ

เวลา 2 ชั่วโมง

(การลดลงของจุดเยือกแข็ง)

นางสาวพรชนก มีสำโรง ครูผู้สอน

1. สาระสำคัญ

การลดลงของจุดเยือกแข็ง

เมื่อสารละลายเจือจางส่วนใหญ่ถูกทำให้เย็นลง ตัวทำละลายบริสุทธิ์จะเริ่มตกผลึกก่อนที่ตัวถูกละลายใดๆจะตกผลึก อุณหภูมิที่ผลึกอันแรกอยู่ในสภาวะสมดุลกับสารละลาย เรียกว่าจุดเยือกแข็งของสารละลาย จุดเยือกแข็งของสารละลายแต่ละชนิดจะมีค่าต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของตัวทำละลายบริสุทธิ์เสมอ ในสารละลายเจือจาง การลดลงของจุดเยือกแข็งจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนโมเลกุล (หรือโมล) ของตัวถูกละลายในตัวทำละลายที่มีมวลที่กำหนด

$$\Delta T_f = K_f m$$

ΔT_f = จุดเยือกแข็งของตัวทำละลาย - จุดเยือกแข็งของสารละลาย

K_f = ค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็งของสารละลาย (องศาเซลเซียส/mol/kg)

m = ความเข้มข้นของสารละลาย (mol/kg)

2. ผลการเรียนรู้

ว 3.1 ม.4/7 เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุที่ทำให้จุดเยือกแข็งของสารละลายลดลงได้

3.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. นักเรียนสามารถค้นคว้าข้อมูลเพื่อหาคำตอบได้
2. นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองและบันทึกผลการทดลองที่ได้จากการทำการทดลองได้

3.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. จิตวิทยาาสตร์ (ความรับผิดชอบ ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ การร่วมแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์)
2. จิตสาธารณะ (ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ช่วยเหลือผู้อื่น รักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม)

4. สารการเรียนรู้

การลดลงของจุดเยือกแข็ง

เมื่อสารละลายเจือจางส่วนใหญ่ถูกทำให้เย็นลง ตัวทำละลายบริสุทธิ์จะเริ่มตกผลึกก่อนที่ตัวถูกละลายใดๆ จะตกผลึก อุณหภูมิที่ผลึกอันแรกอยู่ในสภาวะสมดุลกับสารละลาย เรียกว่าจุดเยือกแข็งของสารละลาย จุดเยือกแข็งของสารละลายแต่ละชนิดจะมีค่าต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของตัวทำละลายบริสุทธิ์เสมอ ในสารละลายเจือจาง การลดลงของจุดเยือกแข็งจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนโมเลกุล (หรือโมล) ของตัวถูกละลายในตัวทำละลายที่มีมวลที่กำหนด

- ตัวถูกละลายไม่แตกตัวเป็นไอออน

$$\Delta T_f = K_f m$$

$$\Delta T_f = \frac{K_f \times m_1 \times 1000}{m_2 \times Mw_1}$$

- ตัวถูกละลายที่แตกตัวเป็นไอออน

$$\Delta T_f = i K_f m$$

$$\Delta T_f = \frac{i K_f \times m_1 \times 1000}{m_2 \times Mw_1}$$

ΔT_f = จุดเยือกแข็งของตัวทำละลาย - จุดเยือกแข็งของสารละลาย (องศาเซลเซียส)

K_f = ค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็งของสารละลาย (องศาเซลเซียส/mol/kg)

m = ความเข้มข้นของสารละลาย (mol/kg)

m_1 = มวลตัวถูกละลาย (g)

m_2 = มวลตัวทำละลาย (g)

Mw_1 = มวลโมเลกุลของตัวถูกละลาย

i = จำนวนไอออนของตัวถูกละลาย

5. กิจกรรมการเรียนรู้ (ใช้การสืบเสาะแบบเปิด (Opened inquiry))

ขั้นก่อนปฏิบัติการสืบเสาะ (รวมทั้งสิ้น 5 นาที)

5.1 ขั้นนำ (Open-ended inquiry question) (5 นาที)

5.1.1 ครูใช้วิธีทัศนัยการทำไอติมหลอดเป็นตัวนำในการถามคำถาม ดังนี้



http://www.youtube.com/watch?v=WL_fc3l2v30

วิธีทัศนัยที่นักเรียนได้ดูไปเมื่อสักครู่นี้เป็นวิธีทัศนัยเกี่ยวกับอะไร

(แนวคำตอบ การทำไอติมหลอด)

5.1.2 ครูตั้งประเด็นคำถามปลายเปิดดังนี้

(1) นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นกับอุณหภูมิของสารละลายหลังจากที่เติมเกลือแกง (NaCl) ลงไปในน้ำเย็น ?

(2) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามข้อ (1) เกิดจากปัจจัยใดบ้าง ?

ขั้นปฏิบัติการสืบเสาะ (รวมทั้งสิ้น 125 นาที)

5.2 ขั้นการดำเนินงานสำรวจ (Procedure) (95 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย จำนวน 6 กลุ่ม สมาชิกกลุ่มละ 5 คน

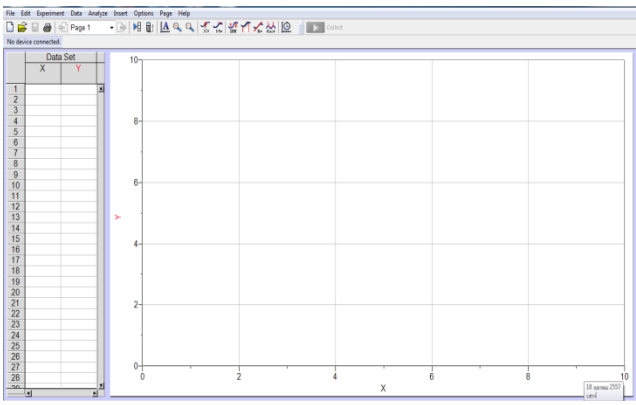
5.2.2 ครูแจกคู่มือการใช้ MBL ให้กลุ่มละ 1 ชุด (เอกสารแนบที่ 1)

5.2.3 ครูแนะนำการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำการทดลองดังนี้

(1) Microcomputer Based Laboratory (MBL) (10 นาที)



Temperature Probe



โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล Logger Pro 3.8.4

ที่มา : <http://www.vernier.com/products/sensors/temperature-sensors/tmp-bta/>

(2) Computer simulation (5 นาที)



- เปิดไฟล์เตอร์ simulation จากหน้าจอคอมพิวเตอร์ จากนั้นคลิกเลือกภาษา แล้วเลือกชนิดของตัวทำละลายและตัวถูกละลาย พร้อมทั้งกำหนดปริมาณของตัวถูกละลายและตัวทำละลาย หลังจากนั้นคลิกเลือกอุณหภูมิที่ต้องการ แล้วคลิก Start เพื่อเล่น

5.2.5 ครูชี้แจงนักเรียนดังต่อไปนี้

- (3) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบและวางแผนทำการทดลอง โดยทำการทดลองผ่านคอมพิวเตอร์ (MBL+Simulation) เพื่อตอบคำถาม

(1) นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นกับอุณหภูมิของสารละลายหลังจากที่เติมเกลือแกง (NaCl) ลงไปในน้ำเย็น ?

(2) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามข้อ (1) เกิดจากปัจจัยใดบ้าง ?

ซึ่งแต่ละกลุ่มมีเวลาทำการทดลอง 80 นาที

- (4) ให้แต่ละกลุ่มบันทึกข้อมูลที่ได้จาก Logger Pro 3 ลงในแฟลตไดฟ์ที่แจกให้ โดยตั้งชื่อไฟล์เดอร์เป็น Tf กลุ่ม

แต่ละกลุ่มจะมีคอมพิวเตอร์ 1 กลุ่ม ต่อ 2 เครื่อง สำหรับทำการทดลอง

5.2.5 ครูแจกอุปกรณ์การทดลอง

5.2.6 ครูให้นักเรียนทำการทดลอง

5.3 ชั้นวิเคราะห์ข้อมูล (Data and Result analysis) (30 นาที)

5.3.1 หลังจากให้นักเรียนทำปฏิบัติการทดลองเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง แล้วเขียนบันทึกผลการทดลองและข้อสรุปลงในกระดาษพู่ฟ

ชั้นหลังปฏิบัติการสืบเสาะ (รวมทั้งสิ้น 20 นาที)

5.4 ชั้นนำเสนอข้อมูล (Result Communication) (10 นาที)

5.4.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำกระดาษพู่ฟไปติดข้างห้อง

5.4.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเดินดูผลการทดลองของกลุ่มอื่น พร้อมนำปากกาสีประจำกลุ่มทำเครื่องหมายรูปดาวเพื่อให้คะแนนหน้าคำตอบของคำถามการทดลองที่ถูกต้อง จากนั้นสลับกลุ่มวนไปเรื่อยๆจนครบ

5.5 ชั้นสรุปผล (Conclusion) (10 นาที)

5.5.1 หลังจากผู้เรียนนำเสนอผลการสืบเสาะเสร็จสิ้น ครูนำเสนอประเด็นคำถามเพื่อเป็นการวัดและประเมินผล (Formative Assessment) ดังต่อไปนี้

- จะเกิดอะไรขึ้นกับอุณหภูมิของสารละลายหลังจากที่เติมเกลือแกง (NaCl) ลงไปในน้ำเย็น
- การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามข้อ (1) เกิดจากปัจจัยใดบ้าง ?

