



# แผน การจัดการเรียนรู้

## รายวิชา เคมี 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รหัสวิชา

ว32221

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่

5

ปีการศึกษา

2564

ภาคเรียนที่ 1

นางสาวสิริมาส น้อยแก้ว

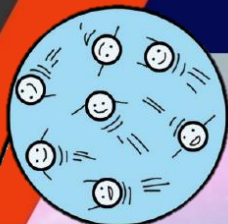
ตำแหน่ง ครู

โรงเรียนเมืองรัตวิทยาคม

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กระทรวงศึกษาธิการ

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเพชรบูรณ์



นิเทศแผนการจัดการเรียนรู้  
รายวิชา เคมี 3 รหัสวิชา ว32221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ความเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

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

ลงชื่อ

(นางชโลธร กิรติศักดิ์กุล)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ความเห็นหัวหน้ากลุ่มบริหารงานวิชาการ

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

ลงชื่อ

(นางรัชฎา บัวพันธ์)

หัวหน้ากลุ่มบริหารงานวิชาการ

ความเห็นรองผู้อำนวยการสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

( นายไพโรจน์ เตชะรัตนางกูร )

รองผู้อำนวยการโรงเรียนเมืองราดวิทยาคม

ความเห็นผู้อำนวยการสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

( นายไพโรจน์ ทองเพ็ง )

ผู้อำนวยการโรงเรียนเมืองราดวิทยาคม

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้  
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 5 เคมี

มาตรฐาน ว 5.2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์ และเซลล์ เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 5.3 เข้าใจหลักการหาปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

## คำอธิบายรายวิชา

เคมี 3      กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี      ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5  
ภาคเรียนที่ 1      เวลา 60 ชั่วโมง      จำนวนหน่วยกิต 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาความสัมพันธ์ และคำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวลของแก๊ส โดยใช้กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก กฎรวมแก๊ส กฎของอาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ คำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสมโดยใช้กฎความดันย่อยของ ดอลตัน ศึกษาทฤษฎีจลนของแก๊ส การแพร่และคำนวณอัตราการแพร่ของแก๊สโดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม ศึกษาปรากฏการณ์หรือการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรมโดยใช้สมบัติและกฎต่างๆของแก๊ส

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารในปฏิกิริยาเคมี คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ศึกษาทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม

ศึกษาความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และสภาวะสมดุล คำนวณค่าคงที่สมดุลและความเข้มข้นของสารที่สมดุลของปฏิกิริยาที่มีขั้นตอนเดียวและหลายขั้นตอน ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลและค่าคงที่สมดุลตามหลักของเลอชาเตอลิเอ สมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติ และกระบวนการในอุตสาหกรรม

โดยใช้กระบวนการโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะแสวงหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสารสามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสมกับแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง



## ผลการเรียนรู้

1. อธิบายความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่างๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก
2. คำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่างๆ ตามกฎรวมแก๊ส
3. คำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวลของแก๊ส จากความสัมพันธ์ตามกฎของอาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ
4. คำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน
5. อธิบายการแพร่ของแก๊สโดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คำนวณและเปรียบเทียบอัตรา การแพร่ของแก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม
6. สืบค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่าง และอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่างๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม
7. ทดลอง และเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยา
8. คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนกราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา
9. เขียนแผนภาพ และอธิบายทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
10. ทดลอง และอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
11. เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา
12. ยกตัวอย่าง และอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม
13. ทดสอบ และอธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และภาวะสมดุล
14. อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในภาวะสมดุล
15. คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา
16. คำนวณความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุล
17. คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน
18. ระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบ รวมทั้งคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุลของระบบถูกรบกวน โดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอ
19. ยกตัวอย่าง และอธิบายสมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม

## รวมทั้งหมด 19 ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติม

ว 32221 เคมี 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

เวลา 60 ชั่วโมง

จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้รายภาค
<p>1. อธิบายความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก</p> <p>2. คำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่างๆ ตามกฎรวมแก๊ส</p> <p>3. คำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวลของแก๊ส จากความสัมพันธ์ตามกฎของอาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ</p> <p>4. คำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน</p> <p>5. อธิบายการแพร่ของแก๊สโดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คำนวณและเปรียบเทียบอัตรา การแพร่ของแก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม</p> <p>6. สืบค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่าง และอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่างๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม</p> <p>7. ทดลอง และเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยา</p> <p>8. คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนกราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา</p> <p>9. เขียนแผนภาพ และอธิบายทิศทางารชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี</p> <p>10. ทดลอง และอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี</p>	<p>1. การอธิบายความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก</p> <p>2. การคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่างๆ ตามกฎรวมแก๊ส</p> <p>3. การคำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวลของแก๊ส จากความสัมพันธ์ตามกฎของอาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ</p> <p>4. การคำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน</p> <p>5. การอธิบายการแพร่ของแก๊สโดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คำนวณและเปรียบเทียบอัตรา การแพร่ของแก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม</p> <p>6. การสืบค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่าง และอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่างๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม</p> <p>7. การทดลอง และเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยา</p> <p>8. การคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนกราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา</p> <p>9. การเขียนแผนภาพ และอธิบายทิศทางารชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี</p> <p>10. การทดลอง และอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี</p>

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้รายภาค
<p>11. เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา</p> <p>12. ยกตัวอย่าง และอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม</p> <p>13. ทดสอบ และอธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และภาวะสมดุล</p> <p>14. อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในภาวะสมดุล</p> <p>15. คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา</p> <p>16. คำนวณความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุล</p> <p>17. คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน</p> <p>18. ระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบ รวมทั้งคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุลของระบบถูกรบกวน โดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอ</p> <p>19. ยกตัวอย่าง และอธิบายสมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม</p>	<p>11. การเปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้นอุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา</p> <p>12. การยกตัวอย่าง และอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม</p> <p>13. การทดสอบ และอธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และภาวะสมดุล</p> <p>14. การอธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในภาวะสมดุล</p> <p>15. การคำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา</p> <p>16. การคำนวณความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุล</p> <p>17. การคำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน</p> <p>18. การระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบ รวมทั้งคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุลของระบบถูกรบกวน โดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอ</p> <p>19. การยกตัวอย่าง และอธิบายสมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม</p>

โครงสร้างรายวิชา

ว 32221 เคมี 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 1

เวลา 60 ชั่วโมง

จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ลำดับที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
1	แก๊สและสมบัติของแก๊ส	16	15
2	อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	22	15
3	สมดุลเคมี	22	20
ระหว่างภาค		-	20
ปลายภาค		-	30
รวมทั้งหมด		60	100

หน่วยการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติม  
ว 32221 เคมี 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

หน่วยที่	หน่วยการเรียนรู้	มาตรฐาน	เนื้อหา/สาระ	จำนวน ชั่วโมง	คะแนน
7	แก๊สและสมบัติของ แก๊ส	ว 5.1	-ความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และจำนวนโมล -กฎแก๊สอุดมคติ และ ความดันย่อย -ทฤษฎีจลน์และการแพร่ ของแก๊ส -การประยุกต์ใช้ความรู้ เกี่ยวกับแก๊สและสมบัติ ของแก๊ส	16	15
8	อัตราการเกิดปฏิกิริยา เคมี	ว 5.2	-ความหมายและการ คำนวณอัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี -แนวคิดเกี่ยวกับอัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี -ปัจจัยที่มีผลต่ออัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี	22	15
9	สมดุลเคมี	ว 5.2	-สถานะสมดุล -ค่าคงที่สมดุล -ปัจจัยที่มีผลต่อสมดุล -สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และ อุตสาหกรรม	22	20
ระหว่างภาค				-	20
ปลายภาค				-	30
รวม				60	100

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
<b>หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 แก๊สและสมบัติของแก๊ส</b>	<b>1</b>
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 สมบัติของแก๊ส	1
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิ	8
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก	14
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 กฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน	24
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การแพร่	37
<b>หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี</b>	<b>46</b>
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของแก๊ส	46
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	53
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	64
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยา	73
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	81
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	91
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 อุณหภูมิกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี	100
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13 ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี	108
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 14 ผลที่เกิดจากปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	119
<b>หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 สมดุลเคมี</b>	<b>126</b>
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 15 การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้	126
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 16 การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล	134
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะ สมดุล	144
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 18 ผลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล	156
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 19 ผลของการเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิต่อภาวะ สมดุล	166
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 20 สมดุลในชีวิตประจำวัน	177



## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รายวิชาเคมีเพิ่มเติม	รหัสวิชา ว32221
หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 แก๊สและสมบัติของแก๊ส		จำนวน 16 ชั่วโมง
เรื่อง สมบัติของแก๊ส		จำนวน 1 ชั่วโมง/คาบ
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564	โรงเรียนเมืองรัตวิทยาคม

### มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 5 เคมี

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมี และสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่าง และอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม

### สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

สมบัติต่าง ๆ ของแก๊สสามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

### สาระการเรียนรู้

สมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สสามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายสมบัติบางประการของแก๊สได้ (K)
2. สรุปหลักการสำคัญของทฤษฎีจลน์ของแก๊สได้ (K)
3. ใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอธิบายสมบัติของแก๊สได้ (P)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)

## สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### คำถามสำคัญ

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และจำนวนโมลของแก๊สเป็นอย่างไร

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

#### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการตอบคำถามอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

#### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายสมบัติของแก๊สได้อย่างเข้าใจ

#### 3. มีความภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี

นำหลักการของสมบัติของแก๊สมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

#### 4. เจียมใจความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์ของสมบัติของแก๊สที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีหรือกฎของนักวิทยาศาสตร์

#### 5. เจียมใจคุณธรรม

นักเรียนมีวินัย สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ให้กับเพื่อนๆ

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

ฝึกทักษะการพูดภาษาอังกฤษโดยใช้ทับศัพท์เคมี เช่น gas = แก๊ส

## กระบวนการจัดการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

### 1 ชั่วโมง

#### ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดความรู้เดิมของนักเรียนก่อนเข้าสู่กิจกรรม
  2. ครูถามคำถาม จากหนังสือเรียนเคมี ม.5 เล่ม 1 หน้า 2 ดังนี้
    - กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สไว้อย่างไร
    - ทฤษฎีจลน์ของแก๊สสามารถนำมาอธิบายการแพร่ของแก๊สได้อย่างไร
    - กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮมมีใจความสำคัญว่าอย่างไร
    - สมบัติและกฎต่างๆ ของแก๊สสามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร
- จากนั้นให้นักเรียนในห้องร่วมกันตอบและแสดงความคิดเห็น โดยครูยังไม่ต้องเฉลย ซึ่งเมื่อเรียนจบในเนื้อหาที่สามารถเฉลยคำถามข้ออื่นๆ ได้ให้ครูถามคำถามข้อนั้น แล้วให้นักเรียนตอบอีกครั้งหนึ่ง

#### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูถามคำถาม จากหนังสือเรียนเคมี ม.5 เล่ม 1 หน้า 3 ว่า สารต่างๆ ที่อยู่ในสถานะแก๊สจะมีสมบัติอย่างไร ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากนั้นครูอาจเลือกคำตอบที่ไม่ชัดเจนของนักเรียนมาอภิปรายร่วมกันเพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป

(แนวตอบ : สารที่อยู่ในสถานะแก๊สจะมีรูปร่างและปริมาตรไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับภาชนะที่บรรจุ มีความหนาแน่นต่ำ และสามารถแพร่ได้)

2. ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบสมบัติของสารในสถานะแก๊สที่แตกต่างจากสถานะอื่น จากนั้นใช้คำถามกระตุ้นว่า เพราะเหตุใดแก๊สจึงมีสมบัติแตกต่างจากสถานะอื่น เพื่อนำเข้าสู่ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส
3. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างกันแล้วศึกษา เรื่อง สมบัติของแก๊ส จากหนังสือเรียนเคมี ม.5 เล่ม 1 หน้า 3 แล้วร่วมกันแสดงความคิดเห็นจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

#### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง สมบัติของแก๊ส เช่น
  - 1) ความหนาแน่นของแก๊สจะมีค่าเป็นอย่างไร  
(แนวตอบ : จากทฤษฎีจลน์ของแก๊ส กล่าวว่า โมเลกุลของแก๊สอยู่ห่างกันมาก แรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างโมเลกุลจึงน้อยมาก ดังนั้น สารในสถานะแก๊สจึงมีความหนาแน่นต่ำ)
  - 2) เพราะเหตุใดแก๊สที่มีมวลโมเลกุลแตกต่างกันจึงมีอัตราเร็วในการแพร่แตกต่างกัน

(แนวตอบ : จากทฤษฎีจลน์ของแก๊ส กล่าวว่า ที่อุณหภูมิเดียวกัน แก๊สทุกชนิดจะมีพลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากัน แต่แก๊สแต่ละชนิดจะมีมวลโมเลกุลไม่เท่ากัน ดังนั้น แก๊สแต่ละชนิดจะมีความเร็วเฉลี่ยไม่เท่ากัน แก๊สที่มีมวลโมเลกุลน้อย จะมีความเร็วเฉลี่ยมาก จึงแพร่ได้เร็วกว่าแก๊สที่มีมวลโมเลกุลมาก)

2. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.5 เล่ม 1

#### ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง สมบัติของแก๊ส ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อไป

2. ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 1.1 เรื่อง สมบัติของแก๊ส

3. ครูให้นักเรียนทำ Topic Question จากหนังสือเรียนเคมี ม.5 เล่ม 1 หน้า 4

4. ครูให้นักเรียนเขียนผังสรุปความรู้เรื่อง สมบัติของแก๊ส เพื่อเป็นการสรุปความคิดความเข้าใจที่ได้รับจากการนำเสนอหน้าชั้นเรียน แล้วส่งเป็นการบ้านในคาบเรียนต่อไป

#### ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูตรวจสอบผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน

2. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการณ์ตอบคำถาม และการร่วมกันทำผลงาน

3. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 1.1 เรื่อง สมบัติของแก๊ส

4. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด

5. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นขยายความเข้าใจ

#### การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แก๊ส	ตรวจแบบทดสอบ ก่อนเรียน	แบบทดสอบก่อนเรียน	ประเมินตามสภาพจริง
การประเมินระหว่าง การจัดกิจกรรม 1) สมบัติของแก๊ส	-ตรวจใบงานที่ 1.1 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 1.1 - แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	-ประเมินการนำเสนอ ผลงาน	-แบบประเมินการ นำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงาน รายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	-แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

4) พฤติกรรมการทำงาน กลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	-แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	-สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	-แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

### สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

#### สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส
- 2) แบบฝึกหัดเคมี ม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส
- 4) PowerPoint เรื่อง สมบัติของแก๊ส
- 3) ใบงาน เรื่อง สมบัติของแก๊ส

#### แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

## บันทึกหลังการสอน

### 1.ผลการจัดการเรียนรู้

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

### 2.ปัญหา และอุปสรรค

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

### 3.แนวทางแก้ไขปรับปรุงแก้ไข

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

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสิริมาส น้อยแก้ว)

...../...../.....



## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รายวิชาเคมีเพิ่มเติม	รหัสวิชา ว32221
หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 แก๊สและสมบัติของแก๊ส		จำนวน 16 ชั่วโมง
เรื่อง ความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิ		จำนวน 2 ชั่วโมง/คาบ
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564	โรงเรียนเมืองราดวิทยาคม

### มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 5 เคมี

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมี และสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

อธิบายความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่างๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก

### สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ความดันและอุณหภูมามีผลต่อปริมาตรของแก๊ส โดยเมื่ออุณหภูมิและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผกผันกับความดัน และเมื่อความดันและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ

### สาระการเรียนรู้

พฤติกรรมของแก๊ส และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส อธิบายได้ด้วยกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก และกฎรวมแก๊ส ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ได้

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส โดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊สได้ (K)
2. ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิและความดันที่มีต่อปริมาตรของแก๊สได้ (P)
3. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (P)
4. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง (P)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### คำถามสำคัญ

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และจำนวนโมลของแก๊สเป็นอย่างไร

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

#### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการตอบคำถามอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

#### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายกฎของแก๊สได้อย่างเข้าใจ

#### 3. มีความภูมิใจในตัวเอง

นำหลักการของกฎของแก๊สมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

#### 4. เงื่อนไขความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์ของกฎของแก๊สที่เกี่ยวข้องกับการทดลองได้

#### 5. เงื่อนไขคุณธรรม

นักเรียนมีวินัย สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ให้กับเพื่อนๆ

## มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

ฝึกทักษะการพูดภาษาอังกฤษโดยใช้ทับศัพท์เคมี เช่น gas = แก๊ส

### กระบวนการจัดการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

## 2 ชั่วโมง

### ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูถามคำถาม จากหนังสือเรียนเคมี ม.5 เล่ม 1 หน้า 5 ว่า ปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิ หมายถึงอะไร ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากนั้นครูอาจเลือกคำตอบที่ไม่ชัดเจนของนักเรียนมาอภิปรายร่วมกันเพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป

(แนวตอบ : ปริมาตร หมายถึง ปริมาณของรูปทรงสามมิติซึ่งบรรจุอยู่ในภาชนะ ไม่ว่าจะอยู่ในสถานะใดก็ตาม ความดัน หมายถึง แรงที่กระทำต่อพื้นที่หนึ่งหน่วยที่ตั้งฉากกับแรงนั้น อุณหภูมิ หมายถึง ปริมาณที่ใช้บอกระดับความร้อน)

2. ครูถามคำถามว่า นักเรียนคิดว่า ปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สมีความสัมพันธ์กันหรือไม่อย่างไร แล้วให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม โดยครูยังไม่ต้องเฉลยคำตอบ

3. ครูเปิดสื่อการสอนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สจากแหล่งข้อมูลสารสนเทศให้นักเรียนดู เช่น

- [https://www.youtube.com/watch?v=xg5NiOwf\\_Zw](https://www.youtube.com/watch?v=xg5NiOwf_Zw)
- <https://www.youtube.com/watch?v=eR49g3ubTBg>
- <https://www.youtube.com/watch?v=NplVuTrr59U>
- <https://www.youtube.com/watch?v=N6DZRI3s>

เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในบทเรียน และได้รับความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส ก่อนเริ่มเรียนเนื้อหาในคาบเรียนต่อไป

### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับความหมายของ ปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส และเครื่องมือที่ใช้วัดความดันและอุณหภูมิของแก๊ส จากหนังสือเรียนเคมี ม.5 เล่ม 1 หน้า 5-6 หรือจาก PPT

2. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียน 2 คน ออกมาอธิบายสาระสำคัญของเรื่องที่ได้ศึกษาไปให้เพื่อนฟังหน้าชั้นเรียน จนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

3. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วทำการทดลอง เรื่อง ผลของความดันและอุณหภูมิต่อ ปริมาตรของแก๊ส จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

4. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้

• สมาชิกคนที่ 1 : ทำหน้าที่เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่องผลของความดันและอุณหภูมิ ต่อปริมาตรของแก๊ส

• สมาชิกคนที่ 2 : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง

• สมาชิกคนที่ 3 : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง

• สมาชิกคนที่ 4 และ 5 : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง

5. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการนำเสนอหน้าชั้น)

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้

1) เมื่อปริมาตรของแก๊สในกระบอกฉีดยาลดลง เพราะเหตุใดความดันของแก๊สจึงเพิ่มขึ้น

(แนวตอบ : เนื่องจากเมื่อปริมาตรของแก๊สลดลง โมเลกุลของแก๊สจะอยู่ใกล้กันมากขึ้น ส่งผลให้โมเลกุลของแก๊สชนกันเอง และชนผนังภาชนะมากขึ้น ความดันของแก๊สจึงเพิ่มขึ้น)

2) ถ้านำกระบอกฉีดยาไปจุ่มในน้ำเดือด ปริมาตรของน้ำในกระบอกฉีดยาจะมากหรือน้อยกว่าเมื่อนำกระบอกฉีดยาไปจุ่มในน้ำอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เพราะเหตุใด

(แนวตอบ : ปริมาตรของน้ำในกระบอกฉีดยาจะน้อยกว่า เนื่องจากเมื่อนำกระบอกฉีดยาไปจุ่มในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่า จะทำให้โมเลกุลของแก๊สในกระบอกฉีดยามีความดันสูงกว่า จึงดันน้ำออกจากกระบอกฉีดยามากกว่า ปริมาตรของน้ำจึงน้อยกว่า)

3) จากการทดลองนี้มีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของแก๊ส

(แนวตอบ : ความดันและอุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของแก๊สการทดลองตอนที่ 1 อากาศมีอุณหภูมิต่ำที่เท่ากับอุณหภูมิห้อง เมื่อเพิ่มความดันให้กับอากาศในกระบอกฉีดยาปริมาตรของอากาศลดลง เมื่อลดความดันลงปริมาตรของอากาศเพิ่มขึ้น แสดงว่าความดันมีผลต่อปริมาตรของแก๊สเมื่ออุณหภูมิคงที่

การทดลองตอนที่ 2 จากผลการทดลองพบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาตรของอากาศจะเพิ่มขึ้นและเมื่ออุณหภูมิต่ำลงปริมาตรของอากาศจะลดลง ซึ่งสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงระดับของน้ำในกระบอกฉีดยาแสดงว่าอุณหภูมามีผลต่อปริมาตรของแก๊สเมื่อความดันคงที่)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

#### ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง ความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดันและอุณหภูมิของแก๊ส ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อไป

2. นักเรียนตอบคำถามท้ายการทดลอง จากหนังสือเรียนรายวิชา ม.5 เล่ม 1

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

#### ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

2. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง ผลของความดันและอุณหภูมิต่อปริมาตรของแก๊ส

3. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สดังนี้

- เมื่ออุณหภูมิและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผกผันกับความดัน
- เมื่อความดันและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ
- เมื่อปริมาตรและมวลของแก๊สคงที่ ความดันของแก๊สแปรผันตรงกับอุณหภูมิ

#### การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. การประเมินก่อนเรียน 1) การทดลองเรื่อง ผลของความดันและอุณหภูมิ ต่อปริมาตรของแก๊ส	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการเสนอผลงาน	- ระดับคุณภาพ 2 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 และมุ่งมั่น ในการทำงาน	-แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
---------------------------	---	---	----------------------------

### สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

#### สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมีม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส
- 2) PowerPoint เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส
- 3) วีดิทัศน์เกี่ยวกับความดันและปริมาตร  
จาก <https://www.youtube.com/watch?v=eR49g3ubTBg>
- 4) วีดิทัศน์เกี่ยวกับอุณหภูมิและปริมาตร  
จาก <https://www.youtube.com/watch?v=NplVuTrr59U>
- 5) วีดิทัศน์เกี่ยวกับความดันและอุณหภูมิ  
จาก <https://www.youtube.com/watch?v=N6DZRI5IK3s>
- 6) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่องผลของความดันและอุณหภูมิต่อปริมาตรของแก๊ส

#### แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ



## บันทึกหลังการสอน

### 1.ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

### 2.ปัญหา และอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

### 3.แนวทางแก้ไขปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสิริมาส น้อยแก้ว)

...../...../.....

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์                      รายวิชาเคมีเพิ่มเติม                      รหัสวิชา ว32221  
หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 แก๊สและสมบัติของแก๊ส                      จำนวน 16 ชั่วโมง  
เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก                      จำนวน 3 ชั่วโมง/คาบ  
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5                      ภาคเรียนที่ 1                      ปีการศึกษา 2564                      โรงเรียนเมืองราดวิทยาคม

#### มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 5 เคมี

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมี และสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### ผลการเรียนรู้

อธิบายความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่างๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก

#### สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก สามารถใช้อธิบายพฤติกรรมของแก๊ส และใช้คำนวณและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่างๆ ได้

#### สาระการเรียนรู้

พฤติกรรมของแก๊ส และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส อธิบายได้ด้วยกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก และกฎรวมแก๊ส ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่างๆ ได้

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับความดันของแก๊ส เมื่อมวลและอุณหภูมิคงที่ได้ (K)
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับอุณหภูมิของแก๊ส เมื่อมวลและความดันคงที่ได้ (K)
3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับอุณหภูมิของแก๊ส เมื่อมวลและปริมาตรคงที่ได้ (K)
4. คำนวณหาปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล่านั้นตามกฎต่างๆ ของแก๊สได้ (P)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)
2. รับผิดชอบต่อน้ำที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### คำถามสำคัญ

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และจำนวนโมลของแก๊สเป็นอย่างไร

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

#### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการตอบคำถามอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

#### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซกได้อย่างเข้าใจ

#### 3. มีความภูมิใจในตัวเอง

นำหลักการของกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก มาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

#### 4. เงื่อนไขความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก ที่เกี่ยวข้องกับการทดลองได้

#### 5. เงื่อนไขคุณธรรม

นักเรียนมีวินัย สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ ให้กับเพื่อนๆ

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

ฝึกทักษะการพูดภาษาอังกฤษโดยการใช้ทับศัพท์เคมี เช่น gas = แก๊ส

## กระบวนการจัดการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

3 ชั่วโมง

### ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและทบทวนความรู้เกี่ยวกับผลของอุณหภูมิที่มีต่อปริมาตรของแก๊สจากผลการทดลอง เรื่อง ผลของความดันและอุณหภูมิต่อปริมาตรของแก๊ส

(แนวตอบ : จากการทดลองที่ 1 ความดันกับปริมาตรจะแปรผกผันกันโดยเมื่อความดันเพิ่มขึ้น ปริมาตรแก๊สจะลดลง และเมื่อความดันลดลง ปริมาตรแก๊สจะเพิ่มขึ้น)

จากการทดลองที่ 2 อุณหภูมิกับปริมาตรจะแปรผันตรงกันโดยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ปริมาตรแก๊สจะเพิ่มขึ้น และเมื่ออุณหภูมิลดลง ปริมาตรแก๊สจะลดลง)

2. ครูเปิดสื่อการสอนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สจากแหล่งข้อมูลสารสนเทศให้นักเรียนดูอีกครั้ง ดังนี้

- วีดิทัศน์เกี่ยวกับความดันและปริมาตร

จาก <https://www.youtube.com/watch?v=eR49g3ubTBg>

- วีดิทัศน์เกี่ยวกับอุณหภูมิและปริมาตร

จาก <https://www.youtube.com/watch?v=NplVuTrr59U>

- วีดิทัศน์เกี่ยวกับความดันและอุณหภูมิ

จาก <https://www.youtube.com/watch?v=N6DZRI3s>

3. เมื่อนักเรียนดูวีดิทัศน์จบครูสนทนากลุ่มทบทวนนักเรียนเกี่ยวกับวีดิทัศน์ที่ได้ดูดังนี้

- 1) ความดันและปริมาตรของแก๊สมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

(แนวตอบ : ความดันมีผลต่อปริมาตรของแก๊สเมื่ออุณหภูมิคงที่ เพราะเมื่อเพิ่มความดันให้กับอากาศในกระบอกฉีดยาปริมาตรของอากาศลดลงทำให้ลูกโป่งขนาดเล็กกลบ เมื่อลดความดันลงปริมาตรของอากาศเพิ่มขึ้นทำให้เราเห็นลูกโป่งขนาดใหญ่ขึ้น)

- 2) อุณหภูมิและปริมาตรของแก๊สมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

(แนวตอบ : อุณหภูมิมีผลต่อปริมาตรของแก๊สเมื่อความดันคงที่ เพราะเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาตรของอากาศจะเพิ่มขึ้นทำให้ลูกโป่งขนาดใหญ่ขึ้น และเมื่ออุณหภูมิต่ำลงปริมาตรของอากาศจะลดลงทำให้ลูกโป่งมีขนาดเล็กกลบ)

- 3) อุณหภูมิและความดันของแก๊สมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

(แนวตอบ : อุณหภูมิมีผลต่อความดันของแก๊สเมื่อปริมาตรคงที่ เพราะเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ความดันจะเพิ่มขึ้น และเมื่ออุณหภูมิต่ำลงความดันจะลดลง)

### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับ เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 หรือจากPowerPoint เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการศึกษาจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มฝึกการคำนวณเกี่ยวกับกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก จากตัวอย่างที่ 1.1-1.13 ในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

1. ครูสุ่มนักเรียน 3 กลุ่ม ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้องโดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการนำเสนอหน้าชั้น)

2. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก เช่น

1) ถ้าเปลี่ยนความดันเป็นหลายๆ ค่า ปริมาตรของแก๊สจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(แนวตอบ : เมื่อความดันเปลี่ยนแปลง ปริมาตรของแก๊สก็จะเปลี่ยนแปลงไป โดยถ้าเพิ่มความดัน ปริมาตรของแก๊สจะลดลง แต่ถ้าลดความดัน ปริมาตรของแก๊สจะเพิ่มขึ้น)

2) จากกฎของบอยล์ จะสรุปความสัมพันธ์ของความดันและปริมาตรของแก๊สได้อย่างไร

(แนวตอบ : เมื่ออุณหภูมิและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผกผันกับความดัน)

3) ถ้าเปลี่ยนอุณหภูมิเป็นหลายๆ ค่า ปริมาตรของแก๊สจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(แนวตอบ : เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง ปริมาตรของแก๊สก็จะเปลี่ยนแปลงไป โดยถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาตรของแก๊สจะเพิ่มขึ้น แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำลง ปริมาตรของแก๊สจะลดลง)

4) จากกฎของชาร์ล จะสรุปความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและปริมาตรของแก๊สได้อย่างไร

(แนวตอบ : เมื่อความดันและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ)

5) ถ้าเปลี่ยนอุณหภูมิเป็นหลายๆ ค่า ความดันของแก๊สจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(แนวตอบ : เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง ความดันของแก๊สก็จะเปลี่ยนแปลงไป โดยถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น ความดันของแก๊สจะเพิ่มขึ้น แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำลง ความดันของแก๊สจะลดลง)

