

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชาเคมี 2 รหัสวิชา ว30221

ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

จำนวน 40 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 1 เรื่อง มวลอะตอมสัมพัทธ์และมวลโมเลกุล

เวลา 2

ชั่วโมง

นางสาวสมปอง สุรเสน ครูผู้สอน

1. สาระสำคัญ

มวลอะตอมสัมพัทธ์ (Relative Atomic mass)

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

มวลโมเลกุล

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

2. ผลการเรียนรู้

อธิบายและคำนวณมวลอะตอมสัมพัทธ์ มวลอะตอมเฉลี่ย และมวลโมเลกุล

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 นักเรียนสามารถอธิบายมวลอะตอมสัมพัทธ์ มวลอะตอมเฉลี่ย และมวลโมเลกุลได้ (K)

3.2 นักเรียนสามารถคำนวณมวลอะตอมสัมพัทธ์ มวลอะตอมเฉลี่ย และมวลโมเลกุลได้ (P)

3.3 นักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมและมีความตรงต่อเวลา (A)

4. สาระการเรียนรู้

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 หน่วย ดังนั้นเขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

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

ในปี ค.ศ. 1961 นักวิทยาศาสตร์ได้ตกลงให้ใช้ C-12 ซึ่งเป็นไอโซโทปที่มีปริมาณมากที่สุดในธรรมชาติของคาร์บอนเป็นมาตรฐาน โดยกำหนดให้ C-12 มีมวลเท่ากับ 12 หน่วย หรือ 12 amu , 1 หน่วยมาตรฐานจึงมีค่าเท่ากับ $1/12$ มวลของ C-12 , 1 อะตอม ดังนั้นมวลอะตอมของธาตุในปัจจุบันเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

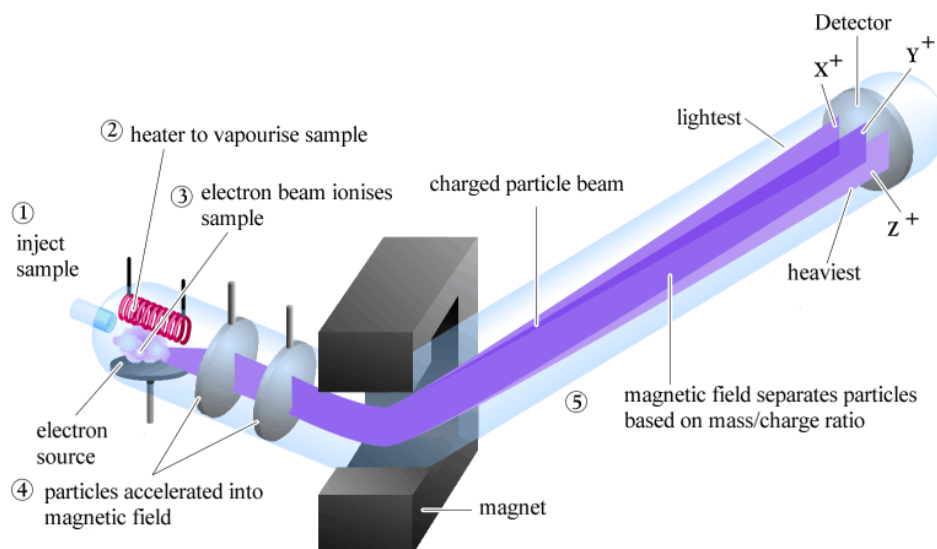
$$\text{มวลอะตอมสัมพัทธ์ของธาตุ} = \frac{\text{มวลอะตอมของธาตุ 1 อะตอม}}{\frac{1}{12} \text{ มวลของ C-12 1 อะตอม}}$$

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

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

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 (O₂) พวกโมเลกุลของก๊าซเฉื่อย เช่น He, Ne, Ar, Kr, Xe, และ Rn 1 โมเลกุล ประกอบด้วย 1 อะตอม เรียกว่า mono atomic molecule ส่วนธาตุที่เป็นก๊าซ 1 โมเลกุล ประกอบด้วย 2 อะตอม เช่น Cl₂, O₂, H₂ เรียกว่า diatomic molecule

การหามวลโมเลกุล

โมเลกุลของธาตุประกอบด้วยอะตอมของธาตุนั้นเหมือนกัน 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)

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)

- วัตถุที่นักเรียนสามารถนำไปใช้ได้ นั่น เราสามารถจับต้องได้ มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่ถ้าหากว่าเป็นอะตอมหรือโมเลกุล นักเรียนคิดว่าเราจะมีการหามวลอะตอมหรือมวลโมเลกุลอย่างไร

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (15 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม โดยมีสมาชิกกลุ่มละ 6 คน

5.2.2.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันค้นคว้าข้อมูล เรื่อง มวลอะตอมและมวลโมเลกุล จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 2 สสวท หน้า 1-11

5.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (40 นาที)

5.3.1 ครูตั้งประเด็นคำถามต่อไปนี้

ตอนที่ 1 มวลอะตอม

- นักเรียนสามารถหามวลอะตอมของธาตุแต่ละชนิดได้อย่างไร

(แนวคำตอบ สามารถหาได้โดยใช้สูตร

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

- Au(s) 10.0 กรัม มีทั้งหมดกี่อะตอม

(แนวคำตอบ 3.06×10^{22} อะตอม)

- นักเรียนสามารถหามวลอะตอมของธาตุที่มีหลายไอโซโทปได้อย่างไร

(แนวคำตอบ หามวลอะตอมเฉลี่ย โดยใช้สูตร)

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

5.2.2 ครูแสดงตัวอย่างการคำนวณ

- 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

- CO_2 20 molecules มีมวลกี่กรัม

(แนวคำตอบ 1.46×10^{-21} กรัม)

- $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ มีมวลโมเลกุลเท่ากับเท่าใด

(แนวคำตอบ 249.5)

5.4 ขันขยายความรู้ (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 ขันประเมินผล (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. หน้า 1-11

6.3 ลูกบอลพลาสติก 1 ลูก

7. กระบวนการวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ความเข้าใจ (K) นักเรียนสามารถอธิบายมวลอะตอมสัมพัทธ์ มวลอะตอมเฉลี่ย และมวลโมเลกุลได้	สังเกตจาก - การทำกิจกรรม - การตอบคำถาม - การนำเสนอและอภิปรายผลหน้าชั้นเรียน	- โจทย์มวลอะตอมสัมพัทธ์และมวลโมเลกุล	- นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหาคิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
ด้านทักษะ (P) นักเรียนสามารถคำนวณมวลอะตอมสัมพัทธ์ มวลอะตอมเฉลี่ย และมวลโมเลกุลได้			
ด้านเจตคติ (A) นักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมและมีความตรงต่อเวลา	สังเกตจากการทำกิจกรรม	แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	พฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอยู่ในระดับดีมากและดีเยี่ยม

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ.....

ลงชื่อ

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(...นายจักรวาล เจริญทอง...)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสมปอง สุรเสน)

..... / /

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	รักษาความสะอาดผลงาน						
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

มวลอะตอมสัมพัทธ์ (Relative Atomic mass) เป็นสมบัติของธาตุ ซึ่งธาตุแต่ละธาตุจะมีมวลอะตอมสัมพัทธ์แตกต่างกัน การหามวลอะตอมสัมพัทธ์ของธาตุ ทำได้โดยการเปรียบเทียบกับ $\frac{1}{12}$ ของมวลของ ^{12}C 1 อะตอม ซึ่งมีมวลเท่ากับ $1.66 \times 10^{-24} \text{ g}$ หรือ 1 amu การหามวลอะตอมของธาตุสามารถหาได้ดังนี้

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

ดังนั้นเราจะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

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

ข้อสังเกต มวลอะตอมสัมพัทธ์จะไม่มีหน่วย แต่มวลของสาร 1 อะตอมจะมีหน่วยเป็นกรัมหรือ amu

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

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} กรัมจงหามวลอะตอมของธาตุเบริลเลียม

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

ตัวอย่าง 3 ธาตุแมกนีเซียมมีมวลอะตอม 24.31 ธาตุแมกนีเซียม 1 อะตอมมีมวลเท่าใด

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

3. ธาตุ Q 4 อะตอม มีมวลอะตอม 1.53×10^{-22} กรัม จงหามวลอะตอมสัมพัทธ์ของธาตุ Q

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

ใบความรู้ที่ 1.2 เรื่อง มวลอะตอมเฉลี่ย

มวลอะตอมเฉลี่ย (M) เป็นค่ามวลอะตอมของธาตุที่มีหลายไอโซโทปในธรรมชาติ ซึ่งหาได้จากสูตร

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

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 จึงต้องใช้เลขมวลของแต่ละไอโซโทปแทน

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 มวลอะตอมสัมพัทธ์ 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
 - $\frac{1}{1.66 \times 10^{-24}}$
 - $2 \times 58 \times 1.66 \times 10^{-24}$
 - $\frac{1}{58 \times 1.66 \times 10^{-24}}$
- ถ้าธาตุโบรอน 1 อะตอมมีมวล $11 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม มวลอะตอมของโบรอนมีค่าเท่าใด
 - 11
 - $\frac{1}{1.66 \times 10^{-24}}$
 - $2 \times 11 \times 1.66 \times 10^{-24}$
 - $\frac{1}{11 \times 1.66 \times 10^{-24}}$
- ธาตุ M มีมวลอะตอมเท่าใดเมื่อ M 2 อะตอม มีมวลเป็น 6 เท่าของมวลของโบรอน 2 อะตอม (โบรอนมีมวลอะตอมเท่ากับ 11)
 - 18
 - 66
 - 108
 - 132
- มวลอะตอมของอะลูมิเนียมเท่ากับ 27 ดังนั้นอะลูมิเนียม 10 อะตอมมีมวลกี่กรัม
 - $\frac{1}{27 \times 1.66 \times 10^{-24}}$
 - $\frac{1}{27 \times 10 \times 1.66 \times 10^{-24}}$
 - $\frac{27}{10 \times 1.66 \times 10^{-24}}$
 - $27 \times 10 \times 1.66 \times 10^{-24}$

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายวิชาเคมี 2 รหัสวิชา ว30221

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 2 เรื่อง โมล

ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

จำนวน 40 ชั่วโมง

เวลา 3 ชั่วโมง

นางสาวสมปอง สุรเสน ครูผู้สอน

1. สาระสำคัญ

โมล (Mole) หมายถึง ปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับจำนวนอะตอมของคาร์บอน-12 ที่มีมวล 12 กรัม

2. ผลการเรียนรู้

อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆ ของสาร ซึ่งได้แก่ จำนวนโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP รวมทั้งใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวคำนวณหาปริมาณใดปริมาณหนึ่งได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของโมลได้ (K)

3.2 นักเรียนสามารถคำนวณความสัมพันธ์ของโมลกับอนุภาค มวล ไอออนอนุภาคมูลฐานและปริมาตรแก๊สที่ STP ได้ (P)

3.3 นักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมและมีความตรงต่อเวลา (A)

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

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

แสดงว่าคาร์บอน-12 ที่มีมวล 12 กรัม ประกอบด้วยอะตอมของคาร์บอน 6.024096×10^{23} อะตอม จำนวน 6.02×10^{23} นี้เรียกว่า เลขอาโวกาโดร และกำหนดให้สารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ เลขอาโวกาโดร 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)

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (5 นาที)

5.1.1 ครูกำหนดสถานการณ์เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนดังบทสนทนาต่อไปนี้

Mr.Red = Yellow ทำอะไรอะ

Mr.Yellow = เรากำลังชั่ง NaCl 1 โมล Red

Mr.Red = NaCl 1 โมล ต้องชั่งกี่กรัมอะ Yellow

Mr.Yellow = จะไปยากอะไรละ Red NaCl 1 โมล เราก็อชั่ง 1 กรัมไง

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 (75 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่มๆละ 6 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 25 นาที

5.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (50 นาที)

5.3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

- นักเรียนคิดว่าโมลหมายถึงอะไร

(แนวคำตอบ ปริมาณสารที่ประกอบด้วยอนุภาคเท่ากับจำนวนอะตอมของคาร์บอน-12 ที่มีมวล 12 กรัม)

- นักเรียนคิดว่าโมลมีความสัมพันธ์กับอะไรบ้าง

(แนวคำตอบ มวล, ปริมาตร และจำนวนอนุภาค)

- โมลมีความสัมพันธ์กับมวลของสารอย่างไร

- NaCl 1 โมล เท่ากับ 1 กรัมหรือไม่ อย่างไร

- โมลมีความสัมพันธ์กับปริมาตรของสารอย่างไร

- NaCl 1 โมล เท่ากับ 1 ลิตรหรือไม่ อย่างไร

- โมลมีความสัมพันธ์กับจำนวนอนุภาคของสารอย่างไร

- NaCl 1 โมล เท่ากับ 1 อนุภาคหรือไม่ อย่างไร

5.3.2 ครูให้นักเรียนเขียน mind map เพื่อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับมวล , ปริมาตร และจำนวนอนุภาคของสาร ลงในสมุดบันทึก

5.4 ขั้นขยายความรู้ (15 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 ครูสุ่มให้นักเรียนที่มีหมายเลขกลุ่มเป็นเลขที่คี่ทำโจทย์ข้อที่ 1 และกลุ่มที่มีหมายเลขกลุ่มเป็นเลขที่คู่ทำโจทย์ข้อที่ 2 ตามลำดับ

5.4.3 ครูสุ่มให้นักเรียนออกมาเฉลยโจทย์ข้อที่ 1 และ 2 หน้าชั้นเรียน

5.5 ขั้นประเมินผล (5 นาที)

5.5.1 ครูให้นักเรียนออกมาจับฉลากเพื่อทำโจทย์ลงในสมุดคนละ 1 ข้อ

5.5.2 ครูสุ่มให้นักเรียนออกมาเฉลยโจทย์ที่ได้หน้าชั้นเรียน

6. สื่อ/วัสดุ/อุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้

6.1 Power point

6.2 ใบกิจกรรม เรื่องโมล

6.3 สื่อการเรียนรู้เรื่อง โมล

6.4 ฉลาก

7. กระบวนการวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K) นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของโมลได้	สังเกตจาก - การทำกิจกรรม - การตอบคำถาม - การนำเสนอและอภิปรายผลหน้าชั้นเรียน	- ใบกิจกรรม เรื่อง โมล - โจทย์คำถามเรื่อง โมล	- นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหาคิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
ด้านทักษะ (P) นักเรียนสามารถคำนวณความสัมพันธ์ของโมลกับอนุภาคมวล ไอออนอนุภาคมูลฐานและปริมาตรแก๊สที่ STP ได้			
ด้านเจตคติ (A) นักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมและมีความตรงต่อเวลา	สังเกตจากการทำกิจกรรม	แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	พฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอยู่ในระดับดีมากและดีเยี่ยม

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....
 ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ.....

ลงชื่อ

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(นายจักรวาล เจริญทอง)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสมปอง สุธเสน)

..... / /

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	รักษาความสะอาดผลงาน						
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

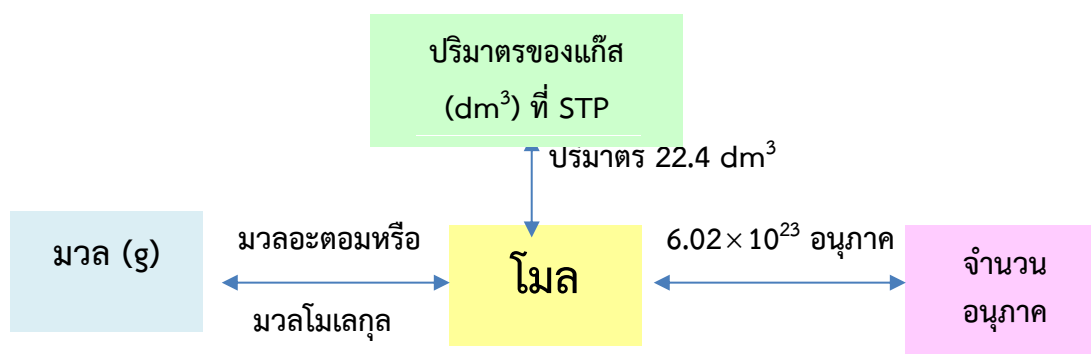
เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส

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 อาจจะแสดงได้ด้วยแผนภาพดังต่อไปนี้



รูปที่ 1.4 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล ปริมาตร ที่ STP และจำนวนโมเลกุลของแก๊ส

จากแผนภาพปริมาณของสารในหน่วยต่าง ๆ สัมพันธ์กับหน่วยโมล ซึ่งเป็นหน่วยกลาง ถ้าเราทราบมวลของสารในหน่วยกรัม เราสามารถหาปริมาตรของสาร และจำนวนอนุภาคของสารได้โดยใช้หน่วยโมล

การคำนวณเกี่ยวกับโมล

การคำนวณเกี่ยวกับโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตร นอกจากจะอาศัยความสัมพันธ์ดังที่กล่าวมาแล้ว ยังอาจจะนำมาสรุปเป็นสูตรที่เกี่ยวกับโมลได้ดังนี้

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

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

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

หมายเหตุ สำหรับจำนวนโมลของแก๊สที่สภาวะอื่น ๆ คำนวณได้จาก

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

ลักษณะทั่ว ๆ ไป ของโจทย์เกี่ยวกับโมล

จะเกี่ยวข้องกับมวล 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

- กลูโคส 10 กรัม มีกี่โมเลกุล มีกี่โมล
 - แก๊ส CO_2 10 dm^3 ที่ STP มีกี่โมล กี่โมเลกุล และกี่กรัม เป็นต้น
- การคำนวณโจทย์ในลักษณะนี้ ให้เลือกใช้สูตรตามความเหมาะสม จาก

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

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 ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 10 กรัม
 - มีธาตุคาร์บอนกี่โมล กี่กรัม กี่อะตอม
 - มีธาตุไฮโดรเจนกี่โมล กี่กรัม กี่อะตอม
 - มีธาตุออกซิเจนกี่โมล กี่กรัม กี่อะตอม
- คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 10 dm^3 ที่ STP
 - มีธาตุคาร์บอนกี่โมล กี่กรัม กี่อะตอม
 - มีธาตุออกซิเจนกี่โมล กี่กรัม กี่อะตอม

การคำนวณใช้หลักการอย่างเดียวกันกับแบบที่ 1 โดยการนำจำนวนโมลของสารที่โจทย์กำหนดให้และของธาตุที่โจทย์ถามมาเทียบอัตราส่วนกัน หลังจากนั้นแทนค่าตามความเหมาะสม แล้วจะคำนวณสิ่งที่ต้องการได้ เช่น กลูโคส 10 กรัม มีธาตุคาร์บอนกี่อะตอม

คำนวณโดยการนำจำนวนโมลของกลูโคสและคาร์บอนมาเปรียบเทียบกัน



$$\frac{\text{โมลของ } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{\text{โมลของ C}} = \frac{1}{6}$$

(เพราะว่า $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 1 โมเลกุล มี C 6 อะตอม อัตราส่วนจึงเป็น $\frac{1}{6}$)

เมื่อแทนค่าโมล ในแง่ของมวลและอะตอม จะหาสิ่งที่ต้องการได้

3. โจทย์ที่ถามเกี่ยวกับการเปรียบเทียบจำนวนอะตอม หรือจำนวนโมเลกุลว่าสารใดมีจำนวนมากกว่ากัน โจทย์ในลักษณะนี้จะกำหนดปริมาณของสารให้ในแบบต่าง ๆ อาจกำหนดเป็นน้ำหนัก 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 ให้คิดเปรียบเทียบจากโมลอะตอม และถ้าต้องการจำนวนโมเลกุล ให้คิดเปรียบเทียบจากโมลโมเลกุล

ตัวอย่างการคำนวณเกี่ยวกับโมล

ตัวอย่างที่ 1 แก๊สฮีเลียม 44.8 dm^3 ที่ STP จะมีมวลกี่กรัม ($\text{He} = 4$)

หมายเหตุ ถ้าต้องการคำนวณโดยการเทียบบัญญัติไตรยางค์ ทำได้ดังนี้

มวลอะตอมของฮีเลียม = 4

ฮีเลียม 1 โมลหนัก 4 กรัม มีปริมาตร 22.4 dm^3 ที่ STP

ฮีเลียม 22.4 dm^3 ที่ STP หนัก = 4 กรัม

เพราะฉะนั้น ฮีเลียม 44.8 dm^3 ที่ STP หนัก = $4 \times \frac{44.8}{22.4} = 8.0$ กรัม **ตอบ**

ตัวอย่างที่ 2 แก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) 3.65 กรัม มีกี่โมล และกี่โมเลกุล
(กำหนดมวลอะตอม $H = 1$, $Cl = 35.5$)

ตัวอย่างที่ 3 ถังใบหนึ่งจุ 50 dm^3 ใช้บรรจุแก๊สที่ STP

ก. ถ้าบรรจุแก๊สฮีเลียมจนเต็มถัง จะได้กี่โมล

ข. ถ้าบรรจุแก๊สออกซิเจนจนเต็มถัง จะได้แก๊สออกซิเจนหนักเท่าใด

ค. ถ้าบรรจุแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จนเต็มถัง จะได้คาร์บอนไดออกไซด์กี่โมเลกุล

(กำหนดมวลอะตอม $He = 4$, $O = 16$, $C = 12$)

แนวคิด เมื่อบรรจุแก๊สลงในภาชนะ แก๊สจะฟุ้งกระจายตัวเต็มภาชนะนั้น ดังนั้นแก๊สจะมี
รูปร่างและปริมาตรเท่าภาชนะที่บรรจุ

ก. ถ้าบรรจุแก๊สฮีเลียมจนเต็มถัง จะได้กี่โมล

ข. ถ้าบรรจุแก๊สออกซิเจนจนเต็มถัง จะได้แก๊สออกซิเจนหนักเท่าใด

ค. ถ้าบรรจุแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จนเต็มถัง จะได้คาร์บอนไดออกไซด์กี่โมเลกุล

