

แผนการจัดการเรียนรู้

# วิชา เคมี (ว31222)

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด  
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ภาคเรียนที่ 2

[ ประจำปีการศึกษา 2565 ]



ชั้นประถมศึกษาปีที่

# 4

จัดทำโดย  
**นางสาวสิริมาส น้อยแก้ว**

ตำแหน่ง ครู  
โรงเรียนเมืองрадวิทยา  
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเพชรบูรณ์  
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน  
กระทรวงศึกษาธิการ



## นิเทศแผนการจัดการเรียนรู้

ความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....  
.....  
.....

ลงชื่อ

(นางสาวสิริมาส น้อยแก้ว)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ความเห็นหัวหน้ากลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....  
.....  
.....

ลงชื่อ

(นางรัชฎา บัวพันธ์)

หัวหน้ากลุ่มบริหารงานวิชาการ

ความเห็นรองผู้อำนวยการโรงเรียน

.....  
.....  
.....

ลงชื่อ

(นายไพโรจน์ เดชะรัตนางกูร)

รองผู้อำนวยการโรงเรียนเมืองราดวิทยาคม

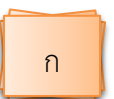
ความเห็นผู้อำนวยการโรงเรียน

.....  
.....  
.....

ลงชื่อ

(นางลำดวน น้กดนตรี)

ผู้อำนวยการโรงเรียนเมืองราดวิทยาคม



สาระและมาตรฐานการเรียนรู้  
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สาระเคมี

2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

## คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

ว31222 เคมี 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

### คำอธิบายรายวิชา

จัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ใกล้ตัวให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าวิเคราะห์ อภิปรายเปรียบเทียบ ฝึกทักษะปฏิบัติจริง สรุปผล รายงานผล เกี่ยวกับ

โมลและสูตรเคมี ศึกษามวลอะตอม มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุบางชนิด มวลอะตอมของไอโซโทป ปริมาณร้อยละของไอโซโทป มวลโมเลกุล มวลสูตร ศึกษาความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP สูตรเคมี อัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ สูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร

สารละลาย ศึกษาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละหรือส่วนในร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมแลลิตี และเศษส่วนโมล การเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรสารละลายตามที่กำหนด การเปรียบเทียบและการคำนวณของ จุดเดือด จุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์

ปริมาณสัมพันธ์ ศึกษาปฏิกิริยาเคมีการเขียนและดุลสมการเคมีบางชนิด ปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย ปริมาตรแก๊ส ปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน สารกำหนดปริมาณและการคำนวณปริมาณสารต่างๆในปฏิกิริยาเคมี ผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสังเกต การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย สรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สื่อสารสิ่งที่ได้เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ

นำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง ดูแลรักษาสิ่งมีชีวิต ใฝ่รู้และพัฒนาสิ่งแวดล้อม อย่างยั่งยืน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยม



## ผลการเรียนรู้

1. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตร
2. อธิบายและคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จานวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP
3. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่
4. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร
5. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆ
6. อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรสารละลายตามที่กำหนด
7. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย
8. แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด
9. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร
10. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย
11. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส
12. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน
13. ระบุสารกำหนดปริมาณและคำนวณปริมาณสารต่างๆ ในปฏิกิริยาเคมี
14. คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี

## รวมทั้งหมด 14 ผลการเรียนรู้

โครงสร้างรายวิชา

ว 31222 เคมี 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ลำดับที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
1	ปริมาณสัมพันธ์	17	15
2	สารละลาย	17	15
3	ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี	26	20
	ระหว่างภาค		20
	ปลายภาค		30
	รวมทั้งหมด	60	100

หน่วยการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติม

ว 31222 เคมี 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

เวลา 60 ชั่วโมง

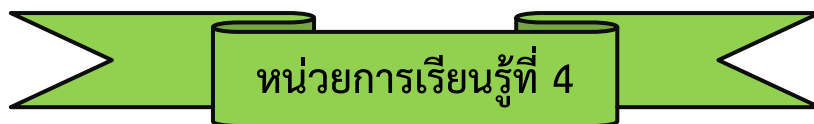
จำนวน 1.5 หน่วยกิต

หน่วยที่	หน่วยการเรียนรู้	มาตรฐาน	เนื้อหา/สาระ	จำนวน ชั่วโมง	คะแนน
4	โมลและสูตรเคมี	2	- มวลอะตอม - โมล - สูตรเคมี	17	15
5	สารละลาย	3	- ความเข้มข้นของ สารละลาย - การเตรียม สารละลาย - สมบัติบางประการ ของสารละลาย	17	15
สอบกลางภาค					20
6	ปริมาณสัมพันธ์	3	- ปฏิกิริยาเคมี - สมการเคมี - การคำนวณ ปริมาณสาร ปฏิกิริยาเคมี - สารกำหนดปริมาณ - ผลได้ร้อยละ	26	20
รวม				60	70



## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
นิเทศแผนการจัดการเรียนรู้	ก
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	ข
คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม	ค
โครงสร้างรายวิชา	จ
หน่วยการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติม	ฉ
สารบัญ	ช
<b>หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 โมลและสูตรเคมี</b>	<b>1</b>
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มวลอะตอมและมวลโมเลกุล	1
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โมล	16
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 สูตรเคมี	27
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ความเข้มข้นของสารละลาย	37
<b>หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สารละลาย</b>	<b>47</b>
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การเตรียมสารละลาย	47
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 สมบัติบางประการของสารละลาย	56
<b>หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี</b>	<b>66</b>
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 สมการเคมี	66
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 มวลของสารในปฏิกิริยาเคมี	77
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 ปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี	87
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี	96
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 การคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ	105
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 ผลได้ร้อยละ	116



## ปริมาณสัมพันธ์

เวลา 17 ชั่วโมง

### 1. ผลการเรียนรู้

เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

1. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตร
2. อธิบายและคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP
3. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่
4. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร

### 2. สาระการเรียนรู้

#### 2.1 สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

1) มวลอะตอมของธาตุเป็นมวลของธาตุ 1 อะตอม ซึ่งเป็นผลรวมของมวลโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน แต่เนื่องจากอิเล็กตรอนมีมวลน้อยมากเมื่อเทียบกับโปรตอนและนิวตรอน ดังนั้น มวลอะตอมจึงมีค่าใกล้เคียงกับผลรวมของมวลโปรตอนและนิวตรอน

2) มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุเป็นค่าเฉลี่ยจากค่ามวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปของธาตุชนิดนั้นตามปริมาณที่มีในธรรมชาติ

3) มวลโมเลกุลและมวลสูตรเป็นผลรวมของมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารนั้น

4) โมลเป็นปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับเลขอาโวกาโดร คือ  $6.02 \times 10^{23}$  อนุภาค มวลของสาร 1 โมล ที่มีหน่วยเป็นกรัม เรียกว่า มวลต่อโมล ซึ่งมีค่าตัวเลขเท่ากับมวลอะตอม มวลโมเลกุลหรือมวลสูตรของสารนั้น สำหรับสารที่มีสถานะแก๊ส 1 โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP

5) สูตรเคมีสามารถแสดงได้ด้วยสูตรเอมพิริคัล หรือสูตรอย่างง่าย และสูตรโมเลกุล ซึ่งสูตรอย่างง่ายคำนวณได้จากร้อยละโดยมวลและมวลอะตอมของธาตุองค์ประกอบ และถ้าทราบมวลโมเลกุลของสารจะสามารถคำนวณสูตรโมเลกุลได้

## 2.2 สารการเรียนรู้ท้องถิ่น

(พิจารณาตามหลักสูตรสถานศึกษา)

### 3. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

มวลอะตอมเป็นมวลเปรียบเทียบที่บอกให้ทราบว่ามวลของธาตุ 1 อะตอมหนักเป็นกี่เท่าของมวลของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม ส่วนมวลโมเลกุลเป็นมวลเปรียบเทียบที่บอกให้ทราบว่าสารนั้น 1 โมเลกุล มีมวลเป็นกี่เท่าของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม

โมลเป็นปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับเลขอาโวกาโดร คือ  $6.02 \times 10^{23}$  อนุภาค มวลของสาร 1 โมล ที่มีหน่วยเป็นกรัม เรียกว่า มวลต่อโมล ซึ่งมีค่าตัวเลขเท่ากับมวลอะตอม มวลโมเลกุล หรือมวลสูตรของสารนั้น สำหรับสารที่มีสถานะแก๊ส 1 โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP

สารประกอบเกิดจากธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมารวมตัวกัน โดยมีอัตราส่วนโดยมวลตามกฎสัดส่วนคงที่ สูตรเคมีสามารถแสดงได้ด้วยสูตรอย่างง่าย และสูตรโมเลกุล

### 4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสำรวจค้นหา 3) ทักษะการวิเคราะห์ 4) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

### 5. ชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

ใบสรุปความรู้ เรื่อง มวลอะตอมและมวลโมเลกุล

ใบสรุปความรู้ เรื่อง โมล

ใบสรุปความรู้ เรื่อง สูตรเคมี

## 6. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน (รวบยอด)	- ตรวจสอบใบสรุปความรู้ เรื่อง มวลอะตอม และมวลโมเลกุล - ตรวจสอบใบสรุปความรู้ เรื่อง โมล - ตรวจสอบใบสรุปความรู้ เรื่อง สูตรเคมี	- แบบประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน - แบบประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน - แบบประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์ ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์ ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6.2 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อน เรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์	ตรวจแบบทดสอบ ก่อนเรียน	แบบทดสอบก่อนเรียน	ประเมินตามสภาพจริง
6.3 การประเมินระหว่าง การจัดกิจกรรม			
1) มวลอะตอมและ มวลโมเลกุล	- ตรวจสอบใบงานที่ 4.1 - ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 4.1 - แบบฝึกหัด	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์
2) โมล	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์
3) สูตรเคมี	- ตรวจสอบใบงานที่ 4.2 - ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 4.2 - แบบฝึกหัด	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์
4) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอ ผลงาน	- แบบประเมินการ นำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) พฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6) พฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
7) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6.4 การประเมินหลังเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์	ตรวจแบบทดสอบ หลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์

## 7. กิจกรรมการเรียนรู้

- แผนฯ ที่ 1 : มวลอะตอมและมวลโมเลกุล  
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 5 ชั่วโมง
- แผนฯ ที่ 2 : โมล  
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 7 ชั่วโมง
- แผนฯ ที่ 3 : สูตรเคมี  
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 5 ชั่วโมง

## 8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

### 8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสัมพันธ์
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสัมพันธ์
- 3) ใบงานที่ 4.1 เรื่อง มวลอะตอมของธาตุ
- 4) ใบงานที่ 4.2 เรื่อง สูตรเคมี
- 5) PowerPoint เรื่อง มวลอะตอม
- 6) PowerPoint เรื่อง มวลโมเลกุล
- 7) PowerPoint เรื่อง โมล
- 8) PowerPoint เรื่อง สูตรเคมี
- 9) PowerPoint เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี

### 8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ





## แบบทดสอบหลังเรียน

### หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

**คำชี้แจง :** ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- |   |   |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. สารในข้อใดต่อไปนี้เป็นโมเลกุล             <ol style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;">1. H<sub>2</sub></li> <li style="width: 50%;">2. Na</li> <li style="width: 50%;">3. Cu</li> <li style="width: 50%;">4. Fe</li> <li style="width: 50%;">5. Ni</li> </ol> </li> <li>2. <math>1.66 \times 10^{-24}</math> กรัม มีค่าเท่ากับข้อใด             <ol style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;">1. 1 ppm</li> <li style="width: 50%;">2. 1 ppb</li> <li style="width: 50%;">3. 1 aum</li> <li style="width: 50%;">4. 1 amu</li> <li style="width: 50%;">5. 1 STP</li> </ol> </li> <li>3. ธาตุ A มีมวลอะตอมเท่ากับ 48 ธาตุ X 4 อะตอม จะมีมวลเท่าใด             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 48 กรัม</li> <li>2. 192 กรัม</li> <li>3. <math>48 \times 1.66 \times 10^{-24}</math> กรัม</li> <li>4. <math>48 \times 6.02 \times 10^{23}</math> กรัม</li> <li>5. <math>192 \times 1.66 \times 10^{-24}</math> กรัม</li> </ol> </li> <li>4. ธาตุ Z 3 อะตอม มีมวลเท่ากับ <math>75 \times 1.66 \times 10^{-24}</math> กรัม อยากทราบว่าธาตุ Z มีมวลอะตอมเท่าใด             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 25</li> <li>2. 75</li> <li>3. <math>25 \times 1.66 \times 10^{-24}</math></li> <li>4. <math>75 \times 1.66 \times 10^{-24}</math></li> <li>5. <math>225 \times 1.66 \times 10^{-24}</math></li> </ol> </li> <li>5. ธาตุ Y ในธรรมชาติมี 2 ไอโซโทป มีมวลอะตอม 39.00 และ 40.00 ตามลำดับ จงหาร้อยละโดยมวลของแต่ละไอโซโทป เมื่อธาตุ Y มีมวลอะตอมเฉลี่ยเท่ากับ 39.25             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ร้อยละ 15 ร้อยละ 85 โดยมวล ตามลำดับ</li> <li>2. ร้อยละ 25 ร้อยละ 75 โดยมวล ตามลำดับ</li> <li>3. ร้อยละ 75 ร้อยละ 25 โดยมวล ตามลำดับ</li> <li>4. ร้อยละ 85 ร้อยละ 15 โดยมวล ตามลำดับ</li> <li>5. ร้อยละ 90 ร้อยละ 10 โดยมวล ตามลำดับ</li> </ol> </li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>6. จงหามวลโมเลกุลของ CoSO<sub>4</sub>•7H<sub>2</sub>O (มวลอะตอม O = 16, S = 32, H = 1, Co = 59)             <ol style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;">1. 155</li> <li style="width: 50%;">2. 173</li> <li style="width: 50%;">3. 281</li> <li style="width: 50%;">4. 365</li> <li style="width: 50%;">5. 562</li> </ol> </li> <li>7. แก๊สแอมโมเนีย <math>1.806 \times 10^{23}</math> โมเลกุล มีกี่โมล             <ol style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;">1. 0.1</li> <li style="width: 50%;">2. 0.3</li> <li style="width: 50%;">3. 1</li> <li style="width: 50%;">4. 1.5</li> <li style="width: 50%;">5. 3</li> </ol> </li> <li>8. หินปูน 0.5 โมล มีกี่โมเลกุล             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>3.01 \times 10^{22}</math></li> <li>2. <math>3.01 \times 10^{23}</math></li> <li>3. <math>6.02 \times 10^{22}</math></li> <li>4. <math>1.204 \times 10^{22}</math></li> <li>5. <math>1.204 \times 10^{23}</math></li> </ol> </li> <li>9. H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 5 โมเลกุล หนักกี่กรัม (มวลอะตอม H = 1, C = 12, O = 16)             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 62</li> <li>2. 310</li> <li>3. <math>62 \times 1.66 \times 10^{-24}</math></li> <li>4. <math>310 \times 1.66 \times 10^{-24}</math></li> <li>5. <math>310 \times 6.02 \times 10^{-23}</math></li> </ol> </li> <li>10. กรดฟอสฟอริก (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) เป็นกรดที่ใช้ในการซักล้าง กรดนี้จะมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบร้อยละเท่าใด โดยมวล (มวลอะตอม H = 1, P = 31, O = 16)             <ol style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;">1. 45.34</li> <li style="width: 50%;">2. 56.78</li> <li style="width: 50%;">3. 65.31</li> <li style="width: 50%;">4. 71.23</li> <li style="width: 50%;">5. 82.54</li> </ol> </li> </ol> |
|---|---|

เฉลย	1. 1	2. 4	3. 5	4. 1	5. 3	6. 3	7. 2	8. 1	9. 4	10. 3
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------

**แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด) แผนฯ ที่ 1-3**

**แบบประเมินใบสรุปความรู้**

**คำชี้แจง :** ให้ผู้สอนประเมินชิ้นงาน/ภาระงานของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	ความสอดคล้องกับจุดประสงค์				
2	ความถูกต้องของเนื้อหา				
3	ความคิดสร้างสรรค์				
4	ความตรงต่อเวลา				
รวม					

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน  
...../...../.....

**เกณฑ์การประเมินใบสรุปความรู้**

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ความสอดคล้องกับจุดประสงค์	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์ทุกประเด็น	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เป็นส่วนใหญ่	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์บางประเด็น	ผลงานไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องครบถ้วน	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องบางประเด็น	เนื้อหาสาระของผลงานไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
3. ความคิดสร้างสรรค์	ผลงานแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ แปลกใหม่ และเป็นระบบ	ผลงานแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ แปลกใหม่ แต่ยังไม่เป็นระบบ	ผลงานมีความน่าสนใจ แต่ยังไม่มีความคิดแปลกใหม่	ผลงานไม่มีความน่าสนใจ และไม่แสดงถึงแนวคิดแปลกใหม่
4. ความตรงต่อเวลา	ส่งชิ้นงานภายในเวลาที่กำหนด	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 1 วัน	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 2 วัน	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 3 วันขึ้นไป

## เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-16	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

### แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

**คำชี้แจง :** ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	ความถูกต้องของเนื้อหา	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	ความคิดสร้างสรรค์	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	วิธีการนำเสนอผลงาน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	การนำไปใช้ประโยชน์	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	การตรงต่อเวลา	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>รวม</b>				

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน  
...../...../.....

#### เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินสมบูรณ์ชัดเจน	ให้ 3	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินเป็นส่วนใหญ่	ให้ 2	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินบางส่วน	ให้ 1	คะแนน

#### เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

**แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล**

**คำชี้แจง :** ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	การแสดงความคิดเห็น	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	การทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	ความมีน้ำใจ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	การตรงต่อเวลา	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>รวม</b>				

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน  
...../...../.....

**เกณฑ์การให้คะแนน**

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

**เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ**

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

### แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

**คำชี้แจง :** ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล ของนักเรียน	การแสดง ความ คิดเห็น			การยอมรับ ฟังคนอื่น			การทำงาน ตามที่ได้รับ มอบหมาย			ความมี น้ำใจ			การมี ส่วนร่วมใน การ ปรับปรุง ผลงานกลุ่ม			รวม 15 คะแนน		
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1			

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน  
...../...../.....

#### เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

#### เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

### แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

**คำชี้แจง :** ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้าน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	1.1 ยืนตรงเคารพธงชาติ และร้องเพลงชาติได้			
	1.2 เข้าร่วมกิจกรรมที่สร้างความสามัคคีปรองดอง และเป็นประโยชน์ต่อโรงเรียน			
	1.3 เข้าร่วมกิจกรรมทางศาสนาที่ตนนับถือ ปฏิบัติตามหลักศาสนา			
	1.4 เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับสถาบันพระมหากษัตริย์ตามที่โรงเรียนจัดขึ้น			
2. ซื่อสัตย์ สุจริต	2.1 ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง			
	2.2 ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้อง			
3. มีวินัย รับผิดชอบ	3.1 ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของครอบครัว มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน			
4. ใฝ่เรียนรู้	4.1 รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ และนำไปปฏิบัติได้			
	4.2 รู้จักจัดสรรเวลาให้เหมาะสม			
	4.3 เชื่อมโยงคำสั่งสอนของบิดา-มารดา โดยไม่ได้แย้ง			
	4.4 ตั้งใจเรียน			
5. อยู่อย่างพอเพียง	5.1 ใช้ทรัพย์สินและสิ่งของของโรงเรียนอย่างประหยัด			
	5.2 ใช้อุปกรณ์การเรียนอย่างประหยัดและรู้คุณค่า			
	5.3 ใช้จ่ายอย่างประหยัดและมีการเก็บออมเงิน			
6. มุ่งมั่นในการทำงาน	6.1 มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย			
	6.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ			
7. รักความเป็นไทย	7.1 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย			
	7.2 เห็นคุณค่าและปฏิบัติตามวัฒนธรรมไทย			
8. มีจิตสาธารณะ	8.1 รู้จักช่วยพ่อแม่ ผู้ปกครอง และครูทำงาน			
	8.2 รู้จักการดูแลรักษาทรัพย์สินสมบัติและสิ่งแวดล้อมของห้องเรียนและโรงเรียน			

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน  
...../...../.....

#### เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	ให้ 3 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง	ให้ 2 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	ให้ 1 คะแนน



## เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
51-60	ดีมาก
41-50	ดี
30-40	พอใช้
ต่ำกว่า 30	ปรับปรุง

## แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ เรื่อง มวลอะตอมและมวลโมเลกุล  
รหัสวิชา ว31222 รายวิชาเคมีเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 เวลา 5 ชั่วโมง

.....

### มาตรฐานการเรียนรู้

2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตร

### สาระสำคัญ

มวลอะตอมเป็นมวลเปรียบเทียบที่บอกให้ทราบว่ามวลของธาตุ 1 อะตอมหนักเป็นกี่เท่าของมวลของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม ส่วนมวลโมเลกุลเป็นมวลเปรียบเทียบที่บอกให้ทราบว่าสารนั้น 1 โมเลกุล มีมวลเป็นกี่เท่าของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม

### สาระการเรียนรู้

- มวลอะตอมของธาตุเป็นมวลของธาตุ 1 อะตอม ซึ่งเป็นผลรวมของมวลโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน แต่เนื่องจากอิเล็กตรอนมีมวลน้อยมากเมื่อเทียบกับโปรตอนและนิวตรอน ดังนั้นมวลอะตอมจึงมีค่าใกล้เคียงกับผลรวมของมวลโปรตอนและนิวตรอน

- มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุเป็นค่าเฉลี่ยจากค่ามวลอะตอมของแต่ละไอโซโทปของธาตุนั้นตามปริมาณที่มีในธรรมชาติ

- มวลโมเลกุลและมวลสูตรเป็นผลรวมของมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารนั้น

### จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ความเข้าใจ

1. อธิบายความหมายของมวลอะตอมและมวลของธาตุ 1 อะตอมได้ (K)
2. อธิบายความหมายของมวลโมเลกุลและมวลของสาร 1 โมเลกุลได้ (K)
3. คำนวณหามวลอะตอมของธาตุและมวลของธาตุ 1 อะตอมได้ (P)

4. คำนวณหามวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ เมื่อทราบมวลอะตอมและปริมาณของแต่ละไอโซโทปที่มีอยู่ในธรรมชาติได้ (P)

5. คำนวณหามวลโมเลกุลของสารและมวลของสาร 1 โมเลกุลได้ (P)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)
2. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน/สมรรถนะของศตวรรษที่ 21

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
  - 1) ทักษะการสังเกต
  - 2) ทักษะการสำรวจค้นหา
  - 3) ทักษะการวิเคราะห์
  - 4) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป
3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

### คำถามสำคัญ

ธาตุแมกนีเซียม (Mg) มีมวลอะตอมสัมพัทธ์ 24.30 ธาตุแมกนีเซียมมีมวลอะตอมเท่าใด

### ชิ้นงาน/ภาระงาน

- ใบงานที่ 4.1 เรื่อง มวลอะตอมของธาตุ

### การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์	ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน	แบบทดสอบก่อนเรียน	ประเมินตามสภาพจริง
7.2 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) มวลอะตอมและมวลโมเลกุล	- ตรวจใบงานที่ 4.1 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 4.1 - แบบฝึกหัด	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

### เกณฑ์การประเมิน

#### 1. ด้านความรู้

ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	1 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 100 % 0.5 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 50 %

#### 2. ด้านทักษะกระบวนการ

ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	1 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 100 % 0.5 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 50 %

#### 3. เกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

การวัด	คะแนน/ความหมาย	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านคุณลักษณะตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ	3=พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	จัดบันทึกข้อมูล สรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ มีความกระตือรือร้นตลอดเวลา
	2= พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบางครั้ง	จัดบันทึกข้อมูล สรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบบ้าง มีความกระตือรือร้นบางครั้ง
	1=พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	จัดบันทึกข้อมูล มีความกระตือรือร้นน้อย

## มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการทำใบงานอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของมวลอะตอมและมวลโมเลกุลได้อย่างเข้าใจ

### 3. มีความภูมิกันในตัวที่ดี

นำหลักการของมวลอะตอมและมวลโมเลกุลปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

### 4. เจื้อนไขความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์ของมวลอะตอมและมวลโมเลกุลที่เกี่ยวข้อง

### 5. เจื้อนไขคุณธรรม

นักเรียนมีตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ ให้กับเพื่อนๆ

## บูรณาการการใช้ห้องสมุด

นักเรียนใช้เวลาว่างนอกเหนือจากชั่วโมงสอนในการแสวงหาความรู้จากแหล่งอื่นๆ เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต เป็นต้น

## บูรณาการสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม

นักเรียนนำหลักคุณธรรมนำมาปฏิบัติตนจนเป็นนิสัยความประพฤติดีงาม การรู้จักไตร่ตรองว่าอะไรควรทำไม่ควรทำ อีกทั้งปฏิบัติตนด้วยความซื่อสัตย์ เสียสละ และ มีความรับผิดชอบต่อนหน้าที่ตนเอง

## กระบวนการจัดการเรียนรู้

### ชั่วโมงที่ 1

### ขั้นนำ

#### กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดความรู้เดิมของนักเรียนก่อนเข้าสู่กิจกรรม
2. ครูถามคำถาม BIG QUESTION จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 2 ว่า ปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

*(แนวตอบ : พิจารณาคำตอบของนักเรียน โดยอยู่ในดุลยพินิจของครูผู้สอน ตัวอย่างเช่น เมื่อมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น สารที่ใช้ทำปฏิกิริยา หรือสารตั้งต้นจะมีปริมาณลดลง ในขณะที่เดียวกันสารที่เกิดขึ้น*

ใหม่ หรือผลิตภัณฑ์ก็จะมีปริมาณเพิ่มขึ้น ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารเหล่านี้ในปฏิกิริยา สามารถนำมาใช้ในการคาดคะเน หรือคำนวณปริมาณสารที่ต้องใช้ทำปฏิกิริยา เพื่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ตามต้องการได้)

## ชั้นสอน

### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูตั้งคำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมว่า อนุภาคมูลฐานของอะตอมมีอะไรบ้าง  
(แนวตอบ : อนุภาคมูลฐานของอะตอมประกอบด้วยอิเล็กตรอน โปรตอน และนิวตรอน)
2. ครูนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียนเรื่อง มวลอะตอม โดยใช้คำถาม ดังนี้
  - 1) ให้นักเรียนยกตัวอย่างหน่วยการวัดปริมาณต่างๆ ในชีวิตประจำวัน  
(แนวตอบ : ตัวอย่างเช่น กรัม กิโลกรัม หรือตัน ซึ่งหน่วยกรัมและกิโลกรัมใช้บอกปริมาณสิ่งของที่มีปริมาณน้อย แต่หน่วยตันจะใช้บอกปริมาณสิ่งของที่มีปริมาณมาก)
  - 2) อนุภาคที่เล็กที่สุดของสารคืออะไร และสามารถที่จะวัด หรือชั่งอนุภาคที่เล็กที่สุดของสารเหล่านั้นเหมือนกับการชั่งน้ำหนักตัวนักเรียนเองได้หรือไม่ เพราะเหตุใด  
(แนวตอบ : อนุภาคที่เล็กที่สุดของสาร คือ อะตอม และไม่สามารถชั่งมวลของอะตอมได้ เนื่องจากอะตอมมีขนาดเล็กมาก จึงไม่มีเครื่องชั่งใดสามารถชั่งมวลของอะตอมได้)
  - 3) ถ้าต้องการให้เตรียมน้ำ ( $H_2O$ ) จะสามารถชั่งมวลอะตอมของไฮโดรเจน 2 อะตอม และมวลอะตอมของออกซิเจน 1 อะตอม ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด  
(แนวตอบ : ไม่สามารถชั่งมวลอะตอมได้ เนื่องจากอะตอมทั้งสองมีขนาดเล็กมาก)

## ชั่วโมงที่ 2

### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน โดยเน้นให้นักเรียนเข้าใจถึงทฤษฎีอะตอมของดอลตันว่า อะตอมของธาตุต่างชนิดกันจะมีมวลไม่เท่ากัน และเน้นว่าอะตอมเป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กมาก และไม่สามารถชั่งหามวลได้โดยตรง การหามวลอะตอมจึงต้องใช้วิธีเทียบกับมวลของธาตุที่กำหนดเป็นมาตรฐาน
2. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างกัน แล้วร่วมกันศึกษา เรื่อง มวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย จากหนังสือเรียน เคมี ม.4-6 เล่ม 2 หน้า 3-8 หรือจาก PPT หรือจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ แล้วฝึกทำตัวอย่างโจทย์ เรื่อง มวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย ในหนังสือเรียน

### อธิบายความรู้ (Explain)

1. สุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาแสดงวิธีทำโจทย์ เรื่อง มวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย ที่ได้ฝึกทำไป
2. ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับมวลอะตอมและมวลอะตอมเฉลี่ย โดยใช้คำถาม ดังนี้
  - 1) นักเรียนจะมีวิธีหาค่ามวลอะตอมของธาตุได้อย่างไร  
(แนวตอบ : ใช้วิธีเปรียบเทียบกับมวลของธาตุที่กำหนดเป็นมาตรฐาน เช่น C-12 หรือใช้เครื่องแมสสเปกโตรมิเตอร์ เพื่อหามวลอะตอมของธาตุ และปริมาณของแต่ละไอโซโทป)
3. ครูอภิปรายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับมวลของอะตอม หรือมวลอะตอมของธาตุเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า “มวลอะตอมของธาตุ คือ ตัวเลขที่ได้จากการเปรียบเทียบมวลอะตอมกับมวลของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม”

