

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

แก๊ส

เวลา 16 คาบ

1. ผลการเรียนรู้ เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

- 1) อธิบายความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก
- 2) คำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎรวมแก๊ส
- 3) คำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวลของแก๊สจากความสัมพันธ์ตามกฎของอาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ
- 4) คำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน
- 5) อธิบายการแพร่ของแก๊สโดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คำนวณและเปรียบเทียบอัตราการแพร่ของแก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม
- 6) สืบค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่าง และอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม

2. สารการเรียนรู้

- 1) พฤติกรรมของแก๊ส และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส อธิบายได้ด้วยกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก และกฎรวมแก๊ส ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ได้
- 2) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร และจำนวนโมล หรือมวลของแก๊ส อธิบายความสัมพันธ์ได้ด้วยกฎอาโวกาโดร สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และจำนวนโมลของแก๊ส อธิบายได้ด้วยกฎแก๊สอุดมคติ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการคำนวณและการอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับจำนวนโมลของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ได้
- 3) ในธรรมชาติแก๊สส่วนใหญ่อยู่รวมกันเป็นแก๊สผสม ในกรณีที่แก๊สในแก๊สผสมไม่ทำปฏิกิริยากัน ความดันของแก๊สแต่ละชนิดแปรผันตามเศษส่วนโมลของแก๊สที่มีอยู่ในแก๊สผสมตามกฎความดันย่อยของดอลตัน
- 4) แก๊สสามารถแพร่ได้ การแพร่ของแก๊สอธิบายได้ด้วยทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ที่อุณหภูมิเดียวกันแก๊สจะแพร่ได้ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับมวลโมเลกุลของแก๊ส อัตราการแพร่ของแก๊สเป็นสัดส่วนผกผันกับรากที่สองของมวลโมเลกุลของแก๊สสัมพันธ์กับกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม
- 5) สมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สนำมาใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และในอุตสาหกรรม

3. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

แก๊สประกอบด้วยอนุภาคที่มีมวลน้อย และมีขนาดเล็กมากจนถือว่าอนุภาคของแก๊สไม่มี โมเลกุลของแก๊สอยู่ห่างกันมากส่งผลให้แรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างโมเลกุลน้อยมาก โมเลกุลของแก๊สเคลื่อนที่อย่างอิสระด้วยอัตราเร็วคงที่ตลอดเวลาในแนวเส้นตรง สมบัติต่าง ๆ ของแก๊สสามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

ความดันและอุณหภูมิมีผลต่อปริมาตรของแก๊ส โดยเมื่ออุณหภูมิและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผกผันกับความดัน และเมื่อความดันและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ

กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก สามารถใช้อธิบายพฤติกรรมของแก๊ส และใช้คำนวณและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ได้

เมื่อกฎของบอยล์และชาร์ลกล่าวเฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับความดันและปริมาตรกับอุณหภูมิ แต่การเปลี่ยนแปลงในธรรมชาติอาจเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน ดังนั้นจึงมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สในขณะที่มีมวลคงที่และตั้งขึ้นเป็นกฎรวมแก๊ส

กฎของอาโวกาโดรสามารถใช้คำนวณและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร และจำนวนโมล หรือมวลของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ได้

กฎแก๊สอุดมคติสามารถใช้คำนวณและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และจำนวนโมลของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ได้

แก๊สผสมที่ไม่ทำปฏิกิริยากัน ความดันของแก๊สแต่ละชนิดจะแปรผันตามเศษส่วนโมลของแก๊สที่มีอยู่ในแก๊สผสม ซึ่งเป็นไปตามกฎความดันย่อยของดอลตัน

ทฤษฎีจลน์ของแก๊สสามารถใช้อธิบายการแพร่ของแก๊สได้โดยที่อุณหภูมิเดียวกัน อัตราการแพร่ของแก๊สเป็นสัดส่วนผกผันกับรากที่สองของมวลโมเลกุลของแก๊ส ซึ่งเป็นไปตามกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม

สมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สนำมาใช้อธิบายปรากฏการณ์และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และในอุตสาหกรรมได้

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
6) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป 7) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 8) ทักษะการเชื่อมโยง 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	

5. ชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

- แผนผังมโนทัศน์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส

6. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด) - แผนผังมโนทัศน์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส	- ตรวจแผนผังมโนทัศน์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส	- แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6.2 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส	- ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส	- แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส	- ประเมินตามสภาพจริง
6.3 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) สมบัติของแก๊ส	- ตรวจใบงานที่ 1.1.1 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 1.1.1 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) ความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และ กฎของเกย์-ลูสแซก	- ตรวจใบงานที่ 1.3.1 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 1.3.1 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
4) กฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน	- ตรวจใบงานที่ 1.4.1 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 1.4.1 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
5) การแพร่ของแก๊ส	- ตรวจใบงานที่ 1.5.1 - ตรวจแบบฝึกหัด - ประเมินการปฏิบัติการ	- ใบงานที่ 1.5.1 - ตรวจแบบฝึกหัด - แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6) เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของแก๊ส	- ตรวจแบบฝึกหัด	- ตรวจแบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
7) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- ผลงานที่นำเสนอ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
8) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
9) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
10) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6.4 การประเมินหลังเรียน - แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส - แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส	- ตรวจแบบฝึกหัด - ตรวจแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส	- แบบฝึกหัด - แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ประเมินตามสภาพจริง

7. กิจกรรมการเรียนรู้

- แผนฯ ที่ 1 : สมบัติของแก๊ส เวลา 1 คาบ
- แผนฯ ที่ 2 : ความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส เวลา 2 คาบ
- แผนฯ ที่ 3 : กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก เวลา 3 คาบ
- แผนฯ ที่ 4 : กฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน เวลา 4 คาบ
- แผนฯ ที่ 5 : การแพร่ของแก๊ส เวลา 3 ชั่วโมง
- แผนฯ ที่ 6 : เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของแก๊ส เวลา 3 ชั่วโมง

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส
- 2) ใบงานที่ 1.1.1 เรื่อง สมบัติของแก๊ส
- 3) ใบงานที่ 1.3.1 เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก
- 4) ใบงานที่ 1.4.1 เรื่อง กฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน
- 5) ใบงานที่ 1.5.1 เรื่อง การแพร่ของแก๊ส
- 6) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง ผลของความดันและอุณหภูมิต่อปริมาตรของแก๊ส
- 7) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง การแพร่ของแก๊สแอมโมเนียและแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์
- 8) PowerPoint เรื่อง ความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส
- 9) PowerPoint เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก
- 10) PowerPoint เรื่อง กฎของอาโวกาโดรและกฎรวมแก๊ส
- 11) PowerPoint เรื่อง กฎแก๊สอุดมคติและกฎความดันย่อยของดอลตัน
- 12) PowerPoint เรื่อง การแพร่ของแก๊สและกฎการแพร่ของเกรแฮม
- 13) วิดีทัศน์เกี่ยวกับความดันและปริมาตร
จาก <https://www.youtube.com/watch?v=eR49g3ubTBg>
- 14) วิดีทัศน์เกี่ยวกับอุณหภูมิและปริมาตร
จาก <https://www.youtube.com/watch?v=NplVuTrr59U>
- 15) วิดีทัศน์เกี่ยวกับความดันและอุณหภูมิ
จาก <https://www.youtube.com/watch?v=N6DZRI3s>

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- เมื่อใดที่แก๊สจริงจะประพฤติตัวเหมือนแก๊สในอุดมคติ
 - อุณหภูมิต่ำ ความดันต่ำ
 - อุณหภูมิต่ำ ความดันสูง
 - อุณหภูมิสูง ความดันต่ำ
 - อุณหภูมิสูง ความดันสูง
 - แก๊สจริงไม่สามารถประพฤติตัวเหมือนแก๊สในอุดมคติได้
- กฎของบอยล์มีใจความว่าอย่างไร
 - เมื่ออุณหภูมิและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผกผันกับความดัน
 - เมื่ออุณหภูมิและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับความดัน
 - เมื่อความดันและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผกผันกับอุณหภูมิ
 - เมื่อความดันและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ
 - เมื่อปริมาตรและมวลของแก๊สคงที่ ความดันของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ
- กฎของชาร์ลสรุปเป็นสูตรได้อย่างไร

ก. $V_1 T_1 = V_2 T_2$	ข. $P_1 V_1 = P_2 T_2$	
ค. $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$	ง. $\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$	จ. $\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$
- เมื่ออุณหภูมิของแก๊สสูงขึ้น แก๊สที่มีมวลเท่ากันจะมีความดันและปริมาตรเป็นอย่างไร
 - ความดันสูงขึ้น แต่ปริมาตรลดลง
 - ความดันต่ำลง และปริมาตรลดลง
 - ความดันต่ำลง แต่ปริมาตรเพิ่มขึ้น
 - ความดันสูงขึ้น และปริมาตรเพิ่มขึ้น
 - อุณหภูมิไม่มีผลต่อความดันและปริมาตรของแก๊ส
- แก๊ส N_2 จำนวน 44.8 ลิตร ที่ STP จะหนักกี่กรัม

ก. 28	ข. 56	ค. 84	ง. 112	จ. 140
-------	-------	-------	--------	--------
- แก๊สชนิดหนึ่งมีความดัน a บรรยากาศ ที่อุณหภูมิเดียวกัน แต่มีปริมาตรเพิ่มเป็น 2 เท่าของปริมาตรเดิม แก๊สนี้จะมีความดันกี่บรรยากาศ

ก. $\frac{a}{4}$	ข. $\frac{a}{2}$	ค. a	ง. $2a$	จ. $4a$
------------------	------------------	--------	---------	---------

7. จงเรียงลำดับอัตราการแพร่ของแก๊ส H_2 CH_4 O_2 NH_3 จากเร็วไปช้า

ก. $O_2 > NH_3 > CH_4 > H_2$

ข. $H_2 > CH_4 > NH_3 > O_2$

ค. $CH_4 > NH_3 > H_2 > O_2$

ง. $NH_3 > CH_4 > O_2 > H_2$

จ. $H_2 > CH_4 > NH_3 > O_2$

8. อัตราการแพร่ของแก๊ส A จะเป็นกี่เท่าของอัตราการแพร่ของแก๊ส B ถ้าแก๊ส A มีมวลมากกว่าแก๊ส B 4 เท่า

ก. $\frac{1}{4}$

ข. $\frac{1}{2}$

ค. 2

ง. 4

จ. 8

9. แก๊สผสมระหว่างแก๊ส N_2 2 โมล และแก๊ส O_2 1 โมล ในถัง 5 ลิตร ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส แก๊ส N_2 จะมีความดันย่อยกี่บรรยากาศ

ก. 5.09

ข. 10.18

ค. 15.27

ง. 20.36

จ. 30.54

10. ข้อใดคือประโยชน์ของไนโตรเจนเหลว

ก. ทำไอศกรีม

ข. แช่แข็งอาหาร

ค. สกัดสารจากสมุนไพร

ค. แช่แข็งเซลล์ไขกระดูก

จ. ใช้ทำหมอกควันในการแสดงบนเวที

เฉลย	1. ง	2. ก	3. ค	4. ง	5. ข	6. ข	7. จ	8. ข	9. ข	10. ง
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------

แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับแก๊สสมบูรณ์

- ก. ไม่เกิดการควบแน่น
ข. ไม่มีแรงกระทำต่อกัน
ค. เกิดการชนแบบยืดหยุ่น
ง. ขนาดเล็กมากจนถือว่าไม่มีปริมาตร
จ. มีปริมาตรเท่ากับปริมาตรภาชนะลบปริมาตรแก๊ส

2. กฎของบอยล์สรุปเป็นสูตรได้อย่างไร

- ก. $P_1V_1 = P_2V_2$
ข. $P_1T_1 = P_2T_2$
ค. $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$
ง. $\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$
จ. $\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$

3. กฎของชาร์ลส์มีใจความว่าอย่างไร

- ก. เมื่อความดันและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผกผันกับอุณหภูมิเคลวิน
ข. เมื่อความดันและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิเคลวิน
ค. เมื่อความดันและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิองศาเซลเซียส
ง. เมื่อความดันและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิองศาเซลเซียส
จ. เมื่อความดันและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิองศาฟาเรนไฮต์

4. ข้อสรุปใดเกี่ยวกับแก๊สถูกต้อง

- ก. เมื่อ T และ m คงที่ เมื่อ V สูงขึ้น P จะสูงขึ้น
ข. เมื่อ T และ m คงที่ เมื่อ V ต่ำลง P จะต่ำลง
ค. เมื่อ P และ m คงที่ เมื่อ T สูงขึ้น V จะลดลง
ง. เมื่อ V และ m คงที่ เมื่อ T สูงขึ้น P จะลดลง
จ. เมื่อ V และ m คงที่ เมื่อ T สูงขึ้น P จะสูงขึ้น

5. แก๊ส O_2 มวล 32 กรัม จะมีปริมาตรกี่ลิตร ที่ STP

- ก. 2.24 ข. 11.2 ค. 22.4 ง. 44.8 จ. 56.2

6. แก๊สชนิดหนึ่งมีปริมาตร x ลิตร ที่อุณหภูมิเดียวกัน แก๊สชนิดหนึ่งที่มีปริมาตรเท่าใด ถ้าความดันลงครึ่งหนึ่ง จากความดันเดิม

- ก. $\frac{x}{4}$ ข. $\frac{x}{2}$ ค. x ง. 2x จ. 4x

7. จงเรียงลำดับอัตราการแพร่ของแก๊ส N_2 SO_2 HCl CO_2 จากช้าไปเร็ว

- ก. $N_2 < HCl < CO_2 < SO_2$
ข. $SO_2 < CO_2 < HCl < N_2$
ค. $SO_2 < CO_2 < N_2 < HCl$
ง. $N_2 < SO_2 < CO_2 < HCl$
จ. $CO_2 < N_2 < HCl < SO_2$

8. ถ้าแก๊ส X แพร่ได้เร็วกว่าแก๊ส Y 3 เท่า แก๊ส X จะมีมวลเป็นกี่เท่าของแก๊ส Y

ก. $\frac{1}{9}$

ข. $\frac{1}{3}$

ค. 1

ง. 3

จ. 9

9. แก๊สผสมระหว่างแก๊ส N_2 2 โมล และแก๊ส O_2 1 โมล ในถัง 5 ลิตร ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส แก๊ส O_2 จะมีความดันย่อยกี่บรรยากาศ

ก. 5.09

ข. 10.18

ค. 15.27

ง. 20.36

จ. 30.54

10. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของน้ำแข็งแห้ง

ก. ทำไอศกรีม

ข. แช่แข็งอาหาร

ค. สกัดสารจากสมุนไพร

ง. ทำความสะอาดเครื่องจักร

จ. ใช้ทำหมอกควันในการแสดงบนเวที

เฉลย	1. ง	2. ก	3. ข	4. จ	5. ค	6. ง	7. ข	8. ก	9. ก	10. ก
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------

แบบประเมินการปฏิบัติการ แผนฯ ที่ 2,5

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินการปฏิบัติการของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
		4	3	2	1
1	การออกแบบการทดลอง				
2	การดำเนินการทดลอง				
3	การนำเสนอ				
รวม					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การประเมินการปฏิบัติการ

ประเด็นที่ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. การออกแบบ การทดลอง	เข้าใจปัญหา ตั้งสมมติฐานได้ สอดคล้องกับปัญหา ออกแบบการทดลอง และใช้เทคนิควิธีถูกต้อง แสดงถึงความคิดริเริ่ม	เข้าใจปัญหา ตั้งสมมติฐานได้ถูกต้อง ออกแบบการทดลอง และใช้เทคนิควิธีถูกต้อง	เข้าใจปัญหา ตั้งสมมติฐานได้ถูกต้อง ออกแบบการทดลอง และใช้เทคนิควิธียังไม่ ถูกต้อง	เข้าใจปัญหา ตั้งสมมติฐานได้ถูกต้อง ต้องอาศัยการแนะนำ ในการออกแบบการ ทดลอง
2. การดำเนิน การทดลอง	การดำเนินการทดลองมี ขั้นตอนครบถูกต้องมี การทำซ้ำ และการเก็บ ข้อมูลได้ละเอียด รอบคอบครบถ้วน ตามที่ต้องการ	การดำเนินการทดลองมี ขั้นตอนครบถ้วนถูกต้อง แต่ไม่มีการทำซ้ำ และ การเก็บข้อมูลได้ ครบถ้วนนำเสนอผล การทดลองถูกต้อง	การดำเนินการทดลองมี ขั้นตอนถูกต้องเป็นส่วน ใหญ่ และการเก็บข้อมูล ได้ครบถ้วนตามที่ ต้องการ	การดำเนินการทดลอง ไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ และการเก็บข้อมูลไม่ ครบถ้วน
3. การนำเสนอ	เหมาะสมกับลักษณะ ของข้อมูล แสดงถึง ความคิดสร้างสรรค์ใน การนำเสนอวิเคราะห์ ข้อมูลได้ครบถ้วน เหมาะสมสรุปผลการทดลอง ถูกต้องมีการนำ เหตุผลและความรู้มา อ้างอิงประกอบการ สรุป	นำเสนอข้อมูลถูกต้อง ครบถ้วน วิเคราะห์ ข้อมูลได้ครบถ้วน สรุปผลการทดลอง ถูกต้อง มีการนำเหตุผล และความรู้มาอ้างอิง ประกอบการสรุปผล การทดลอง	นำเสนอข้อมูลถูกต้อง วิเคราะห์ข้อมูลได้ ครบถ้วนนำเสนอผล การทดลองถูกต้อง	นำเสนอข้อมูลถูกต้อง วิเคราะห์ข้อมูลไม่ ครบถ้วน สรุปผลการ ทดลองไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

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

แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินผลงาน/ชิ้นงานของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
		4	3	2	1
1	ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนด				
2	ความถูกต้องของเนื้อหา				
3	ความคิดสร้างสรรค์				
4	ความเป็นระเบียบ				
รวม					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์ประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ผลงานตรงกับจุดประสงค์ที่กำหนด	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์ทุกประเด็น	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เป็นส่วนใหญ่	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์บางประเด็น	ผลงานไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
2. ผลงานมีความถูกต้องของเนื้อหา	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องครบถ้วน	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นบางประเด็น	เนื้อหาสาระของผลงานไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
3. ผลงานมีความคิดสร้างสรรค์	ผลงานแสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์แปลกใหม่และเป็นระบบ	ผลงานมีแนวคิดแปลกใหม่แต่ยังไม่เป็นระบบ	ผลงานมีความน่าสนใจ แต่ยังไม่มีแนวคิดแปลกใหม่	ผลงานไม่แสดงแนวคิดใหม่
4. ผลงานมีความเป็นระเบียบ	ผลงานมีความเป็นระเบียบแสดงออกถึงความประณีต	ผลงานส่วนใหญ่มีความเป็นระเบียบแต่ยังมีข้อบกพร่องเล็กน้อย	ผลงานมีความเป็นระเบียบ แต่มีข้อบกพร่องบางส่วน	ผลงานส่วนใหญ่ไม่เป็นระเบียบและมีข้อบกพร่องมาก

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

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

แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	ความถูกต้องของเนื้อหา	☐	☐	☐
2	ความคิดสร้างสรรค์	☐	☐	☐
3	วิธีการนำเสนอผลงาน	☐	☐	☐
4	การนำไปใช้ประโยชน์	☐	☐	☐
5	การตรงต่อเวลา	☐	☐	☐
รวม				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

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

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

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

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	การแสดงความคิดเห็น	☐	☐	☐
2	การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	☐	☐	☐
3	การทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	☐	☐	☐
4	ความมีน้ำใจ	☐	☐	☐
5	การตรงต่อเวลา	☐	☐	☐
รวม				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

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

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

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

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล ของนักเรียน	การแสดงความ ความคิดเห็น			การ ยอมรับฟัง คนอื่น			การทำงาน ตามที่ ได้รับ มอบหมาย			ความมี น้ำใจ			การมี ส่วนร่วม ในการ ปรับปรุง ผลงาน กลุ่ม			รวม 15 คะแนน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

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

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

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

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ด้าน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	1.1 ยืนตรงเคารพธงชาติ และร้องเพลงชาติได้			
	1.2 เข้าร่วมกิจกรรมที่สร้างความสามัคคีปรองดอง และเป็น ประโยชน์ต่อโรงเรียน			
	1.3 เข้าร่วมกิจกรรมทางศาสนาที่ตนนับถือ ปฏิบัติตามหลักศาสนา			
	1.4 เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับสถาบันพระมหากษัตริย์ตามที่ โรงเรียนจัดขึ้น			
2. ซื่อสัตย์ สุจริต	2.1 ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง			
	2.2 ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้อง			
3. มีวินัย รับผิดชอบ	3.1 ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของครอบครัว มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ใน ชีวิตประจำวัน			
4. ใฝ่เรียนรู้	4.1 รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ และนำไปปฏิบัติได้			
	4.2 รู้จักจัดสรรเวลาให้เหมาะสม			
	4.3 เชื่อมโยงคำสอนของบิดา-มารดา โดยไม่ได้แย้ง			
	4.4 ตั้งใจเรียน			
5. อยู่อย่างพอเพียง	5.1 ใช้ทรัพย์สินและสิ่งของของโรงเรียนอย่างประหยัด			
	5.2 ใช้อุปกรณ์การเรียนอย่างประหยัดและรู้คุณค่า			
	5.3 ใช้จ่ายอย่างประหยัดและมีการเก็บออมเงิน			
6. มุ่งมั่นในการ ทำงาน	6.1 มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย			
	6.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ			
7. รักความเป็นไทย	7.1 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย			
	7.2 เห็นคุณค่าและปฏิบัติตามวัฒนธรรมไทย			
8. มีจิตสาธารณะ	8.1 รู้จักช่วยพ่อแม่ ผู้ปกครอง และครูทำงาน			
	8.2 รู้จักการดูแลรักษาทรัพย์สินสมบัติและสิ่งแวดล้อมของห้องเรียน และโรงเรียน			

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

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

เกณฑ์การให้คะแนน

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

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

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

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
สมบัติของแก๊ส

เวลา 1 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่าง และอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายสมบัติบางประการของแก๊สได้ (K)
2. สรุปหลักการสำคัญของทฤษฎีจลน์ของแก๊สได้ (K)
3. ใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊สในการอธิบายสมบัติของแก๊สได้ (P)
4. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สารการเรียนรู้

สมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สสามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม

4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

แก๊สประกอบด้วยอนุภาคที่มีมวลน้อย และมีขนาดเล็กมากจนถือว่าอนุภาคของแก๊สไม่มีปริมาตร โมเลกุลของแก๊สอยู่ห่างกันมากส่งผลให้แรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างโมเลกุลน้อยมาก โมเลกุลของแก๊สเคลื่อนที่อย่างอิสระด้วยอัตราเร็วคงที่ตลอดเวลาในแนวเส้นตรง สมบัติต่าง ๆ ของแก๊สสามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

6. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบการสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน และ Understanding Check เพื่อวัดความรู้เดิมของนักเรียนก่อนเข้าสู่กิจกรรม
2. ครูถามคำถามนักเรียน ดังนี้
 - กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สไว้อย่างไร
 - ทฤษฎีจลน์ของแก๊สสามารถนำมาอธิบายการแพร่ของแก๊สได้อย่างไร
 - กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮมมีความสำคัญอย่างไร
 - สมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สสามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรจากนั้นให้นักเรียนในห้องร่วมกันแสดงความคิดเห็น โดยครูยังไม่ต้องเฉลย ซึ่งเมื่อเรียนจบในเนื้อหาที่สามารถเฉลยคำถามแต่ละข้อได้ จึงให้ครูถามคำถามข้อนั้นแล้วให้นักเรียนตอบอีกครั้งหนึ่ง
3. ครูถามคำถาม ว่า “สารต่าง ๆ ที่อยู่ในสถานะแก๊สจะมีสมบัติอย่างไร” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย

(แนวตอบ : สารที่อยู่ในสถานะแก๊สจะมีรูปร่างและปริมาตรไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับภาชนะที่บรรจุ มีความหนาแน่นต่ำ และสามารถแพร่ได้)

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง สมบัติของแก๊ส จากหนังสือเรียน เคมี 3
2. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าทำเป็นรูปแบบต่าง ๆ ตามความคิดเห็นของแต่ละกลุ่ม เช่น แผนภาพ แผนผัง เขียนบรรยาย

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอเรื่องที่ได้อธิบายค้นคว้าข้อมูลและผลงานการจัดทำข้อมูลของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนที่ละกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันจนครบทุกกลุ่ม

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)
4. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง สมบัติของแก๊ส เช่น
 - 1) แก๊สมีสมบัติอย่างไร

(แนวตอบ : สารที่อยู่ในสถานะแก๊สจะมีรูปร่างและปริมาตรไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับภาชนะที่บรรจุ มีความหนาแน่นต่ำ และสามารถแพร่ได้)

- 2) เพราะเหตุใดแก๊สจึงมีรูปร่างและปริมาตรไม่แน่นอนโดยขึ้นอยู่กับภาชนะที่บรรจุ
(แนวตอบ : จากทฤษฎีจลน์ของแก๊ส กล่าวว่า โมเลกุลของแก๊สมีขนาดเล็กมากและไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกันและกัน ดังนั้น โมเลกุลของแก๊สจะแพร่กระจายเต็มพื้นที่ภาชนะที่บรรจุ)
- 3) ความหนาแน่นของแก๊สจะมีค่าเป็นอย่างไร
(แนวตอบ : จากทฤษฎีจลน์ของแก๊ส กล่าวว่า โมเลกุลของแก๊สอยู่ห่างกันมาก แรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างโมเลกุลจึงน้อยมาก ดังนั้น สารในสถานะแก๊สจึงมีความหนาแน่นต่ำ)
- 4) เพราะเหตุใดแก๊สที่มีมวลโมเลกุลแตกต่างกันจึงมีอัตราเร็วในการแพร่แตกต่างกัน
(แนวตอบ : จากทฤษฎีจลน์ของแก๊ส กล่าวว่า ที่อุณหภูมิเดียวกัน แก๊สทุกชนิดจะมีพลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากัน แต่แก๊สแต่ละชนิดจะมีมวลโมเลกุลไม่เท่ากัน ดังนั้น แก๊สแต่ละชนิดจะมีความเร็วเฉลี่ยไม่เท่ากัน แก๊สที่มีมวลโมเลกุลน้อย จะมีความเร็วเฉลี่ยมาก จึงแพร่ได้เร็วกว่าแก๊สที่มีมวลโมเลกุลมาก)

ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

5. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหาเรื่อง สมบัติของแก๊ส ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อ ๆ ไป
6. นักเรียนทำใบงานที่ 1.1.1 เรื่อง สมบัติของแก๊ส
7. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือเรียนวิชาเคมี3

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
2. ครูตรวจสอบผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 1.1.1 เรื่อง สมบัติของแก๊ส
4. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
5. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับสมบัติของแก๊ส ดังนี้
 - แก๊สประกอบด้วยอนุภาคที่มีมวลน้อย และมีขนาดเล็กมากจนถือได้ว่าอนุภาคของแก๊สไม่มีปริมาตร
 - โมเลกุลของแก๊สอยู่ห่างกันมาก ส่งผลให้แรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างโมเลกุลน้อยมาก
 - โมเลกุลของแก๊สเคลื่อนที่อย่างอิสระด้วยอัตราเร็วคงที่ตลอดเวลา ในแนวเส้นตรง
 - ที่อุณหภูมิเดียวกัน แก๊สทุกชนิดจะมีพลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากัน และแปรผันตรงกับอุณหภูมิเคลวิน
 - แก๊สอุดมคติ (ideal gas) คือ แก๊สที่ไม่่ว่าจะอยู่ในสภาวะใดก็ตามจะมีพฤติกรรมและสมบัติเป็นไปตามกฎทฤษฎีจลน์ของแก๊ส
 - แก๊สจริง (real gas) คือ แก๊สที่มีพฤติกรรมไม่เป็นไปตามกฎและทฤษฎีจลน์ของแก๊สในสภาวะปกติ
 - แก๊สที่มีมวลโมเลกุลมากจะมีความเร็วเฉลี่ยต่ำจึงแพร่ได้ช้า ส่วนแก๊สที่มีมวลโมเลกุลน้อยจะมีความเร็วเฉลี่ยสูงจึงแพร่ได้เร็ว
 - แก๊สจริงจะมีสมบัติใกล้เคียงกับแก๊สอุดมคติเมื่ออุณหภูมิสูงและความดันต่ำ

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส	- ตรวจสอบแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส	- แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส	- ประเมินตามสภาพจริง
7.2 ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) สมบัติของแก๊ส	- ตรวจใบงานที่ 1.1.1 - ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 1.1.1 - 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	- สังเกตความมีวินัย รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส
- หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส
- ใบงานที่ 1.1.1 เรื่อง สมบัติของแก๊ส

ใบงานที่ 1.1.1
เรื่อง สมบัติของแก๊ส

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. แก๊สประกอบด้วยอนุภาคที่มีมวล และมีขนาด จนถือได้ว่า อนุภาคของแก๊สไม่มี
2. โมเลกุลของแก๊สอยู่ ทำให้แรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างโมเลกุลของแก๊ส
จนถือว่าไม่มีแรงมากระทำกัน
3. โมเลกุลของแก๊สเคลื่อนที่อย่าง ในแนว ด้วยอัตราเร็ว และไม่เป็นระเบียบ จนกระทั่ง
ชนกับโมเลกุลอื่น จึงเปลี่ยนทิศทาง และ
4. โมเลกุลของแก๊สที่ชนกันเอง จะเกิดการถ่ายโอน ให้แก่กัน แต่พลังงานรวมของระบบมีค่า
เรียกว่า การชนแบบ
5. ที่อุณหภูมิเดียวกัน โมเลกุลของแก๊สแต่ละโมเลกุลจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว แต่จะมีพลังงานจลน์
เฉลี่ย
6. รูปร่างและปริมาตรของแก๊ส ขึ้นอยู่กับ และแก๊สจะมีความหนาแน่น
..... ของแข็งและของเหลว
7. แก๊สที่มีมวลโมเลกุลมาก จะมีความเร็วเฉลี่ย จึงแพร่ได้ ส่วนแก๊สที่มีมวลโมเลกุลน้อย จะมีความเร็ว
เฉลี่ย จึงแพร่ได้
8. แก๊สที่มีสมบัติเป็นไปตามทฤษฎีจลน์ของแก๊สทุกประการ เรียกว่า หรือ ส่วน
แก๊สที่ไม่เป็นไปตามทฤษฎีจลน์ เรียกว่า
9. แก๊สจริงจะมีสมบัติใกล้เคียงกับแก๊สสมบูรณ์ เมื่ออุณหภูมิ และความดัน
10. ระบุลักษณะของแก๊สจริงและแก๊สสมบูรณ์ลงในตารางให้ถูกต้อง