5.5.2 ครูพิจารณาคำตอบของนักเรียนว่าถูกต้องหรือไม่ จากนั้นครูแจกสแตมป์ลายเซ็นตามจำนวนข้อที่นักเรียนตอบถูก แต่หากนักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้องหรือถ้าพบว่ามีประเด็นที่ผิดพลาดหรือไม่สมบูรณ์ ผู้สอนต้องให้ข้อมูลย้อนกลับโดยทันที พร้อมทั้งนำประเด็นคำถามที่พบว่าผู้เรียนมีปัญหาที่สุดไปใช้เป็นคำถามนำเข้าสู่บทเรียนในเนื้อหาถัดไป

5.5.3 ครูนำเสนอสถานการณ์ท้าทาย จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนตอบคำถามลงในตัวออก (เอกสารแนบที่ 2)

6. วัสดุ/อุปกรณ์และสารเคมี

ตอนที่ 1 สำหรับการทดลอง

- | | |
|-------------------------------------|----------------------|
| 8. Interface (LabQuest Mini) | 8. หลอดทดลองขนาดใหญ่ |
| 9. Temperature Probe | 9. กระบอกตวง |
| 10. Computer & Adapter | 10. ซ้อนตักสาร |
| 11. ขาตั้งและแคลมป์ (Stand & Clamp) | 11. แท่งแก้วคนสาร |
| 12. น้ำแข็ง | 12. น้ำกลั่น |
| 13. เกลือแกง (NaCl) | |
| 14. เครื่องชั่ง | |

ตอนที่ 2 สำหรับทำกิจกรรม

- | | |
|----------------|--------------------|
| 4. กระดาษฟรุ๊ฟ | 4. กระดาษขาว |
| 5. ปากกาเมจิก | 5. กระดาษ A4 |
| 6. แพลตไคฟ์ | 6. แสตมป์ลายเซ็นต์ |

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 7.1 simulation “Boiling point Elevation and Freezing Point Depression”
- 7.2 คู่มือสำหรับ Microcomputer Based Laboratory (MBL) ดังเอกสารแนบที่ 1
- 7.3 ตัวออก ดังเอกสารแนบที่ 2
- 7.4 เอกสารนำเสนอประกอบคำบรรยายแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Power Point)

ดังเอกสารแนบที่ 3

- 7.5 แสตมป์ลายเซ็น ดังเอกสารแนบที่ 4

8. กระบวนการวัดและประเมินผล

การวัดและ ประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การตัดสิน
1. ด้านความรู้	การทดสอบ	โจทย์ทดสอบตัวออก	ได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป
	การตรวจ ผลงาน	โจทย์ทดสอบตัวออก	นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหา คิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
2. ด้านทักษะ	การตรวจ ผลงาน	โจทย์ทดสอบตัวออก	นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหา คิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
3. ด้านเจตคติ	การสังเกต	แบบประเมินพฤติกรรม คุณลักษณะอันพึงประสงค์	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป ทุกรายการที่ประเมิน

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แผนการจัดการเรียนรู้

- ☐ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- ☐ มีการใช้สื่อ/นวัตกรรม/เทคโนโลยีในกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ จัดกิจกรรมเหมาะสมกับผู้เรียน
- ☐ มีการจำแนกผู้เรียนตามความเหมาะสม/คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
- ☐ มีการบูรณาการ
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผลตรงตามตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้/กิจกรรม
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผล ตามสภาพจริง
- ☐ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

วันที่..... เดือน พ.ศ

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวพรชนก มีสำโรง)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม
เรื่อง สมบัติคอลลิเกทีฟ (การลดลงของจุดเยือกแข็ง)

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในรายการที่ปฏิบัติ

ลำดับ ที่	รายการพฤติกรรม	กลุ่มที่					
		1	2	3	4	5	6
1	มีความรับผิดชอบ						
2	มีส่วนร่วมในการตอบคำถาม						
3	ความกระตือรือร้นในการเรียน						
4	ช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม						
5	มีความซื่อสัตย์						
6	ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้						
รวม							
ระดับคุณภาพ							

หมายเหตุ

1. การให้คะแนน ✓ ถือเป็น 1 คะแนน
2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)

วิธีการให้คะแนน

- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
- ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
- ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
- ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
- ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
- ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

ชื่อ-สกุล ชั้น..... เลขที่

ตั๋วออก (Exit Ticket)

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดให้ จากนั้นเขียนความเข้าใจของนักเรียนลงในพื้นที่ว่างที่กำหนดให้

สถานการณ์ : เป็นที่ทราบกันดีว่าบริเวณขั้วโลกเหนือมีอากาศหนาวเย็นและมีหิมะปกคลุมตลอดทั้งปี มหาสมุทรส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยน้ำแข็ง ซึ่งในฤดูหนาวจะมีอุณหภูมิประมาณ -26 ถึง -43 องศาเซลเซียส เนื่องจากสภาพอากาศที่หนาวเย็นทำให้ยากต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต แต่ถึงกระนั้นก็ยังพบว่ามีปลาบางชนิดที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วปลาส่วนใหญ่จัดว่าเป็นสัตว์เลือดเย็น ไม่สามารถเก็บความร้อนที่มันสร้างขึ้นมาได้ มักสูญเสียความร้อนทางเหงือก ทำให้อุณหภูมิภายในตัวใกล้เคียงกับอุณหภูมิของน้ำภายนอก



คำถาม : นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดปลาชนิดนี้ถึงสามารถรักษาสมดุลอุณหภูมิของร่างกาย เพื่อดำรงชีวิตอยู่ได้ ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

รายวิชาเคมี 2 รหัสวิชา ว30222

ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

จำนวน 40 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 9 เรื่อง สมบัติคอลลิเกทีฟ

เวลา 2 ชั่วโมง

(การเพิ่มขึ้นของจุดเดือดและลดลงของจุดเยือกแข็ง)

นางสาวพรชนก มีสำโรง ครูผู้สอน

1. สาระสำคัญ

การเพิ่มขึ้นของจุดเดือด

อุณหภูมิเมื่อสารละลายเดือดจะสูงกว่าของตัวทำละลายบริสุทธิ์ ซึ่งการเพิ่มขึ้นของจุดเดือดเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนโมเลกุล (หรือโมล) ของตัวถูกละลายในตัวทำละลาย ดังความสัมพันธ์ตามสมการต่อไปนี้

$$\Delta T_b = K_b m$$

ΔT_b = จุดเดือดของสารละลาย - จุดเดือดของตัวทำละลาย (องศาเซลเซียส)

K_b = ค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือดของตัวทำละลาย (องศาเซลเซียส/mol/kg)

m = ความเข้มข้นของสารละลาย (mol/kg)

การลดลงของจุดเยือกแข็ง

เมื่อสารละลายเจือจางส่วนใหญ่ถูกทำให้เย็นลง ตัวทำละลายบริสุทธิ์จะเริ่มตกผลึกก่อนที่ตัวถูกละลายใดๆ จะตกผลึก อุณหภูมิที่ผลึกอันแรกอยู่ในสภาวะสมดุลกับสารละลาย เรียกว่าจุดเยือกแข็งของสารละลาย จุดเยือกแข็งของสารละลายแต่ละชนิดจะมีค่าต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของตัวทำละลายบริสุทธิ์เสมอ ในสารละลายเจือจาง การลดลงของจุดเยือกแข็งจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนโมเลกุล (หรือโมล) ของตัวถูกละลายในตัวทำละลายที่มีมวลที่กำหนด

$$\Delta T_f = K_f m$$

ΔT_f = จุดเยือกแข็งของตัวทำละลาย - จุดเยือกแข็งของสารละลาย

K_f = ค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็งของสารละลาย (องศาเซลเซียส/mol/kg)

m = ความเข้มข้นของสารละลาย (mol/kg)

2. ผลการเรียนรู้

บูรณาการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง กิจกรรมสะเต็มศึกษา และกิจกรรมอาเซียน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับจุดเยือกแข็งและความเย็นยิ่งยวดได้ (เทคโนโลยี)
2. นักเรียนสามารถวางแผนและออกแบบในการทำสเลอปีได้ (สะเต็มศึกษา, ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง)
3. นักเรียนสามารถนำเสนอชิ้นงานได้อย่างน้อย 2 ภาษา (อาเซียน)

3.1 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. จิตวิทยาศาสตร์ (ความรับผิดชอบ ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ การร่วมแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์)
2. จิตสาธารณะ (รักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม)

4. สารการเรียนรู้

1. การลดลงของจุดเยือกแข็งและความเย็นยิ่งยวด
2. แนวคิดปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
3. สะเต็มศึกษา

5. กิจกรรมการเรียนรู้ (ใช้การสืบเสาะแบบเปิด (Opened inquiry))

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ

5.1.1 ครูใช้ทบทวนเนื้อหาเกี่ยวกับสมบัติคอลลิเกทีฟที่ได้เรียนในสัปดาห์ที่ผ่านมา จากนั้นครูใช้คำถามชี้แนะเกี่ยวกับสเลอปีที่นักเรียนชอบทาน

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา

- 5.2.1 ครูให้นักเรียนศึกษาแนวคิดปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และสะเต็มศึกษา
- 5.2.2 ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายแนวคิดปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และสะเต็มศึกษา
- 5.2.3 ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มๆละ 5-6 คน และให้นักเรียนเลือกศึกษาเกี่ยวกับความเย็นยิ่งยวดและการลดลงของจุดเยือกแข็ง จากนั้นช่วยกันวางแผนและออกแบบวิธีการที่จำทำให้น้ำไค้กที่เตรียมให้กลายเป็นสเลอปี โดยการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่สอดคล้องกับแนวคิดปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
- 5.2.4 ครูให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันทำสเลอปี
- 5.2.5 เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มทำสเลอปีเสร็จแล้ว ครูสุ่มนักเรียนออกมาแนะนำเสนอถึงวิธีการที่ใช้ทำสเลอปี เป็นภาษาอังกฤษ
- 5.2.6 ครูสังเกตพฤติกรรม คอยดูแล และให้คำแนะนำเมื่อมีปัญหา

5.3 ขั้นตอนิบายและลงข้อสรุป

5.3.1 ครูสุ่มให้นักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน

5.3.2 ครูเพิ่มเติมข้อมูล (ถ้ามี) จนได้ข้อสรุปที่สมบูรณ์

5.4 ขั้ขยายความรู้ (Elaboration)

5.4.1 ครูให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการทำสเลอปีของกลุ่มอื่น

5.5 ขั้ประเมินผล (Evaluation)

5.5.1 ครูให้นักเรียนแต่ละคนช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม

5.5.2 ครูชื่นชมและให้กำลังใจกับนักเรียนทุกคน

6. สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้

6.1 Power point

6.2 อินเทอร์เน็ต

6.3 โค้ก ขนาด 125 mL

6.4 น้ำแข็ง

6.5 เกลือ

6.6 กล่องโฟม

7. การวัดและประเมินผล

การวัดและ ประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การตัดสิน
1. ด้านความรู้	การตรวจผลงาน	สเลอปี	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป
2. ด้านทักษะ	การตรวจผลงาน	สเลอปี	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป ทุกรายการที่ประเมินได้
3. ด้านเจตคติ	การสังเกต	แบบประเมินพฤติกรรม คุณลักษณะอันพึงประสงค์	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป ทุกรายการที่ประเมิน

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แผนการจัดการเรียนรู้

- ☐ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- ☐ มีการใช้สื่อ/นวัตกรรม/เทคโนโลยีในกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ จัดกิจกรรมเหมาะสมกับผู้เรียน
- ☐ มีการจำแนกผู้เรียนตามความเหมาะสม/คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
- ☐ มีการบูรณาการ
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผลตรงตามตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้/กิจกรรม
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผล ตามสภาพจริง
- ☐ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

วันที่..... เดือน พ.ศ

บันทึกหลังสอน

1. นักเรียนที่ใช้สอน นักเรียนชั้น จำนวน.....คน
2. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
 - 2.1) ความเหมาะสมของระยะเวลา () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.2) ความเหมาะสมของเนื้อหา () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.3) ความเหมาะสมของกิจกรรม () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.4) ความเหมาะสมของสื่อการสอนที่ใช้ () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.5) การมีส่วนร่วมของนักเรียน () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.6) ผลการปฏิบัติกิจกรรม/ใบงาน การทดสอบหลังเรียน
 - 1) การประเมินด้านความรู้
ผลการทดสอบหลังการเรียนพบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย.....จากคะแนนเต็ม.....
มีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้คือร้อยละ
 - 2) การประเมินด้านทักษะกระบวนการ ผลการประเมินโดยการสังเกตพฤติกรรมพบว่า
นักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์การประเมินและมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การ
ประเมินที่กำหนดไว้ในระดับดีขึ้น
 - 3) การประเมินด้านเจตคติ ผลการประเมินพบว่า มีนักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์
การประเมิน และมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินขั้นต่ำที่กำหนดไว้ระดับ 3 ขึ้นไป
3. ปัญหาและอุปสรรค
.....
4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข
.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางสาวพรชนก มีสำโรง)

ตำแหน่ง ครู

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวพรชนก มีสำโรง)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม
เรื่อง สมบัติคอลลิเกทีฟ (การเพิ่มขึ้นของจุดเดือดและการลดลงของจุดเยือกแข็ง)

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย  ลงในรายการที่ปฏิบัติ

ลำดับ ที่	รายการพฤติกรรม	กลุ่มที่					
		1	2	3	4	5	6
1	มีความรับผิดชอบ						
2	มีส่วนร่วมในการตอบคำถาม						
3	ความกระตือรือร้นในการเรียน						
4	ช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม						
5	มีความซื่อสัตย์						
6	ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้						
รวม							
ระดับคุณภาพ							

หมายเหตุ

1. การให้คะแนน  ถือเป็น 1 คะแนน
2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
 ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
 ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
 ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)

วิธีการให้คะแนน

- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
- ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
- ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
- ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
- ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
- ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10

รายวิชาเคมี 2 รหัสวิชา ว30222

ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

จำนวน 40 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 10 เรื่อง สมการเคมี

เวลา 1 ชั่วโมง

นางสาวพรชนก มีสำโรง ครูผู้สอน

1. สาระสำคัญ

สมการเคมี เป็นการแสดงสูตรหรือสัญลักษณ์เพื่อแสดงว่า สารใดทำปฏิกิริยากันบ้าง และสารใดเป็นสารที่ได้จากปฏิกิริยานั้น ๆ สารที่เข้าทำปฏิกิริยากัน เรียกว่า สารตั้งต้น (Reactant) ส่วนสารที่เกิดขึ้นใหม่ จากผลของปฏิกิริยานั้น ๆ เรียกว่า สารผลิตภัณฑ์ (Product)

2. ผลการเรียนรู้

ว 3.1 ม.4/8 แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิดได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์เกี่ยวกับสมการเคมีได้

3.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถดุลสมการเคมีได้

3.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. จิตวิทยาศาสตร์ (ความรับผิดชอบ ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ การร่วมแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์)
2. จิตสาธารณะ (ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ช่วยเหลือผู้อื่น รักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม)

4. สาระการเรียนรู้

สมการเคมี เป็นการแสดงสูตรหรือสัญลักษณ์เพื่อแสดงว่า สารใดทำปฏิกิริยากันบ้าง และสารใดเป็นสารที่ได้จากปฏิกิริยานั้น ๆ สารที่เข้าทำปฏิกิริยากัน เรียกว่า สารตั้งต้น (Reactant) ส่วนสารที่เกิดขึ้นใหม่จากผลของปฏิกิริยานั้น ๆ เรียกว่า สารผลิตภัณฑ์ (Product)

การเขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นของสารตั้งต้นไปเป็นสารผลิตภัณฑ์จะใช้ $\rightarrow$ บางปฏิกิริยาจะเขียน $\rightleftharpoons$ แสดงว่าในปฏิกิริยานั้น ๆ เมื่อสารตั้งต้นเปลี่ยนไปเป็นสารผลิตภัณฑ์ยังสามารถเปลี่ยนเป็นสารตั้งต้นได้อีก (เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ) และปฏิกิริยานี้อยู่ในภาวะสมดุล

สมการเคมี บอกให้ทราบถึงปริมาณของสารตั้งต้นที่ใช้เข้าทำปฏิกิริยากัน และปริมาณของสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น สมการเคมีไม่ได้บอกให้ทราบเกี่ยวกับอัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยา และพลังงานของปฏิกิริยาสมการเคมีที่สมบูรณ์ จะบอกสถานะของสารในปฏิกิริยาด้วย และต้องหาตัวเลขที่เหมาะสมมาเติมลงข้างหน้า สัญลักษณ์ หรือสูตร ของสารในสมการเพื่อให้มีจำนวนอะตอมของแต่ละธาตุในผลิตภัณฑ์ เท่ากับจำนวนอะตอมของแต่ละธาตุในสารตั้งต้น เรียกว่าการดุลสมการ

การดุลสมการเคมี

1. หาว่าสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ทั้งหมดคือสารชนิดใด แล้วเขียนสูตรที่ถูกต้องทางขวาและทางซ้ายของสมการตามลำดับ

2. เริ่มดุลสมการโดยลองใช้สัมประสิทธิ์ที่เหมาะสมที่จะทำให้จำนวนของอะตอมชนิดเดียวกันทั้งสองข้างของสมการเท่ากัน เราอาจเปลี่ยนได้แต่เพียงตัวเลขสัมประสิทธิ์ (ตัวเลขข้างหน้าสูตร) เท่านั้น ส่วนตัวเลขห้อยท้าย (ตัวเลขภายในสูตรเปลี่ยนแปลงไม่ได้ เช่น 2NO_2 หมายความว่า ไนโตรเจนไดออกไซด์ 2 โมเลกุล แต่ถ้าเราเปลี่ยนเลขห้อยท้ายเป็น 2 เท่า คือ N_2O_4 จะเป็นสูตรของไดไนโตรเจนเตตระออกไซด์ ซึ่งเป็นอีกสารหนึ่งไปเลย

3. มองหาธาตุที่ปรากฏเพียงครั้งเดียวในแต่ละข้างของสมการและมีจำนวนอะตอมเท่ากันทั้งสองข้างของสมการ สูตรที่มีธาตุเหล่านี้จะต้องมีสัมประสิทธิ์เท่ากัน ต่อไปมองหาธาตุที่ปรากฏเพียงครั้งเดียวในแต่ละข้างของสมการแต่มีจำนวนอะตอมไม่เท่ากันทั้งสองข้างของสมการ ดุลจำนวนอะตอม ต่อไปดุลจำนวนอะตอมของธาตุที่พบในสูตรของสารตั้งแต่ 2 สารขึ้นไปข้างเดียวกันของสมการ

4. ตรวจสอบการที่ได้ดุลแล้วเพื่อให้แน่ใจว่าจำนวนของอะตอมชนิดเดียวกันเท่ากันทั้ง 2 ข้างของลูกศรสมการ

5. กิจกรรมการเรียนรู้ (ใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es)

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (5 นาที)

5.1.1 ครูให้นักเรียนดูวิดีโอทัศน์เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนดังนี้



ผลิตภัณฑ์

5.1.2 ครูถามนักเรียน ดังนี้

- วิธีที่ค้นที่นักเรียนได้ดูไปแล้วนั้นเป็นการเผาโลหะแมกนีเซียม นักเรียนคิดว่า

ที่ได้ควรจะเป็นอะไร

(แนวคำตอบ แมกนีเซียมออกไซด์)

- นักเรียนจะใช้สัญลักษณ์ใดแทนปฏิกิริยาการเกิดแมกนีเซียมออกไซด์

(แนวคำตอบ สมการเคมี)

- สัญลักษณ์ที่นักเรียนเขียนแทนปฏิกิริยาการเกิดแมกนีเซียมออกไซด์เป็นอย่างไร

(แนวคำตอบ $2\text{Mg(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \longrightarrow 2\text{MgO(s)}$)

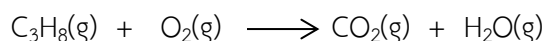
- สมการเคมีที่นักเรียนเขียนนั้นจะต้องมีการดุลสมการแล้วนั้นหมายความว่าจำนวนธาตุที่เป็นองค์ประกอบจะต้องมีจำนวนเท่ากัน วันนี้เราจะมาเรียนรู้ถึงวิธีการดุลสมการเคมีให้ง่ายและถูกต้อง

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (25 นาที)

- 5.2.6 ครูให้นักเรียนศึกษาหลักในการดุลสมการเคมีจากหนังสือเรียนวิชาเคมี เล่ม 2 สสวท.