ตัวอย่างที่ 3 เมื่อนำคลอโรฟอร์ม (CHCl_3) จำนวนหนึ่งมาทำให้เป็นไอทั้งหมด วัดปริมาตรที่ STP ได้ 1.344 dm^3 จงคำนวณหา

- ก. จำนวนโมลของแต่ละธาตุ
- ข. จำนวนอะตอมของแต่ละธาตุ
- ค. มวลของแต่ละธาตุ

ก. จำนวนโมลของแต่ละธาตุ (หาโมลโมเลกุลก่อน จึงหาโมลอะตอมของธาตุองค์ประกอบ)

หาโมลอะตอมของธาตุองค์ประกอบ



เพราะฉะนั้น

$$\begin{array}{ccccccc} 0.06 \text{ โมลโมเลกุล} & & 0.06 \text{ โมลอะตอม} & & 0.06 \text{ โมลอะตอม} & & 3 \times 0.06 \\ & & & & & & = 0.18 \text{ โมลอะตอม} \end{array}$$

มีธาตุ C และ H อย่างละ 0.06 โมลอะตอม มีธาตุ Cl 0.18 โมลอะตอม **ตอบ**

ข. จำนวนอะตอมของแต่ละธาตุ

จำนวนอะตอมของ C = = อะตอม

จำนวนอะตอมของ H = = อะตอม

จำนวนอะตอมของ Cl = = อะตอม

ค. มวลของแต่ละธาตุ

มวลของธาตุ C = = กรัม

มวลของธาตุ H = = กรัม

มวลของธาตุ Cl = = กรัม **ตอบ**

ตัวอย่างที่ 4 ธาตุ Z เป็นของแข็ง มีความหนาแน่น 1.8 กรัม/cm^3 ธาตุ Z 10 cm^3 มีจำนวนอะตอม 1.2×10^{24} อะตอม จงหามวลอะตอมของ Z

ใบกิจกรรมที่ 1.4

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส

1. จงคำนวณหาจำนวนโมลของสารต่อไปนี้

ก. ซีลียม 1.024×10^{22} atom

ข. แก๊สแอมโมเนีย 3.01×10^{25} molecule

ค. เหล็ก 3.612×10^{20} atom

ง. กำมะถัน 1 atom

2. จงคำนวณหาจำนวนอนุภาคของสารต่อไปนี้

ก. อาร์กอน 3.00 mol

ข. เหล็ก 8.50 mol

ค. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.001 mol

ง. น้ำ 5.00 mol

3. จงหามวลของสารต่อไปนี้

ก. Fe 0.5 โมล (Fe=56)

ข. HCl 3 โมล (H=1, Cl=35.5)

ค. CO_2 1.806×10^{24} molecule

ง. K^+ 1.505×10^{23} ion

4. จงหาปริมาตรของแก๊สต่อไปนี้ ที่ STP

ก. แก๊ส Cl_2 3 โมล

ข. แก๊ส CH_4 0.6 โมล

5. จงคำนวณหาความสัมพันธ์ของปริมาณสารต่อไปนี้

(กำหนดมวลอะตอม $\text{N} = 14$, $\text{O} = 16$, $\text{H} = 1$, $\text{Ne} = 20$, $\text{Cl} = 35.5$)

5.1 แก๊สออกซิเจน (O_2) 448 dm^3 ที่ STP จะมีจำนวนกี่โมเลกุล	5.2 แก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) 90 กรัม จะมีปริมาตรกี่ dm^3 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			

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 (C = 12 , 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 (C = 12 , 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 (C = 12 , H = 1)

ก. 20 โมลอะตอม	ข. 35 โมลอะตอม
ค. 48 โมลอะตอม	ง. 52 โมลอะตอม
7. จากข้อ 5 แก๊สบิวเทน (C_4H_{10}) 116 กรัม มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่าใด (C = 12 , 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 ว30221

ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

จำนวน 40 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 3 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย

เวลา 3 ชั่วโมง

นางสาวสมปอง สุรเสน ครูผู้สอน

1. สาระสำคัญ

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

หน่วยของสารละลาย เป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณของตัวละลายที่ละลายอยู่ในตัวทำละลายหรือในสารละลายนั้น วัดในรูปความเข้มข้นปริมาณตัวถูกละลายต่อปริมาณสารละลาย

2. ผลการเรียนรู้

อธิบายความเข้มข้นและคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆ ที่กำหนดให้ได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 นักเรียนสามารถอธิบายความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ โมลาลิตี โมลลิตี เศษส่วนโมล ppm และ ppb ได้ (K)

3.2 นักเรียนสามารถคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ โมลาลิตี โมลลิตี เศษส่วนโมล ppm และ ppb ได้ (P)

3.3 นักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมและมีความตรงต่อเวลา (A)

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)

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (5 นาที)

5.1.1 ครูนำฉลากสารตัวอย่างมาให้นักเรียนดู (ดังภาพ)



5.1.2 ครูถาม

นักเรียน ดังนี้

- นักเรียนสังเกตเห็นข้อมูลอะไรบ้างที่ปรากฏในฉลากของสารเคมีตัวอย่าง
- นักเรียนคิดว่า %Vol/Vol มีความหมายว่าอย่างไร
(แนวคำตอบ ปริมาตรของตัวถูกละลายในสารละลายปริมาตร 100 หน่วยปริมาตรเดียวกัน)
- นักเรียนคิดว่า %Vol/Vol บ่งบอกถึงอะไร
(แนวคำตอบ ความเข้มข้นของสารละลาย)
- นักเรียนคิดว่านอกจากการบอกความเข้มข้นของสารในหน่วยร้อยละแล้ว ยังสามารถบอกความเข้มข้นของสารในหน่วยอื่นได้หรือไม่ อย่างไร

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (90 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่มๆละ 6 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 = โมแลลิตี
 - ฐานการเรียนรู้ที่ 5 = เศษส่วนโมล
 - ฐานการเรียนรู้ที่ 6 = ปริศนาคำทาย

ซึ่งในแต่ละฐานจะมีเวลาทั้งสิ้น 15 นาที สมาชิกภายในกลุ่มต้องช่วยกันทำกิจกรรมประจำฐานให้เสร็จทันเวลาจึงจะสามารถเปลี่ยนฐานได้

5.2.2.2 ครูให้นักเรียนเข้าประจำฐาน

5.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (20 นาที)

5.3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นคำถามต่อไปนี้

- ความเข้มข้นของสารละลายมีอะไรบ้าง
- สารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 90% Vol/Vol หมายความว่าอย่างไร

- สารละลายโพแทสเซียมไนเตรตเข้มข้น 5 ppm หมายความว่าอย่างไร
- ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละต่างจากความเข้มข้นของสารละลายในหน่วย ppm หรือ ppb อย่างไร

- สารละลายโวลูเมตริกไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5 โมลาร์ หมายความว่าอย่างไร
- กลูโคส 1 โมลัล หมายความว่าอย่างไร
- ความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตีต่างจากความเข้มข้นในหน่วยโมลลิตีอย่างไร
- เศษส่วนโมลของสารมีความสำคัญอย่างไร

5.3.2 ครูให้นักเรียนเขียน mind map สรุปความเข้มข้นของสารละลายลงใน สมุด

บันทึก

5.4 ขั้วขยายความรู้ (15 นาที)

5.4.1 ครูยกตัวอย่างโจทย์ดังนี้

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

(แนวคำตอบ 335 mL)

- (2) จะต้องใช้ CaCl_2 กี่กรัม เติมน้ำลงในน้ำ 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 ขั้วประเมินผล (10 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

จุดประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K) นักเรียนสามารถอธิบายความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ โมลาลิตี โมลลิตี เศษส่วน โมล ppm และ ppb ได้	สังเกตจาก - การทำกิจกรรม - การตอบคำถาม - การนำเสนอและอภิปรายผลหน้าชั้นเรียน	- โจทย์ตัวอย่างการคำนวณเรื่องความเข้มข้นของสาร - ตัวอย่างฉลากสินค้าอุปโภค บริโภค	- นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหาคิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
ด้านทักษะ (P) นักเรียนสามารถคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ โมลาลิตี โมลลิตี เศษส่วน โมล ppm และ ppb ได้			
ด้านเจตคติ (A) นักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมและมีความตรงต่อเวลา	สังเกตจากการทำกิจกรรม	แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	พฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอยู่ในระดับดีมากและดีเยี่ยม

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....
 ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ.....

ลงชื่อ

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(นายจักรวาล เจริญทอง)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสมปอง สุรเสน)

..... / /

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	รักษาความสะอาดผลงาน						
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 - dm³ เป็นต้น เช่น สารละลาย NaCl เข้มข้นร้อยละ 20 โดยมวลต่อปริมาตร หมายความว่า สารละลาย NaCl 100 cm³ 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($C_6H_{12}O_6$) 100 กรัม ในน้ำ 200 กรัม มีความเข้มข้นร้อยละโดยมวลเท่าใด

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 $Fe(NO_3)_3$ เข้มข้นร้อยละ 15 โดยมวล พบว่ามี $Fe(NO_3)_3$ ละลายอยู่ 30 กรัม สารละลายนี้มีความหนาแน่น 1.16 กรัม/ cm^3 ที่ $25\text{ }^\circ\text{C}$

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(dm^3) 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(dm^3) มีสารปรอทปนเปื้อนอยู่ 2.0 ไมโครกรัม(μg)”

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

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

การคำนวณเกี่ยวกับความเข้มข้น ppm และ ppb

ตัวอย่างที่ 1 ในสารละลาย $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ ซึ่งมี $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ อยู่ 3.24 กรัมและน้ำ 100 กรัม สารละลายมีความเข้มข้นกี่ ppm

ตัวอย่างที่ 2 ในอากาศ 100 cm^3 มี N_2O $3.30 \times 10^{-5} \text{ cm}^3$ ความเข้มข้นของ N_2O เป็น กี่ ppb

3. โมลาริตี (Molarity ย่อว่า โมลาร์, M) บอกจำนวนโมลของตัวละลายที่ละลายในสารละลาย 1 dm^3 มีหน่วยเป็น โมล/ dm^3 หรือ โมล/ลิตร เช่น สารละลาย CuSO_4 เข้มข้น 1.0 M หมายความว่า “สารละลาย CuSO_4 1 dm^3 มี CuSO_4 ละลายอยู่ 1.0 โมล (มี CuSO_4 159.5 กรัม)”

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

ตัวอย่างที่ 1 สารละลายที่ได้จากการละลาย NaOH 15 กรัมในน้ำ จนมีปริมาตร 250 cm^3 จะมีความเข้มข้นกี่โมลาร์

ตัวอย่างที่ 2 สารละลาย HNO_3 เข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวลมีความหนาแน่น 1.4 กรัม/ cm^3 จงหาความเข้มข้นเป็นโมลาร์

4. โมแลลิตี (molality ย่อว่า โมแลล , m) บอกจำนวนโมลของตัวละลายที่ละลายในตัวทำละลาย 1 กิโลกรัม (kg) มีหน่วยเป็น โมลต่อกิโลกรัม (mol/kg) เช่น สารละลาย Na_2CO_3 เข้มข้น 0.5 โมแลล หมายความว่า “สารละลาย Na_2CO_3 มี Na_2CO_3 0.5 โมล ละลายในน้ำ 1 กิโลกรัม”

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

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

m คือ ความเข้มข้นในหน่วย mol/ kg
 g คือ มวลของตัวละลาย (กรัม)
 M คือ มวลโมเลกุลของตัวละลาย
 W_2 คือ มวลของตัวทำละลาย (กรัม)

ตัวอย่างที่ 1 เมื่อละลายน้ำตาลทราย($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) 34.2 กรัมในน้ำ 500 กรัม สารละลายจะมีความเข้มข้นเป็นกี่โมแลล

ตัวอย่างที่ 2 สารละลาย X เข้มข้น 2.5 โมแลล 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 จะได้ความเข้มข้นในหน่วย ร้อยละโดยโมล

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 4

รายวิชาเคมี 2 รหัสวิชา ว30221

ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

จำนวน 40 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 4 เรื่อง การเตรียมสารละลาย

เวลา 2 ชั่วโมง

นางสาวสมปอง สุรเสน ครูผู้สอน

1. สาระสำคัญ

การเตรียมสารละลาย คือ การเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นตรงกับที่ต้องการ ถ้าสารละลายมีความเข้มข้นคลาดเคลื่อนอาจมีผลต่อผลการทดลองได้ ซึ่งในการเตรียมสารละลายนั้นสามารถเตรียมได้โดยนำสารบริสุทธิ์มาละลายในตัวทำละลายโดยตรง หรือนำสารละลายที่มีอยู่แล้วมาเติมตัวทำละลายเพื่อให้สารละลายมีความเจือจางลง

2. ผลการเรียนรู้

อธิบายวิธีเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นหรือปริมาตรตามต้องการ และคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆ ที่กำหนดให้ได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 3.1 นักเรียนสามารถเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการได้ (K)
- 3.2 นักเรียนสามารถปฏิบัติการทดลองได้ (P)
- 3.3 นักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมและมีความตรงต่อเวลา (A)

4. สาระการเรียนรู้

การเตรียมสารละลาย

1. การเตรียมสารละลายจากสารละลายบริสุทธิ์

ทำได้โดยละลายสารบริสุทธิ์ตามปริมาณที่ต้องการในตัวทำละลายปริมาณเล็กน้อย แล้วปรับปริมาตรของสารละลายให้ได้ตามที่ต้องการเตรียม 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

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

ขั้นที่ 3 การเก็บสารละลายและอุปกรณ์

เมื่อเตรียมสารละลายเสร็จแล้ว ถ่ายใส่ภาชนะเก็บสารและปิดจุกให้เรียบร้อย ปิดฉลากโดยระบุชื่อสาร สูตรเคมี ความเข้มข้น และวันที่เตรียมสารละลาย ล้างขวดวัดปริมาตรและจุกให้สะอาด วางคว่ำไว้จนแห้งจึงปิดจุก แล้วเก็บไว้ในตู้เก็บอุปกรณ์

2. การเตรียมสารละลายเจือจางจากสารละลายเข้มข้น

โดยปกติในห้องปฏิบัติการเคมีจะมีสารละลายที่เข้มข้นอยู่แล้ว เมื่อต้องการใช้สารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าสารละลายที่มีอยู่เดิม อาจทำได้โดยเพิ่มปริมาตรของตัวทำละลาย เช่น ต้องการเตรียมสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์เข้มข้น 0.1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากสารละลาย โพแทสเซียมไอโอไดด์เข้มข้น 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)

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (5 นาที)

5.1.1 ครูให้สนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารละลายดังนี้

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

5.1.2 ครูยกตัวอย่างถุงน้ำเกลือ (ดังภาพ) จากนั้นถามนักเรียน ดังนี้



- ภาพที่ นักเรียนเห็นนั่นคืออะไร
(แนวคำตอบ ถุงน้ำเกลือ)
- นักเรียนคิดว่าน้ำเกลือเป็นสารละลายหรือไม่ อย่างไร
(แนวคำตอบ เป็นสารละลาย เพราะมีน้ำเป็นตัวทำละลายและมีโซเดียมคลอไรด์เป็นตัวถูกละลาย)
- นักเรียนคิดว่าเรามีวิธีเตรียมน้ำเกลือได้อย่างไร วันนี้เราจะมาเรียนรู้วิธีการเตรียมสารละลายกัน

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (60 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่มๆละ 6 คน และแจกแบบบันทึกปฏิบัติการคน

ละ 1 ชุด

5.2.2 ครูเปิดวิดีโอที่ค้นเกี่ยวกับเทคนิคการชั่งให้นักเรียนดู



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) ล้างปิកเกอร์จากข้อ (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

5.3 ขั้นตอนอภิปรายและลงข้อสรุป (15 นาที)

5.3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

- นักเรียนคิดว่าการเตรียมสารละลายมีกี่วิธี อะไรบ้าง
- การเตรียมสารละลายแต่ละวิธีมีวิธีการเตรียมอย่างไร
- ในการเตรียมสารละลาย เหตุใดจึงไม่เติมน้ำกลั่นให้ถึงขีดบอกปริมาตรในครั้งเดียว

5.4 ขั้นขยายความรู้ (5 นาที)

5.4.1 ครูถามนักเรียน ดังนี้

- ถ้าต้องการเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นเท่าเดิม แต่มีปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะต้องใช้โซเดียมคลอไรด์กี่กรัม
- โซเดียมคลอไรด์ที่ใช้ในการทดลองนี้จะใช้เตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้น 0.5 โมลต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ได้ปริมาตรเท่าใด

5.5 ชั้นประเมินผล (5 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 cm³ และ 100 cm³
- ปีกเกอร์ 50 cm³
- ปีเปต 10 cm³
- ขวดน้ำกลั่น
- โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)
- แท่งแก้วคนสาร

7. กระบวนการวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K) นักเรียนสามารถเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการได้	สังเกตจาก - การทำกิจกรรม - การตอบคำถาม - การนำเสนอ และอภิปรายผล หน้าชั้นเรียน	-แบบบันทึกปฏิบัติการ	- นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหาคิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
ด้านทักษะ (P) นักเรียนสามารถปฏิบัติการทดลองได้			
ด้านเจตคติ (A) นักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมและมีความตรงต่อเวลา	สังเกตจาก การทำกิจกรรม	แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	พฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอยู่ในระดับดีมากและดีเยี่ยม

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ.....

ลงชื่อ

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(นายจักรวาล ศรีทอง)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสมปอง สุธเสน)

..... / /

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	รักษาความสะอาดผลงาน						
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 5

รายวิชาเคมี 2 รหัสวิชา ว30221

ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

จำนวน 40 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 5 เรื่อง สมบัติคอลลิเกทีฟ

เวลา 2 ชั่วโมง

(การเพิ่มขึ้นของจุดเดือด)

นางสาวสมปอง สุรเสน 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

อธิบายและคำนวณการเพิ่มขึ้นของจุดเดือดของสารละลาย

3.จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ความเข้าใจ (K)

1. เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุที่ทำให้จุดเดือดของสารละลายเพิ่มขึ้นได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. นักเรียนสามารถค้นคว้าข้อมูลเพื่อหาคำตอบได้
2. นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองและบันทึกผลการทดลองที่ได้จากการทำการทดลองได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. มีความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น
2. มีความรับผิดชอบต่องาน
3. นักเรียนสามารถทำงานเป็นกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้

4. สาระการเรียนรู้

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

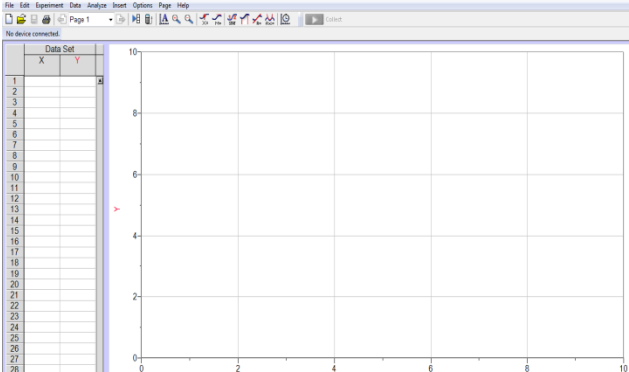
(1) นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นกับอุณหภูมิของสารละลาย หลังจากเติมน้ำตาลทราย ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ลงไป แล้วเพิ่มความร้อนจนสารละลายเดือดอีกครั้ง ?

(2) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามข้อ (1) เกิดจากปัจจัยใดบ้าง ?

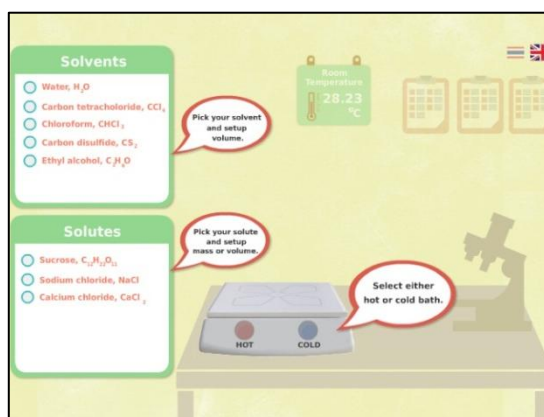
ขั้นตอนปฏิบัติการสืบเสาะ (รวมทั้งสิ้น 125 นาที)

5.2 ขั้นตอนการดำเนินงานสำรวจ (Procedure) (95 นาที)

- 5.2.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยๆ จำนวน 6 กลุ่ม สมาชิกกลุ่มละ 6 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)



- เป็ดโฟลเดอร์

จคอมพิวเตอร์ จากนั้นคลิกเลือกภาษา แล้วเลือกชนิดของตัวทำละลายและตัวถูกละลาย พร้อมทั้งกำหนดปริมาณของตัวถูกละลายและตัวทำละลาย หลังจากนั้นคลิกเลือกอุณหภูมิที่ต้องการ แล้วคลิก Start เพื่อเล่น

simulation จากหน้า

5.2.4 ครูชี้แจงนักเรียนดังต่อไปนี้

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

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

(2) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามข้อ (1) เกิดจากปัจจัยใดบ้าง ?

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

- (2) ให้แต่ละกลุ่มบันทึกข้อมูลที่ได้จาก Logger Pro 3 ลงในแฟลตไดฟ์ที่แจกให้ โดยตั้งชื่อไฟล์เดอร์เป็น 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 หลังจากทีนักเรียนทำปฏิบัติการทดลองเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง แล้วเขียนบันทึกผลการทดลองและข้อสรุปลงในกระดาษพู่ฟ

ขั้นหลังปฏิบัติการสืบเสาะ (รวมทั้งสิ้น 20 นาที)

5.4 ขั้นนำเสนอข้อมูล (Result Communication) (10 นาที)

5.4.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำกระดาษพู่ฟไปติดข้างห้อง

5.4.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเดินดูผลการทดลองของกลุ่มอื่น พร้อมนำปากกาสีประจำกลุ่มทำเครื่องหมายรูปดาวเพื่อให้คะแนนหน้าคำตอบของคำถามการทดลองที่ถูกต้อง จากนั้นสลับกลุ่มวนไปเรื่อยๆจนครบ

5.5 ขั้นสรุปผล (Conclusion) (10 นาที)

5.5.1 หลังจากนักเรียนแต่ละกลุ่มเดินดูผลการทดลองของกลุ่มอื่นเสร็จแล้ว ครูนำเสนอประเด็นคำถามเพื่อเป็นการวัดและประเมินผล (Formative Assessment) ดังต่อไปนี้

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

- การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามข้อ (1) เกิดจากปัจจัยใดบ้าง ?