### ชั่วโมงที่ 3

### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วทำใบงานที่ 4.1 เรื่อง มวลอะตอมของธาตุ เพื่อให้ นักเรียนมีความเข้าใจว่า ธาตุแต่ละชนิดมีมวลแตกต่างกัน และทราบค่ามวลอะตอมจากการเทียบมาตรฐาน โดยครูอธิบายและแนะนำการใช้ทักษะต่าง ๆ ดังนี้
  - 1) สร้างเครื่องชั่งสองแขน โดยนำวัสดุมาทำเป็นเสาแกนกลาง และนำวัสดุอีกชิ้นมาทำเป็นแขนทั้งสองข้าง โดยระยะทั้งสองฝั่งต้องเท่ากัน จากนั้นนำภาชนะสำหรับวางสิ่งของมาประกอบทั้งสองข้าง เพื่อใช้สำหรับชั่งสิ่งของ หรือครูอาจหาซื้อเครื่องชั่งสองแขนมาเตรียมไว้ล่วงหน้า
  - 2) นำภาชนะทรงรีคล้ายไข่แบบเปิดฝาได้ มาใส่ดินน้ำมันที่หนัก 1 กรัม เข้าไป แล้วปิดฝาคำเช่นนี้จนครบ 12 ลูก
  - 3) นำภาชนะทรงรีคล้ายไข่แบบเปิดฝาได้ มาใส่ดินน้ำมันที่หนัก 12 กรัม เข้าไป แล้วปิดฝาจำนวน 1 ลูก
  - 4) นำภาชนะทรงรีคล้ายไข่ไปวางบนเครื่องชั่ง จากนั้นค่อยๆ ใส่ภาชนะทรงรีคล้ายไข่ลงไปเรื่อยๆ จนกว่าแขนทั้งสองข้างจะสมดุลกัน (แขนทั้งสองข้างเท่ากัน)

### อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่ม เพื่อออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมของแต่ละกลุ่มหน้าชั้นเรียน
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการทำใบงานที่ 4.1 โดยใช้คำถาม ดังนี้
  - 1) มวลอะตอมของแต่ละธาตุมีค่าเท่ากันหรือไม่  
(แนวตอบ : ไม่เท่ากัน เนื่องจากมวลอะตอมเป็นสมบัติเฉพาะตัวของธาตุแต่ละชนิด)
  - 2) มวลอะตอมมาตรฐานคืออะไร

(แนวตอบ : มวลอะตอมที่ทราบค่าแน่นอน)

3) การหามวลอะตอมของธาตุทำได้อย่างไร

(แนวตอบ : ทำได้โดยการเปรียบเทียบมวลอะตอมที่ไม่ทราบค่ากับมวลอะตอมมาตรฐานที่ทราบค่าแน่นอนแล้ว)

4) จากกิจกรรมสามารถสรุปได้อย่างไร

(แนวตอบ : จากกิจกรรมสามารถสรุปได้ว่า อะตอมของธาตุแต่ละชนิดมีมวลไม่เท่ากัน แม้ขนาดอะตอมจะใกล้เคียงกัน และสามารถหามวลอะตอมที่ไม่ทราบค่าได้โดยการเทียบกับมวลอะตอมมาตรฐานที่ทราบค่ามวลอะตอมแน่นอน)

3. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการทำกิจกรรม เพื่อให้ได้แนวข้อสรุป ดังนี้ อะตอมของธาตุแต่ละชนิดมีมวลอะตอมไม่เท่ากัน ถึงแม้ขนาดอะตอมจะใกล้เคียงกัน และสามารถหามวลอะตอมที่ไม่ทราบค่าได้โดยวิธีเปรียบเทียบกับมวลอะตอมมาตรฐานที่ทราบค่ามวลอะตอมแน่นอน โดยสามารถใช้อ้างอิงเปรียบเทียบกันได้

#### ชั่วโมงที่ 4

##### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างอะตอมของธาตุกับโมเลกุลของสารและเน้นย้ำให้นักเรียนเข้าใจว่า มวล 1 โมเลกุลของสารมีค่าน้อยมาก ซึ่งไม่มีเครื่องชั่งใดชั่งมวลขนาดนี้ได้ จึงบอกด้วยมวลโมเลกุลของสารแทน ซึ่งเป็นค่าเปรียบเทียบเช่นเดียวกับมวลอะตอม

2. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างกัน แล้วร่วมกันศึกษา เรื่อง มวลโมเลกุล จากหนังสือเรียนเคมี ม.4-6 เล่ม 2 หน้า 9-10 หรือจาก PPT หรือจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ แล้วฝึกทำตัวอย่างโจทย์ เรื่อง มวลโมเลกุล ในหนังสือเรียน

##### อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาแสดงวิธีทำโจทย์ เรื่อง มวลโมเลกุล ที่ได้ฝึกทำไป

2. ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับมวลโมเลกุล โดยใช้คำถาม ดังนี้

1) นักเรียนจะมีวิธีหาค่ามวลโมเลกุลของสารได้อย่างไร

(แนวตอบ : ใช้วิธีเปรียบเทียบกับมวลของธาตุที่กำหนดเป็นมาตรฐาน เช่น C-12 เช่นเดียวกับการหามวลอะตอม)

3. ครูอภิปรายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับมวลโมเลกุลของสาร เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า “มวลโมเลกุลของสาร คือ ตัวเลขที่ได้จากการเปรียบเทียบมวลโมเลกุลของสารนั้นกับมวลของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม”



4. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับความหมายของหน่วย amu หรือ atomic mass unit ซึ่งครูอาจให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล เรื่อง amu หรือ atomic mass unit เพิ่มเติม

ชั่วโมงที่ 5

ขั้นสรุป

### ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับองค์ประกอบของมวลอะตอมและมวลโมเลกุล จากหนังสือในห้องสมุด หรือจากเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือ แล้วสรุปเป็นใบความรู้ จากนั้นให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน

2. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมา และจากการทำกิจกรรม หากส่วนใดที่นักเรียนยังมีข้อสงสัย ให้ครูอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจ

3. นักเรียนร่วมกันประเมินการทำกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาใดบ้าง พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางการแก้ไข

4. ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

5. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยการใช้แนวคำถาม เช่น

1) มวลอะตอมของธาตุแตกต่างจากน้ำหนักอะตอมของธาตุอย่างไร

(แนวตอบ : มวลอะตอมของธาตุเป็นค่าที่ไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะวัดค่ามวลที่สภาวะใดก็ตาม ส่วนน้ำหนักอะตอมเป็นค่าที่เปลี่ยนแปลงได้)

2) มวลอะตอมของธาตุแต่ละชนิดมีค่าเท่ากันหรือไม่

(แนวตอบ : ไม่เท่ากัน เนื่องจากมวลอะตอมของธาตุเป็นสมบัติเฉพาะตัวของธาตุ)

3) มวลอะตอมมาตรฐานคืออะไร

(แนวตอบ : มวลอะตอมที่ทราบค่าแน่นอน)

4) การหามวลอะตอมของธาตุทำได้อย่างไร

(แนวตอบ : ทำได้โดยการเปรียบเทียบมวลอะตอมที่ไม่ทราบค่ากับมวลอะตอมมาตรฐานที่ทราบค่าแน่นอนแล้ว)

5) การหาค่ามวลอะตอมของธาตุ นอกจากวิธีที่ได้ศึกษาไปแล้ว ยังสามารถหาได้ด้วยวิธีการใดได้อีก

(แนวตอบ : ใช้เครื่องแมสสเปกโตรมิเตอร์เพื่อหามวลอะตอมของธาตุและปริมาณของแต่ละไอโซโทป)

6) ค่ามวลอะตอมที่แสดงในตารางธาตุเป็นค่ามวลอะตอมแบบใด

(แนวตอบ : เป็นค่ามวลอะตอมเฉลี่ย)

6. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2

### ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูตรวจสอบผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และการร่วมกันทำผลงาน
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 4.1 เรื่อง มวลอะตอมของธาตุ
4. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
5. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอเรื่อง มวลอะตอมและมวลโมเลกุล
6. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากชั้นขยายความเข้าใจ

### สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

#### 1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสัมพันธ์
- 2) แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสัมพันธ์
- 2) ใบงานที่ 4.1 เรื่อง มวลอะตอมของธาตุ
- 4) PowerPoint เรื่อง มวลอะตอม
- 5) PowerPoint เรื่อง มวลโมเลกุล

#### 2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

บันทึกผลหลังการสอน

ผลการเรียนรู้

.....  
.....  
.....  
.....

ปัญหาหรืออุปสรรค

.....  
.....  
.....  
.....

ข้อเสนอแนะแนวทางการแก้ไข

.....  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสิริมาศ น้อยแก้ว)




วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

## ภาคผนวกของแผนการจัดการเรียนรู้

## ใบงานที่ 4.1

### เรื่อง มวลอะตอมของธาตุ

**คำชี้แจง :** ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนด แล้วบันทึกผล

อุปกรณ์	วิธีการทดลอง
<ul style="list-style-type: none"> <li>• เครื่องชั่ง</li> <li>• ภาชนะพลาสติกรูปไข่</li> <li>• ดินน้ำมัน</li> <li>• เครื่องชั่งสองแขน</li> </ul>	1. ให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อชั่งมวลอะตอมของธาตุ โดยเตรียมอุปกรณ์ ดังภาพ
	2. นำดินน้ำมันมาชั่ง ให้มีน้ำหนักประมาณ 1 กรัม ชั่งเตรียมไว้ประมาณ 15 ลูก
	3. เปิดภาชนะพลาสติกรูปไข่ แล้วใส่ดินน้ำมันที่ชั่งแล้วเข้าไปในแต่ละลูก แล้วอาจจะติดฉลากระบุน้ำหนักไว้ข้างใน จากนั้นปิดฝา
	4. นำดินน้ำมันมาชั่ง ให้มีน้ำหนักประมาณ 12 กรัม ชั่งเตรียมไว้ประมาณ 1 ลูก
	5. นำภาชนะพลาสติกรูปไข่ที่มีน้ำหนัก 12 กรัม มาวางไว้บนตราชั่งข้างใดข้างหนึ่ง
	6. ค่อย ๆ ใส่ภาชนะพลาสติกรูปไข่ที่เหลือลงในตราชั่งอีกด้านหนึ่ง พร้อมสังเกตผล บันทึกผล จนกว่าตราชั่งทั้งสองข้างจะเท่ากัน
ภาพการทดลอง	
 <p style="text-align: center;">ภาชนะพลาสติกรูปไข่</p>	 <p style="text-align: center;">ดินน้ำมัน</p>
 <p style="text-align: center;">เครื่องชั่งสองแขน</p>	

## ตารางบันทึกผล

ครั้งที่	สิ่งที่สังเกต
1	.....
2	.....
3	.....
4	.....
5	.....
6	.....
7	.....
8	.....
9	.....
10	.....
11	.....
12	.....

## สรุปผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## คำถาม

จากการทดลองทั้ง 12 ครั้ง โดยการชั่งภาชนะพลาสติกรูปไข่ ที่สมมติว่าเป็นอะตอมของธาตุ สามารถหามวลอะตอมของธาตุที่ไม่ทราบค่าได้หรือไม่ จงอธิบายและให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....




.....

## ใบงานที่ 4.1

## เฉลย

### เรื่อง มวลอะตอมของธาตุ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนด แล้วบันทึกผล

อุปกรณ์	วิธีการทดลอง
<ul style="list-style-type: none"> <li>• เครื่องชั่ง</li> <li>• ภาชนะพลาสติกรูปไข่</li> <li>• ดินน้ำมัน</li> <li>• เครื่องชั่งสองแขน</li> </ul>	1. ให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อชั่งมวลอะตอมของธาตุ โดยเตรียมอุปกรณ์ ดังภาพ
	2. นำดินน้ำมันมาชั่ง ให้มีน้ำหนักประมาณ 1 กรัม ชั่งเตรียมไว้ประมาณ 15 ลูก
	3. เปิดภาชนะพลาสติกรูปไข่ แล้วใส่ดินน้ำมันที่ชั่งแล้วเข้าไปในแต่ละลูก แล้วอาจจะติดฉลากระบุน้ำหนักไว้ข้างใน จากนั้นปิดฝา
	4. นำดินน้ำมันมาชั่ง ให้มีน้ำหนักประมาณ 12 กรัม ชั่งเตรียมไว้ประมาณ 1 ลูก
	5. นำภาชนะพลาสติกรูปไข่ที่มีน้ำหนัก 12 กรัม มาวางไว้บนตราชั่งข้างใดข้างหนึ่ง
	6. ค่อย ๆ ใส่ภาชนะพลาสติกรูปไข่ที่เหลือลงในตราชั่งอีกด้านหนึ่ง พร้อมสังเกตผล บันทึกผล จนกว่าตราชั่งทั้งสองข้างจะเท่ากัน
<b>ภาพการทดลอง</b>	
 <p>ภาชนะพลาสติกรูปไข่</p>	 <p>ดินน้ำมัน</p>
 <p>เครื่องชั่งสองแขน</p>	

## ตารางบันทึกผล

ครั้งที่	สิ่งที่สังเกต
1	.....
2	.....
3	.....
4	.....
5	.....
6	.....
7	.....
8	.....
9	.....
10	.....
11	.....
12	.....

บันทึกผลที่สังเกตได้จริง

## สรุปผล

ต้องใส่ภาชนะพลาสติกกรุ๊ปไข่ที่บรรจุดินน้ำมันประมาณ 12 ใบ ลงไปในตาชั่ง จึงจะทำให้แขนทั้งสองของตาชั่งเท่ากันพอดี จึงสรุปได้ว่า เราสามารถเปรียบเทียบน้ำหนักของดินน้ำมันในภาชนะพลาสติกกรุ๊ปไข่ได้ โดยเทียบกับดินน้ำมันที่มีน้ำหนักประมาณ 12 กรัม

## คำถาม

จากการทดลองทั้ง 12 ครั้ง โดยการชั่งภาชนะพลาสติกกรุ๊ปไข่ ที่สมมติว่าเป็นอะตอมของธาตุ สามารถหามวลอะตอมของธาตุที่ไม่ทราบค่าได้หรือไม่ จงอธิบายและให้เหตุผลประกอบ

หาได้ โดยนำมาเทียบกับอะตอมมาตรฐานที่ทราบค่ามวลอะตอมที่แน่นอน ซึ่งก็คือดินน้ำมันที่มีน้ำหนักประมาณ 12 กรัม จากกิจกรรมจึงสามารถสรุปได้ว่า อะตอมของธาตุแต่ละชนิดมีมวลไม่เท่ากัน แม้ขนาดอะตอมจะใกล้เคียงกัน และสามารถหามวลอะตอมที่ไม่ทราบค่าได้โดยการเทียบกับมวลอะตอมมาตรฐานที่ทราบค่ามวลอะตอมแน่นอน



## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ เรื่อง โมล  
รหัสวิชา ว31222 รายวิชาเคมีเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 เวลา 7 ชั่วโมง

---

### มาตรฐานการเรียนรู้

2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

อธิบายและคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP

### สาระสำคัญ

โมลเป็นปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับเลขอาโวกาโดร คือ  $6.02 \times 10^{23}$  อนุภาค มวลของสาร 1 โมล ที่มีหน่วยเป็นกรัม เรียกว่า มวลต่อโมล ซึ่งมีค่าตัวเลขเท่ากับมวลอะตอม มวลโมเลกุล หรือมวลสูตรของสารนั้น สำหรับสารที่มีสถานะแก๊ส 1 โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP

### สาระการเรียนรู้

โมลเป็นปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับเลข อาโวกาโดร คือ  $6.02 \times 10^{23}$  อนุภาค มวลของสาร 1 โมล ที่มีหน่วยเป็นกรัม เรียกว่า มวลต่อโมล ซึ่งมีค่าตัวเลขเท่ากับมวลอะตอม มวลโมเลกุล หรือมวลสูตรของสารนั้น สำหรับสารที่มีสถานะแก๊ส 1 โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP

### จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ความเข้าใจ

1. บอกความหมายของปริมาณสาร 1 โมลและเลขอาโวกาโดรได้ (K)
2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับจำนวนอนุภาคโมลกับมวลของสาร และโมลกับปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้ (K)
3. คำนวณหาจำนวนอนุภาคของสาร มวล ปริมาตรของแก๊สที่ STP หรือจำนวนโมลได้เมื่อทราบปริมาณใดปริมาณหนึ่ง (P)
4. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)
5. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน/สมรรถนะของศตวรรษที่ 21

1. ความสามารถในการสื่อสาร
  - 1) ทักษะการสังเกต
  - 2) ทักษะการสำรวจค้นหา
  - 3) ทักษะการวิเคราะห์
  - 4) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป
3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

### คำถามสำคัญ

ปริมาณของสารในความสัมพันธ์กันระหว่างหน่วยของโมล มวล จำนวนอนุภาค และปริมาตรของแก๊สที่ STP

### ชิ้นงาน/ภาระงาน

แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสัมพันธ์

### การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) โมล	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

## เกณฑ์การประเมิน

### 1. ด้านความรู้

ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	1 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 100 % 0.5 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 50 %

### 2. ด้านทักษะกระบวนการ

ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	1 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 100 % 0.5 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 50 %

### 3. เกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

การวัด	คะแนน/ความหมาย	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านคุณลักษณะตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ	3=พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	จัดบันทึกข้อมูล สรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ มีความกระตือรือร้นตลอดเวลา
	2= พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบางครั้ง	จัดบันทึกข้อมูล สรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบบ้าง มีความกระตือรือร้นบางครั้ง
	1=พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	จัดบันทึกข้อมูล มีความกระตือรือร้นน้อย

## มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการทำใบงานอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของโมลได้อย่างเข้าใจ

### 3. มีความภูมิกันในตัวเองที่ดี

นำหลักการของโมลมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

### 4. เงื่อนไขความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์ของโมลที่เกี่ยวข้อง

## 5. เจื่อนไขคุณธรรม

นักเรียนมีตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ สังกัดความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล  
จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ให้กับเพื่อนๆ

### บูรณาการการใช้ห้องสมุด

นักเรียนใช้เวลาว่างนอกเหนือจากชั่วโมงสอนในการแสวงหาความรู้จากแหล่งอื่นๆ เช่น ห้องสมุด  
อินเทอร์เน็ต เป็นต้น

### บูรณาการสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม

นักเรียนนำหลักคุณธรรมนำมาปฏิบัติตนจนเป็นนิสัยความประพฤติดีงาม การรู้จักไตร่ตรองว่า  
อะไรควรทำไม่ควรทำ อีกทั้งปฏิบัติตนด้วยความซื่อสัตย์ เสียสละ และ มีความรับผิดชอบในหน้าที่ของ  
ตนเอง

### กระบวนการจัดการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำ

#### กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง ปริมาณของสิ่งของในชีวิตประจำวันว่ามีมวล  
และปริมาตรเป็นอย่างไรบ้าง โดยให้นักเรียนยกตัวอย่าง เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมขั้นสำรวจค้นหา และใช้  
คำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียน ดังนี้

1) นักเรียนทราบหรือไม่ว่าหน่วยของการบอกจำนวนปริมาตรและมวลในชีวิตประจำวันมี  
อะไรบ้าง พร้อมยกตัวอย่างประกอบ

(แนวตอบ : หน่วยของปริมาตร เช่น แกลอน มิลลิลิตร ลิตร ซีซี หรือลูกบาศก์เซนติเมตร  
หน่วยของมวล เช่น มิลลิกรัม กรัม กิโลกรัม หรือตัน)

2) นักเรียนทราบหรือไม่ว่าหน่วยที่ใช้บอกสิ่งของจำนวนมากๆ เช่น กระดาษ 1,000 แผ่น ไข่  
ไก่ 1,000 ฟอง คืออะไร

(แนวตอบ : รีมและโหล)

2. ครูถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 ว่า หน่วยวัดปริมาตรของ  
สารคือหน่วยใด

(แนวตอบ : หน่วยวัดปริมาตรของสารมีอยู่หลายหน่วย เช่น ลูกบาศก์เมตร ลูกบาศก์เซนติเมตร  
ลิตร เป็นต้น)

## ขั้นสอน

### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูเกริ่นนำว่า อนุภาคของสารนั้นมีขนาดเล็กมาก แล้วถามคำถามให้นักเรียนช่วยกันระดมความคิดว่า นักเรียนคิดว่าเราสามารถบอกปริมาณของสารที่มีขนาดเล็กมาก ๆ นี้ได้อย่างไร (เว้นช่วงให้นักเรียนได้คิด)

2. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาคำตอบเกี่ยวกับความหมายของหน่วยโมล โดยใช้คำถามดังนี้

- 1) นักเรียนทราบหรือไม่ว่าหน่วยที่ใช้บอกปริมาณในทางเคมีนิยมใช้หน่วยอะไร  
(แนวตอบ : โมล)

## ชั่วโมงที่ 2

### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างกัน แล้วร่วมกันศึกษา เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลและจำนวนอนุภาค จากหนังสือเรียน เคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 11-12 หรือจาก PPT หรือจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำตัวอย่าง ดังนี้

- 1) คาร์บอน-12 จำนวน 1 อะตอม มีมวลเท่าใด พร้อมให้เขียนความสัมพันธ์ในรูปอัตราส่วน  
(แนวตอบ : มีมวล  $12 \times 1.66 \times 10^{-24}$  กรัม และเขียนความสัมพันธ์ในรูปอัตราส่วนได้ ดังนี้

$$\frac{\text{C-12 1 อะตอม}}{\text{C-12 } 12 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}}$$

- 2) จากความสัมพันธ์ในข้อ 1) สามารถนำไปหาจำนวนอะตอมของคาร์บอน-12 ที่มีมวล 12 กรัม ได้หรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : หาได้โดยสมมติให้คาร์บอน-12 ที่มีมวล 12 กรัม มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ  $a$  กรัม แล้วนำมาเขียนเป็นอัตราส่วน ดังนี้

$$\frac{\text{C-12 1 อะตอม}}{\text{C-12 } 12 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}} = \frac{\text{C-12 } a \text{ อะตอม}}{\text{C-12 } 12 \text{ กรัม}}$$

$$\text{C-12 } a \text{ อะตอม} = \frac{\text{C-12 1 อะตอม} \times \text{C-12 } 12 \text{ กรัม}}{\text{C-12 } 12 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม}}$$

$$= 6.02 \times 10^{23} \text{ อะตอม}$$

แสดงว่า ประกอบด้วยอนุภาคจำนวน  $6.02 \times 10^{23}$  อะตอม  
 ดังนั้น ปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ  $6.02 \times 10^{23}$  อะตอม คือ สาร 1  
 โมล ซึ่งมีจำนวนอะตอมของคาร์บอน-12 มวล 12 กรัม และเรียกจำนวน  $6.02 \times 10^{23}$  นี้ว่า เลขอาโวกาโดร)

ชั่วโมงที่ 3

**อธิบายความรู้ (Explain)**

1. ครูสุ่มนักเรียนบางกลุ่มออกมานำเสนอเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลและจำนวนอนุภาค หน้าชั้นเรียน แล้วร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความหมายของปริมาณสาร 1 โมล เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า “สาร 1 โมล หมายถึง ปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับจำนวนอะตอมของคาร์บอน-12 ที่มีมวล 12 กรัม และมีจำนวนอนุภาคเท่ากับ  $6.02 \times 10^{23}$  อนุภาค และเรียกจำนวน  $6.02 \times 10^{23}$  นี้ว่า เลขอาโวกาโดร” หรือเขียนความสัมพันธ์ในรูปอัตราส่วนได้ ดังนี้

$$\frac{\text{สาร 1 โมล}}{\text{สาร } 6.02 \times 10^{23} \text{ อนุภาค}} \quad \text{หรือ} \quad \frac{\text{สาร } 6.02 \times 10^{23} \text{ อนุภาค}}{\text{สาร 1 โมล}}$$

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้

1) สาร 1 โมล มีปริมาณสารเท่าใด

(แนวตอบ : สาร 1 โมล หมายถึง ปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับจำนวนอะตอมของคาร์บอน-12 ที่มีมวล 12 กรัม และมีจำนวนอนุภาคเท่ากับ  $6.02 \times 10^{23}$  อนุภาค)

2) เลขอาโวกาโดรคืออะไร

(แนวตอบ : เลขอาโวกาโดร คือ จำนวน  $6.02 \times 10^{23}$ )

3) คำนวณหาจำนวนโมลของสารได้จากความสัมพันธ์ใด

(แนวตอบ : จำนวนโมลของสารได้จากความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\frac{\text{สาร 1 โมล}}{\text{สาร } 6.02 \times 10^{23} \text{ อนุภาค}} \quad \text{หรือ} \quad \frac{\text{สาร } 6.02 \times 10^{23} \text{ อนุภาค}}{\text{สาร 1 โมล}} )$$

3. ครูใช้แนวการตั้งคำถามให้นักเรียนพิจารณาถึงข้อแตกต่างของชนิดของอนุภาค เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า สารใดที่อยู่ในสภาพที่เป็นอะตอม โมลของสารเรียกว่า โมลอะตอม สารใดที่อยู่ในสภาพที่เป็นโมเลกุล โมลของสารเรียกว่า โมลโมเลกุล สารใดที่อยู่ในสภาพที่เป็นไอออน โมลของสารเรียกว่า โมลไอออน

4. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการตอบคำถาม เพื่อให้ได้แนวข้อสรุป ดังนี้ สาร 1 โมล หมายถึง ปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับจำนวนอะตอมของคาร์บอน-12 ที่มีมวล 12 กรัม และมีจำนวนอนุภาคเท่ากับ  $6.02 \times 10^{23}$  อนุภาค และเรียกจำนวน  $6.02 \times 10^{23}$  นี้ว่า เลขอาโวกาโดร

5. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2

### ชั่วโมงที่ 4

#### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างกัน แล้วร่วมกันศึกษา เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับมวลของสาร จากหนังสือเรียน เคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 13 หรือจาก PPT หรือจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำตัวอย่าง ดังนี้

1) ออกซิเจนจำนวน 1 โมลอะตอม จะมีมวลเป็นกรัมเท่าใด

$$\begin{aligned}
 & \text{(แนวตอบ : } O \quad 1 \quad \text{อะตอม มีมวล } 16 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม)} \\
 & O \quad 6.02 \times 10^{23} \quad \text{อะตอม มีมวล} \quad \frac{16 \times 1.66 \times 10^{-24}}{6.02 \times 10^{23}} \text{ กรัม} \\
 & \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad = \qquad \qquad \qquad 16 \qquad \text{กรัม)}
 \end{aligned}$$

2) แก๊สออกซิเจนจำนวน 1 โมลโมเลกุล จะมีมวลเป็นกรัมเท่าใด

$$\begin{aligned}
 & \text{(แนวตอบ : } O_2 \quad 1 \quad \text{โมเลกุล มีมวล } 32 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ กรัม)} \\
 & O_2 \quad 6.02 \times 10^{23} \quad \text{โมเลกุล มีมวล} \quad \frac{32 \times 1.66 \times 10^{-24}}{6.02 \times 10^{23}} \text{ กรัม} \\
 & \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad = \qquad \qquad \qquad 32 \qquad \text{กรัม)}
 \end{aligned}$$

#### อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูสุ่มนักเรียนบางกลุ่มออกมานำเสนอเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับมวลของสาร หน้าชั้นเรียน แล้วร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความหมายของปริมาณสารเป็นกรัมของสาร 1 โมล

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้

1) ธาตุ 1 โมลอะตอม จะมีมวลเป็นกรัมเท่าใด

*(แนวตอบ : ธาตุ 1 โมลอะตอมจะมีมวลเป็นกรัมเท่ากับมวลอะตอมของธาตุนั้น)*

2) สาร 1 โมลโมเลกุล จะมีมวลเป็นกรัมเท่าใด

*(แนวตอบ : สาร 1 โมลโมเลกุลจะมีมวลเป็นกรัมเท่ากับมวลโมเลกุลของสารนั้น)*

3) ไอออนของธาตุใด ๆ 1 โมลไอออน จะมีมวลเป็นกรัมเท่าใด

*(แนวตอบ : ไอออนของธาตุใด ๆ 1 โมลไอออน จะมีมวลเป็นกรัมเท่ากับมวลอะตอมของธาตุนั้น)*

3. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการตอบคำถาม เพื่อให้ได้แนวข้อสรุป ดังนี้ “สาร 1 โมล จะมีมวลเป็นกรัมเท่ากับมวลโมเลกุลของสารนั้น ในกรณีที่สารอยู่ในรูปอื่น เช่น อะตอมหรือไอออน ก็จะมีมวลเป็นกรัมเท่ากับมวลอะตอมหรือมวลไอออนชนิดนั้น”

4. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2

## ชั่วโมงที่ 5

### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างกัน แล้วร่วมกันศึกษา เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับปริมาตรของแก๊ส จากหนังสือเรียน เคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 14-15 หรือจาก PPT หรือจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตอบคำถาม ดังนี้

1) อุณหภูมิและความดันมาตรฐานมีค่าเท่าใด

(แนวตอบ : อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และความดัน 1 บรรยากาศ)

2) แก๊สใด ๆ จำนวน 1 โมล จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ STP

(แนวตอบ : 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ STP)

3) แก๊ส  $H_2$  0.089 กรัม มีปริมาตร 1 ลิตร ที่ STP แก๊ส  $H_2$  2 กรัม จะมีปริมาตรกี่ลิตร ที่ STP

(แนวตอบ : แก๊ส  $H_2$  0.089 กรัม มีปริมาตร 1 ลิตร

$$\text{แก๊ส } H_2 \quad 2 \text{ กรัม มีปริมาตร } \frac{1 \times 2}{0.089} = 22.4 \text{ ลิตร}$$

4) แก๊ส  $NH_3$  1.518 กรัม มีปริมาตร 2 ลิตร ที่ STP แก๊ส  $NH_3$  17 กรัม จะมีปริมาตรกี่ลิตร ที่ STP

(แนวตอบ : แก๊ส  $NH_3$  1.518 กรัม มีปริมาตร 2 ลิตร

$$\text{แก๊ส } NH_3 \quad 17 \text{ กรัม มีปริมาตร } \frac{2 \times 17}{1.518} = 22.4 \text{ ลิตร}$$

### อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูสุ่มนักเรียนบางกลุ่มออกมานำเสนอเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับปริมาตรของแก๊ส หน้าชั้นเรียน แล้วร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความหมายของปริมาตรของแก๊สใด ๆ 1 โมล ที่ STP

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้

1) แก๊สไนโตรเจนจำนวน 1 โมล และแก๊สออกซิเจนจำนวน 1 โมล จะมีปริมาตรที่ STP เท่ากันหรือไม่

(แนวตอบ : เท่ากัน เพราะแก๊สใด ๆ จำนวน 1 โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ STP)

2) แก๊สฮีเลียมจำนวน 2 โมล จะมีปริมาตรกี่ลิตร ที่ STP



(แนวตอบ : 44.8 ลิตร ที่ STP)

3) นักเรียนคิดว่าสารชนิดเดียวกันที่อยู่ในสถานะต่างกันจะมีปริมาตรต่อโมลเท่ากันหรือไม่

(แนวตอบ : สารชนิดเดียวกันที่อยู่ในสถานะต่างกันจะมีปริมาตรต่อโมลไม่เท่ากัน)

3. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการตอบคำถาม เพื่อให้ได้แนวข้อสรุป ดังนี้ “แก๊สใด ๆ จำนวน 1 โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตร หรือ 22.4 ลิตร ที่ STP”
4. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2

## ชั่วโมงที่ 6

### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างหน่วยวัดปริมาณต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่า สิ่งของบางสิ่งอาจบอกปริมาณได้หลายหน่วย และสามารถเปลี่ยนจากหน่วยหนึ่งไปเป็นอีกหน่วยหนึ่งได้ โดยใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย
2. ครูนำเข้าสู่การอภิปรายและให้ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส
3. ครูให้นักเรียนฝึกทำตัวอย่างโจทย์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส ในหนังสือเรียน เคมี ม.4-6 เล่ม 2 หน้า 15-16

### อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาแสดงวิธีทำโจทย์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊ส ที่ได้ฝึกทำไป
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ เรื่อง โมล จนนักเรียนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน
3. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2

## ชั่วโมงที่ 7

### ขั้นสรุป

### ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายความรู้ เรื่อง โมล
2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับโมลจากหนังสือในห้องสมุด จากเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือ แล้วสรุปเป็นใบความรู้ และเลือกตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และอภิปรายร่วมกัน

3. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมา และจากการทำกิจกรรม หากส่วนใดที่นักเรียนยังมีข้อสงสัย ให้ครูอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจ

4. นักเรียนร่วมกันประเมินการทำกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาใดบ้าง พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางการแก้ไข

5. ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

#### ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และการร่วมกันทำผลงาน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
3. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอเรื่อง โมล
4. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากชั้นขยายความเข้าใจ

#### สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

##### 1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสัมพันธ์
- 2) แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสัมพันธ์
- 3) PowerPoint เรื่อง โมล

##### 2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

บันทึกผลหลังการสอน

ผลการเรียนรู้

.....  
.....  
.....  
.....