- 5.2.2 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่มๆละ 5 คน

- 5.2.3 ครูยกตัวอย่างสมการเคมี ดังนี้



- 5.2.4 ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ช่วยกันดุลสมการ

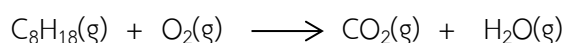
- 5.2.5 ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ช่วยกันทำแบบฝึกหัด 4.11 แล้วเขียนบันทึกลงในสมุดของตนเอง

5.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (10 นาที)

- 5.3.1 ครูสุ่มนักเรียนออกมาเฉลยแบบฝึกหัดหน้าชั้นเรียน
- 5.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและเฉลยแบบฝึกหัด
- 5.3.3 ครูเฉลยคำตอบพร้อมทั้งให้คะแนนกับกลุ่มที่ตอบถูกต้อง

5.4 ขั้นขยายความรู้ (5 นาที)

- 5.4.1 ครูยกตัวอย่างสมการเคมีดังนี้



จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันดุลสมการ

5.5 ขั้นประเมินผล (5 นาที)

5.5.1 ครูให้นักเรียนแต่ละคนออกมาจับฉลากเพื่อทดสอบการเคมีที่ได้รับมอบหมาย

6 สื่อ/วัสดุ/อุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้

6.1 Power point

6.2 หนังสือเรียนวิชาเคมี เล่ม 2 สสวท.

6.3 ฉลากสมการเคมี

7. กระบวนการวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การตัดสิน
1. ด้านความรู้	การทดสอบ	โจทย์แบบฝึกหัด 4.11	ได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป
	การตรวจผลงาน	โจทย์แบบฝึกหัด 4.11	นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหา คิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
2. ด้านทักษะ	การตรวจผลงาน	โจทย์แบบฝึกหัด 4.11	นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหา คิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
3. ด้านเจตคติ	การสังเกต	แบบประเมินพฤติกรรม คุณลักษณะอันพึงประสงค์	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป ทุกรายการที่ประเมิน

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แผนการจัดการเรียนรู้

- ☐ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- ☐ มีการใช้สื่อ/นวัตกรรม/เทคโนโลยีในกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ จัดกิจกรรมเหมาะสมกับผู้เรียน
- ☐ มีการจำแนกผู้เรียนตามความเหมาะสม/คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
- ☐ มีการบูรณาการ
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผลตรงตามตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้/กิจกรรม
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผล ตามสภาพจริง
- ☐ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

วันที่..... เดือน พ.ศ

บันทึกหลังสอน

1. นักเรียนที่ใช้สอน นักเรียนชั้น จำนวน.....คน
2. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
 - 2.1) ความเหมาะสมของระยะเวลา () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.2) ความเหมาะสมของเนื้อหา () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.3) ความเหมาะสมของกิจกรรม () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.4) ความเหมาะสมของสื่อการสอนที่ใช้ () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.5) การมีส่วนร่วมของนักเรียน () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.6) ผลการปฏิบัติกิจกรรม/ใบงาน การทดสอบหลังเรียน
 - 1) การประเมินด้านความรู้
ผลการทดสอบหลังการเรียนพบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย.....จากคะแนนเต็ม.....
มีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้คือร้อยละ
 - 2) การประเมินด้านทักษะกระบวนการ ผลการประเมินโดยการสังเกตพฤติกรรมพบว่า มีนักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์การประเมินและมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ ในระดับดีขึ้น
 - 3) การประเมินด้านเจตคติ ผลการประเมินพบว่า มีนักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์การประเมิน และมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินขั้นต่ำที่กำหนดไว้ระดับ 3 ขึ้นไป
3. ปัญหาและอุปสรรค
.....
4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข
.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางสาวพรชนก มีสำโรง)

ตำแหน่ง ครู

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวพรชนก มีสำโรง)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม
เรื่อง สมการเคมี

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในรายการที่ปฏิบัติ

ลำดับ ที่	รายการพฤติกรรม	กลุ่มที่					
		1	2	3	4	5	6
1	มีความรับผิดชอบ						
2	มีส่วนร่วมในการตอบคำถาม						
3	ความกระตือรือร้นในการเรียน						
4	ช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม						
5	มีความซื่อสัตย์						
6	ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้						
รวม							
ระดับคุณภาพ							

หมายเหตุ

1. การให้คะแนน ✓ ถือเป็น 1 คะแนน
2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)

วิธีการให้คะแนน

- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
- ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
- ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
- ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
- ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
- ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11

รายวิชาเคมี 2 รหัสวิชา ว30222

ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

จำนวน 40 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 11 เรื่อง การคำนวณหาสารในปฏิกิริยาเคมี

เวลา 4 ชั่วโมง

นางสาวพรชนก มีสำโรง ครูผู้สอน

1. สาระสำคัญ

ในปฏิกิริยาเคมีที่มีสารตั้งต้นตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เมื่อให้สารตั้งต้นทำปฏิกิริยากัน ถ้าสารแต่ละชนิดที่ทำปฏิกิริยากันหมดพอดีทุกชนิด การคำนวณหาสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจะคำนวณจากสารตั้งต้นตัวใดก็ได้ แต่ถ้าสารตั้งต้นที่ใช้ทำปฏิกิริยากันนั้น ตัวใดตัวหนึ่งมีปริมาณน้อยกว่าปกติ และถูกใช้ในการเกิดปฏิกิริยาหมดก่อนสารตั้งต้นตัวอื่น ๆ (สารตั้งต้นตัวอื่น มีปริมาณมากเกินไป) กรณีนี้สารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นเท่านั้นขึ้นอยู่กับปริมาณสารตั้งต้นที่ถูกใช้หมดก่อน จึงเรียกสารตั้งต้นที่ใช้หมดก่อนและเป็นตัวกำหนดปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นว่า "สารกำหนดปริมาณ" (Limiting Reactant)

2. ผลการเรียนรู้

ว 3.1 ม.4/9-ม.4/12 คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร ความเข้มข้นของสารละลาย ปริมาตรแก๊สได้

ว 3.1 ม.4/13 ระบุสารกำหนดปริมาณและคำนวณปริมาณสารต่างๆในปฏิกิริยาเคมีได้

ว 3.1 ม.4/14 คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1. เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์เกี่ยวกับปริมาณสารในสมการเคมีได้

3.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถคำนวณเกี่ยวกับปริมาณสารในสมการเคมีได้

3.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. จิตวิทยาศาสตร์ (ความรับผิดชอบ ความสนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ การร่วมแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์)

2. จิตสาธารณะ (ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ช่วยเหลือผู้อื่น รักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม)

4. สารการเรียนรู้

การคำนวณเกี่ยวกับปริมาณของสารในสมการเคมี มีหลักทั่วไปดังนี้

1. ต้องทราบสมการของปฏิกิริยาเคมีพร้อมดุล
2. พิจารณาเฉพาะสารที่โจทย์ถาม และกำหนดให้
3. แล้วนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาคิดคำนวณหาสิ่งที่ต้องการจากสมการได้โดยการเทียบบัญญัติไตรยางค์
ด้วยการใช้ความรู้เรื่องโมลหรืออาจจะคำนวณด้วยวิธีหนึ่งโดยนำจำนวนโมลของสารที่โจทย์ถาม และโจทย์
กำหนดให้มาเทียบอัตราส่วนกันจะเท่ากับจำนวนโมลที่เป็นสัมประสิทธิ์ของสารที่โจทย์ถามและโจทย์
กำหนดให้ตามสมการ

สารกำหนดปริมาณ (Limiting Reactant)

ในปฏิกิริยาเคมีที่มีสารตั้งต้นตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เมื่อให้สารตั้งต้นทำปฏิกิริยากัน ถ้าสารแต่ละชนิดที่ทำ
ปฏิกิริยากันหมดพอดีทุกชนิด การคำนวณหาสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจะคำนวณจากสารตั้งต้นตัวใดก็ได้ แต่
ถ้าสารตั้งต้นที่ใช้ทำปฏิกิริยากันนั้น ตัวใดตัวหนึ่งมีปริมาณน้อยกว่าปกติ และถูกใช้ในการเกิดปฏิกิริยาหมด
ก่อนสารตั้งต้นตัวอื่น ๆ (สารตั้งต้นตัวอื่น มีปริมาณมากเกินไป) กรณีนี้สารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นเท่านั้น
ขึ้นอยู่กับปริมาณสารตั้งต้นที่ถูกใช้หมดก่อน จึงเรียกระบบตั้งต้นที่ใช้หมดก่อนและเป็นตัวกำหนดปริมาณ
สารผลิตภัณฑ์ที่จะเกิดขึ้นว่า "สารกำหนดปริมาณ" (Limiting Reactant) เช่น ไฮโดรเจน 2 โมล ทำ
ปฏิกิริยากับออกซิเจน 1 โมล เกิดน้ำขึ้น 2 โมล แต่ถ้าไฮโดรเจน 4 โมลทำปฏิกิริยากับออกซิเจน 1 โม
ลออกซิเจนจะต้องถูกใช้หมดก่อนและไฮโดรเจนจะถูกใช้ไปได้อย่างมากที่สุด 2 โมล และคงเหลือ 2 โมล
สารที่มีปริมาณน้อยกว่าจึงเป็นตัวกำหนดว่าปฏิกิริยาหนึ่งสามารถเกิดผลผลิตได้อย่างมากที่สุดเท่าใด

ผลได้ร้อยละ

ในการคำนวณหาปริมาณของผลิตภัณฑ์จากสมการเคมีนั้น ค่าที่ได้เรียกว่า ผลได้ตามทฤษฎี
(Theoretical yield) แต่ในทางปฏิบัติจะได้ผลิตภัณฑ์น้อยกว่าตามทฤษฎี แต่จะได้เล็กน้อยแค่ไหน
ขึ้นอยู่กับวิธีการและสารเคมีที่ใช้ เรียกผลที่ได้นี้ว่า ผลได้จริง (Actual yield) สำหรับการรายงานผล
การทดลองนั้นจะเปรียบเทียบค่าที่ได้ตามทฤษฎีในรูปร้อยละ ซึ่งจะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