5.5.2 ครูพิจารณาคำตอบของนักเรียนว่าถูกต้องหรือไม่ จากนั้นครูแจกแสตมป์ลายเซ็นตามจำนวนข้อที่นักเรียนตอบถูก แต่หากนักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้องหรือถ้าพบว่ามีประเด็นที่ผิดพลาดหรือไม่สมบูรณ์ ผู้สอนต้องให้ข้อมูลย้อนกลับโดยทันที พร้อมทั้งนำประเด็นคำถามที่พบว่าผู้เรียนมีปัญหาที่สุดไปใช้เป็นคำถามนำเข้าสู่บทเรียนในเนื้อหาถัดไป

5.5.3 ครุภัณฑ์สถานการณ์ทำหยา จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนตอบคำถามลงในตัวออก (เอกสารแนบที่ 2)

6. วัสดุ/อุปกรณ์และสารเคมี

ตอนที่ 1 สำหรับการทดลอง

- | | |
|------------------------------------|---|
| 1. Interface (LabQuest Mini) | 8. ขวดรูปชมพู |
| 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. แพลตไต่พ์ | 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

จุดประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1. เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุที่ทำให้จุดเดือดของสารละลายเพิ่มขึ้นได้	สังเกตจาก - การทำกิจกรรม - การตอบคำถาม	- ตัวออก	- นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหาคิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
ด้านทักษะ (P) 1. นักเรียนสามารถค้นคว้าข้อมูลเพื่อหาคำตอบได้ 2. นักเรียนสามารถทำปฏิบัติการและบันทึกผลการปฏิบัติการที่ได้จากการทำปฏิบัติการได้			
ด้านเจตคติ (A) 1. มีความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น 2. มีความรับผิดชอบต่องาน 3. นักเรียนสามารถทำงานเป็นกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้	สังเกตจาก การทำกิจกรรม	แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	พฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอยู่ในระดับดีมากและดีเยี่ยม

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....

.

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ.....

ลงชื่อ

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(นายจักรวาล เจริญทอง)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสมปอง สุธเสน)

..... / /

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	รักษาความสะอาดผลงาน						
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 6

รายวิชาเคมี 2 รหัสวิชา ว30221

ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

จำนวน 40 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 6 เรื่อง สมบัติคอลลิเกทีฟ

เวลา 2 ชั่วโมง

(การลดลงของจุดเยือกแข็ง)

นางสาวสมปอง สุรเสน ครูผู้สอน

1. สาระสำคัญ

การลดลงของจุดเยือกแข็ง

เมื่อสารละลายเจือจางส่วนใหญ่ถูกทำให้เย็นลง ตัวทำละลายบริสุทธิ์จะเริ่มตกผลึกก่อนที่ตัวถูกละลายใดๆจะตกผลึก อุณหภูมิที่ผลึกอันแรกอยู่ในสภาวะสมดุลกับสารละลาย เรียกว่าจุดเยือกแข็งของสารละลาย จุดเยือกแข็งของสารละลายแต่ละชนิดจะมีค่าต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของตัวทำละลายบริสุทธิ์เสมอ ในสารละลายเจือจาง การลดลงของจุดเยือกแข็งจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนโมเลกุล (หรือ โมล) ของตัวถูกละลายในตัวทำละลายที่มีมวลที่กำหนด

$$\Delta T_f = K_f m$$

ΔT_f = จุดเยือกแข็งของตัวทำละลาย - จุดเยือกแข็งของสารละลาย

K_f = ค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็งของสารละลาย (องศาเซลเซียส/mol/kg)

m = ความเข้มข้นของสารละลาย (mol/kg)

2. ผลการเรียนรู้

อธิบายและคำนวณการลดลงของจุดเยือกแข็งได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ความเข้าใจ (K)

1. เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุที่ทำให้จุดเยือกแข็งของสารละลายลดลงได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. นักเรียนสามารถค้นคว้าข้อมูลเพื่อหาคำตอบได้
2. นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองและบันทึกผลการทดลองที่ได้จากการทำการทดลองได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. มีความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น
2. มีความรับผิดชอบต่องาน
3. นักเรียนสามารถทำงานเป็นกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้

4. สาระการเรียนรู้

การลดลงของจุดเยือกแข็ง

เมื่อสารละลายเจือจางส่วนใหญ่ถูกทำให้เย็นลง ตัวทำละลายบริสุทธิ์จะเริ่มตกผลึกก่อนที่ตัวถูกละลายใดๆจะตกผลึก อุณหภูมิที่ผลึกอันแรกอยู่ในสภาวะสมดุลกับสารละลาย เรียกว่าจุดเยือกแข็งของสารละลาย จุดเยือกแข็งของสารละลายแต่ละชนิดจะมีค่าต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของตัวทำละลายบริสุทธิ์

เสมอ 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

(3) วิธีทัศนัยที่นักเรียนได้ดูไปเมื่อสักครู่นี้เป็นวิธีทัศนัยเกี่ยวกับอะไร

(แนวคำตอบ การทำไอติมหลอด)

5.1.2 ครูตั้งประเด็นคำถามปลายเปิดดังนี้

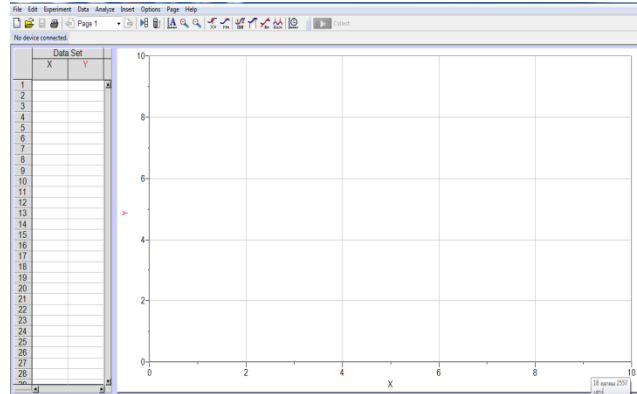
(1) นักเรียนคิดว่า จะเกิดอะไรขึ้นกับ **อุณหภูมิของสารละลาย** หลังจากที่ได้เติมเกลือแกง (NaCl) ลงไปในน้ำเย็น ?

(2) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามข้อ (1) เกิดจากปัจจัยใดบ้าง ?

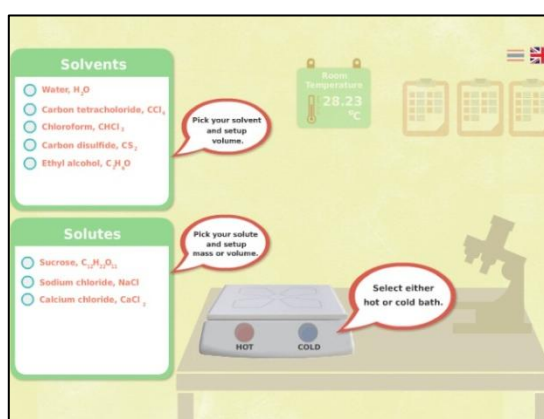
ขั้นตอนปฏิบัติการสืบเสาะ (รวมทั้งสิ้น 125 นาที)

5.2 ขั้นตอนการดำเนินงานสำรวจ (Procedure) (95 นาที)

- 5.2.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย จำนวน 6 กลุ่ม สมาชิกกลุ่มละ 6 คน
 - 5.2.2 ครูแจกคู่มือการใช้ MBL ให้กลุ่มละ 1 ชุด (เอกสารแนบที่ 1)
 - 5.2.3 ครูแนะนำการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำทดลองดังนี้
- (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/	

(3) Computer simulation (5 นาที)



- เปิดไฟล์เตอร์ simulation จากหน้าจอคอมพิวเตอร์ จากนั้นคลิกเลือกภาษา แล้วเลือกชนิดของตัวทำละลายและตัวถูกละลาย พร้อมทั้งกำหนดปริมาณของตัวถูกละลายและตัวทำละลาย หลังจากนั้นคลิกเลือกอุณหภูมิที่ต้องการ แล้วคลิก Start เพื่อเล่น

5.2.4 ครูชี้แจงนักเรียนดังต่อไปนี้

(4) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบและวางแผนทำการทดลอง โดยทำการทดลองผ่านคอมพิวเตอร์ (MBL+Simulation) เพื่อตอบคำถาม

(1) นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นกับ**อุณหภูมิของสารละลาย**หลังจากที่**เติมเกลือแกง (NaCl)** ลงไปในน้ำเย็น ?

(2) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามข้อ (1) เกิดจากปัจจัยใดบ้าง ?

โพลเดอร์เป็น Tf กลุ่ม

(6) 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 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำกระดาษพู่ฟไปติดข้างห้อง

5.4.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเดินดูผลการทดลองของกลุ่มอื่น พร้อมนำปากกาสีประจำกลุ่มทำเครื่องหมายรูปดาวเพื่อให้คะแนนหน้าคำตอบของคำถามการทดลองที่ถูกต้อง จากนั้นสลับกลุ่มวนไปเรื่อยๆจนครบ

5.5 ขั้นสรุปผล (Conclusion) (10 นาที)

5.5.1 หลังจากผู้เรียนนำเสนอผลการสืบเสาะเสร็จสิ้น ครูนำเสนอประเด็นคำถามเพื่อเป็นการวัดและประเมินผล (Formative Assessment) ดังต่อไปนี้

- จะเกิดอะไรขึ้นกับ**อุณหภูมิของสารละลาย**หลังจากที่**เติมเกลือแกง (NaCl)** ลงไปในน้ำเย็น
- การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามข้อ (1) เกิดจากปัจจัยใดบ้าง ?

5.5.2 ครูพิจารณาคำตอบของนักเรียนว่าถูกต้องหรือไม่ จากนั้นครูแจกแอสตมป์ลายเซ็นใต้ตามจำนวนข้อที่นักเรียนตอบถูก แต่หากนักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้องหรือถ้าพบว่าประเด็นที่ผิดพลาดหรือไม่สมบูรณ์ 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 แสตมป์ลายเซ็นต์ ดังเอกสารแนบที่ 4

8. กระบวนการวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1. เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุที่ทำให้จุดเยือกแข็งของสารละลายลดลงได้	สังเกตจาก - การทำกิจกรรม - การตอบคำถาม	- ตัวออก	- นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหาคิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
ด้านทักษะ (P) 1. นักเรียนสามารถค้นคว้าข้อมูลเพื่อหาคำตอบได้ 2. นักเรียนสามารถทำปฏิบัติการและบันทึกผลการปฏิบัติการที่ได้จากการทำปฏิบัติการได้			
ด้านเจตคติ (A) 1. มีความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น 2. มีความรับผิดชอบต่องาน 3. นักเรียนสามารถทำงานเป็นกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้	สังเกตจาก การทำกิจกรรม	แบบบันทึกการ สังเกตพฤติกรรม การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	พฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็น กลุ่มอยู่ในระดับ ดีมากและดีเยี่ยม

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ.....

ลงชื่อ

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(นายจักรวาล เจริญทอง)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสมปอง สุรเสน)

..... / /

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	รักษาความสะอาดผลงาน						
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

ตั๋วออก (Exit Ticket)

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดให้ จากนั้นเขียนความเข้าใจของนักเรียนลงในพื้นที่ว่างที่กำหนดให้

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



คำถาม : นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดปลาชนิดนี้ถึงสามารถรักษาสมดุลอุณหภูมิของร่างกาย เพื่อดำรงชีวิตอยู่ได้ ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

รายวิชาเคมี 2 รหัสวิชา ว30221

ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

จำนวน 40 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 7 เรื่อง สมบัติคอลลิเกทีฟ

เวลา 2 ชั่วโมง

(การเพิ่มขึ้นของจุดเดือดและการลดลงของจุดเยือกแข็ง)

นางสาวสมปอง สุรเสน 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 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

บูรณาการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง กิจกรรมสะเต็มศึกษา และกิจกรรมอาเซียน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับจุดเยือกแข็งและความเย็นยิ่งยวดได้ (เทคโนโลยี)
2. นักเรียนสามารถวางแผนและออกแบบในการทำสเลอปปี้ได้ (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 ครูใช้บทวนเนื้อหาเกี่ยวกับสมบัติคอลลิเกทิฟที่ได้เรียนในสัปดาห์ที่ผ่านมา จากนั้นครูใช้คำถามชี้นำเกี่ยวกับสเลอปีที่นักเรียนชอบทาน

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 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

- 5.3.1 ครูสุ่มให้นักเรียนออกมาแนะนำเสนอหน้าชั้นเรียน
- 5.3.2 ครูเพิ่มเติมข้อมูล (ถ้ามี) จนได้ข้อสรุปที่สมบูรณ์

5.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

- 5.4.1 ครูให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการทำสเลอปีของกลุ่มอื่น

5.5 ขั้นประเมินผล (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 แกลีส
- 6.6 กล้องโฟม

7. การวัดและประเมินผล

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

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ.....

ลงชื่อ

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(นายจักรวาล เจริญทอง)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสมปอง สุธเสน)

..... / /

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	รักษาความสะอาดผลงาน						
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 ว30221

ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

จำนวน 40 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 8 เรื่อง ความดันไอและความดันออสโมซิส

เวลา 2 ชั่วโมง

นางสาวสมปอง สุรเสน ครูผู้สอน

1. สาระสำคัญ

ความดันไอ คือไอที่อยู่เหนือของเหลว

ออสโมติก คือ ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดจากอนุภาคของน้ำ หรือตัวทำละลายอื่น ๆ ซึมผ่านเยื่อกึ่งซึมได้ (Semipermeable membrane) จากสารละลายที่มีความเข้มข้น (ของตัวละลาย) น้อยไปสู่สารละลายที่มีความเข้มข้นมาก ทำให้สารละลายที่มีความเข้มข้นมากนั้นมีความดันเพิ่มขึ้น ความดันที่เพิ่มขึ้นเรียกว่า ความดันออสโมติก

2. ผลการเรียนรู้

อธิบายความหมายของความดันออสโมติกและคำนวณความสัมพันธ์ของค่าความดันไอที่ลดลงได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 3.1 เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถอธิบายความหมายของความดันออสโมติกได้ (K)
- 3.2 เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถคำนวณความสัมพันธ์ของค่าความดันไอที่ลดลงได้ (P)
- 3.3 นักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมและมีความตรงต่อเวลา (A)

4. สาระการเรียนรู้

1. ความดันไอ

ความดันไอ คือไอที่อยู่เหนือของเหลว ซึ่งจะเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนโมเลกุลของไอเพิ่มขึ้น เมื่อถึงภาวะสมดุลความดันไอเหนือของเหลวขณะนั้นก็จะมีความดันสูงสุดที่ไอมีอยู่ได้เหนือของเหลวที่อุณหภูมินั้น ๆ ความดันไอนั้นเรียกว่า ความดันไอสมดุล หรืออาจเรียกสั้น ๆ ว่า ความดันไอ ความดันไอเป็นความดันเมื่อไออยู่ในสมดุลกับของเหลวที่ทำให้เกิดไอนั้น

กฎของราอูลต์กล่าวว่า ในสารละลายเจือจางของนอนอิเล็กโทรไลต์ที่ไม่ระเหย การลดต่ำลงจะเป็นสัดส่วนกับเศษส่วนโมลของตัวทำละลาย

ถ้ามีตัวถูกละลายเพียงชนิดเดียวละลายอยู่ในตัวทำละลาย

เมื่อ P_1 คือ ความดันไอของตัวทำละลายเหนือสารละลาย

P_1^0 คือ ความดันไอของตัวทำละลายบริสุทธิ์

X_1 คือ เศษส่วนโมลของตัวทำละลาย

X_2 คือ เศษส่วนโมลของตัวถูกละลาย

จะได้ $P_1 = X_1 P_1^0$ แต่ $X_1 + X_2 = 1$

$P_1 = (1 - X_2) P_1^0 = P_1^0 - X_2 P_1^0$ $P_1^0 - P_1 = X_2 P_1^0$

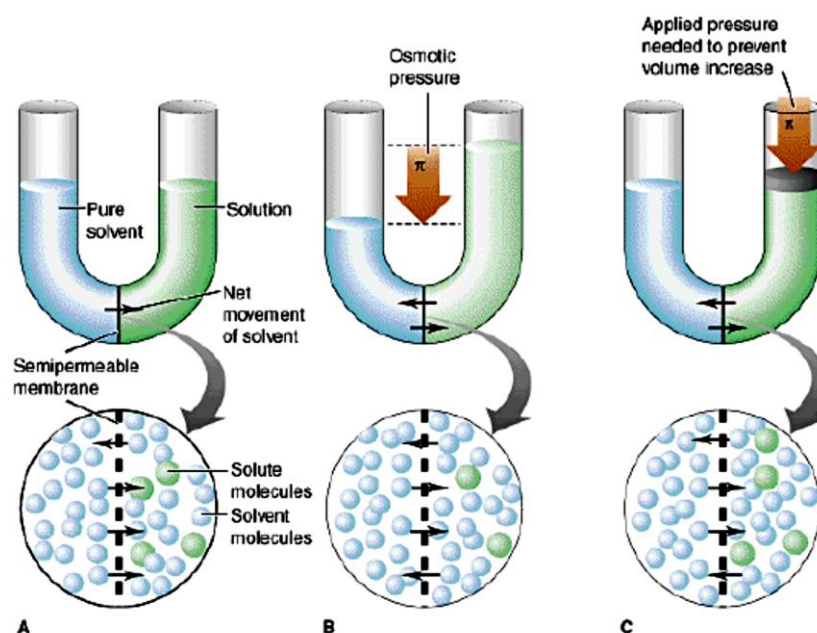
เพราะฉะนั้น

$$\text{ความดันไอที่ลดต่ำลง} = X_2 P_1^0$$

$$\text{ความดันไอที่ลดต่ำลง} = P_1^0 - P_1$$

2. ความดันออสโมติก

ออสโมติก คือ ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดจากอนุภาคของน้ำ หรือตัวทำละลายอื่น ๆ ซึมผ่านเยื่อกึ่งซึมได้ (Semipermeable membrane) จากสารละลายที่มีความเข้มข้น (ของตัวละลาย) น้อยไปสู่ สารละลายที่มีความเข้มข้นมาก ทำให้สารละลายที่มีความเข้มข้นมากนั้นมีความดันเพิ่มขึ้น ความดันที่เพิ่มขึ้นเรียกว่า ความดันออสโมติก



สมมติว่าบรรจุสารละลาย (ชนิดที่ไม่ระเหย เช่น สารละลายน้ำตาล) ไว้ในภาชนะที่มีเยื่อกึ่งซึมได้ แล้วจุ่มภาชนะนี้ไว้ในตัวทำละลายที่บริสุทธิ์ (ซึ่งเป็นชนิดเดียวกับตัวทำละลายในสารละลาย) จะสังเกตเห็นว่าเมื่อเวลาผ่านไประดับสารละลายจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งนี้เพราะอนุภาคของตัวทำละลายซึมผ่านเยื่อกึ่งซึมได้เข้าไปในสารละลาย จนในที่สุดระดับของสารละลายจะคงที่ แสดงว่าระบบอยู่ในภาวะสมดุล ดังนั้นสารละลายจะเจือจางลง และมีความดันเพิ่มขึ้น ความดันที่เพิ่มขึ้นนี้เรียกว่า ความดันออสโมติก ซึ่งมีค่าเท่ากับ ความสูงของสารละลายในภาชนะคูณด้วยความหนาแน่นของสารละลาย และคูณด้วยความเร่งที่เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

ความดันออสโมติกของสารละลายสามารถวัดได้ในหน่วยความดันปกติ เช่น Pa หรือ torr แรงดันออสโมติก, Π ของสารละลายเจือจางของนอนอิเล็กโทรไลต์จะใช้โดยสมการที่มีรูปแบบสมมูลกับกฎของแก๊สอุดมคติ

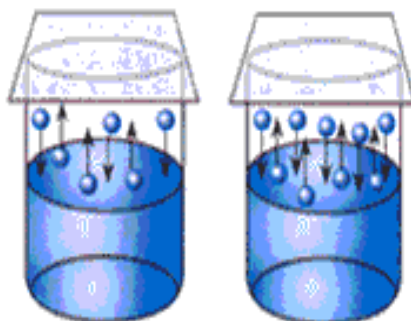
$$\Pi = MRT$$

M = ความเข้มข้นในหน่วยโมลาร์ mol/L , อุณหภูมิในหน่วย K และ R = 0.0821 L. atm. K⁻¹ . mol⁻¹

5. กิจกรรมการเรียนรู้ (ใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es)

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (5 นาที)

5.1.1 ครูใช้ภาพด้านล่างเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน



ที่มา:

<http://www.atom.rmutphysics.com>

5.1.2 ครูถามนักเรียน ดังนี้

- จากภาพที่นักเรียนเห็นนั้นเป็นระบบใด
(แนวคำตอบ ระบบปิด)
- ในระบบปิดไอน้ำอยู่ในสถานะใด
(แนวคำตอบ สถานะสมดุล)
- นักเรียนสามารถวัดความดันได้หรือไม่ อย่างไร
(แนวคำตอบ วัดได้เพราะไอน้ำไม่ได้หายไปไหน)
- นักเรียนคิดว่าความดันที่ได้เรียกว่าอะไร
(แนวคำตอบ ความดันไอ)
- นักเรียนคิดว่าเราจะสามารถวัดความดันไอได้อย่างไร
- ความดันไอต่างจากความดันออสโมติกอย่างไร

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (20 นาที)