ลักษณะ	แก๊สจริง	แก๊สสมบูรณ์
ขนาดของโมเลกุล	ขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับระยะห่าง ระหว่างโมเลกุล	
ปริมาตร	ปริมาตรภาชนะ – ปริมาตรแก๊ส	
แรงระหว่างโมเลกุล		ไม่มีแรงกระทำต่อกัน
ลักษณะการชน		การชนแบบยืดหยุ่น
การควบแน่น		ไม่เกิด

ใบงานที่ 1.1.1
เรื่อง สมบัติของแก๊ส

เฉลย

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. แก๊สประกอบด้วยอนุภาคที่มีมวล **น้อย** และมีขนาด **เล็กมาก** จนถือว่า อนุภาคของแก๊สไม่มี **ปริมาตร**
2. โมเลกุลของแก๊สอยู่ **ห่างกันมาก** ทำให้แรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างโมเลกุลของแก๊ส **น้อยมาก** จนถือว่าไม่มีแรงมากระทำกัน
3. โมเลกุลของแก๊สเคลื่อนที่อย่าง **รวดเร็ว** ในแนว **เส้นตรง** ด้วยอัตราเร็ว **คงที่** และไม่เป็นระเบียบ จนกระทั่งชนกับโมเลกุลอื่น จึงเปลี่ยนทิศทาง และ **อัตราเร็ว**
4. โมเลกุลของแก๊สที่ชนกันเอง จะเกิดการถ่ายโอน **พลังงานความร้อน** ให้แก่กัน แต่พลังงานรวมของระบบมีค่า **คงที่** เรียกว่า การชนแบบ **ยืดหยุ่น**
5. ที่อุณหภูมิเดียวกัน โมเลกุลของแก๊สแต่ละโมเลกุลจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว **ไม่เท่ากัน** แต่จะมีพลังงานจลน์เฉลี่ย **เท่ากัน**
6. รูปร่างและปริมาตรของแก๊ส **ไม่แน่นอน** ขึ้นอยู่กับ **ภาชนะที่บรรจุ** และแก๊สจะมีความหนาแน่น **ต่ำกว่า** ของแข็งและของเหลว
7. แก๊สที่มีมวลโมเลกุลมาก จะมีความเร็วเฉลี่ย **ต่ำ** จึงแพร่ได้ **ช้า** ส่วนแก๊สที่มีมวลโมเลกุลน้อย จะมีความเร็วเฉลี่ย **สูง** จึงแพร่ได้ **เร็ว**
8. แก๊สที่มีสมบัติเป็นไปตามทฤษฎีจลน์ของแก๊สทุกประการ เรียกว่า **แก๊สสมบูรณ์** หรือ **แก๊สในอุดมคติ** ส่วนแก๊สที่ไม่เป็นไปตามทฤษฎีจลน์ เรียกว่า **แก๊สจริง**
9. แก๊สจริงจะมีสมบัติใกล้เคียงกับแก๊สสมบูรณ์ เมื่ออุณหภูมิ **สูง** และความดัน **ต่ำ**
10. ระบุลักษณะของแก๊สจริงและแก๊สสมบูรณ์ลงในตารางให้ถูกต้อง

ลักษณะ	แก๊สจริง	แก๊สสมบูรณ์
ขนาดของโมเลกุล	ขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับระยะห่างระหว่างโมเลกุล	ขนาดเล็กมาก จนถือว่าไม่มีปริมาตร
ปริมาตร	ปริมาตรภาชนะ – ปริมาตรแก๊ส	เท่ากับภาชนะที่บรรจุ
แรงระหว่างโมเลกุล	แรงแวนเดอร์วาลส์	ไม่มีแรงกระทำต่อกัน
ลักษณะการชน	การชนแบบไม่ยืดหยุ่น	การชนแบบยืดหยุ่น
การควบแน่น	เกิดได้ เมื่อลดอุณหภูมิ	ไม่เกิด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
ความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส

เวลา 2 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

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

3. สาระการเรียนรู้

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

4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ความดันและอุณหภูมิมิมีผลต่อปริมาตรของแก๊ส โดยเมื่ออุณหภูมิและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผกผันกับความดัน และเมื่อความดันและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

6. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบการสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูถามคำถาม ว่า “ปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิหมายถึงอะไร” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย

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

2. ครูถามคำถามว่า “นักเรียนคิดว่าปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สมีความสัมพันธ์กันหรือไม่อย่างไร” แล้วให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม โดยครูยังไม่ต้องเฉลยคำตอบ

3. ครูเปิดสื่อการสอนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สจากแหล่งข้อมูลสารสนเทศให้นักเรียนดู ดังนี้

- วิดีทัศน์เกี่ยวกับความดันและปริมาตร

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

- วิดีทัศน์เกี่ยวกับอุณหภูมิและปริมาตร

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

- วิดีทัศน์เกี่ยวกับความดันและอุณหภูมิ

จาก <https://www.youtube.com/watch?v=N6DZRIStK3s>

4. เมื่อนักเรียนดูวิดีโอทัศน์จบครูสนทนาซักถามนักเรียนเกี่ยวกับวิดีโอทัศน์ที่ได้ดู ดังนี้

- เมื่อนำลูกโป่งใส่ลงไปใ้ในกระบอกฉีดยา แล้วปรับก้านกระบอกฉีดยา ลูกโป่งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(แนวตอบ : เมื่อดึงก้านกระบอกฉีดยาขึ้นลูกโป่งมีขนาดเล็กลง และเมื่อกดก้านกระบอกฉีดยาลงลูกโป่งมีขนาดใหญ่ขึ้น)

- ความดันที่เปลี่ยนไปมีผลต่อปริมาตรเมื่ออุณหภูมิคงที่หรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : ความดันมีผลต่อปริมาตรของแก๊สเมื่ออุณหภูมิคงที่ เพราะเมื่อเพิ่มความดันให้กับอากาศในกระบอกฉีดยาปริมาตรของอากาศลดลงทำให้ลูกโป่งขนาดเล็กลง เมื่อลดความดันลงปริมาตรของอากาศเพิ่มขึ้นทำให้ลูกโป่งขนาดใหญ่ขึ้น)

- เมื่อนำลูกโป่งใส่ลงไปใ้ในบีกเกอร์ที่มีน้ำร้อน ลูกโป่งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(แนวตอบ : ลูกโป่งมีขนาดใหญ่ขึ้น)

- เมื่อนำลูกโป่งใส่ไปในตู้แช่แข็งที่มีอุณหภูมิต่ำ ลูกโป่งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(แนวตอบ : ลูกโป่งมีขนาดเล็กลง)

- อุณหภูมิที่เปลี่ยนไปมีผลต่อปริมาตรเมื่อความดันคงที่หรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : อุณหภูมิมีผลต่อปริมาตรของแก๊สเมื่อความดันคงที่ เพราะเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นปริมาตรของอากาศจะเพิ่มขึ้น และเมื่ออุณหภูมิต่ำลงปริมาตรของอากาศจะลดลง)

- อุณหภูมิที่เปลี่ยนไปมีผลต่อความดันเมื่อปริมาตรคงที่หรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : อุณหภูมิมีผลต่อความดันของแก๊สเมื่อปริมาตรคงที่ เพราะเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นความดันจะเพิ่มขึ้น และเมื่ออุณหภูมิต่ำลงความดันจะลดลง)

จากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง ความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 หรือจาก PowerPoint เรื่อง ความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน อุณหภูมิของแก๊ส
2. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียน 2 คน ออกมาอธิบายสาระสำคัญของเรื่องที่ได้อ่านไปให้เพื่อนฟังหน้าชั้นเรียน จนเกิดความเข้าใจตรงกัน

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการนำเสนอหน้าชั้น)

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

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

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการนำเสนอหน้าชั้น)
7. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้
 - 1) เมื่อปริมาตรของแก๊สในกระบอกฉีดยาลดลง เพราะเหตุใดความดันของแก๊สจึงเพิ่มขึ้น
(แนวตอบ : เนื่องจากเมื่อปริมาตรของแก๊สลดลง โมเลกุลของแก๊สจะอยู่ใกล้กันมากขึ้น ส่งผลให้โมเลกุลของแก๊สชนกันเอง และชนผนังภาชนะมากขึ้น ความดันของแก๊สจึงเพิ่มขึ้น)

2) ถ้านำกระบอกฉีดยาไปจุ่มในน้ำเดือด ปริมาตรของน้ำในกระบอกฉีดยาจะมากหรือน้อยกว่า

เมื่อนำกระบอกฉีดยาไปจุ่มในน้ำอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เพราะเหตุใด

(แนวตอบ : ปริมาตรของน้ำในกระบอกฉีดยาจะน้อยกว่า เนื่องจากเมื่อนำกระบอกฉีดยาไปจุ่มในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่า จะทำให้โมเลกุลของแก๊สในกระบอกฉีดยามีความดันสูงกว่า จึงดันน้ำออกจากกระบอกฉีดยามากกว่า ปริมาตรของน้ำจึงน้อยกว่า)

3) จากการทดลองนี้มีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของแก๊ส

(แนวตอบ : ความดันและอุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของแก๊ส

การทดลองตอนที่ 1 อากาศมีอุณหภูมิคงที่เท่ากับอุณหภูมิห้อง เมื่อเพิ่มความดันให้กับอากาศในกระบอกฉีดยา ปริมาตรของอากาศลดลง เมื่อลดความดันลง ปริมาตรของอากาศเพิ่มขึ้น แสดงว่าความดันมีผลต่อปริมาตรของแก๊สเมื่ออุณหภูมิคงที่

การทดลองตอนที่ 2 จากผลการทดลองพบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาตรของอากาศจะเพิ่มขึ้นและเมื่ออุณหภูมิต่ำลง ปริมาตรของอากาศจะลดลง ซึ่งสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงระดับของน้ำในกระบอกฉีดยา แสดงว่าอุณหภูมิมีผลต่อปริมาตรของแก๊สเมื่อความดันคงที่)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

8. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง ความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดันและ

อุณหภูมิของแก๊ส ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อ ๆ ไป

9. นักเรียนตอบคำถามท้ายการทดลอง จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

2. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง ผลของความดันและอุณหภูมิต่อปริมาตรของแก๊ส

3. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส ดังนี้

- เมื่ออุณหภูมิและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผกผันกับความดัน
- เมื่อความดันและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ
- เมื่อปริมาตรและมวลของแก๊สคงที่ ความดันของแก๊สแปรผันตรงกับอุณหภูมิ

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) การทดลองเรื่องผลของความดันและอุณหภูมิต่อปริมาตรของแก๊ส	- ประเมินการปฏิบัติ การ	- แบบประเมินการปฏิบัติ การ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอ ผลงาน	- แบบประเมินการเสนอ ผลงาน	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส
- PowerPoint เรื่อง ความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส
- วิดีโอเกี่ยวกับความดันและปริมาตร
จาก <https://www.youtube.com/watch?v=eR49g3ubTBg>
- วิดีโอเกี่ยวกับอุณหภูมิและปริมาตร
จาก <https://www.youtube.com/watch?v=NplVuTrr59U>
- วิดีโอเกี่ยวกับความดันและอุณหภูมิ
จาก <https://www.youtube.com/watch?v=N6DZRIStK3s>
- วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่องผลของความดันและอุณหภูมิต่อปริมาตรของแก๊ส

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก

เวลา 3 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับความดันของแก๊ส เมื่อมวลและอุณหภูมิคงที่ได้ (K)
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับอุณหภูมิของแก๊ส เมื่อมวลและความดันคงที่ได้ (K)
3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับอุณหภูมิของแก๊ส เมื่อมวลและปริมาตรคงที่ได้ (K)
4. คำนวณหาปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล่านั้นตามกฎต่าง ๆ ของแก๊สได้ (P)
5. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สารการเรียนรู้

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

4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก สามารถใช้อธิบายพฤติกรรมของแก๊ส และใช้คำนวณและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ได้

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

6. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบการสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

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

- วิดีทัศน์เกี่ยวกับความดันและปริมาตร

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

- วิดีทัศน์เกี่ยวกับอุณหภูมิและปริมาตร

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

- วิดีทัศน์เกี่ยวกับความดันและอุณหภูมิ

จาก <https://www.youtube.com/watch?v=N6DZRIStK3s>

3. เมื่อนักเรียนดูวิดีโอทัศน์จบครูสนทนากลุ่มทบทวนนักเรียนเกี่ยวกับวิดีโอทัศน์ที่ได้ดูดังนี้

- 1) ความดันและปริมาตรของแก๊สมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

(แนวตอบ : ความดันมีผลต่อปริมาตรของแก๊สเมื่ออุณหภูมิคงที่ เพราะเมื่อเพิ่มความดันให้กับอากาศในกระบอกฉีดยา ปริมาตรของอากาศลดลงทำให้ลูกโป่งขนาดเล็กลง เมื่อลดความดันลง ปริมาตรของอากาศเพิ่มขึ้นทำให้เราเห็นลูกโป่งขนาดใหญ่ขึ้น)

- 2) อุณหภูมิและปริมาตรของแก๊สมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

(แนวตอบ : อุณหภูมิมีผลต่อปริมาตรของแก๊สเมื่อความดันคงที่ เพราะเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาตรของอากาศจะเพิ่มขึ้นทำให้ลูกโป่งขนาดใหญ่ขึ้น และเมื่ออุณหภูมิต่ำลง ปริมาตรของอากาศจะลดลงทำให้ลูกโป่งมีขนาดเล็กลง)

- 3) อุณหภูมิและความดันของแก๊สมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

(แนวตอบ : อุณหภูมิมีผลต่อความดันของแก๊สเมื่อปริมาตรคงที่ เพราะเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ความดันจะเพิ่มขึ้น และเมื่ออุณหภูมิต่ำลง ความดันจะลดลง)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับ เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก จากหนังสือเรียนวิชา เคมี3หรือจากPowerPoint เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการศึกษาจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน
2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มฝึกการคำนวณเกี่ยวกับกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก จากตัวอย่างใน PowerPoint

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

3. ครูสุ่มนักเรียน 3 กลุ่ม ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้องโดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการนำเสนอหน้าชั้น)

4. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก เช่น

- 1) ถ้าเปลี่ยนความดันเป็นหลาย ๆ ค่า ปริมาตรของแก๊สจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(แนวตอบ : เมื่อความดันเปลี่ยนแปลง ปริมาตรของแก๊สก็จะเปลี่ยนแปลงไป โดยถ้าเพิ่มความดัน ปริมาตรของแก๊สจะลดลง แต่ถ้าลดความดัน ปริมาตรของแก๊สจะเพิ่มขึ้น)

- 2) จากกฎของบอยล์ จะสรุปความสัมพันธ์ของความดันและปริมาตรของแก๊สได้อย่างไร

(แนวตอบ : เมื่ออุณหภูมิและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผกผันกับความดัน)

- 3) ถ้าเปลี่ยนอุณหภูมิเป็นหลาย ๆ ค่า ปริมาตรของแก๊สจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(แนวตอบ : เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง ปริมาตรของแก๊สก็จะเปลี่ยนแปลงไป โดยถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาตรของแก๊สจะเพิ่มขึ้น แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำลง ปริมาตรของแก๊สจะลดลง)

- 4) จากกฎของชาร์ล จะสรุปความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและปริมาตรของแก๊สได้อย่างไร

(แนวตอบ : เมื่อความดันและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ)

- 5) ถ้าเปลี่ยนอุณหภูมิเป็นหลาย ๆ ค่า ความดันของแก๊สจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(แนวตอบ : เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง ความดันของแก๊สก็จะเปลี่ยนแปลงไป โดยถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น ความดันของแก๊สจะเพิ่มขึ้น แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำลง ความดันของแก๊สจะลดลง)

- 6) จากกฎของเกย์-ลูสแซก จะสรุปความสัมพันธ์ของความดันและปริมาตรของแก๊สได้อย่างไร

(แนวตอบ : เมื่อปริมาตรและมวลของแก๊สคงที่ ความดันของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ)

ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

4. 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 ส่งผลให้อาหารที่ทำในหม้ออัดความดันจึงสุกได้เร็วขึ้น การเผากระป๋องสเปรย์ซึ่งทำให้เกิดการระเบิด การเจาะรูพลาสติกก่อนอุ่นอาหารด้วยไมโครเวฟ

6. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซกที่พบได้ในชีวิตประจำวัน

(แนวตอบ : ยกตัวอย่างกฎของบอยล์ เช่น การพองตัวของถุงอาหารเมื่ออยู่บนภูเขา อาการหุ้อือเมื่อขึ้นที่สูงยกตัวอย่างกฎของชาร์ล เช่น การขยายตัวของยางรถยนต์เมื่อวิ่งไปบนถนน การขยายตัวของบอลลูกยกตัวอย่างกฎของเกย์-ลูสแซก เช่น การเผากระป๋องสเปรย์ซึ่งทำให้เกิดการระเบิด การเจาะรูพลาสติกก่อนอุ่นอาหารด้วยไมโครเวฟ)

7. ครูถามคำถาม BIG QUESTION จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 อีกครั้ง ดังนี้

• กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สไว้อย่างไร

(แนวตอบ : กฎของบอยล์ กล่าวว่า เมื่ออุณหภูมิและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผกผันกับความดันของแก๊สนั้น ๆ กฎของชาร์ล กล่าวว่า เมื่อความดันและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิเคลวิน กฎของเกย์-ลูสแซก กล่าวว่า เมื่อปริมาตรและมวลของแก๊สคงที่ ความดันของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิเคลวิน)

8. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก โดยครูคอยเสริมความรู้ จนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

9. นักเรียนทำใบงานที่ 1.3.1 เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก

10. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือเรียนวิชาเคมี 3

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 1.3.1 เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
4. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก ดังนี้
 - เมื่ออุณหภูมิและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผกผันกับความดัน
 - เมื่อความดันและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ
 - เมื่อปริมาตรและมวลของแก๊สคงที่ ความดันของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
1) กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก	- ตรวจใบงานที่ 1.3.1 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 1.3.1 - 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	- สังเกตความมีวินัย รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส
- 3) PowerPoint เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก

4) ใบงานที่ 1.3.1 เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก

5) วิดีทัศน์เกี่ยวกับความดันและปริมาตร

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

6) วิดีทัศน์เกี่ยวกับอุณหภูมิและปริมาตร

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

7) วิดีทัศน์เกี่ยวกับความดันและอุณหภูมิ

จาก <https://www.youtube.com/watch?v=N6DZRiSIK3s>

ใบงานที่ 1.3.1

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)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 1.3.1

เฉลย

เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก

คำชี้แจง : :: คำนวณเกี่ยวกับกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก

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

ให้ $P_1 = x$ 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)

$T_1 = 273 + 10 = 283 \text{ K}$ $T_2 = 273 + 47 = 320 \text{ K}$

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

$$V_2 = \frac{100 \times 320}{283}$$

$$= 113.07 \text{ ลูกบาศก์เมตร}$$

นั่นคือ อากาศหายไปจากห้อง $= 113.07 - 100 = 13.07$ ลูกบาศก์เมตร

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

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กฎของอาวอกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน

เวลา 4 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

1. คำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎรวมแก๊ส
2. คำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวลของแก๊สจากความสัมพันธ์ตามกฎของอาวอกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ
3. คำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และจำนวนโมล หรือมวลของแก๊สได้ (K)
2. คำนวณหาปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวล โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล่านั้นตามกฎต่าง ๆ ของแก๊สได้ (P)
3. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ และรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สารการเรียนรู้

- ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร และจำนวนโมล หรือมวลของแก๊ส อธิบายความสัมพันธ์ได้ด้วยกฎอาวอกาโดร สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และจำนวนโมลของแก๊ส อธิบายได้ด้วยกฎแก๊สอุดมคติ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการคำนวณและการอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับจำนวน โมลของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ได้
- ในธรรมชาติ แก๊สส่วนใหญ่อยู่รวมกันเป็นแก๊สผสม ในกรณีที่แก๊สในแก๊สผสมไม่ทำปฏิกิริยากัน ความดันของแก๊สแต่ละชนิดแปรผันตามเศษส่วนโมลของแก๊ส ที่มีอยู่ในแก๊สผสมตามกฎความดันย่อยของดอลตัน

4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

เมื่อกฎของบอยล์และชาร์ลกล่าวเฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับความดันและปริมาตรกับอุณหภูมิ แต่การเปลี่ยนแปลงในธรรมชาติอาจเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน ดังนั้นจึงมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สในขณะที่มีมวลคงที่และตั้งขึ้นเป็นกฎรวมแก๊ส

กฎของอาวอกาโดรสามารถใช้คำนวณและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร และจำนวนโมล หรือมวลของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ได้

กฎแก๊สอุดมคติสามารถใช้คำนวณและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และจำนวนโมลของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ได้

แก๊สผสมที่ไม่ทำปฏิกิริยากัน ความดันของแก๊สแต่ละชนิดจะแปรผันตามเศษส่วนโมลของแก๊สที่มีอยู่ในแก๊สผสม ซึ่งเป็นไปตามกฎความดันย่อยของดอลตัน

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

6. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบการสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

- ครูถามคำถามนักเรียนว่า “นอกจากปริมาตรของแก๊สจะมีความสัมพันธ์กับความดันและอุณหภูมิของแก๊ส ปริมาตรของแก๊สยังมีความสัมพันธ์กับสิ่งใดอีกหรือไม่”
(แนวตอบ : ปริมาตรของแก๊สยังมีความสัมพันธ์กับจำนวนโมล หรือมวลของแก๊สอีกด้วย)
- จากนั้นครูเกริ่นนำว่า “การศึกษการเปลี่ยนแปลงสมบัติของแก๊สจะมีตัวแปรเข้ามาเกี่ยวข้อง 3 ตัวแปร คือ ปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สขณะที่มวลมีค่าคงที่ ซึ่งตัวแปรเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์กัน และเป็นไปตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล ซึ่งเมื่อนำกฎทั้งสองมาพิจารณาร่วมกัน จะได้ความสัมพันธ์ใหม่ เรียกว่า กฎรวมแก๊ส”

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

- ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับกฎของอาโวกาโดร และกฎรวมแก๊ส จากหนังสือเรียนรายวิชาเคมี 3 หรือจาก PowerPoint เรื่อง กฎของอาโวกาโดรและกฎรวมแก๊ส จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการศึกษาจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน
- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มฝึกการคำนวณเกี่ยวกับกฎของอาโวกาโดรและกฎรวมแก๊ส จากตัวอย่างที่ 1.14-1.17 ในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

- ครูสุ่มนักเรียน 1 กลุ่ม ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้องโดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการนำเสนอหน้าชั้น)
- 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 แก๊สใด ๆ จำนวน 1 โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลิตร)
 - 3) จากกฎของอาโวกาโดร จะสรุปความสัมพันธ์ของความดันและปริมาตรของแก๊สได้อย่างไร
(แนวตอบ : เมื่อปริมาตรและมวลของแก๊สคงที่ ความดันของแก๊สจะแปรผกผันตรงกับอุณหภูมิ)
 - 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 ถ้านำแก๊สออกซิเจนนี้ไปไว้ที่อุณหภูมิใหม่ ปรากฏว่า แก๊สออกซิเจนมีปริมาตรเพิ่มขึ้น 2 ลิตร และมีความดันเพิ่มขึ้น 2 บรรยากาศ อุณหภูมิใหม่มีค่าสูงกว่าหรือต่ำกว่าอุณหภูมิเดิม
(แนวตอบ : อุณหภูมิใหม่มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิเดิม 3 เท่า)
- (หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

5. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับกฎแก๊สอุดมคติและกฎความดันย่อยของดอลตัน จากหนังสือเรียนรายวิชาเคมี 3 หรือจาก PowerPoint เรื่อง กฎแก๊สอุดมคติและกฎความดันย่อยของดอลตัน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการศึกษาจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน
6. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มฝึกการคำนวณเกี่ยวกับกฎแก๊สอุดมคติและกฎความดันย่อยของดอลตัน จากตัวอย่างที่ 1.18-1.25 ในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

7. ครูสุ่มนักเรียน 2 กลุ่ม ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้องโดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการนำเสนอหน้าชั้น)

8. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง กฎแก๊สอุดมคติ เช่น

- 1) เมื่อพิจารณาว่าโจทย์ถามหามวล หรือจำนวนโมลสามารถใช้ความสัมพันธ์ในสมการใดในการคำนวณหาค่าต่าง ๆ

(แนวตอบ : • ถ้ามวลของแก๊สคงที่ให้คำนวณโดยใช้สูตร $PV = nRt$

• ถ้ามวลของแก๊สเปลี่ยนแปลง ให้คำนวณโดยใช้สูตร $\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$)

- 2) เมื่อพิจารณาว่าโจทย์ไม่ได้ถามหามวล หรือจำนวนโมลสามารถใช้ความสัมพันธ์ในสมการใดในการคำนวณหาค่าต่าง ๆ

(แนวตอบ : ให้คำนวณโดยใช้กฎรวมแก๊ส ดังนี้ $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$

• ถ้าอุณหภูมิคงที่ให้คำนวณโดยใช้กฎของบอยล์ ดังนี้ $P_1 V_1 = P_2 V_2$

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

• ถ้าปริมาตรคงที่ให้คำนวณโดยใช้กฎของเกย์-ลูสแซก ดังนี้ $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

9. ครูยกตัวอย่างโจทย์เกี่ยวกับกฎความดันย่อยของดอลตัน โดยครูเขียนโจทย์และแสดงวิธีทำให้นักเรียนดูบนกระดาน ดังนี้

ในภาชนะขนาด 2.3 ลิตร บรรจุแก๊ส H_2 จำนวน 0.174 กรัม และแก๊ส N_2 1.365 กรัม บรรจุอยู่ที่ 0 องศาเซลเซียส จงคำนวณเศษส่วนโมล ความดันย่อยของแก๊สทั้งสอง และความดันรวม เมื่อถือว่าแก๊สทั้งสองชนิดเป็นแก๊สสมบูรณ์แบบ

วิธีทำ $T = 273 + 0 = 273 \text{ K}$

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

$$P_{H_2} = \frac{0.174 \times 0.0821 \times 273}{2 \times 2.3} = 0.85 \text{ atm}$$

$$P_{N_2} = \frac{1.365 \times 0.0821 \times 273}{28 \times 2.3} = 0.48 \text{ atm}$$

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

$$X_{H_2} = \frac{P_{H_2}}{P_{\text{รวม}}} = \frac{0.85}{1.33} = 0.64$$

$$X_{N_2} = \frac{P_{N_2}}{P_{\text{รวม}}} = \frac{0.48}{1.33} = 0.36$$

ดังนั้น มวลโมเลกุลของ H_2 และ N_2 เท่ากับ 2 และ 28 ตามลำดับ

ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

10. ครูยกตัวอย่างปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับกฎของอาโวกาโดร เช่น การสูบลมล้อรถจักรยานจะอาศัยหลักตามกฎของอาโวกาโดร คือ เมื่อสูบลมเข้าไปในล้อรถจักรยาน ทำให้ในล้อรถจักรยานมีโมเลกุลของแก๊สเพิ่มมากขึ้น ปริมาตรของแก๊สจึงเพิ่มขึ้น ล้อรถจึงหายแบน
11. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างกฎของอาโวกาโดรที่พบได้ในชีวิตประจำวัน
(แนวตอบ : ยกตัวอย่างเช่น การเป่าลูกโป่งทำให้ลูกโป่งมีขนาดใหญ่ขึ้น การหายใจมีผลต่อปริมาตรของช่องอก)
12. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้กฎแก๊สอุดมคติในชีวิตประจำวัน เช่น
 - เมื่อเขย่าขวดแชมเปญสักพักหนึ่ง จากนั้นดันฝาजूให้หลวมขึ้นเล็กน้อย จะทำให้ฝาजूกระเด็นออกไปได้ เนื่องจากเมื่อเขย่าขวดแชมเปญจะทำให้แก๊สที่ละลายอยู่ในของเหลว กลายเป็นแก๊สอยู่เหนือของเหลวมากขึ้น ทำให้ความดันของแก๊สเหนือของเหลวมีค่ามากขึ้นด้วย ซึ่งหากเขย่าจนปริมาณแก๊สเหนือของเหลวมากพอ จะทำให้แก๊สเหนือของเหลวมีความดันมากพอที่จะดันजूขวดให้กระเด็นออกมาได้
 - เมื่อลั่นไกปืน เข็มแทงชนวนของปืนจะกระทบเข้ากับด้านท้ายของลูกกระสุนปืน ซึ่งจะทำให้ดินปืนที่ถูกบรรจุอยู่ในลูกกระสุนปืนเกิดการเผาไหม้ ซึ่งทำให้เกิดแก๊สและความร้อนขึ้นเป็นจำนวนมาก ความดันที่กระทำต่อหัวกระสุนจึงมีค่าเพิ่มขึ้นมหาศาล จนดันให้หัวกระสุนแล่นออกจากกระบอกปืนได้
13. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตันโดยครูคอยเสริมความรู้จนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน
14. นักเรียนทำใบงานที่ 1.4.1 เรื่อง กฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน
15. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือรายวิชาเคมี 3

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 1.4.1 เรื่อง กฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
4. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับกฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน ดังนี้
 - ที่ความดันและอุณหภูมิของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับจำนวนโมเลกุลหรือจำนวนโมลของแก๊สนั้น

- ถ้ามวลของแก๊สคงที่ให้คำนวณโดยใช้สูตร $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$
- ถ้ามวลของแก๊สไม่คงที่ให้คำนวณโดยใช้สูตร $\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$
- สำหรับแก๊สจำนวน n โมล จะได้ความสัมพันธ์ $PV = nRt$
- เมื่อ $\frac{n}{V}$ มีค่าเท่ากับความเข้มข้น (C) จะได้ความสัมพันธ์ $P = CRT$
- เมื่อ $n = \frac{g}{M}$ คือ มวลโมเลกุล จะได้ความสัมพันธ์ $PM = \frac{g}{V}RT$

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) กฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน	- ตรวจใบงานที่ 1.4.1 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 1.4.1 - 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	- สังเกตความมีวินัย รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเคมี 3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส
- 3) PowerPoint เรื่อง กฎของอาโวกาโดรและกฎรวมแก๊ส

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส

แผนฯ ที่ 4 กฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน

- 4) PowerPoint เรื่อง กฎแก๊สอุดมคติและกฎความดันย่อยของดอลตัน
- 5) ใบงานที่ 1.4.1 เรื่อง กฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน

ใบงานที่ 1.4.1

เรื่อง กฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน

คำชี้แจง : คำนวนเกี่ยวกับกฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน

1. แก๊สจำนวนหนึ่งอยู่ในกระบอกสูบ เมื่อความดันของแก๊สเพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่า ปริมาตรของแก๊สจะลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของเดิม อัตราส่วนระหว่างอุณหภูมิของแก๊สครั้งหลังกับครั้งแรกมีค่าเท่าใด

.....