6) จากกฎของเกย์-ลูสแซก จะสรุปความสัมพันธ์ของความดันและปริมาตรของแก๊สได้อย่างไร

(แนวตอบ : เมื่อปริมาตรและมวลของแก๊สคงที่ ความดันของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

### ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูยกตัวอย่างปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก ดังนี้

1) ตัวอย่างปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับกฎของบอยล์ เช่น การใช้หลอดฉีดยาจะอาศัยหลักตามกฎของบอยล์ คือ เมื่อก้านหลอดฉีดยาถูกดึงขึ้น ปริมาตรในหลอดฉีดยาจะมากขึ้น ส่งผลให้ความดันในหลอดฉีดยาลดลง ทำให้เกิดสุญญากาศในหลอดฉีดยา และดึงของเหลวจากภายนอกหลอดฉีดยาเข้ามาภายในหลอดฉีดยาได้

2) ตัวอย่างปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับกฎของชาร์ล เช่น การทำขนมปังจะอาศัยหลักตามกฎของชาร์ล คือ ในการทำขนมปังจะใส่ยีสต์เข้าไปในแป้งที่ใช้ทำขนมปังด้วย ซึ่งยีสต์ที่ใส่ลงไปนั้นจะทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้น เมื่อนำแป้งขนมปังเข้าเตาอบ อุณหภูมิของเตาอบที่สูงขึ้น จะทำให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในแป้งขนมปังมีปริมาตรมากขึ้น และดันเนื้อขนมปังออก ส่งผลให้ขนมปังที่อบได้มีเนื้อนุ่มฟู

3) ตัวอย่างปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับกฎของเกย์-ลูสแซก เช่น การทำอาหารในหม้ออัดความดันจะอาศัยหลักตามกฎของเกย์-ลูสแซก คือ ในหม้ออัดความดันจะมีความดันที่สูงกว่าความดันปกติ ทำให้ไอน้ำในหม้ออัดความดันมีความดันที่สูงขึ้น อุณหภูมิในหม้ออัดความดันจึงสูงขึ้น ส่งผลให้อาหารที่ทำในหม้ออัดความดันจึงสุกได้เร็วขึ้นการเผากระป๋องสเปรย์ซึ่งทำให้เกิดการระเบิด การเจาะรูพลาสติกก่อนอุ่นอาหารด้วยไมโครเวฟ

2. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซกที่พบได้ในชีวิตประจำวัน

(แนวตอบ : ยกตัวอย่างกฎของบอยล์ เช่น การพองตัวของถุงอาหารเมื่ออยู่บนภูเขา อาการหูอื้อเมื่อขึ้นที่สูงยกตัวอย่างกฎของชาร์ล เช่น การขยายตัวของยางรถยนต์เมื่อวิ่งไปบนถนน การขยายตัวของบอลูน ยกตัวอย่างกฎของเกย์-ลูสแซก เช่น การเผากระป๋องสเปรย์ซึ่งทำให้เกิดการระเบิด การเจาะรูพลาสติกก่อนอุ่นอาหารด้วยไมโครเวฟ)

3. ครูถามคำถาม จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 อีกครั้ง ดังนี้

• กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สไว้อย่างไร

(แนวตอบ : กฎของบอยล์กล่าวว่า เมื่ออุณหภูมิและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผกผันกับความดันของแก๊สนั้นๆ

กฎของชาร์ล กล่าวว่า เมื่อความดันและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิเคลวิน

กฎของเกย์-ลูสแซก กล่าวว่า เมื่อปริมาตรและมวลของแก๊สคงที่ ความดันของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิเคลวิน)

4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกฎของบอยล์กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก โดยครูคอยเสริมความรู้ จนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

5. นักเรียนทำใบงานที่ 1.3.1 เรื่อง กฎของบอยล์กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก

6. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1



(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

### ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 1.3.1 เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
4. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับกฎของบอยล์กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก ดังนี้
  - เมื่ออุณหภูมิและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผกผันกับความดัน
  - เมื่อความดันและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ
  - เมื่อปริมาตรและมวลของแก๊สคงที่ ความดันของแก๊สแปรผันตรงกับอุณหภูมิ

### การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. การประเมินก่อนเรียน 1) กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และ กฎของเกย์-ลูสแซก	- ตรวจใบงานที่ 2 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการเสนอผลงาน	- 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

### สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

#### สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมีม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส

แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมี 3 ว32221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

- 3) PowerPoint เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส
- 4) ใบงานที่ 2 เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก
- 5) วีดิทัศน์เกี่ยวกับความดันและปริมาตร  
จาก <https://www.youtube.com/watch?v=eR49g3ubTBg>
- 6) วีดิทัศน์เกี่ยวกับอุณหภูมิและปริมาตร  
จาก <https://www.youtube.com/watch?v=NplVuTrr59U>
- 7) วีดิทัศน์เกี่ยวกับความดันและอุณหภูมิ  
จาก <https://www.youtube.com/watch?v=N6DZRiSIK3s>

### แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

## บันทึกหลังการสอน

### 1.ผลการจัดการเรียนรู้

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

### 2.ปัญหา และอุปสรรค

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

### 3.แนวทางแก้ไขปรับปรุงแก้ไข

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

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสิริมาส น้อยแก้ว)

...../...../.....

## ใบงานที่ 2

### เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก

คำชี้แจง : คำนวณเกี่ยวกับกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก

1. แก๊ส X มีปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้านำแก๊ส X ปริมาตรเท่าเดิมมาเพิ่มความดันให้เป็น 5 เท่าของความดันเดิม ปริมาตรของแก๊สจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร ถ้าอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ถ้าอากาศในห้องที่มีขนาด 100 ลูกบาศก์เมตร ถูกทำให้ร้อนขึ้นจากอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็น 47 องศาเซลเซียส โดยความดันมีค่า 1 บรรยากาศ เท่าเดิม จะมีอากาศหายไปจากห้องกี่กิโลกรัม (กำหนดให้ อากาศที่อุณหภูมิ 47 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ มีความหนาแน่น 1.15 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## เฉลยใบงานที่ 2

### เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก

คำชี้แจง : คำนวณเกี่ยวกับกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก

1. แก๊ส X มีปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้านำแก๊ส X ปริมาตรเท่าเดิมมาเพิ่มความดันให้เป็น 5 เท่าของความดันเดิม ปริมาตรของแก๊สจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร ถ้าอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง

$$\text{ให้ } P_1 = x \text{ ดังนั้น } P_2 = 5x$$

$$\begin{aligned} P_1 V_1 &= P_2 V_2 \\ x \times 100 &= 5x \times V_2 \\ V_2 &= \frac{100x}{5x} \\ &= 50 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

ปริมาตรของแก๊สจะลดลง  $100 - 50 = 50$  ลูกบาศก์เซนติเมตร

2. ถ้าอากาศในห้องที่มีขนาด 100 ลูกบาศก์เมตร ถูกทำให้ร้อนขึ้นจากอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็น 47 องศาเซลเซียส โดยความดันมีค่า 1 บรรยากาศ เท่าเดิม จะมีอากาศหายไปจากห้องกี่กิโลกรัม (กำหนดให้ อากาศที่อุณหภูมิ 47 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ มีความหนาแน่น 1.15 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

$$T_1 = 273 + 10 = 283 \text{ K}$$

$$T_2 = 273 + 47 = 320 \text{ K}$$

$$\begin{aligned} \frac{V_1}{T_1} &= \frac{V_2}{T_2} \\ \frac{100}{283} &= \frac{V_2}{320} \\ V_2 &= \frac{100 \times 320}{283} \\ &= 113.07 \text{ ลูกบาศก์เมตร} \end{aligned}$$

นั่นคือ อากาศหายไปจากห้อง  $= 113.07 - 100 = 13.07$  ลูกบาศก์เมตร

ดังนั้น มวลของอากาศที่หายไปจากห้อง  $= 1.15 \times 13.07 = 15.03$  กิโลกรัม

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว32221

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 แก๊สและสมบัติของแก๊ส

จำนวน 16 ชั่วโมง

เรื่อง กฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน จำนวน 4 ชั่วโมง/คาบ

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 1

ปีการศึกษา 2564

โรงเรียนเมืองราดวิทยาคม

### มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 5 เคมี

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมี และสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

1. คำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่างๆ ตามกฎรวมแก๊ส
2. คำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวลของแก๊สจากความสัมพันธ์ตามกฎของอาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ
3. คำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน

### สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

เมื่อกฎของบอยล์และชาร์ลกล่าวเฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับความดันและปริมาตรกับอุณหภูมิ แต่การเปลี่ยนแปลงในธรรมชาติอาจเกิดขึ้นพร้อมๆ กัน ดังนั้นจึงมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สในขณะที่มีมวลคงที่และตั้งขึ้นเป็นกฎรวมแก๊ส

กฎของอาโวกาโดรสามารถใช้คำนวณและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร และจำนวนโมล หรือมวลของแก๊สที่ภาวะต่างๆ ได้

กฎแก๊สอุดมคติสามารถใช้คำนวณและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และจำนวนโมลของแก๊สที่ภาวะต่างๆ ได้

แก๊สผสมที่ไม่ทำปฏิกิริยากัน ความดันของแก๊สแต่ละชนิดจะแปรผันตามเศษส่วนโมลของแก๊สที่มีอยู่ในแก๊สผสม ซึ่งเป็นไปตามกฎความดันย่อยของดอลตัน

### สาระการเรียนรู้

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร และจำนวนโมล หรือมวลของแก๊ส อธิบายความสัมพันธ์ได้ด้วยกฎอาโวกาโดร สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และจำนวนโมลของแก๊ส อธิบายได้ด้วย

กฎแก๊สอุดมคติ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการคำนวณและการอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับจำนวนโมลของแก๊สที่ภาวะต่างๆ ได้

ในธรรมชาติ แก๊สส่วนใหญ่อยู่ร่วมกันเป็นแก๊สผสม ในกรณีที่แก๊สในแก๊สผสมไม่ทำปฏิกิริยากัน ความดันของแก๊สแต่ละชนิดแปรผันตามเศษส่วนโมลของแก๊ส ที่มีอยู่ในแก๊สผสมตามกฎความดันย่อยของดอลตัน

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และจำนวนโมล หรือมวลของแก๊สได้ (K)
2. คำนวณหาปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวล โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล่านั้นตามกฎต่างๆ ของแก๊สได้ (P)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### คำถามสำคัญ

จากความรู้เรื่องปริมาตรของแก๊สที่ STP จะคำนวณค่าคงที่ของแก๊สได้อย่างไร

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

#### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการตอบคำถามอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

## 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของกฎอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน ได้อย่างเข้าใจ

## 3. มีความภูมิใจในตัวเอง

นำหลักการของกฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตันมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

## 4. เจือใจความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์กฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตันที่เกี่ยวข้องกับการทดลองได้

## 5. เจือใจคุณธรรม

นักเรียนมีวินัย สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ให้กับเพื่อนๆ

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

ฝึกทักษะการพูดภาษาอังกฤษโดยใช้ทับศัพท์เคมี เช่น gas = แก๊ส

### กระบวนการจัดการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

2 ชั่วโมง

### ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูถามคำถามนักเรียนว่า “นอกจากปริมาตรของแก๊สจะมีความสัมพันธ์กับความดันและอุณหภูมิของแก๊ส ปริมาตรของแก๊สยังมีความสัมพันธ์กับสิ่งใดอีกหรือไม่”

(แนวตอบ : ปริมาตรของแก๊สยังมีความสัมพันธ์กับจำนวนโมล หรือมวลของแก๊สอีกด้วย)

2. จากนั้นครูเกริ่นนำว่า “การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติของแก๊สจะมีตัวแปรเข้ามาเกี่ยวข้อง 3 ตัวแปร คือ ปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สขณะที่มวลมีค่าคงที่ ซึ่งตัวแปรเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์กัน และเป็นไปตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล ซึ่งเมื่อนำกฎทั้งสองมาพิจารณาร่วมกัน จะได้ความสัมพันธ์ใหม่เรียกว่า กฎรวมแก๊ส”

### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับกฎของอาโวกาโดร และกฎรวมแก๊ส จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 หรือจาก



PowerPoint เรื่อง กฎของอาโวกาโดรและกฎรวมแก๊ส จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการศึกษาจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มฝึกการคำนวณเกี่ยวกับกฎของอาโวกาโดรและกฎรวมแก๊ส จากตัวอย่างที่ 1.14-1.17 ในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 (หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

1. ครูสุ่มนักเรียน 1 กลุ่ม ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้องโดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ (หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการนำเสนอหน้าชั้น)

2. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง กฎของอาโวกาโดรและกฎรวมแก๊ส เช่น

1) ถ้าอุณหภูมิและความดันของแก๊สชนิดหนึ่งคงที่ แก๊สนี้จำนวน 1 โมล และ 2 โมล จะมีปริมาตรแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : แตกต่างกัน โดยแก๊สจำนวน 2 โมล จะมีปริมาตรมากกว่าแก๊สจำนวน 1 โมล)

2) ณ สภาวะ STP แก๊สออกซิเจนจำนวน 1 โมล และแก๊สไนโตรเจนจำนวน 1 โมล จะมีปริมาตรแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : ไม่แตกต่างกัน ณ สภาวะ STP แก๊สใดๆ จำนวน 1 โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลิตร)

3) จากกฎของอาโวกาโดร จะสรุปความสัมพันธ์ของความดันและปริมาตรของแก๊สได้อย่างไร

(แนวตอบ : เมื่อปริมาตรและมวลของแก๊สคงที่ ความดันของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ)

4) เมื่อนำแก๊สที่บรรจุอยู่ในภาชนะปิดขนาด 1 ลิตร ที่อุณหภูมิ 300 เคลวิน ไปบรรจุในภาชนะขนาด 2 ลิตร ที่อุณหภูมิ 200 เคลวิน ความดันใหม่ของแก๊สชนิดนี้จะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

(แนวตอบ : ความดันใหม่จะลดลงเป็น 3 เท่าของความดันเดิม)

5) แก๊สชนิดหนึ่งความดัน 3 บรรยากาศ ที่อุณหภูมิ 150 เคลวิน ถ้าความดันเพิ่มขึ้น 1 บรรยากาศ และอุณหภูมิสูงขึ้น 50 เคลวิน แก๊สชนิดนี้จะมีปริมาตรเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับปริมาตรเดิม

(แนวตอบ : แก๊สชนิดนี้จะมีปริมาตรเท่าเดิม ไม่เปลี่ยนแปลง)

6) แก๊สออกซิเจนปริมาตร 4 ลิตร ความดัน 2 บรรยากาศ ถ้านำแก๊สออกซิเจนนี้ไปไว้ที่อุณหภูมิใหม่ปรากฏว่า แก๊สออกซิเจนมีปริมาตรเพิ่มขึ้น 2 ลิตร และมีความดันเพิ่มขึ้น 2 บรรยากาศ อุณหภูมิใหม่มีค่าสูงกว่าหรือต่ำกว่าอุณหภูมิเดิม

(แนวตอบ : อุณหภูมิใหม่มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิเดิม 3 เท่า)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับกฎแก๊สอุดมคติและกฎความดันย่อยของดอลตัน จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 หรือจาก PowerPoint เรื่อง กฎแก๊สอุดมคติและกฎความดันย่อยของดอลตัน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการศึกษาจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มฝึกการคำนวณเกี่ยวกับกฎแก๊สอุดมคติและกฎความดันย่อยของดอลตัน จากตัวอย่างที่ 1.18-1.25 ในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

1. ครูสุ่มนักเรียน 2 กลุ่ม ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการนำเสนอหน้าชั้น)

2. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง กฎแก๊สอุดมคติเช่น

1) เมื่อพิจารณาว่าโจทย์ถามหามวล หรือจำนวนโมลสามารถใช้ความสัมพันธ์ในสมการใดในการคำนวณหาค่าต่างๆ

(แนวตอบ : • ถ้ามวลของแก๊สคงที่ ให้คำนวณโดยใช้สูตร  $PV = nRT$

• ถ้ามวลของแก๊สเปลี่ยนแปลง ให้คำนวณโดยใช้สูตร  $\frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2}$

2) เมื่อพิจารณาว่าโจทย์ไม่ได้ถามหามวล หรือจำนวนโมลสามารถใช้ความสัมพันธ์ในสมการใดในการคำนวณหาค่าต่างๆ

(แนวตอบ : ให้คำนวณโดยใช้กฎรวมแก๊ส ดังนี้  $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

• ถ้าอุณหภูมิคงที่ ให้คำนวณโดยใช้กฎของบอยล์ ดังนี้  $P_1V_1 = P_2V_2$

• ถ้าความดันคงที่ ให้คำนวณโดยใช้กฎของชาร์ล ดังนี้  $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

• ถ้าปริมาตรคงที่ ให้คำนวณโดยใช้กฎของเกย์-ลูสแซก ดังนี้  $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

3. ครูยกตัวอย่างโจทย์เกี่ยวกับกฎความดันย่อยของดอลตัน โดยครูเขียนโจทย์และแสดงวิธีทำให้นักเรียนดูบนกระดาน ดังนี้

ในภาชนะขนาด 2.3 ลิตร บรรจุแก๊ส H<sub>2</sub> จำนวน 0.174 กรัม และแก๊ส N<sub>2</sub> 1.365 กรัม บรรจุอยู่ที่ 0 องศาเซลเซียส จงคำนวณเศษส่วนโมล ความดันย่อยของแก๊สทั้งสอง และความดันรวม เมื่อถือว่าแก๊สทั้งสองชนิดเป็นแก๊สสมบูรณ์แบบ

$$\text{วิธีทำ } T = 273 + 0 = 273$$

$$\text{จาก } PV = nRT \quad \text{จะได้ว่า } P = \frac{nRT}{V}$$

$$P_{\text{H}_2} = \frac{0.174 \times 0.0821 \times 273}{2 \times 2.3} = 0.85 \text{ atm}$$

$$P_{\text{N}_2} = \frac{1.365 \times 0.0821 \times 273}{28 \times 2.3} = 0.48 \text{ atm}$$

$$P_{\text{รวม}} = 0.85 + 0.48 = 1.33 \text{ atm}$$

$$X_{\text{H}_2} = \frac{P_{\text{H}_2}}{P_{\text{รวม}}} = \frac{0.85}{1.33} = 0.64$$

$$X_{\text{N}_2} = \frac{P_{\text{N}_2}}{P_{\text{รวม}}} = \frac{0.48}{1.33} = 0.36$$

ดังนั้น โมลโมเลกุลของ H<sub>2</sub> และ N<sub>2</sub> เท่ากับ 2 และ 28 ตามลำดับ

#### ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครุยกตัวอย่างปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับกฎของอาโวกาโดร เช่น การสูบลมล้อรถจักรยานจะอาศัยหลักตามกฎของอาโวกาโดร คือ เมื่อสูบลมเข้าไปในล้อรถจักรยาน ทำให้ในล้อรถจักรยานมีโมเลกุลของแก๊สเพิ่มมากขึ้น ปริมาตรของแก๊สจึงเพิ่มขึ้น ล้อรถจึงหายแบน

2. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างกฎของอาโวกาโดรที่พบได้ในชีวิตประจำวัน

(แนวตอบ : ยกตัวอย่างเช่น การเป่าลูกโป่งทำให้ลูกโป่งมีขนาดใหญ่ขึ้น การหายใจมีผลต่อปริมาตรของช่องอก)

3. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้กฎแก๊สอุดมคติในชีวิตประจำวัน เช่น

- เมื่อเขย่าขวดแชมพูสัฟฟักหนึ่ง จากนั้นดันฝาजूให้หลวมขึ้นเล็กน้อย จะทำให้ฝาजूกระเด็นออกไปได้ เนื่องจากเมื่อเขย่าขวดแชมพูจะทำให้แก๊สที่ละลายอยู่ในของเหลว กลายเป็นแก๊สอยู่เหนือของเหลวมากขึ้น ทำให้ความดันของแก๊สเหนือของเหลวมีค่ามากขึ้นด้วย ซึ่งหากเขย่าจนปริมาณแก๊สเหนือของเหลวมากพอ จะทำให้แก๊สเหนือของเหลวมีความดันมากพอที่จะดันजूขวดให้กระเด็นออกมาได้

- เมื่อลั่นไกปืน เข็มแทงชนวนของปืนจะกระทบเข้ากับด้านท้ายของลูกกระสุนปืน ซึ่งจะทำให้ดินปืนที่ถูกบรรจุอยู่ในลูกกระสุนปืนเกิดการเผาไหม้ซึ่งทำให้เกิดแก๊สและความร้อนขึ้นเป็นจำนวนมาก ความดันที่กระทำต่อหัวกระสุนจึงมีค่าเพิ่มขึ้นมหาศาล จนดันให้หัวกระสุนแล่นออกจากกระบอกปืนได้

4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตันโดยครูคอยเสริมความรู้จนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

5. นักเรียนทำใบงานที่ 1.4.1 เรื่อง กฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน

6. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

7. นักเรียนตอบคำถามจากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

(หมายเหตุ : ครูประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

### ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมคำตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 1.4.1 เรื่อง กฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน

3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด

4. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับกฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน ดังนี้

- ที่ความดันและอุณหภูมิของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับจำนวนโมเลกุลหรือจำนวนโมลของแก๊สนั้น

- ถ้ามวลของแก๊สคงที่ ให้คำนวณโดยใช้สูตร  $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

- ถ้ามวลของแก๊สไม่คงที่ ให้คำนวณโดยใช้สูตร  $\frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2}$

- สำหรับแก๊สจำนวน n โมล จะได้ความสัมพันธ์  $PV = nRT$

- เมื่อ  $\frac{n}{V}$  มีค่าเท่ากับความเข้มข้น (C) จะได้ความสัมพันธ์  $P = CRT$

- เมื่อ  $n = \frac{g}{M}$  คือมวลโมเลกุล จะได้ความสัมพันธ์  $PM = \frac{g}{V}RT$

### การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) กฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน	- ตรวจใบงานที่ 3 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 3 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 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

### สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

#### สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมีม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส
- 3) PowerPoint เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส
- 4) ใบงานที่ 3 เรื่อง กฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของ

ดอลตัน

#### แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

## บันทึกหลังการสอน

### 1.ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

### 2.ปัญหา และอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

### 3.แนวทางแก้ไขปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสิริมาส น้อยแก้ว)

...../...../.....

### ใบงานที่ 3

#### เรื่อง กฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน

คำชี้แจง : คำานวนเกี่ยวกับกฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน

1. แก๊สจำนวนหนึ่งอยู่ในกระบอกสูบ เมื่อความดันของแก๊สเพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่า ปริมาตรของแก๊สจะลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของเดิม อัตราส่วนระหว่างอุณหภูมิของแก๊สครั้งหลังกับครั้งแรกมีค่าเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. บอลลูนที่บรรจุแก๊สไฮโดรเจน ขณะอยู่บนพื้นดิน ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส มีปริมาตร  $1.5 \times 10^2$  ลูกบาศก์เมตร และมีความดัน  $10^5$  ปาสคาล ถ้าบอลลูนลอยขึ้นไปจนอุณหภูมิของแก๊สภายในลดลงเหลือ 15 องศาเซลเซียส ความดันจะลดลงเหลือ  $0.6 \times 10^5$  ปาสคาล ขณะนั้นบอลลูนจะมีปริมาตรเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. แก๊สออกซิเจนปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่สภาวะ STP ถ้าต้องการให้แก๊สออกซิเจนนี้มีปริมาตร 3,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร และมีความดัน 460 มิลลิเมตรปรอท แก๊สนี้จะมีอุณหภูมิที่องศาเซลเซียส

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. แก๊สไฮโดรเจนบรรจุอยู่ในภาชนะปิดที่มีปริมาตร 207 ลูกบาศก์เดซิเมตร มีอุณหภูมิ 303 เคลวิน และความดัน 1 บรรยากาศ จงหาจำนวนโมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจนในภาชนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



### เฉลยใบงานที่ 3

#### เรื่อง กฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน

คำชี้แจง : คำถามเกี่ยวกับกฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน

1. แก๊สจำนวนหนึ่งอยู่ในกระบอกสูบ เมื่อความดันของแก๊สเพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่า ปริมาตรของแก๊สจะลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของเดิม อัตราส่วนระหว่างอุณหภูมิของแก๊สครั้งหลังกับครั้งแรกมีค่าเท่าใด

$$\begin{aligned}P_2 &= 3P_1 & V_2 &= \frac{V_1}{2} \\ \frac{P_1 V_1}{T_1} &= \frac{P_2 V_2}{T_2} \\ \frac{P_1 V_1}{T_1} &= \frac{(3P_1) \left(\frac{V_1}{2}\right)}{T_2} \\ \frac{T_2}{T_1} &= \frac{(3P_1) \left(\frac{V_1}{2}\right)}{P_1 V_1} = \frac{3}{2}\end{aligned}$$

2. บอลลูนที่บรรจุแก๊สไฮโดรเจน ขณะอยู่บนพื้นดิน ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส มีปริมาตร  $1.5 \times 10^{-2}$  ลูกบาศก์เมตร และมีความดัน  $10^5$  ปาสคาล ถ้าบอลลูนลอยขึ้นไปจนอุณหภูมิของแก๊สภายในลดลงเหลือ 15 องศาเซลเซียส ความดันจะลดลงเหลือ  $0.6 \times 10^5$  ปาสคาล ขณะนั้นบอลลูนจะมีปริมาตรเท่าใด

$$\begin{aligned}T_1 &= 273 + 27 = 300 \text{ K} & T_2 &= 273 + 15 = 288 \text{ K} \\ \frac{P_1 V_1}{T_1} &= \frac{P_2 V_2}{T_2} \\ \frac{10^5 \times 1.5 \times 10^{-2}}{300} &= \frac{0.6 \times 10^5 \times V_2}{288} \\ V_2 &= \frac{10^5 \times 1.5 \times 10^{-2} \times 288}{300 \times 0.6 \times 10^5} \\ &= 1.44 \times 10^{-2} \text{ ลูกบาศก์เมตร}\end{aligned}$$

3. แก๊สออกซิเจนปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่สภาวะ STP ถ้าต้องการให้แก๊สออกซิเจนนี้มีปริมาตร 3,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร และมีความดัน 460 มิลลิเมตรปรอท แก๊สนี้จะมีอุณหภูมิที่องศาเซลเซียส

สภาวะ STP คือ ความดัน 1 บรรยากาศ อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส

$$P_1 = 760 \text{ mmHg} \quad T_1 = 273 + 0 = 273 \text{ K}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{760 \times 1000}{273} = \frac{446 \times 300}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{446 \times 300 \times 273}{760 \times 1000}$$

$$= 496 \text{ เคลวิน}$$

ดังนั้น แก๊สนี้จะมีอุณหภูมิ =  $496 - 273 = 223$  องศาเซลเซียส

4. แก๊สไฮโดรเจนบรรจุอยู่ในภาชนะปิดที่มีปริมาตร 207 ลูกบาศก์เดซิเมตร มีอุณหภูมิ 303 เคลวิน และความดัน 1 บรรยากาศ จงหาจำนวนโมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจนในภาชนะ

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

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

$$N = \frac{6.02 \times 10^{23} \times 1 \times 207}{0.082 \times 303}$$

$$N = 5 \times 10^{24} \text{ โมเลกุล}$$

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รายวิชาเคมีเพิ่มเติม	รหัสวิชา ว32221
หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 แก๊สและสมบัติของแก๊ส		จำนวน 16 ชั่วโมง
เรื่อง การแพร่		จำนวน 3 ชั่วโมง/คาบ
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564	โรงเรียนเมืองราดวิทยาคม

### มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 5 เคมี

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมี และสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

อธิบายการแพร่ของแก๊สโดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คำนวณและเปรียบเทียบอัตราการแพร่ของแก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม

### สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ทฤษฎีจลน์ของแก๊สสามารถใช้อธิบายการแพร่ของแก๊สได้โดยที่อุณหภูมิเดียวกัน อัตราการแพร่ของแก๊สเป็นสัดส่วนผกผันกับรากที่สองของมวลโมเลกุลของแก๊ส ซึ่งเป็นไปตามกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม

### สาระการเรียนรู้

แก๊สสามารถแพร่ได้ การแพร่ของแก๊สอธิบายได้ด้วยทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ที่อุณหภูมิเดียวกันแก๊สจะแพร่ได้ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับมวลโมเลกุลของแก๊ส อัตราการแพร่ของแก๊สเป็นสัดส่วนผกผันกับรากที่สองของมวลโมเลกุลของแก๊สสัมพันธ์กับกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการแพร่ของแก๊สกับมวลโมเลกุลของแก๊สได้ (K)
2. ทำการทดลองเพื่อศึกษาการแพร่ของแก๊สได้ (P)
3. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (P)
4. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง (P)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

## สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสำรวจค้นหา 3) ทักษะการวิเคราะห์ 4) ทักษะการทำงานร่วมกัน 5) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป 6) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

### คำถามสำคัญ

แก๊สแต่ละชนิดแพร่ด้วยอัตราเร็วแตกต่างกันหรือไม่

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

#### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการตอบคำถามอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

#### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของการแพร่ของแก๊สได้อย่างเข้าใจ

#### 3. มีความภูมิกันในตัวที่ดี

นำหลักการของการแพร่ของแก๊สมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

#### 4. เงื่อนไขความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์การแพร่ของแก๊สที่เกี่ยวข้องกับการทดลองได้

#### 5. เงื่อนไขคุณธรรม

นักเรียนมีวินัย สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ให้กับเพื่อนๆ

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

ฝึกทักษะการพูดภาษาอังกฤษโดยการใช้ทับศัพท์เคมี เช่น gas = แก๊ส

## กระบวนการจัดการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

2 ชั่วโมง

### ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูถามคำถามกระตุ้นนักเรียน ดังนี้

1) นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดเราจึงได้กลิ่นของน้ำหอม