ปัญหาหรืออุปสรรค

.....  
.....  
.....  
.....

ข้อเสนอแนะแนวทางการแก้ไข

.....  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสิริมาศ น้อยแก้ว)

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

เรื่อง สูตรเคมี

รหัสวิชา ว31222

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

เวลา 5 ชั่วโมง

#### มาตรฐานการเรียนรู้

2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### ผลการเรียนรู้

3. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ได้
4. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสารได้

#### สาระสำคัญ

การทำปฏิบัติการทางเคมีจะมีความเกี่ยวข้องกับสารเคมีหลายชนิด รวมทั้งอุปกรณ์เครื่องแก้วต่าง ๆ สารเคมีบางชนิดอาจทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกายของผู้ทำปฏิบัติการได้โดยตรง หรืออาจเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ ในขณะที่ทำปฏิบัติการเคมี ดังนั้น ผู้ทำปฏิบัติการเคมีจึงจำเป็นต้องทราบถึงข้อปฏิบัติในการทำปฏิบัติการเคมี หรือการปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้น

#### สาระการเรียนรู้

สูตรเคมีสามารถแสดงได้ด้วยสูตรเอมพิริคัล หรือสูตรอย่างง่าย และสูตรโมเลกุล ซึ่งสูตรอย่างง่าย คำนวณได้จากร้อยละโดยมวลและมวลอะตอมของธาตุองค์ประกอบ และถ้าทราบมวลโมเลกุลของสารจะสามารถคำนวณสูตรโมเลกุลได้

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ความเข้าใจ

1. อธิบายความหมายและยกตัวอย่างสูตรเคมีแต่ละประเภทได้ (K)
2. คำนวณหามวลเป็นร้อยละของธาตุองค์ประกอบหรือโมเลกุลของน้ำจากสูตรที่กำหนดให้ได้ (P)
3. คำนวณหาสูตรอย่างง่าย เมื่อทราบมวลเป็นกรัมและมวลอะตอมของธาตุองค์ประกอบได้ (P)
4. คำนวณหาสูตรโมเลกุลของสาร เมื่อทราบสูตรเอมพิริคัลและมวลโมเลกุลของสารได้ (P)
5. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)
6. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน/สมรรถนะของศตวรรษที่ 21

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
  - 1) ทักษะการสังเกต
  - 2) ทักษะการสำรวจค้นหา
  - 3) ทักษะการวิเคราะห์
3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

### คำถามสำคัญ

นักเรียนทราบหรือไม่ว่าสูตรเคมีมีกี่ประเภท อะไรบ้าง

### ชิ้นงาน/ภาระงาน

- แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสัมพันธ์
- ใบงานที่ 4.2 เรื่อง สูตรเคมี

### การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) สูตรเคมี	- ตรวจสอบใบงานที่ 4.2 - ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 4.2 - แบบฝึกหัด	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
2 การประเมินหลังเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์	ตรวจแบบทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ประเมินตามสภาพจริง

### เกณฑ์การประเมิน

#### 1. ด้านความรู้

ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	1 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 100 % 0.5 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 50 %

#### 2. ด้านทักษะกระบวนการ

ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	1 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 100 % 0.5 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 50 %

#### 3. เกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

การวัด	คะแนน/ความหมาย	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านคุณลักษณะตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ	3=พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	จัดบันทึกข้อมูล สรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ มีความกระตือรือร้นตลอดเวลา
	2= พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบางครั้ง	จัดบันทึกข้อมูล สรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบบ้าง มีความกระตือรือร้นบางครั้ง
	1=พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	จัดบันทึกข้อมูล มีความกระตือรือร้นน้อย

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

#### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการทำใบงานอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

#### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของสูตรเคมีได้อย่างเข้าใจ

### 3. มีความภูมิใจในตัวเอง

นำหลักการของสูตรเคมีมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

### 4. เจือใจความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์ของสูตรเคมีที่เกี่ยวข้อง

### 5. เจือใจคุณธรรม

นักเรียนมีตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ ให้กับเพื่อนๆ

### บูรณาการการใช้ห้องสมุด

นักเรียนใช้เวลาว่างนอกเหนือจากชั่วโมงสอนในการแสวงหาความรู้จากแหล่งอื่นๆ เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต เป็นต้น

### บูรณาการสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม

นักเรียนนำหลักคุณธรรมนำมาปฏิบัติตนจนเป็นนิสัยความประพฤติดีงาม การรู้จักไตร่ตรองว่าอะไรควรทำไม่ควรทำ อีกทั้งปฏิบัติตนด้วยความซื่อสัตย์ เสียสละ และ มีความรับผิดชอบ

### กระบวนการจัดการเรียนรู้

## ชั่วโมงที่ 1

### ขั้นนำ

#### กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับเป็นสารประกอบไอออนิกและสารประกอบโคเวเลนต์ โดยอธิบายว่า สารประกอบไอออนิก คือ สารที่เกิดจากไอออนบวกของธาตุโลหะและไอออนลบของธาตุอโลหะยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะไอออนิก และสารประกอบโคเวเลนต์ คือ สารประกอบที่อะตอมของธาตุใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกันเพื่อให้เกิดเป็นโมเลกุลที่ยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์

2. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง สูตรเคมี โดยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียน ดังนี้

1) นักเรียนทราบหรือไม่ว่าสูตรเคมีมีกี่ประเภท อะไรบ้าง

(แนวตอบ : 3 ประเภท คือ สูตรเอมพิริคัลหรือสูตรอย่างง่าย สูตรโมเลกุล และสูตรโครงสร้าง)

2) นักเรียนทราบหรือไม่ว่าสูตรแต่ละชนิดมีลักษณะเป็นอย่างไร

(แนวตอบ : ขึ้นอยู่กับกับดุลยพินิจของครูผู้สอน ซึ่งอาจไม่ต้องเฉลยคำตอบ)

3. ครูใช้แนวคำถามเกี่ยวกับสูตรเคมีของสารประกอบทั้ง 2 ประเภท และครูอาจใช้สื่อประกอบ เช่น PowerPoint แสดงสูตรของสารประกอบ หรืออาจให้นักเรียนเขียนบนกระดาน เพื่อให้ให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาว่าสูตรใดเป็นสูตรของสารประกอบไอออนิก และสูตรใดเป็นสูตรของสารประกอบโคเวเลนต์ โดยตัวอย่างแนวคำถาม เช่น

1) นักเรียนทราบหรือไม่ว่าสูตรของสารประกอบต่อไปนี้  $\text{NaCl}$   $\text{H}_2\text{O}$   $\text{CO}_2$   $\text{CaCO}_3$   $\text{NaOH}$   $\text{CH}_4$   $\text{CCl}_4$  และ  $\text{CuSO}_4$  สูตรใดเป็นสูตรของสารประกอบไอออนิก และสูตรใดเป็นสูตรของสารประกอบโคเวเลนต์

(แนวตอบ : สูตรของสารประกอบไอออนิก คือ  $\text{NaCl}$   $\text{CaCO}_3$   $\text{NaOH}$  และ  $\text{CuSO}_4$

สูตรของสารประกอบโคเวเลนต์ คือ  $\text{H}_2\text{O}$   $\text{CO}_2$   $\text{CH}_4$  และ  $\text{CCl}_4$ )

## ชั่วโมงที่ 2

### ขั้นสอน

#### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วศึกษา เรื่อง สูตรเคมี จากหนังสือเรียน เคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 17-18 หรือจาก PPT หรือจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ
2. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสูตรเคมี โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำใบงานที่ 4.2 เรื่อง สูตรเคมี ข้อที่ 1 เพื่อให้จำแนกประเภทของสูตรเคมีของสารประกอบบางชนิด
3. หลังจากจำแนกประเภทของสูตรเคมีของสารประกอบบางชนิดแล้ว ให้พิจารณาเพิ่มเติมว่าสูตรแต่ละประเภทประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง และมีอัตราส่วนของจำนวนอะตอมเป็นอย่างไร จากใบงานที่ 4.2 เรื่อง สูตรเคมี ข้อที่ 2

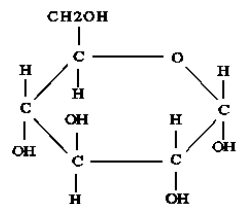
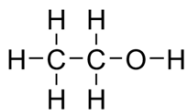
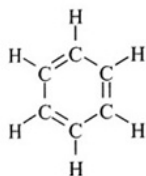
#### อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติม หรือสืบค้นถึงความหมายของประเภทของสูตรเคมี โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเกี่ยวกับโมเลกุลของสารที่มีน้ำผลึก สูตรโมเลกุล และสูตรเอมพิริคัลตามรายละเอียดในหนังสือเรียน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมาอภิปรายร่วมกัน
2. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่อง สูตรเคมี เช่น
  - 1) สูตรเอมพิริคัลหรือสูตรอย่างง่ายคืออะไร พร้อมเขียนตัวอย่างประกอบ  
(แนวตอบ : สูตรเอมพิริคัลหรือสูตรอย่างง่าย คือ สูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ ตัวอย่างเช่น  $\text{C}_2\text{H}_5$   $\text{H}_2\text{O}$   $\text{CH}_2\text{O}$  เป็นต้น)
  - 2) สูตรโมเลกุลคืออะไร พร้อมเขียนตัวอย่างประกอบ  
(แนวตอบ : สูตรโมเลกุล คือ สูตรที่แสดงจำนวนอะตอมของธาตุองค์ประกอบที่มีอยู่จริงใน 1 โมเลกุลของสาร ตัวอย่างเช่น  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$   $\text{C}_3\text{H}_8$   $\text{C}_2\text{H}_6$  เป็นต้น)



3) สูตรโครงสร้างคืออะไร พร้อมเขียนตัวอย่างประกอบ

(แนวตอบ : สูตรโครงสร้าง คือ สูตรที่แสดงการจัดเรียงอะตอมของธาตุองค์ประกอบที่มีอยู่จริงใน 1 โมเลกุลของสารนั้น ตัวอย่างเช่น



### ชั่วโมงที่ 3

#### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วศึกษา เรื่อง การคำนวณมวลเป็นร้อยละจากสูตร และการคำนวณสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุล จากหนังสือเรียน เคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 17-22 หรือจาก PPT หรือจากแหล่งเรียนรู้อื่นๆ

2. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการคำนวณมวลเป็นร้อยละจากสูตร และการคำนวณสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุล โดยยกตัวอย่างคำถาม เช่น

1) จงคำนวณมวลเป็นร้อยละของธาตุแต่ละชนิดในแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์

(แนวตอบ : แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีสูตรโมเลกุล คือ  $SO_2$

$SO_2$  มีมวลโมเลกุล 64

$$\text{ร้อยละของธาตุ S} = \frac{(1 \times 32)}{64} \times 100 = 50$$

$$\text{ร้อยละของธาตุ O} = \frac{(2 \times 16)}{64} \times 100 = 50$$

ดังนั้น ในแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ประกอบด้วยธาตุ S ร้อยละ 50 และธาตุ O ร้อยละ 50)

2) จงคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลของสารประกอบที่ประกอบด้วยธาตุต่าง ๆ ดังนี้ โพแทสเซียม ร้อยละ 31.90 โดยมวล คลอรีนร้อยละ 28.93 โดยมวล และออกซิเจนร้อยละ 39.17 โดยมวล และถ้าสารประกอบชนิดนี้มีมวลโมเลกุล 271.5 จงหาสูตรโมเลกุลของสารประกอบนี้

(แนวตอบ : อัตราส่วน

$K$	$:$	$Cl$	$:$	$O$	
31.90	$:$	28.93	$:$	39.17	โดยมวล
$\frac{31.90}{39}$	$:$	$\frac{28.93}{35.5}$	$:$	$\frac{39.17}{16}$	โดยโมล
0.818	$:$	0.815	$:$	2.448	โดยโมล
$\frac{0.818}{0.815}$	$:$	$\frac{0.815}{0.815}$	$:$	$\frac{2.448}{0.815}$	โดยโมล
1	$:$	1	$:$	3	

1 : 1 : 3 โดยมวล

ดังนั้น สูตรเอมพิริคัลของสารประกอบนี้ คือ  $KClO_3$

$$\text{มวลโมเลกุล} = (\text{มวลของสูตรเอมพิริคัล}) \times n$$

$$271.5 = (KClO_3)n$$

$$271.5 = (39 + 35.5 + 48)n$$

$$271.5 = 90.5n$$

$$n = 3$$

ดังนั้น สูตรโมเลกุลของสารประกอบนี้ คือ  $K_3Cl_3O_9$

#### ชั่วโมงที่ 4

#### อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครุ่น่าอภิปรายเพื่อให้นักเรียนสรุปถึงขั้นตอนของการคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุล ดังนี้  
**การหาสูตรเอมพิริคัล**

- 1) หาอัตราส่วนโดยมวลเป็นกรัมของธาตุองค์ประกอบ
- 2) หาจำนวนโมลอะตอมของธาตุองค์ประกอบ
- 3) ทำอัตราส่วนจำนวนโมลอะตอมให้เป็นอย่างต่ำ และทำให้เป็นจำนวนเต็ม
- 4) เปลี่ยนจำนวนโมลอะตอมให้เป็นจำนวนอะตอม
- 5) เขียนสูตรเอมพิริคัลตามจำนวนอะตอมที่คำนวณได้

#### การหาสูตรโมเลกุล

$$\text{สูตรโมเลกุล} = (\text{สูตรเอมพิริคัล}) \times n$$

$$\text{โดย มวลโมเลกุล} = (\text{มวลของสูตรเอมพิริคัล}) \times n$$

2. ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนถึงการคำนวณหาสูตรเอมพิริคัล เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า “เมื่อทราบมวลเป็นกรัมและมวลอะตอมของธาตุองค์ประกอบแล้ว จะสามารถคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลได้ และจะคำนวณหาสูตรโมเลกุลของสารได้ เมื่อทราบสูตรเอมพิริคัลและมวลโมเลกุลของสาร”
3. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2

**ขยายความเข้าใจ (Expand)**

1. ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายความรู้ เรื่อง สูตรเคมี
2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับสูตรเคมี สูตรเอมพิริคัล สูตรโมเลกุล และการคำนวณเป็นร้อยละจากสูตร จากหนังสือในห้องสมุด จากเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือ แล้วสรุปเป็นใบความรู้ และเลือกตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และอภิปรายร่วมกัน
3. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมาและจากการทำกิจกรรม หากส่วนใดที่นักเรียนยังมีข้อสงสัยให้ครูอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจ
4. นักเรียนร่วมกันประเมินการทำกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาใดบ้าง พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางการแก้ไข
5. ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
6. ครูให้นักเรียนอ่าน summary ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสัมพันธ์ เพื่อเป็นการทบทวนความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมา
7. ครูให้นักเรียนทำ Self Check จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 24 เพื่อตรวจสอบตนเอง
8. ครูให้นักเรียนทำ Unit Question 4 จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 25
9. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

**ตรวจสอบผล (Evaluate)**

1. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และการร่วมกันทำผลงาน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 4.2 เรื่อง สูตรเคมี
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
4. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอ เรื่อง สูตรเคมี
5. ครูตรวจสอบผลจากการทำ Self Check
6. ครูตรวจสอบผลจากการทำ Unit Question 4
7. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
8. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นขยายความเข้าใจ

## สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

### 1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสัมพันธ์
- 2) แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสัมพันธ์
- 3) ใบงานที่ 4.2 เรื่อง สูตรเคมี
- 4) PowerPoint เรื่อง สูตรเคมี
- 5) PowerPoint เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี

### 2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

บันทึกผลหลังการสอน

ผลการเรียนรู้

.....  
.....  
.....  
.....

ปัญหาหรืออุปสรรค

.....  
.....  
.....  
.....

ข้อเสนอแนะแนวทางการแก้ไข

.....  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสิริมาศ น้อยแก้ว)

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สารละลาย

เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย

รหัสวิชา ว31222

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

เวลา 6 ชั่วโมง

### มาตรฐานการเรียนรู้

3. เข้าใจหลักการปฏิบัติการณ์เคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะ ในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

### ผลการเรียนรู้

คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ

### สาระสำคัญ

การบอกปริมาณของสารในสารละลายสามารถบอกเป็นความเข้มข้น

### สาระการเรียนรู้

สารที่พบในชีวิตประจำวันจำนวนมากอยู่ในรูปของสารละลาย การบอกปริมาณของสารในสารละลายสามารถบอกเป็นความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมลลิตี และเศษส่วนโมล

### จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ความเข้าใจ

1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมลลิตี และเศษส่วนโมลได้ (K)
2. คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ โมลาริตี โมลลิตี เศษส่วนโมล ส่วนในล้านส่วน และส่วนในพันล้านส่วนได้ (P)
3. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)
4. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

## สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน/สมรรถนะของศตวรรษที่ 21

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
  - 1) ทักษะการสังเกต
  - 2) ทักษะการสำรวจค้นหา
  - 3) ทักษะการวิเคราะห์
3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

## คำถามสำคัญ

ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆ คำนวณได้อย่างไร

## ชิ้นงาน/ภาระงาน

แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สารละลาย

## การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สารละลาย	ตรวจแบบทดสอบ ก่อนเรียน	แบบทดสอบก่อนเรียน	ประเมินตามสภาพจริง
2. การประเมินระหว่าง การจัดกิจกรรม 1) ความเข้มข้นของ สารละลาย	- ตรวจแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอ ผลงาน	- ประเมินการนำเสนอ ผลงาน	- แบบประเมินการ นำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

## เกณฑ์การประเมิน

### 1. ด้านความรู้

ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	1 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 100 % 0.5 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 50 %

### 2. ด้านทักษะกระบวนการ

ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	1 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 100 % 0.5 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 50 %

### 3. เกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

การวัด	คะแนน/ความหมาย	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านคุณลักษณะตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ	3=พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	จัดบันทึกข้อมูล สรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ มีความกระตือรือร้นตลอดเวลา
	2= พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบางครั้ง	จัดบันทึกข้อมูล สรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบบ้าง มีความกระตือรือร้นบางครั้ง
	1=พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	จัดบันทึกข้อมูล มีความกระตือรือร้นน้อย

## มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการทำใบงานอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของความเข้มข้นของสารละลายได้อย่างเข้าใจ

### 3. มีความภูมิกันในตัวที่ดี

นำหลักการของความเข้มข้นของสารละลายมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

### 4. เงื่อนไขความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารละลายที่เกี่ยวข้อง



## 5. เจื่อนไขคุณธรรม

นักเรียนมีตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ ให้กับเพื่อนๆ

### บูรณาการการใช้ห้องสมุด

นักเรียนใช้เวลาว่างนอกเหนือจากชั่วโมงสอนในการแสวงหาความรู้จากแหล่งอื่นๆ เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต เป็นต้น

### บูรณาการสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม

นักเรียนนำหลักคุณธรรมนำมาปฏิบัติตนจนเป็นนิสัยความประพฤติดีงาม การรู้จักไตร่ตรองว่าอะไรควรทำไม่ควรทำ อีกทั้งปฏิบัติตนด้วยความซื่อสัตย์ เสียสละ และ มีความรับผิดชอบ

### กระบวนการจัดการเรียนรู้

## ชั่วโมงที่ 1

### ขั้นนำ

#### กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดความรู้เดิมของนักเรียนก่อนเข้าสู่กิจกรรม
2. ครูถามคำถาม BIG QUESTION จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 26 ว่า ถ้าต้องการบอกปริมาณของสารที่อยู่ในรูปสารละลายจะทำได้อย่างไร

(แนวตอบ : บอกเป็นความเข้มข้นของสารละลาย)

3. ครูนำสารละลายหรือรูปสารละลายในชีวิตประจำวัน เช่น แอลกอฮอล์ล้างแผล 70% น้ำเกลือล้างแผล 0.9% เป็นต้น แล้วตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียน ดังนี้

- 1) นักเรียนคิดว่า สารที่นำมาจัดเป็นสารประเภทใด

(แนวตอบ : สารละลาย)

- 2) ตัวเลข 70% หรือ 0.9% แสดงถึงสิ่งใด

(แนวตอบ : ความเข้มข้นของสารละลาย)

- 3) นักเรียนคิดว่า แอลกอฮอล์ล้างแผล 70% และน้ำเกลือล้างแผล 0.9% ระบุความเข้มข้นในหน่วยเดียวกันหรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : พิจารณาคำตอบของนักเรียน โดยอยู่ในดุลยพินิจของครูผู้สอน โดยมีแนวตอบ เช่น ระบุความเข้มข้นคนละหน่วย โดยแอลกอฮอล์ล้างแผล 70% จะระบุความเข้มข้นในหน่วยร้อยละโดยปริมาตร ส่วนน้ำเกลือล้างแผล 0.9% จะระบุความเข้มข้นในหน่วยร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร เป็นต้น)

4) นักเรียนคิดว่า นอกจากหน่วยร้อยละโดยปริมาตรและร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรแล้ว ยังสามารถระบุความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยอื่น ๆ อีกได้หรือไม่

(แนวตอบ : ได้ เช่น ร้อยละโดยมวล โมลาร์ โมลลิต ppm ppb เป็นต้น)

### ขั้นสอน

#### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูตั้งคำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมว่า ความเข้มข้นของสารละลายบอกให้ทราบปริมาณใดในสารละลาย

(แนวตอบ : ความเข้มข้นของสารละลายบอกให้ทราบปริมาณตัวละลายและตัวทำละลาย)

2. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยคละความสามารถทางวิทยาศาสตร์ แล้วศึกษาเรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 27-30 หรือจาก PPT จากนั้นให้สรุปความรู้ลงในกระดาษ A4 ส่งครูผู้สอน

### ชั่วโมงที่ 2

#### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูทบทวนความรู้เรื่อง ความเข้มข้นในหน่วยร้อยละโดยมวล ร้อยละโดยปริมาตร และร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร โดยสุ่มตัวแทนนักเรียนมาอธิบายความหมายของความเข้มข้นในหน่วยต่างๆ หน้าชั้นเรียน จากนั้นตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันตอบ ดังนี้

1) ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละหมายถึงอะไร

(แนวตอบ : เป็นการบอกปริมาณของตัวละลายต่อร้อยละของสารละลาย)

2. ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ (ที่จับคู่กันในชั่วโมงที่แล้ว) ร่วมกันฝึกคำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละต่าง ๆ จากตัวอย่างที่ 5.1-5.7 ในหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 30-32 จากนั้นสุ่มนักเรียน 7 คู่ ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

### ชั่วโมงที่ 3

#### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูทบทวนความรู้เรื่อง ความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี โมลลิตี เศษส่วนโมล ส่วนในล้านส่วน และส่วนในพันล้านส่วน โดยสุ่มตัวแทนนักเรียนมาอธิบายความหมายของความเข้มข้นในหน่วยต่างๆ หน้าชั้นเรียน จากนั้นตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันตอบ ดังนี้

1) ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตีหมายถึงอะไร มีหน่วยเป็นอย่างไร

(แนวตอบ : ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตี หมายถึง จำนวนโมลของตัวละลายที่ละลายในสารละลาย 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร หรือ 1 ลิตร จึงมีหน่วยเป็นโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร หรือโมลต่อลิตร (โมลาร์))

2) ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมแลลิตีหมายถึงอะไร มีหน่วยเป็นอย่างไร

(แนวตอบ : ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมแลลิตี หมายถึง จำนวนโมลของตัวละลายที่ละลายในตัวทำละลาย 1 กิโลกรัม จึงมีหน่วยเป็นโมลต่อกิโลกรัม (โมแลล))

3) ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยเศษส่วนโมลหมายถึงอะไร

(แนวตอบ : ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยเศษส่วนโมล หมายถึง อัตราส่วนจำนวนโมล ของสารนั้นกับจำนวนโมลรวมของสารทั้งหมดในสารละลาย)

4) ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยส่วนในล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วนหมายถึงอะไร

(แนวตอบ : ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยส่วนในล้านส่วน หมายถึง ปริมาณของตัวละลายต่อล้านส่วนของสารละลาย ในหน่วยมวลหรือปริมาตรเดียวกันความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยส่วนในพันล้านส่วน หมายถึง ปริมาณของตัวละลายต่อพันล้านส่วนของสารละลาย ในหน่วยมวลหรือปริมาตรเดียวกัน)

2. ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ (ที่จับคู่กันในชั่วโมงที่แล้ว) ร่วมกันฝึกคำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละต่าง ๆ จากตัวอย่างที่ 5.8-5.15 ในหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 33-36 จากนั้นสุ่มนักเรียน 8 คู่ (ไม่ซ้ำคู่เดิม) ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

#### ชั่วโมงที่ 4

#### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูเกริ่นนำโดยถามนักเรียนว่า นักเรียนคิดว่าความเข้มข้นหน่วยหนึ่งจะสามารถเปลี่ยนหรือเขียนในรูปของความเข้มข้นอีกหน่วยหนึ่งได้หรือไม่ หากสามารถทำได้นักเรียนคิดว่าจะทำได้อย่างไร จากนั้นครูเว้นระยะให้นักเรียนตอบคำถาม

2. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า หน่วยความเข้มข้นของสารละลายที่ได้ศึกษาไปนั้นมีความสัมพันธ์กัน และสามารถเปลี่ยนหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยหนึ่งไปเป็นอีกหน่วยหนึ่งได้ เช่น ร้อยละเป็นโมลาร์ โมลาร์เป็นโมแลล เป็นต้น

3. ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ (ที่จับคู่กันในชั่วโมงที่แล้ว) ร่วมกันฝึกคำนวณการเปลี่ยนหน่วยความเข้มข้นของสารละลาย จากตัวอย่างที่ 5.16-5.21 ในหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 37-39 จากนั้นสุ่มนักเรียน 6 คู่ (ไม่ซ้ำคู่เดิม) ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

## ชั่วโมงที่ 5

### อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาสรุปความรู้เกี่ยวกับความเข้มข้นในหน่วยต่าง ๆ และการเปลี่ยนหน่วยความเข้มข้นหน้าชั้นเรียน จากนั้นให้นักเรียนทั้งห้องแสดงความคิดเห็นร่วมกัน โดยครูสรุปเนื้อหาที่ถูกต้องให้นักเรียนฟังอีกครั้งหนึ่ง จนนักเรียนทั้งห้องเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องตรงกัน

2. ครูอาจอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเปลี่ยนหน่วยความเข้มข้นว่า การเปลี่ยนหน่วยความเข้มข้นมีสูตรลัดในการคำนวณ เช่น

- การเปลี่ยนหน่วยความเข้มข้นระหว่างหน่วยโมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร กับ หน่วยร้อยละโดยมวล สามารถคำนวณโดยใช้สูตรลัดได้ ดังนี้

$$\text{mol/dm}^3 = \frac{10 \times d \times \%}{\text{MW}}$$

เมื่อ d คือ ความหนาแน่นของสารละลาย

MW คือ มวลโมเลกุลของตัวละลาย

% คือ ร้อยละโดยมวลของสารละลาย

- การเปลี่ยนหน่วยความเข้มข้นระหว่างหน่วยโมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร กับ หน่วยร้อยละโดยปริมาตร ซึ่งการเปลี่ยนหน่วยนี้สามารถเขียนเป็นสูตรลัดได้ ดังนี้

$$\text{mol/dm}^3 = \frac{10 \times d \times \%}{\text{MW}}$$

เมื่อ d คือ ความหนาแน่นของสารละลาย

MW คือ มวลโมเลกุลของตัวละลาย

% คือ ร้อยละโดยปริมาตรของสารละลาย

- การเปลี่ยนหน่วยความเข้มข้นระหว่างหน่วยโมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร กับ หน่วยร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร ซึ่งการเปลี่ยนหน่วยนี้สามารถเขียนเป็นสูตรลัดได้ ดังนี้

$$\text{mol/dm}^3 = \frac{10 \times \%}{\text{MW}}$$

เมื่อ MW คือ มวลโมเลกุลของตัวละลาย

% คือ ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรของสารละลาย

3. ครูให้นักเรียนฝึกคำนวณการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นโดยใช้สูตรลัด ดังนี้

1) น้ำส้มสายชูเข้มข้นร้อยละ 8 โดยปริมาตร หากกรดแอสिटิกมีความหนาแน่น 1.08 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร น้ำส้มสายชูจะมีความเข้มข้นกี่โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร (กำหนดให้ มวลอะตอมของ C = 12 H = 1 และ O = 16)

$$\text{(แนวตอบ : \% = 8 v/v} \quad d = 1.08 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{MW ของ } \text{CH}_3\text{COOH} = (12 \times 2) + (16 \times 2) + 4 = 60$$

$$\begin{aligned} \text{mol/dm}^3 &= \frac{10 \times d \times \%}{\text{MW}} \\ &= \frac{10 \times 1.08 \times 8}{60} \\ &= 1.44 \end{aligned}$$

ดังนั้น สารละลายมีความเข้มข้น 1.44 โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร)

2) สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.2 โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร จะมีความเข้มข้นในหน่วยร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรเท่าใด (กำหนดให้ มวลอะตอมของ Na = 23 และ Cl = 35.5)

$$\text{(แนวตอบ : mol/dm}^3 = 0.2$$

$$\text{MW ของ NaCl} = 23 + 35.5 = 58.5$$

$$\begin{aligned} \text{mol/dm}^3 &= \frac{10 \times \%}{\text{MW}} \\ \text{ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร} &= \frac{\text{mol/dm}^3 \times \text{MW}}{10} \\ &= \frac{0.2 \times 58.5}{10} \\ &= 1.17 \end{aligned}$$

ดังนั้น สารละลายโซเดียมคลอไรด์จะมีความเข้มข้นร้อยละ 1.17 โดยมวลต่อปริมาตร)

3) สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เข้มข้น 15 โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร มีความหนาแน่น 1.19 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร จะมีความเข้มข้นร้อยละเท่าใดโดยมวล (กำหนดให้ มวลอะตอมของ H = 1 และ Cl = 35.5)

$$\text{(แนวตอบ : mol/dm}^3 = 15 \quad d = 1.19 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{MW ของ HCl} = 1 + 35.5 = 36.5$$

$$\begin{aligned} \text{mol/dm}^3 &= \frac{10 \times d \times \%}{\text{MW}} \\ \text{ร้อยละโดยมวล} &= \frac{\text{mol/dm}^3 \times \text{MW}}{10 \times d} \\ &= \frac{15 \times 36.5}{10 \times 1.19} \\ &= 46.01 \end{aligned}$$

ดังนั้น สารละลายกรดไฮโดรคลอริกนี้ จะมีความเข้มข้นร้อยละ 46.01 โดยมวล)

**ขยายความเข้าใจ (Expand)**

1. ครูให้นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ ดังนี้ ร้อยละ (percentage) โมลาริตี (molarity) โมแลลิตี (molality) เศษส่วนโมล (mole fraction) ส่วนในล้านส่วน (parts per million) และส่วนในพันล้านส่วน (parts per billion) จากหนังสือในห้องสมุด จากเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือ แล้วสรุปเป็นใบความรู้ส่งครูผู้สอน จากนั้นเลือกตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และอภิปรายร่วมกัน

2. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2

**ตรวจสอบผล (Evaluate)**

1. ครูตรวจสอบผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และการร่วมกันทำผลงาน
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
4. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอเรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย
5. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นขยายความเข้าใจ

**สื่อ/แหล่งการเรียนรู้****1 สื่อการเรียนรู้**

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สารละลาย
- 2) แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สารละลาย
- 3) PowerPoint เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย

**2 แหล่งการเรียนรู้**

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

## บันทึกผลหลังการสอน

ผลการเรียนรู้

ด้านความรู้และด้านกระบวนการ

.....  
.....  
.....  
.....