.....

.....

2. บอลลูกเหล็กที่บรรจุแก๊สไฮโดรเจน ขณะอยู่บนพื้นดิน ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส มีปริมาตร 1.5×10^{-2} ลูกบาศก์เมตร และมีความดัน 10^5 ปาสคาล ถ้าบอลลูกลอยขึ้นไปจนอุณหภูมิของแก๊สภายในลดลงเหลือ 15 องศาเซลเซียส ความดันจะลดลงเหลือ 0.6×10^5 ปาสคาล ขณะนั้นบอลลูกจะมีปริมาตรเท่าใด

.....

.....

.....

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

.....

.....

.....

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

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 1.4.1

เฉลย

เรื่อง กฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน

คำชี้แจง : คำนวณเกี่ยวกับกฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน

1. แก๊สจำนวนหนึ่งอยู่ในกระบอกสูบ เมื่อความดันของแก๊สเพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่า ปริมาตรของแก๊สจะลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของเดิม อัตราส่วนระหว่างอุณหภูมิของแก๊สครั้งหลังกับครั้งแรกมีค่าเท่าใด

$$P_2 = 3P_1 \quad V_2 = \frac{V_1}{2}$$

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

2. บอลูนที่บรรจุแก๊สไฮโดรเจน ขณะอยู่บนพื้นดิน ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส มีปริมาตร 1.5×10^{-2} ลูกบาศก์เมตร และมีความดัน 10^5 ปาสคาล ถ้าบอลูนลอยขึ้นไปจนอุณหภูมิของแก๊สภายในลดลงเหลือ 15 องศาเซลเซียส ความดันจะลดลงเหลือ 0.6×10^5 ปาสคาล ขณะนั้นบอลูนจะมีปริมาตรเท่าใด

$$T_1 = 273 + 27 = 300 \text{ K}$$

$$T_2 = 273 + 15 = 288 \text{ K}$$

$$\begin{aligned} \frac{P_1 V_1}{T_1} &= \frac{P_2 V_2}{T_2} \\ \frac{10^5 \times 1.5 \times 10^{-2}}{300} &= \frac{0.6 \times 10^5 \times V_2}{288} \end{aligned}$$

$$V_2 = \frac{10^5 \times 1.5 \times 10^{-2} \times 288}{300 \times 0.6 \times 10^5}$$

$$= 1.44 \times 10^{-2} \text{ ลูกบาศก์เมตร}$$

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

สภาวะ STP คือ ความดัน 1 บรรยากาศ อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส

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

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

$$\frac{760 \times 1000}{273} = \frac{460 \times 3000}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{460 \times 3000 \times 273}{760 \times 1000}$$

$$= 496 \text{ เคลวิน}$$

ดังนั้น แก๊สนี้จะมีอุณหภูมิ = $496 - 273 = 223$ องศาเซลเซียส

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

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

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

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

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

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5
การแพร่ของแก๊ส

เวลา 3 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายการแพร่ของแก๊สโดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คำนวณและเปรียบเทียบอัตราการแพร่ของแก๊สโดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการแพร่ของแก๊สกับมวลโมเลกุลของแก๊สได้ (K)
2. ทำการทดลองเพื่อศึกษาการแพร่ของแก๊สได้ (P)
3. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (P)
4. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง (P)
5. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สารการเรียนรู้

แก๊สสามารถแพร่ได้ การแพร่ของแก๊สอธิบายได้ด้วยทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ที่อุณหภูมิเดียวกันแก๊สจะแพร่ได้ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับมวลโมเลกุลของแก๊ส อัตราการแพร่ของแก๊สเป็นสัดส่วนผกผันกับรากที่สองของมวลโมเลกุลของแก๊สสัมพันธ์กับกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม

4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ทฤษฎีจลน์ของแก๊สสามารถใช้อธิบายการแพร่ของแก๊สได้โดยที่อุณหภูมิเดียวกัน อัตราการแพร่ของแก๊สเป็นสัดส่วนผกผันกับรากที่สองของมวลโมเลกุลของแก๊ส ซึ่งเป็นไปตามกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

6. กิจกรรมการเรียนรู้

 แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบการสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูถามคำถามกระตุ้นนักเรียน ดังนี้

1) นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดเราจึงได้กลิ่นของน้ำหอม

(แนวตอบ : เนื่องจากโมเลกุลของน้ำหอมเกิดการแพร่ไปในอากาศมากระทบกับจมูก จึงทำให้ได้กลิ่นของน้ำหอม)

2) นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดเมื่อเปิดขวดน้ำหอมชนิดหนึ่งจะได้กลิ่นน้ำหอมภายในเวลาไม่กี่วินาที แต่เมื่อเปิดขวดน้ำหอมอีกชนิดหนึ่งอาจจะใช้เวลานานจึงจะได้กลิ่น

(แนวตอบ : เนื่องจากน้ำหอมแต่ละชนิดอาจมีมวลโมเลกุล หรือความหนาแน่นไม่เท่ากัน ทำให้มีความสามารถในการแพร่ไม่เท่ากัน น้ำหอมบางชนิดอาจแพร่ได้เร็ว ส่วนน้ำหอมบางชนิดอาจแพร่ได้ช้า)

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

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

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วทำการทดลองเรื่อง การแพร่ของแก๊สแอมโมเนียและแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ จากหนังสือเรียนรายวิชา เคมี 3

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)

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการนำเสนอหน้าชั้น)
5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้
 - 1) นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าแก๊สแอมโมเนียและแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์สามารถแพร่ได้
(แนวตอบ : เนื่องจากมีควันและสารสีขาวเกาะอยู่ที่ผิวด้านในของหลอดแก้ว จึงทำให้ทราบว่า แก๊สแอมโมเนียและแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์เกิดการแพร่มาทำปฏิกิริยากันเกิดแอมโมเนียมคลอไรด์เกาะที่ผิวด้านในหลอดแก้ว)
 - 2) นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าแก๊สแอมโมเนียแพร่ได้เร็วกว่าแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์
(แนวตอบ : เนื่องจากตำแหน่งสีขาวที่เกิดขึ้นในหลอดแก้วค่อนข้างไปทางด้านสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมากกว่าด้านสารละลายแอมโมเนีย แสดงว่า แก๊สแอมโมเนียแพร่ได้เร็วกว่าแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์)(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

6. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยให้แต่ละคู่ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับ เรื่อง การแพร่ของแก๊ส และกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม จากหนังสือเรียนรายวิชา เคมี3 หรือจาก PowerPoint เรื่อง การแพร่ของแก๊สและกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการศึกษาจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน
7. ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันฝึกการคำนวณเกี่ยวกับกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม ในหนังสือเรียนรายวิชา เคมี3
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

8. ครูสุ่มนักเรียน 3 คู่ ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ
9. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่อง การแพร่ของแก๊ส และกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม เช่น
 - 1) การแพร่และการแพร่ผ่านของแก๊สแตกต่างกันอย่างไร
(แนวตอบ : การแพร่ของแก๊ส คือ กระบวนการที่แก๊สเคลื่อนที่จากความเข้มข้นสูงไปยังความเข้มข้นต่ำ โดยโมเลกุลของแก๊สเกิดการชนกันตลอดเวลา
การแพร่ผ่านของแก๊ส คือ กระบวนการที่แก๊สภายใต้ความดันค่าหนึ่งเคลื่อนที่ออกจากภาชนะผ่านรูเล็ก ๆ ไปยังสุญญากาศ โดยโมเลกุลของแก๊สไม่เกิดการชนกัน)
 - 2) แก๊สออกซิเจนและแก๊สไฮโดรเจน แก๊สใดจะแพร่ผ่านได้เร็วกว่ากัน เพราะเหตุใด
(แนวตอบ : แก๊สไฮโดรเจนจะแพร่ผ่านได้เร็วกว่าแก๊สออกซิเจน เพราะมีมวลโมเลกุลน้อยกว่า)

10. ครูกยกตัวอย่างโจทย์เกี่ยวกับกฎการแพร่ของเกรแฮม โดยครูเขียนโจทย์และแสดงวิธีทำให้นักเรียนดูบนกระดาน ดังนี้
- แก๊สที่มีมวลโมเลกุล 36 จะแพร่ได้เร็วหรือช้ากว่าแก๊สที่มีมวลโมเลกุล 144 กี่เท่า

วิธีทำ

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

ดังนั้น แก๊สที่มีมวลโมเลกุล 36 จะแพร่ได้เร็วกว่าแก๊สที่มีมวลโมเลกุล 144 2 เท่า

ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

11. ครูถามคำถาม ดังนี้

- ทฤษฎีจลน์ของแก๊สสามารถนำมาอธิบายการแพร่ของแก๊สได้อย่างไร
(แนวตอบ : ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส กล่าวว่า ที่อุณหภูมิเดียวกัน แก๊สทุกชนิดจะมีพลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากัน แต่มีความเร็วเฉลี่ยไม่เท่ากัน โดยที่แก๊สที่มีมวลโมเลกุลมาก จะมีความเร็วเฉลี่ยต่ำ จึงแพร่ได้ช้า ส่วนแก๊สที่มีมวลโมเลกุลน้อย จะมีความเร็วเฉลี่ยสูง จึงแพร่ได้เร็ว)
- กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮมมีความสำคัญอย่างไร
(แนวตอบ : เมื่ออุณหภูมิและความดันคงที่ อัตราการแพร่ของแก๊สใด ๆ จะแปรผกผันกับรากที่สองของมวลโมเลกุล หรือความหนาแน่นของแก๊ส)

12. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง การแพร่ของแก๊ส ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อไป

13. นักเรียนทำใบงานที่ 1.5.1 เรื่อง การแพร่ของแก๊ส

14. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือเรียนรายวิชา เคมี 3

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

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

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) การแพร่ของแก๊ส	- ตรวจใบงานที่ 1.5.1 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 1.5.1 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การทดลองเรื่อง การแพร่ของแก๊สแอมโมเนียและแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์	- 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 รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

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

ใบงานที่ 1.5.1

เรื่อง การแพร่ของแก๊ส

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. จงเรียงลำดับอัตราการแพร่ของแก๊สต่อไปนี้ He NH₃ O₂ Ne NO₂ และ N₂ จากเร็วไปช้า

.....

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

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

ใบงานที่ 1.5.1
เรื่อง การแพร่ของแก๊ส

เฉลย

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. จงเรียงลำดับอัตราการแพร่ของแก๊สต่อไปนี้ He NH₃ O₂ Ne NO₂ และ N₂ จากเร็วไปช้า

อัตราการแพร่ของ He > NH₃ > Ne > N₂ > O₂ > NO₂

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

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

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

$$\begin{aligned}\frac{V_X}{V_Y} &= \sqrt{\frac{d_Y}{d_X}} \\ \frac{\frac{s_X}{t_X}}{V_Y} &= \sqrt{\frac{d_X}{d_Y}} \\ \frac{\frac{40}{10}}{V_Y} &= \sqrt{\frac{4}{1}} \\ V_Y &= \frac{4}{2} \\ &= 2\end{aligned}$$

ดังนั้น แก๊ส Y จะแพร่ได้เร็ว 2 เซนติเมตร/วินาที

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6
เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของแก๊ส

เวลา 3 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่าง และอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ยกตัวอย่างเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของแก๊สได้ (K)
2. อธิบายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแก๊สโดยใช้สมบัติของแก๊สได้ (K)
3. สื่อสารเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของแก๊สได้ (P)
4. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สาระการเรียนรู้

สมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สสามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม

4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

สมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สนำมาใช้อธิบายปรากฏการณ์และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และในอุตสาหกรรมได้

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

6. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบการสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับทฤษฎีจลน์และสมบัติของแก๊ส ดังนี้
 - โมเลกุลของแก๊สมีขนาดเล็กมากและไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกันและกัน เมื่อบรรจุแก๊สไว้ในภาชนะใดก็ตามแก๊สจะแพร่กระจายเต็มภาชนะแก๊สจึงมีรูปร่างและปริมาตรไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับภาชนะที่บรรจุ
 - โมเลกุลของแก๊สอยู่ห่างกันมากแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลจึงน้อยมากสารที่อยู่ในสถานะแก๊สจึงมีความหนาแน่นน้อย
 - ที่อุณหภูมิเดียวกันแก๊สทุกชนิดจะมีพลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากัน แต่จะมีความเร็วเฉลี่ยไม่เท่ากันโดยแก๊สที่มีมวลโมเลกุลน้อยจะมีความเร็วเฉลี่ยสูงแก๊สนั้นจะแพร่ได้เร็ว ส่วนแก๊สที่มีมวลโมเลกุลมากจะมีความเร็วเฉลี่ยน้อยแก๊สนั้นจะแพร่ได้ช้า
2. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของแก๊ส โดยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียน ดังนี้
 - 1) ให้นักเรียนยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากแก๊สในชีวิตประจำวัน
(แนวตอบ : พิจารณาคำตอบของนักเรียน โดยขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูผู้สอน ยกตัวอย่างเช่น แก๊สออกซิเจนในอากาศใช้ในการหายใจ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ใช้ใส่น้ำอัดลม เพื่อให้ น้ำอัดลมมีฟองซ่า แก๊สฮีเลียมใช้บรรจุลงในลูกโป่งหรือบอลลูน เป็นต้น)
3. ครูถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียนวิชา เคมี3 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. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าทำเป็นรูปแบบต่างๆตามความคิดเห็นของแต่ละกลุ่ม เช่น แผนภาพ แผนผัง เขียนบรรยาย

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

3. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียน 1 กลุ่ม ออกมาอธิบายเรื่องที่ได้อธิบายและผลงานการจัดทำข้อมูลของกลุ่มให้เพื่อนกลุ่มอื่นฟังหน้าชั้นเรียน โดยครูคอยเสริมความรู้เพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการนำเสนอหน้าชั้น)
4. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของแก๊ส เช่น

- 1) จงอธิบายหลักในการทำน้ำแข็งแห้ง
(แนวตอบ : นำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มาเพิ่มความดันและลดอุณหภูมิ จะได้คาร์บอนไดออกไซด์เหลว จากนั้นทำให้แห้งและบริสุทธิ์ และทำการเพิ่มความดันและลดอุณหภูมิอีกครั้งหนึ่ง แล้วอัดผ่านรูพรุน จะได้น้ำแข็งแห้งออกมา)
- 2) จงอธิบายหลักในการทำไนโตรเจนเหลว
(แนวตอบ : ดูดอากาศเข้าเครื่องอัดอากาศผ่านลงใน NaOH จากนั้นผ่านเข้าเครื่องกรองน้ำมัน และทำให้แห้งด้วย Al_2O_3 จากนั้นลดอุณหภูมิจนถึง $-183^{\circ}C$ เพื่อแยกแก๊สออกซิเจนออก จากนั้นลดอุณหภูมิจนถึง $-196^{\circ}C$ จะได้แก๊สไนโตรเจนเหลวออกมา)
- 3) เพราะเหตุใดจึงนิยมใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในรูปของไหลสกัดกาแฟอินจากเมล็ดกาแฟ
(แนวตอบ : เนื่องจากการสกัดสารโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในรูปของไหลเป็นวิธีที่ไม่ต้องใช้ความร้อน จึงไม่ทำให้รสหรือกลิ่นกาแฟเปลี่ยนแปลงไป)
- 4) น้ำแข็งแห้งและไนโตรเจนเหลวนิยมนำไปใช้ในอุตสาหกรรมใด
(แนวตอบ : อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทำความเย็น)
5. นักเรียนทำ Topic Question จากหนังสือเรียนรายวิชา เคมี 3

ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

7. ครูถามคำถาม ดังนี้
 - สมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สสามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร
(แนวตอบ : ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูผู้สอน ตัวอย่างเช่น ใช้ผลิตน้ำแข็งแห้ง ผลิตไนโตรเจนเหลว สกัดสารโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในรูปของไหล เป็นต้น)
8. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมา หากส่วนใดที่นักเรียนยังมีข้อสงสัยให้ครูอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจ
12. นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายบทในหนังสือวิชาเคมี 3
13. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน
14. ครูให้นักเรียนเขียนแผนผังมโนทัศน์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส เพื่อเป็นการสรุปความเข้าใจที่ได้รับจากการเรียนแล้วส่งเป็นการบ้านในคาบเรียนต่อไป

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 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 รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
7.2 การประเมินหลังเรียน - แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส - แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจสอบแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส	- แบบฝึกหัด - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ประเมินตามสภาพจริง
7.3 ประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน(รวบยอด) - แผนผังมโนทัศน์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส	- ตรวจสอบแผนผังมโนทัศน์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส	- แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน(รวบยอด)	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชา เคมี 3
- 2) แบบทดสอบหลังเรียน

9. ความเห็นของผู้บริหารสถานศึกษาหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

ข้อเสนอแนะ
.....
ลงชื่อ
(.....)
ตำแหน่ง

10. บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้

.....
.....

- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

.....

.....

- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

- ด้านความสามารถทางคณิตศาสตร์

.....

.....

- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))

.....

.....

- ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

- แนวทางการแก้ไข

.....

.....

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

เวลา 22 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

- 1) ทดลองและเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยา
- 2) คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนกราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา
- 3) เขียนแผนภาพ และอธิบายทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 4) ทดลอง และอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 5) เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา
- 6) ยกตัวอย่างและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน หรืออุตสาหกรรม

2. สาระการเรียนรู้

2.1 สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

- 1) ปฏิกิริยาเคมีแต่ละปฏิกิริยามีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างกัน โดยอาจวัดจากการลดลงของสารตั้งต้นหรือการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ต่อหนึ่งหน่วยเวลา และหารด้วยเลขสัมประสิทธิ์ของสารนั้นๆ ในสมการเคมี เพื่อให้ได้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เท่ากันไม่ว่าจะเป็นการวัดจากสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์
- 2) ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสมและมีพลังงานอย่างน้อยเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์ ดังนั้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงขึ้นกับทิศทางการชนและพลังงานที่เกิดจากการชน
- 3) อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา นอกจากนี้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมียังขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ทำปฏิกิริยาด้วย
- 4) ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถนำมาอธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม

3. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง หรือปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นขณะปฏิกิริยาดำเนินไป เมื่อนำมาปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงนั้นมาเขียนในรูปอัตราส่วนเปรียบเทียบกับ 1 หน่วยเวลา จะเรียกว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสม และมีพลังงานอย่างน้อยเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์

ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีหนึ่ง ๆ จะต้องมีการดูดพลังงานเพื่อสลายพันธะของสารตั้งต้น และมีการคายพลังงานเพื่อสร้างพันธะระหว่างผลิตภัณฑ์

ปฏิกิริยาดูดพลังงาน คือ ปฏิกิริยาที่มีการดูดพลังงานเข้าไปเพื่อสลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของสารตั้งต้นมากกว่าคายพลังงานออกมาเพื่อสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของผลิตภัณฑ์

ปฏิกิริยาคายพลังงาน คือ ปฏิกิริยาที่มีการดูดพลังงานเข้าไปเพื่อสลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของสารตั้งต้นน้อยกว่าคายพลังงานออกมาเพื่อสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของผลิตภัณฑ์

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา และชนิดของสารที่ทำปฏิกิริยา

ความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยถ้าสารตั้งต้นมีความเข้มข้นต่ำ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะช้า แต่ถ้าสารตั้งต้นมีความเข้มข้นสูง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเร็ว

พื้นที่ผิวของของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยถ้าสารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวน้อย อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะช้า แต่ถ้าสารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวมาก อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเร็ว

อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีค่ามากขึ้น และเมื่ออุณหภูมิต่ำลง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีค่าลดลง

ตัวเร่งปฏิกิริยา คือ สารที่เติมลงไปแล้วทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดเร็วขึ้น เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา สารนั้นจะกลับมามีสมบัติเหมือนเดิม และปริมาณเท่าเดิม

ตัวหน่วงปฏิกิริยา คือ สารที่เติมลงไปแล้วทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดช้าลง เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา สารนั้นจะกลับมามีสมบัติเหมือนเดิม และปริมาณเท่าเดิม

ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถนำมาใช้อธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรมได้

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร	1. มีวินัย รับผิดชอบ
2. ความสามารถในการคิด	2. ใฝ่เรียนรู้
1) ทักษะการสังเกต	4. มุ่งมั่นในการทำงาน
2) ทักษะการสำรวจค้นหา	

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
3) ทักษะการวิเคราะห์ 4) ทักษะการทำงานร่วมกัน 5) ทักษะการทดลอง 6) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 7) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	

5. ชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

- แผ่นพับ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

6. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด) - แผ่นพับ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจแผ่นพับหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6.2 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ประเมินตามสภาพจริง
6.3 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจใบงานที่ 2.1.1 - ตรวจแบบฝึกหัด - ประเมินการปฏิบัติการ	- ใบงานที่ 2.1.1 - แบบฝึกหัด - แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
2) แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจใบงานที่ 2.2.1 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.2.1 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
3) พลังงานกับการ ดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจใบงานที่ 2.3.1 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.3.1 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
4) ความเข้มข้นของสารกับ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจใบงานที่ 2.4.1 - ตรวจแบบฝึกหัด - ประเมินการปฏิบัติการ	- ใบงานที่ 2.4.1 - แบบฝึกหัด - แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) พื้นที่ผิวของสารกับอัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจใบงานที่ 2.5.1 - ตรวจแบบฝึกหัด - ประเมินการปฏิบัติการ	- ใบงานที่ 2.5.1 - แบบฝึกหัด - แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6) อุณหภูมิกับอัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจใบงานที่ 2.6.1 - ตรวจแบบฝึกหัด - ประเมินการปฏิบัติการ	- ใบงานที่ 2.6.1 - แบบฝึกหัด - แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
7) ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและ ตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจใบงานที่ 2.7.1 - ตรวจแบบฝึกหัด - ประเมินการปฏิบัติการ	- ใบงานที่ 2.7.1 - แบบฝึกหัด - แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
8) ผลที่เกิดจากปัจจัยที่มีต่อ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจแบบฝึกหัด	- ตรวจแบบฝึกหัด	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
9) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอ ผลงาน	- ผลงานที่นำเสนอ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
10) พฤติกรรมการทำงาน รายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
11) พฤติกรรมการทำงาน กลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
12) คุณ ลั ก ษ ณะ อัน พื ง ประสงค์	- สังเกตความมีวินัย รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการ ทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.4 การประเมินหลังเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ประเมินตามสภาพจริง

7. กิจกรรมการเรียนรู้

- แผนฯ ที่ 1 : ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เวลา 4 ชั่วโมง
 - แผนฯ ที่ 2 : แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี เวลา 3 ชั่วโมง
 - แผนฯ ที่ 3 : พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี เวลา 2 ชั่วโมง
 - แผนฯ ที่ 4 : ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เวลา 3 ชั่วโมง
 - แผนฯ ที่ 5 : พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เวลา 2 ชั่วโมง
 - แผนฯ ที่ 6 : อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เวลา 2 ชั่วโมง
 - แผนฯ ที่ 7 : ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี เวลา 4 ชั่วโมง
 - แผนฯ ที่ 8 : ผลที่เกิดจากปัจจัยที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เวลา 2 ชั่วโมง
- (รวมเวลา 22 ชั่วโมง)

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเคมี3
- 2) ใบงานที่ 2.1.1 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 3) ใบงานที่ 2.2.1 เรื่อง ทฤษฎีการชนกันและพลังงานก่อกัมมันต์
- 4) ใบงานที่ 2.3.1 เรื่อง พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยา
- 5) ใบงานที่ 2.4.1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 6) ใบงานที่ 2.5.1 เรื่อง พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 7) ใบงานที่ 2.6.1 เรื่อง อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 8) ใบงานที่ 2.7.1 เรื่อง ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี
- 9) แผนภาพเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน
- 10) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

- 11) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 12) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของพื้นที่ผิวของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 13) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 14) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของสารบางชนิดต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 15) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง สมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยา

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องสมุด
- 3) อินเทอร์เน็ต

แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- ข้อความใดกล่าวไม่ถูกต้อง
 - พลังงานกระตุ้นเป็นค่าเฉพาะของปฏิกิริยาหนึ่ง ๆ
 - โมเลกุลที่จะมาชนกันแล้วเกิดปฏิกิริยาคือโมเลกุลที่มีพลังงานต่ำ ๆ
 - ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีโมเลกุลของสารตั้งต้นต้องชนกันให้ถูกทิศทาง
 - ปฏิกิริยาเคมีบางปฏิกิริยาอาจมีขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาหลายขั้นตอน
 - ปฏิกิริยาที่มีพลังงานกระตุ้นต่ำจะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงกว่าปฏิกิริยาที่มีพลังงานกระตุ้นสูง
- พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา $A + 2B \rightarrow 2C$ เท่ากับ 260 kJ/mol และพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา $2C \rightarrow A + 2B$ เท่ากับ 200 kJ/mol ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับปฏิกิริยาไปข้างหน้า
 - ปฏิกิริยาดูดพลังงาน 60 kJ/mol
 - ปฏิกิริยาคายพลังงาน 60 kJ/mol
 - ปฏิกิริยาคายพลังงาน 200 kJ/mol
 - ปฏิกิริยาดูดพลังงาน 260 kJ/mol
 - ปฏิกิริยาคายพลังงาน 260 kJ/mol
- ปฏิกิริยา $A(s) + B(aq) \rightarrow C(aq) + D(g)$ เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นเมื่อใด
 - เพิ่มขนาดของ A ลดความดัน เพิ่มอุณหภูมิ
 - ลดขนาดของ A เติมตัวเร่งปฏิกิริยา เพิ่มอุณหภูมิ
 - เพิ่มขนาดของ A ลดความเข้มข้นของ B ลดอุณหภูมิ
 - ลดขนาดของ A เพิ่มความเข้มข้นของ B ลดอุณหภูมิ
 - ลดปริมาณของ A เพิ่มความเข้มข้นของ B ลดอุณหภูมิ
- การทดลองในข้อใดมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงที่สุดที่อุณหภูมิเดียวกัน
 - ใส่สังกะสีผงละเอียดหนัก 1 กรัม ลงในกรด HCl 0.1 M
 - ใส่แผ่นสังกะสี 1 ชิ้นหนัก 1 กรัม ลงในกรด HCl 0.1 M
 - ใส่สังกะสีผงละเอียดหนัก 1 กรัม ลงในกรด HCl 0.2 M
 - ใส่แผ่นสังกะสี 1 ชิ้นหนัก 1 กรัม ลงในกรด HCl 0.05 M
 - ใส่แผ่นสังกะสี 2 ชิ้นหนักแผ่นละ 0.5 กรัม ลงในกรด HCl 0.2 M
- การเติมตัวเร่งปฏิกิริยาจะมีผลต่อข้อใด
 - ค่าคงที่สมดุล
 - ปริมาณผลิตภัณฑ์
 - พลังงานของปฏิกิริยา
 - ปริมาณของสารตั้งต้น
 - พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา

6. การกระทำในข้อใดไม่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- การเติมสารกันบูดในอาหาร
 - การนำเนื้อหมูแช่ในช่องแช่แข็ง
 - ใช้แคลเซียมคาร์ไบด์ช่วยในการบ่มมะม่วง
 - การเคี้ยวยาลดกรดชนิดเม็ดให้ละเอียดก่อนกลืน
 - การเปลี่ยนขนาดภาชนะที่บรรจุสารละลายที่ทำปฏิกิริยา
7. ข้อใดเป็นเหตุผลที่อธิบายว่า "เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น"
- จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นเพิ่มมากขึ้น เป็นการลดพลังงานกระตุ้น
 - จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นเพิ่มมากขึ้น เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของสารตั้งต้น
 - จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นเพิ่มมากขึ้น เป็นการบังคับให้อนุภาคชนกันทุกทิศทาง
 - จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นเพิ่มมากขึ้น เป็นการทำให้อนุภาคมีโอกาสชนกันมากขึ้น
 - จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นเพิ่มมากขึ้น เป็นการทำให้ขั้นตอนในการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงไป
8. การเพิ่มอุณหภูมิมีผลทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้นเพราะเหตุใด
- ทำให้อนุภาคที่มีพลังงานสูงเพิ่มขึ้น
 - ทำให้พลังงานก่อกัมมันต์ของสารตั้งต้นลดลง
 - ทำให้อนุภาคของสารตั้งต้นชนกันบ่อยครั้งขึ้น
- 1 เท่านั้น
 - 3 เท่านั้น
 - 1 และ 2
 - 1 และ 3
 - 1, 2 และ 3
9. จากปฏิกิริยา $\text{CO (g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightarrow \text{COCl}_2\text{(g)}$ ถ้าเพิ่มความดันของแก๊ส Cl_2 เป็น 2 เท่า ข้อใดถูกต้อง
- ความเข้มข้นของ Cl_2 เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า
 - อัตราการเกิดสารผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้น
 - อัตราการลดลงของ CO จะลดลง
 - ปริมาณสารผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้น
- 1 และ 2
 - 3 และ 4
 - 1, 2 และ 3
 - 1, 2 และ 4
 - ถูกทุกข้อ
10. ปฏิกิริยาต่อไปนี้ $\text{NO}_2\text{(g)} + \text{CO (g)} \rightarrow \text{NO (g)} + \text{CO}_2\text{(g)}$ การเปลี่ยนแปลงในข้อใดไม่ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น
- เพิ่มปริมาตร NO_2
 - เพิ่มความดัน CO
 - เติมตัวเร่งปฏิกิริยา
 - เพิ่มอุณหภูมิของระบบ
 - เพิ่มความเข้มข้นของ CO