5.2.1 ครูแจกใบความรู้เรื่องความดันไอและความดันออสโมติกให้นักเรียนคนละ 1 ชุด

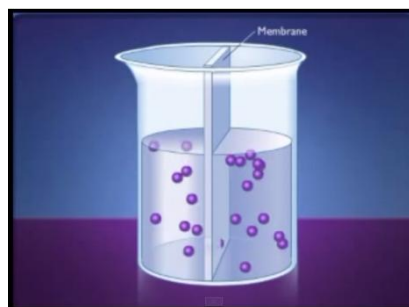
5.2.2 ครูให้โจทย์ปัญหานักเรียนดังนี้

- (1) สารละลายยูเรีย ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) 15 g ในน้ำ 200 g ถ้าความดันไอของน้ำที่ 25°C มีค่า 23.7 torr จงหาความดันไอของสารละลายที่ลดลงและความดันไอของสารละลายที่ 25°C
- (2) สารละลายจะมีความดันออสโมติกสูงเมื่อใด
- (3) ความดันไอและความดันออสโมติกต่างกันอย่างไร

5.2.3 ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม 6 กลุ่มๆละ 6 คน

5.2.4 ครูเปิดวีดิทัศน์เกี่ยวกับความดันออสโมติกให้นักเรียนทุกคนดูเพื่อเป็นข้อมูล

เพิ่มเติม ดังนี้



ที่มา :

http://www.youtube.com/watch?v=w3_8FSrqc-I

5.2.5 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดเพื่อตอบโจทย์ปัญหาทั้ง 3 ข้อ

5.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (10 นาที)

5.3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

- (1) สารละลายยูเรีย ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) 15 g ในน้ำ 200 g ถ้าความดันไอของน้ำที่ 25°C มีค่า 23.7 torr จงหาความดันไอของสารละลายที่ลดลงและความดันไอของสารละลายที่ 25°C
- (2) สารละลายจะมีความดันออสโมตีสุงเมื่อใด
- (3) ความดันออสโมติกหมายถึงอะไร
- (4) ความดันไอและความดันออสโมติกต่างกันอย่างไร

5.4 ขั้นขยายความรู้ (5 นาที)

5.4.1 ครูให้นักเรียนดูภาพด้านล่างดังนี้



5.4.2 ครูถามนักเรียนดังนี้ “นักเรียนคิดว่าเครื่องกรองน้ำมีหลักการทำงานอย่างไร”

5.5 ขั้นประเมินผล (5 นาที)

5.5.1 ครูให้ให้โจทย์คำถามแก่นักเรียนดังนี้

- (1) ถ้าสารละลายซูโครส 68 g ในน้ำ 1 kg ที่ 28°C สารละลายที่ได้จะมีความดันไอต่ำกว่าความดันไอของน้ำเท่าใด และสารละลายมีความดันไเท่าใด (กำหนดให้ความดันไอของน้ำที่ 28°C เท่ากับ 28.35 torr)
- (2) จงคำนวณหาความดันออสโมติกของสารละลายเข้มข้น 0.020 M ที่ 25°C

5.5.2 ครูให้นักเรียนตอบโจทย์คำถามและเขียนตอบลงในสมุดบันทึก

6 สื่อ/วัสดุ/อุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้

6.1 Power point

6.2 สื่อวีดิทัศน์ ความดันออสโมติก

ที่มา : http://www.youtube.com/watch?v=w3_8FSrqc-I

6.3 สื่อการเรียนรู้เรื่อง ความดันไอและความดันออสโมติก

7. กระบวนการวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K) เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถอธิบายความหมายของความดันออสโมติกได้	สังเกตจาก - การทำกิจกรรม - การตอบคำถาม	- โจทย์คำถาม	- นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหาคิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
ด้านทักษะ (P) เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถคำนวณความสัมพันธ์ของค่าความดันไอที่ลดลงได้			
ด้านเจตคติ (A) นักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมและมีความตรงต่อเวลา	สังเกตจาก การทำกิจกรรม	แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	พฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอยู่ในระดับดีมากและดีเยี่ยม

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ.....

ลงชื่อ

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(นายจักรวาล เจริญทอง)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสมปอง สุธเสน)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม
เรื่อง ความดันโลหิตและความดันออสโมซิส

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในรายการที่ปฏิบัติ

ลำดับ ที่	รายการพฤติกรรม	กลุ่มที่					
		1	2	3	4	5	6
1	มีความรับผิดชอบ						
2	มีส่วนร่วมในการตอบคำถาม						
3	ความกระตือรือร้นในการเรียน						
4	ช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม						
5	มีความซื่อสัตย์						
6	รักษาความสะอาดผลงาน						
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 9

รายวิชาเคมี 2 รหัสวิชา ว30221

ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

จำนวน 40 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 9 เรื่อง กฎทรงมวล กฎสัดส่วนคงที่ กฎของเกย์-ลุสแซก เวลา 2 ชั่วโมง

นางสาวสมปอง สุรเสน ครูผู้สอน

1. สาระสำคัญ

กฎทรงมวล กล่าวว่า “ ในปฏิกิริยาเคมีใด ๆ มวลของสารทั้งหมดก่อนเกิดปฏิกิริยาเท่ากับมวลของสารทั้งหมดหลังเกิดปฏิกิริยา ”

กฎสัดส่วนที่กล่าวว่า “เมื่อธาตุตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปรวมตัวกันเกิดเป็นสารประกอบ อัตราส่วนโดยมวลธาตุที่เป็นองค์ประกอบนั้นย่อมมีค่าคงที่เสมอ

กฎของเกย์ – ลุสแซก กล่าวว่า “อัตราส่วนระหว่างปริมาตรของก๊าซที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับปริมาตรของก๊าซที่เกิดขึ้นซึ่งวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันจะเป็นเลขจำนวนเต็มลงตัวน้อย ๆ”

กฎของอาโวกาโดร กล่าวว่า “ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน ก๊าซทุกชนิดที่มีปริมาตรเท่ากันจะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน”

2. ผลการเรียนรู้

อธิบายและคำนวณกฎทรงมวล, กฎสัดส่วนคงที่, กฎของเกย์-ลุสแซก และกฎของอาโวกาโดรได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถอธิบายกฎทรงมวล, กฎสัดส่วนคงที่, กฎของเกย์-ลุสแซก และกฎของอาโวกาโดรได้ (K)

3.2 เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถคำนวณเกี่ยวกับกฎทรงมวล, กฎสัดส่วนคงที่, กฎของเกย์-ลุสแซก และกฎของอาโวกาโดรได้ (P)

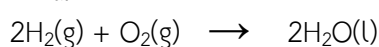
3.3 นักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมและมีความตรงต่อเวลา (A)

4. สาระการเรียนรู้

➤ กฎทรงมวล (Law of Conservation of Mass)

เมื่อปี ค.ศ. 1774 อองตวล โลรอง ลาวัวซิเอร์ (Antoin-Laurent Lavoisier) นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ได้ทดลองเผาสารในหลอดปิด ผลการทดลองพบว่ามวลของสารทั้งหมดก่อนเกิดปฏิกิริยาเท่ากับมวลของสารทั้งหมดหลังเกิดปฏิกิริยา และเขาทดลองทำหลาย ๆ ครั้งก็ได้ผลเช่นเดิม เขาจึงสรุปตั้งเป็นกฎเรียกว่า กฎทรงมวล ซึ่งกฎทรงมวล กล่าวว่า “ ในปฏิกิริยาเคมีใด ๆ มวลของสารทั้งหมดก่อนเกิดปฏิกิริยาเท่ากับมวลของสารทั้งหมดหลังเกิดปฏิกิริยา ” 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 กฎสัดส่วนคงที่ที่กฎสัดส่วนที่กล่าวว่า “เมื่อธาตุตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปรวมตัวกันเกิดเป็นสารประกอบ อัตราส่วนโดยมวลธาตุที่เป็นองค์ประกอบนั้นย่อมมีค่าคงที่เสมอไม่ว่าสารประกอบนั้นจะเตรียมขึ้นโดยวิธีใดหรือจะเตรียมกี่ครั้งก็ตาม”

➤ กฎของเกย์ – ลูสแซก (Law of Gay – Lussac)

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

➤ กฎของอาโวกาโดร (Law of Avogadro)

ในปี ค.ศ.1811 อาเมเดโอ อาโวกาโดร ได้ศึกษาจากกฎของเกย์-ลูสแซกและอธิบายว่าการที่อัตราส่วนโดยปริมาตรของก๊าซที่เข้าทำปฏิกิริยาและที่ได้จากปฏิกิริยาเป็นเลขจำนวนเต็มลงตัวน้อยๆ คงเป็นเพราะปริมาตรของก๊าซมีความสัมพันธ์กับจำนวนอนุภาคที่รวมตัวกันเป็นสารประกอบ อาโวกาโดรจึงเสนอสมมุติฐานว่า “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)

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (5 นาที)

5.1.1 ครูให้นักเรียนดูวิดีโอที่นำเข้าสู่บทเรียนดังนี้



5.1.2 ครูถามนักเรียน ดังนี้

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

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (50 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่มๆละ 6 คน

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

5.2.3 ครูให้แต่ละกลุ่มค้นคว้าหาข้อมูลจากนั้นเขียนความรู้ที่ได้ลงในกระดาษโพสเตอร์ที่แจกให้

5.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (20 นาที)

5.3.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอสิ่งที่ได้เรียนรู้หน้าชั้นเรียนโดยให้เวลา กลุ่มละ 3 นาที

5.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

- ลักษณะสำคัญของกฎกฎทรงมวล, กฎสัดส่วนคงที่, กฎของเกย์- ลูสแซก และกฎของอาโวกาโดร

5.4 ขั้วขยายความรู้ (10 นาที)

5.4.1 ครูให้นักเรียนพิจารณาโจทย์ต่อไปนี้ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันหาคำตอบ

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

5.4.2 ครูสุ่มนักเรียนออกมาเฉลยคำตอบหน้าชั้นเรียน

5.5 ขั้วประเมินผล (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 dm³ 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 กระดาษพริ้ว
- 6.4 ฉลาก
- 6.5 ปากกาเมจิก

7. กระบวนการวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K) เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถอธิบายกฎทรงมวล, กฎสัดส่วนคงที่, กฎของเกย์-ลูสแซก และกฎของอาโวกาโดรได้	สังเกตจาก - การทำกิจกรรม - การตอบคำถาม - การนำเสนอและอภิปรายผลหน้าชั้นเรียน	- โจทย์คำถาม	- นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหาคิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
ด้านทักษะ (P) เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถคำนวณเกี่ยวกับกฎทรงมวล, กฎสัดส่วนคงที่, กฎของเกย์-ลูสแซก และกฎของอาโวกาโดรได้			
ด้านเจตคติ (A) นักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมและมีความตรงต่อเวลา	สังเกตจาก การทำกิจกรรม	แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	พฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอยู่ในระดับดีมากและดีเยี่ยม

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....
 ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ.....

ลงชื่อ

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(นายจักรวาล เจริญทอง)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสมปอง สุธเสน)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม
เรื่อง กฎทรงมวล กฎสัดส่วนคงที่ กฎของเกย์-ลูสแซก

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย  ลงในรายการที่ปฏิบัติ

ลำดับ ที่	รายการพฤติกรรม	กลุ่มที่					
		1	2	3	4	5	6
1	มีความรับผิดชอบ						
2	มีส่วนร่วมในการตอบคำถาม						
3	ความกระตือรือร้นในการเรียน						
4	ช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม						
5	มีความซื่อสัตย์						
6	รักษาความสะอาดผลงาน						
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 ว30221

ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

จำนวน 40 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 10 เรื่อง สูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุล

เวลา 2 ชั่วโมง

นางสาวสมปอง สุรเสน ครูผู้สอน

1. สาระสำคัญ

สูตรเอมพิริคัล เป็นสูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของธาตุองค์ประกอบ

สูตรโมเลกุลเป็นสูตรที่แสดงจำนวนอะตอมของธาตุองค์ประกอบที่มีอยู่ใน 1 โมเลกุลของสาร

2. ผลการเรียนรู้

อธิบายความหมายและคำนวณเกี่ยวกับสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุลได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถอธิบายความหมายของสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุลได้ (K)

3.2 เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถคำนวณสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุลได้ (P)

3.3 นักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมและมีความตรงต่อเวลา (A)

4. สาระการเรียนรู้

สูตรเอมพิริคัล (Empirical Formula)

สูตรเอมพิริคัล เป็นสูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของธาตุองค์ประกอบ เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีสูตรโมเลกุลเป็น H_2O_2 อัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนอะตอม H : O เท่ากับ 1 : 1 สูตรเอมพิริคัลจึงเป็น HO กลูโคสมีสูตรโมเลกุลเป็น $C_6H_{12}O_6$ 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 ทั้ง ถ้าเป็น 0.8 - 0.9 ปัดขึ้นอีก 1 ถ้าเป็น 0.0 - 0.7 ปัดไม่ได้ต้องหาตัวเลขที่ต่ำที่สุดมาคูณตัวเลขของอัตราส่วนโดยโมลให้มีค่าใกล้เคียงกับที่จะปัดจุดทศนิยมได้ แล้วปัดจุดทศนิยมตัวเลขให้เป็นจำนวนเต็ม อนึ่งการปัดจุดทศนิยม ถ้าตัวเลขปัดจุดทศนิยมไม่ได้ ตัวเลขทุกตัวของอัตราส่วนโดยโมลนั้นก็จะไม่ปัดจุดทศนิยม 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. ห้อัตราส่วนโดยปริมาตรก๊าซต่าง ๆ เป็นอย่างต่ำ
5. เปลี่ยนอัตราส่วนโดยปริมาตรของก๊าซเป็นอัตราส่วนโดยโมล โดยใช้กฎอาโวกาโดร
6. เขียนสมการของปฏิกิริยาเคมีตามโจทย์บอก แล้วเข้าสมการพีชคณิตของจำนวนอะตอมทั้งหมดทางซ้าย

และทางขวาของแต่ละธาตุให้เท่ากัน จะได้สมการพีชคณิตหลายสมการที่มีตัวแปรหลายตัว จากนั้นก็คำนวณหาสูตรโมเลกุลของก๊าซได้

การหาร้อยละโดยมวลของธาตุจากสูตรเคมี

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

5. กิจกรรมการเรียนรู้ (ใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es)

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (5 นาที)

5.1.1 ครูถามนักเรียน ดังนี้

- สูตรเคมีหมายถึงอะไร
(แนวคำตอบ สูตรที่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารประกอบ)
- สูตรเคมีที่นักเรียนรู้จักได้แก่อะไรบ้าง
(แนวคำตอบ สูตรเอมพิริคัล, สูตรโมเลกุลและสูตรโครงสร้าง)
- นักเรียนมีวิธีการหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุลอย่างไร

- วันนี้เราจะมาช่วยกันค้นหาวิธีการหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุลว่ามีวิธีการหาอย่างไร

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (30 นาที)

- 5.2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่มๆละ 6 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

5.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (30 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

5.4 ขั้นขยายความรู้ (20 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 ขั้นประเมินผล (10 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

จุดประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K) เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถอธิบายความหมายของสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุลได้	สังเกตจาก - การทำกิจกรรม - การตอบคำถาม - การนำเสนอและอภิปรายผลหน้าชั้นเรียน	- โจทย์คำถาม	- นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหาคิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
ด้านทักษะ (P) เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถคำนวณสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุลได้			
ด้านเจตคติ (A) นักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมและมีความตรงต่อเวลา	สังเกตจาก การทำกิจกรรม	แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	พฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอยู่ในระดับดีมากและดีเยี่ยม

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ.....

ลงชื่อ

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(นายจักรวาล เจริญทอง)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสมปอง สุธเสน)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม
เรื่อง สุตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุล

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย  ลงในรายการที่ปฏิบัติ

ลำดับ ที่	รายการพฤติกรรม	กลุ่มที่					
		1	2	3	4	5	6
1	มีความรับผิดชอบ						
2	มีส่วนร่วมในการตอบคำถาม						
3	ความกระตือรือร้นในการเรียน						
4	ช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม						
5	มีความซื่อสัตย์						
6	รักษาความสะอาดผลงาน						
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 ว30221

ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

จำนวน 40 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 11 เรื่อง สมการเคมี

เวลา 1 ชั่วโมง

นางสาวสมปอง สุรเสน ครูผู้สอน

1. สาระสำคัญ

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

2. ผลการเรียนรู้

อธิบายความสัมพันธ์เกี่ยวกับสมการเคมีและดุลสมการเคมีได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์เกี่ยวกับสมการเคมีได้ (K)

3.2 เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถดุลสมการเคมีได้ (P)

3.3 นักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมและมีความตรงต่อเวลา (A)

4. สาระการเรียนรู้

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

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

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 คูณจำนวนอะตอม ต่อไปคูณจำนวนอะตอมของธาตุที่พบในสูตรของสารตั้งแต่ 2 สารขึ้นไปข้างเดียวกันของสมการ

4. ตรวจสอบสมการที่ได้ดุลแล้วเพื่อให้แน่ใจว่าจำนวนของอะตอมชนิดเดียวกันเท่ากันทั้ง 2 ข้างของลูกศรสมการ

5. กิจกรรมการเรียนรู้ (ใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es)

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (5 นาที)

5.1.1 ครูให้นักเรียนดูวิดีโอที่ค้นเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนดังนี้



5.1.2 ครูถามนักเรียน ดังนี้

- วิดีทัศน์ที่นักเรียนได้ดูไปแล้วนั้นเป็นการเผาโลหะแมกนีเซียม นักเรียนคิดว่าผลิตภัณฑ์

ที่ได้ควรจะเป็นอะไร

(แนวคำตอบ แมกนีเซียมออกไซด์)

- นักเรียนจะใช้สัญลักษณ์ใดแทนปฏิกิริยาการเกิดแมกนีเซียมออกไซด์

(แนวคำตอบ สมการเคมี)

- สัญลักษณ์ที่นักเรียนเขียนแทนปฏิกิริยาการเกิดแมกนีเซียมออกไซด์เป็นอย่างไร

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

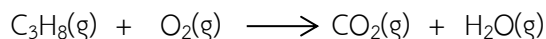
- สมการเคมีที่นักเรียนเขียนนั้นจะต้องมีการดุลสมการแล้วนั้นหมายความว่าจำนวนธาตุที่เป็นองค์ประกอบจะต้องมีจำนวนเท่ากัน วันนี้เราจะมาเรียนรู้ถึงวิธีการดุลสมการเคมีให้ง่ายและถูกต้อง

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (25 นาที)

5.2.6 ครูให้นักเรียนศึกษาหลักในการดุลสมการเคมีจากหนังสือเรียนวิชาเคมี เล่ม 2 สสวท.

5.2.2 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่มๆละ 6 คน

5.2.3 ครูยกตัวอย่างสมการเคมี ดังนี้



5.2.4 ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ช่วยกันดุลสมการ

5.2.5 ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ช่วยกันทำแบบฝึกหัด 4.11 แล้วเขียนบันทึกลงในสมุดของตนเอง

5.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (10 นาที)

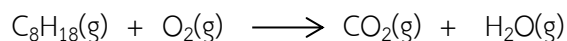
5.3.1 ครูสุ่มนักเรียนออกมาเฉลยแบบฝึกหัดหน้าชั้นเรียน

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 ครูให้นักเรียนแต่ละคนออกมาจับฉลากเพื่อดุลสมการเคมีที่ได้รับมอบหมาย

6 สื่อ/วัสดุ/อุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้

6.1 Power point

6.2 หนังสือเรียนวิชาเคมี เล่ม 2 สสวท.

6.3 ฉลากสมการเคมี

7. กระบวนการวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K) เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์เกี่ยวกับสมการเคมีได้	สังเกตจาก - การทำกิจกรรม - การตอบคำถาม - การนำเสนอ และอภิปรายผล หน้าชั้นเรียน	- แบบฝึกหัด 4.11	- นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหาคิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
ด้านทักษะ (P) เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถดุลสมการเคมีได้			
ด้านเจตคติ (A) นักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมและมีความตรงต่อเวลา	สังเกตจาก การทำกิจกรรม	แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	พฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอยู่ในระดับดีมากและดีเยี่ยม

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ.....