ปัญหาหรืออุปสรรค

.....  
.....  
.....  
.....

ข้อเสนอแนะแนวทางการแก้ไข

.....  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสิริมาส น้อยแก้ว)

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สารละลาย เรื่อง การเตรียมสารละลาย  
รหัสวิชา ว31222 รายวิชาเคมีเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 เวลา 5 ชั่วโมง

---

### มาตรฐานการเรียนรู้

3. เข้าใจหลักการปฏิบัติการณ์เคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

### ผลการเรียนรู้

อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตีและปริมาตรของสารละลายตามที่กำหนด

### สาระสำคัญ

การเตรียมสารละลายสามารถทำได้โดยการเตรียมจากสารบริสุทธิ์และเตรียมจากสารละลายเข้มข้น

### สาระการเรียนรู้

การเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายตามที่กำหนด ทำได้โดยการละลายตัวละลายที่เป็นสารบริสุทธิ์ในตัวทำละลาย หรือนำสารละลายที่มีความเข้มข้นมาเจือจางด้วยตัวทำละลาย โดยปริมาณของสารที่ใช้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายที่ต้องการ

### จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ความเข้าใจ

1. อธิบายวิธีการเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรตามที่ต้องการได้ (K)
2. คำนวณและเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรตามที่ต้องการได้ (P)
3. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (P)
4. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง (P)
5. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)
6. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)



### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน/สมรรถนะของศตวรรษที่ 21

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
  - 1) ทักษะการสังเกต
  - 2) ทักษะการสำรวจค้นหา
  - 3) ทักษะการวิเคราะห์
  - 4) ทักษะการทดลอง
  - 5) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
  - 6) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป
3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

### คำถามสำคัญ

การเตรียมสารละลายมีวิธีอย่างไร

### ชิ้นงาน/ภาระงาน

- แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สารละลาย
- การนำเสนอ

### การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม			
1) การเตรียมสารละลาย	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

### เกณฑ์การประเมิน

#### 1. ด้านความรู้

ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	1 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 100 % 0.5 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 50 %

#### 2. ด้านทักษะกระบวนการ

ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	1 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 100 % 0.5 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 50 %

#### 3. เกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

การวัด	คะแนน/ความหมาย	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านคุณลักษณะตั้งใจใฝ่เรียนรู้และแสวงหาความรู้ สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ	3=พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	จัดบันทึกข้อมูล สรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ มีความกระตือรือร้นตลอดเวลา
	2= พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบางครั้ง	จัดบันทึกข้อมูล สรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบบ้าง มีความกระตือรือร้นบางครั้ง
	1=พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	จัดบันทึกข้อมูล มีความกระตือรือร้นน้อย

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

#### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการทำใบงานอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

#### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของสารละลายได้อย่างเข้าใจ

### 3. มีความภูมิใจในตัวเอง

นำหลักการของการสารละลายมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

### 4. เจือใจความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์ของสารละลายที่เกี่ยวข้อง

### 5. เจือใจคุณธรรม

นักเรียนมีตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ให้กับเพื่อนๆ

### บูรณาการการใช้ห้องสมุด

นักเรียนใช้เวลาว่างนอกเหนือจากชั่วโมงสอนในการแสวงหาความรู้จากแหล่งอื่นๆ เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต เป็นต้น

### บูรณาการสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม

นักเรียนนำหลักคุณธรรมนำมาปฏิบัติตนจนเป็นนิสัยความประพฤติดีงาม การรู้จักไตร่ตรองว่าอะไรควรทำไม่ควรทำ อีกทั้งปฏิบัติตนด้วยความซื่อสัตย์ เสียสละ และ มีความรับผิดชอบ

### กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นนำ

ชั่วโมงที่ 1

### กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูยกตัวอย่างสารละลายชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ เช่น สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 โมลาร์ สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 6 โมลาร์ เป็นต้น แล้วตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียนดังนี้

1) นักเรียนคิดว่า สารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่ครูยกตัวอย่างมานี้มีสิ่งใดแตกต่างกัน

*(แนวตอบ : สารละลายกรดไฮโดรคลอริกทั้งสองมีความเข้มข้นแตกต่างกัน)*

2) นักเรียนคิดว่า สารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันนี้ จะสามารถทำให้มีความเข้มข้นเท่ากันได้หรือไม่

*(แนวตอบ : พิจารณาคำตอบของนักเรียน โดยอยู่ในดุลยพินิจของครูผู้สอน โดยมีแนวตอบคือ สามารถทำสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้นมากกว่าให้เจือจางลง โดยการเติมตัวทำละลาย และทำสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้นน้อยกว่าให้เข้มข้นขึ้น โดยการระเหยตัวทำละลาย)*

3) นักเรียนคิดว่า ยังสามารถเตรียมสารละลายด้วยวิธีอื่นได้อีกหรือไม่

(แนวตอบ : นักเรียนอาจจะไม่ทราบคำตอบที่ถูกต้อง ครูอาจไม่ต้องเฉลย เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนต่อไป)

## ขั้นสอน

### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูตั้งคำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมว่า สารละลายชนิดหนึ่งสามารถเปลี่ยนความเข้มข้นได้หรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : ความเข้มข้นของสารละลายสามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยการเติมตัวทำละลายเพื่อทำให้สารละลายเจือจางลง หรือระเหยตัวทำละลายออกเพื่อทำให้สารละลายเข้มข้นขึ้น)

2. ครูเปิดสื่อการสอนเกี่ยวกับการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์และการเตรียมสารละลายจากสารละลายเข้มข้นจากแหล่งข้อมูลสารสนเทศให้นักเรียนดู เช่น

- <https://www.youtube.com/watch?v=2uHxgYpvjGI>
- <https://www.youtube.com/watch?v=ovdA0OpvT4A>
- <https://www.youtube.com/watch?v=b5ICKJpuJaQ>

เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในบทเรียน และได้รับความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการเตรียมสารละลายก่อนเริ่มเรียนเนื้อหาและลงมือทำการทดลองจริงในคาบเรียนต่อ ๆ ไป

## ชั่วโมงที่ 2

### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยคละความสามารถทางวิทยาศาสตร์ แล้วศึกษาเรื่อง การเตรียมสารละลาย จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 40-44 หรือจาก PPT จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับการเตรียมสารละลายว่ามีวิธีการใดบ้าง และต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

2. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันตอบ ดังนี้

1) ถ้าต้องการเตรียมสารละลายน้ำเชื่อมจากน้ำตาลทรายให้ความเข้มข้นตามที่ต้องการ จะต้องทำอย่างไร

(แนวตอบ : คำนวณปริมาณน้ำตาลที่ต้องการใช้ แล้วชั่งน้ำตาลให้ได้ตามที่ต้องการ จากนั้นนำมาละลายน้ำและเติมน้ำจนได้ปริมาตรที่ต้องการ ก็จะได้สารละลายน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นตามที่ต้องการ)

2) ถ้าต้องการเตรียมสารละลายน้ำเชื่อมให้ความเข้มข้นตามที่ต้องการ โดยเตรียมจากสารละลายน้ำเชื่อมเข้มข้น จะต้องทำอย่างไร

(แนวตอบ : เปิดตอร์กละลายน้ำเชื่อมเข้มข้นตามปริมาณที่ต้องการใช้ จากนั้นนำเติมน้ำจนได้ปริมาตรที่ต้องการ ก็จะได้สารละลายน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นตามที่ต้องการ)

3) นักเรียนทราบหรือไม่ว่า การเตรียมสารละลายต้องคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง

(แนวตอบ : ต้องคำนึงถึงการคำนวณ การชั่งมวลสารให้ถูกต้องแม่นยำ การนำสารมาละลาย  
น้ำให้ได้ปริมาตรตามต้องการ)

### ชั่วโมงที่ 3

#### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วทำการทดลองเรื่อง การเตรียมสารละลาย จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 44-46
2. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้
  - สมาชิกคนที่ 1 : ทำหน้าที่เตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ
  - สมาชิกคนที่ 2 : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
  - สมาชิกคนที่ 3 : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
  - สมาชิกคนที่ 4 และ 5 : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง
3. ครูให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง
4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

#### อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้
  - 2) ในการเตรียมสารละลายมีการใช้อุปกรณ์ใดบ้าง  
(แนวตอบ : เครื่องชั่ง ขวดวัดปริมาตร ปีกเกอร์ ปิเปตต์ ลูกยาง แท่งแก้วคนสาร กรวยกรอง ขวดน้ำกลั่น หลอดหยด)
  - 2) ในการเตรียมสารละลายจากสารละลายเข้มข้น เพราะเหตุใดจึงต้องใช้ปิเปตต์ในการตวงปริมาตรของสารละลาย  
(แนวตอบ : การใช้ปิเปตต์ในการตวงปริมาตรจะทำให้ได้ปริมาตรใกล้เคียงกับค่าที่ถูกต้องมากกว่าการใช้กระบอกตวง หรือปีกเกอร์)
  - 3) การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ที่เป็นของแข็งกับการเตรียมสารละลายจากสารละลายเข้มข้นมีวิธีการเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร  
(แนวตอบ : ต่างกัน โดยการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ที่เป็นของแข็งต้องคำนวณมวลที่ต้องการใช้และชั่งสารให้ได้มวลตามที่คำนวณ แล้วนำมาละลายในน้ำให้ได้ปริมาตรตามต้องการ ส่วนวิธีการเตรียมสารละลายจากสารละลายเข้มข้น ทำได้โดยนำสารละลายเข้มข้นและมีปริมาตรตามที่ได้จาก

การคำนวณ มาเติมตัวทำละลายเพิ่มจนได้ปริมาตรและความเข้มข้นตามต้องการ โดยใช้อุปกรณ์วัดปริมาตรที่เหมาะสม)

#### ชั่วโมงที่ 4

#### อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูอาจถามคำถามต่อยอดจากการทดลองที่นักเรียนได้ร่วมกันทำไปในคาบเรียนที่แล้ว โดยตั้งคำถาม เช่น

1) จากการทดลองในตอนต้นที่ 1 ถ้าต้องการเตรียมสารละลาย NaCl เข้มข้น  $0.25 \text{ mol/dm}^3$  ปริมาตร  $500 \text{ cm}^3$  จะต้องชั่ง NaCl มากี่กรัม

(แนวตอบ : สารละลาย NaCl เข้มข้น  $0.25 \text{ mol/dm}^3$  หมายความว่า

$$\begin{array}{l} \text{สารละลาย } 1000 \text{ cm}^3 \text{ มี NaCl ละลายอยู่ } 0.25 \text{ mol} \\ \text{สารละลาย } 500 \text{ cm}^3 \text{ มี NaCl ละลายอยู่ } \frac{0.25 \times 500}{1000} \text{ mol} \\ = 0.125 \times 58.5 \text{ g} \\ = 7.3125 \text{ g} \end{array}$$

ดังนั้น ต้องใช้ NaCl จำนวน 7.3125 กรัม)

2) จากการทดลองในตอนต้นที่ 2 ถ้าต้องการเตรียมสารละลาย  $\text{CuSO}_4$  เข้มข้น  $0.005 \text{ mol/dm}^3$  ปริมาตร  $200 \text{ cm}^3$  จากสารละลาย  $\text{CuSO}_4$  ที่เตรียมได้ในตอนต้นที่ 2 จะต้องทำอย่างไร

(แนวตอบ : สารละลาย  $\text{CuSO}_4$  ที่เตรียมได้ในตอนต้นที่ 2 มีความเข้มข้น  $0.01 \text{ mol/dm}^3$

สารละลาย  $\text{CuSO}_4$  เข้มข้น  $0.005 \text{ mol/dm}^3$  หมายความว่า

$$\begin{array}{l} \text{สารละลาย } 1000 \text{ cm}^3 \text{ มี } \text{CuSO}_4 \text{ ละลายอยู่ } 0.005 \text{ mol} \\ \text{สารละลาย } 200 \text{ cm}^3 \text{ มี } \text{CuSO}_4 \text{ ละลายอยู่ } \frac{0.005 \times 200}{1000} \text{ mol} \\ = 0.001 \text{ mol} \end{array}$$

สารละลาย  $\text{CuSO}_4$  เข้มข้น  $0.01 \text{ mol/dm}^3$  หมายความว่า

$$\begin{array}{l} \text{สารละลาย } 0.01 \text{ mol} \text{ ในสารละลาย } 1000 \text{ cm}^3 \\ \text{สารละลาย } 0.001 \text{ cm}^3 \text{ ในสารละลาย } \frac{1000 \times 0.001}{0.01} \text{ cm}^3 \\ = 100 \text{ cm}^3 \end{array}$$

ดังนั้น ต้องนำสารละลาย  $\text{CuSO}_4$  เข้มข้น  $0.01 \text{ mol/dm}^3$  มาจำนวน  $100 \text{ cm}^3$  แล้วเติมน้ำอีก  $100 \text{ cm}^3$  จะได้สารละลาย  $\text{CuSO}_4$  เข้มข้น  $0.005 \text{ mol/dm}^3$ )

2. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยละความสามารทางวิทยาศาสตร์ แล้วฝึกทำโจทย์เกี่ยวกับการเตรียมสารละลายจากตัวอย่างที่ 5.22-5.25 จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 47-49 จากนั้นสุ่มนักเรียน 4 คู่ ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

## ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน โดยในแต่ละกลุ่มจะต้องประกอบด้วยนักเรียนเก่ง นักเรียนปานกลาง และนักเรียนอ่อน แล้วทำใบสรุปความรู้ เรื่อง การเตรียมสารละลาย โดยให้แต่ละกลุ่มเลือกสารบริสุทธิ์มา 1 ชนิด ที่ไม่ใช่ NaCl และ  $\text{CuSO}_4$  แล้วดำเนินการเขียนขั้นตอนการเตรียมสารละลายตามความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการ จากนั้นเลือกตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และอภิปรายร่วมกัน
2. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2

## ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และการร่วมกันทำผลงาน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
3. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอเรื่อง การเตรียมสารละลาย
4. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นขยายความเข้าใจ

## สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

## 1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สารละลาย
- 2) แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สารละลาย
- 3) PowerPoint เรื่อง การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์

## 2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

บันทึกผลหลังการสอน

ผลการเรียนรู้

.....  
.....  
.....  
.....

ปัญหาหรืออุปสรรค

.....  
.....  
.....  
.....

ข้อเสนอแนะแนวทางการแก้ไข

.....  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสิริมาศ น้อยแก้ว)

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....



## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สารละลาย เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย  
รหัสวิชา ว31222 รายวิชาเคมีเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 เวลา 6 ชั่วโมง

### มาตรฐานการเรียนรู้

3. เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

### ผลการเรียนรู้

เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย

### สาระสำคัญ

สารละลายมีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งแตกต่างจากสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลาย

### สาระการเรียนรู้

สารละลายมีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งแตกต่างไปจากสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลายในสารละลาย โดยสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับปริมาณของตัวละลายในตัวทำละลาย และชนิดของตัวทำละลาย

### จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ความเข้าใจ

1. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายกับตัวทำละลายที่เป็นสารบริสุทธิ์ได้ (K)
2. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายชนิดเดียวกันที่มีตัวละลายต่างชนิดกันในตัวทำละลายชนิดเดียวกันและมีความเข้มข้นเท่ากันได้ (K)
3. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันได้ (K)
4. บอกความหมายของค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด ( $K_b$ ) และค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็ง ( $K_f$ ) ได้ (K)
5. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (P)
6. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง (P)

7. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)
8. รับผิดชอบต่อน้ำที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน/สมรรถนะของศตวรรษที่ 21

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
  - 1) ทักษะการสังเกต
  - 2) ทักษะการสำรวจค้นหา
  - 3) ทักษะการวิเคราะห์
  - 4) ทักษะการทดลอง
  - 5) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
  - 6) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป
3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

### คำถามสำคัญ

สารละลายมีสมบัติแตกต่างจากสารบริสุทธิ์อย่างไร

### ชิ้นงาน/ภาระงาน

- แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สารละลาย
- การนำเสนอ

### การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม			
1) สมบัติบางประการของสารละลาย	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
7.2 การประเมินหลังเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สารละลาย	ตรวจแบบทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ประเมินตามสภาพจริง

### เกณฑ์การประเมิน

#### 1. ด้านความรู้

ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	1 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 100 % 0.5 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 50 %

#### 2. ด้านทักษะกระบวนการ

ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	1 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 100 % 0.5 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 50 %

#### 3. เกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

การวัด	คะแนน/ความหมาย	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านคุณลักษณะตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ	3=พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	จัดบันทึกข้อมูล สรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ มีความกระตือรือร้นตลอดเวลา
	2= พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบางครั้ง	จัดบันทึกข้อมูล สรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบบ้าง มีความกระตือรือร้นบางครั้ง

	1=พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	จัดบันทึกข้อมูล มีความกระตือรือร้นน้อย
--	------------------------------	--

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

#### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการทำใบงานอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

#### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของสมบัติบางประการของสารละลายได้อย่างเข้าใจ

#### 3. มีความภูมิกันในตัวที่ดี

นำหลักการของสมบัติบางประการของสารละลายมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

#### 4. เงื่อนไขความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์ของสมบัติบางประการของสารละลายที่เกี่ยวข้อง

#### 5. เงื่อนไขคุณธรรม

นักเรียนมีตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ให้กับเพื่อนๆ

### บูรณาการการใช้ห้องสมุด

นักเรียนใช้เวลาว่างนอกเหนือจากชั่วโมงสอนในการแสวงหาความรู้จากแหล่งอื่นๆ เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต เป็นต้น

### บูรณาการสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม

นักเรียนนำหลักคุณธรรมนำมาปฏิบัติตนจนเป็นนิสัยความประพฤติดีงาม การรู้จักไตร่ตรองว่าอะไรควรทำไม่ควรทำ อีกทั้งปฏิบัติตนด้วยความซื่อสัตย์ เสียสละ และ มีความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนเอง

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย โดยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียน ดังนี้

1) ให้นักเรียนยกตัวอย่างสารละลายที่รู้จักในชีวิตประจำวัน

(แนวตอบ : ตัวอย่างเช่น น้ำเกลือ น้ำเชื่อม น้ำอัดลม อากาศ เป็นต้น)

2) นักเรียนทราบหรือไม่ว่า สารละลายดังกล่าวมีสารชนิดใดเป็นตัวทำละลายและตัวละลาย

(แนวตอบ : น้ำเกลือมีน้ำเป็นตัวทำละลาย และเกลือเป็นตัวละลาย น้ำเชื่อมมีน้ำเป็นตัวทำละลายและน้ำตาลเป็นตัวละลาย น้ำอัดลมมีน้ำเป็นตัวทำละลาย และมีน้ำตาล แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ สีผสมอาหาร และส่วนผสมอื่น ๆ เป็นตัวละลาย)

3) นักเรียนทราบหรือไม่ว่า แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารละลายและสารบริสุทธิ์ซึ่งเป็นตัวทำละลายของสารละลายนั้นต่างกันหรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : ต่างกัน สารละลายมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของตัวละลายและตัวทำละลาย ส่วนสารบริสุทธิ์ซึ่งเป็นตัวทำละลายของสารละลายมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของตัวทำละลายเท่านั้น)

4) แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารมีผลต่อจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารหรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : ถ้าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคสูง จะส่งผลให้สารมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูง)

5) นักเรียนคิดว่า สารละลายและสารบริสุทธิ์ซึ่งเป็นตัวทำละลายของสารละลายนั้นจะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : แตกต่างกัน โดยสารละลายจะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูงกว่าสารบริสุทธิ์ซึ่งเป็นตัวทำละลายของสารละลายนั้น เพราะสารละลายมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคสูงกว่าสารบริสุทธิ์ซึ่งเป็นตัวทำละลายของสารละลายนั้น)

2. ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในบทเรียน ก่อนเริ่มเรียนเนื้อหาและลงมือทำการทดลองจริง โดยเกริ่นนำเกี่ยวกับสมบัติคอลลิเกทีฟ แล้วถามนักเรียนว่า นักเรียนรู้จักสมบัติคอลลิเกทีฟหรือไม่ และสมบัติคอลลิเกทีฟมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหรือไม่ อย่างไร แล้วให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น ซึ่งคำตอบของนักเรียนอาจเป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้อง โดยนักเรียนจะทราบคำตอบที่ถูกต้อง เมื่อได้เรียนเนื้อหาในคาบเรียนต่อไป

### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยในกลุ่มต้องประกอบด้วยเด็กเก่ง เด็กปานกลาง และเด็กอ่อน แล้วทำการทดลอง ตอนที่ 1 เรื่อง การหาจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 50-51
2. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้
  - สมาชิกคนที่ 1 : ทำหน้าที่เตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ
  - สมาชิกคนที่ 2 : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
  - สมาชิกคนที่ 3 : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
  - สมาชิกคนที่ 4 และ 5 : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง
3. ครูให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง
4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

### อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง ซึ่งควรได้ข้อสรุป ดังนี้
  - จุดเดือดของสารละลายสูงกว่าจุดเดือดของสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลาย
  - สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน ไม่ว่าตัวละลายจะเป็นสารใด ถ้ามีความเข้มข้นในหน่วยโมลต่อกิโลกรัม (โมแลล) เท่ากัน จะมีจุดเดือดเท่ากัน โดยตัวละลายจะต้องเป็นสารที่ระเหยยากและไม่แตกตัวเป็นไอออน
  - สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน สารละลายที่มีความเข้มข้นในหน่วยหน่วยโมลต่อกิโลกรัม (โมแลล) มากกว่าจะมีจุดเดือดสูงกว่า

### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามเดิมเหมือนชั่วโมงที่แล้ว จากนั้นทำการทดลอง ตอนที่ 2 เรื่อง การหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 50-51
2. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้
  - สมาชิกคนที่ 1 : ทำหน้าที่เตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ

- สมาชิกคนที่ 2 : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
  - สมาชิกคนที่ 3 : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
  - สมาชิกคนที่ 4 และ 5 : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง
3. ครูให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง
  4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

### อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง ซึ่งควรได้ข้อสรุป ดังนี้
  - สารบริสุทธิ์จะมีช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวแคบกว่าสารละลายที่มีสารบริสุทธิ์นั้นเป็นตัวทำละลาย
  - สารบริสุทธิ์จะมีจุดหลอมเหลวสูงกว่าสารละลายที่มีสารบริสุทธิ์นั้นเป็นตัวทำละลาย
  - สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน สารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่าจะมีจุดหลอมเหลวน้อยกว่าสารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า

## ชั่วโมงที่ 4

### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาเรื่อง การเพิ่มขึ้นของจุดเดือดของสารละลาย และการลดลงของจุดเยือกแข็งของสารละลาย จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 52-56 หรือจาก PPT
2. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยละความสามารถทางวิทยาศาสตร์ แล้วฝึกทำโจทย์เกี่ยวกับการเตรียมสารละลายจากตัวอย่างที่ 5.26-5.32 จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 56-59 จากนั้นสุ่มนักเรียน 7 คู่ ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ
3. ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายสรุปความรู้ เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย จุดเดือดและจุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งของสารละลายและสารบริสุทธิ์

## ชั่วโมงที่ 5

### อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่องสมบัติบางประการของสารละลาย เช่น
  - 1) จากการทดลอง การหาจุดเดือดของสารบริสุทธิ์และสารละลาย สารละลายและสารบริสุทธิ์มีจุดเดือดเหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร

(แนวตอบ : ต่างกัน สารละลายจะมีจุดเดือดที่สูงกว่าสารบริสุทธิ์)

2) จากการทดลองหาจุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งของสารบริสุทธิ์กับสารละลาย เหมือนหรือต่างกัน อย่างไร

(แนวตอบ : จุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งของสารละลายจะต่ำกว่าจุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งของตัวทำละลายบริสุทธิ์)

3) สมบัติคอลลิเกทีฟคืออะไร

(แนวตอบ : สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน ถ้ามีความเข้มข้นเป็นโมแลลเท่ากัน จะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวเท่ากัน แต่ถ้ามีความเข้มข้นแตกต่างกัน จะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวไม่เท่ากัน โดยไม่ขึ้นกับชนิดของตัวละลาย แต่ขึ้นกับชนิดของตัวทำละลาย)

2. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมา และจากการทำการทดลอง ยังมีส่วนใดที่นักเรียนสงสัยหรือไม่ หากมีข้อสงสัยใด ให้ครูอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจ

3. ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากหัวข้อที่เรียนมา และจากการทำการทดลอง และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

ขั้นสรุป

ชั่วโมงที่ 6

### ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน แล้วศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับสมบัติคอลลิเกทีฟและการนำสมบัติคอลลิเกทีฟมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ จากนั้นสรุปเป็นใบความรู้ส่งครูผู้สอน

2. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2

3. ครูให้นักเรียนทำผังมโนทัศน์สรุปความรู้เรื่อง สารละลาย

4. ครูให้นักเรียนอ่าน summary ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สารละลาย เพื่อเป็นการทบทวนความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมา

5. ครูให้นักเรียนทำ Self Check จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 61 เพื่อตรวจสอบตนเอง

6. ครูให้นักเรียนทำ Unit Question 5 จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 62-63

7. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

### ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และการร่วมกันทำผลงาน

2. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด

3. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอเรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย

4. ครูตรวจสอบผลจากการทำ Self Check



5. ครูตรวจสอบผลจากการทำ Unit Question 5
6. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
7. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากชั้นขยายความเข้าใจ

## สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

### 1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สารละลาย
- 2) แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สารละลาย
- 3) PowerPoint เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย (สมบัติคอลลิเกทีฟ)

### 2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

บันทึกผลหลังการสอน

ผลการเรียนรู้

.....  
.....  
.....  
.....

ปัญหาหรืออุปสรรค

.....  
.....  
.....  
.....