เฉลย	1. ข	2. ก	3. ข	4. ค	5. จ	6. จ	7. ง	8. ง	9. ก	10. ก
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------

แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- ข้อความใดกล่าวถูกต้อง
ก. ค่าพลังงานกระตุ้นเป็นค่าเฉพาะของแต่ละปฏิกิริยา
ข. โมเลกุลที่จะมาชนกันแล้วเกิดปฏิกิริยา คือ โมเลกุลที่มีพลังงานต่ำ ๆ
ค. ปฏิกิริยาเคมีทุกปฏิกิริยาจะมีขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาหลายขั้นตอน
ง. ในการเกิดปฏิกิริยาเคมี โมเลกุลของสารตั้งต้นจะชนกันในทิศทางใดก็ได้
จ. ปฏิกิริยาที่มีพลังงานกระตุ้นต่ำจะเกิดปฏิกิริยาได้ยากกว่าปฏิกิริยาที่มีพลังงานกระตุ้นสูง
- พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา $D \rightarrow 2E + F$ เท่ากับ 80 kJ/mol และพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา $2E + F \rightarrow D$ เท่ากับ 40 kJ/mol ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับปฏิกิริยาย้อนกลับ
ก. ปฏิกิริยาดูดพลังงาน 40 kJ/mol
ข. ปฏิกิริยาคายพลังงาน 40 kJ/mol
ค. ปฏิกิริยาดูดพลังงาน 80 kJ/mol
ง. ปฏิกิริยาคายพลังงาน 80 kJ/mol
จ. ปฏิกิริยาคายพลังงาน 120 kJ/mol
- ปฏิกิริยา $W(s) + X(aq) \rightarrow Y(aq) + Z(g)$ เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะลดลงเมื่อใด
ก. ลดขนาดของ W เพิ่มความดัน ลดอุณหภูมิ
ข. เพิ่มขนาดของ W เติบโตว่นว่งปฏิกิริยา ลดอุณหภูมิ
ค. ลดขนาดของ W เพิ่มความเข้มข้นของ X ลดอุณหภูมิ
ง. เพิ่มขนาดของ W ลดความเข้มข้นของ X เพิ่มอุณหภูมิ
จ. ลดปริมาณของ W เพิ่มความเข้มข้นของ X เพิ่มอุณหภูมิ
- การทดลองในข้อใดมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาต่ำที่สุดที่อุณหภูมิเดียวกัน
ก. ใส่แผ่นเหล็ก 1 ชิ้น หน้า 2 กรัม ลงในกรด H_2SO_4 0.5 M
ข. ใส่ผงเหล็กละเอียด หน้า 2 กรัม ลงในกรด H_2SO_4 0.5 M
ค. ใส่แผ่นเหล็ก 1 ชิ้น หน้า 2 กรัม ลงในกรด H_2SO_4 1.0 M
ง. ใส่ผงเหล็กละเอียด หน้า 2 กรัม ลงในกรด H_2SO_4 1.0 M
จ. ใส่แผ่นเหล็ก 2 ชิ้น หน้าแผ่นละ 2 กรัม ลงในกรด H_2SO_4 0.5 M
- การเติมตัวเร่งปฏิกิริยาจะมีผลต่อข้อใด
ก. ค่าคงที่สมดุล
ข. ปริมาณผลิตภัณฑ์
ค. พลังงานของปฏิกิริยา
ง. ปริมาณของสารตั้งต้น
จ. พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา
- การกระทำในข้อใดมีผลทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีลดลง
ก. การเติมวิตามินอีลงในน้ำมันพืช
ข. การบ่มผลไม้ในภาชนะที่มีฝาปิด
ค. การย่อยแป้งของเอนไซม์อะไมเลส
ง. การเคี้ยวอาหารให้ละเอียดก่อนกลืน
จ. การเติมตัวแพลทินัมลงในปฏิกิริยาเคมีบางชนิด

7. ข้อใดเป็นเหตุผลที่อธิบายว่า "เมื่อลดความเข้มข้นของสารตั้งต้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะลดลง"
- จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นลดลง เป็นการเพิ่มพลังงานกระตุ้น
 - จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นลดลง เป็นการลดพื้นที่ผิวของสารตั้งต้น
 - จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นลดลง เป็นการบังคับให้อนุภาคชนกันทุกทิศทาง
 - จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นลดลง เป็นการทำให้อนุภาคมีโอกาสชนกันน้อยลง
 - จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นลดลง เป็นการทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นเพียงขั้นตอนเดียว
8. การลดอุณหภูมิมีผลทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาช้าลงเพราะเหตุใด
- ทำให้อนุภาคที่มีพลังงานสูงลดลง
 - ทำให้อนุภาคของสารตั้งต้นชนกันถี่น้อยลง
 - ทำให้พลังงานก่อกัมมันต์ของสารตั้งต้นเพิ่มขึ้น
- ก. เท่านั้น
 - ข. เท่านั้น
 - ก. และ ข.
 - ก. และ ค.
 - ก. ข. และ ค.
9. จากปฏิกิริยา $\text{CO (g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightarrow \text{COCl}_2\text{(g)}$ ถ้าลดความดันของแก๊ส CO เป็น 2 เท่า ข้อใดถูกต้อง
- ความเข้มข้นของ CO เพิ่มขึ้น 2 เท่า
 - อัตราการเกิดสารผลิตภัณฑ์จะลดลง
 - อัตราการลดลงของ Cl_2 จะลดลง
 - ปริมาณสารผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้น
- 1 และ 2
 - 3 และ 4
 - 2 และ 3
 - 1, 2 และ 4
 - 2, 3 และ 4
10. ปฏิกิริยาต่อไปนี้ $\text{NO}_2\text{(g)} + \text{CO (g)} \rightarrow \text{NO (g)} + \text{CO}_2\text{(g)}$ การเปลี่ยนแปลงในข้อใดทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น
- ลดความดัน NO_2
 - เพิ่มปริมาตร CO
 - เติมตัวเร่งปฏิกิริยา
 - เพิ่มอุณหภูมิของระบบ
 - ลดความเข้มข้นของ CO

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

แบบประเมินการปฏิบัติการ แผนฯ ที่ 1,4-7

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินการปฏิบัติการของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
		4	3	2	1
1	การออกแบบการทดลอง				
2	การดำเนินการทดลอง				
3	การนำเสนอ				
รวม					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การประเมินการปฏิบัติการ

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. การออกแบบการทดลอง	เข้าใจปัญหา ตั้งสมมติฐานได้ สอดคล้องกับปัญหา ออกแบบการทดลอง และใช้เทคนิควิธี ถูกต้องแสดงถึงความคิดริเริ่ม	เข้าใจปัญหา ตั้งสมมติฐานได้ ถูกต้อง ออกแบบการทดลองและใช้เทคนิควิธีถูกต้อง	เข้าใจปัญหา ตั้งสมมติฐานได้ ถูกต้อง ออกแบบการทดลองและใช้เทคนิควิธียังไม่ถูกต้อง	เข้าใจปัญหา ตั้งสมมติฐานได้ ถูกต้อง ต้องอาศัยการแนะนำในการออกแบบการทดลอง
2. การดำเนินการทดลอง	การดำเนินการทดลองมีขั้นตอนครบ ถูกต้องมีการทำซ้ำ และการเก็บข้อมูลได้ละเอียดรอบคอบ ครบถ้วนตามที่ต้องการ	การดำเนินการทดลองมีขั้นตอน ครบถ้วนถูกต้องแต่ไม่มีการทำซ้ำ และการเก็บข้อมูลได้ครบถ้วน นำเสนอผลการทดลองถูกต้อง	การดำเนินการทดลองมีขั้นตอน ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ และการเก็บข้อมูลได้ ครบถ้วนตามที่ต้องการ	การดำเนินการทดลองไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่และการเก็บข้อมูลไม่ครบถ้วน
3. การนำเสนอ	เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล แสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ ในการนำเสนอ วิเคราะห์ข้อมูลได้ ครบถ้วนเหมาะสม สรุปผลการทดลอง ถูกต้องมีการนำเหตุผลและความรู้มา อ้างอิงประกอบการสรุป	นำเสนอข้อมูลถูกต้อง ครบถ้วน วิเคราะห์ข้อมูลได้ครบถ้วน สรุปผลการทดลอง ถูกต้อง มีการนำเหตุผลและความรู้มา อ้างอิงประกอบการสรุปผลการทดลอง	นำเสนอข้อมูลถูกต้อง วิเคราะห์ข้อมูลได้ ครบถ้วนนำเสนอผลการทดลองถูกต้อง	นำเสนอข้อมูลถูกต้อง วิเคราะห์ข้อมูลไม่ ครบถ้วน สรุปผลการทดลองไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

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

แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินผลงาน/ชิ้นงานของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
		4	3	2	1
1	ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนด				
2	ความถูกต้องของเนื้อหา				
3	ความคิดสร้างสรรค์				
4	ความเป็นระเบียบ				
รวม					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์ประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ผลงานตรงกับจุดประสงค์ที่กำหนด	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์ทุกประเด็น	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เป็นส่วนใหญ่	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์บางประเด็น	ผลงานไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
2. ผลงานมีความถูกต้องของเนื้อหา	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องครบถ้วน	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นบางประเด็น	เนื้อหาสาระของผลงานไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
3. ผลงานมีความคิดสร้างสรรค์	ผลงานแสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์แปลกใหม่และเป็นระบบ	ผลงานมีแนวคิดแปลกใหม่แต่ยังไม่เป็นระบบ	ผลงานมีความน่าสนใจ แต่ยังไม่มีแนวคิดแปลกใหม่	ผลงานไม่แสดงแนวคิดใหม่
4. ผลงานมีความเป็นระเบียบ	ผลงานมีความเป็นระเบียบแสดงออกถึงความประณีต	ผลงานส่วนใหญ่มีความเป็นระเบียบแต่ยังมีข้อบกพร่องเล็กน้อย	ผลงานมีความเป็นระเบียบแต่มีข้อบกพร่องบางส่วน	ผลงานส่วนใหญ่ไม่เป็นระเบียบและมีข้อบกพร่องมาก

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

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

แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	ความถูกต้องของเนื้อหา	☐	☐	☐
2	ความคิดสร้างสรรค์	☐	☐	☐
3	วิธีการนำเสนอผลงาน	☐	☐	☐
4	การนำไปใช้ประโยชน์	☐	☐	☐
5	การตรงต่อเวลา	☐	☐	☐
รวม				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

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

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

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

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	การแสดงความคิดเห็น	☐	☐	☐
2	การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	☐	☐	☐
3	การทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	☐	☐	☐
4	ความมีน้ำใจ	☐	☐	☐
5	การตรงต่อเวลา	☐	☐	☐
รวม				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

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

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

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

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล ของนักเรียน	การแสดงความ ความคิดเห็น			การ ยอมรับฟัง คนอื่น			การทำงาน ตามที่ ได้รับ มอบหมาย			ความมี น้ำใจ			การมี ส่วนร่วม ในการ ปรับปรุง ผลงาน กลุ่ม			รวม 15 คะแนน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

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

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

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

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

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

เกณฑ์การให้คะแนน

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

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

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

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

เวลา 4 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

- ทดลองและเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยา
- คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนกราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- บอกความหมายของอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ณ ขณะใดขณะหนึ่ง และอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเฉลี่ยได้ (K)
- อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชันกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารที่ปรากฏในกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลาได้ (K)
- ทำการทดลองเพื่อศึกษาการวัดปริมาณสารที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาต่าง ๆ ในปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกได้ (P)
- เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลา และคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาของสารตั้งต้นกับผลิตภัณฑ์ในช่วงเวลาต่าง ๆ รวมทั้งอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่งจากกราฟได้ (P)
- เขียนความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมีจากสมการที่ดุลแล้วได้ (P)
- ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (P)
- ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง (P)
- ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สารการเรียนรู้

ปฏิกิริยาเคมีแต่ละปฏิกิริยามีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างกัน โดยอาจวัดจากการลดลงของสารตั้งต้นหรือการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ต่อหนึ่งหน่วยเวลา และหารด้วยเลขสัมประสิทธิ์ของสารนั้น ๆ ในสมการเคมีเพื่อให้ได้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เท่ากันไม่ว่าจะเป็นการวัดจากสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์

4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง หรือปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นขณะปฏิกิริยาดำเนินไป เมื่อนำมาปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงนี้มาเขียนในรูปอัตราส่วนเปรียบเทียบกับ 1 หน่วยเวลา จะเรียกว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

6. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

- ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน และ Understanding Check เพื่อวัดความรู้เดิมของนักเรียนก่อนเข้าสู่กิจกรรม
- ครูถามคำถาม ดังนี้
 - อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถวัดได้จากสิ่งใด
 - ทฤษฎีที่ใช้อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมีคือทฤษฎีใด และกล่าวไว้อย่างไร
 - การเปลี่ยนแปลงพลังงานพลังงานในปฏิกิริยาเคมีจำแนกได้กี่ประเภท อะไรบ้าง แต่ละประเภทมีลักษณะอย่างไร
 - ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมีอะไรบ้าง และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอย่างไรจากนั้นให้นักเรียนในห้องร่วมกันตอบและแสดงความคิดเห็น โดยครูยังไม่ต้องเฉลย ซึ่งเมื่อเรียนจบในเนื้อหาที่สามารถเฉลยคำถามแต่ละข้อได้ จึงให้ครูถามคำถาม แล้วให้นักเรียนตอบอีกครั้งหนึ่ง
- ครูถามคำถาม ว่า “สิ่งใดเป็นตัวกำหนดว่าปฏิกิริยาเคมีปฏิกิริยาหนึ่งจะเกิดได้เร็วหรือช้า” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากนั้นครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกัน เพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป
(แนวตอบ : สิ่งที่จะกำหนดได้ว่า ปฏิกิริยาเคมีหนึ่ง ๆ จะเกิดขึ้นได้เร็วหรือช้า คือ อัตราการลดลงของสารตั้งต้น หรืออัตราการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ในหนึ่งหน่วยเวลา หรืออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี)

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่ โดยให้แต่ละคู่ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากหนังสือเรียนรายวิชาเคมี3 แล้วร่วมกันแสดงความคิดเห็นจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

2. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วทำการทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก จากหนังสือเรียนรายวิชาเคมี3
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)

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน
6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้
 - 1) แก๊สที่เกิดขึ้นจากการทดลองคือแก๊สชนิดใด และปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเขียนแสดงเป็นสมการเคมีได้อย่างไร

(แนวตอบ : แก๊สที่เกิดขึ้นคือ แก๊สไฮโดรเจน ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเขียนแสดงเป็นสมการเคมีได้ ดังนี้

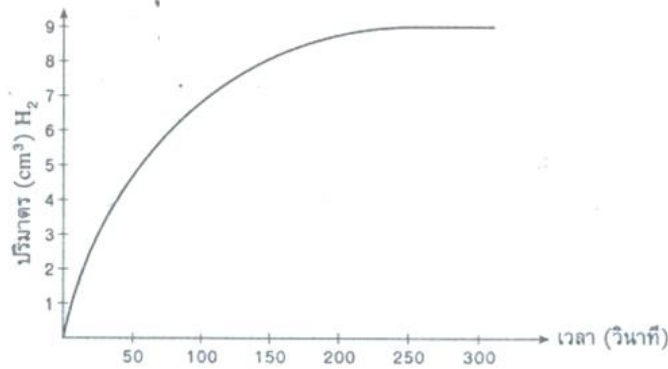


- 2) เวลาที่ใช้ในการเก็บแก๊สไฮโดรเจนในแต่ละช่วงปริมาตรเป็นอย่างไร

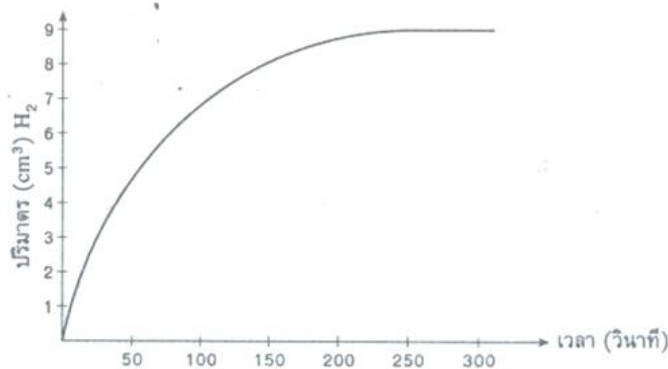
(แนวตอบ : เวลาที่ใช้ในการเก็บแก๊สไฮโดรเจนในแต่ละช่วงปริมาตรมีค่าไม่เท่ากัน โดยในช่วงแรกจะใช้เวลาน้อย ในช่วงถัดไปจะใช้เวลามากขึ้น ตามลำดับ)

- 3) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นกับเวลามีลักษณะเป็นอย่างไร

(แนวตอบ :



4) จากกราฟ สามารถแปลความหมายได้อย่างไร



(แนวตอบ : ลักษณะของกราฟในตอนแรกจะมีความชันมาก แสดงว่า ปฏิกิริยาเกิดได้เร็ว และเมื่อเวลาผ่านไปความชันของกราฟลดลง แสดงว่า ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้ช้าลง)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

- ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยให้แต่ละคู่ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยพิจารณาจากความเข้มข้นของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงไปกับระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยา และการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีประเภทต่าง ๆ จากหนังสือเรียนรายวิชาเคมี3 แล้วร่วมกันแสดงความคิดเห็นจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน
- ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ฝึกการคำนวณเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากตัวอย่างที่ 2.1- 2.2 ในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

- ครูสุ่มตัวแทนนักเรียน 1 คู่ ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ
- ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น

1) อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีหมายถึงอะไร

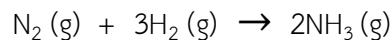
(แนวตอบ : ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง หรือปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาใน 1 หน่วยเวลา)

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

11. ครูกยกตัวอย่างโจทย์เกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 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

$$\frac{\Delta[N_2]}{\Delta t} = \frac{1}{3} \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t}$$

$$2 \times 10^{-2} = \frac{1}{3} \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t}$$

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

อัตราการเกิด NH_3

$$\frac{\Delta[N_2]}{\Delta t} = \frac{1}{2} \frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t}$$

$$2 \times 10^{-2} = \frac{1}{2} \frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t}$$

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

ดังนั้น อัตราการลดลงของ H_2 $6 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$ และอัตราการเกิด NH_3 $4 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s}$

ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Expand)

12. ครูถามคำถามอีกครั้ง ดังนี้

- อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถวัดได้จากสิ่งใด

(แนวตอบ : อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถวัดได้จากปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง หรือปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น)

13. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะให้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อ ๆ ไป

14. นักเรียนทำใบงานที่ 2.1.1 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

15. นักเรียนทำแบบฝึกหัด จากหนังสือเรียนรายวิชาเคมี 3

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 2.1.1 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด

4. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

5. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ดังนี้

- สิ่งที่จะกำหนดได้ว่า ปฏิกิริยาเคมีหนึ่ง ๆ จะเกิดขึ้นได้เร็วหรือช้า คือ อัตราการลดลงของสารตั้งต้น หรืออัตราการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ในหนึ่งหน่วยเวลา หรืออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี วัดได้หลายแบบ ซึ่งจำแนกได้ 3 ประเภท คือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง และอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ จุดใดจุดหนึ่งของเวลา
- อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย คือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่คิดจากการเปลี่ยนแปลงของสารตั้งต้นที่ลดลง หรือผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นตลอดการเกิดปฏิกิริยา

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจสอบแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ประเมินตามสภาพจริง

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.2 ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจใบงานที่ 2.1.1 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.1.1 - 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	- สังเกตความมีวินัย รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

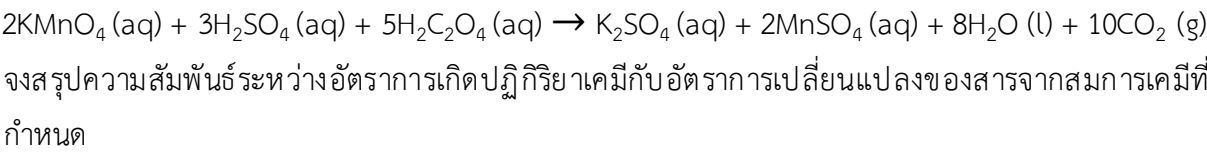
8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเคมี3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 2) ใบงานที่ 2.1.1 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 3) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

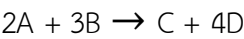
ใบงานที่ 2.1.1 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

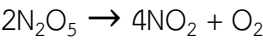
1. กำหนดปฏิกิริยาเคมีให้ ดังนี้



2. จงเปรียบเทียบอัตราการเปลี่ยนแปลงของสารแต่ละชนิดในสมการต่อไปนี้จากน้อยไปมาก



3. แก๊ส N_2O_5 สลายตัวได้ ดังสมการ



ถ้าอัตราการสลายตัวของแก๊ส N_2O_5 มีค่าเท่ากับ 1.2×10^{-6} โมล/ลิตร • วินาที อัตราการเกิดแก๊ส NO_2 มีค่ากี่โมล/ลิตร•วินาที

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

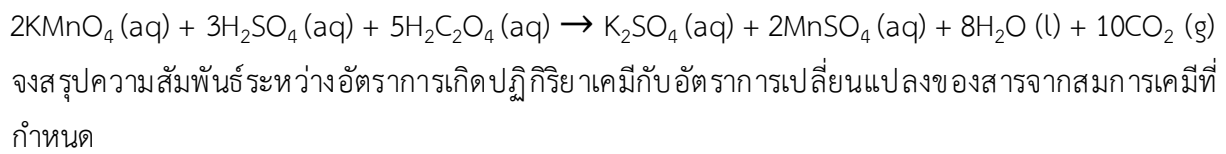
ปริมาณแก๊ส H_2 (cm^3)	1	2	3	4	5	6
เวลา (s)	10	25	40	65	100	140

1) อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนเฉลี่ยมีค่าเท่าใด

2) อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลา 40–100 วินาที มีค่าเท่าใด

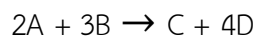
คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. กำหนดปฏิกิริยาเคมีให้ ดังนี้



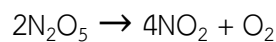
$$r = \frac{\frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{KMnO}_4]}{\Delta t}}{\frac{1}{10} \frac{\Delta[\text{CO}_2]}{\Delta t}} = \frac{\frac{1}{3} \frac{\Delta[\text{H}_2\text{SO}_4]}{\Delta t}}{\frac{1}{10} \frac{\Delta[\text{CO}_2]}{\Delta t}} = \frac{\frac{1}{5} \frac{\Delta[\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4]}{\Delta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

2. จงเปรียบเทียบอัตราการเปลี่ยนแปลงของสารแต่ละชนิดในสมการต่อไปนี้จากน้อยไปมาก



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

3. แก๊ส N_2O_5 สลายตัวได้ ดังสมการ



ถ้าอัตราการสลายตัวของแก๊ส N_2O_5 มีค่าเท่ากับ 1.2×10^{-6} โมล/ลิตร • วินาที อัตราการเกิดแก๊ส 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 H_2 (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

$$\begin{aligned}\text{อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลา 40–100 วินาที} &= \frac{5 - 3}{100 - 40} \\ &= 0.033 \text{ cm}^3/\text{s}\end{aligned}$$

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

เวลา 3 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

เขียนแผนภาพ และอธิบายทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ทฤษฎีการชน และการชนกันของอนุภาคได้ (K)
- บอกความหมายของพลังงานก่อกัมมันต์ได้ (K)
- อธิบายความยากง่ายของการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยพิจารณาจากค่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยานั้น ๆ และการเกิดสารเชิงซ้อนกัมมันต์ได้ (K)
- สื่อสารแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (P)
- ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สาระการเรียนรู้

ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสมและมีพลังงานอย่างน้อยเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์ ดังนั้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงขึ้นกับทิศทางการชนและพลังงานที่เกิดจากการชน

4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสม และมีพลังงานอย่างน้อยเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

6. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูนำแผนภาพเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เช่น การเผาไหม้ของเครื่องยนต์ของรถยนต์ตามท้องถนน การฟุ้งกระจายของโบราณสถาน มาให้นักเรียนดู จากนั้นครูถามคำถามนักเรียนว่า “จะมีวิธีการใดที่จะหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของการเปลี่ยนแปลงของสารจากตัวอย่างเหล่านั้น” แล้วให้นักเรียนตอบคำถามและร่วมกันอภิปราย ซึ่งครูยังไม่ต้องเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง
2. ครูถามคำถามว่า “ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีหนึ่ง ๆ จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงอะไรบ้าง” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากนั้นครูและนักเรียนมาอภิปรายร่วมกัน เพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป
(แนวตอบ : การเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นอยู่กับปัจจัย ดังนี้ อนุภาคสารต้องชนกันในทิศทางที่เหมาะสม และอนุภาคที่ชนกันต้องมีพลังงานที่เกิดจากการชนเท่ากับหรือมากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยานั้น)

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากหนังสือเรียนรายวิชา เคมี 3
2. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าทำเป็นรูปแบบต่าง ๆ ตามความคิดเห็นของแต่ละกลุ่ม เช่น แผนภาพ แผนผัง เขียนบรรยาย
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอเรื่องที่ได้อธิบายค้นคว้าข้อมูลและผลงานการจัดทำข้อมูลของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนที่ละกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันจนครบทุกกลุ่ม
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)
4. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น
 - 1) การชนกันของอนุภาคที่เข้าทำปฏิกิริยากันจะทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้ทุกครั้งหรือไม่ อย่างไร
(แนวตอบ : การชนกันของอนุภาคที่เข้าทำปฏิกิริยากันจะไม่ทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้ทุกครั้ง โดยปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้เมื่ออนุภาคชนกันในทิศทางที่เหมาะสม)
 - 2) พลังงานก่อกัมมันต์คืออะไร
(แนวตอบ : พลังงานก่อกัมมันต์ คือ พลังงานปริมาณน้อยที่สุดที่เกิดจากการชนกันของอนุภาคสารตั้งต้น แล้วทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี)
 - 3) ทฤษฎีสารเชิงซ้อนที่ถูกกระตุ้นกล่าวไว้ว่าอย่างไร
(แนวตอบ : อนุภาคของสารไม่ใช่ทรงกลมตัน แต่มีกลุ่มหมอกของอิเล็กตรอนห่อหุ้มอยู่ เมื่ออนุภาคเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กันในระยะที่พอเหมาะหรือชนกัน กลุ่มหมอกของอิเล็กตรอนก็จะถูก

กระทบกระเทือนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในอนุภาคของสารตั้งต้น คือ พันธะเคมีของสารตั้งต้นจะอ่อนลงและยืดยาวออกไปกว่าเดิม และเริ่มมีพันธะอย่างอ่อนเกิดขึ้นระหว่างคู่อะตอมที่เหมาะสม ซึ่งขณะนี้สารตั้งต้นจะรวมตัวกันกลายเป็นสารชนิดหนึ่งที่มีพลังงานสูงกว่าพลังงานของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ เรียกสารนี้ว่า สารเชิงซ้อนที่ถูกกระตุ้น (activated complex) เป็นสารที่ไม่อยู่ตัว มีอายุสั้น พร้อมที่จะเปลี่ยนเป็นสารผลิตภัณฑ์ หรือกลับคืนเป็นสารตั้งต้นอย่างเดิมก็ได้ เมื่อสารเชิงซ้อนที่ถูกกระตุ้นสลายตัวกลายเป็นสารผลิตภัณฑ์ พันธะเก่าก็จะถูกทำลายโดยสิ้นเชิง พันธะใหม่ก็จะถูกสร้างขึ้นมาแทนที่ เนื่องจากสารเชิงซ้อนที่ถูกกระตุ้นอยู่ในสภาวะไม่เสถียรและมีระดับพลังงานสูงมาก (สูงกว่าพลังงานสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์) จึงนิยมเรียกสภาวะเช่นนี้ว่า สภาวะแทรนซิชัน (transition state) เพราะฉะนั้นอนุภาคของสารตั้งต้นจะชนกันแล้วเกิดปฏิกิริยาได้ อนุภาคของสารตั้งต้นจะต้องมีพลังงานไม่ต่ำกว่าพลังงานของสารเชิงซ้อนที่ถูกกระตุ้น)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Expand)

5. ครูถามคำถาม อีกครั้ง ดังนี้

- ทฤษฎีที่ใช้อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมีคือทฤษฎีใด และกล่าวไว้อย่างไร

(แนวตอบ : ทฤษฎีที่ใช้อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ ทฤษฎีการชน ซึ่งกล่าวว่า ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดได้เมื่ออนุภาคของสารที่เข้าทำปฏิกิริยากันจะต้องมีการชนกันในทิศทางที่เหมาะสม และอนุภาคที่ชนกันต้องมีพลังงานสูงพอที่จะทำลายพันธะเก่า แล้วสร้างพันธะใหม่ขึ้นมา)

6. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อ ๆ ไป

7. นักเรียนทำใบงานที่ 2.2.1 เรื่อง ทฤษฎีการชนกันและพลังงานก่อกัมมันต์

8. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือรายวิชา เคมี 3

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล

พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 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 โดยไม่ต้องใช้พลังงาน หรือใช้พลังงานเพียงเล็กน้อยเท่านั้น
- สารเชิงซ้อนกัมมันต์ คือ สารชนิดหนึ่งที่มีพลังงานสูงกว่าพลังงานของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
1) แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจใบงานที่ 2.2.1 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.2.1 - 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	- สังเกตความมีวินัย รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชา เคมี3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 3) ใบงานที่ 2.2.1 เรื่อง ทฤษฎีการชนกันและพลังงานก่อกัมมันต์
- 4) แผนภาพเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

ใบงานที่ 2.2.1

เรื่อง ทฤษฎีการชนกันและพลังงานก่อกัมมันต์

คำชี้แจง : เติมคำตอบเกี่ยวกับทฤษฎีการชนกันและพลังงานก่อกัมมันต์ลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