ลงชื่อ

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(นายจักรวาล เจริญทอง)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสมปอง สุธเสน)

..... / /

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	รักษาความสะอาดผลงาน						
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 12

รายวิชาเคมี 2 รหัสวิชา ว30221

ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

จำนวน 40 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 12 เรื่อง การคำนวณหาสารในปฏิกิริยาเคมี

เวลา 3 ชั่วโมง

นางสาวสมปอง สุรเสน ครูผู้สอน

1. สาระสำคัญ

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

2. ผลการเรียนรู้

อธิบายความสัมพันธ์และคำนวณเกี่ยวกับปริมาณสารในสมการเคมีได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 3.1 เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์เกี่ยวกับปริมาณสารในสมการเคมีได้ (K)
- 3.2 เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถคำนวณเกี่ยวกับปริมาณสารในสมการเคมีได้ (P)
- 3.3 นักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมและมีความตรงต่อเวลา (A)

4. สาระการเรียนรู้

การคำนวณเกี่ยวกับปริมาณของสารในสมการเคมี มีหลักทั่วไปดังนี้

1. ต้องทราบสมการของปฏิกิริยาเคมีพร้อมดุล
2. พิจารณาเฉพาะสารที่โจทย์ถาม และกำหนดให้
3. แล้วนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาคิดคำนวณหาสิ่งที่ต้องการจากสมการได้โดยการเทียบบัญญัติไตรยางค์ ด้วยการใช้ความรู้เรื่องโมลหรืออาจจะคำนวณด้วยวิธีหนึ่งโดยนำจำนวนโมลของสารที่โจทย์ถาม และโจทย์กำหนดให้มาเทียบอัตราส่วนกันจะเท่ากับจำนวนโมลที่เป็นสัมประสิทธิ์ของสารที่โจทย์ถามและโจทย์กำหนดให้ตามสมการ

สารกำหนดปริมาณ (Limiting Reactant)

ในปฏิกิริยาเคมีที่มีสารตั้งต้นตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เมื่อให้สารตั้งต้นทำปฏิกิริยากัน ถ้าสารแต่ละชนิดที่ทำปฏิกิริยากันหมดพอดีทุกชนิด การคำนวณหาสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจะคำนวณจากสารตั้งต้นตัวใดก็ได้ แต่ถ้าสารตั้งต้นที่ใช้ทำปฏิกิริยากันนั้น ตัวใดตัวหนึ่งมีปริมาณน้อยกว่าปกติ และถูกใช้ในการเกิดปฏิกิริยาหมดก่อนสารตั้งต้นตัวอื่น ๆ (สารตั้งต้นตัวอื่น มีปริมาณมากเกินไป) กรณีนี้สารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นเท่าใด

นั้นขึ้นอยู่กับปริมาณสารตั้งต้นที่ถูกใช้หมดก่อน จึงเรียกสารตั้งต้นที่ใช้หมดก่อนและเป็นตัวกำหนดปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่จะเกิดขึ้นว่า "สารกำหนดปริมาณ" (Limiting Reactant) เช่น ไฮโดรเจน 2 โมล ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน 1 โมล เกิดน้ำขึ้น 2 โมล แต่ถ้าไฮโดรเจน 4 โมลทำปฏิกิริยากับออกซิเจน 1 โมล ออกซิเจนจะต้องถูกใช้หมดก่อนและไฮโดรเจนจะถูกใช้ไปได้อย่างมากที่สุด 2 โมล และคงเหลือ 2 โมล สารที่มีปริมาณน้อยกว่าจึงเป็นตัวกำหนดว่าปฏิกิริยาหนึ่งสามารถเกิดผลผลิตได้อย่างมากที่สุดเท่าใด

ผลได้ร้อยละ

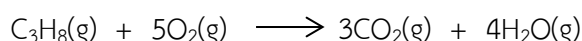
ในการคำนวณหาปริมาณของผลิตภัณฑ์จากสมการเคมีนั้น ค่าที่ได้เรียกว่า ผลได้ตามทฤษฎี (Theoretical yield) แต่ในทางปฏิบัติจะได้ผลิตภัณฑ์น้อยกว่าตามทฤษฎี แต่จะได้มากน้อยแค่ไหน ขึ้นอยู่กับวิธีการและสารเคมีที่ใช้ เรียกผลที่ได้นี้ว่า ผลได้จริง (Actual yield) สำหรับการรายงานผล การทดลองนั้นจะเปรียบเทียบค่าที่ได้ตามทฤษฎีในรูปร้อยละ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

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

5. กิจกรรมการเรียนรู้ (ใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es)

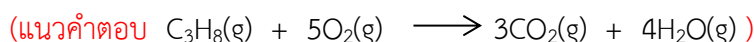
5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (5 นาที)

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 (80 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่มๆละ 6 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 HCl(aq) ที่มากเกินไป พบว่าเกิด $\text{CO}_2(\text{g})$ 0.448 dm^3 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 พบว่าเกิด $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ 18 g จงหาผลได้ร้อยละ

5.3 ขึ้นอภิปรายและลงข้อสรุป (40 นาที)

- 5.3.1 ครูสุ่มให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเฉลยคำตอบหน้าชั้นเรียน
- 5.3.2 ครูและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับโจทย์ร่วมกัน
- 5.3.3 ครูให้คะแนนกับกลุ่มที่ตอบถูกต้อง

5.4 ขึ้นขยายความรู้ (10 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 ขึ้นประเมินผล (10 นาที)

- 5.5.1 ครูให้นักเรียนจับฉลากเพื่อทำโจทย์คำถาม

6 สื่อ/วัสดุ/อุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้

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

7. กระบวนการวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K) เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์เกี่ยวกับปริมาณสารในสมการเคมีได้	สังเกตจาก - การทำกิจกรรม - การตอบคำถาม - การนำเสนอ และอภิปรายผล หน้าชั้นเรียน	- โจทย์คำถาม	- นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหาคิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
ด้านทักษะ (P) เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถคำนวณเกี่ยวกับปริมาณสารในสมการเคมีได้			
ด้านเจตคติ (A) นักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมและมีความตรงต่อเวลา	สังเกตจาก การทำกิจกรรม	แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	พฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอยู่ในระดับดีมากและดีเยี่ยม

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ.....

ลงชื่อ

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(นายจักรวาล เจริญทอง)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสมปอง สุธเสน)

..... / /

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	รักษาความสะอาดผลงาน						
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

ภาคผนวก

ใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง มวลอะตอมสัมพัทธ์ และมวลอะตอมเฉลี่ย

มวลอะตอมสัมพัทธ์ (Atomic mass) เป็นสมบัติของธาตุ ซึ่งธาตุแต่ละธาตุจะมีมวลอะตอมสัมพัทธ์แตกต่างกัน การหามวลอะตอมสัมพัทธ์ของธาตุ ทำได้โดยการเปรียบเทียบกับ $\frac{1}{12}$ ของมวลของ ^{12}C 1 อะตอม ซึ่งมีมวลเท่ากับ 1.66×10^{-24} g หรือ 1 amu การหามวลอะตอมของธาตุสามารถหาได้ดังนี้

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

ดังนั้นเราจะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

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

ข้อสังเกต มวลอะตอมสัมพัทธ์จะไม่มีหน่วย แต่มวลของสาร 1 อะตอมจะมีหน่วยเป็นกรัมหรือ amu

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

กิจกรรมลองทำดู

- แคลเซียม (Ca) มีมวลอะตอมสัมพัทธ์ = 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
- ธาตุออกซิเจนมีมวลอะตอมสัมพัทธ์เท่ากับ 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
แสดงว่าไนโตรเจนมีมวลอะตอมสัมพัทธ์เท่ากับ.....
- ธาตุลิเทียม 1 อะตอมมีมวลเท่ากับ $7 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม
แสดงว่าลิเทียมมีมวลอะตอมสัมพัทธ์เท่ากับ.....
- ธาตุแคลเซียมมีมวลอะตอมเท่ากับ 40 หมายความว่า
แคลเซียม 1 อะตอมมีมวล = กรัม

ดังนั้นธาตุแคลเซียม 2 อะตอม มีมวล= กรัม

ตัวอย่างการคำนวณ

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

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

ตัวอย่าง 3 ธาตุแมกนีเซียมมีมวลอะตอมสัมพัทธ์ 24.31 ธาตุแมกนีเซียม 1 อะตอมมีมวลเท่าใด

ตัวอย่าง 4 ธาตุ Z 1 อะตอม มีมวลเป็น 3 เท่าของธาตุแมกนีเซียม 5 อะตอม
จงหามวลอะตอมสัมพัทธ์ของธาตุ Z เมื่อธาตุแมกนีเซียมมีมวลอะตอมสัมพัทธ์ 24.31

3. ธาตุ Q 4 อะตอม มีมวล 1.53×10^{-22} กรัม จงหามวลอะตอมสัมพัทธ์ของธาตุ Q

4. ธาตุ D มีมวลอะตอมสัมพัทธ์เท่าใดเมื่อ D 1 อะตอม มีมวลเป็น 5 เท่าของมวลของไนโตรเจน 2 อะตอม

เมื่อธาตุไนโตรเจนมีมวลอะตอมสัมพัทธ์ 14.00

ใบความรู้ที่ 1.2 เรื่อง มวลอะตอมเฉลี่ย

มวลอะตอมเฉลี่ย (M) เป็นค่ามวลอะตอมสัมพัทธ์ของธาตุที่มีหลายไอโซโทปในธรรมชาติ ซึ่งหาได้จากสูตร

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

เมื่อ M = มวลอะตอมเฉลี่ย

% = เปอร์เซ็นต์ของธาตุแต่ละไอโซโทป

m = มวลอะตอมสัมพัทธ์ของแต่ละไอโซโทป

ตัวอย่างที่ 1 ธาตุ G ที่พบในธรรมชาติมี 3 ไอโซโทป มีมวลอะตอมสัมพัทธ์ตามลำดับดังนี้ 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 เนื่องจากโจทย์ไม่กำหนดมวลอะตอมสัมพัทธ์ของแต่ละไอโซโทปมาให้ จึงต้อง

ใช้

เลขมวลของแต่ละไอโซโทปแทน

ตัวอย่างที่ 3 ธาตุคาร์บอนมีไอโซโทปที่เสถียรในธรรมชาติ 2 ชนิด คือ C – 12 มีมวลอะตอมสัมพัทธ์ 12.000 และ C – 13 มีมวลอะตอมสัมพัทธ์ 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 มีมวลอะตอมสัมพัทธ์เท่ากับ 150.9196 และ ^{153}Eu มีมวลอะตอมสัมพัทธ์เท่ากับ 152.9209 ถ้ามวลอะตอมเฉลี่ยของ Eu เท่ากับ 151.9600 จงหาปริมาณร้อยละของ Eu แต่ละไอโซโทป(3 คะแนน)

แบบทดสอบหลังเรียน
เรื่อง มวลอะตอมสัมพัทธ์ และมวลอะตอมเฉลี่ย

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมายกากบาท (x)

ลงในกระดาษคำตอบ ข้อสอบมีจำนวนทั้งหมด 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน

1. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับมวลของธาตุ 1 อะตอม
 - ก. มีหน่วยเป็นกรัม
 - ข. เป็นมวลที่แท้จริงของธาตุ
 - ค. เป็นมวลเปรียบเทียบกับมวลของธาตุมาตรฐาน
 - ง. มีค่าเท่ากับ มวลอะตอมสัมพัทธ์ของธาตุนั้น $\times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

2. ธาตุ X 1 อะตอมมีมวล $58 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม มวลอะตอมสัมพัทธ์ของธาตุ X มีค่าเท่าใด
 - ก. 58
 - ข. $\frac{1}{1.66 \times 10^{-24}}$
 - ค. $2 \times 58 \times 1.66 \times 10^{-24}$
 - ง. $\frac{1}{58 \times 1.66 \times 10^{-24}}$

3. ถ้าธาตุโบรอน 1 อะตอมมีมวล $11 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม มวลอะตอมสัมพัทธ์ของโบรอนมีค่าเท่าใด
 - 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 มีมวลอะตอมสัมพัทธ์เท่าใดเมื่อ M 2 อะตอม มีมวลเป็น 6 เท่าของมวลของโบรอน 2 อะตอม (โบรอนมีมวลอะตอมสัมพัทธ์เท่ากับ 11)
 - ก. 18
 - ข. 66
 - ค. 108
 - ง. 132

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

ใบความรู้ที่ 1.3
มวลโมเลกุล

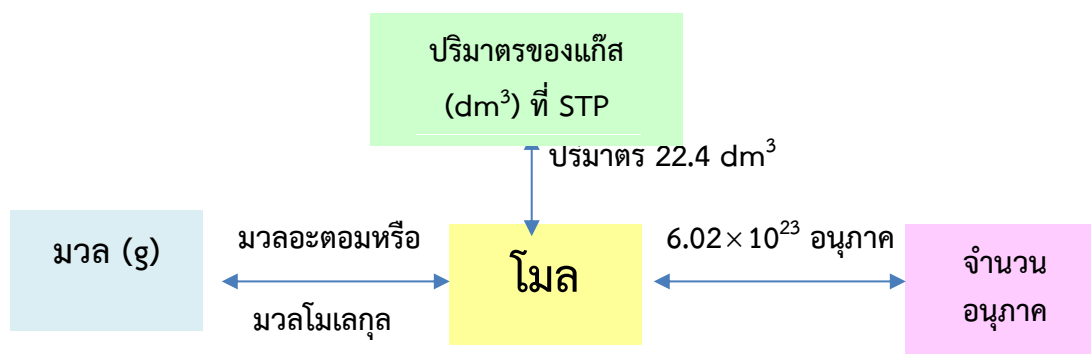
ใบความรู้ที่ 1.4

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 อาจจะแสดงได้ด้วยแผนภาพดังต่อไปนี้



รูปที่ 1.4 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล ปริมาตร ที่ STP และจำนวนโมเลกุลของแก๊ส

จากแผนภาพปริมาณของสารในหน่วยต่าง ๆ สัมพันธ์กับหน่วยโมล ซึ่งเป็นหน่วยกลาง ถ้าเราทราบมวลของสารในหน่วยกรัม เราสามารถหาปริมาตรของสาร และจำนวนอนุภาคของสารได้โดยใช้หน่วยโมล

การคำนวณเกี่ยวกับโมล

การคำนวณเกี่ยวกับโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตร นอกจากจะอาศัยความสัมพันธ์ดังที่กล่าวมาแล้ว ยังอาจจะนำมาสรุปเป็นสูตรที่เกี่ยวกับโมลได้ดังนี้

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

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

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

หมายเหตุ สำหรับจำนวนโมลของแก๊สที่สภาวะอื่น ๆ คำนวณได้จาก

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

ลักษณะทั่ว ๆ ไป ของโจทย์เกี่ยวกับโมล

จะเกี่ยวข้องกับมวล 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

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

2. โจทย์ที่ถามเกี่ยวกับโมลอะตอม มวล และจำนวนอะตอม จากสารประกอบที่กำหนดให้ เช่น

กำหนดมวล (g) ของสารให้ แล้วถามเกี่ยวกับโมล มวล และจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ หรือ กำหนดปริมาตรของแก๊ส (V) ให้ แล้วถามเกี่ยวกับโมล มวล และจำนวนอะตอม

ของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ ลักษณะของโจทยจะคล้ายกับโจทยแบบที่ 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 โดยการนำจำนวนโมลของสารที่โจทยกำหนดให้และของธาตุที่โจทยถามมาเทียบอัตราส่วนกัน หลังจากนั้นแทนค่าตามความเหมาะสม แล้วจะคำนวณสิ่งที่ต้องการได้ เช่น กลูโคส 10 กรัม มีธาตุคาร์บอนกี่อะตอม

คำนวณโดยการนำจำนวนโมลของกลูโคสและคาร์บอนมาเปรียบเทียบกับ



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

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

เมื่อแทนค่าโมล ในแง่ของมวลและอะตอม จะหาสิ่งที่ต้องการได้

3. โจทย์ที่ถามเกี่ยวกับการเปรียบเทียบจำนวนอะตอม หรือจำนวนโมเลกุลว่าสารใดมีจำนวนมากกว่ากัน โจทย์ในลักษณะนี้จะกำหนดปริมาณของสารให้ในรูปแบบต่าง 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 ให้คิดเปรียบเทียบกับโมลอะตอม และถ้าต้องการจำนวนโมเลกุล ให้คิดเปรียบเทียบกับโมลโมเลกุล

ตัวอย่างการคำนวณเกี่ยวกับโมล

ตัวอย่างที่ 1 แก๊สฮีเลียม 44.8 dm³ ที่ STP จะมีมวลกี่กรัม (He = 4)

หมายเหตุ ถ้าต้องการคำนวณโดยการเทียบบัญญัติไตรยางค์ ทำได้ดังนี้

มวลอะตอมสัมพัทธ์ของฮีเลียม = 4

ฮีเลียม 1 โมลหนัก 4 กรัม มีปริมาตร 22.4 dm³ ที่ STP

ฮีเลียม 22.4 dm³ ที่ STPหนัก = 4 กรัม

เพราะฉะนั้น ฮีเลียม 44.8 dm³ ที่ STPหนัก = $4 \times \frac{44.8}{22.4} = 8.0$ กรัม **ตอบ**

ตัวอย่างที่ 2 แก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) 3.65 กรัม มีกี่โมล และกี่โมเลกุล

(กำหนดมวลอะตอมสัมพัทธ์ H = 1 , Cl = 35.5)

ตัวอย่างที่ 3 ถังใบหนึ่งจุ 50 dm³ ใช้บรรจุแก๊สที่ STP

ก. ถ้าบรรจุแก๊สฮีเลียมจนเต็มถัง จะได้กี่โมล

ข. ถ้าบรรจุแก๊สออกซิเจนจนเต็มถัง จะได้แก๊สออกซิเจนหนักเท่าใด

ค. ถ้าบรรจุแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จนเต็มถัง จะได้คาร์บอนไดออกไซด์กี่โมเลกุล

(กำหนดมวลอะตอม He = 4 , O = 16 , C = 12)

แนวคิด เมื่อบรรจุแก๊สลงในภาชนะ แก๊สจะฟุ้งกระจายตัวเต็มภาชนะนั้น ดังนั้นแก๊สจะมี
รูปร่างและปริมาตรเท่าภาชนะที่บรรจุ

ก. ถ้าบรรจุแก๊สฮีเลียมจนเต็มถัง จะได้กี่โมล

ข. ถ้าบรรจุแก๊สออกซิเจนจนเต็มถัง จะได้แก๊สออกซิเจนหนักเท่าใด

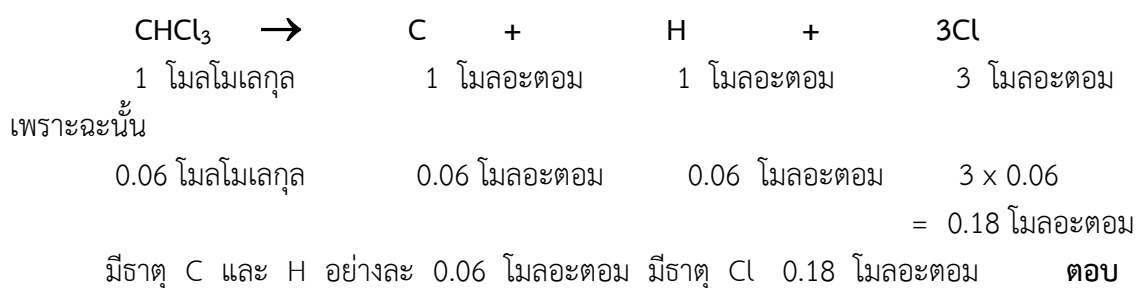
ค. ถ้าบรรจุแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จนเต็มถัง จะได้คาร์บอนไดออกไซด์กี่โมเลกุล

ตัวอย่างที่ 3 เมื่อนำคลอโรฟอร์ม (CHCl_3) จำนวนหนึ่งมาทำให้เป็นไอทั้งหมด วัดปริมาตรที่ STP ได้ 1.344 dm^3 จงคำนวณหา

- ก. จำนวนโมลของแต่ละธาตุ
- ข. จำนวนอะตอมของแต่ละธาตุ
- ค. มวลของแต่ละธาตุ

ก. จำนวนโมลของแต่ละธาตุ (หาโมลโมเลกุลก่อน จึงหาโมลอะตอมของธาตุองค์ประกอบ)

หาโมลอะตอมของธาตุองค์ประกอบ



ข. จำนวนอะตอมของแต่ละธาตุ

จำนวนอะตอมของ C = = อะตอม

จำนวนอะตอมของ H = = อะตอม

จำนวนอะตอมของ Cl = = อะตอม

ค. มวลของแต่ละธาตุ

มวลของธาตุ C = = กรัม

มวลของธาตุ H = = กรัม

มวลของธาตุ Cl = = กรัม **ตอบ**

ตัวอย่างที่ 4 ธาตุ Z เป็นของแข็ง มีความหนาแน่น 1.8 กรัม/cm³ ธาตุ Z 10 cm³
มีจำนวนอะตอม 1.2×10^{24} อะตอม จงหามวลอะตอมของ Z

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

แบบทดสอบวัดจุดประสงค์

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส

1. จงคำนวณหาจำนวนโมลของสารต่อไปนี้

ก. ซีเลียม 1.024×10^{22} atom

ข. แก๊สแอมโมเนีย 3.01×10^{25} molecule

ค. เหล็ก 3.612×10^{20} atom

ง. กำมะถัน 1 atom

2. จงคำนวณหาจำนวนอนุภาคของสารต่อไปนี้

ก. อาร์กอน 3.00 mol

ข. เหล็ก 8.50 mol

ค. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.001 mol

ง. น้ำ 5.00 mol

3. จงหามวลของสารต่อไปนี้

ก. Fe 0.5 โมล (Fe=56)

ข. HCl 3 โมล (H=1, Cl=35.5)

ค. CO_2 1.806×10^{24} molecule

ง. K^+ 1.505×10^{23} ion

4. จงหาปริมาตรของแก๊สต่อไปนี้ ที่ STP

ก. แก๊ส Cl_2 3 โมล

ข. แก๊ส CH_4 0.6 โมล

5. จงคำนวณหาความสัมพันธ์ของปริมาณสารต่อไปนี้

(กำหนดมวลอะตอม $\text{N} = 14$, $\text{O} = 16$, $\text{H} = 1$, $\text{Ne} = 20$, $\text{Cl} = 35.5$)

5.1 แก๊สออกซิเจน (O_2) 448 dm^3 ที่ STP จะมีจำนวนกี่โมเลกุล	5.2 แก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) 90 กรัม จะมีปริมาตรกี่ dm^3 ที่ STP
5.3 แก๊สแอมโมเนีย (NH_3) 56 dm^3 ที่ STPหนักกี่กรัม	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			

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 (C = 12 , 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 (C = 12 , 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 (C = 12 , H = 1)

ก. 20 โมลอะตอม	ข. 35 โมลอะตอม
ค. 48 โมลอะตอม	ง. 52 โมลอะตอม
7. จากข้อ 5 แก๊สบิวเทน (C_4H_{10}) 116 กรัม มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่าใด (C = 12 , 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

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 - dm³ เป็นต้น เช่น สารละลาย NaCl เข้มข้นร้อยละ 20 โดยมวลต่อปริมาตร หมายความว่า สารละลาย NaCl 100 cm³ 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($C_6H_{12}O_6$) 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(dm^3) มีตะกั่วละลายอยู่ 0.5 มิลลิกรัม (mg)”

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

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

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

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

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

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

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”