ข้อเสนอแนะแนวทางการแก้ไข

.....  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสิริมาศ น้อยแก้ว)

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 5

### สารละลาย

เวลา 17 ชั่วโมง

#### 1. ผลการเรียนรู้

เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

5. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ

6. อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรสารละลายตามที่กำหนด

7. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย

#### 2. สาระการเรียนรู้

##### 2.1 สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

1) สารที่พบในชีวิตประจำวันจำนวนมากอยู่ในรูปของสารละลาย การบอกปริมาณของสารในสารละลายสามารถบอกเป็นความเข้มข้นในหน่วยร้อยละส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมลลิตี และเศษส่วนโมล

2) การเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายตามที่กำหนด ทำได้โดยการละลายตัวละลายที่เป็นสารบริสุทธิ์ในตัวทำละลาย หรือนำสารละลายที่มีความเข้มข้นมาเจือจางด้วยตัวทำละลาย โดยปริมาณของสารที่ใช้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายที่ต้องการ

3) สารละลายมีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งแตกต่างไปจากสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลายในสารละลาย โดยสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับปริมาณของตัวละลายในตัวทำละลาย และชนิดของตัวทำละลาย

##### 2.2 สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

(พิจารณาตามหลักสูตรสถานศึกษา)

#### 3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

การบอกปริมาณของสารในสารละลายสามารถบอกเป็นความเข้มข้น

การเตรียมสารละลายสามารถทำได้โดยการเตรียมจากสารบริสุทธิ์และเตรียมจากสารละลายเข้มข้น

สารละลายมีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งแตกต่างจากสารบริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำละลาย

#### 4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสำรวจค้นหา 3) ทักษะการวิเคราะห์ 4) ทักษะการทดลอง 5) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 6) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

#### 5. ชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

ใบสรุปความรู้ เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย

ใบสรุปความรู้ เรื่อง สมบัติคอลลิเกทีฟ

#### 6. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน (รวบยอด)	- ตรวจสอบใบสรุปความรู้ เรื่อง ความเข้มข้น ของสารละลาย - ตรวจสอบใบสรุปความรู้ เรื่องสมบัติคอลลิเกทีฟ	- แบบประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน - แบบประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์ ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6.2 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบ ก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สารละลาย	ตรวจแบบทดสอบ ก่อนเรียน	แบบทดสอบก่อนเรียน	ประเมินตามสภาพจริง
6.3 การประเมินระหว่าง การจัดกิจกรรม 1) ความเข้มข้นของ สารละลาย	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
2) การเตรียมสารละลาย	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์
3) สมบัติบางประการของสารละลาย	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์
4) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
7) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัยใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6.4 การประเมินหลังเรียน - แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สารละลาย	ตรวจสอบแบบทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์

## 7. กิจกรรมการเรียนรู้

- แผนฯ ที่ 1 : ความเข้มข้นของสารละลาย  
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 6 ชั่วโมง
- แผนฯ ที่ 2 : การเตรียมสารละลาย  
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 5 ชั่วโมง
- แผนฯ ที่ 3 : สมบัติบางประการของสารละลาย  
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 6 ชั่วโมง

## 8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

### 8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สารละลาย
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สารละลาย
- 3) PowerPoint เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย
- 4) PowerPoint เรื่อง การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์
- 5) PowerPoint เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย (สมบัติคอลลีเกทิว)

### 8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

## แบบทดสอบก่อนเรียน

### หน่วยการเรียนรู้ที่ 5

**คำชี้แจง :** ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. สารละลายที่ประกอบด้วย  $C_2H_5OH$  20.0 กรัม ละลายในสารละลาย 125 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะมีความเข้มข้นกี่โมลาร์
  1. 1.6
  2. 2.4
  3. 3.2
  4. 4.0
  5. 4.8
2. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายกลูโคส ( $C_6H_{12}O_6$ ) เข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวล จำนวน 500 กรัม จะต้องใช้ตัวละลายกี่กรัม
  1. 5
  2. 10
  3. 50
  4. 100
  5. 500
3. จงคำนวณหาเศษส่วนโมลของแต่ละองค์ประกอบในสารละลายที่ประกอบด้วย  $H_2O$  9.0 กรัม  $CH_3COOH$  120.0 กรัม และ  $C_2H_5OH$  115.0 กรัม ตามลำดับ
  1. 0.1
  - 0.4
  - 0.5
  2. 0.1
  - 0.5
  - 0.4
  3. 0.4
  - 0.1
  - 0.5
  4. 0.4
  - 0.5
  - 0.1
  5. 0.5
  - 0.4
  - 0.1
4. ในการเจือจางสารละลาย  $H_2SO_4$  เข้มข้น 0.6 โมลาร์ จำนวน 20.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ให้มีความเข้มข้นเป็น 0.1 โมลาร์ จะต้องเติมน้ำลงไปกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร
  1. 25
  2. 50
  3. 75
  4. 100
  5. 150
5. ต้องชั่งสารละลาย  $NaCl$  เข้มข้นร้อยละ 5.0 โดยมวล ปริมาณกี่กรัม จึงจะได้เนื้อ  $NaCl$  จำนวน 3.2 กรัม อยู่ในสารละลายนี้
  1. 24
  2. 32
  3. 48
  4. 56
  5. 64
6. จงคำนวณหาจุดเยือกแข็งของสารละลายที่ประกอบด้วยสารประกอบชนิดหนึ่งหนัก 2.0 กรัม ที่มีมวลโมเลกุล 125 ในการบูร 50.0 กรัม (จุดเยือกแข็งของการบูรบริสุทธิ์ =  $178.4^\circ C$  มี  $K_f = 40.0^\circ C/m$ )
  1. 178.4
  2. 180.3
  3. 183.5
  4. 187.1
  5. 191.2
7. สารละลาย  $NaOH$  มีความหนาแน่น 1.20 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 100.0 กรัม จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร
  1. 76.7
  2. 79.5
  3. 81.4
  4. 83.3
  5. 85.2
8. ต้องใช้สารละลาย  $Pb(NO_3)_2$  เข้มข้น 2.00 โมลาร์ ปริมาตรกี่มิลลิกรัม จึงจะได้ปริมาณ  $Pb^{2+}$  จำนวน 600.0 มิลลิกรัม
  1. 1.123
  2. 1.456
  3. 1.567
  4. 1.776
  5. 1.869
9. ลูกเหม็นมีจุดเยือกแข็ง  $178.4^\circ C$  มี  $K_f = 40.0^\circ C/m$  จงหาว่าจุดเยือกแข็งของสารละลายจะลดลงเท่าใด ถ้ามีสาร A ( $M_w = 125g/mol$ ) 1.50 กรัม ละลายอยู่ในลูกเหม็น 35.0 กรัม
  1.  $11.5^\circ C$
  2.  $12.3^\circ C$
  3.  $13.7^\circ C$
  4.  $14.1^\circ C$
  5.  $14.9^\circ C$
10. จะต้องใช้  $NH_4Cl$  กี่กรัม เพื่อเตรียมสารละลาย  $NH_4Cl$  เข้มข้น 2 โมลาร์ ปริมาตร 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร
  1. 16.05
  2. 17.03
  3. 18.11
  4. 19.07
  5. 19.92





แบบประเมินใบสรุปความรู้

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินชิ้นงาน/ภาระงานของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	ความสอดคล้องกับจุดประสงค์				
2	ความถูกต้องของเนื้อหา				
3	ความคิดสร้างสรรค์				
4	ความตรงต่อเวลา				
รวม					

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน  
 ...../...../.....

เกณฑ์การประเมินใบสรุปความรู้

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ความสอดคล้องกับจุดประสงค์	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์ทุกประเด็น	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เป็นส่วนใหญ่	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์บางประเด็น	ผลงานไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องครบถ้วน	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องบางประเด็น	เนื้อหาสาระของผลงานไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
3. ความคิดสร้างสรรค์	ผลงานแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ แปลกใหม่ และเป็นระบบ	ผลงานแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ แปลกใหม่ แต่ยังไม่เป็นระบบ	ผลงานมีความน่าสนใจ แต่ยังไม่มีความคิดแปลกใหม่	ผลงานไม่มีความน่าสนใจ และไม่แสดงถึงแนวคิดแปลกใหม่
4. ความตรงต่อเวลา	ส่งชิ้นงานภายในเวลาที่กำหนด	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 1 วัน	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 2 วัน	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 3 วันขึ้นไป

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-16	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

### แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

**คำชี้แจง :** ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	ความถูกต้องของเนื้อหา	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	ความคิดสร้างสรรค์	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	วิธีการนำเสนอผลงาน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	การนำไปใช้ประโยชน์	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	การตรงต่อเวลา	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>รวม</b>				

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน  
...../...../.....

#### เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินสมบูรณ์ชัดเจน	ให้ 3	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินเป็นส่วนใหญ่	ให้ 2	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินบางส่วน	ให้ 1	คะแนน

#### เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

**แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล**

**คำชี้แจง :** ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	การแสดงความคิดเห็น	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	การทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	ความมีน้ำใจ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	การตรงต่อเวลา	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>รวม</b>				

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน  
...../...../.....

**เกณฑ์การให้คะแนน**

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

**เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ**

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

### แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

**คำชี้แจง :** ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล ของนักเรียน	การแสดง ความคิดเห็น			การยอมรับ ฟังคนอื่น			การทำงาน ตามที่ได้รับ มอบหมาย			ความมี น้ำใจ			การมี ส่วนร่วมใน การ ปรับปรุง ผลงานกลุ่ม			รวม 15 คะแนน	
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1		

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน  
...../...../.....

#### เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

#### เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

## แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

**คำชี้แจง :** ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้าน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	1.1 ยินตรงเคารพธงชาติ และร้องเพลงชาติได้			
	1.2 เข้าร่วมกิจกรรมที่สร้างความสามัคคีปรองดอง และเป็นประโยชน์ต่อโรงเรียน			
	1.3 เข้าร่วมกิจกรรมทางศาสนาที่ตนนับถือ ปฏิบัติตามหลักศาสนา			
	1.4 เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับสถาบันพระมหากษัตริย์ตามที่โรงเรียนจัดขึ้น			
2. ซื่อสัตย์ สุจริต	2.1 ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง			
	2.2 ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้อง			
3. มีวินัย รับผิดชอบ	3.1 ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของครอบครัว มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน			
4. ใฝ่เรียนรู้	4.1 รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ และนำไปปฏิบัติได้			
	4.2 รู้จักจัดสรรเวลาให้เหมาะสม			
	4.3 เชื่อฟังคำสั่งสอนของบิดา-มารดา โดยไม่โต้แย้ง			
	4.4 ตั้งใจเรียน			
5. อยู่อย่างพอเพียง	5.1 ใช้ทรัพย์สินและสิ่งของของโรงเรียนอย่างประหยัด			
	5.2 ใช้อุปกรณ์การเรียนอย่างประหยัดและรู้คุณค่า			
	5.3 ใช้จ่ายอย่างประหยัดและมีการเก็บออมเงิน			
6. มุ่งมั่นในการทำงาน	6.1 มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย			
	6.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ			
7. รักความเป็นไทย	7.1 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย			
	7.2 เห็นคุณค่าและปฏิบัติตามวัฒนธรรมไทย			
8. มีจิตสาธารณะ	8.1 รู้จักช่วยพ่อแม่ ผู้ปกครอง และครูทำงาน			
	8.2 รู้จักการดูแลรักษาทรัพย์สินสมบัติและสิ่งแวดล้อมของห้องเรียนและโรงเรียน			

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน  
...../...../.....

### เกณฑ์การให้คะแนน

- พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ ให้ 3 คะแนน  
 พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง ให้ 2 คะแนน  
 พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง ให้ 1 คะแนน

### เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
51-60	ดีมาก
41-50	ดี
30-40	พอใช้
ต่ำกว่า 30	ปรับปรุง

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี เรื่อง สมการเคมี  
รหัสวิชา ว31222 รายวิชาเคมีเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 เวลา 5 ชั่วโมง

---

### มาตรฐานการเรียนรู้

3. เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะ ในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

### ผลการเรียนรู้

แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด

### สาระสำคัญ

ปฏิกิริยาเคมีเป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีสารใหม่เกิดขึ้น เขียนแสดงได้ด้วยสมการเคมี

### สาระการเรียนรู้

ปฏิกิริยาเคมีเป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีสารใหม่เกิดขึ้นจากการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมธาตุ โดยจำนวนและชนิดของอะตอมธาตุไม่เปลี่ยนแปลง ปฏิกิริยาเคมีเขียนแสดงได้ด้วยสมการเคมี ซึ่งประกอบด้วย สูตรเคมีของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ลูกศรแสดงทิศทางการเกิดปฏิกิริยา และเลขสัมประสิทธิ์ของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ที่ดุลแล้ว นอกจากนี้ อาจมีสัญลักษณ์แสดงสถานะของสาร หรือปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องในการเกิดปฏิกิริยาเคมี

การดุลสมการเคมีทำได้โดยการเติมเลขสัมประสิทธิ์หน้าสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ เพื่อให้อะตอมของธาตุในสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เท่ากัน

### จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ความเข้าใจ

1. อธิบายความหมายของสมการเคมีได้ (K)
2. เขียนและดุลสมการเคมี พร้อมทั้งแปลความหมายจากสมการเคมี เมื่อทราบสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ได้ (K)
3. ทำการทดลองและคำนวณหาอัตราส่วนจำนวนโมลของสารที่ทำปฏิกิริยากันพอดีเพื่อนำไปใช้เขียนสมการเคมีได้ (P)
4. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (P)
5. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง (P)

6. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)
7. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน/สมรรถนะของศตวรรษที่ 21

1. ความสามารถในการสื่อสาร
  - 1) ทักษะการสังเกต
  - 2) ทักษะการสำรวจค้นหา
  - 3) ทักษะการวิเคราะห์
  - 4) ทักษะการทดลอง
  - 5) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

### คำถามสำคัญ

หากต้องการทราบปริมาณสารตั้งต้นในกระบวนการผลิตสารเคมีเพื่อให้ได้ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ จำเป็นต้องทราบเกี่ยวกับอะไรบ้าง

### ชิ้นงาน/ภาระงาน

- แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- ใบงานที่ 6.1 เรื่อง สมการเคมี
- การนำเสนอ

### การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี	ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน	แบบทดสอบก่อนเรียน	ประเมินตามสภาพจริง

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
2. การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม			
1) สมการเคมี	- ตรวจใบงานที่ 6.1 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 6.1 - แบบฝึกหัด	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัยใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

### เกณฑ์การประเมิน

#### 1. ด้านความรู้

ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	1 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 100 % 0.5 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 50 %

#### 2. ด้านทักษะกระบวนการ

ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	1 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 100 % 0.5 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 50 %

#### 3. เกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

การวัด	คะแนน/ความหมาย	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านคุณลักษณะตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ	3=พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ 2= พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบางครั้ง	จดบันทึกข้อมูล สรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ มีความกระตือรือร้นตลอดเวลา จดบันทึกข้อมูล สรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบบ้าง มีความ



		กระตือรือร้นบางครั้ง
	1=พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	จดบันทึกข้อมูล มีความกระตือรือร้นน้อย

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

#### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการทำใบงานอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

#### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของสมการเคมีได้อย่างเข้าใจ

#### 3. มีความภูมิกันในตัวที่ดี

นำหลักการของสมการเคมีมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

#### 4. เจียมใจความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์ของสมการเคมีที่เกี่ยวข้อง

#### 5. เจียมใจคุณธรรม

นักเรียนมีตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ให้กับเพื่อนๆ

### บูรณาการการใช้ห้องสมุด

นักเรียนใช้เวลาว่างนอกเหนือจากชั่วโมงสอนในการแสวงหาความรู้จากแหล่งอื่นๆ เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต เป็นต้น

### บูรณาการสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม

นักเรียนนำหลักคุณธรรมนำมาปฏิบัติตนจนเป็นนิสัยความประพฤติดีงาม การรู้จักไตร่ตรองว่าอะไรควรทำไม่ควรทำ อีกทั้งปฏิบัติตนด้วยความซื่อสัตย์ เสียสละ และ มีความรับผิดชอบ

### กระบวนการจัดการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำ

#### กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดความรู้เดิมของนักเรียนก่อนเข้าสู่กิจกรรม
2. ครูถามคำถาม BIG QUESTION จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 64 ว่า สมการเคมีช่วยในการศึกษาปริมาณสัมพันธ์ได้อย่างไร

(แนวตอบ : เลขสัมประสิทธิ์ของสารแต่ละตัวในสมการเคมีสามารถนำมาใช้ในการคำนวณ ปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับมวล ความเข้มข้นของสารละลาย และปริมาตรของแก๊สได้)

3. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง สมการเคมี โดยใช้คำถามเพื่อกระตุ้น หรือนำ ภาพการเกิดปฏิกิริยาเคมีแบบต่าง ๆ ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน เช่น โลหะที่เป็นสนิม การเผาไหม้ของ เชื้อเพลิง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เป็นต้น และร่วมกันอภิปรายถึงสาเหตุการเกิดปฏิกิริยาเคมีแบบ ต่าง ๆ แล้วตั้งคำถาม ดังนี้

1) นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นแต่ละปฏิกิริยามีสารใดเป็นสารตั้งต้น และมี สารใดเป็นผลิตภัณฑ์

(แนวตอบ : พิจารณาคำตอบของนักเรียน โดยอยู่ในดุลยพินิจของครูผู้สอน โดยมีแนวตอบ เช่น

- โลหะที่เป็นสนิม สารตั้งต้น คือ โลหะ น้ำ และแก๊สออกซิเจน สารผลิตภัณฑ์ คือ สารประกอบโลหะออกไซด์

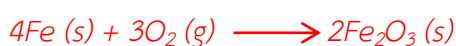
- การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง สารตั้งต้น คือ เชื้อเพลิงและแก๊สออกซิเจน สาร ผลิตภัณฑ์ คือ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำ

- การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สารตั้งต้น คือ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ สารผลิตภัณฑ์ คือ น้ำตาลกลูโคสและแก๊สออกซิเจน)

2) นักเรียนทราบหรือไม่ว่า สามารถเขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นได้ในลักษณะ ใด

(แนวตอบ : พิจารณาคำตอบของนักเรียน โดยอยู่ในดุลยพินิจของครูผู้สอน โดยมีแนวตอบ เช่น

- โลหะที่เป็นสนิม สามารถเขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาเคมีได้ ดังนี้



- การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง เช่น มีเทน สามารถเขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาเคมีได้ ดังนี้



- การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สารตั้งต้น คือ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ สารผลิตภัณฑ์ คือ น้ำตาลกลูโคสและแก๊สออกซิเจน



4. ครูให้นักเรียนแต่ละคนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคน

### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูตั้งคำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมว่า สมการเคมีกับสมการทางคณิตศาสตร์มีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : แตกต่างกัน โดยสมการเคมี หมายถึง กลุ่มสัญลักษณ์ที่เขียนแทนปฏิกิริยาเคมี เพื่อให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นในระบบ โดยประกอบด้วยสัญลักษณ์แสดงสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ และเงื่อนไขแสดงปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น พร้อมด้วยลูกศรทิศทางแสดงของปฏิกิริยา ส่วนสมการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ประโยคสัญลักษณ์ที่เชื่อมด้วยเครื่องหมายเท่ากับ (=) ซึ่งจะเป็นจริงหรือเท็จก็ได้)

2. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วทำการทดลองเรื่อง อัตราส่วนโดยโมลที่เข้าทำปฏิกิริยาพอดีกัน จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 65-66

3. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้

- สมาชิกคนที่ 1 : ทำหน้าที่เตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ
- สมาชิกคนที่ 2 : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
- สมาชิกคนที่ 3 : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
- สมาชิกคนที่ 4 และ 5 : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง

4. ครูให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง

5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

### อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการทำการทดลอง โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้

1) จากการทดลอง เมื่อผสมสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) กับสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) เข้าด้วยกันจะได้ผลการทดลองอย่างไร

(แนวตอบ : ได้ตะกอนสีขาวของแคลเซียมคาร์บอเนต ( $\text{CaCO}_3$ ) เป็นผลิตภัณฑ์ โดยพบว่า ความสูงของตะกอนเริ่มคงที่ตั้งแต่หลอดที่ 2 แสดงว่า สารละลาย  $\text{Ca(OH)}_2$   $0.5 \text{ mol/dm}^3$  ปริมาตร  $2 \text{ cm}^3$  ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลาย  $\text{Na}_2\text{CO}_3$   $1.0 \text{ mol/dm}^3$  ปริมาตร  $1 \text{ cm}^3$ )

2) การตรวจสอบสารละลายที่เหลือในแต่ละหลอดทดลองหลังเกิดปฏิกิริยาทำได้อย่างไร และจะได้ผลเป็นอย่างไร

(แนวตอบ : การทดสอบสารละลายที่เหลือชุดที่ 1 ทำได้โดยเติมสารละลาย  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ลงไปในทุกหลอดการทดลอง พบว่า หลอดที่ 1 มีตะกอนสีขาวเกิดขึ้น แสดงว่า มีสารละลาย  $\text{Ca(OH)}_2$  เหลืออยู่ การทดสอบสารละลายที่เหลือชุดที่ 2 ทำได้โดยเติมสารละลาย  $\text{Ca(OH)}_2$  ลงไปในทุกหลอดการทดลอง

พบว่า หลอดที่ 3-6 มีตะกอนสีขาวเกิดขึ้น แสดงว่า มีสารละลาย  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  เหลืออยู่ที่ 4 หลอด จึงสรุปได้ว่า หลอดที่ 2 เป็นหลอดที่สารละลาย  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลาย  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

3) อัตราส่วนโดยโมลของสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) กับสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันเป็นอย่างไร

(แนวตอบ : อัตราส่วนโดยโมลเท่ากับ 1 : 1)

2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการทำการทดลอง เพื่อให้ได้แนวสรุป ดังนี้ ปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) กับสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันมีอัตราส่วนโดยโมลเท่ากับ 1 : 1

### ชั่วโมงที่ 3

#### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาเรื่อง สมการเคมี จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 67-68 หรือจาก PPT จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการศึกษา จนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

2. ครูอภิปรายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับสมการเคมีมากยิ่งขึ้นว่า การอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสารด้วยประโยคข้อความสามารถทำให้สั้นและเข้าใจตรงกัน โดยใช้สัญลักษณ์และสูตรเคมี ซึ่งเรียกว่า สมการเคมี เช่น

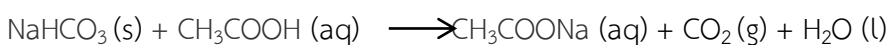
ประโยคข้อความ :

ผงฟูหรือโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดแอสติก ได้สารละลายโซเดียมแอสเตต แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำเป็นผลิตภัณฑ์

สมการข้อความ :

โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต + กรดแอสติก                      โซเดียมแอสเตต + คาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำ

สมการเคมี :



3. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับความหมายและความสำคัญของตัวอักษรในวงเล็บที่อยู่ด้านขวาของสูตรโมเลกุลของสารแต่ละชนิด ลูกศรที่ใช้ และตัวเลขที่อยู่หน้าโมเลกุลของสารแต่ละชนิดในสมการ ดังนี้

(s) ใช้แทนของแข็ง (solid)

(l) ใช้แทนของเหลว (liquid)

(g) ใช้แทนแก๊ส (gas)

(aq) ใช้แทนสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย (aqueous)

→ ใช้แสดงให้เห็นถึงทิศทางของการเกิดปฏิกิริยาจากซ้ายมือไปขวามือ

⇒ ใช้แสดงการเกิดปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ คือ สารตั้งต้นเปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์ เป็นปฏิกิริยาไปข้างหน้า และผลิตภัณฑ์เปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้น เป็นปฏิกิริยาย้อนกลับ

ส่วนตัวเลขที่อยู่หน้าโมเลกุลของสารแต่ละชนิด เป็นการทำให้จำนวนอะตอมของสารตั้งต้นให้เท่ากับจำนวนอะตอมของผลิตภัณฑ์ โดยการดุลสมการเคมี

4. ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจว่า เมื่อมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น สารตั้งต้นจะมีความสัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์ โดยอะตอมของแต่ละธาตุในสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ต้องมีจำนวนเท่ากัน ซึ่งทำได้โดยการดุลสมการเคมี โดยการนำตัวเลขที่เหมาะสมซึ่งเรียกว่า เลขสัมประสิทธิ์ มาเติมหน้าสูตรของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ โดยไม่มีการเปลี่ยนสูตรเคมีของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์

#### ชั่วโมงที่ 4

#### อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการใช้แนวคำถาม เช่น

1) สมการเคมีคืออะไร

(แนวตอบ : สมการเคมี คือ สัญลักษณ์ที่แสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารตั้งต้น แล้วเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ โดยเขียนสัญลักษณ์และสูตรเคมีของสารทุกชนิดที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยา โดยเขียนสารตั้งต้นไว้ทางด้านซ้าย แล้วเขียนลูกศรไว้ตรงกลาง ซึ่งไปยังสารผลิตภัณฑ์ซึ่งเขียนไว้ทางด้านขวา)

2) สัญลักษณ์ s l g และ aq แทนสิ่งใดในสมการเคมี

(แนวตอบ : แทนสถานะหรือสภาวะของสาร โดย s แทนสถานะของแข็ง l แทนสถานะของเหลว g แทนสถานะแก๊ส และ aq แทน สภาวะสารละลายโดยมีน้ำเป็นตัวทำละลาย)

3) ตัวเลขที่อยู่หน้าสารแต่ละตัวหมายถึงอะไร

(แนวตอบ : ตัวเลขที่อยู่หน้าโมเลกุลของสารแต่ละชนิด เป็นการทำให้จำนวนอะตอมของสารเริ่มต้นให้เท่ากับจำนวนอะตอมของผลิตภัณฑ์โดยการดุลสมการเคมี)

2. ครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่าสมการเคมีต่าง ๆ นั้นเขียนขึ้นจากผลการทดลอง การเขียนสมการเคมีทุกครั้งจะต้องดุลสมการเพื่อให้เป็นไปตามกฎทรงมวล และอธิบายเพิ่มเติมว่าในบางกรณีการดุลสมการของปฏิกิริยาเดียวกัน อาจได้สมการที่ดุลแล้วมากกว่า 1 สมการ ดังนั้น ต้องใช้ผลจากการทดลองและศึกษาปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจริงในการตัดสินใจว่าสมการใดถูกต้อง

ขั้นสรุป

ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูให้นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับสมการเคมี จากหนังสือในห้องสมุด จากเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือ แล้วสรุปเป็นใบความรู้ส่งครูผู้สอน จากนั้นเลือกตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และอภิปรายร่วมกัน
2. ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 6.1 เรื่อง สมการเคมี
3. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูตรวจสอบผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และการร่วมกันทำผลงาน
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 6.1 เรื่อง สมการเคมี
4. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
5. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอเรื่อง สมการเคมี
6. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นขยายความเข้าใจ

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- 2) แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- 3) ใบงานที่ 6.1 เรื่อง สมการเคมี
- 4) PowerPoint เรื่อง สมการเคมี

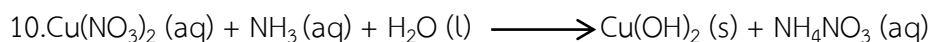
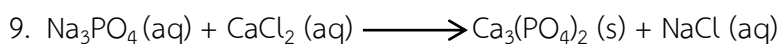
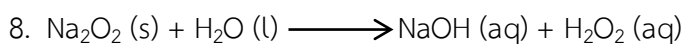
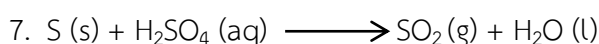
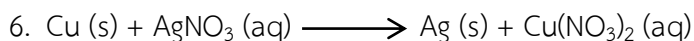
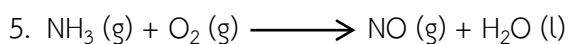
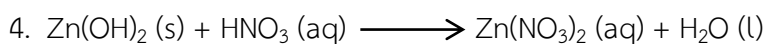
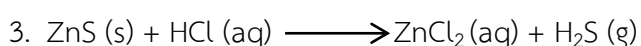
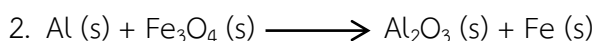
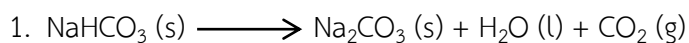
2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

## ใบงานที่ 6.1

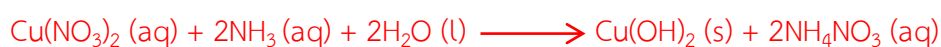
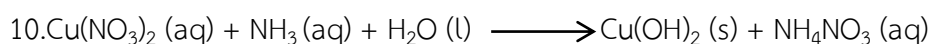
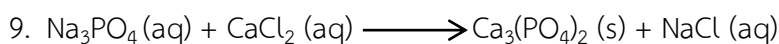
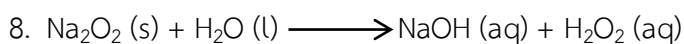
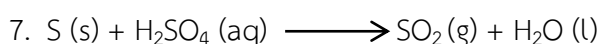
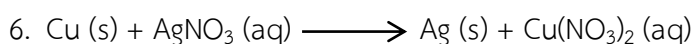
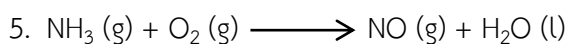
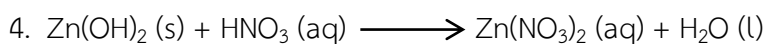
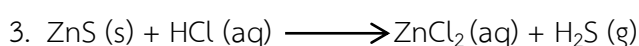
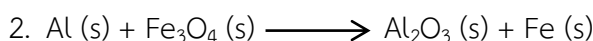
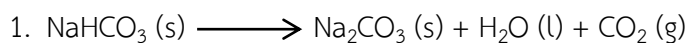
### เรื่อง สมการเคมี

คำชี้แจง : จงดุลสมการเคมีต่อไปนี้ให้ถูกต้อง



เรื่อง สมการเคมี

คำชี้แจง : จงดุลสมการเคมีต่อไปนี้ให้ถูกต้อง





## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี เรื่อง มวลของสารในปฏิกิริยาเคมี  
รหัสวิชา ว31222 รายวิชาเคมีเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 เวลา 5 ชั่วโมง

---

### มาตรฐานการเรียนรู้

3. เข้าใจหลักการปฏิบัติการณ์เคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

### ผลการเรียนรู้

1. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร
2. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย

### สาระสำคัญ

เลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมีสามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับมวล ความเข้มข้นของสารละลาย และปริมาตรของแก๊สได้

### สาระการเรียนรู้

การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี มีความสัมพันธ์กันตามเลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมี ซึ่งบอกถึงสัดส่วนโดยโมลของสารในปฏิกิริยา สามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับ มวล ความเข้มข้นของสารละลาย และปริมาตรของแก๊สได้

### จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ความเข้าใจ

1. อธิบายความหมายของระบบกับสิ่งแวดล้อมและภาวะของระบบได้ (K)
2. อธิบายความหมายของระบบปิดและระบบเปิด พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบได้ (K)
3. สรุปสาระสำคัญของกฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่ได้ (K)
4. ใช้กฎทรงมวลคำนวณหามวลของสารในปฏิกิริยาเคมีได้ (P)
5. ใช้กฎสัดส่วนคงที่คำนวณหาอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมตัวกันเป็นสารประกอบได้ (P)
6. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)
7. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน/สมรรถนะของศตวรรษที่ 21

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
  - 1) ทักษะการสังเกต
  - 2) ทักษะการสำรวจค้นหา
  - 3) ทักษะการวิเคราะห์
3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

### คำถามสำคัญ

หากต้องการทราบปริมาณสารตั้งต้นในกระบวนการผลิตสารเคมีเพื่อให้ได้ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ จำเป็นต้องทราบเกี่ยวกับอะไรบ้าง

### ชิ้นงาน/ภาระงาน

- แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- การนำเสนอ

### การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) มวลของสารในปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

### เกณฑ์การประเมิน

#### 1. ด้านความรู้

ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	1 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 100 % 0.5 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 50 %

#### 2. ด้านทักษะกระบวนการ

ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	1 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 100 % 0.5 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 50 %