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

เรื่อง ทฤษฎีการชนกันและพลังงานก่อกัมมันต์

คำชี้แจง : เติมคำตอบเกี่ยวกับทฤษฎีการชนกันและพลังงานก่อกัมมันต์ลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต้องมีการ **ดูดพลังงานเข้าไป** เพื่อสลายพันธะในสารตั้งต้น และมีการ **คายพลังงานออกมา** เพื่อสร้างพันธะในผลิตภัณฑ์
2. **ทฤษฎีการชน** กล่าวว่า ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ ก็ต่อเมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นจะต้องมีการเคลื่อนที่ชนกันในทิศทางที่เหมาะสม และอนุภาคที่ชนกันต้องมีพลังงานสูงพอที่จะทำลายพันธะเก่า แล้วสร้างพันธะใหม่ขึ้นมา
3. การชนกันของอนุภาคของสารตั้งต้นจะเกิดปฏิกิริยาได้หรือไม่ ต้องขึ้นอยู่กับ **พลังงานจลน์ของอนุภาคที่เคลื่อนที่ชนกัน** และ **ทิศทางการชนกันของอนุภาค**
4. พลังงานก่อกัมมันต์ คือ **พลังงานต่ำที่สุดที่อนุภาคของสารจะต้องมีเพื่อให้ชนกันแล้วเกิดปฏิกิริยา**
5. ในการเกิดปฏิกิริยา จะต้องให้พลังงานเข้าไปจนมีพลังงาน **เท่ากับหรือมากกว่า** พลังงานก่อกัมมันต์ ปฏิกิริยาจึงจะเกิดขึ้นได้
6. ในทฤษฎีสารเชิงซ้อนที่ถูกกระตุ้น กล่าวว่า สารชนิดหนึ่งที่มีพลังงานสูงกว่าพลังงานของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ เรียกว่า **สารเชิงซ้อนที่ถูกกระตุ้น** หรือ **สารเชิงซ้อนกัมมันต์**
7. ปฏิกิริยาที่มีค่า **พลังงานก่อกัมมันต์ต่ำ** จะเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้ง่ายกว่าปฏิกิริยาที่มีค่า **พลังงานก่อกัมมันต์สูง**
8. ปฏิกิริยาที่อนุภาคมี **พลังงานสูง** จะเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้เร็วกว่าปฏิกิริยาที่อนุภาคมี **พลังงานต่ำ**
9. ปฏิกิริยาที่อนุภาคชนกันด้วย **ความถี่สูง** จะเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้เร็วกว่าปฏิกิริยาที่อนุภาคชนกันด้วย **ความถี่ต่ำ**
10. ปฏิกิริยาจะเกิดได้ง่ายเมื่อสารตั้งต้นมีสถานะ **แก๊สหรือของเหลว** เพราะอนุภาคสามารถเคลื่อนที่ได้ จึงเกิดการชนกันได้ง่าย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

เวลา 2 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

เขียนแผนภาพ และอธิบายทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. แปลความหมายจากกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยา และระบุได้ว่าเป็นปฏิกิริยาประเภทดูดพลังงานหรือคายพลังงานได้ (K)
2. หาค่าพลังงานที่ดูดกลืน พลังงานที่คายออก และพลังงานรวมของปฏิกิริยาจากกราฟได้ (P)
3. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สารการเรียนรู้

ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสมและมีพลังงานอย่างน้อยเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์ ดังนั้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงขึ้นกับทิศทางการชนและพลังงานที่เกิดจากการชน

4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีหนึ่ง ๆ จะต้องมีการดูดพลังงานเพื่อสลายพันธะของสารตั้งต้น และมีการคายพลังงานเพื่อสร้างพันธะระหว่างผลิตภัณฑ์

ปฏิกิริยาดูดพลังงาน คือ ปฏิกิริยาที่มีการดูดพลังงานเข้าไปเพื่อสลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของสารตั้งต้นมากกว่าคายพลังงานออกมาเพื่อสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของผลิตภัณฑ์

ปฏิกิริยาคายพลังงาน คือ ปฏิกิริยาที่มีการดูดพลังงานเข้าไปเพื่อสลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของสารตั้งต้นน้อยกว่าคายพลังงานออกมาเพื่อสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของผลิตภัณฑ์

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

6. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูถามคำถาม ว่า “ในปฏิกิริยาเคมีหนึ่ง ๆ จะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไรบ้าง ” ให้นักเรียน ร่วมกันตอบคำถาม

(แนวตอบ : ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีหนึ่ง ๆ จะต้องมีการดูดพลังงานเพื่อสลายพันธะของสารตั้งต้น และ มีการคายพลังงานเพื่อสร้างพันธะระหว่างผลิตภัณฑ์)

2. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า “ปฏิกิริยาเคมีแต่ละปฏิกิริยาจะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงาน ในปฏิกิริยาเท่ากันหรือไม่ อย่างไร” ซึ่งครูยังไม่ต้องเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง จากนั้นครูและนักเรียน ร่วมกันอภิปราย เพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับ เรื่อง พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี จากหนังสือเรียนรายวิชาเคมี 3
2. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าทำเป็นรูปแบบต่าง ๆ ตามความคิดเห็นของแต่ละกลุ่ม เช่น แผนภาพ แผนผัง เขียนบรรยาย

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอเรื่องที่ได้อธิบายค้นคว้าข้อมูลและผลงานการจัดทำข้อมูลของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนที่ละกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันจนครบทุกกลุ่ม

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)

4. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี เช่น

- 1) จงอธิบายความหมายของปฏิกิริยาดูดพลังงานและปฏิกิริยาคายพลังงาน

(แนวตอบ : ปฏิกิริยาดูดพลังงาน คือ ปฏิกิริยาที่มีการดูดพลังงานเข้าไปเพื่อสลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของสารตั้งต้นมากกว่าคายพลังงานออกมาเพื่อสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของผลิตภัณฑ์)

ปฏิกิริยาคายพลังงาน คือ ปฏิกิริยาที่มีการดูดพลังงานเข้าไปเพื่อสลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของสารตั้งต้นน้อยกว่าคายพลังงานออกมาเพื่อสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของผลิตภัณฑ์)

- 2) กลไกของปฏิกิริยาหมายถึงอะไร

(แนวตอบ : กลไกของปฏิกิริยา คือ ขั้นตอนต่าง ๆ ของการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งปฏิกิริยาเคมีหนึ่ง ๆ อาจจะมีขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาเพียง 1 ขั้นตอน หรือบางปฏิกิริยาอาจจะมีขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาหลายขั้นตอนก็ได้ โดยแต่ละขั้นตอน เรียกว่า ขั้นตอนย่อยของปฏิกิริยา)

3) ในปฏิกิริยาที่เกิดหลายขั้นตอน แต่ละขั้นตอนจะเกิดสารที่ไม่เสถียรขึ้น เรียกสารนี้ว่าอย่างไร

(แนวตอบ : สารมัธยันตร์)

4) ในปฏิกิริยาที่เกิดหลายขั้นตอน ปฏิกิริยาใดใช้ในการกำหนดอัตราการเกิดปฏิกิริยา

(แนวตอบ : ปฏิกิริยาที่เกิดช้าที่สุด)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Expand)

5. ครูถามคำถาม อีกครั้ง ดังนี้

- การเปลี่ยนแปลงพลังงานในปฏิกิริยาเคมีจำแนกได้กี่ประเภท อะไรบ้าง แต่ละประเภทมีลักษณะอย่างไร

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

6. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อ ๆ ไป

7. นักเรียนทำใบงานที่ 2.3.1 เรื่อง พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

8. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือเรียน เคมี 3

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรม การตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 2.3.1 เรื่อง พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด

4. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี ดังนี้

- ปฏิกิริยาดูดพลังงาน คือ ปฏิกิริยาที่มีการดูดพลังงานเข้าไปเพื่อสลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของสารตั้งต้นมากกว่าคายพลังงานออกมาเพื่อสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของผลิตภัณฑ์
- ปฏิกิริยาคายพลังงาน คือ ปฏิกิริยาที่มีการดูดพลังงานเข้าไปเพื่อสลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของสารตั้งต้นน้อยกว่าคายพลังงานออกมาเพื่อสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของผลิตภัณฑ์
- ปฏิกิริยาที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยากันเกิดผลิตภัณฑ์ เรียกว่า ปฏิกิริยาไปข้างหน้า
- ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจะเข้าทำปฏิกิริยากัน ทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับเกิดเป็นสารตั้งต้น เรียกว่า ปฏิกิริยาย้อนกลับ

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 ประเมินระหว่าง การจัดกิจกรรม การเรียนรู้ 1) พลังงานกับการ ดำเนินไปของ ปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจใบงานที่ 2.3.1 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.3.1 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอ ผลงาน	- แบบประเมินการเสนอ ผลงาน	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรม การทำงาน รายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการ ทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย รับผิดชอบใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

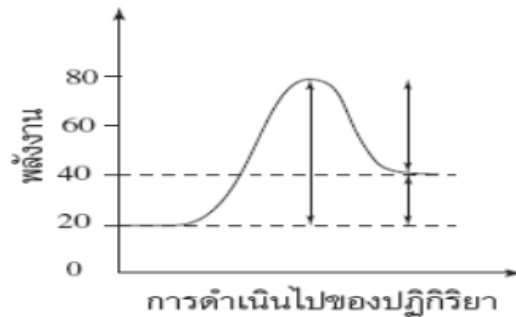
- หนังสือเรียนรายวิชาเคมี 3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- ใบงานที่ 2.3.1 เรื่อง พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

ใบงานที่ 2.3.1

เรื่อง พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

1. พิจารณากราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม



1) พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาไปข้างหน้ามีค่าเท่ากับ กิโลจูล

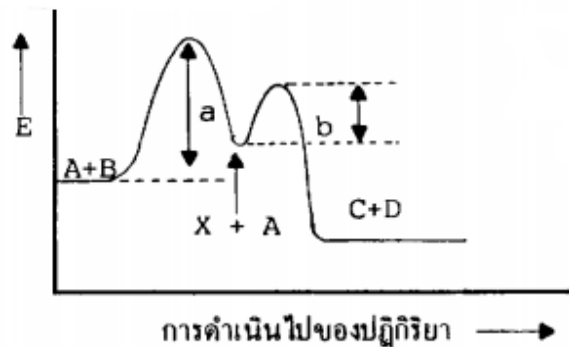
2) พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาย้อนกลับมีค่าเท่ากับ กิโลจูล

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

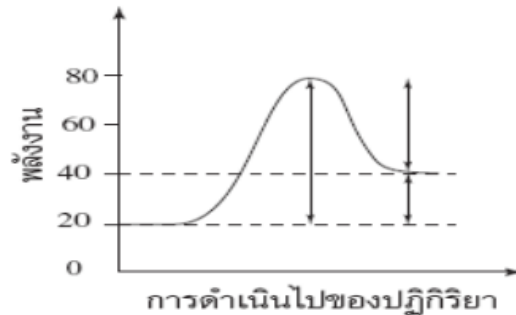
4) พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยานี้มีค่า กิโลจูล

5) ปฏิกิริยานี้เป็นแบบ

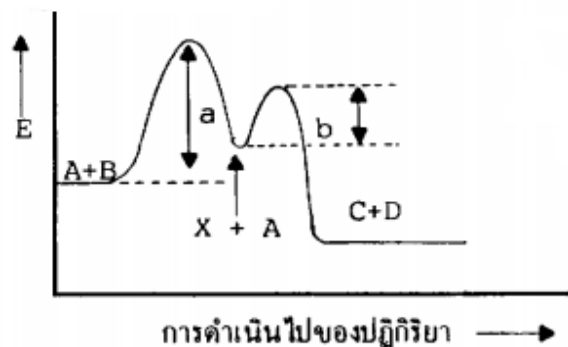
เรื่อง พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

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 **X**
- 3) ขั้นที่กำหนดอัตราการเกิดปฏิกิริยา คือ **ขั้นที่ 1** เพราะ **ปฏิกิริยาเกิดช้า**
- 4) พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยานี้มีค่า **a** กิโลจูล
- 5) ปฏิกิริยานี้เป็นแบบ **คายพลังงาน**

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4
ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

เวลา 3 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

- ทดลอง และอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- อธิบายผลของความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (K)
- ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (P)
- ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (P)
- ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง (P)
- ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สารการเรียนรู้

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา นอกจากนี้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมียังขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ทำปฏิกิริยด้วย

4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา และชนิดของสารที่ทำปฏิกิริยา

ความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยถ้าสารตั้งต้นมีความเข้มข้นต่ำ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะช้า แต่ถ้าสารตั้งต้นมีความเข้มข้นสูง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเร็ว

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
4) ทักษะการทดลอง 5) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 6) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	

6. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียนรายวิชา เคมี 3 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-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
 - สมาชิกคนที่ 2 : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
 - สมาชิกคนที่ 3 : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
 - สมาชิกคนที่ 4 และ 5 : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง
3. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

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

5. 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)

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

6. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างกันแล้วศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับ เรื่อง กฎอัตราและอันดับของปฏิกิริยา จากหนังสือเรียนรายวิชา เคมี3 แล้วอภิปรายร่วมกันจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

7. 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 สมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตรา การเกิดปฏิกิริยากับค่าคงที่อัตราและความเข้มข้นของสารตั้งต้น)

- 2) อันดับของปฏิกิริยาคืออะไร

(แนวตอบ : อันดับของปฏิกิริยา คือ ผลรวมของเลขชี้กำลังของความเข้มข้นของสารตั้งต้นในกฎอัตรา)

- 3) ถ้ากฎอัตราของปฏิกิริยาหนึ่งเป็น $R = k[\text{X}][\text{Y}]^2$ ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาอันดับใด และอัตราการเกิดปฏิกิริยาของปฏิกิริยานี้เป็นอย่างไร

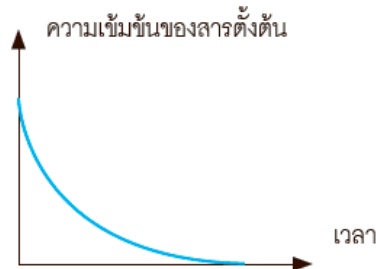
(แนวตอบ : ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาอันดับสาม โดยอัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสาร X และ Y โดยถ้าเพิ่มความเข้มข้นของสาร X เป็น 2 เท่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มเป็น 2 เท่า แต่ถ้าเพิ่มความเข้มข้นของสาร Y เป็น 2 เท่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มเป็น 4 เท่า)

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

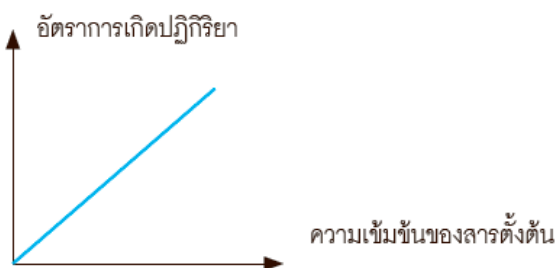
(แนวตอบ : ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง โดยอัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสาร C แต่ไม่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสาร D โดยถ้าเพิ่มความเข้มข้นของสาร C เป็น 2 เท่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มเป็น 2 เท่า)

- 5) จงเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นกับเวลา และกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยากับความเข้มข้นของสารตั้งต้นในปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง

(แนวตอบ : กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นกับเวลาในปฏิกิริยาอันดับหนึ่งเป็น ดังนี้



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยากับความเข้มข้นของสารตั้งต้นในปฏิกิริยาอันดับหนึ่งเป็น ดังนี้



(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Expand)

9. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อ ๆ ไป
10. นักเรียนทำใบงานที่ 2.4.1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
11. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือรายวิชาเคมี 3

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 2.4.1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
4. ครูวัดและประเมินผลจากรายงานการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
5. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ดังนี้
 - ความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยถ้าสารตั้งต้นมีความเข้มข้นต่ำ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะช้า แต่ถ้าสารตั้งต้นมีความเข้มข้นสูง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเร็ว

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจใบงานที่ 2.4.1 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.4.1 - 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) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิชาเคมี 3 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 3) ใบงานที่ 2.4.1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 4) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ใบงานที่ 2.4.1

เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดเมื่อสารตั้งต้นมีความเข้มข้นมากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงสูงขึ้น

.....

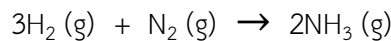
.....

2. จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดเมื่อสารตั้งต้นมีความเข้มข้นน้อยลง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงต่ำลง

.....

.....

3. พิจารณาปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สไนโตรเจนที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ดังสมการ

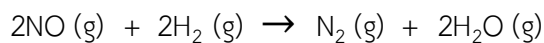


ถ้าเพิ่มจำนวนโมเลกุลของแก๊สไนโตรเจนที่อยู่ในภาชนะเดิมเป็น 2 เท่าของจำนวนเดิม จะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

.....

.....

4. เมื่อบรรจุแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์และแก๊สไฮโดรเจนไว้ในภาชนะปิดที่อุณหภูมิห้อง แล้วให้ความร้อนจะเกิดแก๊สไนโตรเจนและไอน้ำ ดังสมการ



ถ้าลดจำนวนโมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจนให้เหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเดิม จะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

.....

.....

5. จงระบุอันดับของปฏิกิริยาของกฎอัตราของปฏิกิริยาต่อไปนี้ พร้อมอธิบายว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาของปฏิกิริยานั้นเป็นอย่างไร

1) $R = k[\text{A}]^0[\text{B}]$

.....

.....

.....

2) $R = k[\text{X}][\text{Y}]$

.....

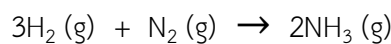
.....

.....

เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

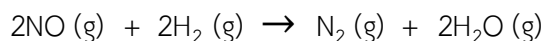
1. จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดเมื่อสารตั้งต้นมีความเข้มข้นมากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงสูงขึ้น
การเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นเป็นการเพิ่มจำนวนอนุภาคของสารตั้งต้น จึงทำให้สารตั้งต้นมีโอกาสชนกัน
ได้มากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงสูงขึ้น
2. จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดเมื่อสารตั้งต้นมีความเข้มข้นน้อยลง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงต่ำลง
การลดความเข้มข้นของสารตั้งต้นเป็นการลดจำนวนอนุภาคของสารตั้งต้น จึงทำให้สารตั้งต้นมีโอกาสชนกัน
น้อยลง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงต่ำลง
3. พิจารณาปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สไนโตรเจนที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ดังสมการ



ถ้าเพิ่มจำนวนโมเลกุลของแก๊สไนโตรเจนที่อยู่ในภาชนะเดิมเป็น 2 เท่าของจำนวนเดิม จะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

การเพิ่มจำนวนโมเลกุลของแก๊สไนโตรเจนที่อยู่ในภาชนะเดิม เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น ดังนั้น
อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงควรเพิ่มขึ้น ถ้าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของแก๊สไนโตรเจน

4. เมื่อบรรจุแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์และแก๊สไฮโดรเจนไว้ในภาชนะปิดที่อุณหภูมิห้อง แล้วให้ความร้อนจะเกิด
แก๊สไนโตรเจนและไอน้ำ ดังสมการ



ถ้าลดจำนวนโมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจนให้เหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเดิม จะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
อย่างไร

การลดจำนวนโมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจน เป็นการลดความเข้มข้นของสารตั้งต้น ดังนั้น อัตราการเกิดปฏิกิริยา
จึงควรลดลง ถ้าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของแก๊สไฮโดรเจน

5. จงระบุอันดับของปฏิกิริยาของกฎอัตราของปฏิกิริยาต่อไปนี้ พร้อมอธิบายว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาของ
ปฏิกิริยานั้นเป็นอย่างไร

1) $R = k[\text{A}]^0[\text{B}]$

ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง โดยอัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสาร B แต่ไม่ขึ้นอยู่กับ
ความเข้มข้นของสาร A โดยถ้าเพิ่มความเข้มข้นของสาร B เป็น 2 เท่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มเป็น
2 เท่า

2) $R = k[\text{X}][\text{Y}]$

ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาอันดับสอง โดยอัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสาร X และสาร Y
โดยถ้าเพิ่มความเข้มข้นของสาร X เป็น 2 เท่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มเป็น 2 เท่า และถ้าเพิ่มความ
เข้มข้นของสาร Y เป็น 2 เท่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาก็จะเพิ่มเป็น 2 เท่า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5
พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

เวลา 2 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

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

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายผลของพื้นที่ผิวของสารตั้งต้นที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (K)
2. ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของพื้นที่ผิวของสารที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (P)
3. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (P)
4. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง (P)
5. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สารการเรียนรู้

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา นอกจากนี้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมียังขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ทำปฏิกิริยาด้วย

4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

พื้นที่ผิวของของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยถ้าสารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวน้อย อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะช้า แต่ถ้าสารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวมาก อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเร็ว

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

6. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า “ระหว่างกระดาษชิ้นเล็ก ๆ กับแผ่นกระดาษ กระดาษแบบใดจะเกิดการเผาไหม้ได้เร็วกว่ากัน เพราะเหตุใด” ซึ่งครูยังไม่ต้องเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วทำการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของพื้นที่ผิวของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากหนังสือเรียนรายวิชา เคมี 3
2. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้
 - สมาชิกคนที่ 1 : ทำหน้าที่เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของพื้นที่ผิวของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
 - สมาชิกคนที่ 2 : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
 - สมาชิกคนที่ 3 : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
 - สมาชิกคนที่ 4 และ 5 : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง
3. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)
 5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้
 - 1) เมื่อเปลี่ยนลวดแมกนีเซียมเป็นแบบพับให้แน่นแทนลวดแมกนีเซียมแบบสปริง เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาจะเป็นอย่างไร
(แนวตอบ : เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยามากขึ้น)
 - 2) เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาระหว่างลวดแมกนีเซียมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกคงที่ตลอดการทดลองหรือไม่
(แนวตอบ : ไม่คงที่)
 - 3) พื้นที่ผิวของของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร
(แนวตอบ : ถ้าสารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวน้อย อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะช้า แต่ถ้าสารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวมาก อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเร็ว)
- (หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

6. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น

- 1) เมื่อนำผงเหล็กและแผ่นเหล็กมวเลเท่ากันมาทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไนตริก ปฏิกิริยาใดจะเกิดขึ้นได้เร็วกว่ากัน

(แนวตอบ : ปฏิกิริยาระหว่างผงเหล็กกับสารละลายกรดไนตริกจะเกิดขึ้นได้เร็วกว่าปฏิกิริยาระหว่างแผ่นเหล็กกับสารละลายกรดไนตริก)

- 2) การเคี้ยวอาหารให้ละเอียดก่อนกลืนเกี่ยวข้องกับพื้นที่ผิวของสารตั้งต้นกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : เกี่ยวข้อง โดยการเคี้ยวอาหารให้ละเอียดก่อนกลืนเป็นการทำให้อาหารมีพื้นที่ผิวมากขึ้น เอนไซม์จึงสามารถย่อยอาหารได้ง่ายและเร็วขึ้น ซึ่งเป็นการทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้เร็วขึ้นนั่นเอง)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Expand)

7. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อ ๆ ไป

8. นักเรียนทำใบงานที่ 2.5.1 เรื่อง พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

9. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรม การตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 2.5.1 เรื่อง พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด

4. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของพื้นที่ผิวของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

5. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ดังนี้

- การเพิ่มพื้นที่ผิวของสารตั้งต้นเป็นการเพิ่มจำนวนอนุภาคที่มีโอกาสชนกัน อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงสูงขึ้น
- พื้นที่ผิวของของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยถ้าสารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวน้อย อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะช้า แต่ถ้าสารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวมาก อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเร็ว

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจใบงานที่ 2.5.1 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.5.1 - 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	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชา เคมี 3 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- ใบงานที่ 2.5.1 เรื่อง พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การศึกษาผลของพื้นที่ผิวของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ใบงานที่ 2.5.1

เรื่อง พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดเมื่อสารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวมากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงสูงขึ้น

.....

.....

2. นำโลหะสังกะสีมาใส่ลงในกรดไฮโดรคลอริก พบว่า มีฟองแก๊สเกิดขึ้น การใช้โลหะสังกะสีแบบใดที่มีมวลเท่ากัน จะทำให้ฟองแก๊สเกิดได้เร็วที่สุด ระหว่างแผ่นสังกะสี สังกะสีชิ้นเล็ก ๆ หรือผงสังกะสี เพราะเหตุใด

.....

.....

3. เมื่อนำผงเหล็กมาเผาในอากาศจะเกิดการลุกไหม้ทันที แต่เมื่อนำตะปูเหล็กที่มีมวลเท่ากันมาเผาแทนผงเหล็ก จะเกิดปฏิกิริยาอย่างช้า ๆ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

.....

.....

4. นำแคลเซียมคาร์บอเนตมาทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก พบว่า มีแคลเซียมคลอไรด์ น้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น ดังสมการ

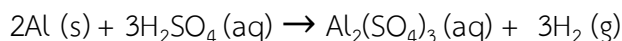


ถ้าในตอนแรกใช้แคลเซียมคาร์บอเนตชิ้นเล็ก ๆ มาทำปฏิกิริยา แต่ต่อมาเปลี่ยนมาใช้ผงแคลเซียมคาร์บอเนตจำนวนเท่ากันแต่นำมาบดละเอียดมาทำปฏิกิริยาแทน อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเป็นอย่างไร และปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

.....

.....

5. นำอะลูมิเนียมมาทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟิวริกพบว่า มีอะลูมิเนียมซัลเฟต และไฮโดรเจนเกิดขึ้น ดังสมการ



ถ้าในตอนแรกใช้แผ่นอะลูมิเนียมที่พับแน่นมาทำปฏิกิริยา แต่ต่อมาเปลี่ยนมาใช้แผ่นอะลูมิเนียมขนาดเท่าเดิม แต่ขดเป็นสปริงมาทำปฏิกิริยาแทน อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเป็นอย่างไร และปริมาณแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

.....

.....

เรื่อง พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดเมื่อสารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวมากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงสูงขึ้น

การเพิ่มพื้นที่ผิวของสารตั้งต้นเป็นการเพิ่มจำนวนอนุภาคที่มีโอกาสมาชนกัน อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงสูงขึ้น

2. นำโลหะสังกะสีมาใส่ลงในกรดไฮโดรคลอริก พบว่า มีฟองแก๊สเกิดขึ้น การใช้โลหะสังกะสีแบบใดที่มีมวลเท่ากัน จะทำให้ฟองแก๊สเกิดได้เร็วที่สุด ระหว่างแผ่นสังกะสี สังกะสีชิ้นเล็ก ๆ หรือผงสังกะสี เพราะเหตุใด

ผงสังกะสี เพราะมีพื้นที่ผิวมากที่สุด ทำให้โมเลกุลของสังกะสีมีโอกาสสัมผัสกับกรดไฮโดรคลอริกได้มากที่สุด จึงทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสูงที่สุด จึงเกิดฟองแก๊สได้เร็วที่สุด

3. เมื่อนำผงเหล็กมาเผาในอากาศจะเกิดการลุกไหม้ทันที แต่เมื่อนำตะปูเหล็กที่มีมวลเท่ากันมาเผาแทนผงเหล็ก จะเกิดปฏิกิริยาอย่างช้า ๆ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

ปฏิกิริยาระหว่างเหล็กกับแก๊สออกซิเจนในอากาศเป็นปฏิกิริยาที่สารตั้งต้นมีสถานะแตกต่างกัน อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัสของสารตั้งต้น ซึ่งผลเหล็กมีพื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่าตะปูเหล็กที่มีมวลเท่ากัน จึงทำให้เกิดปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจนในอากาศได้เร็วกว่าตะปูเหล็ก

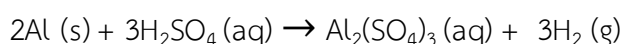
4. นำแคลเซียมคาร์บอเนตมาทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก พบว่า มีแคลเซียมคลอไรด์ น้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น ดังสมการ



ถ้าในตอนแรกใช้แคลเซียมคาร์บอเนตชิ้นเล็ก ๆ มาทำปฏิกิริยา แต่ต่อมาเปลี่ยนมาใช้ผงแคลเซียมคาร์บอเนตจำนวนเท่ากันแต่นำมาบดละเอียดมาทำปฏิกิริยาแทน อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเป็นอย่างไร และปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเร็วขึ้น แต่ได้ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นเท่าเดิม

5. นำอะลูมิเนียมมาทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟิวริกพบว่า มีอะลูมิเนียมซัลเฟต และไฮโดรเจนเกิดขึ้น ดังสมการ



ถ้าในตอนแรกใช้แผ่นอะลูมิเนียมที่พับแน่นมาทำปฏิกิริยา แต่ต่อมาเปลี่ยนมาใช้แผ่นอะลูมิเนียมขนาดเท่าเดิมแต่ขดเป็นสปริงมาทำปฏิกิริยาแทน อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเป็นอย่างไร และปริมาณแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะช้าลง แต่ได้ปริมาณแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นเท่าเดิม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6
อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

เวลา 2 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

- ทดลอง และอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- อธิบายผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (K)
- ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (P)
- ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (P)
- ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง (P)
- ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สารการเรียนรู้

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา นอกจากนี้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมียังขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ทำปฏิกิริยาด้วย

4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะมีค่ามากขึ้น และเมื่ออุณหภูมิต่ำลง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีค่าลดลง

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

6. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

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 การศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากหนังสือเรียนรายวิชา เคมี 3
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)

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)
5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้
 - 1) ถ้านำหลอดทดลองไปแช่ในน้ำที่มีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นักเรียนคิดว่าจะใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยาเป็นอย่างไร
(แนวตอบ : จะใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยาลดลง)
 - 2) เพราะเหตุใดเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงมีค่ามากขึ้นด้วย
(แนวตอบ : เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้โมเลกุลของสารตั้งต้นเคลื่อนที่เร็วขึ้น โมเลกุลมีพลังงานจลน์สูงขึ้น ทำให้โมเลกุลที่มีพลังงานมากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์มีจำนวนมากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงมีค่ามากขึ้น)

3) อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

(แนวตอบ : เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะมีความมากขึ้น และเมื่ออุณหภูมิต่ำลง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีค่าลดลง)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Expand)

6. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อ ๆ ไป

7. นักเรียนทำใบงานที่ 2.6.1 เรื่อง อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

8. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล

พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 2.6.1 เรื่อง อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด

4. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

5. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับอุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ดังนี้

- เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อนุภาคของสารตั้งต้นจะมีพลังงานจลน์สูงขึ้น อนุภาคของสารตั้งต้นจึงเคลื่อนที่เร็วขึ้น ทำให้เกิดการชนกันแรงและบ่อยครั้งขึ้น ส่งผลให้มีจำนวนอนุภาคที่มีพลังงานจลน์เท่ากับหรือมากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์มากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงสูงขึ้น
- อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะมีความมากขึ้น และเมื่ออุณหภูมิต่ำลง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีค่าลดลง

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
1) อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจใบงานที่ 2.6.1 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.6.1 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
2) การทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ประเมินการปฏิบัติ การ	- แบบประเมินการปฏิบัติ การ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอ ผลงาน	- แบบประเมินการเสนอ ผลงาน	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรม การทำงาน รายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชา เคมี 3 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 2) ใบงานที่ 2.6.1 เรื่อง อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 3) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ใบงานที่ 2.6.1

เรื่อง อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับอุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงสูงขึ้น

.....