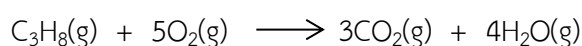
$$\text{ร้อยละของผลได้} = \frac{\text{ผลได้จริง}}{\text{ผลได้ตามทฤษฎี}} \times 100$$

5. กิจกรรมการเรียนรู้ (ใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es)

ชั่วโมงที่ 1-2

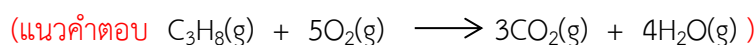
5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (10 นาที)

5.1.1 ครูยกตัวอย่างสมการเคมีดังนี้



5.1.2 ครูถามนักเรียน ดังนี้

- จากสมการสารประกอบแต่ละชนิดมีจำนวนกี่โมล, กี่โมเลกุล, กี่กรัม และมีปริมาตรเท่าใดบ้าง



Mol	1	5	3	4	mol
Molecule	1	5	3	4	molecule
Mass	44.09	160	132.03	72.06	g
Volume	22.4	112	67.2	89.6	dm ³

- นักเรียนคิดว่าจำนวนโมลของ C_3H_8 สัมพันธ์กับ O_2 , CO_2 และ H_2O อย่างไร



- นักเรียนคิดว่า C_3H_8 0.5 g เท่ากับกี่กรัมของ H_2O วันนี้เราจะมาช่วยกันคำนวณหาความสัมพันธ์เกี่ยวกับปริมาณสารในสมการเคมี

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (110 นาที)

5.2.7 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่มๆละ 5 คน

5.2.2 ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม เรื่อง การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีโดยมีการดำเนินกิจกรรม ดังนี้

5.2.2.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษา เรื่อง การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี, สารกำหนดปริมาณและผลได้ร้อยละจากหนังสือเรียนวิชาเคมี เล่ม 2 สสวท

5.2.2.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันแก้โจทย์ปัญหาต่อไปนี้

(1) หินตัวอย่างชนิดหนึ่งประกอบด้วย CaCO_3 และ SiO_2 ถ้าใช้หินตัวอย่าง

40 g ทำปฏิกิริยากับ $\text{HCl}(\text{aq})$ ที่มากเกินไป พบว่าเกิด $\text{CO}_2(\text{g})$ 0.448 dm³

ที่ STP จงหาร้อยละของ CaCO_3 ในหินตัวอย่าง

(2) ถ้าให้ CH_4 8 g เผาไหม้ในบรรยากาศของ O_2 48 g

(ก) สารใดเป็นสารกำหนดปริมาณ สารใดเหลือและเหลือกี่กรัม

(ข) จงคำนวณหามวลของ CO_2 ที่เกิดขึ้น

(3) ถ้านำ C_6H_6 15.6 g มาทำปฏิกิริยากับ HNO_3 จำนวนมากเกินไป พบว่า

เกิด $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ 18 g จงหาผลได้ร้อยละ

ชั่วโมงที่ 3

5.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (60 นาที)

5.3.1 ครูสุ่มให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเฉลยคำตอบหน้าชั้นเรียน

5.3.2 ครูและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับโจทย์ร่วมกัน

5.3.3 ครูให้คะแนนกับกลุ่มที่ตอบถูกต้อง

ชั่วโมงที่ 4

5.4 ขั้ขยายความรู้ (40 นาที)

5.4.1 ครูยกตัวอย่างโจทย์คำถามต่อไปนี้

- (1) ในการทดลองให้นักเรียนเตรียมสารประกอบชนิดหนึ่งซึ่งมีมวลโมเลกุล 100 โดยมีวิธีการเตรียม 5 ขั้นตอน ในแต่ละขั้นตอนได้ผลผลิตเพียง 50.0% โดยโมล ถ้าในการทดลองนี้นักเรียนใช้สารตั้งต้นที่มีมวลโมเลกุล 80.0 จะต้องใช้สารตั้งต้นกี่กรัมจึงจะเตรียมสารประกอบนี้ได้ 10.0 กรัม

(แนวคำตอบ 256 g)

5.4.2 ครูสุ่มนักเรียนออกมาเฉลยคำตอบหน้าชั้นเรียน

5.5 ขั้ประเมินผล (20 นาที)

5.5.1 ครูให้นักเรียนจับฉลากเพื่อทำโจทย์คำถาม

6 สื่อ/วัสดุ/อุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้

6.1 Power point

6.2 หนังสือเรียนวิชาเคมี เล่ม 2 สสวท.

6.3 ฉลากโจทย์

7. กระบวนการวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การตัดสิน
1. ด้านความรู้	การทดสอบ	โจทย์คำถาม	ได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป
	การตรวจผลงาน	โจทย์คำถาม	นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหา คิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
2. ด้านทักษะ	การตรวจผลงาน	โจทย์คำถาม	นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหา คิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
3. ด้านเจตคติ	การสังเกต	แบบประเมินพฤติกรรม คุณลักษณะอันพึงประสงค์	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป ทุกรายการที่ประเมิน

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แผนการจัดการเรียนรู้

- ☐ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- ☐ มีการใช้สื่อ/นวัตกรรม/เทคโนโลยีในกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ จัดกิจกรรมเหมาะสมกับผู้เรียน
- ☐ มีการจำแนกผู้เรียนตามความเหมาะสม/คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
- ☐ มีการบูรณาการ
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผลตรงตามตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้/กิจกรรม
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผล ตามสภาพจริง
- ☐ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน.....พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

วันที่..... เดือนพ.ศ

บันทึกหลังสอน

1. นักเรียนที่ใช้สอน นักเรียนชั้น จำนวน.....คน
2. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
 - 2.1) ความเหมาะสมของระยะเวลา () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.2) ความเหมาะสมของเนื้อหา () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.3) ความเหมาะสมของกิจกรรม () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.4) ความเหมาะสมของสื่อการสอนที่ใช้ () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.5) การมีส่วนร่วมของนักเรียน () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง
 - 2.6) ผลการปฏิบัติกิจกรรม/ใบงาน การทดสอบหลังเรียน
 - 1) การประเมินด้านความรู้
ผลการทดสอบหลังการเรียนพบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย.....จากคะแนนเต็ม.....
มีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้คือร้อยละ
 - 2) การประเมินด้านทักษะกระบวนการ ผลการประเมินโดยการสังเกตพฤติกรรมพบว่า
นักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์การประเมินและมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การ
ประเมินที่กำหนดไว้ ในระดับดีขึ้น
 - 3) การประเมินด้านเจตคติ ผลการประเมินพบว่า มีนักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์
การประเมิน และมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินขั้นต่ำที่กำหนดไว้ระดับ 3 ขึ้นไป
3. ปัญหาและอุปสรรค
.....
4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข
.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางสาวพรชนก มีสำโรง)

ตำแหน่ง ครู

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวพรชนก มีสำโรง)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม
เรื่อง การคำนวณหาสารในปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในรายการที่ปฏิบัติ

ลำดับ ที่	รายการพฤติกรรม	กลุ่มที่					
		1	2	3	4	5	6
1	มีความรับผิดชอบ						
2	มีส่วนร่วมในการตอบคำถาม						
3	ความกระตือรือร้นในการเรียน						
4	ช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม						
5	มีความซื่อสัตย์						
6	ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้						
รวม							
ระดับคุณภาพ							

หมายเหตุ

1. การให้คะแนน ✓ ถือเป็น 1 คะแนน
2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)

วิธีการให้คะแนน

- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
- ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
- ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
- ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
- ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
- ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

ใบความรู้ที่ 1.10

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสารในสมการเคมี

สมการเคมีที่ดุลแล้วจะทำให้ทราบความสัมพันธ์ในเชิงปริมาณระหว่างสารต่าง ๆ ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันทั้งในแง่ของโมล มวล ปริมาตรของก๊าซ และจำนวนอนุภาค ทำให้ทราบว่าสารตั้งต้นเท่าใดที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันและมีสารผลิตภัณฑ์เท่าใดที่เกิดจากปฏิกิริยา โดยอาศัยความสัมพันธ์จากโมล มวล ปริมาตรของก๊าซ และจำนวนอนุภาค สามารถที่จะคำนวณปริมาณของสารตัวหนึ่งจากตัวอื่น ๆ ในสมการที่ทราบปริมาณแล้ว ตัวอย่างเช่น ปฏิกิริยาระหว่าง CaCO_3 กับ HCl ดังนี้

	$\text{CaCO}_3 (\text{s})$	+	$2\text{HCl} (\text{aq})$	$\rightarrow$	$\text{CaCl}_2 (\text{aq})$	+	$\text{H}_2\text{O} (\text{l})$	+	$\text{CO}_2 (\text{g})$
จำนวนโมล	1		2		1		1		1
มวล (g)	(40+12+3×16)		2(1+35.5)		(40+(2×35.5))		(1×2 + 16)		(12+2×16)
โมเลกุล	6.02×10^{23}		$2 \times 6.02 \times 10^{23}$		6.02×10^{23}		6.02×10^{23}		6.02×10^{23}
ปริมาตร(ที่ STP)	-		-		-		-		22.4 dm^3

จะเห็นได้ว่าถ้าเริ่มต้นจากโมล จะสามารถเปลี่ยนเป็นมวล โมเลกุล หรือปริมาตรได้

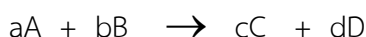
โดยทั่วๆ ไปการคำนวณจากสมการ โจทย์อาจจะกำหนดให้เพียง 1 สมการ กำหนดปริมาณของสารให้ 1 ชนิดหรือหลายๆ ชนิดก็ได้ หรืออาจจะกำหนดให้มากกว่า 1 สมการ ซึ่งการคำนวณแต่ละแบบจะแตกต่างกัน ในที่นี้จะแสดงให้เห็นทุกๆ แบบ