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

หรือ

$$m = \frac{g}{M} \times \frac{1000}{W_2}$$

m คือ ความเข้มข้นในหน่วย mol/ kg
g คือ มวลของตัวละลาย (กรัม)
M 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

$$\begin{aligned}\text{เศษส่วนโมลของ A}(X_A) &= \frac{\text{จำนวนโมลของ A}}{\text{จำนวนโมลรวมของสารทั้งหมด}} = \frac{a}{(a + b + c)} \\ \text{เศษส่วนโมลของ B}(X_B) &= \frac{\text{จำนวนโมลของ B}}{\text{จำนวนโมลรวมของสารทั้งหมด}} = \frac{b}{(a + b + c)} \\ \text{เศษส่วนโมลของ C}(X_C) &= \frac{\text{จำนวนโมลของ C}}{\text{จำนวนโมลรวมของสารทั้งหมด}} = \frac{c}{(a + b + c)}\end{aligned}$$

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

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

แบบฝึกหัด

ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียนบทที่ 4

ใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่ถูกต้อง และเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง

- 1. อะตอมของธาตุประกอบด้วยอนุภาคที่สำคัญ 3 ชนิดคือ โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน
- 2. อิเล็กตรอนมีมวลมากกว่าโปรตอนประมาณ 1800 เท่า
- 3. โปรตอนและนิวตรอนมีมวลใกล้เคียงกัน ซึ่งมีค่าประมาณ 1.66×10^{-24} กรัม
- 4. ${}^4_2\text{He}$ เป็นสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุฮีเลียม
- 5. ไอโซโทป หมายถึง ธาตุชนิดเดียวกันที่มีจำนวนโปรตอนไม่เท่ากัน
- 6. เมทานอลมีสูตรเคมีเป็น CH_3OH เป็นสารประกอบไอออนิก
- 7. แคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) เป็นสารโคเวเลนต์
- 8. เอทานอล ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) 1 โมเลกุลมีจำนวนธาตุองค์ประกอบเท่ากับไดเมทิลอีเทอร์ (CH_3OCH_3)
1 โมเลกุล
- 9. เอทานอลมีความหนาแน่น 0.789 กรัมต่อมิลลิลิตร ถ้าต้องการเปลี่ยนหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อลิตร
ต้องใช้ แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย $\frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}}$ และ $\frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}}$
- 10. สารประกอบไอออนิกไม่มีสูตรโมเลกุล เนื่องจากมีโครงสร้างต่อเนื่องกันไปเป็นสามมิติ

แบบฝึกหัด 4.1

1. มวลอะตอมสัมพัทธ์ของไฮโดรเจนเท่ากับ 1.01 ไฮโดรเจน 1 อะตอมมีมวลกี่กรัม
2. มวลอะตอมสัมพัทธ์ของโซเดียมเท่ากับ 22.99 โซเดียม 1 อะตอม มีมวลเป็นกี่เท่าของ $\frac{1}{12}$ ของมวลคาร์บอน-12 1 อะตอม
3. จงหามวลอะตอมสัมพัทธ์ของ ^{32}S เมื่อ ^{32}S 1 อะตอมมีมวล 52.05×10^{-24} กรัม และค่าที่คำนวณได้มากกว่าหรือน้อยกว่าค่าที่ปรากฏในตารางธาตุอธิบายได้อย่างไร
4. ธาตุออกซิเจนมีมวลอะตอมสัมพัทธ์ 16.00 ธาตุ A 1 อะตอมมีมวลเป็น 4 เท่าของมวลของออกซิเจน 2 อะตอม ธาตุ A จะมีมวลอะตอมสัมพัทธ์เท่าใด
5. จงหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุอิริเดียม (Ir) จากข้อมูลต่อไปนี้

ไอโซโทป	มวลอะตอมของไอโซโทป	ปริมาณร้อยละในธรรมชาติ
Ir-191	190.961	37.300
Ir-193	192.963	62.700

6. ธาตุซิลิคอน (Si) ที่พบในธรรมชาติมี 3 ไอโซโทป มีมวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปเท่ากับ 27.98 28.98 และ 29.97 โดยมีปริมาณร้อยละเป็น 92.21 4.70 และ 3.09 ตามลำดับ จงหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุซิลิคอน
7. ธาตุเงิน (Ag) ที่พบในธรรมชาติมี 2 ไอโซโทปคือ ^{107}Ag มีมวลอะตอมเท่ากับ 106.91 และ ^{109}Ag พบในธรรมชาติร้อยละ 48.16 ถ้าธาตุเงินมีมวลอะตอมเฉลี่ยเท่ากับ 107.87 จงคำนวณมวลอะตอมของ ^{109}Ag
8. ธาตุยูโรเพียม (Eu) พบในธรรมชาติ 2 ไอโซโทปคือ ^{151}Eu มีมวลอะตอมเท่ากับ 150.92 และ ^{153}Eu มวลอะตอมเท่ากับ 152.92 ถ้ามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุยูโรเพียมเท่ากับ 151.96 จงหาปริมาณร้อยละของธาตุยูโรเพียมแต่ละไอโซโทป

แบบฝึกหัด 4.2

1. จงคำนวณจำนวนโมลของสารต่อไปนี้

1.1 อีเลียม 1.02×10^{22} อะตอม1.2 แก๊สแอมโมเนีย 3.01×10^{25} โมเลกุล1.3 เหล็ก 3.61×10^{20} อะตอม

1.4 กำมะถัน 1 อะตอม

1.5 โพแทสเซียมไอออน 100 ไอออน

2. จงคำนวณจำนวนอนุภาคของสารต่อไปนี้

2.1 อาร์กอน 3.00 โมล

2.2 เหล็ก 8.50 โมล

2.3 โซเดียมไอออน 0.001 โมล

2.4 น้ำ 5.00 โมล

2.5 ไนเตรตไอออน 1.0×10^{-5} โมล

3. โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 0.1 โมล มีจำนวนโพแทสเซียมไอออน (K^+) และซัลเฟตไอออน (SO_4^{2-}) อย่างละกี่โมล
4. อะลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3$) กี่โมลที่สามารถให้ Al^{3+} 6.02×10^{22} ไอออน และในปริมาณสารดังกล่าวมีซัลเฟตไอออน (SO_4^{2-}) กี่โมล

แบบฝึกหัด 4.3

1. จงหามวลโมเลกุลและมวลต่อโมลของสารต่อไปนี้ โดยใช้ค่ามวลอะตอมจากตารางธาตุในหนังสือเรียน
 - 1.1 แอสไพริน ($\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$)
 - 1.2 แอซีติก ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$)
 - 1.3 ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)
 - 1.4 ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S)
2. ฟอสฟอรัส 1 โมเลกุล มีสูตรโมเลกุลเป็น P_4 ถ้ามวลโมเลกุลของฟอสฟอรัสเท่ากับ 123.88 จงหามวลอะตอมของฟอสฟอรัส
3. ในปี พ.ศ. 2528 นักวิทยาศาสตร์ค้นพบอีกรูปใหม่ของคาร์บอนที่เป็นโมเลกุลซึ่งมีมวลโมเลกุลประมาณ 720 และ 840 อีกรูปทั้งสองชนิดมีสูตรโมเลกุลเป็นอย่างไร
4. สารประกอบ A 1 โมเลกุล มีมวล 2.56×10^{-22} กรัม จงคำนวณมวลต่อโมลของสารประกอบนี้

5. คำนวณจำนวนโมลของสารที่กำหนดให้ต่อไปนี้

5.1 อะลูมิเนียม (Al) 2.70 กรัม

5.2 ดีบุก (Sn) 17.5 กรัม

5.3 น้ำ (H_2O) 0.36 กรัม

5.4 เลด(II)ไนเตรต ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) 82.75 กรัม

6. สารต่อไปนี้จะมีจำนวนอนุภาคเท่าใด

6.1 เฮกเซน (C_6H_{14}) 43.0 กรัม

6.2 คาร์บอน (C) 4.0 กรัม

6.3 แก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) 30.0 กรัม

6.4 ไนเตรตไอออนในเลด(II)ไนเตรต ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) 82.75 กรัม

7. จงคำนวณจำนวนโมลและมวลของสารต่อไปนี้

7.1 ตะกั่ว 1 อะตอม

7.2 ฟอสฟอรัส 6.02×10^{22} อะตอม

7.3 แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 1.81×10^{24} โมเลกุล

7.4 เลด(II)ไนเตรต ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) ซึ่งมีไนเตรตไอออน 3.01×10^{23} ไอออน

8. แก๊สไข่เน่าหรือไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) เป็นแก๊สพิษซึ่งมีข้อกำหนดว่าในอากาศ 1 ลิตร ไม่ควรมีแก๊สนี้เกิน 2.4×10^{-8} โมล จงหามวลของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์และธาตุองค์ประกอบแต่ละชนิดในอากาศปริมาตร 1 ลิตร ตามข้อกำหนดนี้

9. กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) 9.8 กรัม แก๊สไฮโดรเจน (H_2) 2 กรัม และแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) 36.5 กรัม สารใดมีจำนวนโมเลกุลน้อยที่สุด

10. สารประกอบของธาตุไนโตรเจนและออกซิเจนมีหลายชนิด ซึ่งมีสูตรโมเลกุลแตกต่างกัน จงเสนอสูตรโมเลกุลของสารประกอบของธาตุไนโตรเจนและออกซิเจนที่มีมวลโมเลกุลเป็น 30.01 44.02 และ 46.0

แบบฝึกหัด 4.4

1. เปรียบเทียบจำนวนโมลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และแก๊สไฮโดรเจน (H_2) ที่มีปริมาตร 5.6 มิลลิลิตร ที่ STP

2. คำนวณมวล โมล 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}	

3. แก๊สออกซิเจน (O_2) 48.0 กรัม มีความหนาแน่นเท่าใดที่ STP
4. ความหนาแน่นที่ STP ของแก๊สฮีเลียม (He) มากกว่าหรือน้อยกว่าอากาศ เพราะเหตุใด
5. คำนวณมวลโมเลกุลของแก๊สชนิดหนึ่งซึ่งมีความหนาแน่นที่ STP เป็น 1.79 กรัมต่อลิตร
6. คำนวณมวลโมเลกุลของแก๊สชนิดหนึ่งซึ่งมีมวล 0.74 กรัม และมีปริมาตร 340.0 มิลลิลิตร ที่ STP

แบบฝึกหัด 4.5

1. คาร์บอน (C) 1.20 กรัม ทำปฏิกิริยาพอดีกับแก๊สออกซิเจน (O_2) 3.20 กรัม ได้แก๊สไม่มีสีชนิดหนึ่ง แก๊สชนิดเดียวกันนี้สามารถเตรียมได้จากปฏิกิริยาระหว่างกรดไฮโดรคลอริก (HCl) กับแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) ซึ่งวิเคราะห์แล้วพบว่าแก๊สที่เกิดขึ้น 100 กรัม ประกอบด้วยคาร์บอน 27.25 กรัม ข้อมูลเหล่านี้เป็นไปตามกฎสัดส่วนคงที่หรือไม่ เพราะเหตุใด
2. ในการเผาเหล็ก (Fe) 11.17 กรัม กับกำมะถัน (S) 9.00 กรัม พบว่ามีกำมะถันเหลืออยู่ 2.59 กรัม จงคำนวณอัตราส่วนโดยมวล และอัตราส่วนโดยโมลของสารประกอบที่เกิดขึ้น
3. โซเดียม (Na) 2.30 กรัม ทำปฏิกิริยาพอดีกับแก๊สคลอรีน (Cl_2) 3.55 กรัม เกิดเป็นเกลือโซเดียมคลอไรด์ ถ้านำเกลือโซเดียมคลอไรด์ 2.92 กรัม มาทำให้สลายตัวจะได้โซเดียมและแก๊สคลอรีนอย่างละกี่กรัม

แบบฝึกหัด 4.6

1. พอร์มาลดีไฮด์ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) มีสมบัติเป็นแก๊สพิษที่มีกลิ่นฉุนใช้มากในอุตสาหกรรมพลาสติกและการดองสัตว์ ถ้าพอร์มาลดีไฮด์ 300 กรัม มีคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ 120 กรัม และ 20 กรัม ตามลำดับ จงคำนวณร้อยละโดยมวลของธาตุองค์ประกอบแต่ละชนิดในพอร์มาลดีไฮด์

2. จงคำนวณมวลเป็นร้อยละของธาตุแต่ละชนิดในสารต่อไปนี้
 - 2.1 พารา-ไดคลอโรเบนซีน ($C_6H_4Cl_2$) ซึ่งเป็นส่วนผสมหนึ่งของลูกเหม็น

 - 2.2 ทิน(II)ฟลูออไรด์ (SnF_2) ซึ่งเป็นส่วนผสมของยาสีฟันบางชนิด

3. จงคำนวณมวลเป็นกรัมของออกซิเจนในแร่ควอตซ์ (SiO_2) และหินปูน ($CaCO_3$) อย่างละ 1.00 กิโลกรัม

4. สารตัวอย่าง 0.500 กรัม ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) เมื่อเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ พบว่าเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 0.687 กรัม และไอน้ำ (H_2O) 0.140 กรัม จงคำนวณร้อยละโดยมวลของคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนในสารตัวอย่าง

แบบฝึกหัด 4.7

1. คำนวณสูตรเอมพิริคัลของสารที่ประกอบด้วยร้อยละโดยมวลของธาตุองค์ประกอบ ดังนี้

ข้อ	ร้อยละโดยมวลของธาตุองค์ประกอบ		
	โพแทสเซียม (K)	คลอรีน (Cl)	ออกซิเจน (O)
1.1	43.18	39.15	17.67
1.2	31.90	28.93	39.17
1.3	28.22	25.59	46.19

2. เมื่อฟอสฟอรัส (P) 9.29 กรัม เกิดการเผาไหม้จะได้สารประกอบออกไซด์มวล 21.29 กรัม จงหาสูตรเอมพิริคัลของสารประกอบออกไซด์
3. สารประกอบชนิดหนึ่งประกอบด้วยธาตุคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) เท่านั้น จากการวิเคราะห์พบว่ามีคาร์บอนร้อยละ 48.83 และไฮโดรเจนร้อยละ 8.12 โดยมวล จงหาสูตรเอมพิริคัลของสารประกอบนี้
4. เมื่อนำสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดหนึ่งมาเผาไหม้อย่างสมบูรณ์จะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 6.60 กรัม และไอน้ำ (H_2O) 4.10 กรัม จงหาสูตรเอมพิริคัลของสารประกอบนี้

5. สารประกอบชนิดหนึ่งประกอบด้วยกำมะถัน (S) และไนโตรเจน (N) เท่านั้น ถ้าสารประกอบนี้มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบร้อยละ 69.60 โดยมวล และมีมวลโมเลกุลเท่ากับ 184 จงหาสูตรโมเลกุลของสารประกอบนี้
6. กรดซอร์บิก (sorbic acid) ใช้ผสมในอาหารเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิด สารนี้มีมวลโมเลกุล 112.13 ประกอบด้วยคาร์บอน (C) ร้อยละ 64.3 ไฮโดรเจน (H) ร้อยละ 7.2 และออกซิเจน (O) ร้อยละ 28.5 โดยมวล จงหาสูตรโมเลกุลของกรดซอร์บิก
7. แก๊สชนิดหนึ่งประกอบด้วยคาร์บอน (C) ร้อยละ 79.89 และไฮโดรเจน (H) ร้อยละ 20.11 โดยมวล และมีความหนาแน่น 1.34 กรัมต่อลิตร ที่ STP จงหาสูตรโมเลกุลของแก๊สนี้

แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 4

1. จงตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 ^{12}C มีมวลอะตอมในหน่วยของหน่วยมวลอะตอม (u) และกรัม และมวลอะตอมสัมพัทธ์เป็นเท่าใด

1.2 คาร์บอนมีมวลอะตอมเฉลี่ยเป็นเท่าใด

1.2 มวลอะตอม มวลอะตอมสัมพัทธ์ และมวลอะตอมเฉลี่ยเหมือนและต่างกันอย่างไร

2. สารละลายในข้อใด มีมวลมากที่สุด

ข้อ	ส่วนผสมของสารละลาย	
	สารเคมี	น้ำ
2.1	HCl 0.500 mol	10.0 mL
2.2	NaCl 0.300 mol	15.0 mL
2.3	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0.070 mol	20.0 mL
2.4	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	25.0 mL

3. จงหามวลของโซเดียม (Na) ที่มีจำนวนอะตอมเท่ากับโพแทสเซียม (K) 8.00 กรัม

4. ภาชนะใบหนึ่งมีมวล 400.00 กรัม เมื่อนำมาบรรจุแก๊สไนโตรเจน (N) ที่ STP จนเต็มจะมีมวลเท่ากับ 408.11 กรัม ถ้านำภาชนะใบนี้มาบรรจุน้ำจนเต็มจะมีมวลเป็นเท่าใด

5. จงหาความหนาแน่นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่ STP ในหน่วยกรัมต่อลิตร
6. ตะกั่ว (Pb) มีมวลอะตอม 207.2 มีความหนาแน่น 11.4 กรัมต่อมิลลิลิตร จงคำนวณ
- 6.1 ปริมาตรของตะกั่ว 1 โมล
- 6.2 ปริมาตรของตะกั่ว 1 อะตอม
7. แอมเฟตามีน (amphetamine) มีสูตร $\text{C}_9\text{H}_{13}\text{N}$ มีความหนาแน่น 0.949 กรัมต่อมิลลิลิตร จงคำนวณ
- 7.1 จำนวนโมลของแอมเฟตามีน 6.75 กรัม
- 7.2 ปริมาตรของแอมเฟตามีน 1.25 โมล
- 7.3 จำนวนอะตอมของธาตุองค์ประกอบในแอมเฟตามีน 18.04 กรัม

8. ธาตุ A จำนวน 0.500 โมล ทำปฏิกิริยาพอดีกับแก๊สคลอรีน (Cl_2) 16.8 ลิตร ที่ STP เกิดเป็นสารประกอบ B เพียงอย่างเดียว จำนวน 0.500 โมล ถ้ากำหนดให้สารประกอบ B มีมวลต่อโมลเท่ากับ 133.33 กรัม จงคำนวณมวลต่อโมลของอะตอมธาตุ A
9. เมื่อสาร Z 15.0 กรัม กลายเป็นไอหมดจะมีปริมาตร 5.6 ลิตร ที่ STP มวลโมเลกุลของสาร Z มีค่าเท่าใด
10. ดีเกลือเป็นสารเคมีที่สามารถดูดความชื้นได้ดี สูตรเคมีทั่วไปของดีเกลือคือ $\text{MgSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ถ้านำดีเกลือมาวิเคราะห์พบว่า มีแมกนีเซียม (Mg) อยู่ร้อยละ 9.86 โดยมวล จงคำนวณสูตรเคมีของดีเกลือ

11. ของเหลวชนิดหนึ่งปริมาตร 1.758×10^{-2} ลิตร มีความหนาแน่นเท่ากับ 2.480 กรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อเป็นแก๊สจะมีปริมาตร 16.80 ลิตร ที่ STP เมื่อนำสารชนิดนี้มาวิเคราะห์หองค์ประกอบพบว่า มีร้อยละโดยมวลของธาตุคาร์บอน (C) และธาตุไฮโดรเจน (H) เท่ากับ 82.628 และ 17.372 ตามลำดับ จงคำนวณสูตรโมเลกุลของสารชนิดนี้

12. ดีลตริน (dieldrin) เป็นสารฆ่าแมลงประเภทเดียวกับ ดี.ดี.ที. ที่มีผลตกค้างต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก โมเลกุลของดีลตรินประกอบด้วยธาตุคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) และคลอรีน (Cl) การเผาไหม้ของดีลตริน 29.72 มิลลิกรัม ทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 41.21 มิลลิกรัม และไอน้ำ (H_2O) 5.63 มิลลิกรัม และในการวิเคราะห์ดีลตรินจำนวน 25.31 มิลลิกรัม จะได้ตะกอนซิลเวอร์คลอไรด์ (AgCl) 57.13 มิลลิกรัม จงหาสูตรเอมพิริคัลของดีลตริน

ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียนบทที่ 5

ใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่ถูกต้อง และเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อที่ไม่ถูกต้อง

- 1. อากาศเป็นสารบริสุทธิ์
- 2. สารละลายมีสถานะเป็นของเหลวเสมอ
- 3. แอลกอฮอล์ล้างแผลเข้มข้นร้อยละ 70 โดยปริมาตร มีแอลกอฮอล์เป็นตัวละลายและน้ำเป็นตัวทำละลาย
- 4. สารละลายกลูโคสร้อยละ 5 โดยมวล หมายถึง สารละลายที่มีกลูโคส 5 กรัมในน้ำ 100 กรัม
- 5. แอลกอฮอล์มีความหนาแน่น 0.79 กรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนน้ำมีความหนาแน่น 1.00 กรัมต่อมิลลิลิตร

ดังนั้นแอลกอฮอล์ 1 กรัม จะมีปริมาตรมากกว่าน้ำ 1 กรัม

- 6. ถ้าต้องการตรวจสอบสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ปริมาตร 10.00 มิลลิลิตร ให้มีความถูกต้องแม่นยำ

ควรใช้ปิเปตเตอร์

- 7. เฮกเซนมีความหนาแน่น 0.66 กรัมต่อมิลลิลิตร ถ้าต้องการเปลี่ยนหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อลิตร
ต้องใช้ แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย $\frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}}$ และ $\frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}}$

- 8. กลูโคส ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 1 โมล กับกรดไฮโดรคลอริก 12 โมล เมื่อละลายน้ำปริมาตรเท่ากัน แตกตัวให้ปริมาณ

H^+ เท่ากัน

- 9. แมกนีเซียมไนเตรต ($\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$) 0.5 โมล มีมวล 74.16 กรัม เมื่อมวลต่อโมลของแมกนีเซียมไนเตรต

เท่ากับ 148.32 กรัมต่อโมล

- 10. กรดแอสติก ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$) 1 โมล มีมวลเท่ากับ 60.06 กรัม เมื่อกำหนดให้มวลต่อโมลของธาตุ C = 12.01