(แนวตอบ : เนื่องจากโมเลกุลของน้ำหอมเกิดการแพร่ไปในอากาศมากระทบกับจมูก จึงทำให้ได้กลิ่นของน้ำหอม)

2) นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดเมื่อเปิดขวดน้ำหอมชนิดหนึ่งจะได้กลิ่นน้ำหอมภายในเวลาไม่กี่วินาที แต่เมื่อเปิดขวดน้ำหอมอีกชนิดหนึ่งอาจใช้เวลาานานจึงจะได้กลิ่น

(แนวตอบ : เนื่องจากน้ำหอมแต่ละชนิดอาจมีมวลโมเลกุล หรือความหนาแน่นไม่เท่ากัน ทำให้มีความสามารถในการแพร่ไม่เท่ากัน น้ำหอมบางชนิดอาจแพร่ได้เร็ว ส่วนน้ำหอมบางชนิดอาจแพร่ได้ช้า)

2. ครูถามคำถาม จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 ว่า “การแพร่มีลักษณะ อะไรบ้าง” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากนั้นครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกัน เพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป

(แนวตอบ : การแพร่มี 2 ลักษณะ คือ การแพร่ เป็นการเคลื่อนที่ของแก๊สจากความเข้มข้นสูงไปยังความเข้มข้นต่ำ โดยโมเลกุลมีการชนกันตลอดเวลา และการแพร่ผ่าน เป็นการแพร่ของแก๊สภายใต้ความดันในภาชนะหนึ่งหลุดผ่านรูเล็กๆ ไปยังอีกภาชนะหนึ่งที่เป็นสุญญากาศ โดยโมเลกุลไม่ชนกัน)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วทำการทดลองเรื่อง การแพร่ของแก๊สแอมโมเนียและแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์เคมี ม.5 เล่ม 1

2. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้

• สมาชิกคนที่ 1 : ทำหน้าที่เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ต่างใช้ในการทดลองเรื่อง การแพร่ของแก๊สแอมโมเนียและแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์

• สมาชิกคนที่ 2 : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง

• สมาชิกคนที่ 3 : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง

• สมาชิกคนที่ 4 และ 5 : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง

3. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการนำเสนอหน้าชั้น)

5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้

1) นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าแก๊สแอมโมเนียและแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์สามารถแพร่ได้

(แนวตอบ : เนื่องจากมีควันและสารสีขาวเกาะอยู่ที่ผิวด้านในของหลอดแก้ว จึงทำให้ทราบว่าแก๊สแอมโมเนียและแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์เกิดการแพร่มาทำปฏิกิริยากันเกิดแอมโมเนียมคลอไรด์เกาะที่ผิวด้านในหลอดแก้ว)

2) นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าแก๊สแอมโมเนียแพร่ได้เร็วกว่าแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์

(แนวตอบ : เนื่องจากตำแหน่งสีขาวที่เกิดขึ้นในหลอดแก้วค่อนข้างไปทางด้านสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมากกว่าด้านสารละลายแอมโมเนีย แสดงว่า แก๊สแอมโมเนียแพร่ได้เร็วกว่าแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

### 1 ชั่วโมง

### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยให้แต่ละคู่ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับ เรื่อง การแพร่ของแก๊ส และกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์เคมี ม.5 เล่ม 1 หรือจาก PowerPoint เรื่อง การแพร่ของแก๊สและกฎการแพร่ของเกรแฮม จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการศึกษาจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

2. ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันฝึกการคำนวณเกี่ยวกับกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม จากตัวอย่างที่ 1.26-1.28 ในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์เคมี ม.5 เล่ม 1

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

1. ครูสุ่มนักเรียน 3 คู่ ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

2. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่อง การแพร่ของแก๊ส และกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม เช่น

1) การแพร่และการแพร่ผ่านของแก๊สแตกต่างกันอย่างไร

(แนวตอบ : การแพร่ของแก๊ส คือ กระบวนการที่แก๊สเคลื่อนที่จากความเข้มข้นสูงไปยังความเข้มข้นต่ำ โดยโมเลกุลของแก๊สเกิดการชนกันตลอดเวลาการแพร่ผ่านของแก๊ส คือ กระบวนการที่แก๊สภายใต้ความดันค่าหนึ่งเคลื่อนที่ออกจากภาชนะผ่านรูเล็กๆ ไปยังสุญญากาศ โดยโมเลกุลของแก๊สไม่เกิดการชนกัน)

2) แก๊สออกซิเจนและแก๊สไฮโดรเจน แก๊สใดจะแพร่ผ่านได้เร็วกว่ากัน เพราะเหตุใด  
(แนวตอบ : แก๊สไฮโดรเจนจะแพร่ผ่านได้เร็วกว่าแก๊สออกซิเจน เพราะมีมวลโมเลกุลน้อยกว่า)

3. ครูยกตัวอย่างโจทย์เกี่ยวกับกฎการแพร่ของเกรแฮม โดยครูเขียนโจทย์และแสดงวิธีทำให้นักเรียนดูบนกระดาน ดังนี้แก๊สที่มีมวลโมเลกุล 36 จะแพร่ได้เร็วหรือช้ากว่าแก๊สที่มีมวลโมเลกุล 144 กี่เท่า

$$\text{วิธีทำ} \quad \frac{R_1}{R_2} = \frac{\sqrt{M_2}}{\sqrt{M_1}} = \frac{\sqrt{144}}{\sqrt{36}} = 2$$

ดังนั้น แก๊สที่มีมวลโมเลกุล 36 จะแพร่ได้เร็วกว่าแก๊สที่มีมวลโมเลกุล 144 2 เท่า

#### ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูถามคำถาม จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 อีกครั้ง ดังนี้
  - ทฤษฎีจลน์ของแก๊สสามารถนำมาอธิบายการแพร่ของแก๊สได้อย่างไร  
(แนวตอบ : ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส กล่าวว่า ที่อุณหภูมิเดียวกัน แก๊สทุกชนิดจะมีพลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากัน แต่มีความเร็วเฉลี่ยไม่เท่ากัน โดยที่แก๊สที่มีมวลโมเลกุลมาก จะมีความเร็วเฉลี่ยต่ำ จึงแพร่ได้ช้า ส่วนแก๊สที่มีมวลโมเลกุลน้อย จะมีความเร็วเฉลี่ยสูง จึงแพร่ได้เร็ว)
  - กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮมมีใจความสำคัญอย่างไร  
(แนวตอบ : เมื่ออุณหภูมิและความดันคงที่ อัตราการแพร่ของแก๊สใดๆ จะแปรผกผันกับรากที่สองของมวลโมเลกุล หรือความหนาแน่นของแก๊ส) แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชา ว32221 เคมี3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง การแพร่ของแก๊ส ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อไป
3. นักเรียนทำใบงานที่ 1.5.1 เรื่อง การแพร่ของแก๊ส
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

#### ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคลและการทำงานกลุ่ม
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 1.5.1 เรื่อง การแพร่ของแก๊ส
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
4. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง การแพร่ของแก๊สแอมโมเนียและแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์

## การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) การแพร่ของแก๊ส	- ตรวจใบงานที่ 4 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 4 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การทดลองเรื่อง การแพร่ของแก๊สแอมโมเนียและแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการเสนอผลงาน	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	-แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	-แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	-สังเกตความมีวินัยใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	-แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

## สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

### สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์เคมี.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส
- 3) ใบงานที่ 1.5.1 เรื่อง การแพร่ของแก๊ส
- 4) PowerPoint เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส
- 5) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่องการแพร่ของแก๊สแอมโมเนียและแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์

### แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ



## บันทึกหลังการสอน

### 1.ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

### 2.ปัญหา และอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

### 3.แนวทางแก้ไขปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน  
(นางสาวสิริมาส น้อยแก้ว)  
...../...../.....

**ใบงานที่ 4**  
**เรื่อง การแพร่ของแก๊ส**

**คำชี้แจง :** ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. จงเรียงลำดับอัตราการแพร่ของแก๊สต่อไปนี้ He NH<sub>3</sub> O<sub>2</sub> Ne NO<sub>2</sub> และ N<sub>2</sub> จากเร็วไปช้า

.....

2. ถ้าแก๊ส A มีมวลโมเลกุล 64 เคลื่อนที่ในภาชนะได้ระยะทาง 20 เซนติเมตร ในเวลา 5 วินาที แก๊ส B มีมวลโมเลกุล 16 จะเคลื่อนที่ในภาชนะเดียวกันได้ระยะทางกี่เซนติเมตร ในเวลา 3 วินาที

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ แก๊ส X มีความหนาแน่นเป็น 4 เท่าของแก๊ส Y ถ้าแก๊ส X แพร่ได้ 40 เซนติเมตร ในเวลา 10 วินาที แก๊ส Y จะแพร่ได้เร็วกี่เซนติเมตร/วินาที

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## เฉลยใบงานที่ 4 เรื่อง การแพร่ของแก๊ส

**คำชี้แจง :** ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. จงเรียงลำดับอัตราการแพร่ของแก๊สต่อไปนี้ He NH<sub>3</sub> O<sub>2</sub> Ne NO<sub>2</sub> และ N<sub>2</sub> จากเร็วไปช้า  
อัตราการแพร่ของ He > NH<sub>3</sub> > Ne > N<sub>2</sub> > O<sub>2</sub> > NO<sub>2</sub>

2. ถ้าแก๊ส A มีมวลโมเลกุล 64 เคลื่อนที่ในภาชนะได้ระยะทาง 20 เซนติเมตร ในเวลา 5 วินาที แก๊ส B มีมวลโมเลกุล 16 จะเคลื่อนที่ในภาชนะเดียวกันได้ระยะทางกี่เซนติเมตร ในเวลา 3 วินาที

$$\begin{aligned} \frac{V_A}{V_B} &= \sqrt{\frac{M_B}{M_A}} \\ \frac{s_A}{t_B} \times \frac{t_B}{s_A} &= \sqrt{\frac{M_B}{M_A}} \\ \frac{20}{5} \times \frac{3}{s_B} &= \sqrt{\frac{16}{64}} \\ s_B &= \frac{20 \times 3 \times 8}{5 \times 4} \\ &= 24 \end{aligned}$$

ดังนั้น แก๊ส B จะเคลื่อนที่ในภาชนะเดียวกันได้ระยะทาง 24 เซนติเมตร

3. ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ แก๊ส X มีความหนาแน่นเป็น 4 เท่าของแก๊ส Y ถ้าแก๊ส X แพร่ได้ 40 เซนติเมตร ในเวลา 10 วินาที แก๊ส Y จะแพร่ได้เร็วกี่เซนติเมตร/วินาที

$$\begin{aligned} \frac{V_x}{V_y} &= \sqrt{\frac{d_y}{d_x}} \\ \frac{s_x}{t_x} \times \frac{t_x}{s_y} &= \sqrt{\frac{d_y}{d_x}} \\ \frac{40}{10} \times \frac{10}{s_y} &= \sqrt{\frac{4}{1}} \\ s_y &= \frac{4}{2} = 2 \end{aligned}$$

ดังนั้น แก๊ส Y จะแพร่ได้เร็ว 2 เซนติเมตร/วินาที

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รายวิชาเคมีเพิ่มเติม	รหัสวิชา ว32221
หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 แก๊สและสมบัติของแก๊ส		จำนวน 16 ชั่วโมง
เรื่อง เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของแก๊ส		จำนวน 3 ชั่วโมง/คาบ
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564	โรงเรียนเมืองราดวิทยาคม

### มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 5 เคมี

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมี และสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่าง และอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่างๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม

### สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

สมบัติและกฎต่างๆ ของแก๊สนำมาใช้อธิบายปรากฏการณ์และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และในอุตสาหกรรมได้

### สาระการเรียนรู้

สมบัติและกฎต่างๆ ของแก๊สสามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และในอุตสาหกรรม

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ยกตัวอย่างเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของแก๊สได้ (K)
2. อธิบายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแก๊สโดยใช้สมบัติของแก๊สได้ (K)
3. สื่อสารเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของแก๊สได้ (P)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

## สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสำรวจค้นหา 3) ทักษะการวิเคราะห์ 4) ทักษะการเชื่อมโยง 5) ทักษะการทำงานร่วมกัน 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

### คำถามสำคัญ

จงยกตัวอย่างประโยชน์จากความรู้เรื่องแก๊สและสมบัติของแก๊ส

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

#### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการตอบคำถามอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

#### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของแก๊สได้อย่างเข้าใจ

#### 3. มีความภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี

นำหลักการของเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของแก๊สมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

#### 4. เจียมใจความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของแก๊สที่เกี่ยวข้องกับการทดลองได้

#### 5. เจียมใจคุณธรรม

นักเรียนมีวินัย สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ให้กับเพื่อนๆ

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

ฝึกทักษะการพูดภาษาอังกฤษโดยการใช้อักษรย่อเคมี เช่น gas = แก๊ส

## กระบวนการจัดการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

### 1 ชั่วโมง

#### ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับทฤษฎีจลน์และสมบัติของแก๊ส ดังนี้
  - โมเลกุลของแก๊สมีขนาดเล็กมากและไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกันและกัน เมื่อบรรจุแก๊สไว้ในภาชนะใดก็ตามแก๊สจะแพร่กระจายเต็มภาชนะแก๊สจึงมีรูปร่างและปริมาตรไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับภาชนะที่บรรจุ
  - โมเลกุลของแก๊สอยู่ห่างกันมากแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลจึงน้อยมากสารที่อยู่ในสถานะแก๊สจึงมีความหนาแน่นน้อย
  - ที่อุณหภูมิเดียวกันแก๊สทุกชนิดจะมีพลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากัน แต่จะมีความเร็วเฉลี่ยไม่เท่ากัน โดยแก๊สที่มีมวลโมเลกุลน้อยจะมีความเร็วเฉลี่ยสูงแก๊สนั้นจะแพร่ได้เร็ว ส่วนแก๊สที่มีมวลโมเลกุลมากจะมีความเร็วเฉลี่ยน้อยแก๊สนั้นจะแพร่ได้ช้า
2. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของแก๊ส โดยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียน ดังนี้
  - 1) ให้นักเรียนยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากแก๊สในชีวิตประจำวัน  
(แนวตอบ : พิจารณาค่าตอบของโดยขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูผู้สอน ยกตัวอย่างเช่น แก๊สออกซิเจนในอากาศใช้ในการหายใจ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ใช้ใส่น้ำอัดลม เพื่อให้ น้ำอัดลมมีฟองซ่า แก๊สฮีเลียมใช้บรรจุลงในลูกโป่งหรือบอลูน เป็นต้น)
3. ครูถามคำถาม จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 ว่า “สมบัติของแก๊สสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านใดได้บ้าง” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากนั้นครูและนักเรียนมาอภิปรายร่วมกันเพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป  
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

#### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน แล้วให้คนแรกศึกษาเรื่อง การทำน้ำแข็งแห้ง คนที่สองศึกษาเรื่อง การทำไนโตรเจนเหลว และคนที่สามศึกษาเรื่อง การสกัดสารโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่อยู่ในรูปของไหล จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1
2. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าทำเป็นรูปแบบต่างๆ ตามความคิดเห็นของแต่ละกลุ่ม เช่น แผนภาพ แผนผัง เขียนบรรยาย

### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

1. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียน 1 กลุ่ม ออกมาอธิบายเรื่องที่ได้ศึกษาและผลงานการจัดทำข้อมูลของกลุ่มให้เพื่อนกลุ่มอื่นฟังหน้าชั้นเรียน โดยครูคอยเสริมความรู้เพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง (หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการนำเสนอหน้าชั้น)

#### 2 ชั่วโมง

2. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของแก๊ส เช่น

1) จงอธิบายหลักในการทำน้ำแข็งแห้ง

(แนวตอบ : นำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มาเพิ่มความดันและลดอุณหภูมิ จะได้คาร์บอนไดออกไซด์เหลว จากนั้นทำให้แห้งและบริสุทธิ์และทำการเพิ่มความดันและลดอุณหภูมิอีกครั้งหนึ่งแล้วอัดผ่านรูพรุน จะได้น้ำแข็งแห้งออกมา)

2) จงอธิบายหลักในการทำไนโตรเจนเหลว

(แนวตอบ : ดูดอากาศเข้าเครื่องอัดอากาศผ่านลงใน NaOH จากนั้นผ่านเข้าเครื่องกรองน้ำมันและทำให้แห้งด้วย  $Al_2O_3$  จากนั้นลดอุณหภูมิลงจนถึง  $-183^{\circ}C$  เพื่อแยกแก๊สออกซิเจนออก จากนั้นลดอุณหภูมิลงจนถึง  $-196^{\circ}C$  จะได้แก๊สไนโตรเจนเหลวออกมา)

3) เพราะเหตุใดจึงนิยมใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในรูปของไหลสกัดกาแฟอินจากเมล็ดกาแฟ

(แนวตอบ : เนื่องจากการสกัดสารโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในรูปของไหลเป็นวิธีที่ไม่ต้องใช้ความร้อน จึงไม่ทำให้รสหรือกลิ่นกาแฟเปลี่ยนแปลงไป)

4) น้ำแข็งแห้งและไนโตรเจนเหลวนิยมนำไปใช้ในอุตสาหกรรมใด

(แนวตอบ : อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทำความเย็น)

3. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

### ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

1. ครูถามคำถาม จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 อีกครั้งดังนี้

• สมบัติและกฎต่างๆ ของแก๊สสามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

(แนวตอบ : ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูผู้สอน ตัวอย่างเช่น ใช้ผลิตน้ำแข็งแห้ง ผลิตไนโตรเจนเหลว สกัดสารโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในรูปของไหล เป็นต้น)

2. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมา หากส่วนใดที่นักเรียนยังมีข้อสงสัยให้ครูอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจ

3. นักเรียนอ่าน summary ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส เพื่อเป็นการทบทวนความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมา

4. นักเรียนทำ Self Check จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 เพื่อตรวจสอบตนเอง

5. นักเรียนทำ Unit Question 1 จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1
6. นักเรียนทำแบบทดสอบท้าย หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1
7. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน
8. ครูให้นักเรียนเขียนแผนผังมโนทัศน์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส เพื่อเป็นการสรุปความเข้าใจที่ได้รับจากการเรียนแล้วส่งเป็นการบ้านในคาบเรียนต่อไป

### ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำ Self Check
4. ครูตรวจสอบผลจากการทำ Unit Question 1
5. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

### การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของแก๊ส	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการเสนอผลงาน	- 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



## สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

### สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์เคมี.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส

### แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

## บันทึกหลังการสอน

### 1.ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

### 2.ปัญหา และอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

### 3.แนวทางแก้ไขปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสิริมาส น้อยแก้ว)

...../...../.....

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รายวิชาเคมีเพิ่มเติม	รหัสวิชา ว32221
หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี		จำนวน 22 ชั่วโมง
เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี		จำนวน 4 ชั่วโมง/คาบ
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564	โรงเรียนเมืองราดวิทยาคม

### มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 5 เคมี

มาตรฐาน ว 5.2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมีปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสมดุลในปฏิกิริยาเคมีสมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

1. ทดลองและเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยา
2. คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนกราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา

### สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง หรือปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นขณะปฏิกิริยาดำเนินไป เมื่อนำมาปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงนี้มาเขียนในรูปอัตราส่วนเปรียบเทียบกับ 1 หน่วยเวลา จะเรียกว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

### สาระการเรียนรู้

ปฏิกิริยาเคมีแต่ละปฏิกิริยามีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างกัน โดยอาจวัดจากการลดลงของสารตั้งต้นหรือการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ต่อหนึ่งหน่วยเวลา และหารด้วยเลขสัมประสิทธิ์ของสารนั้นๆ ในสมการเคมี เพื่อให้ได้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เท่ากันไม่ว่าจะเป็นการวัดจากสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ณ ขณะใดขณะหนึ่ง และอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเฉลี่ยได้ (K)
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชันกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารที่ปรากฏในกราฟ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลาได้ (K)

3. ทำการทดลองเพื่อศึกษาการวัดปริมาณสารที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาต่างๆ ในปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกได้ (P)

4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลา และคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาของสารตั้งต้นกับผลิตภัณฑ์ในช่วงเวลาต่างๆ รวมทั้งอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่งจากกราฟได้ (P)

5. เขียนความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารต่างๆ ในปฏิกิริยาเคมีจากสมการที่ดุลแล้วได้ (P)

6. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (P)

7. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง (P)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### คำถามสำคัญ

ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้เร็วหรือช้า วัดได้อย่างไร

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

#### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการตอบคำถามอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

#### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้อย่างเข้าใจ

### 3. มีความภูมิใจในตัวเอง

นำหลักการอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

### 4. เจือใจความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับชีวิตประจำวันได้

### 5. เจือใจคุณธรรม

นักเรียนมีวินัย สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ให้กับเพื่อนๆ

## มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

ฝึกทักษะการพูดภาษาอังกฤษโดยการใช้ทับศัพท์เคมี เช่น rate of chemical reaction = อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

## กระบวนการจัดการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

2 ชั่วโมง

## ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน และ Understanding Check เพื่อวัดความรู้เดิมของนักเรียนก่อนเข้าสู่กิจกรรม

2. ครูถามคำถาม จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 ดังนี้

- อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถวัดได้จากสิ่งใด
- ทฤษฎีที่ใช้อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมีคือทฤษฎีใด และกล่าวไว้ว่าอย่างไร
- การเปลี่ยนแปลงพลังงานพลังงานในปฏิกิริยาเคมีจำแนกได้กี่ประเภท อะไรบ้าง แต่ละประเภทมีลักษณะอย่างไร

• ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมีอะไรบ้าง และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอย่างไร จากนั้นให้นักเรียนในห้องร่วมกันตอบและแสดงความคิดเห็น โดยครูยังไม่ต้องเฉลย ซึ่งเมื่อเรียนจบในเนื้อหาที่สามารถเฉลยคำถามแต่ละข้อได้จึงให้ครูถามคำถาม แล้วให้นักเรียนตอบอีกครั้งหนึ่ง

3. ครูถามคำถาม จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 ว่า “สิ่งใดเป็นตัวกำหนดว่าปฏิกิริยาเคมีปฏิกิริยาหนึ่งจะเกิดได้เร็วหรือช้า” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากนั้นครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกัน เพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป

(แนวตอบ : สิ่งที่จะกำหนดได้ว่า ปฏิกิริยาเคมีหนึ่ง ๆ จะเกิดขึ้นได้เร็วหรือช้า คือ อัตราการลดลงของสารตั้งต้น หรืออัตราการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ในหนึ่งหน่วยเวลา หรืออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี)

## ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่ โดยให้แต่ละคู่ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 แล้วร่วมกันแสดงความคิดเห็นจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

2. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วทำการทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

3. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้

- สมาชิกคนที่ 1 : ทำหน้าที่เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

- สมาชิกคนที่ 2 : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง

- สมาชิกคนที่ 3 : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง

- สมาชิกคนที่ 4 และ 5 : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง

4. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

## ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

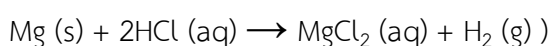
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้

1) แก๊สที่เกิดขึ้นจากการทดลองคือแก๊สชนิดใด และปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเขียนแสดงเป็นสมการเคมีได้อย่างไร

(แนวตอบ : แก๊สที่เกิดขึ้น คือ แก๊สไฮโดรเจน ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเขียนแสดงเป็นสมการเคมีได้

ดังนี้

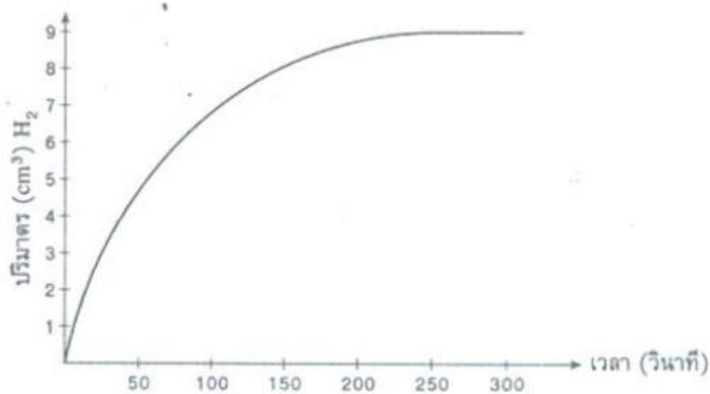


2) เวลาที่ใช้ในการเก็บแก๊สไฮโดรเจนในแต่ละช่วงปริมาตรเป็นอย่างไร

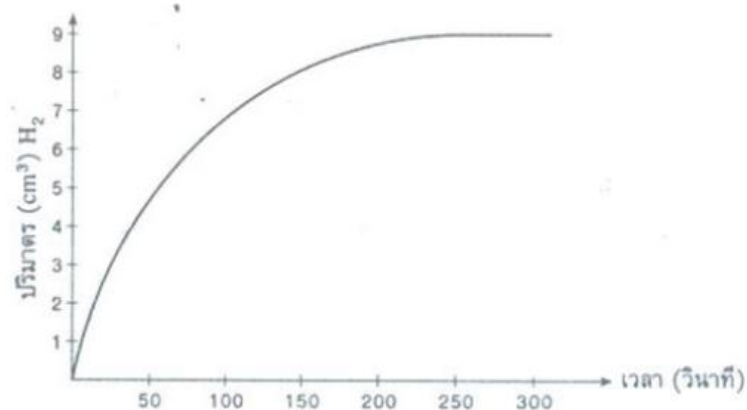
(แนวตอบ : เวลาที่ใช้ในการเก็บแก๊สไฮโดรเจนในแต่ละช่วงปริมาตรมีค่าไม่เท่ากัน โดยในช่วงแรกจะใช้เวลาน้อย ในช่วงถัดไปจะใช้เวลามากขึ้น ตามลำดับ)

3) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นกับเวลามีลักษณะเป็นอย่างไร

(แนวตอบ :



4) จากกราฟ สามารถแปลความหมายได้อย่างไร



(แนวตอบ : ลักษณะของกราฟในตอนแรกจะมีความชันมาก แสดงว่า ปฏิกิริยาเกิดได้เร็ว และเมื่อเวลาผ่านไปความชันของกราฟลดลง แสดงว่า ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้ช้าลง)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

2 ชั่วโมง

### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยให้แต่ละคู่ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยพิจารณาจากความเข้มข้นของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงไปกับระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยา และการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีประเภทต่างๆ จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 แล้วร่วมกันแสดงความคิดเห็นจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

2. ครูให้นักเรียนแต่ละคู่อภิปรายการคำนวณเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากตัวอย่างที่ 2.1- 2.2 ในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียน 1 คู่ ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

2. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น

1) อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีหมายถึงอะไร

(แนวตอบ : ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง หรือปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาใน 1 หน่วยเวลา)

2) กำหนดปฏิกิริยาให้ ดังนี้  $2A + 3B \rightarrow C$  อัตราการเกิดปฏิกิริยาของสาร A B และ C จะมีค่าเท่าใด

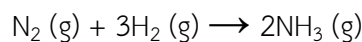
(แนวตอบ : อัตราการเกิดปฏิกิริยาของสาร A =  $-\frac{1}{2} \frac{\Delta[A]}{\Delta t}$

อัตราการเกิดปฏิกิริยาของสาร B =  $-\frac{1}{3} \frac{\Delta[B]}{\Delta t}$

อัตราการเกิดปฏิกิริยาของสาร C =  $+\frac{\Delta[C]}{\Delta t}$  )

3. ครูยกตัวอย่างโจทย์เกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยครูเขียนโจทย์และแสดงวิธีทำให้นักเรียนดูบนกระดาน ดังนี้

กำหนดปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไนโตรเจนและแก๊สไฮโดรเจนให้ ดังนี้



ถ้าอัตราการลดลงของ  $N_2$  เท่ากับ  $2 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$  อัตราการลดลงของ  $H_2$  และอัตราการเกิด  $NH_3$  จะมีค่าเท่าใด

วิธีทำ อัตราการลดลงของ  $H_2$

$$\begin{aligned} \frac{\Delta[N_2]}{\Delta t} &= \frac{1}{3} \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} \\ 2 \times 10^{-2} &= \frac{1}{3} \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} \\ \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} &= 2 \times 10^{-2} \times 3 \\ &= 6 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s} \end{aligned}$$

อัตราการเกิด  $NH_3$

$$\begin{aligned} \frac{\Delta[N_2]}{\Delta t} &= \frac{1}{2} \frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t} \\ 2 \times 10^{-2} &= \frac{1}{2} \frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t} \\ \frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t} &= 2 \times 10^{-2} \times 2 \\ &= 4 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s} \end{aligned}$$



ดังนั้น อัตราการลดลงของ  $\text{H}_2$   $6 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$

และอัตราการเกิด  $\text{NH}_3$   $4 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$

#### ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูถามคำถาม จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 อีกครั้ง ดังนี้

- อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถวัดได้จากสิ่งใด

(แนวตอบ : อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถวัดได้จากปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง หรือปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น)

2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อไป

3. นักเรียนทำใบงานที่ 2.1.1 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

#### ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 2.1.1 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด

4. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

5. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีดังนี้

- สิ่งที่จะกำหนดได้ว่า ปฏิกิริยาเคมีหนึ่งๆ จะเกิดขึ้นได้เร็วหรือช้า คือ อัตราการลดลงของสารตั้งต้น หรืออัตราการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ในหนึ่งหน่วยเวลา หรืออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี วัดได้หลายแบบ ซึ่งจำแนกได้ 3 ประเภท คือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง และอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ จุดใดจุดหนึ่งของเวลา

- อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย คือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่คิดจากการเปลี่ยนแปลงของสารตั้งต้นที่ลดลง หรือผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นตลอดการเกิดปฏิกิริยา

## การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจใบงานที่ 5 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 5 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การทดลองเรื่องปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการเสนอผลงาน	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	-แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	-แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	-สังเกตความมีวินัยใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	-แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

### สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

#### สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี 5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี 5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 3) ใบงานที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 4) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก
- 5) power point เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา

#### แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

## บันทึกหลังการสอน

### 1.ผลการจัดการเรียนรู้

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

### 2.ปัญหา และอุปสรรค

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

### 3.แนวทางแก้ไขปรับปรุงแก้ไข

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

ลงชื่อ.....ผู้สอน

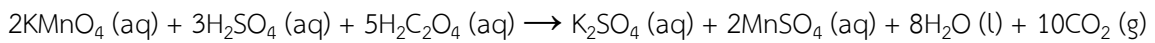
(นางสาวสิริมาส น้อยแก้ว)

...../...../.....