ก. การคำนวณที่เกี่ยวข้องกับ 1 สมการ โดยทั่วๆ ไปมีหลักการดังนี้

1. เขียนสมการให้ถูกต้อง (ทำสมการให้ดุล)
2. พิจารณาเฉพาะสารที่โจทย์ถามและที่กำหนดให้
3. นำจำนวนโมล ของสารที่โจทย์ถาม และที่กำหนดให้ (จากสมการที่ดุล) มาเทียบอัตราส่วนกัน เมื่อแทนค่าโมลตามความเหมาะสม จะคำนวณสิ่งที่ต้องการได้

4. ในกรณีที่ต้องการเทียบบัญญัติไตรยางค์ ก็พิจารณาเฉพาะตัวที่โจทย์ถามและที่กำหนดให้ เช่นเดียวกัน โดยเริ่มต้นพิจารณาเทียบจำนวนโมล แล้วเปลี่ยนไปเป็นสิ่งที่ต้องการ

พิจารณาจากสมการทั่วๆ ไป ดังนี้



เมื่อกำหนดปริมาณของสารตัวหนึ่งให้ จะสามารถคำนวณปริมาณของสารตัวอื่นๆ ได้โดยการเทียบอัตราส่วนโมล เช่น

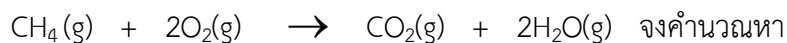
$$\frac{\text{โมล A}}{\text{โมล B}} = \frac{a}{b} \quad \text{หรือ} \quad \frac{\text{โมล A}}{\text{โมล C}} = \frac{a}{c}$$

$$\frac{\text{โมล B}}{\text{โมล C}} = \frac{b}{c} \quad \text{หรือ} \quad \frac{\text{โมล A}}{\text{โมล D}} = \frac{a}{d}$$

เมื่อต้องการแทนค่าโมล ให้พิจารณาตามความเหมาะสมว่าจะแทนค่าในเทอมของมวล (w) โมล (n), ปริมาตร (V) , หรือจำนวนอนุภาค (N) แล้วแต่โจทย์ต้องการ โดยเลือกใช้สูตรดังนี้

$$n = \frac{V}{22.4} = \frac{w}{M} = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}}$$

ตัวอย่างที่ 1 ปฏิกริยาการเผาไหม้ก๊าซมีเทน (CH₄) เกิดขึ้นดังสมการ

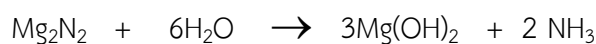


1. มวลของออกซิเจนที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับมีเทน 24 g
2. ถ้าใช้มีเทน 96 g ทำปฏิกิริยาพอดีกับออกซิเจนมากเกินไปพอ จะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาตรเท่าใดที่ STP
3. จะต้องใช้มวลของมีเทนเท่าใดทำปฏิกิริยากับออกซิเจนมากเกินไปพอ เพื่อให้เกิดน้ำจำนวน 3.01×10^{23} โมเลกุล

ตัวอย่างที่ 2 เมื่อนำแมกนีเซียมไนไตรด์ 10.0 กรัม ทำปฏิกิริยากับน้ำจำนวนมากเกินไปพอ

- ก. จงคำนวณปริมาตรของก๊าซแอมโมเนียมที่เกิดขึ้นที่ STP
- ข. ในขณะที่ได้ก๊าซแอมโมเนีย 3.0 กรัม จะเหลือแมกนีเซียมไนไตรด์กี่กรัม

วิธีทำ แมกนีเซียมไนไตรด์คือ Mg₂N₂ มีมวลโมเลกุล 100

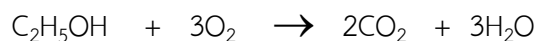


- ก. หาปริมาตรของ NH₃

- ข. หามวลของ Mg₃N₂ ที่เหลือ

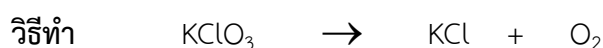
ตัวอย่างที่ 3 เมื่อนำเอทานอลมาเผาในก๊าซ O_2 จะได้ก๊าซ CO_2 และ H_2O

- ก. จงคำนวณมวลของ H_2O ที่เกิดขึ้นเมื่อใช้เอทานอล 0.1 โมล ผ่านใน O_2 มากเกินพอ
 - ข. ถ้าใช้ O_2 1.12 dm^3 ที่ STP ทำปฏิกิริยากับเอทานอลจำนวนมาก จะได้ก๊าซ CO_2 กี่ dm^3 ที่ STP
 - ค. ถ้าใช้ก๊าซ CO_2 0.88 กรัมจะได้ H_2O กี่โมเลกุล
 - ง. ถ้าใช้เอทานอล 2.3 กรัม ต้องใช้ O_2 กี่ dm^3 จึงจะทำปฏิกิริยาพอดี
- วิธีทำ** ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้



- ก. หามวลของ H_2O จาก C_2H_5OH
- ข. หาปริมาตรของ CO_2 จาก O_2
- ค. หาจำนวนโมเลกุลของ H_2O จากมวลของ CO_2
- ง. หาปริมาตรของ O_2 จาก C_2H_5OH

ตัวอย่างที่ 4 เมื่อเผาโพแทสเซียมคลอเรต จะได้โพแทสเซียมคลอไรด์และก๊าซออกซิเจน จะต้องใช้โพแทสเซียมคลอเรตกี่โมล จึงจะสลายตัวให้ก๊าซออกซิเจน 112 cm^3 ที่ STP



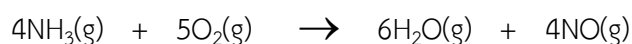
ใบกิจกรรมที่ 1.10

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสารในสมการเคมี

1. เมื่อแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (CaH_2) ทำปฏิกิริยากับน้ำจะเกิดก๊าซไฮโดรเจนและแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$)
 - 1.1 จงเขียนและดุลสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

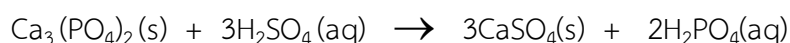
1.2 จะต้องใช้ CaH_2 กี่กรัม จึงจะได้ H_2 10 dm^3 ที่ STP

2. ก๊าซแอมโมเนียทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจน ดังสมการ



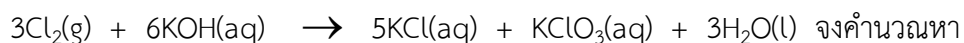
ถ้าใช้ NH_3 500 cm^3 จะต้องใช้ O_2 กี่ dm^3 จึงจะทำปฏิกิริยาพอดีกัน และจะเกิดไอน้ำ กับ NO อย่างละกี่ dm^3 ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน

3. การผลิตกรดฟอสฟอริกเพื่อการค้าจะใช้สารทำปฏิกิริยากันดังสมการ



จงคำนวณหามวลของกรดซัลฟิวริกเข้มข้นที่ต้องใช้ทำปฏิกิริยาพอดีกับ $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ จำนวน 100 g

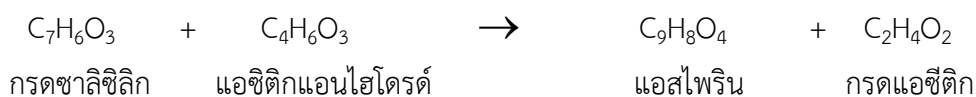
4. เมื่อผ่านก๊าซคลอรีนลงในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ร้อน เกิดปฏิกิริยาดังสมการ



4.1 จำนวนโมลของ KClO_3 ที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ Cl_2 1.86 mol

4.2 จำนวนโมลของ KOH เพื่อทำให้เกิด KCl 0.45 mol

5. แอสไพรินสามารถสังเคราะห์จากปฏิกิริยาระหว่างกรดซาลิซิลิกกับแอซติกแอนไฮไดรด์ ดังสมการ

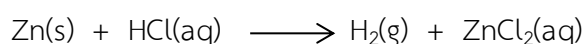


จงคำนวณหามวลของแอซติกแอนไฮไดรด์ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาพอดีกับกรดซาลิซิลิก $5.00 \times 10^2 \text{ g}$

6. แอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตนิยมนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของปุ๋ย ซึ่งสังเคราะห์จากสารละลายแอมโมเนีย (NH_3) และสารละลายกรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) ถ้าใช้สารละลายแอมโมเนียเข้มข้น 7.4 โมลต่อลิตร ปริมาตร 3.48 ลิตร จะต้องใช้กรดฟอสฟอริกเข้มข้น 12.9 โมลต่อลิตร ปริมาตรกี่ลิตร

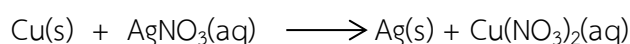
7. นำสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1.0 โมลาร์ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร มาทำปฏิกิริยาเคมีกับสารละลายกรดไนตริกเข้มข้น 0.8 โมลาร์ จะต้องใช้สารละลายกรดไนตริกกี่มิลลิลิตร และได้โซเดียมไนเตรตเข้มข้นกี่โมลาร์

8. โลหะสังกะสีทำปฏิกิริยาเคมีกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เขียนสมการเคมีได้ดังนี้ (สมการเคมียังไม่ดุล)



ถ้าใช้โลหะสังกะสี 13.07 กรัม จะต้องใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 2.0 โมลต่อลิตร ปริมาตรกี่มิลลิลิตร

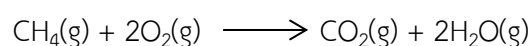
9. ปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะทองแดงและสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต เขียนแสดงได้ดังนี้ (สมการเคมียังไม่ดุล)



ถ้าใช้สารละลายซิลเวอร์ไนเตรตเข้มข้น 2.5 โมลต่อลิตร ปริมาตร 5.0 ลิตร ทำปฏิกิริยาพอดีกับโลหะทองแดง จะได้โลหะเงินกี่กิโลกรัม