.....

.....

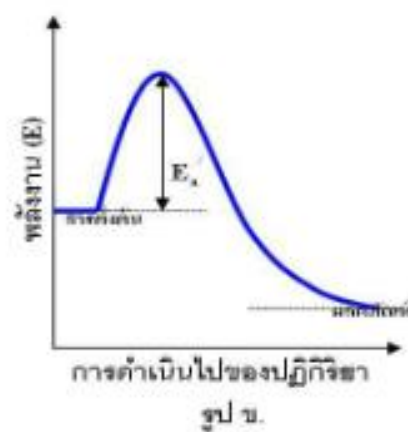
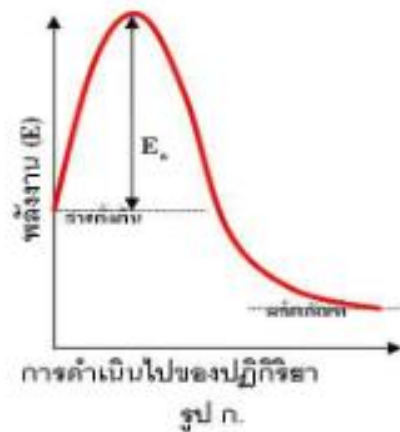
2. เมื่อเผาโลหะ Z ในอากาศจะลุกไหม้อย่างรวดเร็ว ได้ออกไซด์ของโลหะ Z แต่เมื่อวางโลหะ Z ไว้ในอากาศ โลหะ Z จะทำปฏิกิริยาอย่างช้า ๆ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

.....

.....

.....

3. พิจารณารูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม



- 1) ปฏิกิริยาทั้งสองเป็นปฏิกิริยาดูดพลังงานหรือคายพลังงาน และทราบได้อย่างไร

.....

.....

.....

- 2) ปฏิกิริยาใดน่าจะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงกว่า เพราะเหตุใด

.....

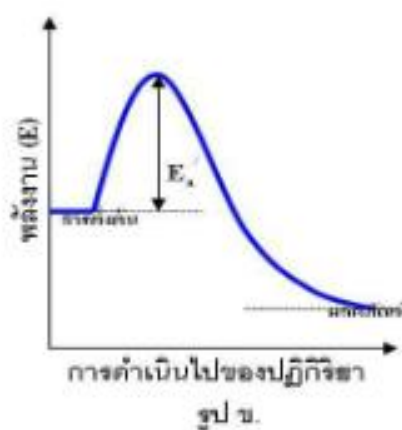
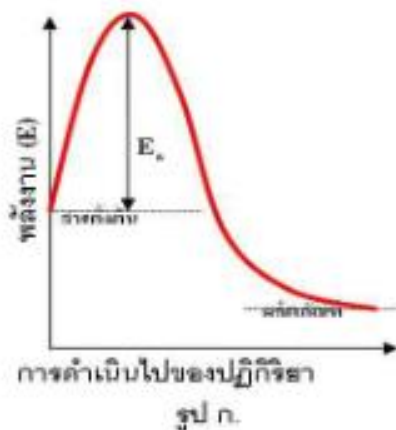
.....

.....

เรื่อง อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับอุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงสูงขึ้น
เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อนุภาคของสารตั้งต้นจะมีพลังงานจลน์สูงขึ้น อนุภาคของสารตั้งต้นจึงเคลื่อนที่เร็วขึ้น ทำให้เกิดการชนกันแรงและบ่อยครั้งขึ้น ส่งผลให้มีจำนวนอนุภาคที่มีพลังงานจลน์เท่ากับหรือมากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์มากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงสูงขึ้น
- เมื่อเผาโลหะ Z ในอากาศจะลุกไหม้อย่างรวดเร็ว ได้ออกไซด์ของโลหะ Z แต่เมื่อวางโลหะ Z ไว้ในอากาศ โลหะ Z จะทำปฏิกิริยาอย่างช้า ๆ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
การเผาโลหะ Z เป็นการเพิ่มอุณหภูมิ ทำให้อนุภาคของสารตั้งต้นมีพลังงานสูงขึ้น จึงมีโอกาสชนกันมากขึ้น จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าการวางโลหะ Z ไว้ในอากาศซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า
- พิจารณารูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม



- ปฏิกิริยาทั้งสองเป็นปฏิกิริยาคายพลังงานหรือคายพลังงาน และทราบได้อย่างไร
ปฏิกิริยาทั้งสองเป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีพลังงานต่ำกว่าสารตั้งต้น
- ปฏิกิริยาใดน่าจะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงกว่า เพราะเหตุใด
ปฏิกิริยา ข. น่าจะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงกว่า เพราะมีค่าพลังงานก่อกัมมันต์ (E_a) ต่ำกว่าปฏิกิริยา ก.

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7
ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี

เวลา 4 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

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

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายผลของตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมีที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (K)
2. ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (P)
3. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (P)
4. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง (P)
5. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สารการเรียนรู้

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา นอกจากนี้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมียังขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ทำปฏิกิริยาด้วย

4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ตัวเร่งปฏิกิริยา คือ สารที่เติมลงไปแล้วทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดเร็วขึ้น เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา สารนั้นจะกลับมามีสมบัติเหมือนเดิม และปริมาณเท่าเดิม

ตัวหน่วงปฏิกิริยา คือ สารที่เติมลงไปแล้วทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดช้าลง เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา สารนั้นจะกลับมามีสมบัติเหมือนเดิม และปริมาณเท่าเดิม

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

6. กิจกรรมการเรียนรู้

 แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

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

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วทำการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของสารบางชนิดต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากหนังสือเรียนรายวิชา เคมี 3
2. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ 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)

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)
5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้
 - 1) ในการทดลองตอนที่ 1 เพราะเหตุใดสารในหลอดทดลองที่ 2 จึงเกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าสารหลอดทดลองที่ 1
(แนวตอบ : เนื่องจากการเติมแมงกานีส (II) ซัลเฟตลงไปในหลอดทดลองที่ 2 ซึ่งแมงกานีส (II) ซัลเฟตเป็นตัวเร่งให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้น)
 - 2) ในการทดลองตอนที่ 1 เพราะเหตุใดสารในหลอดทดลองที่ 1 จึงเกิดปฏิกิริยาช้ากว่าสารหลอดทดลองที่ 2
(แนวตอบ : เนื่องจากการเติมโซเดียมฟลูออไรด์ลงไปในหลอดทดลองที่ 1 ซึ่งโซเดียมฟลูออไรด์เป็นตัวหน่วงให้ปฏิกิริยาเกิดได้ช้าลง)
 - 3) แมงกานีส (II) ซัลเฟตและโซเดียมฟลูออไรด์ที่เติมลงไปในหลอดทดลอง ทำหน้าที่เหมือนกันหรือไม่อย่างไร

(แนวตอบ : ทำหน้าที่ต่างกัน โดยแมงกานีส (II) ซัลเฟตทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ส่วนโซเดียมฟลูออไรด์ทำหน้าที่เป็นตัวหน่วงปฏิกิริยา)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

6. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วทำการทดลอง เรื่อง สมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยา จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1
7. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้
 - สมาชิกคนที่ 1 : ทำหน้าที่เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง สมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยา
 - สมาชิกคนที่ 2 : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
 - สมาชิกคนที่ 3 : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
 - สมาชิกคนที่ 4 และ 5 : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง
8. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

9. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)
10. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้
 - 1) ในหลอดทดลองที่ 1 และหลอดทดลองที่ 2 หลอดใดเกิดปฏิกิริยาเคมีได้เร็วกว่ากัน เพราะเหตุใด
(แนวตอบ : หลอดทดลองที่ 1 เกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่า เพราะมีโคบอลต์ (II) คลอไรด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคมี)
 - 2) การที่สารละลายโคบอลต์ (II) คลอไรด์เปลี่ยนเป็นสีเขียวขณะที่ปฏิกิริยาดำเนินไป เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดลงจะกลับมาเป็นสีชมพูเหมือนเดิม และไอความเข้มข้นของสีเท่าเดิม หมายความว่าอย่างไร
(แนวตอบ : สารละลายโคบอลต์ (II) คลอไรด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งจะเข้าไปมีส่วนร่วมในการเกิดปฏิกิริยาด้วย แต่เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาแล้ว สารละลายโคบอลต์ (II) คลอไรด์ยังคงมีสมบัติเหมือนเดิม และมีปริมาณเท่ากับตอนเริ่มต้น)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

11. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยให้แต่ละคู่ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับ เรื่อง ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี จากหนังสือเรียน เคมี 3 โดยให้คนหนึ่งศึกษา เรื่อง ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมี ส่วนอีกคนหนึ่งศึกษา เรื่อง ตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี จากนั้นให้นำเรื่องที่ตนเองศึกษามาอธิบายให้เพื่อนที่เป็นคู่กันฟัง จนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

12. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี เช่น

1) ตัวเร่งปฏิกิริยา คืออะไร

(แนวตอบ : ตัวเร่งปฏิกิริยา คือ สารที่เติมลงไปแล้วทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดเร็วขึ้น เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา สารนั้นจะกลับมามีสมบัติเหมือนเดิม และปริมาณเท่าเดิม)

2) ตัวเร่งปฏิกิริยามีลักษณะอะไรบ้าง

(แนวตอบ : 2 ลักษณะ คือ ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ไปรวมกับสารตั้งต้นตัวใดตัวหนึ่ง แล้วจัดโครงสร้างให้เหมาะสม ทำให้เกิดปฏิกิริยาง่ายขึ้น และตัวเร่งปฏิกิริยามีส่วนร่วมในการเกิดปฏิกิริยากับสารตั้งต้นทำให้เกิดปฏิกิริยาหลายขั้นตอน)

3) ตัวหน่วงปฏิกิริยา คืออะไร

(แนวตอบ : ตัวหน่วงปฏิกิริยา คือ สารที่เติมลงไปแล้วทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดช้าลง เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา สารนั้นจะกลับมามีสมบัติเหมือนเดิม และปริมาณเท่าเดิม)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Expand)

13. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อ ๆ ไป

14. นักเรียนทำใบงานที่ 2.7.1 เรื่อง ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี

15. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือรายวิชา เคมี 3

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 2.7.1 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 สารนั้นจะกลับมามีสมบัติเหมือนเดิม และปริมาณเท่าเดิม

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจใบงานที่ 2.7.1 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.7.1 - 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	- สังเกตความมีวินัย รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชา เคมี3 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 2) ใบงานที่ 2.7.1 เรื่อง ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี
- 3) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การศึกษาผลของสารบางชนิดต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 4) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง สมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยา

ใบงานที่ 2.7.1

เรื่อง ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี

1. จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดตัวเร่งปฏิกิริยาจึงทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสูงขึ้น และตัวหน่วงปฏิกิริยาจึงทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีลดลง

.....
.....

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

.....
.....

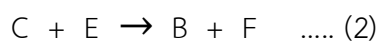
3. เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดลงตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวหน่วงปฏิกิริยาจะมีลักษณะเป็นอย่างไร

.....
.....

4. ในปฏิกิริยาที่มีสารตั้งต้นเป็นแก๊สทั้งหมด และมีตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นของแข็ง ตัวเร่งปฏิกิริยาจะสามารถเพิ่มอัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยาได้อย่างไร

.....
.....

5. พิจารณาปฏิกิริยาที่กำหนดให้

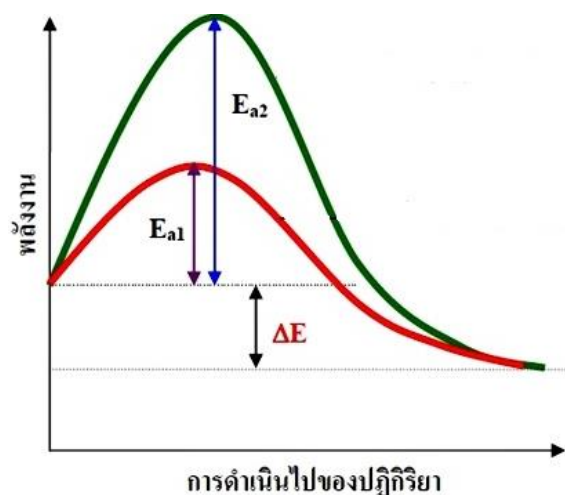


สารใดทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

.....

6. พิจารณารูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาที่กำหนดให้ แล้วระบุว่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาที่มีการเติมตัวหน่วงปฏิกิริยามีค่าเท่าใด

.....
.....



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

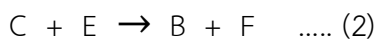
3. เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดลงตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวหน่วงปฏิกิริยาจะมีลักษณะเป็นอย่างไร

เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดลงตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวหน่วงปฏิกิริยาจะกลับคืนมาเหมือนเดิม และมีมวลเท่าเดิม แต่อาจมีลักษณะทางกายภาพเปลี่ยนแปลงไป เช่น ขนาดและรูปร่างเปลี่ยนแปลงไป

4. ในปฏิกิริยาที่มีสารตั้งต้นเป็นแก๊สทั้งหมด และมีตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นของแข็ง ตัวเร่งปฏิกิริยาจะสามารถเพิ่มอัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยาได้อย่างไร

พื้นที่ผิวของตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นของแข็งจะทำหน้าที่ดูดซับโมเลกุลของสารตั้งต้นไว้ที่ผิวจำนวนมาก ทำให้โมเลกุลของสารตั้งต้นที่เป็นแก๊สมีโอกาสชนกันง่ายและบ่อยขึ้น จึงทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงขึ้น

5. พิจารณาปฏิกิริยาที่กำหนดให้

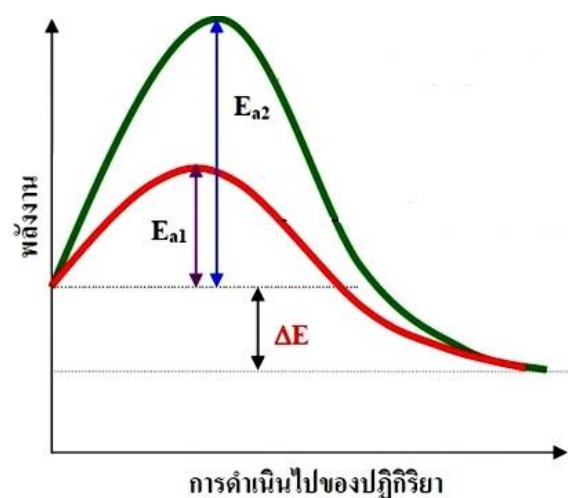


สารใดทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

สาร B

6. พิจารณารูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาที่กำหนดให้ แล้วระบุว่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาที่มีการเติมตัวหน่วงปฏิกิริยามีค่าเท่าใด

พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาที่มีการเติมตัวหน่วงปฏิกิริยามีค่าเท่ากับ E_{a2}



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8
ผลที่เกิดจากปัจจัยที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

เวลา 2 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

ยกตัวอย่างและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน หรืออุตสาหกรรม

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- ยกตัวอย่างปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน หรืออุตสาหกรรมได้ (K)
- อธิบายเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน หรืออุตสาหกรรมได้ (K)
- สื่อสารสิ่งเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน หรืออุตสาหกรรมได้ (P)
- ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สาระการเรียนรู้

ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถนำมาใช้อธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม

4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถนำมาใช้อธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรมได้

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

6. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง ผลที่เกิดจากปัจจัยที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียน ดังนี้
 - 1) ให้นักเรียนยกตัวอย่างผลที่เกิดจากปัจจัยที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน
(แนวตอบ : พิจารณาคำตอบของนักเรียน โดยขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูผู้สอน ยกตัวอย่างเช่น การแช่อาหารในตู้เย็น หรือการเติมสารกันบูดลงในอาหาร เพื่อทำให้อาหารเน่าเสียช้าลง การผลิตสารในอุตสาหกรรมจะมาจากการเติมตัวเร่งปฏิกิริยา หรือการจัดสภาพอุณหภูมิหรือความดันให้เหมาะสมเพื่อทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้น)

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง ผลที่เกิดจากปัจจัยที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากหนังสือเรียนรายวิชา เคมี 3
2. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าทำเป็นรูปแบบต่าง ๆ ตามความคิดเห็นของแต่ละกลุ่ม เช่น แผนภาพ แผนผัง เขียนบรรยาย
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอเรื่องที่ได้อธิบายค้นคว้าข้อมูลและผลงานการจัดทำข้อมูลของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนที่แต่ละกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันจนครบทุกกลุ่ม
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)
 4. 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)

5. ครูถามคำถาม ดังนี้

- ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมีอะไรบ้าง และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอย่างไร

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

- ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมา หากส่วนใดที่นักเรียนยังมีข้อสงสัยให้ครูอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจ

- นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือเรียนรายวิชา เคมี 3

- นักเรียนอ่าน summary ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อเป็นการทบทวนความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมา

- นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากหนังสือในห้องสมุด หรือจากอินเทอร์เน็ต แล้วสรุปเป็นแผ่นพับเผยแพร่ความรู้ ติดไว้ที่บอร์ดหน้าชั้นเรียน เพื่อให้เพื่อนกลุ่มอื่นได้ศึกษาเพิ่มเติม

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

- ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
- ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
- ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
1) ผลที่เกิดจากปัจจัยที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการเสนอผลงาน	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
3) พฤติกรรม การทำงาน รายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
7.2 การประเมินหลังเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- - ประเมินตามสภาพจริง
7.3 ประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน(รวบยอด) - แผ่นพับ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจแผ่นพับ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน(รวบยอด)	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชา เคมี3 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 2) หอสมุด
- 3) อินเทอร์เน็ต

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี

เวลา 22 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

- 1) ทดสอบและอธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และภาวะสมดุล
- 2) อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในภาวะสมดุล
- 3) คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา
- 4) คำนวณความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุล
- 5) คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน
- 6) ระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบ รวมทั้งคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุล ของระบบถูกรบกวน โดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอ
- 7) ยกตัวอย่างและอธิบายสมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติ และกระบวนการในอุตสาหกรรม

2. สารการเรียนรู้

2.1 สารการเรียนรู้เพิ่มเติม

- 1) ปฏิกิริยาเคมีที่สามารถดำเนินไปข้างหน้าและย้อนกลับได้ เรียกว่า ปฏิกิริยาผันกลับได้ เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปความเข้มข้นของสารตั้งต้นและอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะลดลง ส่วนความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะเพิ่มขึ้น เมื่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ ระบบจะอยู่ในภาวะสมดุลที่มีความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์คงที่เรียกว่า สมดุลพลวัต
- 2) ณ ภาวะสมดุล ความสัมพันธ์ระหว่างเข้มข้นของผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้น แสดงได้ด้วยค่าคงที่สมดุล ซึ่งเป็นค่าคงที่ ณ อุณหภูมิหนึ่ง
- 3) ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน หาได้จากผลคูณของค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาย่อยที่นำสมการเคมีมารวมกัน โดยถ้ามีการคูณสมการย่อยให้ยกกำลังค่าคงที่สมดุลด้วยตัวเลขที่คูณ และหากมีการกลับข้างสมการ ให้กลับค่าคงที่สมดุลเป็นตัวหาร
- 4) เมื่อระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลถูกรบกวนโดยการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร ความดัน หรืออุณหภูมิ ระบบจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้งตามหลักของเลอชาเตอลิเอ ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีผลทำให้ค่าคงที่สมดุลเปลี่ยนแปลง

- 5) ความรู้เกี่ยวกับสมดุลเคมีสามารถนำมาใช้อธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม

3. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่มีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้า และการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับโดยการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าจะเกิดขึ้นก่อน และการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับเกิดขึ้นทีหลัง

ภาวะสมดุล คือ ภาวะที่ระบบมีสมบัติคงที่ หรือภาวะที่สารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ทุกชนิดมีปริมาณ หรือความเข้มข้นคงที่ หรือภาวะที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ

สมดุลไดนามิก คือ สมดุลที่มีการเคลื่อนที่ของอนุภาคอยู่ตลอดเวลา ระบบไม่หยุดนิ่ง อัตราการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงผันกลับ

ที่ภาวะสมดุลจะมีสารตั้งต้นทุกชนิดเหลืออยู่ และมีผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นทุกชนิดด้วย โดยในภาวะสมดุลมีทั้งภาวะสมดุลระหว่างสถานะ ภาวะสมดุลในสารละลายอิมัลชันและภาวะสมดุลปฏิกิริยาเคมี

ณ ภาวะสมดุล ความสัมพันธ์ระหว่างเข้มข้นของผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้น แสดงได้ด้วยค่าคงที่สมดุล ซึ่งเป็นค่าคงที่ ณ อุณหภูมิหนึ่ง

ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน หาได้จากผลคูณของค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาย่อยที่นำสมการเคมีมารวมกัน โดยถ้ามีการคูณสมการย่อยให้ยกกำลังค่าคงที่สมดุลด้วยตัวเลขที่คูณ และหากมีการกลับข้างสมการให้กลับค่าคงที่สมดุลเป็นตัวหาร

การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตั้งต้นทำให้ภาวะสมดุลเปลี่ยนแปลงไป เมื่อระบบเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง ความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ณ ภาวะสมดุลจะแตกต่างไปจากความเข้มข้นที่ภาวะสมดุลเดิม

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของระบบ ทำให้สมดุลของระบบถูกรบกวน และในที่สุดระบบจะปรับตัวเพื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง

ความรู้เกี่ยวกับสมดุลเคมีสามารถนำมาใช้อธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
6) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 7) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	

5. ชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

- สมุดเล่มเล็ก หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี

6. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด) - สมุดเล่มเล็ก หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี	- ตรวจสอบสมุดเล่มเล็ก หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี	- แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6.2 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี	- ตรวจสอบแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี	- แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี	- ประเมินตามสภาพจริง
6.3 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบฝึกหัด - แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
2) การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบฝึกหัด - แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล	- ตรวจสอบใบงานที่ 3.3.1 - ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 3.3.1 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
4) การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นที่มีผลต่อภาวะสมดุล	- ตรวจสอบใบงานที่ 3.4.1 - ประเมินการปฏิบัติการ	- ใบงานที่ 3.4.1 - แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

5) การเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิที่มีผลต่อภาวะสมดุล	- ตรวจสอบงานที่ 3.5.1 - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ประเมินการปฏิบัติการ	- ใบงานที่ 3.5.1 - แบบฝึกหัด - แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6) สมดุลเคมีในชีวิตประจำวัน	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
7) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- ผลงานที่นำเสนอ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
8) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
9) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
10) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6.4 การประเมินหลังเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี	- ตรวจสอบแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี	- แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี	- ประเมินตามสภาพจริง

7. กิจกรรมการเรียนรู้

- แผนฯ ที่ 1 : การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ เวลา 2 ชั่วโมง
- แผนฯ ที่ 2 : การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล เวลา 5 ชั่วโมง
- แผนฯ ที่ 3 : ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล เวลา 5 ชั่วโมง
- แผนฯ ที่ 4 : ผลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล เวลา 3 ชั่วโมง
- แผนฯ ที่ 5 : ผลของการเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล เวลา 4 ชั่วโมง
- แผนฯ ที่ 6 : สมดุลเคมีในชีวิตประจำวัน เวลา 3 ชั่วโมง

(รวมเวลา 22 ชั่วโมง)

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

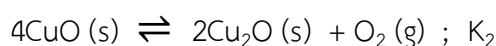
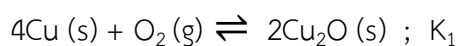
- 1) หนังสือเรียนรายวิชา เคมี3 เรื่อง สมดุลเคมี
- 2) ใบงานที่ 3.3.1 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล
- 3) ใบงานที่ 3.4.1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล
- 4) ใบงานที่ 3.5.1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล
- 5) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง ปฏิกริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก
- 6) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง การทดสอบไอร์ออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) ไอร์ออน (II) ไอออน (Fe^{2+}) และไอโอดีน (I_2)
- 7) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง การทดสอบภาวะสมดุลระหว่างไอร์ออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) และไอร์ออน (II) ไอออน (Fe^{2+})
- 8) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล
- 9) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล

แบบทดสอบก่อนเรียน

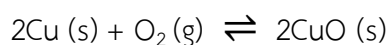
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับปัจจัยในข้อใด
 ก. ความดัน ข. อุณหภูมิ ค. ปริมาตร ง. ความเข้มข้น จ. ตัวเร่งปฏิกิริยา
- การเปลี่ยนแปลงในข้อใดที่ผันกลับไม่ได้
 ก. การเผาหินปูนในระบบปิด ข. สารละลายกรดแอสติกเจือจาง
 ค. สารละลายโซเดียมคลอไรด์เจือจาง ง. เกล็ดไฮดรอกไซด์ในหลอดทดลองที่ปิด
 จ. ต้มน้ำในภาชนะปิด จากนั้นตั้งให้เย็น
- ค่าคงที่ของสมดุลของปฏิกิริยา $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{HF}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CaF}_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$ ตรงตามข้อใด
 ก. $K = \frac{[\text{CaF}_2]}{[\text{CaCO}_3]}$ ข. $K = \frac{[\text{HF}]^2}{[\text{H}_2\text{O}][\text{CO}_2]}$
 ค. $K = \frac{[\text{H}_2\text{O}][\text{CO}_2]}{[\text{HF}]^2}$ ง. $K = \frac{[\text{CaF}_2][\text{H}_2\text{O}][\text{CO}_2]}{[\text{CaCO}_3][\text{HF}]^2}$
 จ. $K = \frac{[\text{CaCO}_3][\text{HF}]^2}{[\text{CaF}_2][\text{H}_2\text{O}][\text{CO}_2]}$
- สมดุลเคมีของปฏิกิริยาในข้อใดมีค่า $K = [\text{O}_2]$
 ก. $\text{O}_2(\text{l}) \rightleftharpoons \text{O}_2(\text{g})$ ข. $3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{O}_3(\text{g})$
 ค. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2(\text{g})$ ง. $2\text{O}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$
 จ. $2\text{Hg}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HgO}(\text{s})$
- ถ้าปฏิกิริยา $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{C}$ มีค่า $K = 0.10$ แล้วปฏิกิริยา $2\text{C} \rightleftharpoons 2\text{A} + 2\text{B}$ จะมีค่า K เท่าใด
 ก. 0.01 ข. 0.1 ค. 1 ง. 10 จ. 100
- กำหนดปฏิกิริยา ณ ภาวะสมดุลให้ ดังนี้



จงหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่อไปนี้



- ก. $\frac{K_1}{K_2}$ ข. $\left(\frac{K_1}{K_2}\right)^{1/2}$ ค. $\left(\frac{K_2}{K_1}\right)^{1/2}$ ง. $\frac{K_1}{(K_2)^{1/2}}$ จ. $\frac{K_2}{(K_1)^{1/2}}$

7. นำแก๊ส X จำนวน 5 โมล มาเผาในภาชนะปิดขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่อุณหภูมิหนึ่ง พบว่า เกิดการสลายตัวไปร้อยละ 18 ให้แก๊ส Y และ Z ดังสมการ $X \rightleftharpoons Y + Z$ ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยานี้จะมีค่าเท่าใด

- ก. 0.22 ข. 0.40 ค. 1.24 ง. 1.98 จ. 3.95

8. ปฏิกิริยา $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อนที่ภาวะสมดุล ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

- ก. เมื่อเพิ่มแก๊สไฮโดรเจน จะทำให้เกิด HI เพิ่มขึ้น
 ข. เมื่อลดความดัน ปฏิกิริยาจะดำเนินจากซ้ายไปขวา
 ค. เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ ปฏิกิริยาจะดำเนินจากซ้ายไปขวา
 ง. เมื่อลดปริมาตร จะไม่ทำให้ภาวะสมดุลเปลี่ยนแปลงไป
 จ. เมื่อเพิ่มแก๊สไอโอดีน ปฏิกิริยาจะดำเนินจากซ้ายไปขวา

9. การเพิ่มความดันให้กับปฏิกิริยาในข้อใดจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์มากขึ้น

- ก. $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ ข. $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$
 ค. $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$ ง. $2O_2(g) + N_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$
 จ. $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$

10. ปฏิกิริยา $4NH_3(g) + 3O_2(g) \rightleftharpoons 2N_2(g) + 6H_2O(g)$ มีค่าคงที่สมดุลที่ 25 องศาเซลเซียส เท่ากับ 1×10^{28} ถ้าเพิ่มความดันของปฏิกิริยา โดยที่อุณหภูมิ ข้อความใดถูกต้อง

- ก. ผลิตภัณฑ์ลดลง ค่าคงที่สมดุลคงที่ ข. ผลิตภัณฑ์ลดลง ค่าคงที่สมดุลลดลง
 ค. ผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ค่าคงที่สมดุลคงที่ ง. ผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ค่าคงที่สมดุลลดลง
 จ. ผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ค่าคงที่สมดุลเพิ่มขึ้น

เฉลย	1. ข	2. ค	3. ค	4. ก	5. จ	6. ข	7. ง	8. ข	9. จ	10. ก
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------

$$จ. \quad \frac{1}{K_p}$$

แบบประเมินการปฏิบัติการแผนฯ ที่ 1,2,4,5

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินการปฏิบัติการของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
		4	3	2	1
1	การออกแบบการทดลอง				
2	การดำเนินการทดลอง				
3	การนำเสนอ				
รวม					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การประเมินการปฏิบัติการ