**ใบงานที่ 5**  
**เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี**

**คำชี้แจง :** ตอบคำถามเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

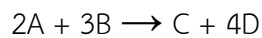
1. กำหนดปฏิกิริยาเคมีให้ ดังนี้



จงสรุปความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับอัตราการเปลี่ยนแปลงของสารจากสมการเคมีที่กำหนด

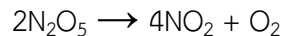
.....  
.....

2. จงเปรียบเทียบอัตราการเปลี่ยนแปลงของสารแต่ละชนิดในสมการต่อไปนี้จากน้อยไปมาก



.....

3. แก๊ส  $\text{N}_2\text{O}_5$  สลายตัวได้ ดังสมการ



ถ้าอัตราการสลายตัวของแก๊ส  $\text{N}_2\text{O}_5$  มีค่าเท่ากับ  $1.2 \times 10^{-6}$  โมล/ลิตร • วินาที อัตราการเกิดแก๊ส  $\text{NO}_2$  มีค่ากี่ โมล/ลิตร • วินาที

.....  
.....

4. ทดลองนำโลหะสังกะสีมาทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมล/ลิตร ได้แก๊สไฮโดรเจนเป็นผลิตภัณฑ์ โดยปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้น ณ ช่วงเวลาต่างๆ แสดงดังตาราง

.....  
.....

ปริมาณแก๊ส $\text{H}_2$ ( $\text{cm}^3$ )	1	2	3	4	5	6
เวลา (s)	10	25	40	65	100	140

1) อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนเฉลี่ยมีค่าเท่าใด

.....  
.....

2) อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลา 40–100 วินาที มีค่าเท่าใด

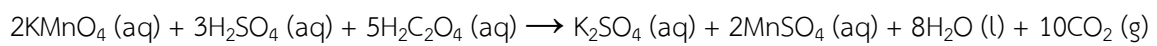
.....  
.....

## เฉลยใบงานที่ 5

### เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

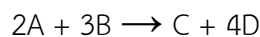
1. กำหนดปฏิกิริยาเคมีให้ ดังนี้



จงสรุปความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับอัตราการเปลี่ยนแปลงของสารจากสมการเคมีที่กำหนด

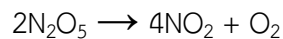
$$r = \frac{1 \Delta[\text{KMnO}_4]}{2 \Delta t} = \frac{1 \Delta[\text{H}_2\text{SO}_4]}{3 \Delta t} = \frac{1 \Delta[\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4]}{5 \Delta t} = \frac{\Delta[\text{K}_2\text{SO}_4]}{\Delta t} = \frac{1 \Delta[\text{MnO}_4]}{2 \Delta t} = \frac{1 \Delta[\text{H}_2\text{O}]}{8 \Delta t} = \frac{1 \Delta[\text{CO}_2]}{10 \Delta t}$$

2. จงเปรียบเทียบอัตราการเปลี่ยนแปลงของสารแต่ละชนิดในสมการต่อไปนี้จากน้อยไปมาก



$$\text{C} < \text{A} < \text{B} < \text{D}$$

3. แก๊ส  $\text{N}_2\text{O}_5$  สลายตัวได้ ดังสมการ



ถ้าอัตราการสลายตัวของแก๊ส  $\text{N}_2\text{O}_5$  มีค่าเท่ากับ  $1.2 \times 10^{-6}$  โมล/ลิตร • วินาที อัตราการเกิดแก๊ส  $\text{NO}_2$  มีค่ากี่ โมล/ลิตร • วินาที

$$\begin{aligned} \text{อัตราการเกิดแก๊ส NO}_2 &= 2 \text{ อัตราการสลายตัวของแก๊ส N}_2\text{O}_5 \\ &= 2 \times 1.2 \times 10^{-6} \\ &= 2.4 \times 10^{-6} \text{ โมล/ลิตร • วินาที} \end{aligned}$$

4. ทดลองนำโลหะสังกะสีมาทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมล/ลิตร ได้แก๊สไฮโดรเจนเป็นผลิตภัณฑ์ โดยปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้น ณ ช่วงเวลาต่างๆ แสดงดังตาราง

ปริมาณแก๊ส $\text{H}_2$ ( $\text{cm}^3$ )	1	2	3	4	5	6
เวลา (s)	10	25	40	65	100	140

1) อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนเฉลี่ยมีค่าเท่าใด

$$\begin{aligned} \text{อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนเฉลี่ย} &= \frac{6}{140} \\ &= 0.043 \text{ cm}^3/\text{s} \end{aligned}$$

2) อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลา 40–100 วินาที มีค่าเท่าใด

$$\begin{aligned} \text{อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลา 40–100 วินาที} &= \frac{5-3}{100-40} \\ &= 0.043 \text{ cm}^3/\text{s} \end{aligned}$$

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รายวิชาเคมีเพิ่มเติม	รหัสวิชา ว32221
หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี		จำนวน 22 ชั่วโมง
เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี		จำนวน 3 ชั่วโมง/คาบ
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564	โรงเรียนเมืองราดวิทยาคม

### มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 5 เคมี

มาตรฐาน ว 5.2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมีปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสมดุลในปฏิกิริยาเคมีสมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

เขียนแผนภาพ และอธิบายทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

### สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสม และมีพลังงานอย่างน้อยเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์

### สาระการเรียนรู้

ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสมและมีพลังงานอย่างน้อยเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์ ดังนั้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงขึ้นกับทิศทางการชนและพลังงานที่เกิดจากการชน

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ทฤษฎีการชน และการชนกันของอนุภาคได้ (K)
2. บอกความหมายของพลังงานก่อกัมมันต์ได้ (K)
3. อธิบายความยากง่ายของการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยพิจารณาจากค่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยานั้นๆ และการเกิดสารเชิงซ้อนกัมมันต์ได้ (K)
4. สืบเสาะแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (P)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)
2. รับผิดชอบต่อน้ำที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### คำถามสำคัญ

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีคืออะไร หาได้อย่างไร

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

#### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการตอบคำถามอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

#### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้อย่างเข้าใจ

#### 3. มีความภูมิกันในตัวที่ดี

นำหลักการอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

#### 4. เงื่อนไขความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับชีวิตประจำวันได้

#### 5. เงื่อนไขคุณธรรม

นักเรียนมีวินัย สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ให้กับเพื่อนๆ

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

ฝึกทักษะการพูดภาษาอังกฤษโดยการใช้ทับศัพท์เคมี เช่น rate of chemical reaction = อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

## กระบวนการจัดการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

### 1 ชั่วโมง

#### ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูนำแผนภาพเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เช่น การเผาไหม้ของเครื่องยนต์ของรถยนต์ตามท้องถนน การฟุ้งเอนของโบราณสถานมาให้นักเรียนดูจากนั้นครูถามคำถามนักเรียนว่า “จะมีวิธีการใดที่จะหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของการเปลี่ยนแปลงของสารจากตัวอย่างเหล่านั้น” แล้วให้นักเรียนตอบคำถามและร่วมกันอภิปราย ซึ่งครูยังไม่ต้องเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง

2. ครูถามคำถาม จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์เคมี ม.5 เล่ม 1 ว่า “ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีหนึ่งๆ จะต้องมีปัจจัยใดเข้ามาเกี่ยวข้องบ้าง” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากนั้นครูและนักเรียนมาอภิปรายร่วมกัน เพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป

(แนวตอบ : การเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นอยู่กับปัจจัย ดังนี้ อนุภาคสารต้องชนกันในทิศทางที่เหมาะสม และอนุภาคที่ชนกันต้องมีพลังงานที่เกิดจากการชนเท่ากับหรือมากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยานั้น)

#### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

2. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าทำเป็นรูปแบบต่างๆ ตามความคิดเห็นของแต่ละกลุ่ม เช่น แผนภาพ แผนผัง เขียนบรรยาย

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอเรื่องที่ได้อภิปรายค้นคว้าข้อมูลและผลงานการจัดทำข้อมูลของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนทีละกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันจนครบทุกกลุ่ม

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)

### 2 ชั่วโมง

#### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

1. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีเช่น

1) การชนกันของอนุภาคที่เข้าทำปฏิกิริยากันจะทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้ทุกครั้งหรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : การชนกันของอนุภาคที่เข้าทำปฏิกิริยากันจะไม่ทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้ทุกครั้ง โดยปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้เมื่ออนุภาคชนกันในทิศทางที่เหมาะสม)



2) พลังงานก่อกัมมันต์คืออะไร (แนวตอบ : พลังงานก่อกัมมันต์ คือ พลังงานปริมาณน้อยที่สุดที่เกิดจากการชนกันของอนุภาคสารตั้งต้น แล้วทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี)

3) ทฤษฎีสารเชิงซ้อนที่ถูกกระตุ้นกล่าวไว้ว่าอย่างไร

(แนวตอบ : อนุภาคของสารไม่ใช่ทรงกลมตัน แต่มีกลุ่มหมอกของอิเล็กตรอนห่อหุ้มอยู่ เมื่ออนุภาคเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กันในระยะที่พอเหมาะหรือชนกัน กลุ่มหมอกของอิเล็กตรอนก็จะถูกระทบกระเทือนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในอนุภาคของสารตั้งต้น คือ พันธะเคมีของสารตั้งต้นจะอ่อนลงและยืดยาวออกไปกว่าเดิม และเริ่มมีพันธะอย่างอ่อนเกิดขึ้นระหว่างคู่อะตอมที่เหมาะสม ซึ่งขณะนี้สารตั้งต้นจะรวมตัวกันกลายเป็นสารชนิดหนึ่งที่มีพลังงานสูงกว่าพลังงานของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ เรียกสารนี้ว่า สารเชิงซ้อนที่ถูกกระตุ้น (activated complex) เป็นสารที่ไม่อยู่ตัว มีอายุสั้น พร้อมทั้งจะเปลี่ยนเป็นสารผลิตภัณฑ์ หรือกลับคืนเป็นสารตั้งต้นอย่างเดิมก็ได้ เมื่อสารเชิงซ้อนที่ถูกกระตุ้นสลายตัวกลายเป็นสารผลิตภัณฑ์ พันธะเก่าก็จะถูกทำลายโดยสิ้นเชิง พันธะใหม่ก็จะถูกสร้างขึ้นมาแทนที่ เนื่องจากสารเชิงซ้อนที่ถูกกระตุ้นอยู่ในสภาวะไม่เสถียรและมีระดับพลังงานสูงมาก (สูงกว่าพลังงานสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์) จึงนิยมเรียกสภาวะเช่นนี้ว่า สภาวะแทรนซิชัน (transition state) เพราะฉะนั้นอนุภาคของสารตั้งต้นจะชนกันแล้วเกิดปฏิกิริยาได้ อนุภาคของสารตั้งต้นจะต้องมีพลังงานไม่ต่ำกว่าพลังงานของสารเชิงซ้อนที่ถูกกระตุ้น)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

#### ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูถามคำถาม จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์เคมี ม.5 เล่ม 1 อีกครั้ง ดังนี้

- ทฤษฎีที่ใช้อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมีคือทฤษฎีใด และกล่าวไว้ว่าอย่างไร

(แนวตอบ : ทฤษฎีที่ใช้อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ ทฤษฎีการชน ซึ่งกล่าวว่า ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดได้เมื่ออนุภาคของสารที่เข้าทำปฏิกิริยากันจะต้องมีการชนกันในทิศทางที่เหมาะสม และอนุภาคที่ชนกันต้องมีพลังงานสูงพอที่จะทำลายพันธะเก่า แล้วสร้างพันธะใหม่ขึ้นมา)

2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อไป

3. นักเรียนทำใบงานที่ 2.2.1 เรื่อง ทฤษฎีการชนกันและพลังงานก่อกัมมันต์

4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

#### ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

2. ครูตรวจสอบจากการทำใบงานที่ 2.2.1 เรื่อง ทฤษฎีการชนกันและพลังงานก่อกัมมันต์

3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด

4. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ดังนี้

- ทฤษฎีที่ใช้อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ ทฤษฎีการชน ซึ่งกล่าวว่า ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดได้เมื่ออนุภาคของสารที่เข้าทำปฏิกิริยากันจะต้องมีการชนกันในทิศทางที่เหมาะสม และอนุภาคที่ชนกันต้องมีพลังงานสูงพอที่จะทำลายพันธะเก่า แล้วสร้างพันธะใหม่ขึ้นมา

- พลังงานก่อกัมมันต์ คือ พลังงานปริมาณน้อยที่สุดที่เกิดจากการชนกันของอนุภาคสารตั้งต้น แล้วทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี

- ปฏิกิริยาเคมีที่มีค่าพลังงานก่อกัมมันต์สูงปฏิกิริยานั้นจะเกิดได้ยาก ซึ่งต้องให้พลังงานเข้าไปจนมีพลังงานเท่ากับหรือสูงกว่าพลังงานก่อกัมมันต์ ปฏิกิริยาจึงจะเกิดขึ้นได้

- ปฏิกิริยาเคมีที่มีค่าพลังงานก่อกัมมันต์ต่ำ ปฏิกิริยานั้นจะสามารถเกิดได้ง่าย โดยไม่ต้องใช้พลังงานหรือใช้พลังงานเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

- สารเชิงซ้อนกัมมันต์ คือ สารชนิดหนึ่งที่มีพลังงานสูงกว่าพลังงานของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์

#### การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจใบงานที่ 6 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 6 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการเสนอผลงาน	- 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

## สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

### สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 3) PowerPoint เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 3) ใบงานที่ 6 เรื่อง ทฤษฎีการชนกันและพลังงานก่อกัมมันต์
- 4) แผนภาพเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

### แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

## บันทึกหลังการสอน

### 1.ผลการจัดการเรียนรู้

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

### 2.ปัญหา และอุปสรรค

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

### 3.แนวทางแก้ไขปรับปรุงแก้ไข

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

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสิริมาส น้อยแก้ว)

...../...../.....

## ใบงานที่ 6

### เรื่อง ทฤษฎีการชนกันและพลังงานก่อกัมมันต์

คำชี้แจง : เติมคำตอบเกี่ยวกับทฤษฎีการชนกันและพลังงานก่อกัมมันต์ลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต้องมีการ..... เพื่อสลายพันธะในสารตั้งต้น และมีการ.....เพื่อสร้างพันธะในผลิตภัณฑ์
2. ....กล่าวว่า ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ ก็ต่อเมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นจะต้องมีการเคลื่อนที่ชนกันในทิศทางที่เหมาะสม และอนุภาคที่ชนกันต้องมีพลังงานสูงพอที่จะทำลายพันธะเก่า แล้วสร้างพันธะใหม่ขึ้นมา
3. การชนกันของอนุภาคของสารตั้งต้นจะเกิดปฏิกิริยาได้หรือไม่ต้องขึ้นอยู่กับ.....และ.....
4. พลังงานก่อกัมมันต์ คือ .....
5. ในการเกิดปฏิกิริยา จะต้องให้พลังงานเข้าไปจนมีพลังงาน..... พลังงานก่อกัมมันต์ปฏิกิริยาจึงจะเกิดขึ้นได้
6. ในทฤษฎีสารเชิงซ้อนที่ถูกกระตุ้น กล่าวว่า สารชนิดหนึ่งที่มีพลังงานสูงกว่าพลังงานของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ เรียกว่า .....หรือ .....
7. ปฏิกิริยาที่มีค่า ..... จะเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้ง่ายกว่าปฏิกิริยาที่มีค่า .....
8. ปฏิกิริยาที่อนุภาคมี .....จะเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้เร็วกว่าปฏิกิริยาที่อนุภาคมี.....
9. ปฏิกิริยาที่อนุภาคชนกันด้วย..... จะเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้เร็วกว่าปฏิกิริยาที่อนุภาคชนกันด้วย .....
10. ปฏิกิริยาจะเกิดได้ง่ายเมื่อสารตั้งต้นมีสถานะ .....เพราะอนุภาคสามารถเคลื่อนที่ได้ จึงเกิดการชนกันได้ง่าย

## เฉลยใบงานที่ 6

### เรื่อง ทฤษฎีการชนกันและพลังงานก่อกัมมันต์

คำชี้แจง : เติมคำตอบเกี่ยวกับทฤษฎีการชนกันและพลังงานก่อกัมมันต์ลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต้องมีการ.....ดูดพลังงานเข้าไป..... เพื่อสลายพันธะในสารตั้งต้น และมีการคายพลังงานออกมา.....เพื่อสร้างพันธะในผลิตภัณฑ์
2. ....ทฤษฎีการชน.....กล่าวว่า ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ ก็ต่อเมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นจะต้องมีการเคลื่อนที่ชนกันในทิศทางที่เหมาะสม และอนุภาคที่ชนกันต้องมีพลังงานสูงพอที่จะทำให้ลายพันธะเก่า แล้วสร้างพันธะใหม่ขึ้นมา
3. การชนกันของอนุภาคของสารตั้งต้นจะเกิดปฏิกิริยาได้หรือไม่ต้องขึ้นอยู่กับ.....พลังงานของอนุภาคที่เคลื่อนที่ชนกัน.....และ.....ทิศทางการชนกันของอนุภาค.....
4. พลังงานก่อกัมมันต์ คือ .....พลังงานต่ำสุดที่อนุภาคของสารจะต้องมีเพื่อให้ชนกันและเกิดปฏิกิริยา.....
5. ในการเกิดปฏิกิริยา จะต้องให้พลังงานเข้าไปจนมีพลังงาน.....เท่ากับหรือมากกว่า..... พลังงานก่อกัมมันต์ ปฏิกิริยาจึงจะเกิดขึ้นได้
6. ในทฤษฎีสารเชิงซ้อนที่ถูกกระตุ้น กล่าวว่า สารชนิดหนึ่งที่มีพลังงานสูงกว่าพลังงานของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ เรียกว่า ....สารเชิงซ้อนที่ถูกกระตุ้น... หรือ .....สารเชิงซ้อนกัมมันต์.....
7. ปฏิกิริยาที่มีค่า พลังงานก่อกัมมันต์ต่ำ จะเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้ง่ายกว่าปฏิกิริยาที่มีค่าพลังงานก่อกัมมันต์สูง
8. ปฏิกิริยาที่อนุภาคมี พลังงานสูง....จะเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้เร็วกว่าปฏิกิริยาที่อนุภาคมีพลังงานต่ำ..
9. ปฏิกิริยาที่อนุภาคชนกันด้วย...ความถี่สูง.. จะเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้เร็วกว่าปฏิกิริยาที่อนุภาคชนกันด้วย ...ความถี่ต่ำ
10. ปฏิกิริยาจะเกิดได้ง่ายเมื่อสารตั้งต้นมีสถานะ .แก๊สหรือของเหลว.เพราะอนุภาคสามารถเคลื่อนที่ได้ จึงเกิดการชนกันได้ง่าย



2. หาค่าพลังงานที่ดูดกลืน พลังงานที่คายออก และพลังงานรวมของปฏิกิริยาจากกราฟได้ (P)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### คำถามสำคัญ

ทิศทางการชนกันของแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) กับแก๊สโอโซน (O<sub>3</sub>) ที่มีผลต่อการเกิดแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) กับแก๊สออกซิเจน (O<sub>2</sub>)

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

#### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการตอบคำถามอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

#### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาได้อย่างเข้าใจ

#### 3. มีความภูมิกันในตัวที่ดี

นำหลักการพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยามาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

#### 4. เจริญใจความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยากับชีวิตประจำวันได้

#### 5. เจริญใจคุณธรรม

นักเรียนมีวินัย สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ ให้กับเพื่อนๆ



## มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

ฝึกทักษะการพูดภาษาอังกฤษโดยการใช้ทับศัพท์เคมี เช่น rate of chemical reaction = อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี , activation energy = พลังงานก่อกัมมันต์

## กระบวนการจัดการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

2 ชั่วโมง

### ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูถามคำถาม จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 ว่า “ในปฏิกิริยาเคมีหนึ่งๆ จะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไรบ้าง” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม

(แนวตอบ : ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีหนึ่งๆ จะต้องมีการดูดพลังงานเพื่อสลายพันธะของสารตั้งต้น และมีการคายพลังงานเพื่อสร้างพันธะระหว่างผลิตภัณฑ์)

2. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า “ปฏิกิริยาเคมีแต่ละปฏิกิริยาจะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานในปฏิกิริยาเท่ากันหรือไม่ อย่างไร” ซึ่งครูยังไม่ต้องเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป)

### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับ เรื่อง พลังงานดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม

2. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าทำเป็นรูปแบบต่างๆ ตามความคิดเห็นของแต่ละกลุ่ม เช่น แผนภาพ แผนผัง เขียนบรรยาย

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอเรื่องที่ได้อธิบายค้นคว้าข้อมูลและผลงานการจัดทำข้อมูลของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนทีละกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันจนครบทุกกลุ่ม

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)

2. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี เช่น

1) จงอธิบายความหมายของปฏิกิริยาดูดพลังงานและปฏิกิริยาคายพลังงาน

(แนวตอบ : ปฏิกิริยาดูดพลังงาน คือ ปฏิกิริยาที่มีการดูดพลังงานเข้าไปเพื่อสลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของสารตั้งต้นมากกว่าคายพลังงานออกมาเพื่อสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของผลิตภัณฑ์

ปฏิกิริยาคายพลังงาน คือ ปฏิกิริยาที่มีการดูดพลังงานเข้าไปเพื่อสลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของสารตั้งต้นน้อยกว่าคายพลังงานออกมาเพื่อสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของผลิตภัณฑ์)

2) กลไกของปฏิกิริยาหมายถึงอะไร

(แนวตอบ : กลไกของปฏิกิริยา คือ ขั้นตอนต่างๆ ของการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งปฏิกิริยาเคมีหนึ่งๆ อาจจะมีขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาเพียง 1 ขั้นตอน หรือบางปฏิกิริยาอาจจะมีขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาหลายขั้นตอนก็ได้โดยแต่ละขั้นตอน เรียกว่า ขั้นตอนย่อยของปฏิกิริยา)

3) ในปฏิกิริยาที่เกิดหลายขั้นตอน แต่ละขั้นตอนจะเกิดสารที่ไม่เสถียรขึ้น เรียกสารนี้ว่าอย่างไร

(แนวตอบ : สารมัธยันตร์)

4) ในปฏิกิริยาที่เกิดหลายขั้นตอน ปฏิกิริยาใดใช้ในการกำหนดอัตราการเกิดปฏิกิริยา

(แนวตอบ : ปฏิกิริยาที่เกิดช้าที่สุด)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

#### ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูถามคำถาม จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 อีกครั้ง ดังนี้

• การเปลี่ยนแปลงพลังงานในปฏิกิริยาเคมีจำแนกได้กี่ประเภท อะไรบ้าง แต่ละประเภทมีลักษณะอย่างไร

(แนวตอบ : การเปลี่ยนแปลงพลังงานในปฏิกิริยาเคมีจำแนกได้ 2 ประเภท คือ ปฏิกิริยาดูดพลังงาน ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่มีการดูดพลังงานเข้าไปมากกว่าคายพลังงานออกมา และปฏิกิริยาคายพลังงาน ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่มีการคายพลังงานออกมามากกว่าดูดพลังงานเข้าไป)

2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมีว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อไป

3. นักเรียนทำใบงานที่ 7 เรื่อง พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

#### ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 2.3.1 เรื่อง พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด

4. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมีดังนี้

• ปฏิกิริยาดูดพลังงาน คือ ปฏิกิริยาที่มีการดูดพลังงานเข้าไปเพื่อสลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของสารตั้งต้นมากกว่าคายพลังงานออกมาเพื่อสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของผลิตภัณฑ์

- ปฏิริยาคายพลังงาน คือ ปฏิริยาที่มีการดูดพลังงานเข้าไปเพื่อสลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของสารตั้งต้นน้อยกว่าคายพลังงานออกมาเพื่อสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของผลิตภัณฑ์
- ปฏิริยาที่สารตั้งต้นทำปฏิริยากันเกิดผลิตภัณฑ์ เรียกว่า ปฏิริยาไปข้างหน้า
- ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจะเข้าทำปฏิริยากัน ทำให้เกิดปฏิริยาย้อนกลับเกิดเป็นสารตั้งต้น เรียกว่า ปฏิริยาย้อนกลับ

### การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิริยาเคมี	- ตรวจใบงานที่ 7 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 7 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการเสนอผลงาน	- 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

### สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

#### สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี 5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิริยาเคมี
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี 5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิริยาเคมี
- 3) PowerPoint เรื่อง อัตราการเกิดปฏิริยาเคมี
- 3) ใบงานที่ 7 เรื่อง พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิริยาเคมี

#### แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

## บันทึกหลังการสอน

### 1.ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

### 2.ปัญหา และอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

### 3.แนวทางแก้ไขปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

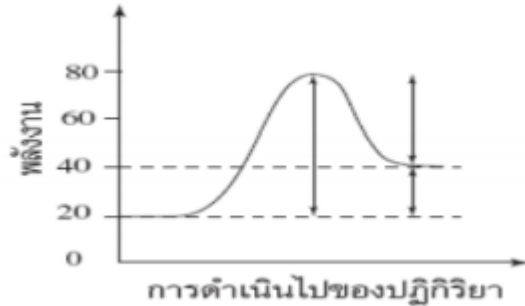
(นางสาวสิริมาส น้อยแก้ว)

...../...../.....

**ใบงานที่ 7**  
**เรื่อง พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี**

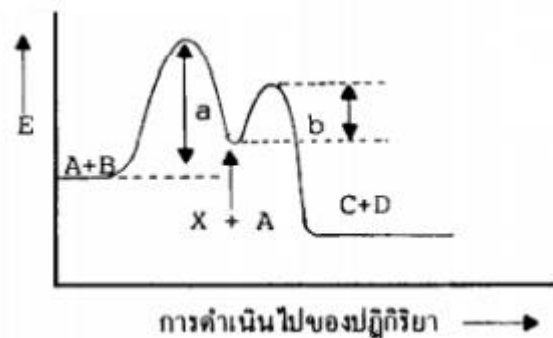
คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

1. พิจารณากราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม



- 1) พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาไปข้างหน้ามีค่าเท่ากับ.....กิโลจูล
  - 2) พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาย้อนกลับมีค่าเท่ากับ.....กิโลจูล
  - 3) ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยา ดูดพลังงาน เท่ากับ .....กิโลจูล
  - 4) ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น .....
- ความเสถียร เพราะ .....

2. พิจารณากราฟแสดงกลไกของปฏิกิริยา  $A + B \rightarrow C + D$  ที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม

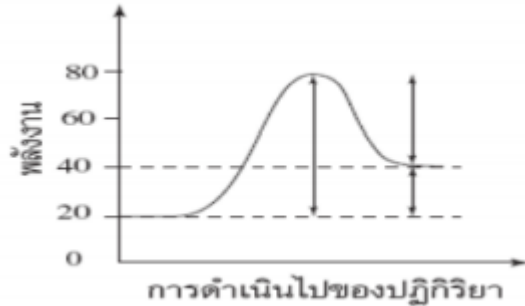


- 1) ปฏิกิริยานี้ประกอบด้วย.....ขั้นตอน
- ขั้นที่ 1 ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น คือ.....ปฏิกิริยาเกิด .....
- ขั้นที่ 2 ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น คือ.....ปฏิกิริยาเกิด .....
- 2) สารมัธยันตร์ คือ .....
- 3) ขั้นที่กำหนดอัตราการเกิดปฏิกิริยา คือ.....เพราะ .....
- 4) พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยานี้มีค่า..... กิโลจูล
- 5) ปฏิกิริยานี้เป็นแบบ .....

**เฉลยใบงานที่ 7**  
**เรื่อง พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี**

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

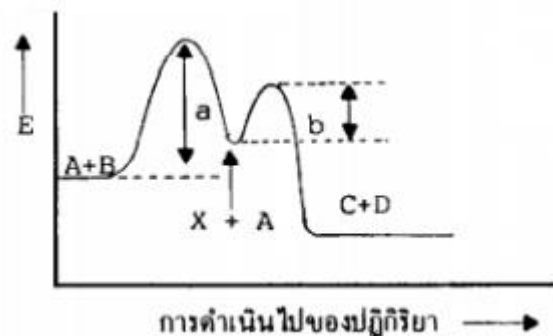
1. พิจารณากราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม



- 1) พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาไปข้างหน้ามีค่าเท่ากับ.....60.....กิโลจูล
- 2) พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาย้อนกลับมีค่าเท่ากับ.....40.....กิโลจูล
- 3) ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยา ดูดพลังงาน เท่ากับ .....20.....กิโลจูล
- 4) ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น .....ไม่มี.....

ความเสถียร เพราะ พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาย้อนกลับมีค่าน้อย ปฏิกิริยาจึงผันกลับได้ง่าย

2. พิจารณากราฟแสดงกลไกของปฏิกิริยา  $A + B \rightarrow C + D$  ที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม



- 1) ปฏิกิริยานี้ประกอบด้วย.....2.....ขั้นตอน  
 ขั้นที่ 1 ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น คือ..... $B \rightarrow X$ .....ปฏิกิริยาเกิด .....ช้า.....  
 ขั้นที่ 2 ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น คือ..... $X + A \rightarrow C + D$ .....ปฏิกิริยาเกิด .....เร็ว.....
- 2) สารมัธยันตร์ คือ .....ช้า.....
- 3) ขั้นที่กำหนดอัตราการเกิดปฏิกิริยา คือ.....ขั้นที่ 1.....เพราะ .....ปฏิกิริยาเกิดช้า.....
- 4) พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยานี้มีค่า.....a..... กิโลจูล
- 5) ปฏิกิริยานี้เป็นแบบ .....คายพลังงาน.....



### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### คำถามสำคัญ

ความเข้มข้น พื้นที่ผิว และอุณหภูมิมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

#### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการตอบคำถามอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

#### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้อย่างเข้าใจ

#### 3. มีความภูมิกันในตัวที่ดี

นำหลักการความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

#### 4. เงื่อนไขความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

#### 5. เงื่อนไขคุณธรรม

นักเรียนมีวินัย สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ให้กับเพื่อนๆ



## มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

ฝึกทักษะการพูดภาษาอังกฤษโดยใช้ทับศัพท์เคมี เช่น rate of chemical reaction = อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี , activation energy = พลังงานก่อกัมมันต์

## กระบวนการจัดการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

2 ชั่วโมง

### ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูถามคำถาม จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 ว่า “ปัจจัยอะไรบ้างที่จะส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม

(แนวตอบ : ปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ได้แก่ ความเข้มข้นของสารตั้งต้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ ตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวหน่วงปฏิกิริยา)

2. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า “เมื่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นเปลี่ยนแปลงไป จะส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ อย่างไร” ซึ่งครูยังไม่ต้องเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป

### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วทำการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

2. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้

- สมาชิกคนที่ 1 : ทำหน้าที่เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- สมาชิกคนที่ 2 : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง

- สมาชิกคนที่ 3 : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง

- สมาชิกคนที่ 4 และ 5 : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง

3. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้

1) เมื่อความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตลดลง เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาจะเป็นอย่างไร

(แนวตอบ : เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยามากขึ้น)

2) เมื่อกำหนดให้ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตคงที่ และเปลี่ยนความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ผลการทดลองที่ได้จะเป็นอย่างไร

(แนวตอบ : เมื่อความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกลดลง จะใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยามากขึ้น และเมื่อความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเพิ่มขึ้น จะใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยาลดลง)

3) เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกคงที่ตลอดการทดลองหรือไม่

(แนวตอบ : ไม่คงที่)

4) ความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

(แนวตอบ : ถ้าสารตั้งต้นมีความเข้มข้นต่ำ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะช้า แต่ถ้าสารตั้งต้นมีความเข้มข้นสูง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเร็ว)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

### 1 ชั่วโมง

### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างกันแล้วศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับ เรื่อง กฎอัตราและอันดับของปฏิกิริยา จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 แล้วอภิปรายร่วมกันจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

2. ครูสุ่มตัวแทน 1 คู่ ออกมาอธิบายวิธีการหากฎอัตราของปฏิกิริยา  $2\text{NO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NOCl}(\text{g})$  ให้เพื่อนฟังหน้าชั้นเรียน จนเกิดความเข้าใจที่ตรงกันเกี่ยวกับการหากฎอัตรา

### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

8. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง กฎอัตราและอันดับของปฏิกิริยา เช่น

1) กฎอัตราคืออะไร

(แนวตอบ : กฎอัตรา คือ สมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยากับค่าคงที่อัตราและความเข้มข้นของสารตั้งต้น)

2) อันดับของปฏิกิริยาคืออะไร

(แนวตอบ : อันดับของปฏิกิริยา คือ ผลรวมของเลขชี้กำลังของความเข้มข้นของสารตั้งต้นในกฎอัตรา)

3) ถ้ากฎอัตราของปฏิกิริยาหนึ่งเป็น  $R = k[X][Y]^2$  ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาอันดับใด และอัตราการเกิดปฏิกิริยาของปฏิกิริยานี้เป็นอย่างไร

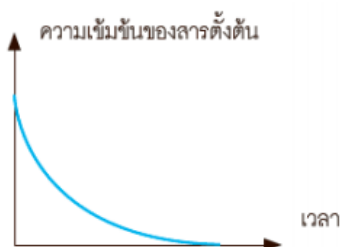
(แนวตอบ : ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาอันดับสาม โดยอัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสาร X และ Y โดยถ้าเพิ่มความเข้มข้นของสาร X เป็น 2 เท่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มเป็น 2 เท่า แต่ถ้าเพิ่มความเข้มข้นของสาร Y เป็น 2 เท่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มเป็น 4 เท่า)

4) ถ้ากฎอัตราของปฏิกิริยาหนึ่งเป็น  $R = k[C][D]^0$  ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาอันดับใด และอัตราการเกิดปฏิกิริยาของปฏิกิริยานี้เป็นอย่างไร

(แนวตอบ : ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง โดยอัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสาร C แต่ไม่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสาร D โดยถ้าเพิ่มความเข้มข้นของสาร C เป็น 2 เท่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มเป็น 2 เท่า)

5) จงเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นกับเวลา และกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยากับความเข้มข้นของสารตั้งต้นในปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง

(แนวตอบ : กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นกับเวลาในปฏิกิริยาอันดับหนึ่งเป็น ดังนี้



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยากับความเข้มข้นของสารตั้งต้นในปฏิกิริยาอันดับหนึ่งเป็น ดังนี้)



(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

#### ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อไป

2. นักเรียนทำใบงานที่ 2.4.1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์เคมี ม.5 เล่ม 1

#### ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 2.4.1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด

4. ครูวัดและประเมินผลจากรายงานการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

5. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีดังนี้

- ความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยถ้าสารตั้งต้นมีความเข้มข้นต่ำอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะช้า แต่ถ้าสารตั้งต้นมีความเข้มข้นสูง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเร็ว

#### การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจใบงานที่ 8 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 8 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ประเมินการปฏิบัติ การ	- แบบประเมินการปฏิบัติ การ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอ ผลงาน	- แบบประเมินการเสนอ ผลงาน	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

4) พฤติกรรมการทำงาน รายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	-แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) พฤติกรรมการทำงาน กลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	-แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6) คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	-สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	-แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

### สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

#### สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมีม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมีม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 3) PowerPoint เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 4) ใบงานที่ 8 เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 5) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

#### แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

## บันทึกหลังการสอน

### 1.ผลการจัดการเรียนรู้

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

### 2.ปัญหา และอุปสรรค

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

### 3.แนวทางแก้ไขปรับปรุงแก้ไข

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

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสิริมาส น้อยแก้ว)

...../...../.....

**ใบงานที่ 8**  
**เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี**

**คำชี้แจง :** ตอบคำถามเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

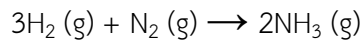
1. จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดเมื่อสารตั้งต้นมีความเข้มข้นมากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงสูงขึ้น

.....  
.....

2. จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดเมื่อสารตั้งต้นมีความเข้มข้นน้อยลง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงต่ำลง

.....  
.....

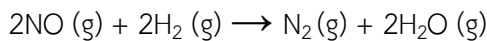
3. พิจารณาปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สไนโตรเจนที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ดังสมการ



ถ้าเพิ่มจำนวนโมเลกุลของแก๊สไนโตรเจนที่อยู่ในภาชนะเดิมเป็น 2 เท่าของจำนวนเดิม จะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

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

4. เมื่อบรรจุแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์และแก๊สไฮโดรเจนไว้ในภาชนะปิดที่อุณหภูมิห้อง แล้วให้ความร้อนจะเกิดแก๊สไนโตรเจนและไอน้ำ ดังสมการ



ถ้าลดจำนวนโมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจนให้เหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเดิม จะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

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

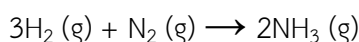
## เฉลยใบงานที่ 8

### เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดเมื่อสารตั้งต้นมีความเข้มข้นมากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงสูงขึ้น  
การเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นเป็นการเพิ่มจำนวนอนุภาคของสารตั้งต้น จึงทำให้สารตั้งต้นมีโอกาสชนกันได้มากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงสูงขึ้น
- จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดเมื่อสารตั้งต้นมีความเข้มข้นน้อยลง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงต่ำลง  
การลดความเข้มข้นของสารตั้งต้นเป็นการลดจำนวนอนุภาคของสารตั้งต้น จึงทำให้สารตั้งต้นมีโอกาสชนกันได้น้อยลง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงต่ำลง

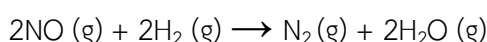
- พิจารณาปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สไนโตรเจนที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ดังสมการ



ถ้าเพิ่มจำนวนโมเลกุลของแก๊สไนโตรเจนที่อยู่ในภาชนะเดิมเป็น 2 เท่าของจำนวนเดิม จะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

การเพิ่มจำนวนโมเลกุลของแก๊สไนโตรเจนที่อยู่ในภาชนะเดิม เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น ดังนั้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงควรเพิ่มขึ้น ถ้าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของแก๊สไนโตรเจน

- เมื่อบรรจุแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์และแก๊สไฮโดรเจนไว้ในภาชนะปิดที่อุณหภูมิห้อง แล้วให้ความร้อนจะเกิดแก๊สไนโตรเจนและไอน้ำ ดังสมการ



ถ้าลดจำนวนโมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจนให้เหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเดิม จะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

การลดจำนวนโมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจน เป็นการลดความเข้มข้นของสารตั้งต้น ดังนั้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงควรลดลง ถ้าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของแก๊สไฮโดรเจน



## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รายวิชาเคมีเพิ่มเติม	รหัสวิชา ว32221
หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี		จำนวน 22 ชั่วโมง
เรื่อง พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี		จำนวน 2 ชั่วโมง/คาบ
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564	โรงเรียนเมืองราดวิทยาคม

### มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 5 เคมี

มาตรฐาน ว 5.2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมีปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสมดุลในปฏิกิริยาเคมีสมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

1. ทดลอง และอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิและตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา

### สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

พื้นที่ผิวของของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยถ้าสารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวน้อย อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะช้า แต่ถ้าสารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวมาก อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเร็ว

### สาระการเรียนรู้

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารหนึ่งๆ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา นอกจากนี้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมียังขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ทำปฏิกิริยาด้วย

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายผลของพื้นที่ผิวของสารตั้งต้นที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (K)
2. ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของพื้นที่ผิวของสารตั้งต้นต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (P)
3. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (P)
4. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง (P)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### คำถามสำคัญ

ความเข้มข้น พื้นที่ผิว และอุณหภูมิมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

#### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการตอบคำถามอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

#### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของพื้นที่ผิวของสารตั้งต้นกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้อย่างเข้าใจ

#### 3. มีความภูมิกันในตัวที่ดี

นำหลักการพื้นที่ผิวของสารตั้งต้นกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

#### 4. เงื่อนไขความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิวของสารตั้งต้นกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

#### 5. เงื่อนไขคุณธรรม

นักเรียนมีวินัย สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ให้กับเพื่อนๆ

## มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

ฝึกทักษะการพูดภาษาอังกฤษโดยใช้ทับศัพท์เคมี เช่น rate of chemical reaction = อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี , activation energy = พลังงานก่อกัมมันต์

### กระบวนการจัดการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

2 ชั่วโมง

#### ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า “ระหว่างกระดาษชิ้นเล็กๆ กับแผ่นกระดาษ กระดาษแบบใดจะเกิดการเผาไหม้ได้เร็วกว่ากัน เพราะเหตุใด” ซึ่งครูยังไม่ต้องเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป

#### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วทำการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของพื้นที่ผิวของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมีม.5 เล่ม 1

2. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้

- สมาชิกคนที่ 1 : ทำหน้าที่เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การศึกษาผลของพื้นที่ผิวของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- สมาชิกคนที่ 2 : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง

- สมาชิกคนที่ 3 : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง

- สมาชิกคนที่ 4 และ 5 : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง

3. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

#### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้

1) เมื่อเปลี่ยนลวดแมกนีเซียมเป็นแบบพับให้แน่นแทนลวดแมกนีเซียมแบบสปริง เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาจะเป็นอย่างไร

(แนวตอบ : เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยามากขึ้น)

2) เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาระหว่างลวดแมกนีเซียมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกคงที่ตลอดการทดลองหรือไม่

(แนวตอบ : ไม่คงที่)

3) พื้นที่ผิวของของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

(แนวตอบ : ถ้าสารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวน้อย อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะช้า แต่ถ้าสารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวมาก อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเร็ว)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

3. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่องพื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น

1) เมื่อนำผงเหล็กและแผ่นเหล็กมวลเท่ากันมาทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไนตริก ปฏิกิริยาใดจะเกิดขึ้นได้เร็วกว่ากัน

(แนวตอบ : ปฏิกิริยาระหว่างผงเหล็กกับสารละลายกรดไนตริกจะเกิดขึ้นได้เร็วกว่าปฏิกิริยาระหว่างแผ่นเหล็กกับสารละลายกรดไนตริก)

2) การเคี้ยวอาหารให้ละเอียดก่อนกลืนเกี่ยวข้องกับพื้นที่ผิวของสารตั้งต้นกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : เกี่ยวข้อง โดยการเคี้ยวอาหารให้ละเอียดก่อนกลืนเป็นการทำให้อาหารมีพื้นที่ผิวมากขึ้น เอนไซม์จึงสามารถย่อยอาหารได้ง่ายและเร็วขึ้น ซึ่งเป็นการทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้เร็วขึ้นนั่นเอง)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

#### ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อไป

2. นักเรียนทำใบงานที่ 2.5.1 เรื่อง พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

#### ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 2.5.1 เรื่อง พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด

4. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของพื้นที่ผิวของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

5. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีดังนี้

- การเพิ่มพื้นที่ผิวของสารตั้งต้นเป็นการเพิ่มจำนวนอนุภาคที่มีโอกาสมาชนกัน อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงสูงขึ้น

- พื้นที่ผิวของของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยถ้าสารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวน้อย อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะช้า แต่ถ้าสารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวมาก อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเร็ว

#### การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจสอบงานที่ 9 - ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 9 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของพื้นที่ผิวของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ประเมินการปฏิบัติ การ	- แบบประเมินการปฏิบัติ การ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอ ผลงาน	- แบบประเมินการเสนอ ผลงาน	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	-แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	-แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	-สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	-แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

## สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

### สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมีม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมีม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 3) PowerPoint เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 3) ใบงานที่ 9 เรื่อง พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 4) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

### แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

## บันทึกหลังการสอน

### 1.ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

### 2.ปัญหา และอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

### 3.แนวทางแก้ไขปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน  
(นางสาวสิริมาส น้อยแก้ว)  
...../...../.....

## ใบงานที่ 9

### เรื่อง พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดเมื่อสารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวมากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงสูงขึ้น

.....  
.....

2. นำโลหะสังกะสีมาใส่ลงในกรดไฮโดรคลอริก พบว่า มีฟองแก๊สเกิดขึ้น การใช้โลหะสังกะสีแบบใดที่มีมวลเท่ากันจะทำให้ฟองแก๊สเกิดได้เร็วที่สุด ระหว่างแผ่นสังกะสี สังกะสีชิ้นเล็กๆ หรือผงสังกะสี เพราะเหตุใด

.....  
.....

3. เมื่อนำผงเหล็กมาเผาในอากาศจะเกิดการลุกไหม้ทันที แต่เมื่อนำตะปูเหล็กที่มีมวลเท่ากันมาเผาแทนผงเหล็ก จะเกิดปฏิกิริยาอย่างช้าๆ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

.....  
.....

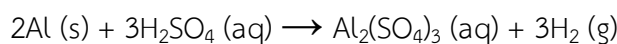
4. นำแคลเซียมคาร์บอเนตมาทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก พบว่า มีแคลเซียมคลอไรด์ น้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น ดังสมการ



ถ้าในตอนแรกใช้แคลเซียมคาร์บอเนตชิ้นเล็กๆ มาทำปฏิกิริยา แต่ต่อมาเปลี่ยนมาใช้ผงแคลเซียมคาร์บอเนตจำนวนเท่ากันแต่นำมาบดละเอียดมาทำปฏิกิริยาแทน อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเป็นอย่างไร และปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

.....  
.....

5. นำอะลูมิเนียมมาทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟิวริกพบว่า มีอะลูมิเนียมซัลเฟต และไฮโดรเจนเกิดขึ้น ดังสมการ



ถ้าในตอนแรกใช้แผ่นอะลูมิเนียมที่พับแบนมาทำปฏิกิริยา แต่ต่อมาเปลี่ยนมาใช้แผ่นอะลูมิเนียมขนาดเท่าเดิมแต่ขดเป็นสปริงมาทำปฏิกิริยาแทน อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเป็นอย่างไร และปริมาณแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

.....  
.....



## เฉลยใบงานที่ 9

### เรื่อง พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดเมื่อสารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวมากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงสูงขึ้น

การเพิ่มพื้นที่ผิวของสารตั้งต้นเป็นการเพิ่มจำนวนอนุภาคที่มีโอกาสมาชนกัน อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงสูงขึ้น

2. นำโลหะสังกะสีมาใส่ลงในกรดไฮโดรคลอริก พบว่า มีฟองแก๊สเกิดขึ้น การใช้โลหะสังกะสีแบบใดที่มีมวลเท่ากันจะทำให้ฟองแก๊สเกิดได้เร็วที่สุด ระหว่างแผ่นสังกะสี สังกะสีชิ้นเล็กๆ หรือผงสังกะสี เพราะเหตุใด

ผงสังกะสี เพราะมีพื้นที่ผิวมากที่สุด ทำให้โมเลกุลของสังกะสีมีโอกาสสัมผัสกับกรดไฮโดรคลอริกได้มากที่สุด จึงทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสูงที่สุด จึงเกิดฟองแก๊สได้เร็วที่สุด

3. เมื่อนำผงเหล็กมาเผาในอากาศจะเกิดการลุกไหม้ทันที แต่เมื่อนำตะปูเหล็กที่มีมวลเท่ากันมาเผาแทนผงเหล็ก จะเกิดปฏิกิริยาอย่างช้าๆ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

ปฏิกิริยาระหว่างเหล็กกับแก๊สออกซิเจนในอากาศเป็นปฏิกิริยาที่สารตั้งต้นมีสถานะแตกต่างกัน อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัสของสารตั้งต้น ซึ่งผลเหล็กมีพื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่าตะปูเหล็กที่มีมวลเท่ากัน จึงทำให้เกิดปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจนในอากาศได้เร็วกว่าตะปูเหล็ก

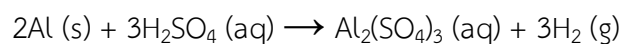
4. นำแคลเซียมคาร์บอเนตมาทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก พบว่า มีแคลเซียมคลอไรด์ น้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น ดังสมการ



ถ้าในตอนแรกใช้แคลเซียมคาร์บอเนตชิ้นเล็กๆ มาทำปฏิกิริยา แต่ต่อมาเปลี่ยนมาใช้ผงแคลเซียมคาร์บอเนตจำนวนเท่ากันแต่นำมาบดละเอียดมาทำปฏิกิริยาแทน อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเป็นอย่างไร และปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเร็วขึ้น แต่ได้ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นเท่าเดิม

5. นำอะลูมิเนียมมาทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟิวริกพบว่า มีอะลูมิเนียมซัลเฟต และไฮโดรเจนเกิดขึ้น ดังสมการ



ถ้าในตอนแรกใช้แผ่นอะลูมิเนียมที่พับแบนมาทำปฏิกิริยา แต่ต่อมาเปลี่ยนมาใช้แผ่นอะลูมิเนียมขนาดเท่าเดิมแต่ขดเป็นสปริงมาทำปฏิกิริยาแทน อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเป็นอย่างไร และปริมาณแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะช้าลง แต่ได้ปริมาณแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นเท่าเดิม



### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### คำถามสำคัญ

ความเข้มข้น พื้นที่ผิว และอุณหภูมิมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

#### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการตอบคำถามอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

#### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้อย่างเข้าใจ

#### 3. มีความภูมิกันในตัวที่ดี

นำหลักการอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

#### 4. เงื่อนไขความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

#### 5. เงื่อนไขคุณธรรม

นักเรียนมีวินัย สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ให้กับเพื่อนๆ

## มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

ฝึกทักษะการพูดภาษาอังกฤษโดยใช้ทับศัพท์เคมี เช่น rate of chemical reaction = อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี , activation energy = พลังงานก่อกัมมันต์

## กระบวนการจัดการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

2 ชั่วโมง

### ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า “เพราะเหตุใดเราจึงนำอาหาร ผัก หรือผลไม้ไปแช่ในตู้เย็น และหากไม่นำไปแช่ในตู้เย็น อาหาร ผัก และผลไม้เหล่านี้จะมีลักษณะแตกต่างจากการเอาไปแช่ตู้เย็นอย่างไร” ซึ่งครูยังไม่ต้องเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป

### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วทำการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

2. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้

- สมาชิกคนที่ 1 : ทำหน้าที่เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- สมาชิกคนที่ 2 : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง

- สมาชิกคนที่ 3 : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง

- สมาชิกคนที่ 4 และ 5 : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง

3. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้

1) ถ้านำหลอดทดลองไปแช่ในน้ำที่มีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นักเรียนคิดว่าจะใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยาเป็นอย่างไร

(แนวตอบ : จะใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยาลดลง)

2) เพราะเหตุใดเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงมีค่ามากขึ้นด้วย

(แนวตอบ : เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้โมเลกุลของสารตั้งต้นเคลื่อนที่เร็วขึ้น โมเลกุลมีพลังงานจลน์สูงขึ้น ทำให้โมเลกุลที่มีพลังงานมากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์มีจำนวนมากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงมีค่ามากขึ้น)

3) อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

(แนวตอบ : เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะมีค่ามากขึ้น และเมื่ออุณหภูมิต่ำลง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีค่าลดลง)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

#### ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อไป

2. นักเรียนทำใบงานที่ 9 เรื่อง อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

#### ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 9 เรื่อง อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด

4. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

5. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับอุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีดังนี้

- เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อนุภาคของสารตั้งต้นจะมีพลังงานจลน์สูงขึ้น อนุภาคของสารตั้งต้นจึงเคลื่อนที่เร็วขึ้น ทำให้เกิดการชนกันแรงและบ่อยครั้งขึ้น ส่งผลให้มีจำนวนอนุภาคที่มีพลังงานจลน์เท่ากับหรือมากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์มากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงสูงขึ้น

- อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะมีค่ามากขึ้น และเมื่ออุณหภูมิต่ำลง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีค่าลดลง

## การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) อุณหภูมิกับอัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจใบงานที่ 9 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 9 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของอุณหภูมิ กับอัตราการเกิดปฏิกิริยา เคมี	- ประเมินการปฏิบัติ การ	- แบบประเมินการปฏิบัติ การ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอ ผลงาน	- แบบประเมินการเสนอ ผลงาน	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงาน รายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	-แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) พฤติกรรมการทำงาน กลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	-แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6) คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	-สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	-แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

### สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

#### สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมีม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมีม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 3) PowerPoint เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 4) ใบงานที่ 9 เรื่อง อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 5) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

#### แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

## บันทึกหลังการสอน

### 1.ผลการจัดการเรียนรู้

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

### 2.ปัญหา และอุปสรรค

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

### 3.แนวทางแก้ไขปรับปรุงแก้ไข

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

ลงชื่อ.....ผู้สอน  
(นางสาวสิริมาส น้อยแก้ว)  
...../...../.....

**ใบงานที่ 9**  
**เรื่อง อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี**

**คำชี้แจง :** ตอบคำถามเกี่ยวกับอุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงสูงขึ้น

.....

.....

.....

.....

.....

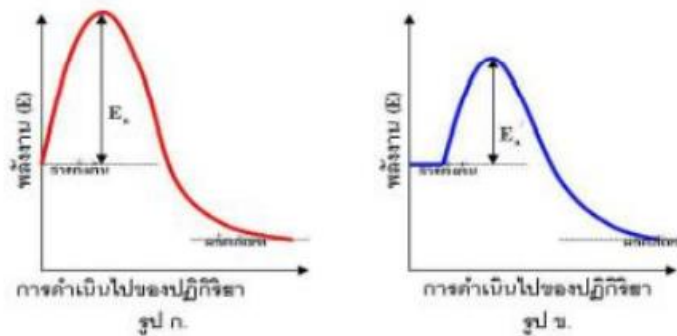
2. เมื่อเผาโลหะ Z ในอากาศจะลุกไหม้อย่างรวดเร็ว ได้ออกไซด์ของโลหะ Z แต่เมื่อวางโลหะ Z ไว้ในอากาศ โลหะ Z จะทำปฏิกิริยาอย่างช้าๆ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

.....

.....

.....

3. พิจารณารูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม



1) ปฏิกิริยาทั้งสองเป็นปฏิกิริยาดูดพลังงานหรือคายพลังงาน และทราบได้อย่างไร

.....

.....

.....

2) ปฏิกิริยาใดน่าจะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงกว่า เพราะเหตุใด

.....

.....

.....



## เฉลยใบงานที่ 9

### เรื่อง อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับอุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

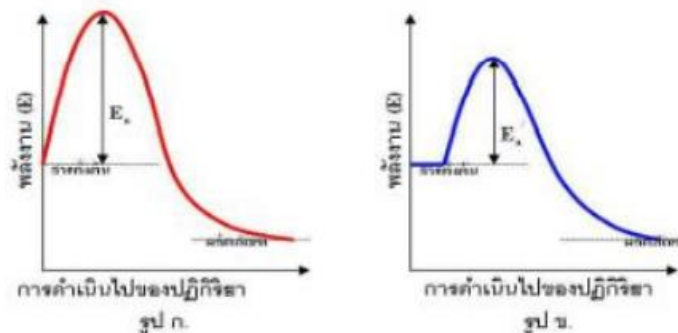
1. จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงสูงขึ้น

เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อนุภาคของสารตั้งต้นจะมีพลังงานจลน์สูงขึ้น อนุภาคของสารตั้งต้นจึงเคลื่อนที่เร็วขึ้น ทำให้เกิดการชนกันแรงและบ่อยครั้งขึ้น ส่งผลให้มีจำนวนอนุภาคที่มีพลังงานจลน์เท่ากับหรือมากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์มากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงสูงขึ้น

2. เมื่อเผาโลหะ Z ในอากาศจะลุกไหม้อย่างรวดเร็ว ได้ออกไซด์ของโลหะ Z แต่เมื่อวางโลหะ Z ไว้ในอากาศโลหะ Z จะทำปฏิกิริยาอย่างช้าๆ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

การเผาโลหะ Z เป็นการเพิ่มอุณหภูมิ ทำให้อนุภาคของสารตั้งต้นมีพลังงานสูงขึ้น จึงมีโอกาสชนกันมากขึ้น จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าการวางโลหะ Z ไว้ในอากาศซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า

3. พิจารณารูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม



1) ปฏิกิริยาทั้งสองเป็นปฏิกิริยาคูดพลังงานหรือคายพลังงาน และทราบได้อย่างไร

ปฏิกิริยาทั้งสองเป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีพลังงานต่ำกว่าสารตั้งต้น

2) ปฏิกิริยาใดน่าจะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงกว่า เพราะเหตุใด

ปฏิกิริยา ข. น่าจะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงกว่า เพราะมีค่าพลังงานก่อกัมมันต์ ( $E_a$ ) ต่ำกว่าปฏิกิริยา ก.



3. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (P)
4. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง (P)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### คำถามสำคัญ

ตัวเร่ง และตัวหน่วงมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

#### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการตอบคำถามอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

#### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมีได้อย่างเข้าใจ

#### 3. มีความภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี

นำหลักการตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมีมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

#### 4. เงื่อนไขความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมีได้

## 5. เจื่อนใจคุณธรรม

นักเรียนมีวินัย สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ให้กับเพื่อนๆ

มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

ฝึกทักษะการพูดภาษาอังกฤษโดยใช้ทักษะเทคโนโลยี เช่น Catalyst = ตัวเร่งปฏิกิริยา

กระบวนการจัดการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

2 ชั่วโมง

### ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า “นอกจากความเข้มข้น พื้นที่ผิว และอุณหภูมิ จะมีปัจจัยใดอีกหรือไม่ที่ทำให้ปฏิกิริยาเคมีหนึ่งๆ เกิดขึ้นได้เร็วขึ้นหรือช้าลง” ซึ่งครูยังไม่ต้องเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป

### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วทำการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของสารบางชนิดต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1
2. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้
  - สมาชิกคนที่ 1 : ทำหน้าที่เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การศึกษาผลของสารบางชนิดต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
  - สมาชิกคนที่ 2 : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
  - สมาชิกคนที่ 3 : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
  - สมาชิกคนที่ 4 และ 5 : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง
3. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง  
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน  
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้

1) ในการทดลองตอนที่ 1 เพราะเหตุใดสารในหลอดทดลองที่ 2 จึงเกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าสารหลอดทดลองที่ 1

(แนวตอบ : เนื่องจากมีการเติมแมงกานีส (II) ซัลเฟต ลงไปในหลอดทดลองที่ 2 ซึ่งแมงกานีส (II) ซัลเฟตเป็นตัวเร่งให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้น)

2) ในการทดลองตอนที่ 1 เพราะเหตุใดสารในหลอดทดลองที่ 1 จึงเกิดปฏิกิริยาช้ากว่าสารหลอดทดลองที่ 2

(แนวตอบ : เนื่องจากมีการเติมโซเดียมฟลูออไรด์ลงไปในการทดลองที่ 1 ซึ่งโซเดียมฟลูออไรด์เป็นตัวหน่วงให้ปฏิกิริยาเกิดได้ช้าลง)

3) แมงกานีส (II) ซัลเฟตและโซเดียมฟลูออไรด์ที่เติมลงไปในการทดลอง ทำหน้าที่เหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : ทำหน้าที่ต่างกัน โดยแมงกานีส (II) ซัลเฟต ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ส่วนโซเดียมฟลูออไรด์ทำหน้าที่เป็นตัวหน่วงปฏิกิริยา)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

## 2 ชั่วโมง

### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยให้แต่ละคู่ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับ เรื่อง ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 โดยให้คนหนึ่งศึกษาเรื่องตัวเร่งปฏิกิริยาเคมี ส่วนอีกคนหนึ่งศึกษา เรื่อง ตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี จากนั้นให้นำเรื่องที่ตนเองศึกษามาอธิบายให้เพื่อนที่เป็นคู่กันฟัง จนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี เช่น

1) ตัวเร่งปฏิกิริยาคืออะไร

(แนวตอบ : ตัวเร่งปฏิกิริยา คือ สารที่เติมลงไปแล้วทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดเร็วขึ้น เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา สารนั้นจะกลับมามีสมบัติเหมือนเดิม และปริมาณเท่าเดิม)

2) ตัวเร่งปฏิกิริยามีลักษณะ อะไรบ้าง

(แนวตอบ : 2 ลักษณะ คือ ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ไปรวมกับสารตั้งต้นตัวใดตัวหนึ่ง แล้วจัดโครงสร้างให้เหมาะสม ทำให้เกิดปฏิกิริยาง่ายขึ้น และตัวเร่งปฏิกิริยามีส่วนร่วมในการเกิดปฏิกิริยากับสารตั้งต้น ทำให้เกิดปฏิกิริยาหลายขั้นตอน)

### 3) ตัวหน่วงปฏิกิริยา คืออะไร

(แนวตอบ : ตัวหน่วงปฏิกิริยา คือ สารที่เติมลงไปแล้วทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดช้าลง เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา สารนั้นจะกลับมามีสมบัติเหมือนเดิม และปริมาณเท่าเดิม)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

### ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเรื่อง ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อไป

2. นักเรียนทำใบงานที่ 10 เรื่อง ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี

3. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

### ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 10 เรื่อง ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี

3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด

4. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของสารบางชนิดต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

5. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง สมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยา

6. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี ดังนี้

- ตัวเร่งปฏิกิริยาจะไปลดพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา จึงทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้น ส่วนตัวหน่วงปฏิกิริยาจะไปเพิ่มพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา จึงทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้ช้าลง

- ตัวเร่งปฏิกิริยา คือ สารที่เติมลงไปแล้วทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดเร็วขึ้น เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา สารนั้นจะกลับมามีสมบัติเหมือนเดิม และปริมาณเท่าเดิม

- ตัวหน่วงปฏิกิริยา คือ สารที่เติมลงไปแล้วทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดช้าลง เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา สารนั้นกลับมามีสมบัติเหมือนเดิม และปริมาณเท่าเดิม

## การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) ) ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจใบงานที่ 10 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 10 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของสารบางชนิดต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) การทดลอง เรื่อง สมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยา	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการเสนอผลงาน	- 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

## สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

### สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมีม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมีม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 3) PowerPoint เรื่องปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 4) ใบงานที่ 10 เรื่อง ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี

5) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

#### แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ



## บันทึกหลังการสอน

### 1.ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

### 2.ปัญหา และอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

### 3.แนวทางแก้ไขปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสิริมาส น้อยแก้ว)

...../...../.....

## ใบงานที่ 10

### เรื่อง ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี

1. จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดตัวเร่งปฏิกิริยาจึงทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสูงขึ้น และตัวหน่วงปฏิกิริยาจึงทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีลดลง

.....  
.....

2. ปฏิกิริยา  $C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6$  ถ้าเติมผงแพลทินัมลงไปเล็กน้อยจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงขึ้น ผงแพลทินัมทำหน้าที่ใด และมีผลต่อการดำเนินไปของปฏิกิริยาอย่างไร จงอธิบาย

.....  
.....

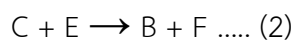
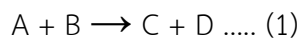
3. เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดลงตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวหน่วงปฏิกิริยาจะมีลักษณะเป็นอย่างไร

.....  
.....

4. ในปฏิกิริยาที่มีสารตั้งต้นเป็นแก๊สทั้งหมด และมีตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นของแข็ง ตัวเร่งปฏิกิริยาจะสามารถเพิ่มอัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยาได้อย่างไร

.....  
.....

5. พิจารณาปฏิกิริยาที่กำหนดให้

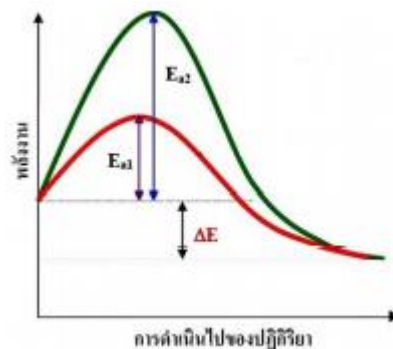


สารใดทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

.....  
.....

6. พิจารณารูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาที่กำหนดให้ แล้วระบุว่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาที่มีการเติมตัวหน่วงปฏิกิริยามีค่าเท่าใด

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



## ใบงานที่ 10

### เรื่อง ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี

1. จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดตัวเร่งปฏิกิริยาจึงทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสูงขึ้น และตัวหน่วงปฏิกิริยาจึงทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีลดลง

.....  
.....

2. ปฏิกิริยา  $C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6$  ถ้าเติมผงแพลทินัมลงไปเล็กน้อยจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงขึ้น ผงแพลทินัมทำหน้าที่ใด และมีผลต่อการดำเนินไปของปฏิกิริยาอย่างไร จงอธิบาย

.....  
.....

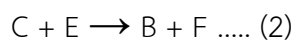
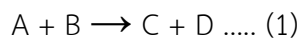
3. เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดลงตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวหน่วงปฏิกิริยาจะมีลักษณะเป็นอย่างไร

.....  
.....

4. ในปฏิกิริยาที่มีสารตั้งต้นเป็นแก๊สทั้งหมด และมีตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นของแข็ง ตัวเร่งปฏิกิริยาจะสามารถเพิ่มอัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยาได้อย่างไร

.....  
.....

5. พิจารณาปฏิกิริยาที่กำหนดให้

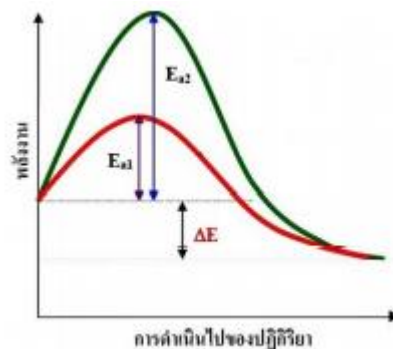


สารใดทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

.....  
.....

7. พิจารณารูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาที่กำหนดให้ แล้วระบุว่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาที่มีการเติมตัวหน่วงปฏิกิริยามีค่าเท่าใด

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



## เฉลยใบงานที่ 10

### เรื่อง ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี

1. จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดตัวเร่งปฏิกิริยาจึงทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสูงขึ้น และตัวหน่วงปฏิกิริยาจึงทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีลดลง

ตัวเร่งปฏิกิริยาจะไปลดพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา จึงทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้น ส่วนตัวหน่วงปฏิกิริยาจะไปเพิ่มพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา จึงทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้ช้าลง

2. ปฏิกิริยา  $C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6$  ถ้าเติมผงแพลทินัมลงไปเล็กน้อยจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงขึ้น ผงแพลทินัมทำหน้าที่ใด และมีผลต่อการดำเนินไปของปฏิกิริยาอย่างไร จงอธิบาย

ผงแพลทินัมทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา โดยเมื่อเติมลงไปแล้วจะไปช่วยลดพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาให้ต่ำลง จึงทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้น

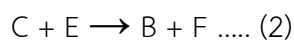
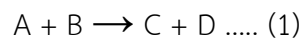
3. เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดลงตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวหน่วงปฏิกิริยาจะมีลักษณะเป็นอย่างไร

เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดลงตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวหน่วงปฏิกิริยาจะกลับคืนมาเหมือนเดิม และมีมวลเท่าเดิม แต่อาจมีลักษณะทางกายภาพเปลี่ยนแปลงไป เช่น ขนาดและรูปร่างเปลี่ยนแปลงไป

4. ในปฏิกิริยาที่มีสารตั้งต้นเป็นแก๊สทั้งหมด และมีตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นของแข็ง ตัวเร่งปฏิกิริยาจะสามารถเพิ่มอัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยาได้อย่างไร

พื้นที่ผิวของตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นของแข็งจะทำหน้าที่ดูดซับโมเลกุลของสารตั้งต้นไว้ที่ผิวจำนวนมาก ทำให้โมเลกุลของสารตั้งต้นที่เป็นแก๊สมีโอกาสชนกันง่ายและบ่อยขึ้น จึงทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงขึ้น

5. พิจารณาปฏิกิริยาที่กำหนดให้

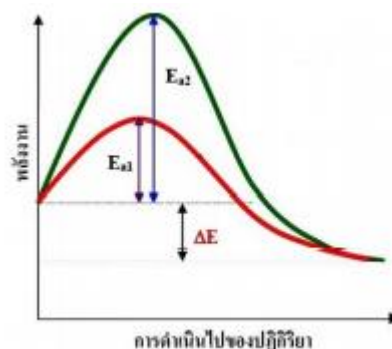


สารใดทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

สาร B

8. พิจารณารูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาที่กำหนดให้ แล้วระบุว่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาที่มีการเติมตัวหน่วงปฏิกิริยามีค่าเท่าใด

พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาที่มีการเติมตัวหน่วงปฏิกิริยามีค่าเท่ากับ  $E_{a2}$



## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 14

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รายวิชาเคมีเพิ่มเติม	รหัสวิชา ว32221
หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี		จำนวน 22 ชั่วโมง
เรื่อง ผลที่เกิดจากปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี		จำนวน 2 ชั่วโมง/คาบ
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564	โรงเรียนเมืองรัตวิทยาคม

### มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 5 เคมี

มาตรฐาน ว 5.2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมีปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

ยกตัวอย่างและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน หรืออุตสาหกรรม

### สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถนำมาใช้อธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรมได้

### สาระการเรียนรู้

ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถนำมาใช้อธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ยกตัวอย่างปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน หรืออุตสาหกรรมได้ (K)
2. อธิบายเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน หรืออุตสาหกรรมได้ (K)
3. สื่อสารสิ่งเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน หรืออุตสาหกรรมได้ (P)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

## สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### คำถามสำคัญ

ยกตัวอย่างกระบวนการที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

#### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการตอบคำถามอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

#### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้อย่างเข้าใจ

#### 3. มีความภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี

นำหลักการปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

#### 4. เจียมใจความรู้

ศึกษาหาปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเชื่อมโยงกับการใช้ชีวิตประจำวันได้

#### 5. เจียมใจคุณธรรม

นักเรียนมีวินัย สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ให้กับเพื่อนๆ

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

ฝึกทักษะการพูดภาษาอังกฤษโดยการใช้ทับศัพท์เคมี เช่น Catalyst = ตัวเร่งปฏิกิริยา

## กระบวนการจัดการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

2 ชั่วโมง

### ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง ผลที่เกิดจากปัจจัยที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียน ดังนี้

1) ให้นักเรียนยกตัวอย่างผลที่เกิดจากปัจจัยที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน

(แนวตอบ : พิจารณาคำตอบของนักเรียน โดยขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูผู้สอน ยกตัวอย่างเช่น การแช่อาหารในตู้เย็น หรือการเติมสารกันบูดลงในอาหาร เพื่อให้อาหารเน่าเสียช้าลง การผลิตสารในอุตสาหกรรมจะมาการเติมตัวเร่งปฏิกิริยา หรือการจัดสภาวะอุณหภูมิหรือความดันให้เหมาะสม เพื่อให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้น)

### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง ผลที่เกิดจากปัจจัยที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

2. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าทำเป็นรูปแบบต่างๆ ตามความคิดเห็นของแต่ละกลุ่ม เช่น แผนภาพ แผนผัง เขียนบรรยาย

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอเรื่องที่ได้อธิบายค้นคว้าข้อมูลและผลงานการจัดทำข้อมูลของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนทีละกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันจนครบทุกกลุ่ม

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)

2. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง ผลที่เกิดจากปัจจัยที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น

1) เอนไซม์เพปซินในกระเพาะอาหารจะทำหน้าที่ย่อยอาหารที่เป็นโปรตีน เอนไซม์เพปซินจัดเป็นอะไร

(แนวตอบ : ตัวเร่งปฏิกิริยา)

2) วิตามินอีที่เติมลงในน้ำมันพืชจัดเป็นอะไร

(แนวตอบ : ตัวหน่วงปฏิกิริยา)

3) การบ่มผลไม้ให้สุกในภาชนะปิดเป็นการนำปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีปัจจัยใดมาใช้ประโยชน์

(แนวตอบ : อุณหภูมิ)

4) การเคี้ยวอาหารให้ละเอียดเป็นการนำปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีปัจจัยใดมาใช้ประโยชน์

(แนวตอบ : พื้นที่ผิวของสาร)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

#### ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูถามคำถาม จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 อีกครั้ง ดังนี้

• ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมีอะไรบ้าง และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอย่างไร

(แนวตอบ : ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ได้แก่ ความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสาร อุณหภูมิ ตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวหน่วงปฏิกิริยา และธรรมชาติของสารตั้งต้น โดยปัจจัยเหล่านี้จะส่งผลให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดได้เร็วขึ้นหรือช้าลง ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและในทางอุตสาหกรรมได้)

2. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมา หากส่วนใดที่นักเรียนยังมีข้อสงสัยให้ครูอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจ

3. นักเรียนทำ Topic Question จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

5. นักเรียนอ่าน summary ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อเป็นการทบทวนความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมา

6. นักเรียนทำ Self Check จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 เพื่อตรวจสอบตนเอง

7. นักเรียนทำ Unit Question 2 จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

8. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

9. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากหนังสือในห้องสมุด หรือจากอินเทอร์เน็ต แล้วสรุปเป็นแผ่นพับเผยแพร่ความรู้ ติดไว้ที่บอร์ดหน้าชั้นเรียน เพื่อให้เพื่อนกลุ่มอื่นได้ศึกษาเพิ่มเติม

#### ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

2. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด



3. ครูตรวจสอบผลจากการทำ Self Check
4. ครูตรวจสอบผลจากการทำ Unit Question 2
5. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

#### การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) ผลที่เกิดจากปัจจัยที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการเสนอผลงาน	- 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
7.2 การประเมินหลังเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจสอบแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ประเมินตามสภาพจริง
7.3 ประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน(รวบยอด) - แผ่นพับหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจสอบแผ่นพับหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน(รวบยอด)	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

## สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

### สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมีม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมีม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 3) PowerPoint เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

### แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

## บันทึกหลังการสอน

### 1.ผลการจัดการเรียนรู้

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

### 2.ปัญหา และอุปสรรค

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

### 3.แนวทางแก้ไขปรับปรุงแก้ไข

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

ลงชื่อ.....ผู้สอน  
(นางสาวสิริมาส น้อยแก้ว)  
...../...../.....

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 15

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รายวิชาเคมีเพิ่มเติม	รหัสวิชา ว32221
หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง สมดุลเคมี		จำนวน 22 ชั่วโมง
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้		จำนวน 2 ชั่วโมง/คาบ
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564	โรงเรียนเมืองราดวิทยาคม

### มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 5 เคมี

มาตรฐาน ว 5.2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมีปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสมดุลในปฏิกิริยาเคมีสมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

ทดสอบและอธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และภาวะสมดุล

### สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่มีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้า และการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับโดยการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าจะเกิดขึ้นก่อน และการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับเกิดขึ้นทีหลัง

### สาระการเรียนรู้

ปฏิกิริยาเคมีที่สามารถดำเนินไปข้างหน้าและย้อนกลับได้ เรียกว่า ปฏิกิริยาผันกลับได้ เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปความเข้มข้นของสารตั้งต้นและอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะลดลง ส่วนความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะเพิ่มขึ้น เมื่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ ระบบจะอยู่ในภาวะสมดุลที่มีความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์คงที่เรียกว่า สมดุลพลวัต

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ ปฏิกิริยาไปข้างหน้า ปฏิกิริยาย้อนกลับ และปฏิกิริยาผันกลับได้ (K)
2. ทำการทดลองเพื่อศึกษาปฏิกิริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกได้ (P)
3. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (P)
4. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง (P)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### คำถามสำคัญ

สมดุคคืออะไร และเกิดขึ้นได้อย่างไร

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

#### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการตอบคำถามอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

#### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ได้อย่างเข้าใจ

#### 3. มีความภูมิกันในตัวที่ดี

นำหลักการการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้มาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

#### 4. เงื่อนไขความรู้

ศึกษาหาการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้เชื่อมโยงกับการใช้ชีวิตประจำวันได้

#### 5. เงื่อนไขคุณธรรม

นักเรียนมีวินัย สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ให้กับเพื่อนๆ

## มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

ฝึกทักษะการพูดภาษาอังกฤษโดยใช้ทับศัพท์เคมี เช่น equilibrium state = สภาวะสมดุล , dynamic equilibrium = สมดุลพลวัต , equilibrium = สมดุล

## กระบวนการจัดการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

### 1 ชั่วโมง

#### ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดความรู้เดิมของนักเรียนก่อนเข้าสู่กิจกรรม
2. ครูถามคำถาม จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 ดังนี้
  - ปฏิกริยาที่ผันกลับได้จะมีลักษณะอย่างไร
  - ค่าคงที่สมดุลคืออะไร
  - การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น ความดัน หรืออุณหภูมิจะมีผลต่อภาวะสมดุลอย่างไร จากนั้นให้นักเรียนในห้องร่วมกันตอบและแสดงความคิดเห็น โดยครูยังไม่ต้องเฉลย ซึ่งเมื่อเรียนจบในเนื้อหาที่สามารถเฉลยคำถามแต่ละข้อได้จึงให้ครูถามคำถาม แล้วให้นักเรียนตอบอีกครั้งหนึ่ง

3. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นว่า ปฏิกริยาที่ผันกลับไม่ได้กับปฏิกริยาที่ผันกลับได้มีความแตกต่างกันอย่างไรบ้าง

(แนวตอบ : ปฏิกริยาที่ผันกลับไม่ได้จะเกิดในระบบปิด มีเฉพาะการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้า ในระบบจะเหลือแต่ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น ส่วนปฏิกริยาที่ผันกลับได้จะเกิดในระบบเปิด มีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ ในระบบจะมีทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์อยู่ทุกชนิด)

4. ครูถามคำถาม จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 ว่า “ปฏิกริยาเคมีทุกปฏิกริยาสามารถเกิดปฏิกริยาย้อนกลับได้หรือไม่” แล้วให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป

(แนวตอบ : ปฏิกริยาเคมีบางปฏิกริยาเท่านั้นที่สามารถเกิดปฏิกริยาย้อนกลับได้)

#### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วทำการทดลอง เรื่อง ปฏิกริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

2. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้

- สมาชิกคนที่ 1 : ทำหน้าที่เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง ปฏิกริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก
  - สมาชิกคนที่ 2 : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
  - สมาชิกคนที่ 3 : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
  - สมาชิกคนที่ 4 และ 5 : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง
3. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง  
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้
    - 1) เมื่อหยดสารละลายกรดไฮโดรคลอริกลงในสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตแล้วได้ผลการทดลองอย่างไร  
(แนวตอบ : สารละลายสีฟ้าของคอปเปอร์(II) ซัลเฟตเปลี่ยนเป็นสีเขียวแกมเหลือง)
    - 2) เมื่อเติมน้ำลงในสารละลายที่ได้จากข้อ 1. แล้วได้ผลการทดลองอย่างไร  
(แนวตอบ : สารละลายสีเขียวแกมเหลืองเปลี่ยนกลับมาเป็นสารละลายสีฟ้าตามเดิม)
    - 3) จากผลการทดลองที่ได้สามารถสรุปได้ว่าอย่างไร  
(แนวตอบ : ปฏิกริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เป็นปฏิกริยาที่ผันกลับได้)
- (หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

1 ชั่วโมง

### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยให้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของปฏิกริยาที่ผันกลับไม่ได้ และปฏิกริยาที่ผันกลับได้ จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

1. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียน 1 คู่ ออกมานำเสนอเรื่องที่ได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลให้เพื่อนฟังหน้าชั้นเรียน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน
2. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะของปฏิกริยาที่ผันกลับไม่ได้และปฏิกริยาที่ผันกลับได้ เช่น
  - 1) ปฏิกริยาที่ในระบบจะมีทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์อยู่ทุกชนิดคือปฏิกริยาประเภทใด  
(แนวตอบ : ปฏิกริยาที่ผันกลับได้)

2) สัญลักษณ์แสดงการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้เป็นอย่างไร

(แนวตอบ :  $\rightleftharpoons$ )

3) ปฏิกิริยาที่ผลิตภัณฑ์ไม่ผันกลับมาเป็นสารตั้งต้นคือปฏิกิริยาประเภทใด

(แนวตอบ : ปฏิกิริยาที่ผันกลับไม่ได้)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล

#### ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูถามคำถาม จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 อีกครั้ง ดังนี้

• ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้จะมีลักษณะอย่างไร

(แนวตอบ : ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้เป็นปฏิกิริยาที่มีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ ผลิตภัณฑ์สามารถผันกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้ เกิดในระบบปิด และในระบบจะมีทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์อยู่ทุกชนิด)

8. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อไป

10. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

#### ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลโดยครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคลพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

2. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด

3. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก

4. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ดังนี้

• ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้เป็นปฏิกิริยาที่มีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับผลิตภัณฑ์สามารถผันกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้ เกิดในระบบปิด และในระบบจะมีทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์อยู่ทุกชนิด

• ปฏิกิริยาที่ผันกลับไม่ได้ มีลักษณะดังนี้

1) เกิดในระบบเปิดหรือปิดก็ได้

2) มีเฉพาะการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้า

3) ผลิตภัณฑ์ไม่ผันกลับมาเป็นสารตั้งต้น

4) เมื่อปฏิกิริยาเกิดขึ้นสมบูรณ์ในระบบสารตั้งต้นจะหมดไป เหลือแต่ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น

• ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้



- 1) เกิดในระบบปิดเท่านั้น
- 2) มีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ
- 3) ผลิตภัณฑ์สามารถเปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้
- 4) ในระบบจะมีทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์อยู่ทุกชนิด

#### การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการ เรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี	- ตรวจสอบทดสอบ ก่อนเรียน หน่วยการ เรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี	- แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี	ประเมินตามสภาพจริง
2. ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) การเปลี่ยนแปลง ที่ผันกลับได้	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่าง สารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตกับสารละลาย กรดไฮโดรคลอริก	- ประเมินการปฏิบัติ การ	- แบบประเมินการปฏิบัติ การ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอ ผลงาน	- แบบประเมินการเสนอ ผลงาน	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงาน รายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	-แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) พฤติกรรมการทำงาน กลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	-แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6) คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	-สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	-แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

## สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

### สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมีม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมีม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี
- 4) PowerPoint เรื่อง สมดุลเคมี
- 3) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตกับ สารละลายกรดไฮโดรคลอริก

### แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

## บันทึกหลังการสอน

### 1.ผลการจัดการเรียนรู้

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

### 2.ปัญหา และอุปสรรค

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

### 3.แนวทางแก้ไขปรับปรุงแก้ไข

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

ลงชื่อ.....ผู้สอน  
(นางสาวสิริมาส น้อยแก้ว)  
...../...../.....



### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการเกิดสมดุระหว่างสถานะ สมดุลในสารละลายอิ่มตัว และสมดุลในปฏิกิริยาเคมีได้ (K)
2. อธิบายกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับเวลา และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลาได้ (K)
3. อธิบายความหมายของภาวะสมดุลและสมดุลไดนามิกได้ (K)
4. สรุปสมบัติของระบบ ณ ภาวะสมดุลได้ (K)
5. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (P)
6. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง (P)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### คำถามสำคัญ

ค่าคงที่สมดุลมีความสัมพันธ์กับปริมาณของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

#### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการตอบคำถามอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

#### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของการเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุลอย่างเข้าใจ

### 3. มีความภูมิใจในตัวเอง

นำหลักการการเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุลมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

### 4. เจือใจความรู้

ศึกษาหาการเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุลเชื่อมโยงกับการใช้ชีวิตประจำวันได้

### 5. เจือใจคุณธรรม

นักเรียนมีวินัย สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ให้กับเพื่อนๆ

## มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

ฝึกทักษะการพูดภาษาอังกฤษโดยการใช้ทับศัพท์เคมี เช่น equilibrium state = ภาวะสมดุล , dynamic equilibrium = สมดุลพลวัต , equilibrium = สมดุล

## กระบวนการจัดการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

### 1 ชั่วโมง

#### ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ เช่น

- ปฏิกริยาที่ผันกลับได้จะมีลักษณะอย่างไร

(แนวตอบ : ปฏิกริยาที่ผันกลับได้เป็นปฏิกริยาที่มีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ ผลิตภัณฑ์สามารถเปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้ เกิดในระบบปิด และในระบบจะมีทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์อยู่ทุกชนิด)

2. ครูถามคำถาม จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 “เมื่อสารเกิดปฏิกริยาเคมีจะมีภาวะสมดุลเกิดขึ้นหรือไม่ อย่างไร” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป

(แนวตอบ : ภาวะสมดุลจะเกิดขึ้นเมื่ออัตราการเกิดปฏิกริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกริยาย้อนกลับ)

#### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยให้แต่ละคู่ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

2. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าทำเป็นรูปแบบต่าง ๆ ตามความคิดเห็นของแต่ละคู่ เช่น แผนภาพ แผนผัง เขียนบรรยาย (หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

1. ครูสุ่มนักเรียน 1 คู่มานำเสนอเรื่องที่ได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลและผลงานการจัดทำข้อมูลหน้าชั้นเรียนจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันแสดงความคิดเห็นจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)

2. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล เช่น

1) ภาวะสมดุลคืออะไร

(แนวตอบ : ภาวะสมดุล คือ ภาวะที่ระบบมีสมบัติคงที่ หรือภาวะที่สารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ทุกชนิดมีปริมาณหรือความเข้มข้นคงที่ หรือภาวะที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ)

2) ปฏิกิริยาเคมีที่อยู่ในภาวะสมดุลต้องมีลักษณะอย่างไร

(แนวตอบ : ปฏิกิริยาต้องเป็นปฏิกิริยาที่เกิดการผันกลับได้ ปฏิกิริยาต้องเกิดในระบบปิดที่อุณหภูมิห้อง และอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและย้อนกลับต้องเท่ากัน)

## 2 ชั่วโมง

### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วทำการทดลอง เรื่อง การทดสอบไอร์ออน (III) ไอออน ( $Fe^{3+}$ ) ไอร์ออน (II) ไอออน ( $Fe^{2+}$ ) และไอโอดีน ( $I_2$ ) จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 เพื่อให้ทราบถึงวิธีการทดสอบ  $Fe^{3+}$   $Fe^{2+}$  และ  $I_2$

2. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้

• สมาชิกคนที่ 1 : ทำหน้าที่เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การทดสอบไอร์ออน (III) ไอออน ( $Fe^{3+}$ ) ไอร์ออน (II) ไอออน ( $Fe^{2+}$ ) และไอโอดีน ( $I_2$ )

• สมาชิกคนที่ 2 : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง

• สมาชิกคนที่ 3 : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง

• สมาชิกคนที่ 4 และ 5 : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง

3. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

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

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้

1) สารใดนำมาใช้ในการทดสอบ  $Fe^{3+}$  และได้ผลการทดสอบอย่างไร

(แนวตอบ : สารที่นำมาใช้ในการทดสอบ  $Fe^{3+}$  คือ สารละลายแอมโมเนียมไทโอไซยาเนต ซึ่งจะได้สารสีแดงสด)

2) สารใดนำมาใช้ในการทดสอบ  $Fe^{2+}$  และได้ผลการทดสอบอย่างไร

(แนวตอบ : สารที่นำมาใช้ในการทดสอบ  $Fe^{3+}$  คือ สารละลายโพแทสเซียมเฮกซะไซยาโนเฟอร์เรต (III) ซึ่งจะได้ตะกอนสีน้ำเงิน)

3) สารใดนำมาใช้ในการทดสอบ  $I_2$  และได้ผลการทดสอบอย่างไร

(แนวตอบ : สารที่นำมาใช้ในการทดสอบ  $I_2$  คือ น้ำแป้ง ซึ่งจะได้สารละลายสีน้ำเงิน)

4) จากผลการทดลองที่ได้สามารถสรุปได้ว่าอย่างไร

(แนวตอบ : สารละลายแอมโมเนียมไทโอไซยาเนตใช้ในการทดสอบ  $Fe^{3+}$  สารละลายโพแทสเซียมเฮกซะไซยาโนเฟอร์เรต (III) ใช้ในการทดสอบ  $Fe^{2+}$  และน้ำแป้งใช้ในการทดสอบ  $I_2$ )

2 ชั่วโมง

### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูทบทวนวิธีการทดสอบ  $Fe^{3+}$   $Fe^{2+}$  และ  $I_2$  จากนั้นให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อตรวจสอบภาวะสมดุลของ  $Fe^{3+}$  และ  $Fe^{2+}$

2. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม โดยใช้กลุ่มเดิมจากคาบที่แล้ว ทำการทดลอง เรื่อง การทดสอบภาวะสมดุลระหว่างไอร์ออน (III) ไอออน ( $Fe^{3+}$ ) และไอร์ออน (II) ไอออน ( $Fe^{2+}$ ) จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์เคมี ม.5 เล่ม 1

3. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้

- สมาชิกคนที่ 1 : ทำหน้าที่เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง การทดสอบภาวะสมดุลระหว่างไอร์ออน (III) ไอออน ( $Fe^{3+}$ ) และไอร์ออน (II) ไอออน ( $Fe^{2+}$ )
- สมาชิกคนที่ 2 : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
- สมาชิกคนที่ 3 : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
- สมาชิกคนที่ 4 และ 5 : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลองโดยสมาชิกในกลุ่มจะต้องสลับหน้าที่กันทำ ไม่ทำหน้าที่เหมือนการทดลองที่ผ่านมา

4. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง



(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

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

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้

1) เมื่อหยดสารละลาย  $K_3Fe(CN)_6$  ลงในสารละลายผสมระหว่างสารละลาย  $Fe(NO_3)_3$  และสารละลาย  $KI$  จะได้อะไร และสรุปผลได้อย่างไร

(แนวตอบ : จะได้ตะกอนสีน้ำเงิน แสดงว่าในระบบมี  $Fe^{2+}$  เกิดขึ้น)

2) เมื่อหยดน้ำแป้งลงในสารละลายผสมระหว่างสารละลาย  $Fe(NO_3)_3$  และสารละลาย  $KI$  จะได้อะไร และสรุปผลได้อย่างไร

(แนวตอบ : จะได้สารสีน้ำเงิน แสดงว่า ในระบบมี  $I_2$  เกิดขึ้น)

3) เมื่อหยดสารละลาย  $NH_4SCN$  ลงในสารละลายผสมระหว่างสารละลาย  $Fe(NO_3)_3$  และสารละลาย  $KI$  จะได้อะไร และสรุปผลได้อย่างไร

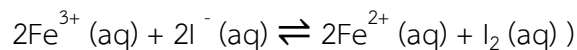
(แนวตอบ : จะได้สารละลายสีแดง แสดงว่า ในระบบมี  $Fe^{3+}$  เหลืออยู่)

4) เมื่อหยดสารละลาย  $NH_4SCN$  ลงในสารละลายผสมระหว่างสารละลาย  $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$  และสารละลายไอโอดีนในเอทานอล ( $I_2$ ) จะได้อะไร และสรุปผลได้อย่างไร

(แนวตอบ : จะได้สารละลายสีแดง แสดงว่า ในระบบมี  $Fe^{3+}$  เกิดขึ้น)

5) จากผลการทดลองที่ได้สามารถสรุปได้อย่างไร

(แนวตอบ : ปฏิกริยาระหว่าง  $Fe(NO_3)_3$  และ  $KI$  จัดเป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ เพราะมี  $Fe^{3+}$  และ  $I^-$  อยู่ในระบบตลอดเวลา สมการ ณ ภาวะสมดุลเขียนได้ ดังนี้



(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

2 ชั่วโมง

### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยให้แต่ละคู่ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับเวลา และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลา จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

2. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าทำเป็นรูปแบบต่างๆ ตามความคิดเห็นของแต่ละคู่ เช่น แผนภาพ แผนผัง เขียนบรรยาย

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูสุ่มนักเรียน 1 คนมานำเสนอเรื่องที่ได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลและผลงานการจัดทำข้อมูลหน้าชั้นเรียน จากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันแสดงความคิดเห็นจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)

2. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับเวลา และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลา เช่น

1) สมดุลไดนามิกคืออะไร

(แนวตอบ : สมดุลไดนามิก คือ สมดุลที่มีการเคลื่อนที่ของอนุภาคอยู่ตลอดเวลา ระบบไม่หยุดนิ่ง อัตราการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงผกผัน)

2) เมื่อเข้าสู่ภาวะสมดุล กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับเวลามีลักษณะเป็นอย่างไร

(แนวตอบ : เมื่อเข้าสู่ภาวะสมดุล อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีย้อนกลับ ซึ่งกราฟทั้ง 2 เส้นจะทับกัน แล้วจะขนานกับแกนของเวลา)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

### ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อไป

2. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

3. นักเรียนทำ Topic Question จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

### ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลโดยครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานรายบุคคลพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

2. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด

3. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง การทดสอบไอร์ออน (III) ไอออน ( $\text{Fe}^{3+}$ ) ไอร์ออน (II) ไอออน ( $\text{Fe}^{2+}$ ) และไอโอดีน ( $\text{I}_2$ )

3. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง การทดสอบภาวะสมดุลระหว่างไอร์ออน (III) ไอออน ( $\text{Fe}^{3+}$ ) และไอร์ออน (II) ไอออน ( $\text{Fe}^{2+}$ )

## การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การทดลอง เรื่อง การทดสอบไอร์ออน (III) ไอออน ( $Fe^{3+}$ ) ไอร์ออน (II) ไอออน ( $Fe^{2+}$ ) และไอโอดีน ( $I_2$ )	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) การทดลองเรื่อง การทดสอบภาวะสมดุลระหว่างไอร์ออน (III) ไอออน ( $Fe^{3+}$ ) และไอร์ออน (II) ไอออน ( $Fe^{2+}$ )	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการเสนอผลงาน	- 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

## สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

### สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี 5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี 5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี
- 3) PowerPoint เรื่อง สมดุลเคมี
- 4) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การทดสอบไอร์ออน (III) ไอออน ( $Fe^{3+}$ ) ไอร์ออน (II) ไอออน ( $Fe^{2+}$ ) และไอโอดีน ( $I_2$ )

5) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การทดสอบภาวะสมดุลระหว่างไอร์ออน (III) ไอออน ( $\text{Fe}^{3+}$ ) และไอร์ออน (II) ไอออน ( $\text{Fe}^{2+}$ )

#### แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

## บันทึกหลังการสอน

### 1.ผลการจัดการเรียนรู้

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

### 2.ปัญหา และอุปสรรค

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

### 3.แนวทางแก้ไขปรับปรุงแก้ไข

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

ลงชื่อ.....ผู้สอน  
(นางสาวสิริมาส น้อยแก้ว)  
...../...../.....



### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีที่ภาวะสมดุลได้ (K)
2. แปลความหมายของค่าคงที่สมดุลได้ (K)
3. คำนวณหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาและความเข้มข้นของสารในปฏิกิริยาที่ภาวะสมดุลได้ (P)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### คำถามสำคัญ

ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในสมดุลเคมีมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

#### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการตอบคำถามอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

#### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุลอย่างเข้าใจ

#### 3. มีความภูมิกันในตัวที่ดี

นำหลักการความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุลมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

#### 4. เจื่อนใจความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุลเชื่อมโยงกับการใช้ชีวิตประจำวันได้

#### 5. เจื่อนใจคุณธรรม

นักเรียนมีวินัย สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ให้กับเพื่อนๆ

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

ฝึกทักษะการพูดภาษาอังกฤษโดยใช้ทับศัพท์เคมี เช่น forward reaction = ปฏิกริยาไปข้างหน้า , reverse reaction = ปฏิกริยาย้อนกลับ , reversible reaction = ปฏิกริยาผันกลับได้

### กระบวนการจัดการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

1 ชั่วโมง

### ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับภาวะสมดุลเคมี ดังนี้

- เมื่อสารเกิดปฏิกริยาเคมีจะมีภาวะสมดุลเกิดขึ้นหรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : ภาวะสมดุลจะเกิดขึ้นเมื่ออัตราการเกิดปฏิกริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกริยาย้อนกลับ)

2. ครูถามคำถาม จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 ว่า “เมื่อระบบเข้าสู่ภาวะสมดุล ความเข้มข้นของสารต่างๆ ในระบบจะมีค่าอย่างไร” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป

(แนวตอบ : เมื่อระบบเข้าสู่สมดุล ความเข้มข้นของสารต่างๆ ในระบบจะมีค่าคงที่

### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้น ณ ภาวะสมดุล และค่าคงที่สมดุล จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

2. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าทำเป็นรูปแบบต่างๆ ตามความคิดเห็นของแต่ละคู่ เช่น แผนภาพ แผนผัง เขียนบรรยาย

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)



### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอเรื่องที่ได้อธิบายค้นคว้าข้อมูลและผลงานการจัดทำข้อมูลของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนที่ละกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันจนครบทุกกลุ่ม

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)

2. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับการหาค่าคงที่สมดุลในปฏิกิริยาที่สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์อยู่ในสถานะเดียวกันและต่างสถานะกัน รวมทั้งหน่วยของค่าคงที่สมดุล

3. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้น ณ ภาวะสมดุล และค่าคงที่สมดุล เช่น

ปฏิกิริยาที่ค่าคงที่สมดุลมีค่ามากและปฏิกิริยาที่ค่าคงที่สมดุลมีค่าน้อยแตกต่างกันอย่างไร

(แนวตอบ : ปฏิกิริยาที่ค่าคงที่สมดุลมีค่ามาก แสดงว่า ที่สมดุลปฏิกิริยานั้นจะมีผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นมาก และมีสารตั้งต้นเหลืออยู่น้อย ส่วนปฏิกิริยาที่ค่าคงที่สมดุลมีค่าน้อย แสดงว่า ที่สมดุลปฏิกิริยานั้นจะมีผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นน้อย และมีสารตั้งต้นเหลืออยู่มาก)

5. ครูยกตัวอย่างโจทย์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่สมดุลกับความเข้มข้นของสาร โดยครูเขียนโจทย์ และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาคำตอบ ดังนี้

1) จงเขียนค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่อไปนี้  $\text{CO (g) + H}_2\text{O (l) } \rightleftharpoons \text{CO}_2 \text{ (g) + H}_2 \text{ (g)}$

$$\text{(แนวตอบ : } K = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}]}$$

2) จงเขียนค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่อไปนี้  $\text{Pb}^{2+} \text{ (aq) + 2I}^- \text{ (aq) } \rightleftharpoons \text{PbI}_2 \text{ (s)}$

$$\text{(แนวตอบ : } K = \frac{1}{[\text{Pb}^{2+}][\text{I}^-]^2}$$

3) จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาเคมีที่มีค่าคงที่สมดุลเท่ากับ  $\frac{[\text{NO}_2\text{Cl}]^2}{[\text{NO}_2]^2[\text{Cl}_2]}$

$$\text{(แนวตอบ : } 2\text{NO}_2 \text{ (g) + Cl}_2 \text{ (g) } \rightleftharpoons 2\text{NO}_2\text{Cl (g)}$$

1 ชั่วโมง

### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

ครูให้นักเรียนจับคู่ โดยให้แต่ละคู่ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง ค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 แล้วร่วมกันแสดงความคิดเห็นจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

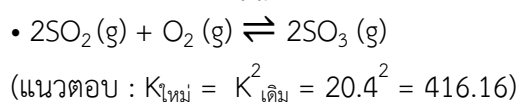
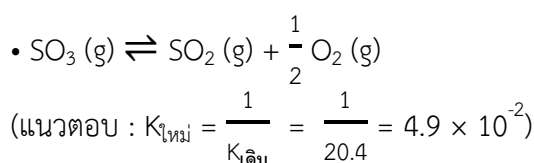
### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

1. ครูยกตัวอย่างสมการเคมีหลากหลายรูปแบบ แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุลกับความสัมพันธ์ของสมการเคมีในประเด็นต่างๆ ดังนี้

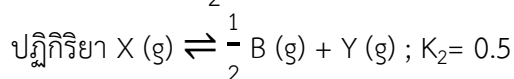
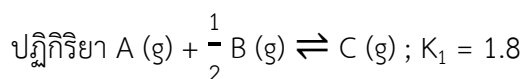
- ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาย้อนกลับ
- ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาที่มีเลขสัมประสิทธิ์โดยโมลต่างกัน
- ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยารวม

2. ครูยกตัวอย่างโจทย์เกี่ยวกับค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี โดยครูเขียนโจทย์ และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาคำตอบ ดังนี้

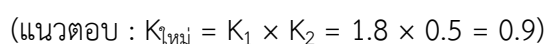
1) ปฏิกิริยา  $\text{SO}_2 (\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3 (\text{g})$  มีค่าคงที่สมดุลเท่ากับ 20.4 ที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส จงหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่อไปนี้



2) กำหนดปฏิกิริยาให้ ดังนี้



ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา  $\text{A} (\text{g}) + \text{X} (\text{g}) \rightleftharpoons \text{C} (\text{g}) + \text{Y} (\text{g})$  มีค่าเท่าใด



### 1 ชั่วโมง

### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างกัน แล้วร่วมกันฝึกคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล จากตัวอย่างที่ 3.1-3.6 ในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมีม.5 เล่ม 1

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

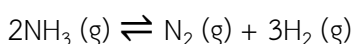
1. ครูสุ่มนักเรียน 6 คู่ ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

2. ครูอธิบายการคำนวณค่าคงที่สมดุลเมื่อกำหนดความเข้มข้นของสาร ณ ภาวะสมดุล และการคำนวณความเข้มข้นของสาร ณ ภาวะสมดุลเมื่อกำหนดค่าคงที่สมดุล ซึ่งมีหลักและขั้นตอนในการคำนวณหา ค่าคงที่สมดุล ดังนี้

- ต้องทราบชนิดของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาและต้องดุลสมการให้ถูกต้อง
- ต้องทราบความเข้มข้นของสารต่างๆ ที่อยู่ในภาวะสมดุล โดยความเข้มข้นที่นำมาแทนค่า จะต้องมีหน่วยเป็นโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร
- เขียนความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุล
- คำนวณโดยการแทนค่าในสูตร

3. ครูยกตัวอย่างโจทย์เกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล โดยครูเขียนโจทย์และแสดงวิธีทำให้นักเรียนดูบน กระดาน ดังนี้

1) แก๊สแอมโมเนียสลายตัวในภาชนะปิดขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่อุณหภูมิค่าหนึ่ง ให้ แก๊สไนโตรเจนและแก๊สไฮโดรเจน ดังสมการ



ที่ภาวะสมดุล พบว่า มีแก๊สแอมโมเนีย แก๊สไนโตรเจน และแก๊สไฮโดรเจนเท่ากับ 3.0 2.0 และ 4.0 โมล ตามลำดับ จงคำนวณหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยานี้

วิธีทำ 
$$K = \frac{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}{[\text{NH}_3]^2}$$

ที่ภาวะสมดุล 
$$[\text{NH}_3] = \frac{3 \text{ mol}}{500 \text{ cm}^3} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ dm}^3} \times = 6 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{N}_2] = \frac{2 \text{ mol}}{500 \text{ cm}^3} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ dm}^3} \times = 4 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{H}_2] = \frac{4 \text{ mol}}{500 \text{ cm}^3} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ dm}^3} \times = 8 \text{ mol/dm}^3$$

ดังนั้น จะมีแก๊สไฮโดรเจนอยู่ 0.025 โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

2 ชั่วโมง

### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล ของระบบที่เป็นแก๊ส และค่าคงที่สมดุลของการละลาย จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการศึกษาจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มฝึกการคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุลของระบบที่เป็นแก๊ส และค่าคงที่ สมดุลของการละลาย จากตัวอย่างที่ 3.7-3.10 ในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูสุ่มนักเรียน 1 กลุ่ม ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้องโดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

2. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ ค่าคงที่สมดุล เช่น

1) ค่า  $K_c$  และ  $K_p$  มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

(แนวตอบ :  $K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$ )

2) ค่าคงที่สมดุลของการละลายคืออะไร และบอกให้ทราบถึงสิ่งใด

(แนวตอบ : ค่าคงที่สมดุลของการละลาย คือ ค่าคงที่สมดุลของการละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำ เป็นค่าที่บอกให้ทราบว่าสารประกอบนั้นละลายน้ำได้มากน้อยเพียงใด ที่อุณหภูมิคงที่)

3. ครูยกตัวอย่างโจทย์เกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล โดยครูเขียนโจทย์และแสดงวิธีทำให้นักเรียนดูบนกระดาน ดังนี้

1) กำหนดให้ค่าคงที่สมดุล ( $K_c$ ) ของปฏิกิริยา  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$  เท่ากับ 0.286 ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส จงหาค่าคงที่สมดุลในเทอมความดัน ( $K_p$ )

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ } K_p &= K_c(RT)^{\Delta n} \\ &= 0.286(0.082 \times 773)^{-2} \\ &= 7.12 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

ดังนั้น ค่าคงที่สมดุลในเทอมความดัน ( $K_p$ ) คือ  $7.12 \times 10^{-5}$

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

### ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูถามคำถาม จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 อีกครั้ง ดังนี้

• ค่าคงที่สมดุลคืออะไร

(แนวตอบ : ค่าคงที่สมดุล คือ ผลคูณของความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ที่ยกกำลังด้วยสัมประสิทธิ์บอกจำนวนโมลสารผลิตภัณฑ์หารด้วยผลคูณของความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่ยกกำลังด้วยสัมประสิทธิ์บอกจำนวนโมลสารตั้งต้น ซึ่งจะมีค่าคงที่ที่อุณหภูมิหนึ่ง)

2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อไป

3. นักเรียนทำใบงานที่ 3.3.1 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล

4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

5. นักเรียนทำ Topic Question จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

## ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรม การตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 3.3.1 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล

3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด

4. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

- ค่าคงที่สมดุลเป็นค่าที่บอกให้ทราบถึงทิศทางของการเกิดปฏิกิริยา คือ ถ้าค่าคงที่สมดุลมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่า ณ ภาวะสมดุลเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้ามากกว่าปฏิกิริยาย้อนกลับ แต่ถ้าค่าคงที่สมดุลมีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่า ณ ภาวะสมดุลเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับมากกว่าปฏิกิริยาไปข้างหน้า

- ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาย้อนกลับเป็นส่วนกลับกับค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาไปข้างหน้า

- ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเดียวกันที่มีตัวเลขที่ใช้ในการดุลสมการแตกต่างกัน จะค่าแตกต่างกัน

- ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยารวมมีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาย่อยในแต่ละขั้น

### การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล	- ตรวจใบงานที่ 11 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 11 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการเสนอผลงาน	- 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

## สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

### สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี 5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี 5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี
- 3) PowerPoint เรื่อง สมดุลเคมี
- 3) ใบงานที่ 11 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล

### แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

## บันทึกหลังการสอน

### 1.ผลการจัดการเรียนรู้

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

### 2.ปัญหา และอุปสรรค

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

### 3.แนวทางแก้ไขปรับปรุงแก้ไข

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

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสิริมาส น้อยแก้ว)

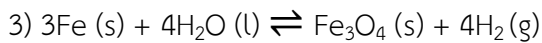
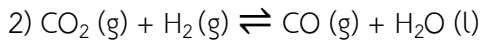
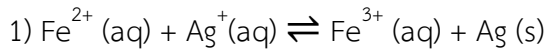
...../...../.....

## ใบงานที่ 11

### เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล

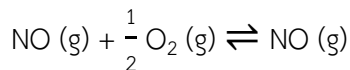
คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล

1. จงเขียนค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่อไปนี้



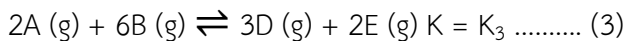
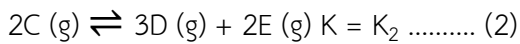
.....  
.....  
.....

2. ปฏิกิริยา  $2\text{NO} (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2 (\text{g})$  มีค่าคงที่สมดุลเท่ากับ  $1 \times 10^{14}$  จงหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา



.....  
.....

3.  $\text{A} (\text{g}) + 3\text{B} (\text{g}) \rightleftharpoons \text{C} (\text{g})$   $K = K_1$  ..... (1)



ค่า  $K_3$  จะมีค่าเท่าใดในรูป  $K_1$  และ  $K_2$

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

4. ถ้าที่ภาวะสมดุลมี  $\text{PCl}_5$  เข้มข้น 2.8 โมลาร์  $\text{PCl}_3$  เข้มข้น 0.17 โมลาร์ และ  $\text{Cl}_2$  เข้มข้น 1.17 โมลาร์ จงหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่อไปนี้

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

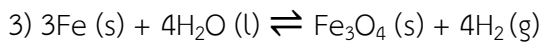
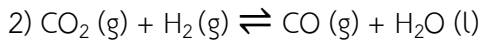
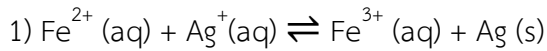


## เฉลยใบงานที่ 11

### เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล

1. จงเขียนค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่อไปนี้

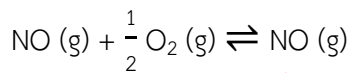


$$1) K = \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}][\text{Ag}^+]}$$

$$2) K = \frac{[\text{CO}]}{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}$$

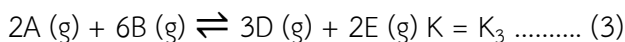
$$3) K = [\text{H}_2]^4$$

2. ปฏิกิริยา  $2\text{NO} (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2 (\text{g})$  มีค่าคงที่สมดุลเท่ากับ  $1 \times 10^{-14}$  จงหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา



$$K = (1 \times 10^{-14})^{1/2} = 1 \times 10^{-7}$$

3.  $\text{A} (\text{g}) + 3\text{B} (\text{g}) \rightleftharpoons \text{C} (\text{g})$   $K = K_1$  ..... (1)

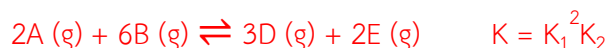


ค่า  $K_3$  จะมีค่าเท่าใดในรูป  $K_1$  และ  $K_2$

สมการที่ (1)  $\times 2$

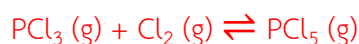


สมการที่ (2) + สมการที่ (4)



ดังนั้น ค่า  $K_3 = K_1^2 K_2$

4. ถ้าที่ภาวะสมดุลมี  $\text{PCl}_5$  เข้มข้น 2.8 โมลาร์  $\text{PCl}_3$  เข้มข้น 0.17 โมลาร์ และ  $\text{Cl}_2$  เข้มข้น 1.17 โมลาร์ จงหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่อไปนี้



$$K = \frac{[\text{PCl}_5]}{[\text{PCl}_3][\text{Cl}_2]}$$

$$= \frac{(2.8)}{(0.17)(1.17)}$$

$$= 14.08$$



5. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (P)
6. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง (P)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)
2. รับผิดชอบต่อน้ำที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### คำถามสำคัญ

เมื่อสมดุลของระบบถูกรบกวน โดยการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารใดสารหนึ่งระบบจะเข้าสู่สมดุลใหม่หรือไม่ ทราบได้อย่างไร

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

#### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการตอบคำถามอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

#### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของผลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุลอย่างเข้าใจ

#### 3. มีความภูมิกันในตัวที่ดี

นำหลักการผลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุลมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

#### 4. เงื่อนไขความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างผลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุลเชื่อมโยงกับการใช้ชีวิตประจำวันได้

## 5. เจื่อนใจคุณธรรม

นักเรียนมีวินัย สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ให้กับเพื่อนๆ

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

ฝึกทักษะการพูดภาษาอังกฤษโดยใช้ทับศัพท์เคมี เช่น forward reaction = ปฏิกริยาไปข้างหน้า , reverse reaction = ปฏิกริยาย้อนกลับ , reversible reaction = ปฏิกริยาผันกลับได้

### กระบวนการจัดการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

2 ชั่วโมง

#### ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับสมบัติต่างๆ ของระบบ ณ ภาวะสมดุล โดยใช้คำถาม ดังนี้
  - เมื่อระบบเข้าสู่ภาวะสมดุล ความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ในระบบจะมีค่าอย่างไร (แนวตอบ : เมื่อระบบเข้าสู่สมดุล ความเข้มข้นของสารต่างๆ ในระบบจะมีค่าคงที่)
2. ครูถามคำถาม จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 ว่า “ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป (แนวตอบ : ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ได้แก่ ความเข้มข้นของสารตั้งต้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ ตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวหน่วงปฏิกิริยา)

#### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วทำการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1
2. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้
  - สมาชิกคนที่ 1 : ทำหน้าที่เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล
  - สมาชิกคนที่ 2 : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
  - สมาชิกคนที่ 3 : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
  - สมาชิกคนที่ 4 และ 5 : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง

3. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง  
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน
  2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้
    - 1) เมื่อนำสารละลาย  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  มาผสมกับสารละลาย  $\text{NH}_4\text{SCN}$  จะเกิดผลอย่างไร  
(แนวตอบ : ได้สารละลายสีแดงของ  $(\text{FeSCN})^{2+}$  และเมื่อความเข้มข้นของสีคิ่งที่ แสดงว่า ระบบอยู่ในภาวะสมดุล)
    - 2) เมื่อเติมสารละลาย  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  ลงในระบบที่อยู่ในภาวะสมดุล จะเกิดผลอย่างไร  
(แนวตอบ : เมื่อเติมสารละลาย  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  ลงไป จะทำให้ความเข้มข้นของ  $\text{Fe}^{3+}$  ในระบบเพิ่มขึ้น ทำให้สารละลายมีสีแดงเข้มขึ้น แสดงว่า ในระบบมี  $(\text{FeSCN})^{2+}$  เกิดมากขึ้น ในที่สุดความเข้มข้นของสีคิ่งที่ แสดงว่า ระบบเข้าสู่สมดุลอีกครั้ง)
    - 3) เมื่อเติมสารละลาย  $\text{NH}_4\text{SCN}$  ลงในระบบที่อยู่ในภาวะสมดุล จะเกิดผลอย่างไร  
(แนวตอบ : เมื่อเติมสารละลาย  $\text{NH}_4\text{SCN}$  ลงไป จะทำให้ความเข้มข้นของ  $\text{SCN}^-$  ในระบบเพิ่มขึ้น ทำให้สารละลายมีสีแดงเข้มขึ้น แสดงว่า ในระบบมี  $(\text{FeSCN})^{2+}$  เกิดมากขึ้น ในที่สุดความเข้มข้นของสีคิ่งที่ แสดงว่า ระบบเข้าสู่สมดุลอีกครั้ง)
    - 4) เมื่อเติมสารละลาย  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  ลงในระบบที่อยู่ในภาวะสมดุล จะเกิดผลอย่างไร  
(แนวตอบ : เมื่อเติมสารละลาย  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  ลงไป  $\text{HPO}_4^{2-}$  จะทำปฏิกิริยากับ  $\text{Fe}^{3+}$  เกิดตะกอนของ  $\text{FeSO}_4$  การเติม  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  จึงทำให้ความเข้มข้นของ  $\text{Fe}^{3+}$  ในระบบลดลง ทำให้สารละลายมีสีแดงจางลง แสดงว่า  $(\text{FeSCN})^{2+}$  เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ สลายตัวให้  $\text{Fe}^{3+}$  และ  $\text{SCN}^-$  และในที่สุดความเข้มข้นของสีคิ่งที่ แสดงว่า ระบบเข้าสู่สมดุลอีกครั้ง)
    - 5) จากผลการทดลองที่ได้สามารถสรุปได้ว่าอย่างไร  
(แนวตอบ : การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตั้งต้นทำให้ภาวะสมดุลเปลี่ยนแปลงไป เมื่อระบบเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง ความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุลจะแตกต่างกันไปจากความเข้มข้นที่ภาวะสมดุลเดิม)
- (หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

## ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

ครูให้นักเรียนศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นที่มีผลต่อภาวะสมดุล จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี 5 เล่ม 1 แล้วร่วมกันแสดงความคิดเห็นจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

## ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

1. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นที่มีผลต่อภาวะสมดุล เช่น

1) ที่ภาวะสมดุลของปฏิกิริยา  $C_2H_6(g) \rightleftharpoons C_2H_4(g) + H_2(g)$  เมื่อเติมแก๊ส  $C_2H_4$  ลงในระบบ จะทำให้ความเข้มข้นของสารในระบบเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร และสมดุลจะเลื่อนไปทางใด

(แนวตอบ : การเติมแก๊ส  $C_2H_4$  ลงในระบบ เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของแก๊ส  $C_2H_4$  ระบบจะปรับตัวไปในทิศทางที่จะลดความเข้มข้นของแก๊ส  $C_2H_4$  โดยเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับมากขึ้น ทำให้ความเข้มข้นของแก๊ส  $C_2H_6$  เพิ่มขึ้น ส่วนความเข้มข้นของแก๊ส  $H_2$  ลดลง)

2) แก๊สฟอสจีน ( $COCl_2$ ) เตรียมได้จากปฏิกิริยาระหว่างแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ ( $CO$ ) และแก๊สคลอรีน ( $Cl_2$ ) ในภาชนะปิด เกิดภาวะสมดุล ดังนี้



ถ้าลดปริมาณแก๊ส  $Cl_2$  สมดุลจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

(แนวตอบ : การลดปริมาณแก๊ส  $Cl_2$  เป็นการลดความเข้มข้นของสารตั้งต้น ดังนั้น ระบบจะปรับตัวไปในทิศทางที่จะเพิ่มความเข้มข้นของแก๊ส  $Cl_2$  โดยเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับมากขึ้น ทำให้แก๊ส  $COCl_2$  สลายตัวให้แก๊ส  $CO$  และแก๊ส  $Cl_2$  มากขึ้น)

3) ที่ภาวะสมดุลของปฏิกิริยา  $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g) + \text{พลังงาน}$  ถ้าเพิ่มความเข้มข้นของแก๊ส  $SO_2$  ในระบบ จะส่งผลต่อความเข้มข้นของแก๊ส  $SO_3$  อย่างไร

(แนวตอบ : การเพิ่มความเข้มข้นของแก๊ส  $SO_2$  ในระบบ เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น ระบบจะปรับตัวเพื่อลดความเข้มข้นของแก๊ส  $SO_2$  โดยการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้ามากขึ้น ทำให้ความเข้มข้นของแก๊ส  $SO_3$  เพิ่มขึ้น)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

## ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นที่มีผลต่อภาวะสมดุล ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อไป

2. นักเรียนทำใบงานที่ 12 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

## ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลโดยครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคลพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 12 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล
3. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

### การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) ผลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะ	- ตรวจใบงานที่ 12	- ใบงานที่ 12	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การทดลองเรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการเสนอผลงาน	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	-แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	-แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	-สังเกตความมีวินัยใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	-แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

### สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

#### สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี 5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี
- 2) ใบงานที่ 12 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล
- 3) PowerPoint เรื่อง สมดุลเคมี
- 4) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

## แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ



## บันทึกหลังการสอน

### 1.ผลการจัดการเรียนรู้

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

### 2.ปัญหา และอุปสรรค

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

### 3.แนวทางแก้ไขปรับปรุงแก้ไข

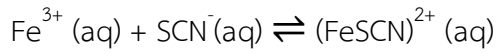
.....  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน  
(นางสาวสิริมาส น้อยแก้ว)  
...../...../.....