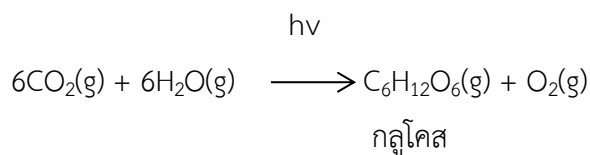
10. ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน เมื่อนำแก๊สไฮโดรเจน 100 มิลลิลิตร ทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจน 85 มิลลิลิตร ได้ไอน้ำ ไอน้ำที่เกิดขึ้นและแก๊สออกซิเจนที่เหลือมีปริมาตรกี่มิลลิลิตร

11. จากปฏิกิริยาต่อไปนี้



ถ้าอากาศมีแก๊สออกซิเจนอยู่ร้อยละ 21 โดยปริมาตร จะต้องใช้แก๊สมีเทน (CH_4) กี่ลิตร จึงจะทำปฏิกิริยาพอดีกับอากาศปริมาตร 30.0 ลิตร

12. การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เกิดปฏิกิริยาเคมีดังนี้

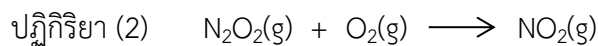


พืชต้องใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กี่ลิตรที่ STP จึงจะสามารถสังเคราะห์กลูโคสได้ 36.0 กรัม

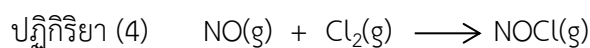
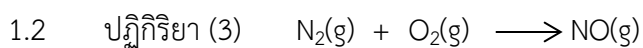
ใบกิจกรรมที่ 1.11

เรื่อง การคำนวณปริมาณสารในสมการเคมีหลายขั้นตอน

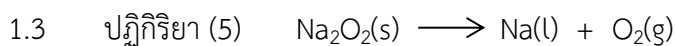
1. จงเขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาล่างต่อไปนี้



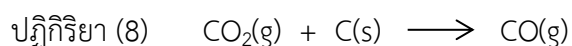
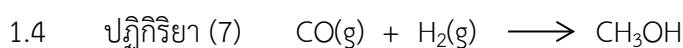
ปฏิกิริยารวม



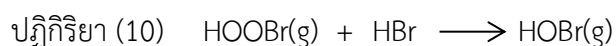
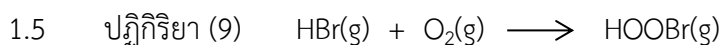
ปฏิกิริยารวม



ปฏิกิริยารวม

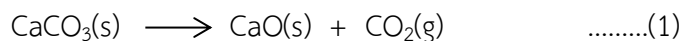


ปฏิกิริยารวม



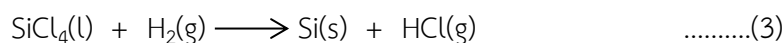
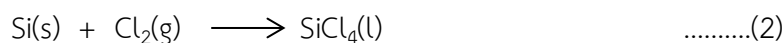
ปฏิกิริยารวม

2. วิธีการกำจัดแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์วิธีหนึ่งทำได้โดยใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทำปฏิกิริยาเคมีกับแคลเซียมออกไซด์ ซึ่งได้จากการเผาหินปูน ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นเขียนแสดงได้ดังนี้



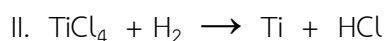
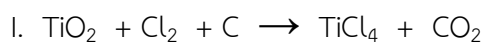
เมื่อใช้หินปูนหนัก 1.35×10^3 กิโลกรัม จะมีแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ปริมาตรกี่ลิตรที่ STP

3. ซิลิคอนที่ใช้ในชิ้นส่วนของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ มีขั้นตอนการผลิตเพื่อให้ได้ซิลิคอนบริสุทธิ์ ดังสมการ (สมการเคมียังไม่ดุล)



ต้องการซิลิคอน 100 กิโลกรัม จะต้องใช้คาร์บอนในการผลิตกี่กิโลกรัม

4. ในการผลิตโลหะไททาเนียมจาก TiO_2 ทำได้โดยการผสม TiO_2 กับผงถ่านและแก๊ส Cl_2 แล้วเผาให้ร้อนจัด ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังสมการ

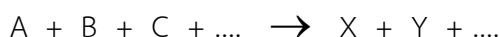


ถ้าใช้ TiO_2 2.4 กรัม จะต้องใช้แก๊สไฮโดรเจนกี่ลิตรที่ STP ($\text{Ti} = 48$ $\text{Cl} = 35.5$)

ใบความรู้ที่ 1.12

เรื่อง สารกำหนดปริมาณ (Limiting reagent)

สำหรับการคำนวณจากสมการที่มีสารตั้งต้นตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เช่น



และโจทย์กำหนดปริมาณของสารตั้งต้นให้ 2 ชนิด การคำนวณจะแตกต่างจากเดิมซึ่งกำหนดปริมาณของสารให้เพียงตัวเดียว ดังนี้

1. ถ้าสารตั้งต้นหลายตัวที่กำหนดให้นั้นทำปฏิกิริยากันพอดี ภายหลังเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ จะไม่มีสารใดเหลือ ในกรณีนี้การคำนวณปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น จะคิดจากสารตั้งต้นตัวใดก็ได้

2. ถ้าสารตั้งต้นหลายตัวที่กำหนดให้นั้น ทำปฏิกิริยาไม่พอดีกัน มีสารตัวหนึ่งมากกว่าสารอีกตัวหนึ่ง หรือสารตัวหนึ่งมีปริมาณมากเกินไป ในกรณีนี้ปฏิกิริยาจะดำเนินไปเรื่อยๆ จนกระทั่งสารตั้งต้นที่มีปริมาณน้อยถูกใช้หมดไป หลังจากนั้นปฏิกิริยาจะไม่เกิดขึ้นอีก กล่าวได้ว่าหลังจากปฏิกิริยาสมบูรณ์แล้วสารตั้งต้นบางตัวใช้หมดไป และบางตัวยังเหลืออยู่ ในการคำนวณเกี่ยวกับสมการในกรณีนี้ สารที่ใช้หมดไป จะมีความสำคัญมากกว่า เพราะใช้สำหรับการหาปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น เรียกสารตั้งต้นที่ใช้หมดนี้ว่า **สารกำหนดปริมาณ** โดยทั่วไป การคำนวณจากสมการที่มีสมการเพียง 1 สมการ แต่กำหนดสารตั้งต้นให้ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป มีหลักเกณฑ์ดังนี้

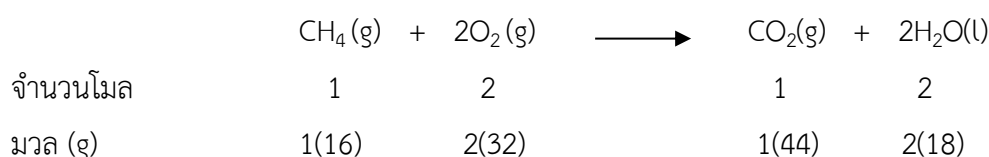
1. ต้องคำนวณก่อนว่าสารใดใช้หมด
2. นำสารที่ใช้หมดไปคำนวณสิ่งที่ต้องการ โดยการเทียบอัตราส่วนของโมลในทำนองเดียวกับการคำนวณจากสมการทั่ว ๆ ไป

ตัวอย่างที่ 1 ถ้าให้ CH_4 จำนวน 8 g เผาไหม้ในบรรยากาศของ O_2 จำนวน 48 g

- 1.1 สารใดเป็นสารกำหนดปริมาณ สารใดเหลือและเหลืออยู่ที่กี่กรัม
- 1.2 จงคำนวณหามวล CO_2 ที่เกิดขึ้น

วิธีทำ

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเขียนสมการแสดงได้ดังนี้



1. หาสารกำหนดปริมาณ

จากสมการ ถ้าใช้ CH_4 16 g จะทำปฏิกิริยาพอดีกับ O_2 64 g

ถ้าใช้ CH_4 8 g จะทำปฏิกิริยาพอดีกับ O_2 $\frac{64 \times 8}{16} = 32$ g

ซึ่งจากโจทย์ปริมาณของ O_2 ที่กำหนดให้เท่ากับ 48 g ซึ่งมีมากพอในการเกิดปฏิกิริยา และ

จะมี O_2 เหลือ อยู่เท่ากับ $48 - 32 = 16$ g ดังนั้นสารกำหนดปริมาณคือ CH_4

2. หามวลของ CO_2 โดยใช้สารกำหนดปริมาณ

จากสมการ ถ้าใช้ CH_4 16 g จะเกิด CO_2 44 g

ถ้าใช้ CH_4 8 g จะเกิด $CO_2 \frac{44}{16} \times 8 = 22$ g

เพราะฉะนั้น ถ้าใช้ CH_4 8 g จะเกิด CO_2 เท่ากับ 22 g

ตัวอย่างที่ 2 เมื่อเผาโลหะเงิน 5.83 กรัม กับกำมะถัน 0.64 กรัม ธาตุใดเหลือ และเหลือกี่กรัม และเกิดผลิตภัณฑ์กี่กรัม

วิธีทำ โจทย์ข้อนี้กำหนดสารตั้งต้นให้ 2 ชนิด และถามแต่เพียงว่าสารใดเหลือ และสารใดใช้หมดไป

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นคือ $2Ag + S \rightarrow Ag_2S$

ตัวอย่างที่ 3 เมื่อเผา Zn กับผงกำมะถัน จะได้ ZnS ดังนี้ $Zn + S \rightarrow ZnS$

ถ้านำ Zn มา 6.5 กรัม ทำปฏิกิริยากับ S 3.8 กรัม หลังจากเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์จะได้ ZnS กี่กรัม

วิธีทำ

ตัวอย่างที่ 4 ก๊าซ CO ทำปฏิกิริยากับก๊าซ O_2 ได้ผลิตภัณฑ์เป็น CO_2 ถ้าใช้ CO 13.44 dm³ ที่ STP ทำปฏิกิริยากับ O_2 10.0 กรัม จะได้ก๊าซ CO_2 มากที่สุดกี่กรัม

วิธีทำ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นคือ $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$

ตัวอย่างที่ 5 อะเซทิลีนเกิดการเผาไหม้ได้ดังนี้ $2\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
เมื่อนำ C_2H_2 1.2 dm^3 ที่ STP ทำปฏิกิริยากับ O_2 5.0 กรัม ได้ H_2O 0.72 กรัม จะได้ก๊าซ CO_2 กี่ dm^3 ที่ STP เหลือ C_2H_2 และ O_2 เท่าใด