#### 3. เกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

การวัด	คะแนน/ความหมาย	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านคุณลักษณะตั้งใจใฝ่เรียนรู้และแสวงหาความรู้ สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ	3=พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	จัดบันทึกข้อมูล สรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ มีความกระตือรือร้นตลอดเวลา
	2= พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบางครั้ง	จัดบันทึกข้อมูล สรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบบ้าง มีความกระตือรือร้นบางครั้ง
	1=พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	จัดบันทึกข้อมูล มีความกระตือรือร้นน้อย

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

#### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการทำใบงานอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

#### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของมวลของสารในปฏิกิริยาเคมีได้อย่างเข้าใจ

### 3. มีความภูมิใจในตัวเอง

นำหลักการของมวลของสารในปฏิกิริยาเคมีมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

### 4. เจือใจความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์ของมวลของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้อง

### 5. เจือใจคุณธรรม

นักเรียนมีตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ให้กับเพื่อนๆ

### บูรณาการการใช้ห้องสมุด

นักเรียนใช้เวลาว่างนอกเหนือจากชั่วโมงสอนในการแสวงหาความรู้จากแหล่งอื่นๆ เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต เป็นต้น

### บูรณาการสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม

นักเรียนนำหลักคุณธรรมนำมาปฏิบัติตนจนเป็นนิสัยความประพฤติดีงาม การรู้จักไตร่ตรองว่าอะไรควรทำไม่ควรทำ อีกทั้งปฏิบัติตนด้วยความซื่อสัตย์ เสียสละ และ มีความรับผิดชอบ

### กระบวนการจัดการเรียนรู้

#### ชั่วโมงที่ 1

#### ขั้นนำ

#### กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี โดยครู ทบทวนความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของปริมาณสาร ได้แก่ โมล จำนวนอนุภาค มวล ปริมาตรของแก๊ส และความเข้มข้นของสารละลาย โดยครูยกตัวอย่างปริมาณใดปริมาณหนึ่ง แล้วให้นักเรียนคำนวณเพื่อหาคำตอบในปริมาณที่ต้องการ เช่น

1) แก๊สออกซิเจน 1 โมล จะมีมวล จำนวนอนุภาค และปริมาตรเท่าใด

(แนวตอบ : แก๊สออกซิเจน ( $O_2$ ) 1 โมล จะมีมวล 32 กรัม มีจำนวนอนุภาค  $6.02 \times 10^{23}$  อนุภาค และมีปริมาตร 22.4 ลิตร ที่ STP)

2) แก๊สแอมโมเนีย 34 กรัม จะมีจำนวนโมล จำนวนอนุภาค และปริมาตรเท่าใด

(แนวตอบ : แก๊สออกซิเจน ( $NH_3$ ) 34 กรัม จะมีจำนวน 2 โมล มีจำนวนอนุภาค  $1.204 \times 10^{24}$  อนุภาค และมีปริมาตร 44.8 ลิตร ที่ STP)

3) กรดซัลฟิวริก  $3.01 \times 10^{23}$  อนุภาค จะมีจำนวนโมล มวล และปริมาตรเท่าใด

(แนวตอบ : กรดซัลฟิวริก ( $H_2SO_4$ )  $3.01 \times 10^{23}$  อนุภาค จะมีจำนวน 0.5 โมล มีมวล 49 กรัม ส่วนปริมาตรไม่สามารถระบุได้ เพราะกรดซัลฟิวริกไม่ใช่แก๊ส)

4) แก๊สคลอรีน 67.2 ลิตร ที่ STP จะมีจำนวนโมล มวล และจำนวนอนุภาคเท่าใด

(แนวตอบ : แก๊สคลอรีน ( $Cl_2$ ) 67.2 ลิตร ที่ STP จะมีจำนวน 3 โมล มีมวล 213 กรัม และมีจำนวนอนุภาค  $1.806 \times 10^{24}$  อนุภาค)

## ขั้นสอน

### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า เลขสัมประสิทธิ์จำนวนโมลในสมการเคมีแสดงถึงสัดส่วนของจำนวนโมเลกุล โมล และปริมาตรของแก๊สที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน
2. ครูอธิบายเกี่ยวกับเลขสัมประสิทธิ์จำนวนโมลในสมการเคมีว่าสามารถนำมาใช้ในการคำนวณเกี่ยวกับปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมีได้ เช่น มวล ความเข้มข้นของสารละลาย ดังนั้น เมื่อทราบปริมาณของสารชนิดใดชนิดหนึ่ง จะสามารถคำนวณปริมาณของสารอื่น ๆ ที่ต้องการทราบในปฏิกิริยานั้นได้
3. ครูอภิปรายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของปริมาณสัมพันธ์ว่าเป็น การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารตั้งต้นและปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาเคมี ซึ่งพิจารณาได้จากเลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมี

## ชั่วโมงที่ 2

### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูตั้งคำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมว่า ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้อย่างไร  
(แนวตอบ : ปฏิกิริยาเคมีเกิดจากสารตั้งต้นเกิดการสลายพันธะ และสร้างพันธะใหม่เกิดเป็นผลิตภัณฑ์)
2. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยคละความสามารถทางวิทยาศาสตร์ แล้วศึกษาเรื่อง ระบบสิ่งแวดล้อม และกฎทรงมวล จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 69-71 หรือจาก PPT จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการศึกษา จนมีความเข้าใจที่ตรงกัน
3. ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันฝึกการคำนวณปริมาณสารตามกฎทรงมวล จากตัวอย่างที่ 6.1-6.5 ในหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 72-73 จากนั้นสุ่มนักเรียน 5 คู่ ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

### อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่องกฎทรงมวล เช่น

1) กฎทรงมวลกล่าวไว้ว่าอย่างไร

(แนวตอบ : มวลของสารก่อนทำปฏิกิริยาจะเท่ากับมวลของสารหลังทำปฏิกิริยา)

2) เมื่อให้ปรอท 30 กรัม ทำปฏิกิริยากับอากาศ 10 กรัม ปรากฏว่า ปรอททำปฏิกิริยาไม่หมด และได้มวลของปรอทออกไซด์ที่เป็นผลิตภัณฑ์และปรอทที่เหลือรวมเป็น 32.1 กรัม ถ้าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นไปตามกฎทรงมวล อากาศที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาประกอบด้วยออกซิเจนร้อยละเท่าใดโดยมวล

(แนวตอบ : จากกฎทรงมวล : มวลของสารก่อนทำปฏิกิริยา = มวลของสารหลังทำปฏิกิริยา

$$m_{\text{Hg}} + m_{\text{อากาศ}} = m_{\text{HgO}} + m_{\text{Hgที่เหลือ}} + m_{\text{อากาศที่เหลือ}}$$

$$30 \text{ g} + 10 \text{ g} = 32.1 \text{ g} + m_{\text{อากาศที่เหลือ}}$$

$$m_{\text{อากาศที่เหลือ}} = 40 \text{ g} - 32.1 \text{ g}$$

$$= 7.9 \text{ g}$$

$$\text{มวลของอากาศที่ทำปฏิกิริยา} = 10 \text{ g} - 7.9 \text{ g}$$

$$= 2.1 \text{ g} = 1 \text{ มวลของออกซิเจน}$$

$$\text{ร้อยละโดยมวลของออกซิเจน} = \frac{100 \times 2.1 \text{ g}}{10 \text{ g}}$$

$$= 21$$

ดังนั้น อากาศที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาประกอบด้วยออกซิเจนร้อยละ 21 โดยมวล)

### ชั่วโมงที่ 3

#### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยคละความสามารถทางวิทยาศาสตร์ แล้วศึกษาเรื่อง กฎสัดส่วนคงที่ จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 74 หรือจาก PPT จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการศึกษา จนมีความเข้าใจตรงกัน

2. ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันฝึกการคำนวณปริมาณสารตามกฎสัดส่วนคงที่ จากตัวอย่างที่ 6.6-6.7 ในหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 75 จากนั้นสุ่มนักเรียน 2 คู่ (ไม่ซ้ำคู่เดิม) ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

#### อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่องกฎสัดส่วนคงที่ เช่น

1) กฎสัดส่วนคงที่กล่าวไว้ว่าอย่างไร

(แนวตอบ : สารประกอบแต่ละชนิดมีอัตราส่วนมวลของธาตุที่เป็นส่วนประกอบคงที่เสมอ)

2) สารประกอบเหล็กซัลไฟด์ประกอบด้วยเหล็กและกำมะถัน โดยมีเหล็กเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 49 โดยมวล ถ้าใช้เหล็กและกำมะถันอย่างละ 10 กรัม จะเกิดสารประกอบเหล็กซัลไฟด์กี่กรัม

(แนวตอบ : อัตราส่วนมวลของเหล็ก : กำมะถัน = 49 : 51

$$\text{เหล็ก } 10 \text{ กรัม ต้องใช้กำมะถัน } 10 \times \frac{51}{49} = 10.4 \text{ กรัม ซึ่งมีกำมะถันไม่เพียงพอ}$$

กำมะถัน 10 กรัม ต้องใช้เหล็ก  $10 \times \frac{49}{51} = 9.6$  กรัม ซึ่งมีเหล็กมากเกินไป

ดังนั้น เกิดเหล็กซัลไฟด์  $10 \times \frac{100}{51} = 19.6$  กรัม

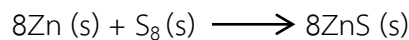
จะสังเกตได้ว่า มวลของเหล็กซัลไฟด์ 19.6 กรัม มีค่าเท่ากับผลรวมของมวลเหล็ก (9.6 กรัม) และกำมะถัน (10 กรัม) ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน

#### ชั่วโมงที่ 4

#### อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจว่า ปริมาณสารนิยมนิวต์เป็นมวล เนื่องจากสะดวกต่อการวัด และมวลของสารมีความสัมพันธ์กับจำนวนโมล จึงสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน โมลของสารในสมการเคมีกับมวลของสารได้ โดยใช้มวลต่อโมลในการเปลี่ยนโมลให้เป็นมวลของสาร ดังตัวอย่างการคำนวณต่อไปนี้

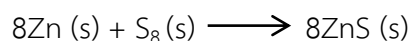
จากปฏิกิริยาเคมีต่อไปนี้



ต้องใช้กำมะถัน ( $\text{S}_8$ ) 1 โมล จึงจะทำปฏิกิริยาพอดีกับโลหะสังกะสี 5.22 กรัม

#### วิธีทำ

ขั้นที่ 1 พิจารณาว่าสมการดุลแล้วหรือไม่ ซึ่งจากโจทย์สมการดุลแล้ว



ขั้นที่ 2 ระบุแฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วยที่จะใช้ ดังนี้

$$\frac{1 \text{ mol Zn}}{65.38 \text{ g Zn}} \quad (\text{จากมวลต่อโมลของ Zn} = 65.38 \text{ g/mol})$$

$$\frac{1 \text{ mol S}_8}{8 \text{ mol Zn}} \quad (\text{จากสมการเคมี อัตราส่วนโดยโมลของ Zn : S}_8 = 8 : 1)$$

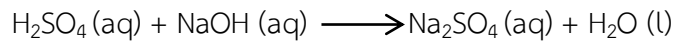
ขั้นที่ 3 คำนวณโดยใช้วิธีเทียบหน่วย

$$\begin{aligned} \text{โมลของ S}_8 &= 5.22 \text{ g Zn} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{65.38 \text{ g Zn}} \times \frac{1 \text{ mol S}_8}{8 \text{ mol Zn}} \\ &= 0.0998 \text{ mol S}_8 \end{aligned}$$

ดังนั้น ต้องใช้กำมะถัน ( $\text{S}_8$ ) 0.0998 โมล จึงจะทำปฏิกิริยาพอดีกับโลหะสังกะสี 5.22 กรัม

2. ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจว่า ปฏิกิริยาเคมีหลายชนิดจะอยู่ในรูปสารละลาย ซึ่งปริมาณของตัวละลายมีหลายหน่วย สำหรับวิชาเคมีนิยมใช้หน่วยโมลาร์หรือโมลต่อลิตร เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับจำนวนโมลโดยตรง จึงสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลของสารในสมการเคมีกับหน่วยความเข้มข้นของสารละลายได้ การคำนวณปริมาณสารสำหรับปฏิกิริยาเคมีที่เป็นสารละลายแสดงดังตัวอย่างต่อไปนี้

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาตร 50.0 มิลลิลิตร ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 0.200 โมลต่อลิตร ปริมาตร 12.4 มิลลิลิตร สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีความเข้มข้นกี่โมลต่อลิตร ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นเป็น ดังนี้



### วิธีทำ

ใช้ปริมาตรและความเข้มข้นของ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ที่โจทย์กำหนด เพื่อหาจำนวนโมลของ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  จากนั้นใช้สมการเคมีเพื่อหาจำนวนโมลของ  $\text{NaOH}$  แล้วหาความเข้มข้นของ  $\text{NaOH}$  จากปริมาตรที่โจทย์กำหนด ดังนี้



โจทย์กำหนด

โจทย์ให้หา

ขั้นที่ 1 พิจารณาว่าสมการดุลแล้วหรือไม่ ซึ่งจากโจทย์สมการยังไม่ดุล จึงดุลสมการ ดังนี้



ขั้นที่ 2 ระบุแฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วยที่จะใช้ ดังนี้

$$\frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \text{ และ } \frac{0.200 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ L}} \text{ (จากความเข้มข้นของ H}_2\text{SO}_4)$$

$$\frac{2 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} \text{ (จากสมการเคมี อัตราส่วนโดยโมลของ H}_2\text{SO}_4 : \text{NaOH} = 1 : 2)$$

$$\frac{1}{50.0 \text{ mL}} \text{ และ } \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \text{ (จากปริมาตรของ NaOH)}$$

ขั้นที่ 3 คำนวณโดยใช้วิธีเทียบหน่วย

ความเข้มข้นของ  $\text{NaOH}$

$$\begin{aligned} &= 12.4 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{0.200 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ L}} \times \frac{2 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} \times \frac{1}{50.0 \text{ mL}} \times \\ &\quad \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \\ &= 4.96 \times 10^{-3} \text{ mol/L NaOH} \end{aligned}$$

ดังนั้น สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น  $4.96 \times 10^{-3}$  โมลต่อลิตร



**ขยายความเข้าใจ (Expand)**

1. ครูให้นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับกฎหมายและกฏสัดส่วนคงที่จากหนังสือในห้องสมุด จากเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือ แล้วสรุปเป็นใบความรู้ส่งครูผู้สอน จากนั้นเลือกตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และอภิปรายร่วมกัน

2. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2

**ตรวจสอบผล (Evaluate)**

1. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และการร่วมกันทำผลงาน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
3. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอ เรื่อง กฎทรงมวลและกฏสัดส่วนคงที่
4. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นขยายความเข้าใจ

**สื่อ/แหล่งการเรียนรู้****1 สื่อการเรียนรู้**

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- 2) แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- 3) PowerPoint เรื่อง กฎทรงมวล
- 4) PowerPoint เรื่อง กฏสัดส่วนคงที่

**2 แหล่งการเรียนรู้**

- 1) ห้องสมุด
- 2) ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

บันทึกผลหลังการสอน

ผลการเรียนรู้

.....  
.....  
.....  
.....

ปัญหาหรืออุปสรรค

.....  
.....  
.....  
.....

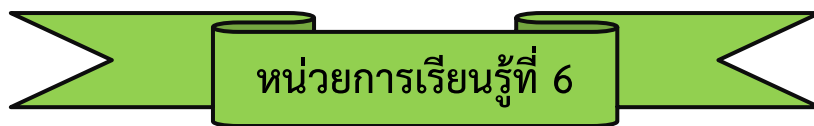
ข้อเสนอแนะแนวทางการแก้ไข

.....  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสิริมาศ น้อยแก้ว)

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....



## ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี

เวลา 26 ชั่วโมง

### 1. ผลการเรียนรู้

เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

8. แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด
9. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร
10. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย
11. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส
12. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน
13. ระบุสารกำหนดปริมาณและคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี
14. คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี

### 2. สาระการเรียนรู้

#### 2.1 สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

1) ปฏิกิริยาเคมีเป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีสารใหม่เกิดขึ้นจากการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมธาตุ โดยจำนวนและชนิดของอะตอมธาตุไม่เปลี่ยนแปลง ปฏิกิริยาเคมีเขียนแสดงได้ด้วยสมการเคมี ซึ่งประกอบด้วยสูตรเคมีของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ลูกศรแสดงทิศทางของการเกิดปฏิกิริยา และเลขสัมประสิทธิ์ของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ที่ดุลแล้ว นอกจากนี้ อาจมีสัญลักษณ์แสดงสถานะของสาร หรือปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องในการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2) การดุลสมการเคมีทำได้โดยการเติมเลขสัมประสิทธิ์หน้าสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ เพื่อให้อะตอมของธาตุในสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เท่ากัน

3) การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีมีความสัมพันธ์กันตามเลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมี ซึ่งบอกถึงสัดส่วนโดยโมลของสารในปฏิกิริยา สามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับมวล ความเข้มข้นของสารละลาย และปริมาตรของแก๊สได้

4) ความสัมพันธ์ของโมลสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน พิจารณาได้จากเลขสัมประสิทธิ์ของสมการเคมีรวม

5) ปฏิกริยาเคมีที่สารตั้งต้นทำปฏิกริยาไม่พอดีกัน สารตั้งต้นที่ทำปฏิกริยาหมดก่อนเรียกว่า สารกำหนดปริมาณ ซึ่งเป็นสารที่กำหนดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น และปริมาณสารตั้งต้นอื่นที่ทำปฏิกริยาไปเมื่อสิ้นสุดปฏิกริยา

6) ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริงในปฏิกริยาเคมีส่วนใหญ่มีปริมาณน้อยกว่าที่คำนวณได้ตามทฤษฎี ซึ่งค่าเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎีเป็นร้อยละ เรียกว่า ผลได้ร้อยละ

## 2.2 สารละลายที่เข้มข้น

(พิจารณาตามหลักสูตรสถานศึกษา)

## 3. สารละลาย/ความคิดรวบยอด

ปฏิกริยาเคมีเป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีสารใหม่เกิดขึ้น เขียนแสดงได้ด้วยสมการเคมี

เลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมีสามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับมวล ความเข้มข้นของสารละลาย และปริมาตรของแก๊สได้

ความสัมพันธ์ของโมลสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกริยาเคมีหลายขั้นตอน พิจารณาได้จากเลขสัมประสิทธิ์ของสมการเคมีรวม

ปฏิกริยาเคมีที่สารตั้งต้นทำปฏิกริยาไม่พอดีกัน สารตั้งต้นที่ทำปฏิกริยาหมดก่อน เรียกว่า สารกำหนดปริมาณ

ค่าเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎีเป็นร้อยละ เรียกว่า ผลได้ร้อยละ

## 4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร	1. มีวินัย
2. ความสามารถในการคิด	2. ใฝ่เรียนรู้
1) ทักษะการสังเกต	3. มุ่งมั่นในการทำงาน
2) ทักษะการสำรวจค้นหา	
3) ทักษะการวิเคราะห์	
4) ทักษะการทดลอง	
5) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป	
3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	

## 5. ชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

ใบสรุปความรู้ เรื่อง สมการเคมี

ใบสรุปความรู้ เรื่อง กฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่

ใบสรุปความรู้ เรื่อง กฎของเกย์-ลูสแซกและกฎของอาโวกาโดร

ใบสรุปความรู้ เรื่อง สารกำหนดปริมาณ

ใบสรุปความรู้ เรื่อง ผลได้ตามทฤษฎีและผลได้ร้อยละ

ผังมโนทัศน์ เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี

## 6. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน (รวบยอด)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตรวจสอบใบสรุปความรู้ เรื่อง สมการเคมี</li> <li>- ตรวจสอบใบสรุปความรู้ เรื่อง กฎทรงมวล และกฎสัดส่วนคงที่</li> <li>- ตรวจสอบใบสรุปความรู้ เรื่อง กฎของเกย์-ลูสแซกและกฎของอาโวกาโดร</li> <li>- ตรวจสอบใบสรุปความรู้ เรื่อง สารกำหนดปริมาณ</li> <li>- ตรวจสอบใบสรุปความรู้ เรื่อง ผลได้ตามทฤษฎีและผลได้ร้อยละ</li> <li>- ตรวจสอบผังมโนทัศน์ เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน</li> <li>- แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน</li> <li>- แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน</li> <li>- แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน</li> <li>- แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน</li> <li>- แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์</li> <li>ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์</li> <li>ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์</li> <li>ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์</li> <li>ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์</li> <li>ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์</li> </ul>
6.2 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบ ก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ในปฏิกิริยาเคมี	ตรวจสอบแบบทดสอบ ก่อนเรียน	แบบทดสอบก่อนเรียน	ประเมินตามสภาพจริง

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.3 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม	- ตรวจสอบงานที่ 6.1	- ใบงานที่ 6.1	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์
1) สมการเคมี	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	
2) มวลของสารในปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์
3) ปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์
4) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์
5) การคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ	- ตรวจสอบใบงานที่ 6.2	- ใบงานที่ 6.2	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์
	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	
6) ผลได้ร้อยละ	- ตรวจสอบใบงานที่ 6.3	- ใบงานที่ 6.3	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์
	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	
7) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
8) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
9) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
10) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6.4 การประเมินหลังเรียน			
- แบบทดสอบหลังเรียน	ตรวจสอบแบบทดสอบ	แบบทดสอบหลังเรียน	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์	หลังเรียน		
ในปฏิกิริยาเคมี			

## 7. กิจกรรมการเรียนรู้

- **แผนฯ ที่ 1 : สมการเคมี**  
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 5 ชั่วโมง
- **แผนฯ ที่ 2 : มวลของสารในปฏิกิริยาเคมี**  
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 5 ชั่วโมง
- **แผนฯ ที่ 3 : ปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี**  
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 5 ชั่วโมง
- **แผนฯ ที่ 4 : ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี**  
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 6 ชั่วโมง
- **แผนฯ ที่ 5 : การคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ**  
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 2 ชั่วโมง
- **แผนฯ ที่ 6 : ผลได้ร้อยละ**  
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 3 ชั่วโมง

## 8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

### 8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- 3) ใบงานที่ 6.1 เรื่อง สมการเคมี
- 4) ใบงานที่ 6.2 เรื่อง การคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ
- 5) ใบงานที่ 6.3 เรื่อง ผลได้ร้อยละ
- 6) PowerPoint เรื่อง สมการเคมี
- 7) PowerPoint เรื่อง กฎทรงมวล
- 8) PowerPoint เรื่อง กฎสัดส่วนคงที่
- 9) PowerPoint เรื่อง กฎของเกย์-ลูสแซก
- 10) PowerPoint เรื่อง กฎของอาโวกาโดร
- 11) PowerPoint เรื่อง ผลได้ร้อยละ

### 8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

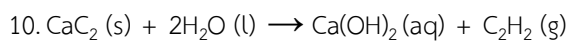
## แบบทดสอบก่อนเรียน

### หน่วยการเรียนรู้ที่ 6

**คำชี้แจง :** ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- |  |   |
|--|---|
| <p>1. ปฏิกิริยา <math>\text{Al (s) + Cl}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{AlCl}_3 \text{ (s)}</math> เมื่อดุลสมการแล้ว เลขสัมประสิทธิ์หน้าสารแต่ละตัวจะเป็นเท่าใด ตามลำดับ</p> <p>1. 2 1 2<br/>2. 2 3 2<br/>3. 3 2 2<br/>4. 3 3 2<br/>5. 3 3 3</p> <p>2. <math>2\text{C (s) + O}_2 \text{ (g)} \rightarrow 2\text{CO (g)}</math> ถ้าเผาคาร์บอน 40 กรัม จะได้แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์กี่โมล (มวลอะตอมของ C = 12 O = 16)</p> <p>1. 6.66                      2. 4.995<br/>3. 3.33                      4. 1.665<br/>5. 0.8325</p> <p>3. เผา <math>\text{KClO}_3</math> 12.25 กรัม จะเกิดแก๊ส <math>\text{O}_2</math> ที่ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ STP (มวลอะตอมของ K = 39 Cl = 35.5 O = 16)</p> <p>1. 2.24                      2. 3.36<br/>3. 2,240                    4. 3,360<br/>5. 6,720</p> <p>4. <math>\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ (s) + 3CO (g)} \rightarrow 2\text{Fe (s) + 3CO}_2 \text{ (g)}</math> จากปฏิกิริยา เมื่อนำ <math>\text{Fe}_2\text{O}_3</math> 40.0 กรัม มาทำปฏิกิริยากับ CO 15.0 กรัม สารใดเป็นสารกำหนดปริมาณ (มวลอะตอมของ Fe = 55.8 O = 16 C = 12)</p> <p>1. Fe<br/>2. CO<br/>3. <math>\text{CO}_3</math><br/>4. <math>\text{Fe}_2\text{O}_3</math><br/>5. ไม่มีสารใดเป็นสารกำหนดปริมาณ</p> <p>5. <math>\text{Mg (s) + } \frac{1}{2} \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{MgO (s)}</math> จากปฏิกิริยา เมื่อนำแมกนีเซียม 100.0 กรัม และแก๊สออกซิเจน 5.0 โมล มาทำปฏิกิริยากัน จะเกิด MgO กี่กรัม (มวล</p> | <p>อะตอมของ Mg = 24.3 O = 16)</p> <p>1. 4.115                      2. 92.176<br/>3. 112.00                    4. 165.83<br/>5. 201.50</p> <p>6. <math>2\text{CH}_3\text{CHO (l) + O}_2 \text{ (g)} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COOH (l)}</math> จากปฏิกิริยา ถ้านำ <math>\text{CH}_3\text{CHO}</math> 50 กรัม มาทำปฏิกิริยากับ <math>\text{O}_2</math> 1.25 โมล ปรากฏว่า เกิด <math>\text{CH}_3\text{COOH}</math> 60 กรัม ผลลัพธ์ของปฏิกิริยานี้มีค่าเท่าใด (มวลอะตอมของ C = 12 H = 1 O = 16)</p> <p>1. 11.97                      2. 25.00<br/>3. 75.00                      4. 88.03<br/>5. 100.00</p> <p>7. เมื่อนำ Ca 60 กรัม และแก๊ส <math>\text{N}_2</math> 42 กรัม มาทำปฏิกิริยากัน เกิดเป็น <math>\text{Ca}_3\text{N}_2</math> อยากทราบว่าเมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดลง จะมีสารใดเหลือ และเหลือกี่กรัม (มวลอะตอมของ Ca = 40 N = 14)</p> <p>1. <math>\text{N}_2</math> เหลือ 14 กรัม      2. <math>\text{N}_2</math> เหลือ 28 กรัม<br/>3. Ca เหลือ 20 กรัม      4. Ca เหลือ 40 กรัม<br/>5. สารทั้งสองทำปฏิกิริยาหมดพอดี</p> <p>8. จากปฏิกิริยา <math>3\text{MnO}_2 \text{ (s)} \rightarrow \text{Mn}_3\text{O}_4 \text{ (s) + O}_2 \text{ (g)}</math> ถ้า <math>\text{MnO}_2</math> สลายตัวไป 32.625 กรัม จะเกิดแก๊ส <math>\text{O}_2</math> กี่โมล (มวลอะตอมของ Mn = 55 O = 16)</p> <p>1. 0.125                      2. 0.375<br/>3. 1.25                        4. 2.50<br/>5. 3.75</p> <p>9. ถ้าต้องการเผาไหม้แก๊ส <math>\text{CH}_4</math> ปริมาตร 1,344 ลิตร ให้สมบูรณ์ ที่ STP จะต้องใช้แก๊ส <math>\text{O}_2</math> อย่างน้อยกี่กรัม ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็น ดังนี้</p> <p style="text-align: center;"><math>\text{CH}_4 \text{ (g) + 2O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{CO}_2 \text{ (g) + 2H}_2\text{O (g)}</math></p> <p>1. 38.4                        2. 384<br/>3. 192                        4. 1,920<br/>5. 3,840</p> |
|--|---|





ถ้าใช้  $\text{CaC}_2$  256 กรัม ทำปฏิกิริยากับน้ำที่มีปริมาณ  
มากเกินไป จะเกิด  $\text{C}_2\text{H}_2$  กี่โมล (มวลอะตอมของ  
 $\text{Ca} = 40$   $\text{C} = 12$   $\text{H} = 1$   $\text{O} = 16$ )

1.  $2.408 \times 10^{23}$
2.  $6.02 \times 10^{23}$
3.  $2.408 \times 10^{24}$
4.  $3.01 \times 10^{24}$
5.  $6.02 \times 10^{24}$

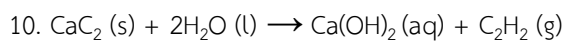
เฉลย	1. 2	2. 3	3. 4	4. 2	5. 4	6. 4	7. 2	8. 1	9. 5	10. 3
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------

## แบบทดสอบหลังเรียน

### หน่วยการเรียนรู้ที่ 6

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1.  $\text{FeCl}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s}) + \text{HCl}(\text{aq})$   
เมื่อดุลสมการแล้ว เลขสัมประสิทธิ์หน้าสารแต่ละตัว  
จะเป็นเท่าใด ตามลำดับ
  1. 1 3 1 3
  2. 1 1 3 3
  3. 1 3 3 1
  4. 3 1 3 1
  5. 3 1 1 3
2.  $2\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}(\text{g})$  ถ้าเผาคาร์บอน 1.5 โมล จะได้แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์กี่ลิตร ที่ STP (มวลอะตอมของ C = 12 O = 16)
  1. 11.2
  2. 22.4
  3. 33.6
  4. 44.8
  5. 56.0
3. นำเผา  $\text{KClO}_3$  จำนวนหนึ่งมาเผา พบว่า เกิดแก๊ส  $\text{O}_2$  67.2 ลิตร ที่ STP  $\text{KClO}_3$  ที่นำมาเผาคิดเป็นกี่กรัม (มวลอะตอมของ K = 39 Cl = 35.5 O = 16)
  1. 122.5
  2. 245.0
  3. 367.5
  4. 490.0
  5. 612.5
4.  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g}) \rightarrow 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$  จากปฏิกิริยา เมื่อนำ  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  40.0 กรัม มาทำปฏิกิริยากับ CO 15.0 กรัม จะเกิด  $\text{CO}_2$  กี่ลิตร ที่ STP (มวลอะตอมของ Fe = 55.8 O = 16 C = 12)
  1. 0.5600
  2. 1.1200
  3. 1.2096
  4. 11.200
  5. 12.096
5.  $\text{Mg}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{MgO}(\text{s})$  จากปฏิกิริยา เมื่อนำแมกนีเซียม 100.0 กรัม และแก๊สออกซิเจน 5.0 โมล มาทำปฏิกิริยากัน สารใดเป็นสารกำหนดปริมาณ (มวลอะตอมของ Mg = 24.3 O = 16)
  1.  $\text{O}_2$
  2. Mg
  3.  $\text{MgO}_2$
  4.  $\text{O}_2$  และ Mg
  5. ไม่มีสารใดเป็นสารกำหนดปริมาณ
6.  $2\text{CH}_3\text{CHO}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COOH}(\text{l})$  จากปฏิกิริยา ถ้านำ  $\text{CH}_3\text{CHO}$  1.135 โมล มาทำปฏิกิริยากับ  $\text{O}_2$  48 กรัม ปรากฏว่า เกิด  $\text{CH}_3\text{COOH}$  45 กรัม ผลได้ร้อยละของปฏิกิริยานี้มีค่าเท่าใด (มวลอะตอมของ C = 12 H = 1 O = 16)
  1. 12.50
  2. 25.00
  3. 33.99
  4. 50.00
  5. 66.01
7. เมื่อนำ Ca 60 กรัม และแก๊ส  $\text{N}_2$  42 กรัม มาทำปฏิกิริยากัน เกิดเป็น  $\text{Ca}_3\text{N}_2$  อยากทราบว่าเมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดลง จะเกิด  $\text{Ca}_3\text{N}_2$  กี่กรัม (มวลอะตอมของ Ca = 40 N = 14)
  1. 3.7
  2. 7.4
  3. 37
  4. 74
  5. 148
8. จากปฏิกิริยา  $3\text{MnO}_2(\text{s}) \rightarrow \text{Mn}_3\text{O}_4(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g})$  เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดลง พบว่า เกิดแก๊ส  $\text{O}_2$  48 กรัม ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของ  $\text{MnO}_2$  กี่กรัม (มวลอะตอมของ Mn = 55 O = 16)
  1. 87.0
  2. 130.5
  3. 261.0
  4. 348.0
  5. 391.5
9. ถ้าต้องการเผาไหม้แก๊ส  $\text{CH}_4$  ปริมาตร 1,344 ลิตร ให้สมบูรณ์ ที่ STP โดยใช้  $\text{O}_2$  มากเกินพอ จะเกิดแก๊ส  $\text{CO}_2$  กี่กรัม ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็น ดังนี้
 
$$\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$$
  1. 132
  2. 264
  3. 1,320
  4. 2,640
  5. 5,280



ถ้าใช้  $\text{CaC}_2$  256 กรัม ทำปฏิกิริยากับน้ำที่มีปริมาณ  
มากเกินไป จะเกิด  $\text{C}_2\text{H}_2$  กี่ลิตร ที่ STP (มวลอะตอม  
ของ Ca = 40 C = 12 H = 1 O = 16)

1. 22.4
2. 44.8
3. 89.6
4. 134.4
5. 179.2

เฉลย	1. 1	2. 3	3. 2	4. 5	5. 2	6. 5	7. 4	8. 5	9. 4	10. 3
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------

**แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด) แผนฯ ที่ 1-4, 6**

**แบบประเมินผังมโนทัศน์/ใบสรุปความรู้**

**คำชี้แจง :** ให้ผู้สอนประเมินชิ้นงาน/ภาระงานของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	ความสอดคล้องกับจุดประสงค์				
2	ความถูกต้องของเนื้อหา				
3	ความคิดสร้างสรรค์				
4	ความตรงต่อเวลา				
รวม					

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน  
...../...../.....