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. การออกแบบการทดลอง	เข้าใจปัญหา ตั้งสมมติฐานได้ สอดคล้องกับปัญหา ออกแบบการทดลอง และใช้เทคนิควิธี ถูกต้องแสดงถึงความคิดริเริ่ม	เข้าใจปัญหา ตั้งสมมติฐานได้ ถูกต้อง ออกแบบการทดลองและใช้เทคนิควิธีถูกต้อง	เข้าใจปัญหา ตั้งสมมติฐานได้ ถูกต้อง ออกแบบการทดลองและใช้เทคนิควิธียังไม่ถูกต้อง	เข้าใจปัญหา ตั้งสมมติฐานได้ ถูกต้อง ต้องอาศัยการแนะนำในการออกแบบการทดลอง
2. การดำเนินการทดลอง	การดำเนินการทดลองมีขั้นตอนครบ ถูกต้องมีการทำซ้ำ และการเก็บข้อมูลได้ละเอียดรอบคอบ ครบถ้วนตามที่ต้องการ	การดำเนินการทดลองมีขั้นตอน ครบถ้วนถูกต้องแต่ไม่มีการทำซ้ำ และการเก็บข้อมูลได้ครบถ้วน นำเสนอผลการทดลองถูกต้อง	การดำเนินการทดลองมีขั้นตอน ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ และการเก็บข้อมูลได้ ครบถ้วนตามที่ต้องการ	การดำเนินการทดลองไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่และการเก็บข้อมูลไม่ครบถ้วน
3. การนำเสนอ	เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล แสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ ในการนำเสนอ วิเคราะห์ข้อมูลได้ ครบถ้วนเหมาะสม สรุปผลการทดลอง ถูกต้องมีการนำเหตุผลและความรู้มา อ้างอิงประกอบการสรุป	นำเสนอข้อมูลถูกต้อง ครบถ้วน วิเคราะห์ข้อมูลได้ครบถ้วน สรุปผลการทดลอง ถูกต้อง มีการนำเหตุผลและความรู้มา อ้างอิงประกอบการสรุปผลการทดลอง	นำเสนอข้อมูลถูกต้อง วิเคราะห์ข้อมูลได้ ครบถ้วนนำเสนอผลการทดลองถูกต้อง	นำเสนอข้อมูลถูกต้อง วิเคราะห์ข้อมูลไม่ ครบถ้วน สรุปผลการทดลองไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

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

แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินผลงาน/ชิ้นงานของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
		4	3	2	1
1	ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนด				
2	ความถูกต้องของเนื้อหา				
3	ความคิดสร้างสรรค์				
4	ความเป็นระเบียบ				
รวม					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์ประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ผลงานตรงกับจุดประสงค์ที่กำหนด	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์ทุกประเด็น	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เป็นส่วนใหญ่	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์บางประเด็น	ผลงานไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
2. ผลงานมีความถูกต้องของเนื้อหา	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องครบถ้วน	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นบางประเด็น	เนื้อหาสาระของผลงานไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
3. ผลงานมีความคิดสร้างสรรค์	ผลงานแสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์แปลกใหม่และเป็นระบบ	ผลงานมีแนวคิดแปลกใหม่แต่ยังไม่เป็นระบบ	ผลงานมีความน่าสนใจ แต่ยังไม่มีแนวคิดแปลกใหม่	ผลงานไม่แสดงแนวคิดใหม่
4. ผลงานมีความเป็นระเบียบ	ผลงานมีความเป็นระเบียบแสดงออกถึงความประณีต	ผลงานส่วนใหญ่มีความเป็นระเบียบแต่ยังมีข้อบกพร่องเล็กน้อย	ผลงานมีความเป็นระเบียบ แต่มีข้อบกพร่องบางส่วน	ผลงานส่วนใหญ่ไม่เป็นระเบียบและมีข้อบกพร่องมาก

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

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

แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	ความถูกต้องของเนื้อหา	☐	☐	☐
2	ความคิดสร้างสรรค์	☐	☐	☐
3	วิธีการนำเสนอผลงาน	☐	☐	☐
4	การนำไปใช้ประโยชน์	☐	☐	☐
5	การตรงต่อเวลา	☐	☐	☐
รวม				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

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

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

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

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	การแสดงความคิดเห็น	☐	☐	☐
2	การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	☐	☐	☐
3	การทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	☐	☐	☐
4	ความมีน้ำใจ	☐	☐	☐
5	การตรงต่อเวลา	☐	☐	☐
รวม				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

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

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

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

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล ของนักเรียน	การแสดงความ ความคิดเห็น			การ ยอมรับฟัง คนอื่น			การทำงาน ตามที่ ได้รับ มอบหมาย			ความมี น้ำใจ			การมี ส่วนร่วม ในการ ปรับปรุง ผลงาน กลุ่ม			รวม 15 คะแนน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

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

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

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

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

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

เกณฑ์การให้คะแนน

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

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

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

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

เวลา 2 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

ทดสอบและอธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และภาวะสมดุล

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ ปฏิกิริยาไปข้างหน้า ปฏิกิริยาย้อนกลับ และปฏิกิริยาผันกลับได้ (K)
2. ทำการทดลองเพื่อศึกษาปฏิกิริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกได้ (P)
6. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (P)
7. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง (P)
8. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สาระการเรียนรู้

ปฏิกิริยาเคมีที่สามารถดำเนินไปข้างหน้าและย้อนกลับได้ เรียกว่า ปฏิกิริยาผันกลับได้ เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไป ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะลดลง ส่วนความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะเพิ่มขึ้น เมื่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ ระบบจะอยู่ในภาวะสมดุลที่มีความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์คงที่เรียกว่า สมดุลพลวัต

4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่มีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้า และการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับโดยการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าจะเกิดขึ้นก่อน และการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับเกิดขึ้นทีหลัง

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

6. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน และ Understanding Check เพื่อวัดความรู้เดิมของนักเรียนก่อนเข้าสู่กิจกรรม
2. ครูถามคำถาม ดังนี้
 - ปฏิกริยาที่ผันกลับได้จะมีลักษณะอย่างไร
 - ค่าคงที่สมดุลคืออะไร
 - การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น ความดัน หรืออุณหภูมิจะมีผลต่อภาวะสมดุลอย่างไรจากนั้นให้นักเรียนในห้องร่วมกันตอบและแสดงความคิดเห็น โดยครูยังไม่ต้องเฉลย ซึ่งเมื่อเรียนจบในเนื้อหาที่สามารถเฉลยคำถามแต่ละข้อได้ จึงให้ครูถามคำถาม แล้วให้นักเรียนตอบอีกครั้งหนึ่ง
3. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นว่า ปฏิกริยาที่ผันกลับไม่ได้กับปฏิกริยาที่ผันกลับได้มีความแตกต่างกันอย่างไรบ้าง

(แนวตอบ : ปฏิกริยาที่ผันกลับไม่ได้จะเกิดในระบบปิด มีเฉพาะการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้า ในระบบจะเหลือแต่ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น ส่วนปฏิกริยาที่ผันกลับได้จะเกิดในระบบเปิด มีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ ในระบบจะมีทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์อยู่ทุกชนิด)
4. ครูถามว่า “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)

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

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

5. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยให้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของปฏิกิริยาที่ผันกลับไม่ได้และปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ จากหนังสือเรียนวิชา เคมี 3

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

6. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียน 1 คู่ ออกมานำเสนอเรื่องที่ได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลให้เพื่อนฟังหน้าชั้นเรียน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นจนเกิดความเข้าใจตรงกัน
7. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะของปฏิกิริยาที่ผันกลับไม่ได้และปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ เช่น
- 1) ปฏิกิริยาที่ในระบบจะมีทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์อยู่ทุกชนิดคือปฏิกิริยาประเภทใด
(แนวตอบ : ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้)
 - 2) สัญลักษณ์แสดงการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้เป็นอย่างไร
(แนวตอบ : $\rightleftharpoons$)
 - 3) ปฏิกิริยาที่ผลิตภัณฑ์ไม่เปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้นคือปฏิกิริยาประเภทใด
(แนวตอบ : ปฏิกิริยาที่ผันกลับไม่ได้)
- (หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Expand)

8. ครูถามคำถาม อีกครั้ง ดังนี้
- ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้จะมีลักษณะอย่างไร

(แนวตอบ : ปฏิกริยาที่ผันกลับได้เป็นปฏิกริยาที่มีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ ผลិតภัณฑ์สามารถเปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้ เกิดในระบบปิด และในระบบจะมีทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์อยู่ทุกชนิด)

9. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อไป
10. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือเรียนรายวิชา เคมี 3

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลโดยครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคลพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
3. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง ปฏิกริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก
4. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ ดังนี้
 - ปฏิกริยาที่ผันกลับได้เป็นปฏิกริยาที่มีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ ผลิตภัณฑ์สามารถเปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้ เกิดในระบบปิด และในระบบจะมีทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์อยู่ทุกชนิด
 - ปฏิกริยาที่ผันกลับไม่ได้ มีลักษณะดังนี้
 - 1) เกิดในระบบเปิดหรือปิดก็ได้
 - 2) มีเฉพาะการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้า
 - 3) ผลิตภัณฑ์ไม่เปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้น
 - 4) เมื่อปฏิกริยาเกิดขึ้นสมบูรณ์ในระบบสารตั้งต้นจะหมดไป เหลือแต่ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น
 - ปฏิกริยาที่ผันกลับได้
 - 1) เกิดในระบบปิดเท่านั้น
 - 2) มีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ
 - 3) ผลิตภัณฑ์สามารถเปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้
 - 4) ในระบบจะมีทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์อยู่ทุกชนิด

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี	- ตรวจสอบแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี	- แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี	- ประเมินตามสภาพจริง
7.2 ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การทดลองเรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก	- 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 รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี
- 2) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล

เวลา 5 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในภาวะสมดุล

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการเกิดสมดุลระหว่างสถานะ สมดุลในสารละลายอิ่มตัว และสมดุลในปฏิกิริยาเคมีได้ (K)
2. อธิบายกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับเวลา และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลาได้ (K)
3. อธิบายความหมายของภาวะสมดุลและสมดุลไดนามิกได้ (K)
4. สรุปสมบัติของระบบ ณ ภาวะสมดุลได้ (K)
5. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (P)
6. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง (P)
7. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สารการเรียนรู้

ปฏิกิริยาเคมีที่สามารถดำเนินไปข้างหน้าและย้อนกลับได้ เรียกว่า ปฏิกิริยาผันกลับได้ เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไป ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะลดลง ส่วนความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะเพิ่มขึ้น เมื่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ ระบบจะอยู่ในภาวะสมดุลที่มีความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์คงที่เรียกว่า สมดุลพลวัต

4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ภาวะสมดุล คือ ภาวะที่ระบบมีสมบัติคงที่ หรือภาวะที่สารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ทุกชนิดมีปริมาณหรือความเข้มข้นคงที่ หรือภาวะที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ

สมดุลไดนามิก คือ สมดุลที่มีการเคลื่อนที่ของอนุภาคอยู่ตลอดเวลา ระบบไม่หยุดนิ่ง อัตราการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงผันกลับ

ที่ภาวะสมดุลจะมีสารตั้งต้นทุกชนิดเหลืออยู่ และมีผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นทุกชนิดด้วย โดยในภาวะสมดุลมีทั้งภาวะสมดุลระหว่างสถานะ ภาวะสมดุลในสารละลายอิ่มตัวและภาวะสมดุลปฏิกิริยาเคมี

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

6. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

- ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ เช่น
 - ปฏิกริยาที่ผันกลับได้จะมีลักษณะอย่างไร
(แนวตอบ : ปฏิกริยาที่ผันกลับได้เป็นปฏิกริยาที่มีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ ผลิตภัณฑ์สามารถเปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้ เกิดในระบบปิด และในระบบจะมีทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์อยู่ทุกชนิด)
- ครูถามคำถามว่า “เมื่อสารเกิดปฏิกริยาเคมีจะมีภาวะสมดุลเกิดขึ้นหรือไม่อย่างไร” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป
(แนวตอบ : ภาวะสมดุลจะเกิดขึ้นเมื่ออัตราการเกิดปฏิกริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกริยาย้อนกลับ)

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

- ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยให้แต่ละคู่ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล จากหนังสือเรียนรายวิชา เคมี 3
- นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าทำเป็นรูปแบบต่าง ๆ ตามความคิดเห็นของแต่ละคู่ เช่น แผนภาพ แผนผัง เขียนบรรยาย
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

3. ครูสุ่มนักเรียน 1 คนมานำเสนอเรื่องที่ได้อธิบายกันแล้วว่าข้อมูลและผลงานการจัดทำข้อมูลหน้าชั้นเรียน จากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันแสดงความคิดเห็นจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)
4. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล เช่น
 - 1) ภาวะสมดุลคืออะไร
(แนวตอบ : ภาวะสมดุล คือ ภาวะที่ระบบมีสมบัติคงที่ หรือภาวะที่สารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ทุกชนิดมีปริมาณหรือความเข้มข้นคงที่ หรือภาวะที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ)
 - 2) ปฏิริยาเคมีที่อยู่ในภาวะสมดุลต้องมีลักษณะอย่างไร
(แนวตอบ : ปฏิริยาต้องเป็นปฏิริยาที่เกิดการผันกลับได้ ปฏิริยาต้องเกิดในระบบปิดที่อุณหภูมิห้อง และอัตราการเกิดปฏิริยาไปข้างหน้าและย้อนกลับต้องเท่ากัน)

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

5. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วทำการทดลอง เรื่อง การทดสอบไอร์ออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) ไอร์ออน (II) ไอออน (Fe^{2+}) และไอโอดีน (I_2) จากหนังสือเรียนรายวิชา เคมี 3 เพื่อให้ทราบถึงวิธีการทดสอบ Fe^{3+} Fe^{2+} และ I_2
6. 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
7. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

8. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)
9. 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 สารละลายโพแทสเซียมเฮกซะไซยาโนเฟอร์ต (III) ซึ่งจะได้ตะกอนสีน้ำเงิน)

3) สารใดนำมาใช้ในการทดสอบ I_2 และได้ผลการทดสอบอย่างไร

(แนวตอบ : สารที่นำมาใช้ในการทดสอบ I_2 คือ น้ำแป้ง ซึ่งจะได้สารละลายสีน้ำเงิน)

4) จากผลการทดลองที่ได้สามารถสรุปได้ว่าอย่างไร

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

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

10. ครูทบทวนวิธีการทดสอบ Fe^{3+} Fe^{2+} และ I_2 จากนั้นให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อตรวจสอบภาวะสมดุลของ Fe^{3+} และ Fe^{2+}
11. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม โดยใช้กลุ่มเดิมจากคาบที่แล้ว ทำการทดลอง เรื่อง การทดสอบภาวะสมดุลระหว่างไอร์ออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) และไอร์ออน (II) ไอออน (Fe^{2+}) จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1
12. 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
13. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

14. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)
15. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้

- เมื่อหยดสารละลาย $K_3Fe(CN)_6$ ลงในสารละลายผสมระหว่างสารละลาย $Fe(NO_3)_3$ และสารละลาย KI จะได้ผลอย่างไร และสรุปผลได้อย่างไร

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

- เมื่อหยดน้ำแป้งลงในสารละลายผสมระหว่างสารละลาย $Fe(NO_3)_3$ และสารละลาย KI จะได้ผลอย่างไร และสรุปผลได้อย่างไร

(แนวตอบ : จะได้สารสีน้ำเงิน แสดงว่าในระบบมี I_2 เกิดขึ้น)

- เมื่อหยดสารละลาย NH_4SCN ลงในสารละลายผสมระหว่างสารละลาย $Fe(NO_3)_3$ และสารละลาย KI จะได้ผลอย่างไร และสรุปผลได้อย่างไร

(แนวตอบ : จะได้สารละลายสีแดง แสดงว่าในระบบมี Fe^{3+} เหลืออยู่)

- เมื่อหยดสารละลาย NH_4SCN ลงในสารละลายผสมระหว่างสารละลาย $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ และสารละลายไอโอดีนในเอทานอล (I_2) จะได้ผลอย่างไร และสรุปผลได้อย่างไร

(แนวตอบ : จะได้สารละลายสีแดง แสดงว่าในระบบมี Fe^{3+} เกิดขึ้น)

- จากผลการทดลองที่ได้สามารถสรุปได้อย่างไร

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



(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

- ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยให้แต่ละคู่ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับเวลา และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลา จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1
- นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าทำเป็นรูปแบบต่าง ๆ ตามความคิดเห็นของแต่ละคู่ เช่น แผนภาพ แผนผัง เขียนบรรยาย

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

- ครูสุ่มนักเรียน 1 คู่มานำเสนอเรื่องที่ได้อธิบายค้นคว้าข้อมูลและผลงานการจัดทำข้อมูลหน้าชั้นเรียน จากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันแสดงความคิดเห็นจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน
- ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับเวลา และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลา เช่น
 - สมดุลไดนามิกคืออะไร

(แนวตอบ : สมดุลไดนามิก คือ สมดุลที่มีการเคลื่อนที่ของอนุภาคอยู่ตลอดเวลา ระบบไม่หยุดนิ่ง อัตราการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงผันกลับ)

2) เมื่อเข้าสู่ภาวะสมดุล กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับเวลาจะมีลักษณะเป็นอย่างไร

(แนวตอบ : เมื่อเข้าสู่ภาวะสมดุล อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีย้อนกลับ ซึ่งกราฟทั้ง 2 เส้นจะทับกัน แล้วจะขนานกับแกนของเวลา)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Expand)

20. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อไป

21. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือเรียนรายวิชา เคมี 3

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลโดยครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
3. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง การทดสอบไอร์ออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) ไอร์ออน (II) ไอออน (Fe^{2+}) และไอโอดีน (I_2)
4. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง การทดสอบภาวะสมดุลระหว่างไอร์ออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) และไอร์ออน (II) ไอออน (Fe^{2+})

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
1) การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล	- ตรวจแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การทดลองเรื่อง การทดสอบไอร์ออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) ไอร์ออน (II) ไอออน (Fe^{2+}) และไอโอดีน (I_2)	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
3) การทดลองเรื่อง การทดสอบภาวะ สมดุลระหว่างไอร์ ออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) และไอร์ ออน (II) ไอออน (Fe^{2+})	- ประเมินการปฏิบัติ การ	- แบบประเมินการปฏิบัติ การ	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอ ผลงาน	- แบบประเมินการเสนอ ผลงาน	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) พฤติกรรม การทำงาน รายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6) พฤติกรรมการ ทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
7) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชา เคมี3 เรื่อง สมดุลเคมี
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี
- 3) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การทดสอบไอร์ออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) ไอร์ออน (II) ไอออน (Fe^{2+}) และไอโอดีน (I_2)
- 4) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การทดสอบภาวะสมดุลระหว่างไอร์ออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) และ ไอร์ออน (II) ไอออน (Fe^{2+})

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล

เวลา 5 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

1. คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา
2. คำนวณความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุล
3. คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีที่ภาวะสมดุลได้ (K)
2. แปลความหมายของค่าคงที่สมดุลได้ (K)
3. คำนวณหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาและความเข้มข้นของสารในปฏิกิริยาที่ภาวะสมดุลได้ (P)
4. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สารการเรียนรู้

- ณ ภาวะสมดุล ความสัมพันธ์ระหว่างเข้มข้นของผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้น แสดงได้ด้วยค่าคงที่สมดุล ซึ่งเป็นค่าคงที่ ณ อุณหภูมิหนึ่ง
- ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน หาได้จากผลคูณของค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาย่อยที่นำสมการเคมีมารวมกัน โดยถ้ามีการคูณสมการย่อยให้ยกกำลังค่าคงที่สมดุลด้วยตัวเลขที่คูณ และหากมีการกลับข้างสมการ ให้กลับค่าคงที่สมดุลเป็นตัวหาร

4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

- ณ ภาวะสมดุล ความสัมพันธ์ระหว่างเข้มข้นของผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้น แสดงได้ด้วยค่าคงที่สมดุล ซึ่งเป็นค่าคงที่ ณ อุณหภูมิหนึ่ง
- ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน หาได้จากผลคูณของค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาย่อยที่นำสมการเคมีมารวมกัน โดยถ้ามีการคูณสมการย่อยให้ยกกำลังค่าคงที่สมดุลด้วยตัวเลขที่คูณ และหากมีการกลับข้างสมการ ให้กลับค่าคงที่สมดุลเป็นตัวหาร

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

6. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

- ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับภาวะสมดุลเคมี ดังนี้
 - เมื่อสารเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีภาวะสมดุลเกิดขึ้นหรือไม่ อย่างไร
(แนวตอบ : ภาวะสมดุลจะเกิดขึ้นเมื่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ)
- ครูถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียนรายวิชา เคมี 3 ว่า “เมื่อระบบเข้าสู่ภาวะสมดุล ความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ในระบบจะมีค่าอย่างไร” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป
(แนวตอบ : เมื่อระบบเข้าสู่สมดุล ความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ในระบบจะมีค่าคงที่)

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

- ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้น ณ ภาวะสมดุล และค่าคงที่สมดุล จากหนังสือเรียนรายวิชา เคมี 3
- นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าทำเป็นรูปแบบต่าง ๆ ตามความคิดเห็นของแต่ละกลุ่ม เช่น แผนภาพ แผนผัง เขียนบรรยาย
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

- นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอเรื่องที่ได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลและผลงานการจัดทำข้อมูลของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนที่ละกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันจนครบทุกกลุ่ม
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)
- ครูให้ความรู้เกี่ยวกับการหาค่าคงที่สมดุลในปฏิกิริยาที่สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์อยู่ในสถานะเดียวกัน และต่างสถานะกัน รวมทั้งหน่วยของค่าคงที่สมดุล
- ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้น ณ ภาวะสมดุล และค่าคงที่สมดุล เช่น
 - ปฏิกิริยาที่ค่าคงที่สมดุลมีค่ามากและปฏิกิริยาที่ค่าคงที่สมดุลมีค่าน้อยแตกต่างกันอย่างไร
(แนวตอบ : ปฏิกิริยาที่ค่าคงที่สมดุลมีค่ามาก แสดงว่า ที่สมดุลปฏิกิริยานั้นจะมีผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นมาก และมีสารตั้งต้นเหลืออยู่น้อย ส่วนปฏิกิริยาที่ค่าคงที่สมดุลมีค่าน้อย แสดงว่า ที่สมดุลปฏิกิริยานั้นจะมีผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นน้อย และมีสารตั้งต้นเหลืออยู่มาก)
- ครูยกตัวอย่างโจทย์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่สมดุลกับความเข้มข้นของสาร โดยครูเขียนโจทย์ และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาคำตอบ ดังนี้
 - จงเขียนค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่อไปนี้ $\text{CO (g)} + \text{H}_2\text{O (l)} \rightleftharpoons \text{CO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2 \text{ (g)}$
(แนวตอบ : $K = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}]}$)
 - จงเขียนค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่อไปนี้ $\text{Pb}^{2+} \text{ (aq)} + 2\text{I}^- \text{ (aq)} \rightleftharpoons \text{PbI}_2 \text{ (s)}$
(แนวตอบ : $K = \frac{1}{[\text{Pb}^{2+}][\text{I}^-]^2}$)
 - จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาเคมีที่มีค่าคงที่สมดุลเท่ากับ $\frac{[\text{NO}_2\text{Cl}]^2}{[\text{NO}_2]^2[\text{Cl}_2]}$
(แนวตอบ : $2\text{NO}_2 \text{ (g)} + \text{Cl}_2 \text{ (g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_2\text{Cl (g)}$)

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

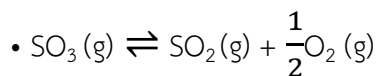
- ครูให้นักเรียนจับคู่ โดยให้แต่ละคู่ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง ค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 แล้วร่วมกันแสดงความคิดเห็นจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

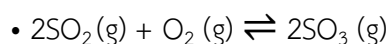
- ครูยกตัวอย่างสมการเคมีหลากหลายรูปแบบ แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุลกับความสัมพันธ์ของสมการเคมีในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้
 - ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาย้อนกลับ
 - ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาที่มีเลขสัมประสิทธิ์โดยโมลต่างกัน
 - ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยารวม

9. 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

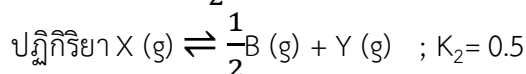
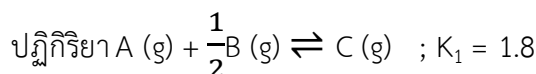


(แนวตอบ : $K_{\text{ใหม่}} = \frac{1}{K_{\text{เดิม}}} = \frac{1}{20.4} = 4.9 \times 10^{-2}$)



(แนวตอบ : $K_{\text{ใหม่}} = K_{\text{เดิม}}^2 = 20.4^2 = 416.16$)

2) กำหนดปฏิกิริยาให้ ดังนี้



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

(แนวตอบ : $K_{\text{ใหม่}} = K_1 \times K_2 = 1.8 \times 0.5 = 0.9$)

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

10. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างกัน แล้วร่วมกันฝึกคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล ในหนังสือเรียน รายวิชา เคมี 3

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

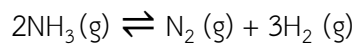
11. ครูสุ่มนักเรียน 6 คู่ ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

12. ครูอธิบายการคำนวณค่าคงที่สมดุลเมื่อกำหนดความเข้มข้นของสาร ณ ภาวะสมดุล และการคำนวณความเข้มข้นของสาร ณ ภาวะสมดุลเมื่อกำหนดค่าคงที่สมดุล ซึ่งมีหลักและขั้นตอนในการคำนวณหาค่าคงที่สมดุล ดังนี้

- ต้องทราบชนิดของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาและต้องดุลสมการให้ถูกต้อง
- ต้องทราบความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ที่อยู่ในภาวะสมดุล โดยความเข้มข้นที่นำมาแทนค่าจะต้องมีหน่วยเป็นโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร
- เขียนความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุล
- คำนวณโดยการแทนค่าในสูตร

13. ครูกยกตัวอย่างโจทย์เกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล โดยครูเขียนโจทย์และแสดงวิธีทำให้นักเรียนดูบนกระดาน ดังนี้

- 1) แก๊สแอมโมเนียสลายตัวในภาชนะปิดขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่อุณหภูมิค่าหนึ่ง ให้แก๊สไนโตรเจนและแก๊สไฮโดรเจน 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
$$[\text{NH}_3] = \frac{3 \text{ mol}}{500\text{cm}^3} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1\text{dm}^3} = 6 \text{ mol/dm}^3$$

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

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

จะได้
$$K = \frac{(4)(8)^3}{(6)^2} = 56.89$$

ดังนั้น ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยานี้มีค่าเท่ากับ 56.89

- 2) ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ มีค่าเท่ากับ 18.0 ที่ 25 องศาเซลเซียส ณ ภาวะสมดุล ที่อุณหภูมิเดียวกัน พบว่า ในภาชนะขนาด 1 ลิตร มีแก๊สไฮโดรเจนไอโอไดด์และแก๊สไอโอดีนอยู่ 0.3 และ 0.2 โมล ตามลำดับ จะมีแก๊สไฮโดรเจนอยู่กี่โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร

วิธีทำ
$$K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = 18.0$$

ณ ภาวะสมดุล
$$[\text{HI}] = \frac{0.3}{1} = 0.3 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{I}_2] = \frac{0.2}{1} = 0.2 \text{ mol/dm}^3$$

จะได้ว่า
$$18.0 = \frac{(0.3)^2}{[\text{H}_2](0.2)}$$

$$[\text{H}_2] = \frac{(0.3)^2}{(18.0)(0.2)} = 0.025 \text{ mol/dm}^3$$

ดังนั้น จะมีแก๊สไฮโดรเจนอยู่ 0.025 โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

14. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุลของระบบที่เป็นแก๊ส และค่าคงที่สมดุลของการละลาย จากหนังสือเรียนรายวิชา เคมี 3 จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการศึกษาจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

15. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มฝึกการคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุลของระบบที่เป็นแก๊ส และค่าคงที่สมดุลของการละลาย ในหนังสือเรียนรายวิชาเคมี 3
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

16. ครูสุ่มนักเรียน 1 กลุ่ม ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้องโดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ
17. 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)
18. ครูยกตัวอย่างโจทย์เกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล โดยครูเขียนโจทย์และแสดงวิธีทำให้นักเรียนดูบนกระดานดังนี้
- 1) กำหนดให้ค่าคงที่สมดุล (K_c) ของปฏิกิริยา $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ เท่ากับ 0.286 ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส จงหาค่าคงที่สมดุลในเทอมความดัน (K_p)
วิธีทำ
$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$$
$$= 0.286(0.082 \times 773)^{-2}$$
$$= 7.12 \times 10^{-5}$$

ดังนั้น ค่าคงที่สมดุลในเทอมความดัน (K_p) คือ 7.12×10^{-5}

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ 4 ขยายความเข้าใจ (Expand)

19. ครูถามคำถาม อีกครั้ง ดังนี้
- ค่าคงที่สมดุลคืออะไร
(แนวตอบ : ค่าคงที่สมดุล คือ ผลคูณของความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ที่ยกกำลังด้วยสัมประสิทธิ์บอจำนวนโมลสารผลิตภัณฑ์หารด้วยผลคูณของความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่ยกกำลังด้วยสัมประสิทธิ์บอจำนวนโมลสารตั้งต้น ซึ่งจะมีค่าคงที่ที่อุณหภูมิหนึ่ง)
20. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อ ๆ ไป
21. นักเรียนทำใบงานที่ 3.3.1 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล

22. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือรายวิชา เคมี 3

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 3.3.1 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
4. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปสาระสำคัญได้ ดังนี้
 - ค่าคงที่สมดุลเป็นค่าที่บอกให้ทราบถึงทิศทางของการเกิดปฏิกิริยา คือ ถ้าค่าคงที่สมดุลมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่า ณ ภาวะสมดุลเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้ามากกว่าปฏิกิริยาย้อนกลับ แต่ถ้าค่าคงที่สมดุลมีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่า ณ ภาวะสมดุลเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับมากกว่าปฏิกิริยาไปข้างหน้า
 - ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาย้อนกลับเป็นส่วนกลับกับค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาไปข้างหน้า
 - ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเดียวกันที่มีตัวเลขที่ใช้ในการดุลสมการแตกต่างกัน จะค่าแตกต่างกัน
 - ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยารวมมีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาย่อยในแต่ละขั้น

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล	- ตรวจใบงานที่ 3.3.1 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 3.3.1 - 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

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
5) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

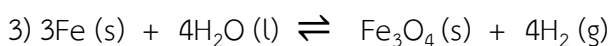
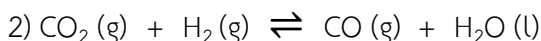
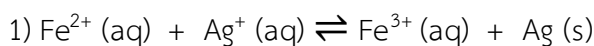
- 1) หนังสือเรียนรายวิชา เคมี3 เรื่อง สมดุลเคมี
- 2) ใบงานที่ 3.3.1 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล

ใบงานที่ 3.3.1

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล

1. จงเขียนค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่อไปนี้

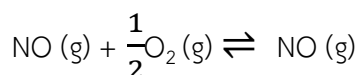


.....