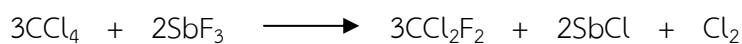
วิธีทำ ถ้าโจทย์บอกทั้งปริมาณสารตั้งต้น และผลิตภัณฑ์ ให้ใช้ปริมาณผลิตภัณฑ์เป็นหลักเทียบหาปริมาณสารอื่นในปฏิกิริยา

ใบกิจกรรมที่ 1.12

เรื่อง การคำนวณสารกำหนดปริมาณ

- ปฏิกิริยา $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) \longrightarrow 3\text{S}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ถ้าผสมไฮโดรเจนซัลไฟด์ และ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์อย่างละ 5 g เมื่อปฏิกิริยาเกิดอย่างสมบูรณ์แล้วจะเหลือสารใดเป็นจำนวนกี่กรัม

- ฟร็อน - 12 (CCl_2F_2) เคยเป็นสารที่ใช้ทำความเย็นในตู้เย็น เตรียมได้จากปฏิกิริยาต่อไปนี้



ถ้าผสม CCl_4 150 g กับ SbF_3 100 g เข้าด้วยกันเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีแล้ว

2.1 มีสารใดเหลือ และเหลือกี่กรัม

2.2 เกิด CCl_2F_2 กี่กรัม

3. จากปฏิกิริยาที่กำหนดให้ $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ เมื่อนำ NH_3 จำนวน 40.0 กรัม ทำปฏิกิริยา กับ O_2 จำนวน 50.0 กรัม สารใดเป็นสารกำหนดปริมาณ

4. จงคำนวณมวลของ FeS ที่เกิดขึ้นเมื่อนำ Fe จำนวน 9.42 กรัม ทำปฏิกิริยากับ S จำนวน 8.50 กรัม
 ดังสมการ $\text{Fe (s)} + \text{S(s)} \rightarrow \text{FeS (s)}$

5. จงคำนวณมวลของน้ำที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาระหว่าง H_2 จำนวน 3.0 โมล กับ O_2 จำนวน 3.0 โมล

6. สังกะสีและซัลเฟอร์ทำปฏิกิริยากันเกิดเป็นสารประกอบซิงค์ซัลไฟด์ ซึ่งใช้เป็นสารเรืองแสงฉาบผิวด้านในของหลอดภาพโทรทัศน์ สมการการเกิดปฏิกิริยาคือ $\text{Zn} + \text{S} \rightarrow \text{ZnS}$
 ถ้าใช้ Zn 12 กรัม ผสมกับ S 6.50 กรัม และทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยา
 6.1 สารใดคือสารกำหนดปริมาณ

6.2 จะมี ZnS เกิดขึ้นเท่าใด

6.3 ธาตุที่ยังไม่ทำปฏิกิริยาเหลือเท่าใด

7. จงคำนวณหามวลของอะลูมิเนียมคลอไรด์ เมื่อนำผงอะลูมิเนียมจำนวน 0.54 g ทำปฏิกิริยากับ แก๊สคลอรีนจำนวน 3.36 dm^3 ที่ STP

8. ถ้านำไฮโดรเจน 24.0 g มาทำปฏิกิริยากับไนโตรเจน 56.0 g จะเกิดแอมโมเนียมากที่สุดกี่กรัม

9. แคลเซียมคาร์บอเนตทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก ดังสมการ (สมการยังไม่ดุล)



จงหาว่าจะมี CaCl_2 เกิดขึ้นกี่กรัม และ CO_2 เกิดขึ้นกี่ dm^3 ที่ STP เมื่อใช้ CaCO_3 50 g

ทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.50 mol/l จำนวน 200 cm^3

ใบความรู้ที่ 1.13

เรื่อง ผลได้ร้อยละ

ผลได้จริง หมายถึง ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริงจากการทดลอง ส่วนใหญ่จะกำหนดมาให้โดยตรง

ผลได้ตามทฤษฎี หมายถึง ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่คำนวณได้จากสมการเคมีที่ดุลแล้ว โดยทั่วไปผลได้จริงต้องน้อยกว่าผลได้ตามทฤษฎีเสมอ

$$\text{ผลได้ร้อยละ} = \frac{\text{ผลได้จริง}}{\text{ผลได้ตามทฤษฎี}} \times 100$$

ตัวอย่างที่ 1 ถ้านำ C_6H_6 จำนวน 15.6 g มาทำปฏิกิริยากับกรด HNO_3 จำนวนมากเกินไปพอพบว่าเกิด $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ 18 g จงหาผลได้ร้อยละ

วิธีทำ	C_6H_6	+	HNO_3	$\longrightarrow$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$	+	H_2O
จำนวนโมล	1		1		1		1
มวล (g)	1(78)		1(63)		1(123)		1(18)

หามวลของ $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ ตามทฤษฎี

$$\text{หาผลได้ร้อยละ} \quad \text{ผลได้ร้อยละ} = (\text{ผลได้จริง} / \text{ผลได้ตามทฤษฎี}) \times 100$$

ตัวอย่างที่ 2 เมื่อใช้กรดอะซิติก 2 กรัม ทำปฏิกิริยากับเอทานอล 6 กรัม พบว่าเกิดเอทิลอะซิเตต

2.56 กรัม จงหาผลได้ร้อยละ ($C = 12$, $H = 1$, $O = 16$)

วิธีทำ	CH_3COOH	+	C_2H_5OH	$\rightarrow$	$CH_3COOC_2H_5$	+	H_2O
จำนวนโมล	1		1		1		
มวล	60		46		88		
หาสารกำหนดปริมาณ							

หามวลของเอทิลอะซิเตตตามทฤษฎี

หาผลได้ร้อยละ ผลได้ร้อยละ = $\left(\frac{\text{ผลได้จริง}}{\text{ผลได้ตามทฤษฎี}} \right) \times 100$

ตัวอย่างที่ 3 เมื่อใช้ $CaCO_3$ 20 กรัม ทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกมากเกินไปจะเกิด

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 3.28 dm^3 ที่ STP จงหาผลได้ร้อยละ ($C = 12$, $O = 16$, $Ca = 40$)

วิธีทำ	$CaCO_3$	+	HCl	$\rightarrow$	$CaCl_2$	+	H_2O	+	CO_2
	20 กรัม								3.28 dm^3

หามวลของ CO_2 ตามทฤษฎี

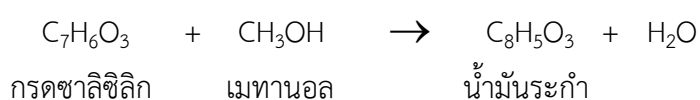
หาผลได้ร้อยละ ผลได้ร้อยละ = $\left(\frac{\text{ผลได้จริง}}{\text{ผลได้ตามทฤษฎี}} \right) \times 100$

ใบกิจกรรมที่ 1.11
เรื่อง การคำนวณผลได้ร้อยละ

1. ไนโตรเบนซีน ($C_6H_5NO_2$) เป็นสารที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมการทำสี เตรียมได้จากปฏิกิริยาระหว่างเบนซีนกับกรดไนตริก ดังสมการ $C_6H_6 + HNO_3 \rightarrow C_6H_5NO_2 + H_2O$
ถ้าใช้เบนซีน 20.3 g ทำปฏิกิริยากับกรดไนตริกมากเกินไป จะเกิดไนโตรเบนซีนกี่กรัม
และถ้าได้ไนโตรเบนซีนเพียง 28.7 g ผลผลิตที่ได้คิดเป็นร้อยละเท่าใด

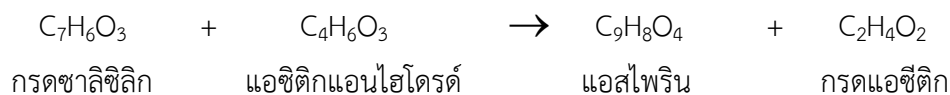
2. ก๊าซ NH_3 ทำปฏิกิริยากับก๊าซ HCl ได้ NH_4Cl ซึ่งเป็นของแข็งสีขาว จงเขียนและดุลสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น ถ้าใช้ก๊าซ NH_3 0.20 g จะต้องใช้ก๊าซ HCl กี่กรัมและมี NH_4Cl เกิดขึ้นกี่กรัม
ถ้ามี NH_4Cl เกิดขึ้น 0.20 g จงหาผลได้ร้อยละ

3. น้ำมันระกำ (methyl salicylate) เตรียมได้จากปฏิกิริยาต่อไปนี้



จากการทดลองพบว่าเมื่อใช้กรดซาลิซิลิก 1.50 g ทำปฏิกิริยากับเมทานอล 11.20 g จะได้
น้ำมันระกำ 1.24 g จงหาผลได้ร้อยละจากการทดลองนี้

4. แอสไพริน (acetylsalicylic acid) ซึ่งใช้เป็นยาแก้ปวด เตรียมได้จากปฏิกิริยาระหว่างกรดซาลิซิลิก กับแอซิติกแอนไฮโดรต์ ดังสมการ



ถ้าใช้กรดซาลิซิลิก 2.00 g ทำปฏิกิริยากับแอซิติกแอนไฮโดรต์ 4.00 g เกิดเป็นแอสไพริน 1.21 g
จงคำนวณผลได้ร้อยละของแอสไพริน

5. จงคำนวณผลผลิตทางทฤษฎีของธาตุ V ในหน่วยโมล ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่าง V_2O_5 จำนวน 1.0 โมล กับ Ca จำนวน 4.0 โมล ดังสมการ $\text{V}_2\text{O}_5(\text{s}) + 5 \text{Ca}(\text{l}) \longrightarrow 2 \text{V}(\text{l}) + 5 \text{CaO}$
จากการทดลองพบว่า มี V เกิดขึ้น 1.3 โมล จงคำนวณผลได้ร้อยละ ($\text{V} = 51$, $\text{O} = 16$, $\text{Ca} = 40$)