**เกณฑ์การประเมินผังมโนทัศน์/ใบสรุปความรู้**

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ความสอดคล้องกับจุดประสงค์	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์ทุกประเด็น	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เป็นส่วนใหญ่	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์บางประเด็น	ผลงานไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องครบถ้วน	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องบางประเด็น	เนื้อหาสาระของผลงานไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
3. ความคิดสร้างสรรค์	ผลงานแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ แปลกใหม่ และเป็นระบบ	ผลงานแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ แปลกใหม่ แต่ยังไม่เป็นระบบ	ผลงานมีความน่าสนใจ แต่ยังไม่มีความคิดแปลกใหม่	ผลงานไม่มีความน่าสนใจ และไม่แสดงถึงแนวคิดแปลกใหม่
4. ความตรงต่อเวลา	ส่งชิ้นงานภายในเวลาที่กำหนด	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 1 วัน	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 2 วัน	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 3 วันขึ้นไป

## เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-16	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

### แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

**คำชี้แจง :** ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	ความถูกต้องของเนื้อหา	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	ความคิดสร้างสรรค์	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	วิธีการนำเสนอผลงาน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	การนำไปใช้ประโยชน์	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	การตรงต่อเวลา	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>รวม</b>				

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน  
...../...../.....

#### เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินสมบูรณ์ชัดเจน	ให้	3	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินเป็นส่วนใหญ่	ให้	2	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินบางส่วน	ให้	1	คะแนน

#### เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

**แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล**

**คำชี้แจง :** ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	การแสดงความคิดเห็น	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	การทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	ความมีน้ำใจ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	การตรงต่อเวลา	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>รวม</b>				

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน  
...../...../.....

**เกณฑ์การให้คะแนน**

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

**เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ**

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

### แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

**คำชี้แจง :** ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล ของนักเรียน	การแสดง ความคิดเห็น			การยอมรับ ฟังคนอื่น			การทำงาน ตามที่ได้รับ มอบหมาย			ความมี น้ำใจ			การมี ส่วนร่วมใน การ ปรับปรุง ผลงานกลุ่ม			รวม 15 คะแนน	
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1		

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน  
...../...../.....

#### เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

#### เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง



### แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

**คำชี้แจง :** ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้าน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	1.1 ยืนตรงเคารพธงชาติ และร้องเพลงชาติได้			
	1.2 เข้าร่วมกิจกรรมที่สร้างความสามัคคีปรองดอง และเป็นประโยชน์ต่อโรงเรียน			
	1.3 เข้าร่วมกิจกรรมทางศาสนาที่ตนนับถือ ปฏิบัติตามหลักศาสนา			
	1.4 เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับสถาบันพระมหากษัตริย์ตามที่โรงเรียนจัดขึ้น			
2. ซื่อสัตย์ สุจริต	2.1 ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง			
	2.2 ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้อง			
3. มีวินัย รับผิดชอบ	3.1 ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของครอบครัว มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน			
4. ใฝ่เรียนรู้	4.1 รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ และนำไปปฏิบัติได้			
	4.2 รู้จักจัดสรรเวลาให้เหมาะสม			
	4.3 เชื่อมโยงคำสั่งสอนของบิดา-มารดา โดยไม่ได้แย้ง			
	4.4 ตั้งใจเรียน			
5. อยู่อย่างพอเพียง	5.1 ใช้ทรัพย์สินและสิ่งของของโรงเรียนอย่างประหยัด			
	5.2 ใช้อุปกรณ์การเรียนอย่างประหยัดและรู้คุณค่า			
	5.3 ใช้จ่ายอย่างประหยัดและมีการเก็บออมเงิน			
6. มุ่งมั่นในการทำงาน	6.1 มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย			
	6.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ			
7. รักความเป็นไทย	7.1 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย			
	7.2 เห็นคุณค่าและปฏิบัติตามวัฒนธรรมไทย			
8. มีจิตสาธารณะ	8.1 รู้จักช่วยพ่อแม่ ผู้ปกครอง และครูทำงาน			
	8.2 รู้จักการดูแลรักษาทรัพย์สินสมบัติและสิ่งแวดล้อมของห้องเรียนและโรงเรียน			

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน  
...../...../.....

#### เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	ให้ 3 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง	ให้ 2 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	ให้ 1 คะแนน

## เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
51-60	ดีมาก
41-50	ดี
30-40	พอใช้
ต่ำกว่า 30	ปรับปรุง

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี เรื่อง ปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี  
รหัสวิชา ว31222 รายวิชาเคมีเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 เวลา 5 ชั่วโมง

---

### มาตรฐานการเรียนรู้

3. เข้าใจหลักการปฏิบัติการณ์เคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะ ในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

### ผลการเรียนรู้

คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส

### สาระสำคัญ

เลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมีสามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับมวล ความเข้มข้นของสารละลาย และปริมาตรของแก๊สได้

### สาระการเรียนรู้

การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี มีความสัมพันธ์กันตามเลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมี ซึ่งบอกถึงสัดส่วนโดยโมลของสารในปฏิกิริยา สามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับมวล ความเข้มข้นของสารละลาย และปริมาตรของแก๊สได้

### จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ความเข้าใจ

1. สรุปสาระสำคัญของกฎเกย์-ลุสแซกได้ (K)
2. สรุปสาระสำคัญของกฎอาโวกาโดรได้ (K)
3. คำนวณหาปริมาตรของแก๊สที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาเคมี และคำนวณหาสูตรโมเลกุลของแก๊ส เมื่อทราบปริมาตรของแก๊สที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาเคมีได้ (P)
4. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (P)
5. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง (P)
6. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)
7. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน/สมรรถนะของศตวรรษที่ 21

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
  - 1) ทักษะการสังเกต
  - 2) ทักษะการสำรวจค้นหา
  - 3) ทักษะการวิเคราะห์
  - 4) ทักษะการทดลอง
  - 5) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป
3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

### คำถามสำคัญ

หากต้องการทราบปริมาณสารตั้งต้นในกระบวนการผลิตสารเคมีเพื่อให้ได้ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ จำเป็นต้องทราบเกี่ยวกับอะไรบ้าง

### ชิ้นงาน/ภาระงาน

- แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- การนำเสนอ

### การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) ปริมาตรของแก๊ส ในปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
4) พฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

### เกณฑ์การประเมิน

#### 1. ด้านความรู้

ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	1 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 100 % 0.5 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 50 %

#### 2. ด้านทักษะกระบวนการ

ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	1 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 100 % 0.5 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 50 %

#### 3. เกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

การวัด	คะแนน/ความหมาย	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านคุณลักษณะตั้งใจใฝ่เรียนรู้และ แสวงหาความรู้ สังเกตความ กระตือรือร้นในการแสวงหา ข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูล ได้อย่างเป็นระบบ	3=พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจน และสม่ำเสมอ	จัดบันทึกข้อมูล สรุปข้อมูลได้ อย่างเป็นระบบ มีความ กระตือรือร้นตลอดเวลา
	2= พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจน และบางครั้ง	จัดบันทึกข้อมูล สรุปข้อมูลได้ อย่างเป็นระบบบ้าง มีความ กระตือรือร้นบางครั้ง
	1=พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	จัดบันทึกข้อมูล มีความ กระตือรือร้นน้อย

## มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการทำใบงานอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของปริมาณของแก๊สในปฏิกิริยาเคมีได้อย่างเข้าใจ

### 3. มีความภูมิกันในตัวที่ดี

นำหลักการของปริมาณของแก๊สในปฏิกิริยาเคมีมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

### 4. เงื่อนไขความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์ของปริมาณของแก๊สในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้อง

### 5. เงื่อนไขคุณธรรม

นักเรียนมีตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล  
จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ให้กับเพื่อนๆ

## บูรณาการการใช้ห้องสมุด

นักเรียนใช้เวลาว่างนอกเหนือจากชั่วโมงสอนในการแสวงหาความรู้จากแหล่งอื่นๆ เช่น ห้องสมุด  
อินเทอร์เน็ต เป็นต้น

## บูรณาการสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม

นักเรียนนำหลักคุณธรรมนำมาปฏิบัติตนจนเป็นนิสัยความประพฤติดีงาม การรู้จักไตร่ตรองว่า  
อะไรควรทำไม่ควรทำ อีกทั้งปฏิบัติตนด้วยความซื่อสัตย์ เสียสละ และ มีความรับผิดชอบ

## กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นนำ

ชั่วโมงที่ 1

### กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูทบทวนความรู้ให้นักเรียนว่า จากการศึกษาที่ผ่านมา เราสามารถคำนวณมวลของสาร  
ในปฏิกิริยาเคมีได้ โดยใช้ความรู้ในเรื่องกฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่
2. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยสอบถามว่า นักเรียนคิดว่าการหาปริมาณของแก๊ส  
ในปฏิกิริยาเคมีสามารถทำได้เหมือนการหามวลของสารในปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ อย่างไร

3. ครูให้นักเรียนทั้งห้องร่วมกันแสดงความคิดเห็น ซึ่งคำตอบของนักเรียนอาจจะถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็ได้ โดยครูยังไม่ต้องเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาเกี่ยวกับการหาปริมาตรแก๊สในปฏิกิริยาเคมีในลำดับต่อไป

## ขั้นสอน

### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูทบทวนความรู้เดิมเรื่องสมบัติของแก๊สว่าสามารถพุ่งกระจายได้จนเต็มภาชนะที่บรรจุเสมอ และอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการวัดปริมาตรของแก๊สที่อยู่ในปฏิกิริยาเคมีว่า นิยมวัดเป็นปริมาตร ณ อุณหภูมิและความดันในขณะทำการทดลอง
2. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่าไม่สามารถใช้กฎทรงมวลในการคำนวณในปฏิกิริยาเคมีที่เป็นแก๊สได้ จึงต้องใช้การคำนวณปริมาณสัมพันธ์จากปฏิกิริยาของแก๊สแทน

## ชั่วโมงที่ 2

### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูทบทวนความรู้ที่ได้เรียนไปในชั่วโมงที่แล้วเกี่ยวกับการคำนวณปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี ซึ่งไม่สามารถใช้กฎทรงมวลมาคำนวณได้
2. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยในแต่ละกลุ่มต้องประกอบด้วยเด็กเรียนเก่ง เด็กเรียนปานกลาง และเด็กเรียนอ่อน แล้วทำการทดลองเรื่อง ศึกษาปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยา จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 76-77
3. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้
  - สมาชิกคนที่ 1 : ทำหน้าที่เตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ
  - สมาชิกคนที่ 2 : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
  - สมาชิกคนที่ 3 : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
  - สมาชิกคนที่ 4 และ 5 : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง
4. ครูให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง
5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

### อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการทำการทดลอง โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้
  - 1) เมื่อนำแก๊ส NO และแก๊ส O<sub>2</sub> มาผสมกัน ปริมาตรของแก๊สในกระบอกตวงจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

(แนวตอบ : ปริมาตรแก๊สในกระบอกตวงจะลดลง และระดับน้ำในกระบอกตวงสูงขึ้น เนื่องจากแก๊ส  $O_2$  ทำปฏิกิริยากับแก๊ส  $NO$  ได้ผลิตภัณฑ์เป็นแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ ( $NO_2$ ) ซึ่งมีสีแดง และละลายน้ำได้ดี ซึ่งเมื่อแก๊ส  $NO_2$  ละลายน้ำ ความดันของแก๊สในกระบอกตวงจึงลดลง น้ำจากภายนอก จึงเข้ามาแทนที่)

2) แก๊สที่เหลือในกระบอกตวงคือแก๊สชนิดใด และทราบได้อย่างไร

(แนวตอบ : แก๊ส  $O_2$  เนื่องจากเป็นแก๊สที่ช่วยให้ไฟติด)

3) อัตราส่วนของแก๊ส  $NO$  และแก๊ส  $O_2$  ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันมีค่าเท่าใด และคงที่หรือไม่

(แนวตอบ : 2 : 1 โดยปริมาตร และมีค่าใกล้เคียงกันทุกครั้งที่ทดลอง)

2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการทำการทดลอง เพื่อให้ได้แนวสรุป ดังนี้ การทดลองทุกครั้งได้ผลการทดลองที่ใกล้เคียงกัน แสดงว่า แก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์ ( $NO$ ) ทำปฏิกิริยาพอดีกับแก๊สออกซิเจน ( $O_2$ ) ด้วยอัตราส่วน 2 : 1 โดยปริมาตร แต่ไม่สามารถวัดปริมาตรของแก๊สผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาได้ เนื่องจากเป็นแก๊สที่ละลายในน้ำ จึงไม่ทราบปริมาตรของแก๊สหลังเกิดปฏิกิริยา ทำให้สรุปไม่ได้ว่าปริมาตรของแก๊สก่อนทำปฏิกิริยาและปริมาตรของแก๊สหลังเกิดปฏิกิริยามีอัตราส่วนเป็นเท่าใด

### ชั่วโมงที่ 3

#### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยคละความสามารถทางวิทยาศาสตร์ แล้วศึกษาเรื่อง กฎของเกย์-ลูสแซก และกฎของอาโวกาโดร จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 78-80 หรือจาก PPT จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการศึกษา จนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

2. ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันฝึกการคำนวณปริมาตรของแก๊สและสูตรโมเลกุลของแก๊สจากกฎของเกย์-ลูสแซกและกฎของอาโวกาโดร จากตัวอย่างที่ 6.8-6.10 ในหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 80-82 จากนั้นสุ่มนักเรียน 3 คู่ ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

#### อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่อง กฎของเกย์-ลูสแซกและกฎของอาโวกาโดร เช่น

1) กฎของเกย์-ลูสแซกกล่าวอย่างไร

(แนวตอบ : อัตราส่วนระหว่างปริมาตรของแก๊สที่ทำปฏิกิริยากันพอดี และปริมาตรของแก๊สผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยา ซึ่งวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน จะเป็นเลขจำนวนเต็มลงตัวน้อย ๆ)

2) กฎของอาโวกาโดรกล่าวอย่างไร

(แนวตอบ : แก๊สที่มีปริมาตรเท่ากันที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันจะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน)

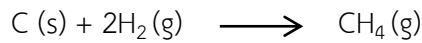


## ชั่วโมงที่ 4

### อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจว่า สำหรับแก๊สซึ่งมีมวลน้อยมาก การวัดมวลของแก๊สทำได้ยากจึงนิยมวัดในหน่วยปริมาตร ซึ่งการคำนวณปริมาตรของแก๊สที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาเคมี สามารถใช้ความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับปริมาตรของแก๊สที่ STP ดังตัวอย่างต่อไปนี้

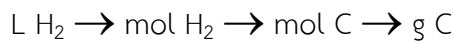
ปฏิกิริยาเคมีต่อไปนี้



ถ้าใช้แก๊สไฮโดรเจน 13.44 ลิตร ที่ STP จะทำปฏิกิริยาพอดีกับถ่านกี่กรัม

#### วิธีทำ

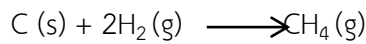
ใช้ปริมาตรของแก๊ส  $\text{H}_2$  ที่โจทย์กำหนด เพื่อหาจำนวนโมลของ  $\text{H}_2$  จากนั้นใช้สมการเคมีเพื่อหาจำนวนโมลของ C แล้วเปลี่ยนเป็นมวล ดังนี้



โจทย์กำหนด

โจทย์ให้หา

ขั้นที่ 1 พิจารณาสมการว่าดุลแล้วหรือไม่ ซึ่งจากโจทย์สมการดุลแล้ว



ขั้นที่ 2 ระบุแฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วยที่จะใช้

$$\frac{1 \text{ mol H}_2}{22.4 \text{ L H}_2} \quad (\text{จากแก๊ส 1 mol มีปริมาตร 22.4 L ที่ STP})$$

$$\frac{1 \text{ mol C}}{2 \text{ mol H}_2} \quad (\text{จากสมการเคมี อัตราส่วนโดยโมลของ C : H}_2 = 1 : 2)$$

$$\frac{12.01 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} \quad (\text{จากมวลต่อโมลของ C = 12.01 g/mol})$$

ขั้นที่ 3 คำนวณโดยใช้วิธีเทียบหน่วย

$$\begin{aligned} \text{กรัมของ C} &= 13.44 \text{ L H}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{22.4 \text{ L H}_2} \times \frac{1 \text{ mol C}}{2 \text{ mol H}_2} \times \frac{12.01 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} \\ &= 3.603 \text{ g C} \end{aligned}$$

ดังนั้น ถ้าใช้แก๊สไฮโดรเจน 13.44 ลิตร ที่ STP จะทำปฏิกิริยาพอดีกับถ่าน 3.603 กรัม

## ขั้นสรุป

## ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูให้นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับกฎของเกย์-ลูสแซกและกฎของอาโวกาโดรจากหนังสือในห้องสมุด จากเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือ แล้วสรุปเป็นใบความรู้ส่งครูผู้สอน จากนั้นเลือกตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และอภิปรายร่วมกัน
2. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2

## ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และการร่วมกันทำผลงาน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
3. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอเรื่อง กฎของเกย์-ลูสแซกและกฎของอาโวกาโดร
4. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นขยายความเข้าใจ

## สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

## 1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- 2) แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- 3) PowerPoint เรื่อง กฎของเกย์-ลูสแซก
- 4) PowerPoint เรื่อง กฎของอาโวกาโดร

## 2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

บันทึกผลหลังการสอน

ผลการเรียนรู้

.....  
.....  
.....  
.....

ปัญหาหรืออุปสรรค

.....  
.....  
.....  
.....

ข้อเสนอแนะแนวทางการแก้ไข

.....  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสิริมาศ น้อยแก้ว)

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

## แผนจัดการเรียนรู้ที่ 10

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี

รหัสวิชา ว31222

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

เวลา 6 ชั่วโมง

### มาตรฐานการเรียนรู้

3. เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะ ในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

### ผลการเรียนรู้

ระบุสารกำหนดปริมาณและคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี

### สาระสำคัญ

ปฏิกิริยาเคมีที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยาไม่พอดีกัน สารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อน เรียกว่า สารกำหนดปริมาณ

### สาระการเรียนรู้

ปฏิกิริยาเคมีที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยาไม่พอดีกัน สารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อนเรียกว่า สารกำหนดปริมาณ ซึ่งเป็นสารที่กำหนดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น และปริมาณสารตั้งต้นอื่นที่ทำปฏิกิริยาไปเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา

### จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ความเข้าใจ

1. อธิบายวิธีการหาจำนวนโมล มวล หรือปริมาตรของสารใดสารหนึ่ง เมื่อทราบปริมาณของสารอื่นในปฏิกิริยาเคมีได้ (K)
2. คำนวณหาจำนวนโมล มวล หรือปริมาตรของสารใดสารหนึ่ง เมื่อทราบปริมาณของสารอื่นในปฏิกิริยาเคมีได้ (P)
3. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)
4. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน/สมรรถนะของศตวรรษที่ 21

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
  - 1) ทักษะการสังเกต
  - 2) ทักษะการสำรวจค้นหา
  - 3) ทักษะการวิเคราะห์
3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

### คำถามสำคัญ

หากต้องการทราบปริมาณสารตั้งต้นในกระบวนการผลิตสารเคมีเพื่อให้ได้ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ จำเป็นต้องทราบเกี่ยวกับอะไรบ้าง

### ชิ้นงาน/ภาระงาน

- แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- การนำเสนอ

### การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม			
1) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

### เกณฑ์การประเมิน

#### 1. ด้านความรู้

ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	1 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 100 % 0.5 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 50 %

#### 2. ด้านทักษะกระบวนการ

ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	1 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 100 % 0.5 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 50 %

#### 3. เกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

การวัด	คะแนน/ความหมาย	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านคุณลักษณะตั้งใจใฝ่เรียนรู้และแสวงหาความรู้ สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ	3=พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	จัดบันทึกข้อมูล สรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ มีความกระตือรือร้นตลอดเวลา
	2= พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบางครั้ง	จัดบันทึกข้อมูล สรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบบ้าง มีความกระตือรือร้นบางครั้ง
	1=พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	จัดบันทึกข้อมูล มีความกระตือรือร้นน้อย

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

#### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการทำใบงานอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

#### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีได้อย่างเข้าใจ

### 3. มีความภูมิใจกันในตัวที่ดี

นำหลักการของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี มาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

### 4. เจือปนใจความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์ของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้อง

### 5. เจือปนใจคุณธรรม

นักเรียนมีตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ ให้กับเพื่อนๆ

### บูรณาการการใช้ห้องสมุด

นักเรียนใช้เวลาว่างนอกเหนือจากชั่วโมงสอนในการแสวงหาความรู้จากแหล่งอื่นๆ เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต เป็นต้น

### บูรณาการสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม

นักเรียนนำหลักคุณธรรมนำมาปฏิบัติตนจนเป็นนิสัยความประพฤติดีงาม การรู้จักไตร่ตรองว่าอะไรควรทำไม่ควรทำ อีกทั้งปฏิบัติตนด้วยความซื่อสัตย์ เสียสละ และ มีความรับผิดชอบ

### กระบวนการจัดการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำ

#### กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง สารกำหนดปริมาณ โดยใช้คำถาม ดังนี้

1) นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ปฏิกิริยาเคมีที่มีปริมาณของสารตั้งต้นบางชนิดมากกว่าสัดส่วนที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันตามสมการเคมีจะเป็นอย่างไร

(แนวตอบ : จะมีสารบางชนิดที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อนสารอื่น)

2. ครูกำหนดบทบาทสมมติ โดยยกตัวอย่างการทำแซนด์วิช โดยกำหนดให้การทำแซนด์วิช 1 ชิ้น ต้องใช้ขนมปัง 2 แผ่น ผักกาด 1 ชิ้น และแฮม 2 ชิ้น แต่มีวัตถุดิบในการทำแซนด์วิชเป็นขนมปัง 19 แผ่น ผักกาด 10 ชิ้น และแฮม 20 ชิ้น จากนั้นให้นักเรียนลองทำแซนด์วิชจริง หรือลองวาดภาพแซนด์วิชที่จะทำได้ และร่วมกันอภิปรายว่าวัตถุดิบที่มีสามารถทำแซนด์วิชได้กี่ชิ้น

1) จากวัตถุดิบที่มีให้ นักเรียนสามารถทำแซนด์วิชได้กี่ชิ้น เพราะอะไร

(แนวตอบ : ทำแซนด์วิชได้ 9 ชิ้น เนื่องจากขนมปังหมดก่อน จึงมีวัตถุดิบไม่เพียงพอในการทำแซนด์วิชชิ้นต่อไป)

3. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทำแซนด์วิชว่า ถ้าเปรียบวัตถุดิบแต่ละชนิด (ขนมปัง ผักกาด และแฮม) เป็นสารตั้งต้นในการเกิดปฏิกิริยาเคมี แล้วเข้ามาทำปฏิกิริยากัน จนได้ผลิตภัณฑ์เป็นแซนด์วิชออกมา จำนวนแซนด์วิชที่ทำได้จะขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่มีปริมาณน้อยที่สุด หากวัตถุดิบชนิดใดหมดลงก่อน ก็จะสามารถทำแซนด์วิชได้พอดีกับจำนวนของวัตถุดิบที่หมดลงก่อน เปรียบได้กับสารเคมีบางชนิดที่ทำปฏิกิริยากันไม่พอดี สารเคมีใดหมดก่อน ปฏิกิริยาก็จะสิ้นสุดลง

## ชั่วโมงที่ 2

### ขั้นสอน

#### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละประมาณ 25 คน หรือมากกว่า 20 คน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำตัวอย่าง ดังนี้

1) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเล่นเกมเก้าอี้ดนตรี โดยนำเก้าอี้ 20 ตัว มาเรียงเป็นวงกลม

2) ให้แต่ละกลุ่มเริ่มเล่นเกมเก้าอี้ดนตรี โดยเปิดเพลงหรือร้องเพลงไปด้วย เมื่อเสียงเพลงจบแล้ว ให้นักเรียนจำนวนนักเรียนที่มีเก้าอี้หนึ่ง และนักเรียนที่ไม่มีเก้าอี้หนึ่ง

2. ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับกิจกรรม โดยใช้ประเด็นคำถามต่อไปนี้

1) นักเรียนสามารถนั่งเก้าอี้ได้กี่คน แล้วมีอีกกี่คนที่ไม่มีเก้าอี้หนึ่ง

(แนวตอบ : นักเรียนนั่งเก้าอี้ได้ 20 คน ส่วนนักเรียนที่เหลือไม่มีเก้าอี้หนึ่ง)

2) นักเรียนหรือเก้าอี้เป็นตัวกำหนดการนั่งของนักเรียน

(แนวตอบ : เก้าอี้เป็นตัวกำหนดการนั่งของนักเรียน)

3. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีที่มีปริมาณของสารตั้งต้นบางชนิดมากกว่าสัดส่วนที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันตามสมการเคมี และสารกำหนดปริมาณซึ่งเป็นสารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อนสารอื่น จึงเป็นสารที่กำหนดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น

1) นักเรียนคิดว่า จากเกมเก้าอี้ดนตรีที่ได้เล่นไปแล้วนั้น ถ้าเปรียบเทียบเก้าอี้และนักเรียนเป็นสารตั้งต้นที่เข้าทำปฏิกิริยาเคมีกัน สิ่งใดเป็นสารกำหนดปริมาณ

(แนวตอบ : เก้าอี้เปรียบได้กับสารกำหนดปริมาณ เนื่องจากเป็นสารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อน และเป็นตัวกำหนดจำนวนนักเรียนที่จะได้นั่งเก้าอี้ หรือปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น)



### ชั่วโมงที่ 3

#### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครุมนำนักเรียนทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับอนุภาค มวล และ ปริมาตร
2. ครูให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 82-83 จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการศึกษา จนมีความเข้าใจที่ตรงกัน
3. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยละความสามารถทางวิทยาศาสตร์ แล้วร่วมกันฝึกการคำนวณเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี จากตัวอย่างที่ 6.11-6.16 ในหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 84-86 จากนั้นสุ่มนักเรียน 6 คู่ ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียน ให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

### ชั่วโมงที่ 4

#### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ที่จับคู่กันในชั่วโมงที่ผ่านมา ร่วมกันฝึกการคำนวณเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี จากตัวอย่างที่ 6.17-6.24 ในหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 87-90 จากนั้นสุ่มนักเรียน 8 คู่ (ไม่ซ้ำคู่เดิม) ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

#### อธิบายความรู้ (Explain)

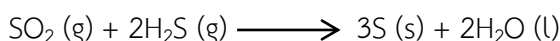
1. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่อง สารกำหนดปริมาณ เช่น
  - 1) สารกำหนดปริมาณคืออะไร  
(แนวตอบ : การทดลองในห้องปฏิบัติการเคมี ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน หรือในอุตสาหกรรม การผลิตสารเคมีชนิดต่าง ๆ โดยทั่วไปจะมีปริมาณของสารตั้งต้นบางชนิดมากกว่าสัดส่วนที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันตามสมการเคมี สารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อนสารอื่นจะเป็นสารที่กำหนดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น)
  - 2) ถ้าปริมาณของสารตั้งต้นบางชนิดมากกว่าสัดส่วนที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันตามสมการเคมี จะหาสารกำหนดปริมาณได้อย่างไร และจะคำนวณปริมาณสารตั้งต้นที่เหลือและผลิตภัณฑ์ได้อย่างไร  
(แนวตอบ : ต้องหาสารกำหนดปริมาณก่อน โดยคำนวณว่าสารใดที่ทำปฏิกิริยาหมด แล้วใช้สารกำหนดปริมาณในการคำนวณปริมาณสารตั้งต้นที่เหลือและผลิตภัณฑ์)

## ชั่วโมงที่ 5

### อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี เช่น

1) นำแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) 16 กรัม และแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H<sub>2</sub>S) 17 กรัม มาทำปฏิกิริยากัน เมื่อเกิดปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์ จะเหลือสารใด และเหลืออยู่กี่กรัม กำหนดปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นให้ ดังนี้



$$\text{(แนวตอบ : SO}_2 \text{ 16 g} = \frac{16}{64} = 0.25 \text{ mol}$$

$$\text{H}_2\text{S 17 g} = \frac{17}{34} = 0.5 \text{ mol}$$



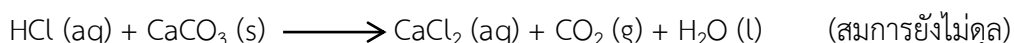
$$\text{เริ่มต้น} \quad 0.25 \quad 0.5 \quad - \quad - \quad \text{mol}$$

$$\text{เปลี่ยนแปลง} \quad -0.25 \quad -0.5 \quad +0.75 \quad +0.5 \quad \text{mol}$$

$$\text{คงเหลือ} \quad - \quad - \quad +0.75 \quad +0.5 \quad \text{mol}$$

ดังนั้น แก๊ส SO<sub>2</sub> และแก๊ส H<sub>2</sub>S ทำปฏิกิริยากันพอดี และไม่มีสารใดเหลือ

2) กรดไฮโดรคลอริก (HCl) ทำปฏิกิริยากับแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO<sub>3</sub>) ดังสมการ



จะเกิดแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl<sub>2</sub>) กี่กรัม เมื่อใช้กรดไฮโดรคลอริก 0.5 โมล ทำปฏิกิริยากับแคลเซียมคาร์บอเนต 75 กรัม

(แนวตอบ : สมการที่ดุลแล้วเป็น ดังนี้



$$\text{CaCO}_3 \text{ 75 g} = \frac{75}{100} = 0.75 \text{ mol}$$



$$\text{เริ่มต้น} \quad 0.5 \quad 0.75 \quad - \quad - \quad - \quad \text{mol}$$

$$\text{เปลี่ยนแปลง} \quad -0.5 \quad -0.25 \quad +0.25 \quad +0.25 \quad +0.25 \quad \text{mol}$$

$$\text{คงเหลือ} \quad - \quad +0.5 \quad +0.25 \quad +0.25 \quad +0.25 \quad \text{mol}$$

ดังนั้น เกิด CaCl<sub>2</sub> = 0.25 × 110 = 27.75 กรัม)

2. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมาและจากการทำกิจกรรม หากส่วนใดที่นักเรียนยังมีข้อสงสัย ให้ครูอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจ

3. ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

ขั้นสรุป

ชั่วโมงที่ 6

### ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูให้นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับสารกำหนดปริมาณ จากหนังสือในห้องสมุด จากเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือ แล้วสรุปเป็นใบความรู้ส่งครูผู้สอน จากนั้นเลือกตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และอภิปรายร่วมกัน
2. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2

### ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และการร่วมกันทำผลงาน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
3. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอ เรื่อง สารกำหนดปริมาณ
4. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นขยายความเข้าใจ

### สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

#### 1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- 2) แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี

#### 2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

บันทึกผลหลังการสอน

ผลการเรียนรู้

ด้านความรู้และด้านกระบวนการ

.....  
.....  
.....  
.....