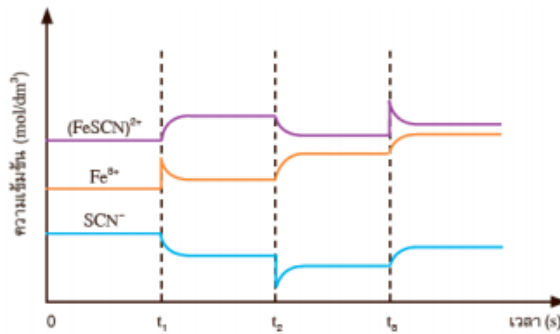
**ใบงานที่ 12**  
**เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล**

**คำชี้แจง :** ตอบคำถามเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

1. กำหนดปฏิกิริยาให้ ดังนี้



จากปฏิกิริยาข้างต้น ทำการรบกวนสมดุล 3 ครั้ง ที่เวลา  $t_1$   $t_2$  และ  $t_3$  พบว่า สารมีความเข้มข้นเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งนำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ได้ ดังนี้



1) ณ เวลา  $t_1$  มีการรบกวนสมดุลอย่างไร

.....

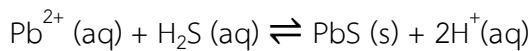
2) ณ เวลา  $t_2$  มีการรบกวนสมดุลอย่างไร

.....

3) ณ เวลา  $t_3$  มีการรบกวนสมดุลอย่างไร

.....

2. กำหนดปฏิกิริยา ณ ภาวะสมดุลให้ ดังนี้



เมื่อเติมสารที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จะมีผลให้สมดุลเลื่อนไปทางใด เพราะเหตุใด

1) HCl

.....

2) NaOH

.....

3) PbS

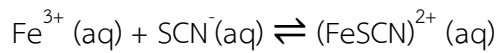
.....

## เฉลยใบงานที่ 12

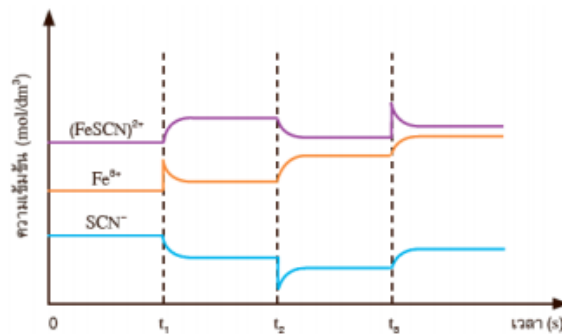
### เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

**คำชี้แจง :** ตอบคำถามเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

1. กำหนดปฏิกิริยาให้ ดังนี้



จากปฏิกิริยาข้างต้น ทำการรบกวนสมดุล 3 ครั้ง ที่เวลา  $t_1$   $t_2$  และ  $t_3$  พบว่า สารมีความเข้มข้นเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งนำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ได้ ดังนี้



1) ณ เวลา  $t_1$  มีการรบกวนสมดุลอย่างไร

เพิ่ม  $\text{Fe}^{3+}$

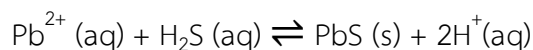
2) ณ เวลา  $t_2$  มีการรบกวนสมดุลอย่างไร

ลด  $\text{SCN}^{-}$

3) ณ เวลา  $t_3$  มีการรบกวนสมดุลอย่างไร

เพิ่ม  $(\text{FeSCN})^{2+}$

2. กำหนดปฏิกิริยา ณ ภาวะสมดุลให้ ดังนี้



เมื่อเติมสารที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จะมีผลให้สมดุลเลื่อนไปทางใด เพราะเหตุใด

1) HCl

การเติม HCl เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของ  $\text{H}^{+}$  จึงทำให้สมดุลเลื่อนไปทางซ้าย

2) NaOH

NaOH ที่เติมลงไปจะไปทำปฏิกิริยากับ  $\text{H}^{+}$  ทำให้ความเข้มข้นของ  $\text{H}^{+}$  ลดลง สมดุลจึงเลื่อนไปทางขวา

3) PbS

PbS เป็นของแข็ง การเพิ่ม PbS จึงไม่ทำให้ความเข้มข้นของระบบเปลี่ยนแปลง และไม่มีผลต่อภาวะสมดุล



4. ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิที่มีต่อภาวะสมดุลของระบบได้ (P)

5. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (P)

6. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง (P)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)

2. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### คำถามสำคัญ

ในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับแก๊ส การเพิ่มความดันด้วยการเติมแก๊สชนิดอื่นที่ไม่ทำปฏิกิริยาเคมีกับสารในระบบ โดยปริมาตรของระบบไม่เปลี่ยนแปลง จะมีผลต่อสมดุลของระบบหรือไม่ เพราะเหตุใด

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

#### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการตอบคำถามอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

#### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของผลของการเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุลอย่างเข้าใจ

#### 3. มีความภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี

นำหลักการผลของการเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุลมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

#### 4. เจื่อนใจความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างผลของการเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุลเชื่อมโยงกับการใช้ชีวิตประจำวันได้

#### 5. เจื่อนใจคุณธรรม

นักเรียนมีวินัย สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ให้กับเพื่อนๆ

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

ฝึกทักษะการพูดภาษาอังกฤษโดยใช้ทับศัพท์เคมี เช่น forward reaction = ปฏิกริยาไปข้างหน้า , reverse reaction = ปฏิกริยาย้อนกลับ , reversible reaction = ปฏิกริยาผันกลับได้

### กระบวนการจัดการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

2 ชั่วโมง

#### ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและทบทวนความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นที่มีผลต่อภาวะสมดุลจากผลการทดลอง เรื่องการศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล ดังนี้

(แนวตอบ : จากการทดลอง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตั้งต้นทำให้ภาวะสมดุลเปลี่ยนแปลงไป เมื่อระบบเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง ความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุลจะแตกต่างกันไปจากความเข้มข้นที่ภาวะสมดุลเดิม)

2. ครูถามคำถามว่า “ถ้าทำการเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิของระบบ จะส่งผลต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลหรือไม่ อย่างไร” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม ซึ่งครูยังไม่ต้องเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป

#### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วทำการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล ตอนที่ 1 และ 2 จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

2. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้

- สมาชิกคนที่ 1 : ทำหน้าที่เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล

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

3. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้

1) เมื่อลดก้านหลอดฉีดยาที่บรรจุแก๊ส  $\text{NO}_2$  ลง จะเกิดผลอย่างไร

(แนวตอบ : การลดก้านหลอดฉีดยาลงเป็นการลดปริมาตรของแก๊ส  $\text{NO}_2$  ทำให้ความดันและความเข้มข้นของแก๊ส  $\text{NO}_2$  เพิ่มขึ้น แล้วเกิดปฏิกิริยากลายเป็นแก๊ส  $\text{N}_2\text{O}_4$  แก๊สจึงมีสีเข้มขึ้น ต่อมาสีจะจางลงเล็กน้อยแล้วคงที่ แสดงว่า ระบบเข้าสู่สมดุลอีกครั้ง)

2) เมื่อตั้งก้านหลอดฉีดยาที่บรรจุแก๊ส  $\text{NO}_2$  ขึ้น จะเกิดผลอย่างไร

(แนวตอบ : การตั้งก้านหลอดฉีดยาลงเป็นการเพิ่มปริมาตรของแก๊ส  $\text{NO}_2$  ทำให้ความดันและความเข้มข้นของแก๊ส  $\text{NO}_2$  ลดลง แก๊ส  $\text{N}_2\text{O}_4$  จึงเกิดปฏิกิริยาสลายตัวเป็นแก๊ส  $\text{NO}_2$  มากขึ้น แก๊สจึงมีสีจางลง ต่อมาสีจะเข้มขึ้นเล็กน้อยแล้วคงที่ แสดงว่า ระบบเข้าสู่สมดุลอีกครั้ง)

3) จากผลการทดลองที่ได้สามารถสรุปได้ว่าอย่างไร

(แนวตอบ : การเปลี่ยนแปลงความดันของระบบ ทำให้สมดุลของระบบถูกรบกวน และในที่สุดระบบจะปรับตัวเพื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

1 ชั่วโมง

### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วทำการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล ตอนที่ 3 จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

2. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้

- สมาชิกคนที่ 1 : ทำหน้าที่เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล

- สมาชิกคนที่ 2 : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง

- สมาชิกคนที่ 3 : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
  - สมาชิกคนที่ 4 และ 5 : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง
3. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง

### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้
  - 1) เมื่อนำหลอดทดลองที่บรรจุแก๊ส  $\text{NO}_2$  ไปจุ่มในน้ำร้อน จะเกิดผลอย่างไร  
(แนวตอบ : เมื่อลดอุณหภูมิ แก๊สจะมีสีจางลง เนื่องจากแก๊ส  $\text{NO}_2$  เกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าได้แก๊ส  $\text{N}_2\text{O}_4$  มากขึ้น แสดงว่า ภาวะสมดุลเปลี่ยนแปลงไป ต่อมาสีจะเริ่มคงที่ แสดงว่า ระบบเข้าสู่สมดุลอีกครั้ง)
  - 2) เมื่อนำหลอดทดลองที่บรรจุแก๊ส  $\text{NO}_2$  ไปจุ่มในน้ำเย็น จะเกิดผลอย่างไร  
(แนวตอบ : เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ แก๊สจะมีสีเข้มขึ้น เนื่องจากแก๊ส  $\text{N}_2\text{O}_4$  เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้แก๊ส  $\text{NO}_2$  มากขึ้น แสดงว่า ภาวะสมดุลเปลี่ยนแปลงไป ต่อมาสีจะเริ่มคงที่ แสดงว่า ระบบเข้าสู่สมดุลอีกครั้ง)
  - 3) จากผลการทดลองที่ได้สามารถสรุปได้ว่าอย่างไร  
(แนวตอบ : การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของระบบ ทำให้สมดุลของระบบถูกรบกวน และในที่สุดระบบจะปรับตัวเพื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง)  
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

1 ชั่วโมง

### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิที่มีผลต่อภาวะสมดุล จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี 5 เล่ม 1
2. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียน 2 คน ออกมาอธิบายความรู้จากเรื่องที่ได้ศึกษาไปให้เพื่อนคนอื่นฟังหน้าชั้นเรียน จากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันแสดงความคิดเห็นจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

13. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิที่มีผลต่อภาวะสมดุล เช่น
  - 1) การเปลี่ยนแปลงความดันส่งผลภาวะสมดุลอย่างไร



(แนวตอบ : เมื่อเพิ่มความดัน สมดุลจะเลื่อนไปทางด้านที่มีจำนวนโมลของแก๊สน้อยกว่า แต่เมื่อลดความดัน สมดุลจะเลื่อนไปทางด้านที่มีจำนวนโมลของแก๊สมากกว่า แต่ถ้าทั้งด้านสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์มีจำนวนโมลเท่ากัน สมดุลจะไม่เปลี่ยนแปลง)

2) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิส่งผลภาวะสมดุลอย่างไร

(แนวตอบ : เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ สมดุลจะเลื่อนไปทางด้านดูดความร้อน แต่เมื่อลดอุณหภูมิ สมดุลจะเลื่อนไปทางด้านคายความร้อน)

3) การเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิของระบบมีผล ทำให้ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่

(แนวตอบ : การเปลี่ยนแปลงความดันจะไม่ทำให้ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงไป ส่วนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจะมีผลทำให้ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงไป)

4) กำหนดปฏิกิริยาให้ ดังนี้  $2\text{HI}(\text{g}) + 9.45 \text{ kJ} \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$  เมื่อลดความดันของระบบลง 2 เท่าของความดันเดิม สมดุลของระบบจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(แนวตอบ : สมดุลไม่เปลี่ยนแปลง เพราะจำนวนโมลรวมของสารตั้งต้นที่เป็นแก๊สเท่ากับจำนวนโมลรวม ของผลิตภัณฑ์ที่เป็นแก๊ส)

5) กำหนดปฏิกิริยาให้ ดังนี้  $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{S}(\text{s})$  ถ้าปฏิกิริยานี้ดูดความร้อน 20.6 กิโลจูล การเพิ่มอุณหภูมิของระบบ จะทำให้สมดุลเลื่อนไปทางใด และระบบจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(แนวตอบ : ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน ดังนั้น การเพิ่มอุณหภูมิของระบบจะทำให้สมดุลเลื่อนไปข้างหน้า สมดุลจึงเลื่อนไปทางขวา)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

#### ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูดถามคำถาม จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี 5 เล่ม 1 อีกครั้ง ดังนี้

- การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น ความดัน หรืออุณหภูมิจะมีผลต่อภาวะสมดุลอย่างไร

(แนวตอบ : การเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นสารใดสารหนึ่ง สมดุลจะเลื่อนไปทางขวา และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์สารใดสารหนึ่ง สมดุลจะเลื่อนไปทางซ้ายการลดความเข้มข้นของสารตั้งต้นสารใดสารหนึ่ง สมดุลจะเลื่อนไปทางซ้าย และเมื่อลดความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์สารใดสารหนึ่ง สมดุลจะเลื่อนไปทางขวาการเพิ่มความดันรวมของระบบ ระบบจะปรับตัวเข้าสู่สมดุลใหม่เพื่อลดความดัน โดยเกิดปฏิกิริยาไปทางด้านที่มีจำนวนโมลน้อย การลดความดันรวมของระบบ ระบบจะปรับตัวเข้าสู่สมดุลใหม่เพื่อเพิ่มความดัน โดยเกิดปฏิกิริยาไปทางด้านที่มีจำนวนโมลมากปฏิกิริยาดูดความร้อน ถ้าเพิ่มอุณหภูมิ จะทำให้ปฏิกิริยาไปข้างหน้าเกิดขึ้นได้ดี สมดุลจะเลื่อนไปทางขวา แต่ถ้าลดอุณหภูมิ จะทำให้ปฏิกิริยาย้อนกลับเกิดขึ้นได้ดี สมดุลจะเลื่อนไปทางซ้ายปฏิกิริยาคายความร้อน ถ้าเพิ่มอุณหภูมิ จะทำให้ปฏิกิริยาย้อนกลับเกิดขึ้นได้ดี สมดุลจะเลื่อนไปทางซ้าย แต่ถ้าลดอุณหภูมิ จะทำให้ปฏิกิริยาไปข้างหน้าเกิดขึ้นได้ดี สมดุลจะเลื่อนไปทางขวา)

2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิที่มีผลต่อภาวะสมดุล ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อไป

3. นักเรียนนำไปงานที่ 13 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล

4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

### ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลโดยครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคลพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 13 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล

3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด

4. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล

### การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) ผลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะ	- ตรวจใบงานที่ 13 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 13 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การทดลองเรื่อง การศึกษาผลของความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการเสนอผลงาน	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	-แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	-แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

6) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	-สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	-แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
---------------------------	---	---	----------------------------

### สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

#### สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี
- 3) PowerPoint เรื่อง สมดุลเคมี
- 4) ใบงานที่ 13 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล
- 5) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

#### แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

## บันทึกหลังการสอน

### 1.ผลการจัดการเรียนรู้

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

### 2.ปัญหา และอุปสรรค

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

### 3.แนวทางแก้ไขปรับปรุงแก้ไข

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

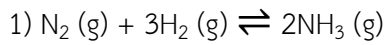
ลงชื่อ.....ผู้สอน  
(นางสาวสิริมาส น้อยแก้ว)  
...../...../.....

### ใบงานที่ 13

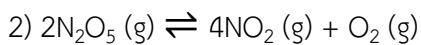
#### เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล

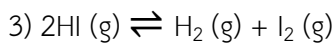
1. จากปฏิกิริยาที่กำหนดให้ต่อไปนี้ หากรบกวนสมดุลโดยการเพิ่มความดันของระบบ ให้ระบุว่าปฏิกิริยาจะมีการปรับสมดุลไปข้างหน้าหรือย้อนกลับ เพราะเหตุใด



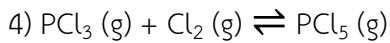
.....  
.....



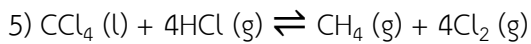
.....  
.....



.....  
.....

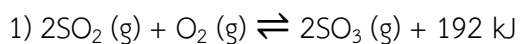


.....  
.....

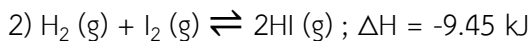


.....  
.....

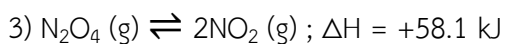
2. การลดอุณหภูมิให้กับสมดุลที่กำหนดให้ต่อไปนี้ สมดุลจะเลื่อนไปทางซ้ายหรือทางขวา และระบบจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร



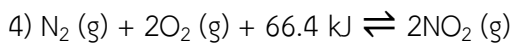
.....  
.....



.....  
.....



.....  
.....



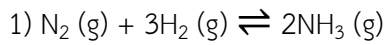
.....  
.....

## เฉลยใบงานที่ 13

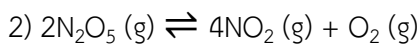
### เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล

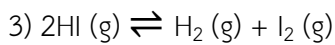
1. จากปฏิกิริยาที่กำหนดให้ต่อไปนี้ หากปรับภาวะสมดุลโดยการเพิ่มความดันของระบบ ให้ระบุว่าปฏิกิริยาจะมีการปรับสมดุลไปข้างหน้าหรือย้อนกลับ เพราะเหตุใด



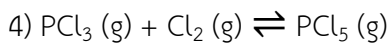
สมดุลเลื่อนไปข้างหน้า เพราะจำนวนโมลรวมของสารผลิตภัณฑ์ที่เป็นแก๊สน้อยกว่าจำนวนโมลรวมของสารตั้งต้นที่เป็นแก๊ส สารตั้งต้นจึงต้องลดจำนวนโมลลง



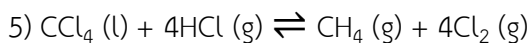
สมดุลเลื่อนย้อนกลับ เพราะจำนวนโมลรวมของสารตั้งต้นที่เป็นแก๊สน้อยกว่าจำนวนโมลรวมของผลิตภัณฑ์ที่เป็นแก๊ส ผลิตภัณฑ์จึงต้องลดจำนวนโมลลง



สมดุลไม่เปลี่ยนแปลง เพราะจำนวนโมลรวมของสารตั้งต้นที่เป็นแก๊สเท่ากับจำนวนโมลรวมของผลิตภัณฑ์ที่เป็นแก๊ส

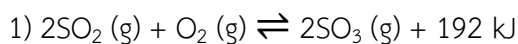


สมดุลเลื่อนไปข้างหน้า เพราะจำนวนโมลรวมของสารผลิตภัณฑ์ที่เป็นแก๊สน้อยกว่าจำนวนโมลรวมของสารตั้งต้นที่เป็นแก๊ส สารตั้งต้นจึงต้องลดจำนวนโมลลง

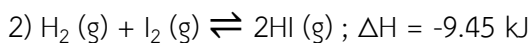


สมดุลเลื่อนย้อนกลับ เพราะจำนวนโมลรวมของสารตั้งต้นที่เป็นแก๊สน้อยกว่าจำนวนโมลรวมของผลิตภัณฑ์ที่เป็นแก๊ส ผลิตภัณฑ์จึงต้องลดจำนวนโมลลง

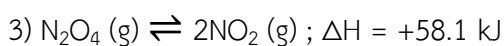
2. การลดอุณหภูมิให้กับสมดุลที่กำหนดให้ต่อไปนี้ สมดุลจะเลื่อนไปทางซ้ายหรือทางขวา และระบบจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร



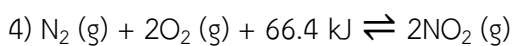
ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน การลดอุณหภูมิจะทำให้สมดุลเลื่อนไปทางขวา



ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน การลดอุณหภูมิจะทำให้สมดุลเลื่อนไปทางขวา



ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน การลดอุณหภูมิจะทำให้สมดุลเลื่อนไปทางซ้าย



ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน การลดอุณหภูมิจะทำให้สมดุลเลื่อนไปทางซ้าย

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 20

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รายวิชาเคมีเพิ่มเติม	รหัสวิชา ว32221
หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง สมดุลเคมี		จำนวน 22 ชั่วโมง
เรื่อง สมดุลในชีวิตประจำวัน		จำนวน 3 ชั่วโมง/คาบ
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564	โรงเรียนเมืองรัตวิทยาคม

### มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 5 เคมี

มาตรฐาน ว 5.2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมีปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสมดุลในปฏิกิริยาเคมีสมบัตินและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

ยกตัวอย่างและอธิบายสมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติ และกระบวนการในอุตสาหกรรม

### สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ความรู้เกี่ยวกับสมดุลเคมีสามารถนำมาใช้อธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม

### สาระการเรียนรู้

ความรู้เกี่ยวกับสมดุลเคมีสามารถนำมาใช้อธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการนำหลักสมดุลเคมีมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ (K)
2. สื่อสารเกี่ยวกับการนำหลักสมดุลเคมีมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้(P)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

## สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

### คำถามสำคัญ

ยกตัวอย่างเกี่ยวกับสมดุของกระบวนการที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

#### 1. ความพอประมาณ

นักเรียนใช้เวลาในการตอบคำถามอย่างคุ้มค่า พอประมาณ

#### 2. ความมีเหตุผล

อธิบายความหมายของสมดุลในชีวิตประจำวันอย่างเข้าใจ

#### 3. มีความภูมิกันในตัวที่ดี

นำหลักการสมดุลในชีวิตประจำวันมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิต

#### 4. เงื่อนไขความรู้

ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างสมดุลในชีวิตประจำวันเชื่อมโยงกับการใช้ชีวิตประจำวันได้

#### 5. เงื่อนไขคุณธรรม

นักเรียนมีวินัย สังเกตความกระตือรือร้นในการแสวงหาข้อมูล จัดบันทึกและสรุปข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและแบ่งปันความรู้ให้กับเพื่อนๆ

### มาตรฐานการเรียนรู้ / บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

ฝึกทักษะการพูดภาษาอังกฤษโดยใช้ทับศัพท์เคมี เช่น forward reaction = ปฏิกริยาไปข้างหน้า , reverse reaction = ปฏิกริยาย้อนกลับ , reversible reaction = ปฏิกริยาผันกลับได้



## กระบวนการจัดการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีสอน/เทคนิค : สืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

### 1 ชั่วโมง

#### ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง สมดุลเคมีในชีวิตประจำวัน โดยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียน ดังนี้

1) ให้นักเรียนยกตัวอย่างสมดุลเคมีในชีวิตประจำวัน

(แนวตอบ : พิจารณาคำตอบของนักเรียน โดยขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูผู้สอน ยกตัวอย่างเช่นกระบวนการหายใจและแลกเปลี่ยนแก๊ส สมดุลของแคลเซียมในร่างกาย ปรากฏการณ์หินงอกหินย้อย)

#### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

2. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าทำเป็นรูปแบบต่างๆ ตามความคิดเห็นของแต่ละกลุ่ม เช่น แผนภาพ แผนผัง เขียนบรรยาย

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

#### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

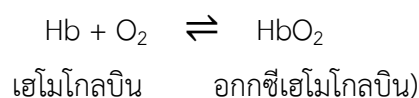
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอเรื่องที่ได้อธิบายค้นคว้าข้อมูลและผลงานการจัดทำข้อมูลของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนที่ละกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันจนครบทุกกลุ่ม

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)

4. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เช่น

1) หน้าที่หลักของเฮโมโกลบินคืออะไร และสามารถเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้อย่างไร

(แนวตอบ : หน้าที่หลักของเฮโมโกลบิน คือ ลำเลียงออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกาย สามารถเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้ ดังนี้



2) ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาในข้อ 1) มีค่าเท่าใด

$$\text{(แนวตอบ : } K = \frac{[\text{HbO}_2]}{[\text{Hb}][\text{O}_2]}$$

3) อธิบายเกี่ยวกับการรักษาสมดุลของแคลเซียมในเลือด

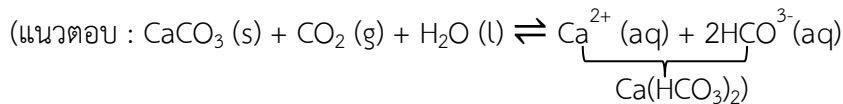
(แนวตอบ : ถ้าแคลเซียมในเลือดสูง จะเกิดการกระตุ้นให้ต่อมไทรอยด์หลังฮอว์โมนแคลซิโทนิน

เพื่อลดระดับแคลเซียมในเลือด แต่ถ้าแคลเซียมในเลือดต่ำ จะเกิดการกระตุ้นให้ต่อมพาราไทรอยด์หลังพารา  
ทอร์โมน เพื่อเพิ่มระดับแคลเซียมในเลือด)

4) สารประกอบคาร์บอนจะมีหลักการหมุนเวียนกลับสู่บรรยากาศและแหล่งน้ำได้อย่างไร

(แนวตอบ : สารประกอบคาร์บอนจะมีหลักการหมุนเวียนกลับสู่บรรยากาศและแหล่งน้ำได้โดย  
กระบวนการหายใจ การเผาไหม้ และการเน่าเปื่อย)

5) จงเขียนสมการแสดงสมดุลของปฏิกิริยาการเกิดหินงอกหินย้อย



(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

2 ชั่วโมง

### ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง สมดุลเคมี  
ในอุตสาหกรรม จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

2. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าทำเป็นรูปแบบต่างๆ ตามความคิดเห็นของแต่ละกลุ่ม เช่น  
แผนภาพ แผนผัง เขียนบรรยาย

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

### ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้(Explain)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอเรื่องที่ได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลและผลงานการจัดทำข้อมูล  
ของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนทีละกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันจนครบทุกกลุ่ม

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)

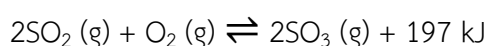
2. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง สมดุลเคมีในอุตสาหกรรม เช่น

1) การเตรียมแก๊สแอมโมเนียในอุตสาหกรรมใช้กระบวนการใด และเตรียมได้อย่างไร

(แนวตอบ : การเตรียมแก๊สแอมโมเนียในอุตสาหกรรมใช้กระบวนการฮาเบอร์ ซึ่งสามารถเตรียม  
ได้โดยนำแก๊สไนโตรเจนมาทำปฏิกิริยากับแก๊สไฮโดรเจน ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส ความดัน 350  
บรรยากาศ โดยมีเหล็กเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา)

2) จงเขียนปฏิกิริยาแสดงการเตรียมแก๊สซัลเฟอร์ไดรอกไซด์ และถ้าต้องการให้เกิดแก๊ส  
แก๊สซัลเฟอร์ไดรอกไซด์มากขึ้นต้องทำอย่างไร

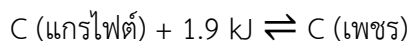
(แนวตอบ : ปฏิกิริยาการเตรียมแก๊สซัลเฟอร์ไดรอกไซด์เป็น ดังนี้



จะเห็นว่า ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน และสารตั้งต้นมีจำนวนโมลของแก๊สมากกว่าผลิตภัณฑ์ ดังนั้น ถ้าต้องการให้เกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้ามากขึ้น จะต้องเพิ่มความดันและลดอุณหภูมิ)

3) จงเขียนปฏิกิริยาแสดงการสังเคราะห์เพชรจากแกรไฟต์ และถ้าต้องการให้เกิดเพชรมากขึ้นต้องทำอะไร

(แนวตอบ : ปฏิกิริยาการสังเคราะห์เพชรจากแกรไฟต์เป็น ดังนี้



จะเห็นว่า ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน ดังนั้น ถ้าต้องการให้เกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้ามากขึ้นจะต้องเพิ่มอุณหภูมิ)

4) จงระบุภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์เพชร

(แนวตอบ : ภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์เพชร คือ ที่อุณหภูมิประมาณ 2,000 องศาเซลเซียส ความดัน 50,000-100,000 บรรยากาศ และมีโครเมียม เหล็ก หรือแพลทินัมเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล

#### ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. นักเรียนทำ Topic Question จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1
2. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1
3. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมา หากส่วนใดที่นักเรียนยังมีข้อสงสัยให้ครูอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจ
4. นักเรียนอ่าน summary ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี เพื่อเป็นการทบทวนความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมา
5. นักเรียนทำ Self Check จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 เพื่อตรวจสอบตนเอง
6. นักเรียนทำ Unit Question 3 จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1
7. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน
8. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยให้แต่ละกลุ่มจัดทำสมุดเล่มเล็ก หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี เพื่อเป็นการสรุปความเข้าใจที่ได้รับจากการเรียนแล้วส่งเป็นการบ้านในคาบเรียนต่อไป

#### ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำ Self Check
4. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

## การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) สมดุลเคมีในชีวิตประจำวัน	- ตรวจแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการเสนอผลงาน	- 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

## สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

### สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี
- 3) PowerPoint เรื่อง สมดุลเคมี

### แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

## บันทึกหลังการสอน

### 1.ผลการจัดการเรียนรู้

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

### 2.ปัญหา และอุปสรรค

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

### 3.แนวทางแก้ไขปรับปรุงแก้ไข

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

ลงชื่อ.....ผู้สอน  
(นางสาวสิริมาส น้อยแก้ว)  
...../...../.....