กรัมต่อโมล H = 1.01 กรัมต่อโมล และ O = 16.00 กรัมต่อโมล

แบบฝึกหัด 5.1

1. สิ้นแร่ตัวอย่างชนิดหนึ่ง 0.456 กรัม เมื่อนำมาวิเคราะห์พบว่า มีโครเมียม(III)ออกไซด์ (Cr_2O_3) อยู่ 0.560 มิลลิกรัม สิ้นแร่ตัวอย่างมีโครเมียม(III)ออกไซด์ อยู่กี่ส่วนในล้านส่วน

2. ในการตรวจสอบน้ำจากแหล่งน้ำแห่งหนึ่งพบว่า มีปริมาณของเลด(II)ไอออน (Pb^{2+}) 0.20 ส่วนในล้านส่วน และมีซิงค์(II)ไอออน (Zn^{2+}) 3.00 ส่วนในล้านส่วน ถ้าแหล่งน้ำนี้มีความกว้างเท่ากับ 3.00 เมตร มีความยาวเท่ากับ 10.00 เมตร และมีน้ำอยู่ลึกประมาณ 1.50 เมตร ในแหล่งน้ำนี้มีเลด(II)ไอออนและซิงค์(II)ไอออน ปนเปื้อนอยู่กี่กรัม

3. จงคำนวณความเข้มข้นในหน่วยโมลต่อลิตรของสารละลายต่อไปนี้
 - 3.1 โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 3.0 โมล ในสารละลาย 0.650 ลิตร

 - 3.2 กรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.015 โมล ในสารละลาย 10 มิลลิลิตร

3.3 กลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) 400 กรัม ในสารละลาย 800 มิลลิลิตร

3.4 โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) 53 กรัม ในสารละลาย 1 ลิตร

4. กรดเปอร์คลอริก ($HClO_4$) มีมวลต่อโมล 100.46 กรัมต่อโมล ถ้าสารละลายกรดนี้เข้มข้น 9.20 โมลต่อลิตร มีความหนาแน่น 1.54 กรัมต่อมิลลิลิตร จงคำนวณความเข้มข้นของสารละลายนี้เป็นร้อยละโดยมวล
5. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ ($NaCl$) เข้มข้น 0.25 โมลต่อกิโลกรัม ถ้าสารละลายนี้มีโซเดียมคลอไรด์ละลายอยู่ 234 กรัม จะมีน้ำกี่กิโลกรัม
6. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ ($NaCl$) เข้มข้นร้อยละ 10.0 โดยมวล มีความเข้มข้นกี่โมลต่อกิโลกรัม

- จงคำนวณเศษส่วนโมลของกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ในสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 15.5 โมลต่อลิตร และมีความหนาแน่น 1.760 กรัมต่อมิลลิลิตร
- จงคำนวณเศษส่วนโมลของทุกองค์ประกอบในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เข้มข้นร้อยละ 10.0 โดยมวล

แบบฝึกหัด 5.2

1. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) 2.00 โมลต่อลิตร จำนวน 250 มิลลิลิตร จะต้องใช้โพแทสเซียมไอโอไดด์กี่กรัม

2. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) เข้มข้น 0.10 โมลต่อลิตร ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จะต้องใช้แมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรตกี่กรัม

3. เลด(II)ไนเตรต ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) 3.31 กรัม ใช้เตรียมสารละลายเข้มข้น 0.25 โมลต่อลิตร ได้กี่มิลลิลิตร

4. จงอธิบาย
 - 4.1 วิธีเตรียมสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต (AgNO_3) 0.100 โมลต่อลิตร ปริมาตร 250 มิลลิลิตร จากผลึกซิลเวอร์ไนเตรต

 - 4.2 วิธีเตรียมสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต 0.025 โมลต่อลิตร ปริมาตร 500 มิลลิลิตร จากสารละลายที่เตรียมได้ในข้อ 4.1

5. ถ้ามีแบเรียมคลอไรด์ (BaCl_2) 2.08 กรัม และต้องการเตรียมสารละลายเข้มข้น 0.050 โมลต่อลิตร

5.1 ถ้าต้องการเตรียมสารละลายเข้มข้น 0.050 โมลต่อลิตร ปริมาตร 400 มิลลิลิตร จะทำได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

5.2 สารละลายเข้มข้น 0.050 โมลต่อลิตร ปริมาตรมากที่สุดที่จะเตรียมได้เป็นเท่าใด

6. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายเลด(II)ไนเตรต ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) เข้มข้น 0.050 โมลต่อลิตร ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากสารละลายเลด(II)ไนเตรตเข้มข้น 0.20 โมลต่อลิตร

6.1 ต้องใช้สารละลายเลด(II)ไนเตรตเข้มข้น 0.20 โมลต่อลิตร ปริมาตรกี่มิลลิลิตร

6.2 สารละลายที่เจือจางแล้วมีเลด(II)ไนเตรตละลายอยู่กี่กรัม

7. เมื่อผสมสาร 2 ชนิด ในแต่ละข้อต่อไปนี้ สารละลายผสมที่ได้มีความเข้มข้นกี่โมลต่อลิตร (เมื่อถือว่าปริมาตรของสารละลายผสมมีค่าเท่ากับผลรวมของปริมาตรของสารละลายเริ่มต้น)
 - 7.1 สารละลายซิงค์ซัลเฟต (ZnSO_4) เข้มข้น 0.60 โมลต่อลิตร ปริมาตร 70.0 มิลลิลิตรกับน้ำ 500 มิลลิลิตร
 - 7.2 สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เข้มข้น 1.0 โมลต่อลิตร ปริมาตร 100 มิลลิลิตรกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 2.0 โมลต่อลิตร ปริมาตร 100 มิลลิลิตร
8. คำนวณปริมาตรของสารละลายเริ่มต้น ที่ต้องนำมาใช้ในการเตรียมสารละลายต่อไปนี้
 - 8.1 สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เข้มข้น 6.00 โมลต่อลิตร ปริมาตร 500 มิลลิลิตร จากสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 12.00 โมลต่อลิตร
 - 8.2 สารละลายกรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น 1.00 โมลต่อลิตร ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากสารละลายกรดไนตริกเข้มข้น 16.00 โมลต่อลิตร

แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 5

1. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เข้มข้น 1.0 โมลต่อลิตร ปริมาตร 50 มิลลิลิตร เมื่อนำมาเติมน้ำจนมีปริมาตร 250 มิลลิลิตร สารละลายที่ได้มีความเข้มข้นกี่โมลต่อลิตร
2. กรดซิทริก ($C_6H_8O_7$) มีอยู่ในพืชตระกูลส้ม ใช้ผสมในเครื่องดื่มและลูกกวาดเพื่อเพิ่มรสเปรี้ยวถ้าสารละลายของกรดซิทริกในน้ำเข้มข้น 0.710 โมลต่อกิโลกรัม มีความหนาแน่น 1.049 กรัมต่อมิลลิลิตร สารละลายนี้มีความเข้มข้นกี่โมลต่อลิตร
3. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) กับสารละลายโพแทสเซียมไนเตรด (KNO_3) มีความเข้มข้นและปริมาตรเท่ากันคือ 0.010 โมลต่อลิตร และ 300 มิลลิลิตร ตามลำดับ สารละลายทั้งสองนี้จะมีมวลของตัวละลายเท่ากันหรือไม่ และสารละลายแต่ละชนิดมีมวลของตัวละลายเป็นกี่กรัม
4. น้ำส้มสายชู ($C_2H_4O_2$) เข้มข้น 0.836 โมลต่อลิตร มีความหนาแน่น 1.005 กรัมต่อมิลลิลิตร จะมีความเข้มข้นกี่โมลต่อกิโลกรัม

5. คาเฟอีน ($C_8H_{10}N_4O_2$) เป็นสารที่พบได้ในชาและกาแฟ ถ้าละลายคาเฟอีนจำนวนหนึ่งในคลอโรฟอร์ม ($CHCl_3$) 50.0 กรัม พบว่าได้สารละลายเข้มข้น 0.0946 โมลลาร์ สารละลายนี้มีคาเฟอีนอยู่กี่กรัม

6. สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$) เข้มข้นร้อยละ 20.0 โดยมวล มีความหนาแน่น 1.22 กรัมต่อมิลลิลิตร จงคำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่อไปนี้

6.1 โมลต่อลิตร

6.2 โมลต่อกิโลกรัม

7. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ($NaOH$) ปริมาตร 500 มิลลิลิตร พบว่ามีจำนวนไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) เท่ากับ 2.01×10^{23} ไอออน ในการเตรียมสารละลายนี้ปริมาตร 1 ลิตร จะต้องใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์กี่กรัม

8. ในการวิเคราะห์เนื้อสัตว์ชนิดหนึ่งพบว่า มีตะกั่วปนเปื้อนอยู่ 120 ส่วนในล้านส่วน คนที่มีน้ำหนัก 59.00 กิโลกรัม ต้องรับประทานเนื้อสัตว์ชนิดนี้อย่างต่อเนื่องกี่กิโลกรัม จึงจะเกิดการสะสมของตะกั่วในกระแสเลือด จนถึงระดับที่เป็นอันตราย กำหนดให้
1. ปริมาณตะกั่วในเลือดของคนทั่วไปไม่เกิน 0.40 ส่วนในล้านส่วน ถ้ามีปริมาณตะกั่วเกิน 0.80 ส่วนในล้านส่วน จะเป็นอันตราย
 2. ร่างกายคนมีปริมาณเลือดเท่ากับ 80 มิลลิลิตรต่อน้ำหนัก 1 กิโลกรัม
 3. เลือดมีความหนาแน่น 1.06 กรัมต่อมิลลิลิตร
9. จงคำนวณมวลเป็นกรัมของกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) ที่ละลายในน้ำ 2500 กรัม ที่ทำให้จุดเยือกแข็งของสารละลายลดลงเท่ากับการเติมเอทิลีนไกลคอล ($C_2H_6O_2$) จำนวน 69.84 กรัม ลงในน้ำ 1500 กรัม

10. ตัวทำละลาย A มีจุดเดือดเท่ากับ 72.00 องศาเซลเซียส เมื่อละลายเนฟทาลีน ($C_{10}H_8$) จำนวน 128.18 กรัม ลงไปในตัวทำละลาย A จำนวน 1.25 กิโลกรัม พบว่าสารละลายที่ได้มีจุดเดือด 73.92 องศาเซลเซียส จงคำนวณจุดเดือดของสารละลายเมื่อเติมเนฟทาลีน ($C_{10}H_8$) จำนวน 500.00 กรัม ลงไปในตัวทำละลาย A 10.00 กิโลกรัม

ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียนบทที่ 6

1. เขียนสูตรเคมีของสารเคมีต่อไปนี้
 - 1.1 ทองแดง
 - 1.2 ซิลเวอร์ซัลไฟด์
 - 1.3 แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์
 - 1.4 ไนโตรเจนไดออกไซด์
 - 1.5 แอมโมเนีย
 - 1.6 โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต
 - 1.7 คาร์บอนเตตระคลอไรด์
 - 1.8 แอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต

2. เติมคำตอบนี้ให้สมบูรณ์
 - 2.1 คาร์บอนไดออกไซด์ 1.50 โมล

มีมวลเท่ากับ.....กรัม

มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ.....อนุภาค

มีปริมาตรที่ STP เท่ากับ.....ลิตร
 - 2.2 สารละลายแมกนีเซียมคลอไรด์ เข้มข้น 1.50 โมลต่อลิตร ปริมาตร 250 มิลลิลิตร

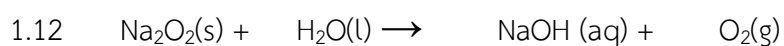
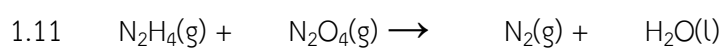
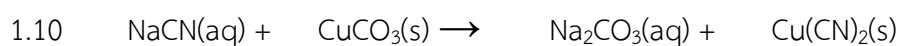
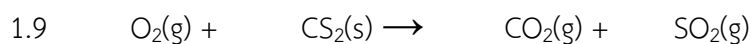
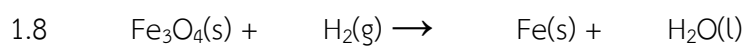
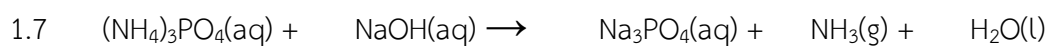
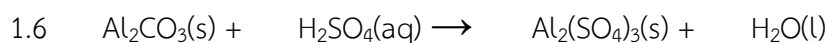
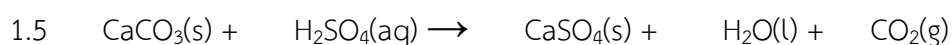
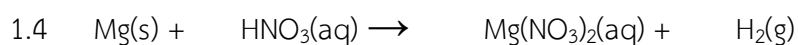
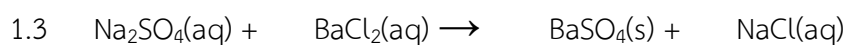
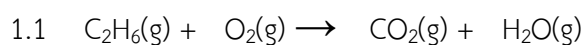
มีแมกนีเซียมไอออน.....โมล

มีคลอไรด์ไอออน.....โมล

3. แสดงการคำนวณจำนวนโมลของน้ำที่มีความหนาแน่น 1.00 กรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 9.0 มิลลิลิตร โดยใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย

แบบฝึกหัด 6.1

1. ดุลสมการเคมีต่อไปนี้



2. เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีต่อไปนี้

2.1 แก๊สแอมโมเนียทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจน ได้น้ำและแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์

2.2 การสังเคราะห์แก๊สแอมโมเนีย ทำได้โดยใช้แก๊สไนโตรเจนและแก๊สไฮโดรเจน โดยมีเหล็กเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

2.3 ต้มโลหะแมกนีเซียมในน้ำได้แก๊สไฮโดรเจนและแมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ซึ่งเป็นของแข็ง

2.4 ผสมสารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เกิดตะกอนของอะลูมิเนียม

ไฮดรอกไซด์และสารละลายโซเดียมซัลเฟต

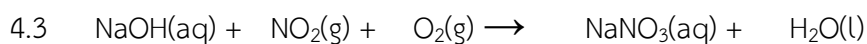
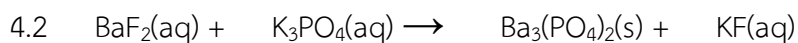
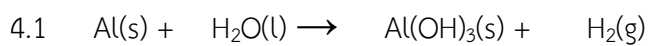
2.5 เมื่อวางโลหะเงินไว้ในอากาศจะพบว่าเงินหมอง เนื่องจากโลหะเงินทำปฏิกิริยากับแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์และแก๊สออกซิเจนในอากาศได้ซิลเวอร์ซัลไฟด์ซึ่งเป็นของแข็งและน้ำ

3. ดุลสมการเคมีและเติมข้อมูลลงในตารางต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

ข้อ	สารตั้งต้น	ผลิตภัณฑ์	อื่น ๆ *	สมการเคมี
3.1	C(s) O ₂ (g)	CO ₂ (g)	ความร้อน	
3.2				$\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \xrightarrow{\text{MnO}_2} \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$
3.3	ZnS(s) O ₂ (g)			$\xrightarrow{\Delta} \text{ZnO}(\text{s}) + \text{SO}_2(\text{g})$
3.4		PbO(s) NO ₂ (g) O ₂ (g)	ความร้อน	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{s}) \rightarrow$
3.5			แสง	$\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq}) + \text{O}_2(\text{g})$

หมายเหตุ * อื่น ๆ หมายถึง ปัจจัยในการเกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น ความร้อน แสง ตัวเร่งปฏิกิริยา

4. ดุลสมการเคมี และระบุอัตราส่วนโดยโมลของสารในปฏิกิริยาเคมีต่อไปนี้



5. ซิลเวอร์คลอไรด์มีโลหะเงินเป็นองค์ประกอบร้อยละ 75.24 โดยมวล นำโลหะเงินจำนวน 10.00 กรัม มาทำปฏิกิริยาในภาชนะปิดที่มีแก๊สคลอรีน เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดพบที่เกิดซิลเวอร์คลอไรด์จำนวน 6.45 กรัม เหลือโลหะเงิน 5.15 กรัม และไม่มีแก๊สคลอรีนเหลืออยู่ในระบบ ในตอนเริ่มต้นปฏิกิริยามีแก๊สคลอรีนอยู่ในระบบกี่กรัม

แบบฝึกหัด 6.2

1. เมื่อผ่านแก๊สคลอรีนลงในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ร้อน เกิดปฏิกิริยาเคมีดังสมการ

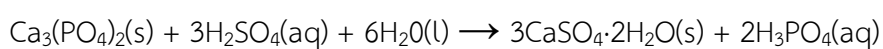


จงคำนวณ

- 1.1 จำนวนโมลของโพแทสเซียมคลอเรตที่เกิดขึ้น เมื่อใช้แก๊สคลอรีน 1.86 โมล

- 1.2 มวลของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ เมื่อต้องการโพแทสเซียมคลอเรต 0.450 โมล

2. การผลิตกรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) เพื่อการค้าจะใช้ปฏิกิริยาเคมีดังสมการ



จงคำนวณมวลของกรดซัลฟิวริกเข้มข้น ที่ต้องใช้ทำปฏิกิริยาพอดีกับแคลเซียมฟอสเฟต 100.0 กรัม

3. แอสไพริน ($C_9H_8O_4$) สังเคราะห์ได้จากปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรดซาลิซิลิก ($C_7H_6O_3$) และแอสติคแอนไฮไดรด์ ($C_4H_6O_3$) ดังสมการ $C_7H_6O_3(s) + C_4H_6O_3(l) \rightarrow C_9H_8O_4(s) + C_2H_4O_2(l)$ ถ้าใช้กรดซาลิซิลิก 5.00×10^2 กรัม จงคำนวณ

3.1 มวลของแอสไพรินที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมี

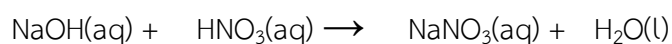
- 3.2 ปริมาตรของแอสติคแอนไฮไดรด์ที่ต้องใช้ในการทำปฏิกิริยาเคมี เมื่อแอสติคแอนไฮไดรด์มีความหนาแน่น 1.082 กรัมต่อมิลลิลิตร

4. จะต้องใช้อากาศกี่กรัม เพื่อเผาไหม้ถ่านหิน 120.0 กรัม ถ้าว่านหินประกอบด้วยคาร์บอนร้อยละ 95.0 และส่วนประกอบอื่นที่ไม่เกิดการเผาไหม้ร้อยละ 5.0 โดยมวล กำหนดให้อากาศมีแก๊สออกซิเจนเป็นองค์ประกอบร้อยละ 23.0 โดยมวล

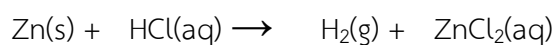
แบบฝึกหัด 6.3

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

2. นำสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1.00 โมลาร์ ปริมาตร 100 มิลลิตร มาทำปฏิกิริยาเคมีกับสารละลายกรดไนตริกเข้มข้น 0.800 โมลาร์ จะต้องใช้สารละลายกรดไนตริกกี่มิลลิลิตร และได้โซเดียมไนเตรตเข้มข้นกี่โมลาร์



3. โลหะสังกะสีทำปฏิกิริยาเคมีกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เขียนสมการเคมีได้ดังนี้ (สมการเคมียังไม่ดุล)



ถ้าใช้โลหะสังกะสี 13.07 กรัม จะต้องใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 2.0 โมลต่อลิตร ปริมาตรกี่มิลลิลิตร

4. ปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะทองแดงและสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต เขียนแสดงได้ดังนี้ (สมการเคมียังไม่ดุล)

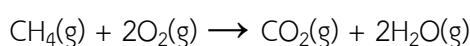


ถ้าใช้สารละลายซิลเวอร์ไนเตรตเข้มข้น 2.50 โมลต่อลิตร ปริมาตร 5.0 ลิตร ทำปฏิกิริยาพอดีกับโลหะทองแดง จะได้โลหะเงินกี่กิโลกรัม

แบบฝึกหัด 6.4

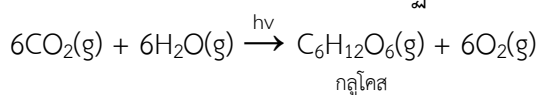
1. ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน เมื่อนำแก๊สไฮโดรเจน 100 มิลลิลิตร ทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจน 85 มิลลิลิตร ได้ไอน้ำ ไอน้ำที่เกิดขึ้นและแก๊สออกซิเจนที่เหลือมีปริมาตรกี่มิลลิลิตร

2. จากปฏิกิริยาต่อไปนี้



ถ้าอากาศมีแก๊สออกซิเจนอยู่ร้อยละ 21 โดยปริมาตร จะต้องใช้แก๊สมีเทน (CH_4) กี่ลิตร จึงจะทำปฏิกิริยาพอดีกับอากาศปริมาตร 30.0 ลิตร

3. การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เกิดปฏิกิริยาเคมีดังนี้