ปัญหาหรืออุปสรรค

.....  
.....  
.....  
.....

ข้อเสนอแนะแนวทางการแก้ไข

.....  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสิริมาศ น้อยแก้ว)

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี

เรื่อง การคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ

รหัสวิชา ว31222 รายวิชาเคมีเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

เวลา 2 ชั่วโมง

### มาตรฐานการเรียนรู้

3. เข้าใจหลักการทำปฏิกิริยาเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

### ผลการเรียนรู้

คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน

### สาระสำคัญ

ความสัมพันธ์ของโมลสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน พิจารณาได้จากเลขสัมประสิทธิ์ของสมการเคมีรวม

### สาระการเรียนรู้

ความสัมพันธ์ของโมลสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน พิจารณาได้จากเลขสัมประสิทธิ์ของสมการเคมีรวม

### จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ความเข้าใจ

1. อธิบายวิธีการหาจำนวนโมล มวล หรือปริมาตรของสารใดสารหนึ่งจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการได้ (K)
2. คำนวณหาจำนวนโมล มวล หรือปริมาตรของสารใดสารหนึ่งจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการได้ (P)
3. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)
4. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

## สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน/สมรรถนะของศตวรรษที่ 21

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
  - 1) ทักษะการสังเกต
  - 2) ทักษะการสำรวจค้นหา
  - 3) ทักษะการวิเคราะห์
3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

### คำถามสำคัญ

หากต้องการทราบปริมาณสารตั้งต้นในกระบวนการผลิตสารเคมีเพื่อให้ได้ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ จำเป็นต้องทราบเกี่ยวกับอะไรบ้าง

### ชิ้นงาน/ภาระงาน

- แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- ใบงานที่ 6.2 เรื่อง การคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ
- การนำเสนอ

### การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) การคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ	- ตรวจใบงานที่ 6.2 - ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 6.2 - แบบฝึกหัด	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัยใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

## เกณฑ์การประเมิน

### 1. ด้านความรู้

ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	1 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 100 % 0.5 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 50 %

### 2. ด้านทักษะกระบวนการ

ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	1 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 100 % 0.5 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 50 %

### 3. เกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

การวัด	คะแนน/ความหมาย	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านคุณลักษณะตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ	3=พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	จัดบันทึกข้อมูล สรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ มีความกระตือรือร้นตลอดเวลา
	2= พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบางครั้ง	จัดบันทึกข้อมูล สรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบบ้าง มีความกระตือรือร้นบางครั้ง
	1=พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	จัดบันทึกข้อมูล มีความกระตือรือร้นน้อย

## มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการทำใบงานอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของการคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการได้อย่างเข้าใจ

### 3. มีความภูมิกันในตัวที่ดี

นำหลักการของการคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

### 4. เงื่อนไขความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์ของการคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการที่เกี่ยวข้อง

## 5. เจื่อนไขคุณธรรม

นักเรียนมีตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ ให้กับเพื่อนๆ

### บูรณาการการใช้ห้องสมุด

นักเรียนใช้เวลาว่างนอกเหนือจากชั่วโมงสอนในการแสวงหาความรู้จากแหล่งอื่นๆ เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต เป็นต้น

### บูรณาการสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม

นักเรียนนำหลักคุณธรรมนำมาปฏิบัติตนจนเป็นนิสัยความประพฤติดีงาม การรู้จักไตร่ตรองว่าอะไรควรทำไม่ควรทำ อีกทั้งปฏิบัติตนด้วยความซื่อสัตย์ เสียสละ และ มีความรับผิดชอบ

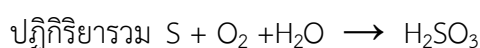
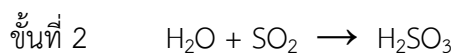
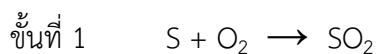
### กระบวนการจัดการเรียนรู้

#### ชั่วโมงที่ 1

#### ขั้นนำ

#### กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูยกตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีที่มีหลายขั้นตอน เช่น การเผาไหม้ของซัลเฟอร์ทำให้เกิดแก๊ส ( $\text{SO}_2$ ) ผสมอยู่ในบรรยากาศ เมื่อฝนตกแก๊ส  $\text{SO}_2$  ก็จะละลายรวมตัวกับน้ำฝน กลายเป็นกรดซัลฟิวรัส ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ) น้ำฝนจึงมีสมบัติเป็นฝนกรด ซึ่งมีขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยา ดังนี้



แล้วให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า ปฏิกิริยาเคมีทั้ง 2 ปฏิกิริยามีความเกี่ยวเนื่องกันอย่างไร

2. ครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เช่น

1) จากปฏิกิริยาที่กำหนดให้ ถ้าทราบปริมาณซัลเฟอร์ (S) ที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา จะสามารถหาปริมาณกรดซัลฟิวรัส ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ) ที่เกิดขึ้นได้หรือไม่

*(แนวตอบ : ได้ เนื่องจากปฏิกิริยาทั้ง 2 ปฏิกิริยามีความเกี่ยวเนื่องกัน เมื่อทราบปริมาณของสารใดสารหนึ่ง ก็จะสามารถหาปริมาณของสารอื่น ๆ ได้)*

2) จากปฏิกิริยาที่กำหนดให้ ถ้าใช้ซัลเฟอร์ (S) จำนวน 1 โมล ในการทำปฏิกิริยา จะเกิดกรดซัลฟิวรัส ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ) กี่โมล

*(แนวตอบ : 1 โมล)*



3) จากปฏิกิริยาที่กำหนดให้ ถ้าใช้แก๊สออกซิเจน (O<sub>2</sub>) จำนวน 2 โมล ในการทำปฏิกิริยา จะเกิดกรดซัลฟิวรัส (H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>) กี่โมล

(แนวตอบ : 2 โมล)

3. ครูชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของโมลสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน ว่าสามารถพิจารณาได้จากเลขสัมประสิทธิ์ของสมการเคมีรวม

### ขั้นสอน

#### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยละความสามารถทางวิทยาศาสตร์ แล้วร่วมกันฝึกการคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ จากตัวอย่างที่ 6.25-6.27 ในหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 91-93 จากนั้นสุ่มนักเรียน 3 คู่ ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

### ชั่วโมงที่ 2

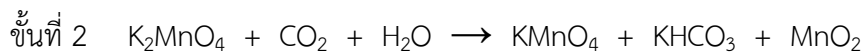
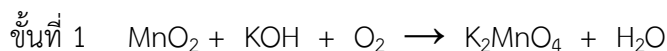
#### อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ เช่น

1) ความสัมพันธ์ของโมลสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอนสามารถพิจารณาได้จากสิ่งใด

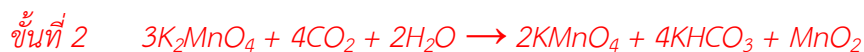
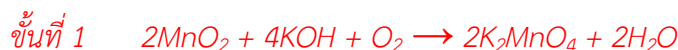
(แนวตอบ : เลขสัมประสิทธิ์ของสมการเคมีรวม)

2) ปฏิกิริยาในการเตรียม KMnO<sub>4</sub> เป็น ดังนี้



ถ้าเริ่มต้นมี MnO<sub>2</sub> 348 กรัม จะเตรียม KMnO<sub>4</sub> ได้มากที่สุดกี่กรัม (กำหนดให้มวลอะตอมของ K = 39 Mn = 55 O = 16)

(แนวตอบ : 4 โมล)



สมการเคมีรวม



$$348 \text{ กรัม} = \frac{348}{87} = 4 \text{ โมล}$$

จากสมการเคมีรวม

$MnO_2$  1 โมล ทำให้เกิด  $KMnO_4$  2 โมล

$MnO_2$  4 โมล ทำให้เกิด  $KMnO_4$  8 โมล

ดังนั้น จะเตรียม  $KMnO_4$  ได้ =  $8 \times (39 + 55 + 64) = 1,264$  กรัม)

## ขั้นสรุป

### ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูให้นักเรียนค้นคว้าเกี่ยวกับปฏิกิริยาที่มีหลายขั้นตอน จากหนังสือในห้องสมุด จากเว็บไซต์ที่นำเชื่อถือ แล้วฝึกการคำนวณปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในปริมาณต่าง ๆ เช่น โมล กรัม โมเลกุล ลิตร ที่ STP เป็นต้น โดยกำหนดให้ใช้สารตั้งต้นในปริมาณต่าง ๆ เช่น โมล กรัม โมเลกุล ลิตร ที่ STP เป็นต้น จากนั้นเลือกตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และอภิปรายร่วมกัน

2. ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 6.2 เรื่อง การคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ

3. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2

### ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และการร่วมกันทำผลงาน

2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 6.2 เรื่อง การคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ

3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด

4. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอเรื่อง การคำนวณจากสมการที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ

5. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นขยายความเข้าใจ

## สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

### 1 สื่อการเรียนรู้

1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี

2) แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี

3) ใบงานที่ 6.2 เรื่อง การคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ

### 2 แหล่งการเรียนรู้

1) ห้องสมุด

2) ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

บันทึกผลหลังการสอน

ผลการเรียนรู้

.....  
.....  
.....  
.....

ปัญหาหรืออุปสรรค

.....  
.....  
.....  
.....

ข้อเสนอแนะแนวทางการแก้ไข

.....  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสิริมาศ น้อยแก้ว)

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

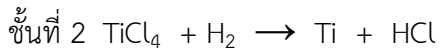
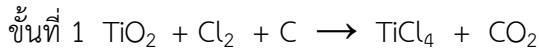
## ภาคผนวกของแผนการจัดการเรียนรู้

## ใบงานที่ 6.2

### เรื่อง การคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ

**คำชี้แจง :** จงคำนวณปริมาณสารจากปฏิกิริยาที่กำหนดให้

1. ในการผลิตโลหะไทเทเนียมจาก  $\text{TiO}_2$  ทำได้โดยนำ  $\text{TiO}_2$  มาผสมกับผงถ่าน และแก๊ส  $\text{Cl}_2$  แล้วเผาให้ร้อนจัด ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังสมการ



ถ้าใช้  $\text{TiO}_2$  2.4 กรัม จะต้องใช้แก๊สไฮโดรเจนกี่ลิตร ที่ STP (กำหนดให้ มวลอะตอมของ Ti = 48 และ Cl = 35.5)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. กำหนดปฏิกิริยาต่าง ๆ ดังนี้



เมื่อใช้ Al จำนวน 1.35 กรัม ทำปฏิกิริยากับ NaOH จำนวนมากเกินพอ ปรากฏว่าได้  $\text{H}_2$  จำนวนหนึ่ง ซึ่งทำปฏิกิริยาพอดีกับ  $\text{N}_2\text{O}$  ที่เกิดจากการสลายตัวของ  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  มวลของ  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ที่ใช้เป็นกี่กรัม (กำหนดให้ มวลอะตอมของ Al = 27 Na = 23 O = 16 N = 14 H = 1)

.....

.....

.....

.....

.....

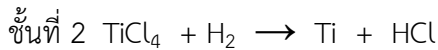
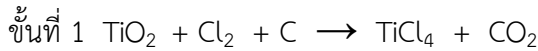
.....

.....

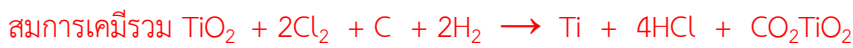
เรื่อง การคำนวณจากสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ

คำชี้แจง : จงคำนวณปริมาณสารจากปฏิกิริยาที่กำหนดให้

1. ในการผลิตโลหะไทเทเนียมจาก  $TiO_2$  ทำได้โดยนำ  $TiO_2$  มาผสมกับผงถ่าน และแก๊ส  $Cl_2$  แล้วเผาให้ร้อนจัด ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังสมการ



ถ้าใช้  $TiO_2$  2.4 กรัม จะต้องใช้แก๊สไฮโดรเจนกี่ลิตร ที่ STP (กำหนดให้ มวลอะตอมของ  $Ti = 48$  และ  $Cl = 35.5$ )



$$2.4 = \frac{2.4}{80} = 0.03 \text{ โมล}$$

จากสมการเคมีรวม

$TiO_2$  1 โมล จะต้องใช้  $H_2$  2 โมล

$TiO_2$  0.03 โมล จะต้องใช้  $H_2$  0.06 โมล

ดังนั้น จะต้องใช้แก๊สไฮโดรเจน  $0.06 \times 22.4 = 0.672$  ลิตร ที่ STP

2. กำหนดปฏิกิริยาต่าง ๆ ดังนี้



เมื่อใช้  $Al$  จำนวน 1.35 กรัม ทำปฏิกิริยากับ  $NaOH$  จำนวนมากเกินพอ ปรากฏว่าได้  $H_2$  จำนวนหนึ่ง ซึ่งทำปฏิกิริยาพอดีกับ  $N_2O$  ที่เกิดจากการสลายตัวของ  $NH_4NO_3$  มวลของ  $NH_4NO_3$  ที่ใช้เป็นกี่กรัม (กำหนดให้ มวลอะตอมของ  $Al = 27$   $Na = 23$   $O = 16$   $N = 14$   $H = 1$ )

$$Al \text{ 1.35 กรัม} = \frac{1.35}{27} = 0.05 \text{ โมล}$$

จากสมการที่ (1)  $Al$  2 โมล ได้  $H_2$  3 โมล

$$Al \text{ 0.05 โมล ได้ } H_2 \frac{3 \times 0.05}{2} = 0.075 \text{ โมล}$$

จากสมการที่ (3)  $H_2$  1 โมล ทำปฏิกิริยาพอดีกับ  $N_2O$  1 โมล

$H_2$  0.075 โมล ทำปฏิกิริยาพอดีกับ  $N_2O$  0.075 โมล

จากสมการที่ (2)  $\text{N}_2\text{O}$  1 โมล เกิดจากการสลายตัวของ  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  1 โมล  
 $\text{N}_2\text{O}$  0.075 โมล เกิดจากการสลายตัวของ  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  0.075 โมล  
ดังนั้น มวลของ  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ที่ใช้เป็น  $0.075 \times (28 + 4 + 48) = 6$  กรัม

## แผนจัดการเรียนรู้ที่ 12

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี เรื่อง ผลได้ร้อยละ  
รหัสวิชา ว31222 รายวิชาเคมีเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 เวลา 3 ชั่วโมง

---

### มาตรฐานการเรียนรู้

3. เข้าใจหลักการปฏิบัติการณ์เคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะ ในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

### ผลการเรียนรู้

คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี

### สาระสำคัญ

ค่าเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎีเป็นร้อยละ เรียกว่า ผลได้ร้อยละ

### สาระการเรียนรู้

ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริงในปฏิกิริยาเคมีส่วนใหญ่ มีปริมาณน้อยกว่าที่คำนวณได้ตามทฤษฎี ซึ่งค่าเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎีเป็นร้อยละ เรียกว่า ผลได้ร้อยละ

### จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ความเข้าใจ

1. อธิบายวิธีการหาผลได้ร้อยละได้ (K)
2. คำนวณหาผลได้ร้อยละจากการทดลองได้ (P)
3. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)
4. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน



## สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน/สมรรถนะของศตวรรษที่ 21

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
  - 1) ทักษะการสังเกต
  - 2) ทักษะการสำรวจค้นหา
  - 3) ทักษะการวิเคราะห์
3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

### คำถามสำคัญ

หากต้องการทราบปริมาณสารตั้งต้นในกระบวนการผลิตสารเคมีเพื่อให้ได้ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ จำเป็นต้องทราบเกี่ยวกับอะไรบ้าง

### ชิ้นงาน/ภาระงาน

- แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- ใบงานที่ 6.3 เรื่อง ผลได้ร้อยละ
- การนำเสนอ

### การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม	- ตรวจสอบงานที่ 6.3	- ใบงานที่ 6.3	ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์
1) ผลได้ร้อยละ	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัยใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
2. การประเมินหลังเรียน			
- แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 6	ตรวจแบบทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ประเมินตามสภาพจริง

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ในปฏิกิริยาเคมี			

### เกณฑ์การประเมิน

#### 1. ด้านความรู้

ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	1 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 100 % 0.5 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 50 %

#### 2. ด้านทักษะกระบวนการ

ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความถูกต้องของเนื้อหา	1 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 100 % 0.5 คะแนน = ความถูกต้องของเนื้อหา 50 %

#### 3. เกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

การวัด	คะแนน/ความหมาย	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านคุณลักษณะตั้งใจเรียนรู้และ แสวงหาความรู้ สังเกตความ กระตือรือร้นในการแสวงหา ข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูล ได้อย่างเป็นระบบ	3=พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจน และสม่ำเสมอ	จัดบันทึกข้อมูล สรุปข้อมูลได้ อย่างเป็นระบบ มีความ กระตือรือร้นตลอดเวลา
	2= พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจน และบางครั้ง	จัดบันทึกข้อมูล สรุปข้อมูลได้ อย่างเป็นระบบบ้าง มีความ กระตือรือร้นบางครั้ง
	1=พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	จัดบันทึกข้อมูล มีความ กระตือรือร้นน้อย

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

#### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการทำใบงานอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

#### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของผลได้ร้อยละได้อย่างเข้าใจ

#### 3. มีความภูมิกันในตัวเอง

นำหลักการของผลได้ร้อยละมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

#### 4. เจื่อนใจความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์ของผลได้ร้อยละที่เกี่ยวข้อง

#### 5. เจื่อนใจคุณธรรม

นักเรียนมีตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ ให้กับเพื่อนๆ

#### บูรณาการการใช้ห้องสมุด

นักเรียนใช้เวลาว่างนอกเหนือจากชั่วโมงสอนในการแสวงหาความรู้จากแหล่งอื่นๆ เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต เป็นต้น

#### บูรณาการสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม

นักเรียนนำหลักคุณธรรมนำมาปฏิบัติตนจนเป็นนิสัยความประพฤติดีงาม การรู้จักไตร่ตรองว่าอะไรควรทำไม่ควรทำ อีกทั้งปฏิบัติตนด้วยความซื่อสัตย์ เสียสละ และ มีความรับผิดชอบ

#### กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นนำ

ชั่วโมงที่ 1

#### กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง ผลได้ร้อยละ โดยใช้คำถาม ดังนี้
  - 1) นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ในทางปฏิบัติปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจริงมีค่าเท่ากับผลที่คำนวณได้ตามทฤษฎีหรือไม่  
(แนวตอบ : ไม่เท่ากัน)
2. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการวัดประสิทธิภาพของปฏิกิริยาโดยการแสดงด้วยผลได้ร้อยละ ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎีเป็นร้อยละ

ขั้นสอน

#### สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยละความสามารถทางวิทยาศาสตร์ แล้วร่วมกันฝึกการคำนวณผลได้ร้อยละ จากตัวอย่างที่ 6.28-6.29 ในหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 94-95 จากนั้นสุ่มนักเรียน 2 คู่ ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ หรือศึกษาเพิ่มเติมจาก PPT

2. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่คำนวณได้จากสารกำหนดปริมาณตามสมการเคมี เรียกว่า ผลได้ตามทฤษฎี (theoretical yield) แต่ในทางปฏิบัติปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริง เรียกว่า ผลได้จริง (actual yield) ซึ่งส่วนใหญ่จะมีค่าน้อยกว่าผลได้ตามทฤษฎี จากนั้น ตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันตอบ ดังนี้

1) นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ผลได้จริงส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่าผลได้ตามทฤษฎี ซึ่งอาจเกิดจากหลายปัจจัย ซึ่งมาจากสาเหตุใดบ้าง

(แนวตอบ : ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์หรือมีปฏิกิริยาข้างเคียงที่ไม่ให้ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ หรือเกิดการสูญหายของผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการเก็บหรือแยกผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ ความผิดพลาดในการวัดปริมาณผลิตภัณฑ์ระหว่างการทดลองยังอาจทำให้ผลได้จริงมีค่าน้อยหรือมากกว่าผลได้ตามทฤษฎี)

3. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับประสิทธิภาพของการทำปฏิกิริยาอาจวัดได้จากการเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎีเป็นร้อยละ ซึ่งเรียกว่า ผลได้ร้อยละ (percent yield, % yield) ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังนี้

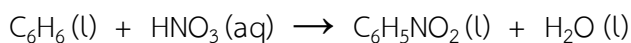
$$\text{ผลได้ร้อยละ} = \frac{\text{ผลได้จริง (กรัมหรือลิตร)}}{\text{ผลได้ตามทฤษฎี (กรัมหรือลิตร)}} \times 100$$

## ชั่วโมงที่ 2

### อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูให้นักเรียนร่วมกันทำตัวอย่าง เพื่อให้ให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับผลได้ร้อยละ ดังนี้

1) ถ้านำเบนซีน ( $C_6H_6$ ) จำนวน 15.6 กรัม มาทำปฏิกิริยากับกรดไนตริก ( $HNO_3$ ) จำนวนมากเกินพอ พบว่าเกิดไนโตรเบนซีน ( $C_6H_5NO_2$ ) 18.0 กรัม จงหาผลได้ร้อยละของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้



#### วิธีทำ

ขั้นที่ 1 หามวลของไนโตรเบนซีนตามทฤษฎี

คำนวณมวลของ  $C_6H_5NO_2$  จาก  $C_6H_6$  15.6 g โดยใช้วิธีเทียบหน่วยได้ ดังนี้

มวลของ  $C_6H_5NO_2$

$$\begin{aligned} &= 15.6 \text{ g } C_6H_6 \times \frac{1 \text{ mol } C_6H_6}{78.12 \text{ g } C_6H_6} \times \frac{1 \text{ mol } C_6H_5NO_2}{1 \text{ mol } C_6H_6} \times \frac{123.12 \text{ g } C_6H_5NO_2}{1 \text{ mol } C_6H_5NO_2} \\ &= 24.6 \text{ g } C_6H_5NO_2 \end{aligned}$$

นั่นคือ มวลของไนโตรเบนซีนตามทฤษฎีเท่ากับ 24.6 กรัม

## ขั้นที่ 2 หาผลได้ร้อยละ

$$\begin{aligned}\text{ผลได้ร้อยละ} &= \frac{\text{ผลได้จริง}}{\text{ผลได้ตามทฤษฎี}} \times 100 \\ &= \frac{18.0 \text{ g}}{24.6 \text{ g}} \times 100 \\ &= 73.2\end{aligned}$$

ดังนั้น ปฏิกริยานี้มีผลได้ร้อยละเท่ากับ 73.2

2. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลได้ร้อยละ เช่น

1) ผลได้ตามทฤษฎีและผลได้จริงคืออะไร

(แนวตอบ : ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่คำนวณได้จากสารกำหนดปริมาณตามสมการเคมี เรียกว่า ผลได้ตามทฤษฎี แต่ในทางปฏิบัติปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริง เรียกว่า ผลได้จริง ส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่าผลได้ตามทฤษฎี)

2) ผลได้ร้อยละคืออะไร

(แนวตอบ : ประสิทธิภาพของการทำปฏิกิริยา อาจวัดได้จากการเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎีเป็นร้อยละ ซึ่งเรียกว่า ผลได้ร้อยละ)

### ชั่วโมงที่ 3

#### ขั้นสรุป

#### ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน แล้วศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลได้ตามทฤษฎีและผลได้ร้อยละ จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ จากนั้นสรุปเป็นใบความรู้ส่งครูผู้สอน
2. ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 6.3 เรื่อง ผลได้ร้อยละ
3. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2
4. ครูให้นักเรียนทำผังมโนทัศน์สรุปความรู้เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
5. ครูให้นักเรียนอ่าน summary ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี เพื่อเป็นการทบทวนความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมา
6. ครูให้นักเรียนทำ Self Check จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 97 เพื่อตรวจสอบตนเอง
7. ครูให้นักเรียนทำ Unit Question 6 จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน้า 98-99
8. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

## ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และการร่วมกันทำผลงาน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 6.3 เรื่อง ผลไม้ร้อยละ
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
4. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอเรื่อง ผลไม้ตามทฤษฎีและผลไม้ร้อยละ
5. ครูตรวจสอบผลจากการทำ Self Check
6. ครูตรวจสอบผลจากการทำ Unit Question 6
7. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
8. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากชั้นขยายความเข้าใจ

## สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

### 1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- 2) แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี
- 4) ใบงานที่ 6.3 เรื่อง ผลไม้ร้อยละ
- 3) PowerPoint เรื่อง ผลไม้ร้อยละ

### 2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

บันทึกผลหลังการสอน

ผลการเรียนรู้

.....  
.....  
.....  
.....

ปัญหาหรืออุปสรรค

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

ข้อเสนอแนะแนวทางการแก้ไข

.....  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสิริมาศ น้อยแก้ว)

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

## ภาคผนวกของแผนการจัดการเรียนรู้



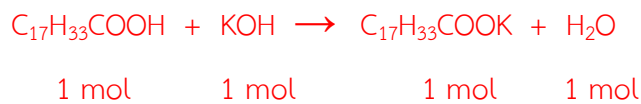


เรื่อง ผลได้ร้อยละ

**คำชี้แจง :** จงคำนวณเกี่ยวกับผลได้ร้อยละ

1. กลุ่มแม่บ้านกลุ่มหนึ่งได้ทดลองผลิตสบู่โดยใช้ส่วนผสม ดังนี้ น้ำมันพืช ( $C_{17}H_{33}COOH$ ) 200 กรัม โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) 91.7 กรัม และเติมกลิ่นสังเคราะห์ และได้สบู่จำนวน 210 กรัม ในการผลิตจะได้ผลผลิตร้อยละเท่าใด (กำหนดให้ มวลอะตอมของ C = 12 O = 16 K = 39 และ H = 1)

การผลิตสบู่จะเกิดปฏิกิริยา ดังนี้



หาสารกำหนดปริมาณ

$$\text{mol } C_{17}H_{33}COOH = \frac{200}{282} = 0.7 \text{ mol}$$

$$\text{mol } KOH = \frac{91.7}{56} = 1.6 \text{ mol}$$

ดังนั้น  $C_{17}H_{33}COOH$  เป็นสารกำหนดปริมาณ จึงสามารถคำนวณหาจำนวนของสบู่ที่ผลิตได้ตามทฤษฎี

ดังนั้น  $\text{mol } C_{17}H_{33}COOK = 0.7 \times 321 = 224.7$

ในการทดลองผลิตสบู่ในครั้งนี้ ได้ผลผลิตร้อยละ ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ผลผลิตร้อยละ} &= \frac{\text{ผลผลิตจริง}}{\text{ผลผลิตตามทฤษฎี}} \times 100 \\ &= \frac{210}{224.7} \times 100 \\ &= 93.4 \end{aligned}$$