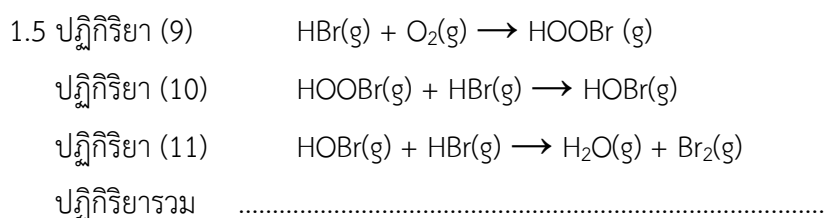
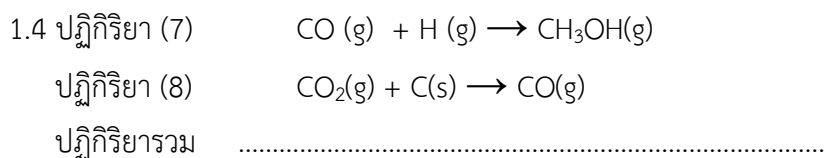
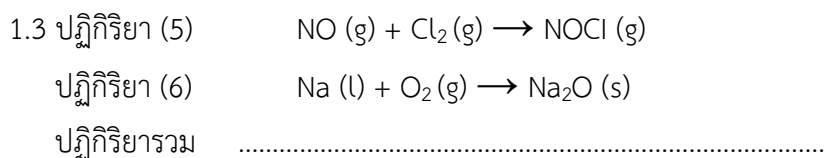
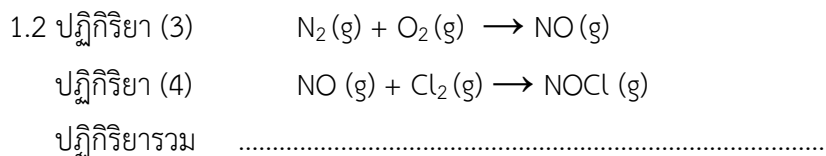
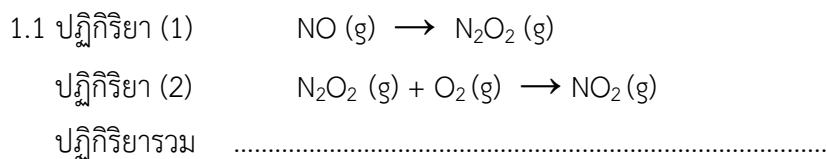


พืชต้องใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กี่ลิตร ที่ STP จึงจะสามารถสังเคราะห์กลูโคสได้ 36.0 กรัม

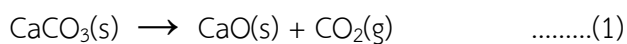
4. แก๊ส A เป็นออกไซด์ของฟลูออรีน เมื่อนำแก๊ส A ปริมาตร 150 มิลลิลิตร มาสลายตัวจนหมดด้วยพลังงาน จะได้แก๊สออกซิเจน 75 มิลลิลิตร และแก๊สฟลูออรีน 150 มิลลิลิตร โดยวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน จงหาสูตรโมเลกุลของแก๊ส A

แบบฝึกหัด 6.5

1. ดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาย่อย พร้อมทั้งเขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยารวมต่อไปนี้

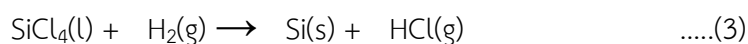


2. วิธีการกำจัดแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์วิธีหนึ่งทำได้โดยใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทำปฏิกิริยาเคมีกับแคลเซียมออกไซด์ ซึ่งได้จากการเผาหินปูน ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นเขียนแสดงได้ดังนี้



เมื่อใช้หินปูนหนัก 1.35×10^3 กิโลกรัม จะมีแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ปริมาตร กี่ลิตรที่ STP

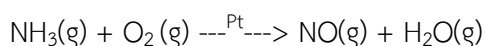
3. ซิลิคอนที่ใช้ในชิ้นส่วนของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ มีขั้นตอนการผลิตเพื่อให้ได้ซิลิคอนบริสุทธิ์ดังสมการ (สมการเคมียังไม่ดุล) $\text{SiO}_2(\text{s}) + \text{C}(\text{s}) \rightarrow \text{Si}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g})$ (1)



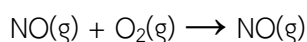
ถ้าต้องการซิลิคอน 100.0 กิโลกรัม จะต้องใช้คาร์บอนในการผลิตกี่กิโลกรัม

4. กระบวนการออสต์วอลด์ (Ostwald process) เป็นกระบวนการสังเคราะห์กรดไนตริก มีขั้นตอนดังนี้

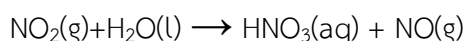
ขั้นที่ 1 เผาแก๊สแอมโมเนีย (NH_3) ที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เพื่อให้ทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจน โดยใช้โลหะแพลทินัมเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เกิดแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) ดังนี้ (สมการเคมียังไม่ดุล)



ขั้นที่ 2 เมื่ออุณหภูมิในเตาเผาเย็นลงประมาณ 50 องศาเซลเซียส แก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์จะทำปฏิกิริยาเคมีกับแก๊สออกซิเจนเกิดเป็นแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ดังนี้ (สมการเคมียังไม่ดุล)



ขั้นที่ 3 นำแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์มาผ่านลงในน้ำ จะได้ผลิตภัณฑ์เป็นสารละลายกรดไนตริก (HNO_3) และแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์ดังนี้ (สมการเคมียังไม่ดุล)



ถ้าต้องการเตรียมสารละลายกรดไนตริกเข้มข้น 15.0 โมลต่อลิตร ปริมาตร 10.0 ลิตร จะต้องใช้แก๊สแอมโมเนีย กี่กิโลกรัม

แบบฝึกหัด 6.6

1. แคลเซียมคาร์บอเนตทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก ดังนี้ (สมการเคมียังไม่ดุล)



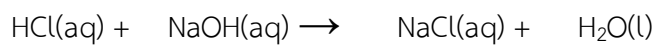
เมื่อใช้แคลเซียมคาร์บอเนต 50.0 กรัม ทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก 0.500 โมล จะเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กี่ลิตร ที่ STP

2. จากปฏิกิริยาเคมี $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) \longrightarrow 3\text{S}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

ถ้าผสมแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์และแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์อย่างละ 5.00 กรัม เมื่อปฏิกิริยาเคมีเกิดอย่างสมบูรณ์จะเหลือสารใด และเหลืออยู่กี่กรัม

3. ถ้านำแก๊สไฮโดรเจน 30 ลิตร มาทำปฏิกิริยากับแก๊สไนโตรเจน 20 ลิตร จะเกิดแก๊สแอมโมเนียมากที่สุดกี่โมลที่ STP

4. ผสมสารละลายกรดเกลือเข้มข้น 1.50 โมลต่อลิตร ปริมาตร 25.0 มิลลิลิตร กับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.800 โมลต่อลิตร ปริมาตร 40.0 มิลลิลิตร ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นเขียนแสดงได้ดังนี้



จงตอบคำถามต่อไปนี้

4.1 สารใดเป็นสารกำหนดปริมาณ

4.2 เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดจะได้สารละลายโซเดียมคลอไรด์กี่โมลต่อลิตร

4.3 เมื่อทดสอบสารละลายหลังสิ้นสุดปฏิกิริยากับกระดาษลิตมัสสีแดงและน้ำเงินมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร

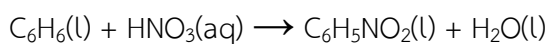
แบบฝึกหัด 6.7

1. แก๊สแอมโมเนียทำปฏิกิริยาเคมีกับแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ได้แอมโมเนียมคลอไรด์ ซึ่งเป็นของแข็งสีขาว ถ้าใช้แอมโมเนีย 0.200 กรัม จงคำนวณ

1.1. มวลของแอมโมเนียมคลอไรด์ที่เกิดขึ้น

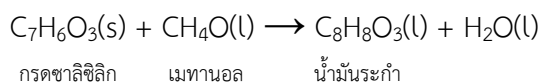
1.2. ผลได้ร้อยละของปฏิกิริยาเคมี ถ้ามีแอมโมเนียมคลอไรด์เกิดขึ้น 0.20 กรัม

2. ไนโตรเบนซีน ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$) เป็นสารที่ใช้มากในอุตสาหกรรมการทำสี เตรียมได้จากปฏิกิริยาเคมีระหว่างเบนซีน (C_6H_6) กับกรดไนตริก (HNO_3) ดังสมการเคมีต่อไปนี้



ถ้าใช้เบนซีน 20.30 กรัม ทำปฏิกิริยาเคมีกับกรดไนตริกมากเกินไป จะเกิดไนโตรเบนซีนกี่กรัม และถ้าได้ไนโตรเบนซีนเพียง 28.7 กรัม ผลผลิตที่ได้คิดเป็นร้อยละเท่าใด

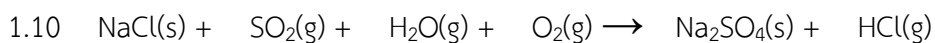
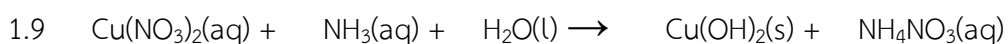
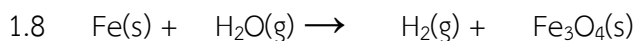
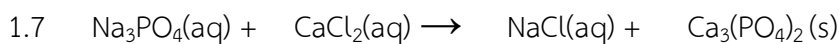
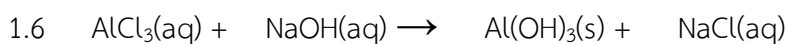
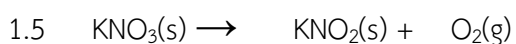
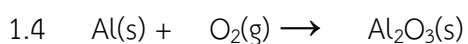
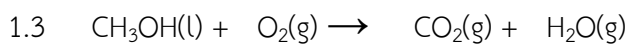
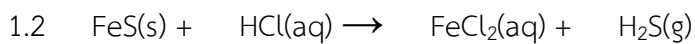
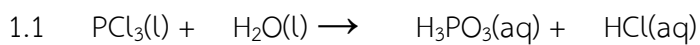
3. น้ำมันระกำ (methyl salicylate) เตรียมได้จากปฏิกิริยาต่อไปนี้



จากการทดลองพบว่าเมื่อใช้กรดซาลิซิลิก 15.0 กรัม ทำปฏิกิริยาเคมีกับเมทานอล 11.20 กรัม จะได้ น้ำมันระกำ 12.4 กรัม จงหาผลได้ร้อยละจากการทดลองนี้

แบบทดสอบท้ายบทที่ 6

1. ดุลสมการเคมีต่อไปนี้



2. เขียนสมการเคมี พร้อมทั้งดุลสมการของปฏิกิริยาเคมีจากข้อความต่อไปนี้

2.1 เมื่อเติมเกล็ดโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในสารละลายกรดซัลฟิวริก จะได้สารละลายโซเดียมซัลเฟตและน้ำ

2.2 เมื่อใส่แผ่นสังกะสีลงในสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟต พบว่ามีผงทองแดงเกาะที่แผ่นสังกะสี และมีซิงค์ซัลเฟตซึ่งละลายน้ำได้เกิดขึ้น

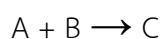
2.3 เมื่อแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้าโดยใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จะได้แก๊สไฮโดรเจนและแก๊สออกซิเจน

2.4 เมื่อนำแก๊สอีthin (C_2H_4) มาทำปฏิกิริยาเคมีกับแก๊สไฮโดรเจน โดยมีนิกเกิลเป็นตัวเร่ง

ปฏิกิริยา จะได้แก๊สอีเทน (C_2H_6) เป็นผลิตภัณฑ์

2.5 เมื่อผ่านแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ลงในสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ พบว่าสารละลายขุ่นเนื่องจากมีตะกอนของแคลเซียมคาร์บอเนตและน้ำเกิดขึ้น

3. จากสมการเคมี ต่อไปนี้

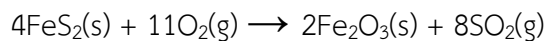


เมื่อทำการทดลองโดยนำสาร A ทำปฏิกิริยากับสาร B ผลดังตารางต่อไปนี้

ครั้งที่	มวลของสาร A (g)	มวลของสาร B (g)	มวลของสาร C (g)
1	2	10	4
2	4	8	8
3	6	6	12
4	8	4	8
5	10	2	4

ถ้าใช้สาร A จำนวน 15 กรัม ทำปฏิกิริยากับสาร B จำนวน 30 กรัม จะเกิดสาร C กี่กรัม

4. จากปฏิกิริยาต่อไปนี้



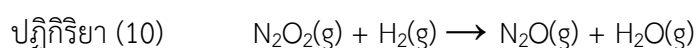
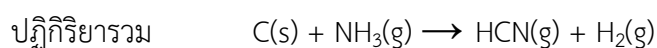
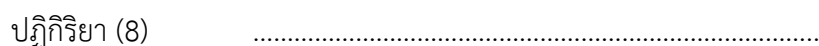
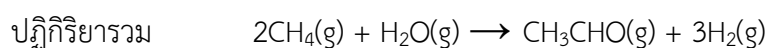
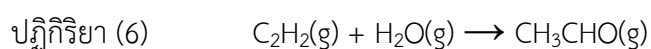
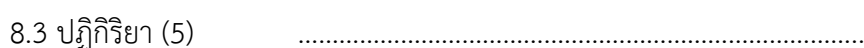
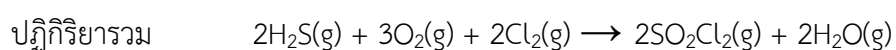
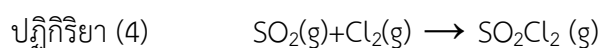
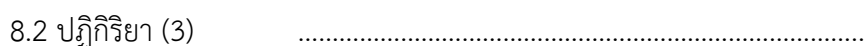
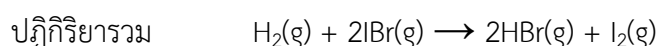
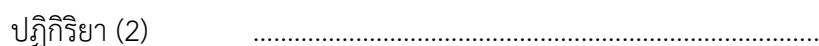
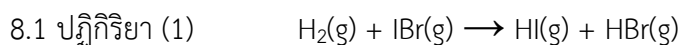
จะต้องใช้แก๊สออกซิเจนกี่ลิตร ที่ STP จึงจะทำปฏิกิริยาพอดีกับไอร่อน(IV)ซัลไฟด์ 0.500 กิโลกรัม และจะเกิด ไอร่อน(II)ออกไซด์กี่กิโลกรัม

5. คำนวณปริมาตรของสารละลายกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) เข้มข้น 0.50 โมลต่อลิตรที่ต้องใช้ในการทำปฏิกิริยาพอดีกับโซเดียมคาร์บอเนต 4.235 กรัม ได้ผลิตภัณฑ์เป็นสารละลายโซเดียมซัลเฟต น้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

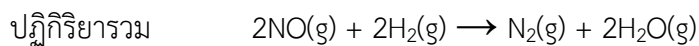
6. แก๊สแอมโมเนียทำปฏิกิริยาเคมีกับแก๊สออกซิเจนได้อิออน้ำและแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์ในอัตราส่วน 4:5:6:4 โดยปริมาตร ถ้าใช้แก๊สแอมโมเนีย 500 ลิตร ทำปฏิกิริยาพอดีกับแก๊สออกซิเจนที่อุณหภูมิและความดันคงที่ จะเกิดไอน้ำกี่ลิตร

7. เมื่อนำแก๊สชนิดหนึ่งซึ่งเป็นออกไซด์ของไนโตรเจนปริมาตร 100 มิลลิลิตร ไปทำให้สลายตัวจนหมด จะได้แก๊สไนโตรเจน 100 มิลลิลิตร และแก๊สออกซิเจน 50 มิลลิลิตร โดยวัดที่ STP จงหาสูตรโมเลกุลของออกไซด์นี้

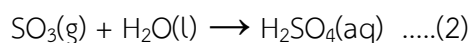
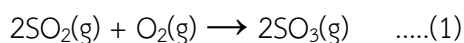
8. เขียนและดุลสมการเคมีที่อยู่ในช่องว่าง



ปฏิกิริยา (11)



9. ในการเผาไหม้ถ่านหินจะมีแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์เกิดขึ้น ซึ่งสามารถกำจัดได้โดยทำให้แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์กลายเป็นสารละลายกรดซัลฟิวริก ถ้ามีสารละลายกรดซัลฟิวริกเกิดขึ้น 100 ตัน จะมีแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์เกิดขึ้นจากการเผาไหม้เป็นปริมาตรเท่าใดที่ STP ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเขียนสมการได้ดังนี้



10. ฟรีออน- 12 (CCl_2F_2) เคยเป็นสารที่ใช้ทำความเย็นในตู้เย็น เตรียมได้จากปฏิกิริยาเคมีต่อไปนี้



ถ้าในปฏิกิริยาเคมีใช้คาร์บอนเตตระคลอไรด์ 150.0 กรัม กับแอนติโมนีไตรฟลูออไรด์ 100.0 กรัม

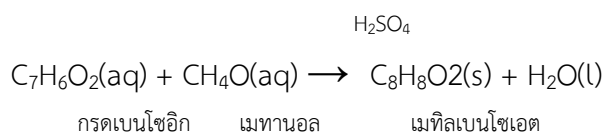
10.1 สารใดเหลือ และเหลือกี่กรัม

10.2 ฟรีออน-12 ที่เกิดขึ้นมีมวลกี่กรัม

11. จากปฏิกิริยาเคมี $\text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{PCl}_5(\text{g})$

เมื่อใช้ฟอสฟอรัสไตรคลอไรด์ 57.0 กรัม ทำปฏิกิริยากับแก๊สคลอรีนที่มากเกินไป พบว่ามีผลได้ร้อยละของฟอสฟอรัสเพนตะคลอไรด์เท่ากับ 84.0 ฟอสฟอรัสเพนตะคลอไรด์ที่เกิดขึ้นมีมวลกี่กรัม

12. ปฏิกิริยาการสังเคราะห์เมทิลเบนโซเอต เป็นดังสมการเคมีต่อไปนี้



เมื่อผสมสารละลายกรดเบนโซอิกเข้มข้น 1.0 โมลต่อลิตร ปริมาตร 250 มิลลิลิตรกับเมทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 โดยปริมาตร (ความหนาแน่น 0.79 กรัมต่อมิลลิลิตร) ปริมาตร 50 มิลลิลิตรและเติมสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้นเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ปริมาตร 10 มิลลิลิตร

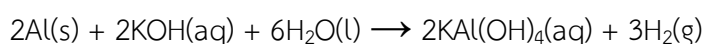
12.1 สารใดคือสารกำหนดปริมาณ

12.2 เมทิลเบนโซเอตที่สังเคราะห์ได้ตามทฤษฎีมีมวลกี่กรัม

12.3 ถ้าสังเคราะห์เมทิลเบนโซเอตได้ 28.9 กรัม ผลได้ร้อยละของปฏิกิริยานี้มีค่าเท่าใด

13. การเตรียมสารส้ม ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) จากกระป๋องอะลูมิเนียมมีขั้นตอนดังนี้

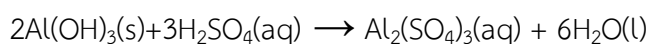
ขั้นที่ 1 ต้มโลหะอะลูมิเนียมกับสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งเกิดปฏิกิริยาเคมีดังนี้



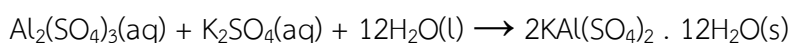
ขั้นที่ 2 เมื่อเติมสารละลายกรดซัลฟิวริกลงในสารละลายที่ได้จากขั้นที่ 1 จะมีอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ซึ่งเป็นตะกอนสีขาวเกิดขึ้น ดังนี้



ขั้นที่ 3 เมื่อนำตะกอนจากข้อ 2 มาต้มกับสารละลายกรดซัลฟิวริกจะเกิดปฏิกิริยาเคมีได้สารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟต ดังนี้



ขั้นที่ 4 เมื่อปล่อยให้สารละลายที่เตรียมไว้ให้เย็น อะลูมิเนียมซัลเฟตจะรวมตัวกับโพแทสเซียมซัลเฟตที่เป็นผลิตภัณฑ์ในขั้นที่ 2 เกิดเป็นผลึกของสารส้ม ดังนี้



จงตอบคำถามต่อไปนี้

13.1 ถ้าต้องการเตรียมสารส้ม 1.00 กิโลกรัม จะต้องใช้กระป๋องอะลูมิเนียมอย่างน้อยกี่กรัมเมื่อกำหนดให้กระป๋องอะลูมิเนียมมีโลหะอะลูมิเนียมร้อยละ 98.0 โดยมวล

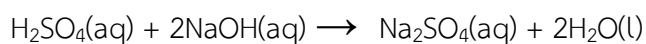
13.2 ถ้าใช้กระป๋องอะลูมิเนียม 1.00 กิโลกรัม จะเกิดสารส้มกี่กรัม และถ้ามีสารส้มเกิดขึ้น 13.8 กิโลกรัม ปฏิกิริยานี้มีผลได้ร้อยละเท่าใด

13.3 ถ้าใช้กระป๋องอะลูมิเนียม 200 กรัม ต้องใช้สารละลายกรดซัลฟิวริก เข้มข้น 10.0 โมลต่อลิตร ปริมาตรกี่ลิตร

14. นำแผ่นโลหะทองแดง 2.51 กรัม หย่อนลงในสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1.50 โมลต่อลิตร ปริมาตร 50.0 มิลลิลิตร เกิดปฏิกิริยาเคมีดังสมการ



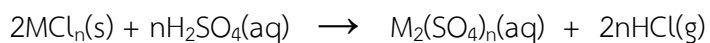
เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดและกำจัดแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกแล้ว พบว่าสารละลายที่ได้ทำปฏิกิริยาพอดีกับ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.3 โมลต่อลิตร ปริมาตร 18.0 มิลลิลิตร ดังสมการเคมี



จงคำนวณร้อยละของทองแดงในแผ่นโลหะทองแดงที่นำมาทดลอง

15. เมื่อนำสารประกอบโบรไมด์ของโลหะ A ที่มีสูตร ABr_4 3.060 กรัม ทำปฏิกิริยากับสารละลายซิลเวอร์ไนเตรดที่มากเกินไปได้สารประกอบซิลเวอร์โบรไมด์ซึ่งเป็นของแข็ง 5.000 กรัม และสารละลาย $A(NO_3)_4$ จงคำนวณมวลอะตอมของโลหะ A

16. สารประกอบคลอไรด์ของโลหะ M (MCl_n) ทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดซัลฟิวริก ดังสมการเคมี



ถ้าใช้สารประกอบคลอไรด์ของโลหะ M มวล 3.48 กรัม ทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดซัลฟิวริกมากเกินไป จะได้แก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์มวล 2.95 กรัมเมื่อกำหนดให้ M คือโลหะที่มีมวลอะตอมเท่ากับ 30.4 จงคำนวณค่า n ในสมการเคมีของปฏิกิริยานี้