.....

.....

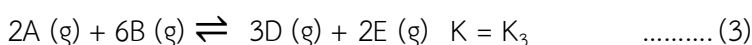
2. ปฏิกิริยา $2\text{NO} (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2 (\text{g})$ มีค่าคงที่สมดุลเท่ากับ 1×10^{14} จงหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา



.....

.....

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 PCl_5 เข้มข้น 2.8 โมลาร์ PCl_3 เข้มข้น 0.17 โมลาร์ และ Cl_2 เข้มข้น 1.17 โมลาร์ จงหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่อไปนี้

.....

.....

.....

.....

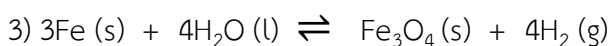
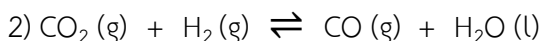
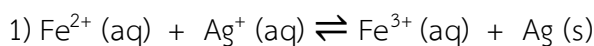
ใบงานที่ 3.3.1

เฉลย

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล

1. จงเขียนค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่อไปนี้

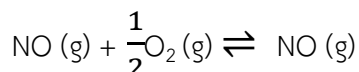


$$1) K = \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}][\text{Ag}^+]}$$

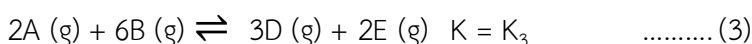
$$2) K = \frac{[\text{CO}]}{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}$$

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

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



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

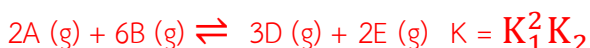


ค่า K_3 จะมีค่าเท่าใดในรูป K_1 และ K_2

สมการที่ (1) $\times 2$

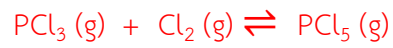


สมการที่ (2) + สมการที่ (4)



ดังนั้น ค่า $K_3 = K_1^2 K_2$

4. ถ้าที่ภาวะสมดุลมี PCl_5 เข้มข้น 2.8 โมลาร์ PCl_3 เข้มข้น 0.17 โมลาร์ และ Cl_2 เข้มข้น 1.17 โมลาร์ จงหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่อไปนี้



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

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

$$= 14.08$$

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4
ผลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

เวลา 3 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

ระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบ รวมทั้งคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุล ของระบบถูกรบกวน โดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเ

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลเมื่อถูกรบกวนโดยการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นได้ (K)
2. เปรียบเทียบปริมาณสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในระบบ ณ ภาวะสมดุลเดิมกับภาวะสมดุลครั้งใหม่ได้ (K)
3. สรุปผลของการรบกวนภาวะสมดุลของระบบโดยการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นที่มีผลต่อค่าคงที่สมดุลได้ (K)
4. ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นที่มีต่อภาวะสมดุลของระบบได้ (P)
5. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (P)
6. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง (P)
7. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สารการเรียนรู้

เมื่อระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลถูกรบกวน โดยการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร ความดัน หรืออุณหภูมิ ระบบจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้งตามหลักของเลอชาเตอลิเ ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีผลทำให้ค่าคงที่สมดุลเปลี่ยนแปลง

4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตั้งต้นทำให้ภาวะสมดุลเปลี่ยนแปลงไป เมื่อระบบเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง ความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ณ ภาวะสมดุลจะแตกต่างไปจากความเข้มข้นที่ภาวะสมดุลเดิม

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสำรวจค้นห 3) ทักษะการวิเคราะห์ 4) ทักษะการทดลอง	1. มีวินัย รับผิดชอบ 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
5) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 6) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	

6. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

- ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับสมบัติต่าง ๆ ของระบบ ณ ภาวะสมดุล โดยใช้คำถาม ดังนี้
 - เมื่อระบบเข้าสู่ภาวะสมดุล ความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ในระบบจะมีค่าอย่างไร
(แนวตอบ : เมื่อระบบเข้าสู่สมดุล ความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ในระบบจะมีค่าคงที่)
- ครูถาม ว่า “ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป
(แนวตอบ : ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ได้แก่ ความเข้มข้นของสารตั้งต้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ ตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวหน่วงปฏิกิริยา)

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

- ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วทำการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล จากหนังสือเรียนรายวิชา เคมี 3
- 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
- สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

- นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้

1) เมื่อนำสารละลาย $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ มาผสมกับสารละลาย NH_4SCN จะเกิดผลอย่างไร

(แนวตอบ : ได้สารละลายสีแดงของ $(\text{FeSCN})^{2+}$ และเมื่อความเข้มข้นของสีคงที่ แสดงว่า ระบบอยู่ในภาวะสมดุล)

2) เมื่อเติมสารละลาย $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ลงในระบบที่อยู่ในภาวะสมดุล จะเกิดผลอย่างไร

(แนวตอบ : เมื่อเติมสารละลาย $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ลงไป จะทำให้ความเข้มข้นของ Fe^{3+} ในระบบเพิ่มขึ้น ทำให้สารละลายมีสีแดงเข้มขึ้น แสดงว่า ในระบบมี $(\text{FeSCN})^{2+}$ เกิดมากขึ้น ในที่สุดความเข้มข้นของสีจะคงที่ แสดงว่า ระบบเข้าสู่สมดุลอีกครั้ง)

3) เมื่อเติมสารละลาย NH_4SCN ลงในระบบที่อยู่ในภาวะสมดุล จะเกิดผลอย่างไร

(แนวตอบ : เมื่อเติมสารละลาย NH_4SCN ลงไป จะทำให้ความเข้มข้นของ SCN^- ในระบบเพิ่มขึ้น ทำให้สารละลายมีสีแดงเข้มขึ้น แสดงว่า ในระบบมี $(\text{FeSCN})^{2+}$ เกิดมากขึ้น ในที่สุดความเข้มข้นของสีจะคงที่ แสดงว่า ระบบเข้าสู่สมดุลอีกครั้ง)

4) เมื่อเติมสารละลาย Na_2HPO_4 ลงในระบบที่อยู่ในภาวะสมดุล จะเกิดผลอย่างไร

(แนวตอบ : เมื่อเติมสารละลาย Na_2HPO_4 ลงไป HPO_4^{2-} จะทำปฏิกิริยากับ Fe^{3+} เกิดตะกอนของ FeSO_4 การเติม Na_2HPO_4 จึงทำให้ความเข้มข้นของ Fe^{3+} ในระบบลดลง ทำให้สารละลายมีสีแดงจางลง แสดงว่า $(\text{FeSCN})^{2+}$ เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ สลายตัวให้ Fe^{3+} และ SCN^- และในที่สุดความเข้มข้นของสีจะคงที่ แสดงว่า ระบบเข้าสู่สมดุลอีกครั้ง)

5) จากผลการทดลองที่ได้สามารถสรุปได้ว่าอย่างไร

(แนวตอบ : การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตั้งต้นทำให้ภาวะสมดุลเปลี่ยนแปลงไป เมื่อระบบเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง ความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ณ ภาวะสมดุลจะแตกต่างไปจากความเข้มข้นที่ภาวะสมดุลเดิม)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

6. ครูให้นักเรียนศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นที่มีผลต่อภาวะสมดุล จากหนังสือเรียนรายวิชา เคมี 3 แล้วร่วมกันแสดงความคิดเห็นจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

7. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นที่มีผลต่อภาวะสมดุล เช่น

1) ที่ภาวะสมดุลของปฏิกิริยา $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 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)

- ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นที่มีผลต่อภาวะสมดุล ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อ ๆ ไป
- นักเรียนทำใบงานที่ 3.4.1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

- ครูประเมินผลโดยครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
- ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 3.4.1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล
- ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) ผลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะ	- ตรวจใบงานที่ 3.4.1	- ใบงานที่ 3.4.1	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การทดลองเรื่องการศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล	- 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 รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

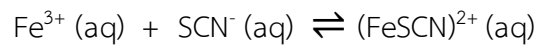
- 1) หนังสือเรียนรายวิชา เคมี3 เรื่อง สมดุลเคมี
- 2) ใบงานที่ 3.4.1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล
- 3) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

ใบงานที่ 3.4.1

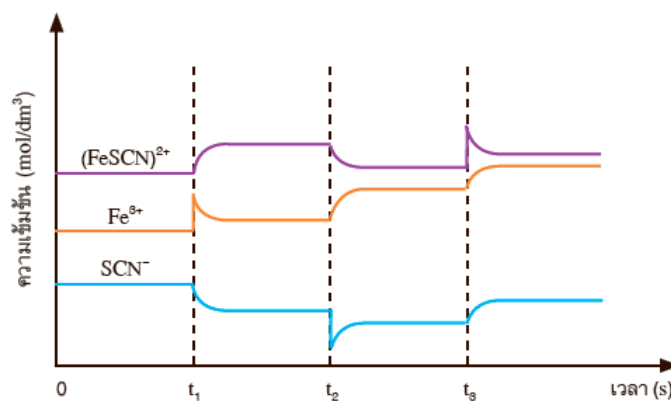
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

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

.....

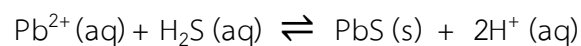
- 2) ณ เวลา t_2 มีการรบกวนสมดุลอย่างไร

.....

- 3) ณ เวลา t_3 มีการรบกวนสมดุลอย่างไร

.....

2. กำหนดปฏิกิริยา ณ ภาวะสมดุลให้ ดังนี้



เมื่อเติมสารที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จะมีผลให้สมดุลเลื่อนไปทางใด เพราะเหตุใด

- 1) HCl

.....

- 2) NaOH

.....

- 3) PbS

.....

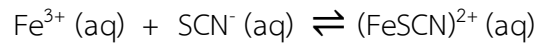
ใบงานที่ 3.4.1

เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

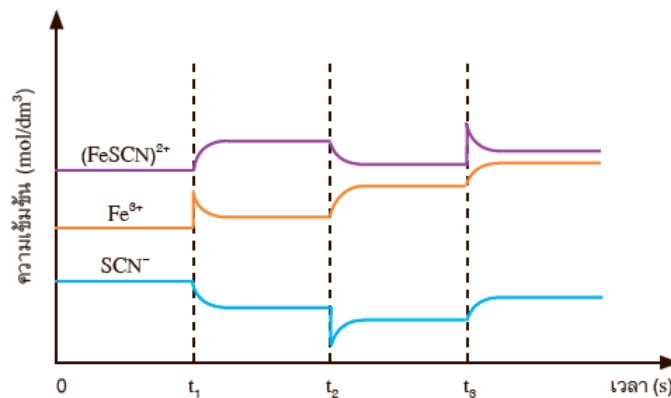
เฉลย

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

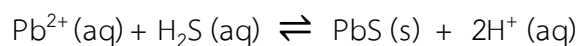
1. กำหนดปฏิกิริยาให้ ดังนี้



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

1) ณ เวลา t_1 มีการรบกวนสมดุลอย่างไรเพิ่ม Fe^{3+} 2) ณ เวลา t_2 มีการรบกวนสมดุลอย่างไรลด SCN^{-} 3) ณ เวลา t_3 มีการรบกวนสมดุลอย่างไรเพิ่ม $(\text{FeSCN})^{2+}$

2. กำหนดปฏิกิริยา ณ ภาวะสมดุลให้ ดังนี้



เมื่อเติมสารที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จะมีผลให้สมดุลเลื่อนไปทางใด เพราะเหตุใด

1) HCl

การเติม HCl เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของ H^{+} จึงทำให้สมดุลเลื่อนไปทางซ้าย

2) NaOH

NaOH ที่เติมลงไปจะไปทำปฏิกิริยากับ H^{+} ทำให้ความเข้มข้นของ H^{+} ลดลง สมดุลจึงเลื่อนไปทางขวา

3) PbS

PbS เป็นของแข็ง การเพิ่ม PbS จึงไม่ทำให้ความเข้มข้นของระบบเปลี่ยนแปลง และไม่มีผลต่อภาวะสมดุล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5
ผลของการเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล

เวลา 4 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

ระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบ รวมทั้งคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุล ของระบบถูกรบกวน โดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอ

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- อธิบายการเปลี่ยนแปลงของระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลเมื่อถูกรบกวนโดยการเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิได้ (K)
- เปรียบเทียบปริมาณสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในระบบ ณ ภาวะสมดุลเดิมกับภาวะสมดุลครั้งใหม่ได้ (K)
- สรุปผลของการรบกวนภาวะสมดุลของระบบโดยการเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิที่มีผลต่อค่าคงที่สมดุลได้ (K)
- ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิที่มีต่อภาวะสมดุลของระบบได้ (P)
- ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (P)
- ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง (P)
- ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สาระการเรียนรู้

เมื่อระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลถูกรบกวนโดยการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร ความดัน หรืออุณหภูมิ ระบบจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้งตามหลักของเลอชาเตอลิเอ ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีผลทำให้ค่าคงที่สมดุลเปลี่ยนแปลง

4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของระบบ ทำให้สมดุลของระบบถูกรบกวน และในที่สุดระบบจะปรับตัวเพื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
3) ทักษะการวิเคราะห์ 4) ทักษะการทดลอง 5) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 6) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	

6. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและทบทวนความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นที่มีผลต่อภาวะสมดุลจากผลการทดลอง เรื่องการศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล ดังนี้
(แนวตอบ : จากการทดลอง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตั้งต้นทำให้ภาวะสมดุลเปลี่ยนแปลงไป เมื่อระบบเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง ความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ณ ภาวะสมดุลจะแตกต่างไปจากความเข้มข้นที่ภาวะสมดุลเดิม)
- ครูถามคำถามว่า “ถ้าทำการเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิของระบบ จะส่งผลต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลหรือไม่ อย่างไร” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม ซึ่งครูยังไม่ต้องเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

- ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วทำการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล ตอนที่ 1 และ 2 จากหนังสือเรียนรายวิชา เคมี 3
- 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
- สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน
 5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้
 - 1) เมื่อลดความดันของระบบที่บรรจุแก๊ส NO_2 ลง จะเกิดผลอย่างไร
(แนวตอบ : การลดความดันของระบบเป็นการลดปริมาตรของแก๊ส NO_2 ทำให้ความดันและความเข้มข้นของแก๊ส NO_2 เพิ่มขึ้น แล้วเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนเป็นแก๊ส N_2O_4 แก๊สจึงมีสีเข้มขึ้น ต่อมาสีจะจางลงเล็กน้อยแล้วคงที่ แสดงว่า ระบบเข้าสู่สมดุลอีกครั้ง)
 - 2) เมื่อเพิ่มความดันของระบบที่บรรจุแก๊ส NO_2 ขึ้น จะเกิดผลอย่างไร
(แนวตอบ : การเพิ่มความดันของระบบเป็นการเพิ่มปริมาตรของแก๊ส NO_2 ทำให้ความดันและความเข้มข้นของแก๊ส NO_2 ลดลง แก๊ส N_2O_4 จึงเกิดปฏิกิริยาสลายตัวเป็นแก๊ส NO_2 มากขึ้น แก๊สจึงมีสีจางลง ต่อมาสีจะเข้มขึ้นเล็กน้อยแล้วคงที่ แสดงว่า ระบบเข้าสู่สมดุลอีกครั้ง)
 - 3) จากผลการทดลองที่ได้สามารถสรุปได้ว่าอย่างไร
(แนวตอบ : การเปลี่ยนแปลงความดันของระบบ ทำให้สมดุลของระบบถูกรบกวน และในที่สุดระบบจะปรับตัวเพื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง)
- (หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

6. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วทำการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความดันและอุณหภูมิมีต่อภาวะสมดุล ตอนที่ 3 จากหนังสือเรียนรายวิชา เคมี 3
7. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้
 - สมาชิกคนที่ 1 : ทำหน้าที่เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความดันและอุณหภูมิมีต่อภาวะสมดุล
 - สมาชิกคนที่ 2 : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
 - สมาชิกคนที่ 3 : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
 - สมาชิกคนที่ 4 และ 5 : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง
8. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

9. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน
10. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้

- 1) เมื่อนำหลอดทดลองที่บรรจุแก๊ส NO_2 ไปจุ่มในน้ำร้อน จะเกิดผลอย่างไร
(แนวตอบ : เมื่อลดอุณหภูมิ แก๊สจะมีสีจางลง เนื่องจากแก๊ส NO_2 เกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าได้แก๊ส N_2O_4 มากขึ้น แสดงว่า ภาวะสมดุลเปลี่ยนแปลงไป ต่อมาสีจะเริ่มคงที่ แสดงว่า ระบบเข้าสู่สมดุลอีกครั้ง)
- 2) เมื่อนำหลอดทดลองที่บรรจุแก๊ส NO_2 ไปจุ่มในน้ำเย็น จะเกิดผลอย่างไร
(แนวตอบ : เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ แก๊สจะมีสีเข้มขึ้น เนื่องจากแก๊ส N_2O_4 เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้แก๊ส NO_2 มากขึ้น แสดงว่า ภาวะสมดุลเปลี่ยนแปลงไป ต่อมาสีจะเริ่มคงที่ แสดงว่า ระบบเข้าสู่สมดุลอีกครั้ง)
- 3) จากผลการทดลองที่ได้สามารถสรุปได้ว่าอย่างไร
(แนวตอบ : การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของระบบ ทำให้สมดุลของระบบถูกรบกวน และในที่สุดระบบจะปรับตัวเพื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง)
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)
11. ครูให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิที่มีผลต่อภาวะสมดุล จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1
12. 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) การเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิของระบบมีผลทำให้ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่
(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 เพราะจำนวนโมลรวมของสารตั้งต้นที่เป็นแก๊สเท่ากับจำนวนโมลรวมของผลิตภัณฑ์ที่เป็นแก๊ส)

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)

14. ครูถามคำถาม อีกครั้ง ดังนี้

- การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น ความดัน หรืออุณหภูมิจะมีผลต่อภาวะสมดุลอย่างไร

(แนวตอบ : การเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นสารใดสารหนึ่ง สมดุลจะเลื่อนไปทางขวา และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์สารใดสารหนึ่ง สมดุลจะเลื่อนไปทางซ้าย

การลดความเข้มข้นของสารตั้งต้นสารใดสารหนึ่ง สมดุลจะเลื่อนไปทางซ้าย และเมื่อลดความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์สารใดสารหนึ่ง สมดุลจะเลื่อนไปทางขวา

การเพิ่มความดันรวมของระบบ ระบบจะปรับตัวเข้าสู่สมดุลใหม่เพื่อลดความดัน โดยเกิดปฏิกิริยาไปทางด้านที่มีจำนวนโมลน้อย

การลดความดันรวมของระบบ ระบบจะปรับตัวเข้าสู่สมดุลใหม่เพื่อเพิ่มความดัน โดยเกิดปฏิกิริยาไปทางด้านที่มีจำนวนโมลมาก

ปฏิกิริยาดูดความร้อน ถ้าเพิ่มอุณหภูมิ จะทำให้ปฏิกิริยาไปข้างหน้าเกิดขึ้นได้ดี สมดุลจะเลื่อนไปทางขวา แต่ถ้าลดอุณหภูมิ จะทำให้ปฏิกิริยาย้อนกลับเกิดขึ้นได้ดี สมดุลจะเลื่อนไปทางซ้าย

ปฏิกิริยาคายความร้อน ถ้าเพิ่มอุณหภูมิ จะทำให้ปฏิกิริยาย้อนกลับเกิดขึ้นได้ดี สมดุลจะเลื่อนไปทางซ้าย แต่ถ้าลดอุณหภูมิ จะทำให้ปฏิกิริยาไปข้างหน้าเกิดขึ้นได้ดี สมดุลจะเลื่อนไปทางขวา)

15. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิที่มีผลต่อภาวะสมดุล ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อ ๆ ไป

16. นักเรียนทำใบงานที่ 3.5.1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล

17. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือเรียนรายวิชาเคมี 3

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลโดยครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรม การตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 3.5.1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
4. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1) ผลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะ	- ตรวจใบงานที่ 3.5.1 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 3.5.1 - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การทดลองเรื่องการศึกษาผลของความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล	- 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 รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

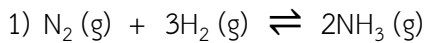
- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเคมี 3 เรื่อง สมดุลเคมี
- 2) ใบงานที่ 3.5.1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล
- 3) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การศึกษาผลของความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล

ใบงานที่ 3.5.1

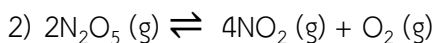
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล

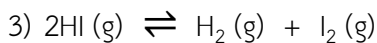
1. จากปฏิกิริยาที่กำหนดให้ต่อไปนี้ หากรบกวนสมดุลโดยการเพิ่มความดันของระบบ ให้ระบุว่าปฏิกิริยาจะมีการปรับสมดุลไปข้างหน้าหรือย้อนกลับ เพราะเหตุใด



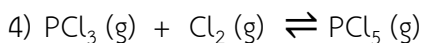
.....



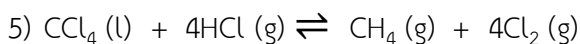
.....



.....

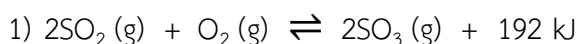


.....



.....

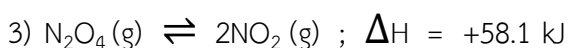
2. การลดอุณหภูมิให้กับสมดุลที่กำหนดให้ต่อไปนี้ สมดุลจะเลื่อนไปทางซ้ายหรือทางขวา และระบบจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร



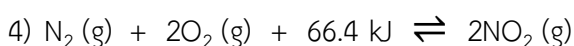
.....



.....



.....

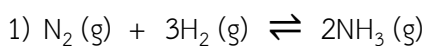


.....

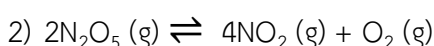
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล

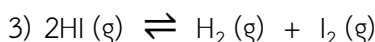
- จากปฏิกิริยาที่กำหนดให้ต่อไปนี้ หากรบกวนสมดุลโดยการเพิ่มความดันของระบบ ให้ระบุว่าปฏิกิริยาจะมีการปรับสมดุลไปข้างหน้าหรือย้อนกลับ เพราะเหตุใด



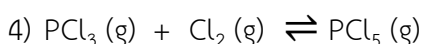
สมดุลเลื่อนไปข้างหน้า เพราะจำนวนโมลรวมของสารผลิตภัณฑ์ที่เป็นแก๊สน้อยกว่าจำนวนโมลรวมของสารตั้งต้นที่เป็นแก๊ส สารตั้งต้นจึงต้องลดจำนวนโมลลง



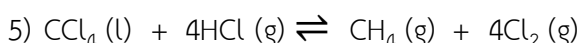
สมดุลเลื่อนย้อนกลับ เพราะจำนวนโมลรวมของสารตั้งต้นที่เป็นแก๊สน้อยกว่าจำนวนโมลรวมของผลิตภัณฑ์ที่เป็นแก๊ส ผลิตภัณฑ์จึงต้องลดจำนวนโมลลง



สมดุลไม่เปลี่ยนแปลง เพราะจำนวนโมลรวมของสารตั้งต้นที่เป็นแก๊สเท่ากับจำนวนโมลรวมของผลิตภัณฑ์ที่เป็นแก๊ส

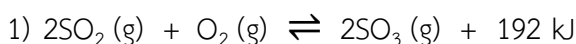


สมดุลเลื่อนไปข้างหน้า เพราะจำนวนโมลรวมของสารผลิตภัณฑ์ที่เป็นแก๊สน้อยกว่าจำนวนโมลรวมของสารตั้งต้นที่เป็นแก๊ส สารตั้งต้นจึงต้องลดจำนวนโมลลง



สมดุลเลื่อนย้อนกลับ เพราะจำนวนโมลรวมของสารตั้งต้นที่เป็นแก๊สน้อยกว่าจำนวนโมลรวมของผลิตภัณฑ์ที่เป็นแก๊ส ผลิตภัณฑ์จึงต้องลดจำนวนโมลลง

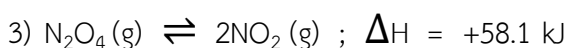
- การลดอุณหภูมิให้กับสมดุลที่กำหนดให้ต่อไปนี้ สมดุลจะเลื่อนไปทางซ้ายหรือทางขวา และระบบจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร



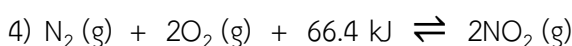
ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน การลดอุณหภูมิจะทำให้สมดุลเลื่อนไปทางขวา



ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน การลดอุณหภูมิจะทำให้สมดุลเลื่อนไปทางขวา



ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน การลดอุณหภูมิจะทำให้สมดุลเลื่อนไปทางซ้าย



ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน การลดอุณหภูมิจะทำให้สมดุลเลื่อนไปทางซ้าย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6
สมดุลเคมีในชีวิตประจำวัน

เวลา 3 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

ยกตัวอย่างและอธิบายสมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการนำหลักสมดุลเคมีมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ (K)
2. สื่อสารเกี่ยวกับการนำหลักสมดุลเคมีมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ (P)
3. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สาระการเรียนรู้

ความรู้เกี่ยวกับสมดุลเคมีสามารถนำมาใช้อธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม

4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ความรู้เกี่ยวกับสมดุลเคมีสามารถนำมาใช้อธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

6. กิจกรรมการเรียนรู้



แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง สมดุลเคมีในชีวิตประจำวัน โดยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียน ดังนี้

- 1) ให้นักเรียนยกตัวอย่างสมดุลเคมีในชีวิตประจำวัน

(แนวตอบ : พิจารณาคำตอบของนักเรียน โดยขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูผู้สอน ยกตัวอย่างเช่น
กระบวนการหายใจและแลกเปลี่ยนแก๊ส สมดุลของแคลเซียมในร่างกาย ปรากฏการณ์หินงอกหินย้อย)

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม จากหนังสือเรียนรายวิชา เคมี 3
2. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าทำเป็นรูปแบบต่าง ๆ ตามความคิดเห็นของแต่ละกลุ่ม เช่น แผนภาพ แผนผัง เขียนบรรยาย

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอเรื่องที่ได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลและผลงานการจัดทำข้อมูลของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนที่แต่ละกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันจนครบทุกกลุ่ม

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)

4. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เช่น

- 1) หน้าที่หลักของเฮโมโกลบินคืออะไร และสามารถเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้อย่างไร

(แนวตอบ : หน้าที่หลักของเฮโมโกลบิน คือ ลำเลียงออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
สามารถเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้ ดังนี้



เฮโมโกลบิน ออกซิเฮโมโกลบิน)

- 2) ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาในข้อ 1) มีค่าเท่าใด

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

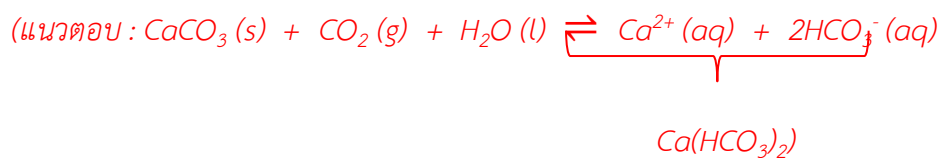
3) อธิบายเกี่ยวกับการรักษาสมดุลของแคลเซียมในเลือด

(แนวตอบ : ถ้าแคลเซียมในเลือดสูง จะเกิดการกระตุ้นให้ต่อมไทรอยด์หลังฮอร์โมนแคลซิโทนิน เพื่อลดระดับแคลเซียมในเลือด แต่ถ้าแคลเซียมในเลือดต่ำ จะเกิดการกระตุ้นให้ต่อมพาราไทรอยด์ หลังพาราไทรอยน เพื่อเพิ่มระดับแคลเซียมในเลือด)

4) สารประกอบคาร์บอนจะมีหลักการหมุนเวียนกลับสู่บรรยากาศและแหล่งน้ำได้อย่างไร

(แนวตอบ : สารประกอบคาร์บอนจะมีหลักการหมุนเวียนกลับสู่บรรยากาศและแหล่งน้ำได้โดย กระบวนการหายใจ การเผาไหม้ และการเน่าเปื่อย)

5) จงเขียนสมการแสดงสมดุลของปฏิกิริยาการเกิดหินงอกหินย้อย



(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Explore)

5. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง สมดุลเคมีใน อุตสาหกรรม จากหนังสือเรียนรายวิชา เคมี 3

6. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าทำเป็นรูปแบบต่าง ๆ ตามความคิดเห็นของแต่ละกลุ่ม เช่น แผนภาพ แผนผัง เขียนบรรยาย

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ 3 อธิบายความรู้ (Explain)

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอเรื่องที่ได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลและผลงานการจัดทำข้อมูลของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนที่แต่ละกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันจนครบทุกกลุ่ม

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)

8. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง สมดุลเคมีในอุตสาหกรรม เช่น

1) การเตรียมแก๊สแอมโมเนียในอุตสาหกรรมใช้กระบวนการใด และเตรียมได้อย่างไร

(แนวตอบ : การเตรียมแก๊สแอมโมเนียในอุตสาหกรรมใช้กระบวนการฮาเบอร์ ซึ่งสามารถเตรียมได้ โดยนำแก๊สไนโตรเจนมาทำปฏิกิริยากับแก๊สไฮโดรเจน ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส ความดัน 350 บรรยากาศ โดยมีเหล็กเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา)

2) จงเขียนปฏิกิริยาแสดงการเตรียมแก๊สซัลเฟอร์ไดรอกไซด์ และถ้าต้องการให้เกิดแก๊สแก๊สซัลเฟอร์ ไดรอกไซด์มากขึ้นต้องทำอย่างไร

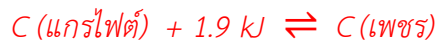
(แนวตอบ : ปฏิกิริยาการเตรียมแก๊สซัลเฟอร์ไดรอกไซด์เป็น ดังนี้



จะเห็นว่า ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน และสารตั้งต้นมีจำนวนโมลของแก๊สมากกว่าผลิตภัณฑ์ ดังนั้น ถ้าต้องการให้เกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้ามากขึ้น จะต้องเพิ่มความดันและลดอุณหภูมิ)

- 3) จงเขียนปฏิกิริยาแสดงการสังเคราะห์เพชรจากแกรไฟต์ และถ้าต้องการให้เกิดเพชรมากขึ้นต้องทำอย่างไร

(แนวตอบ : ปฏิกิริยาการสังเคราะห์เพชรจากแกรไฟต์เป็น ดังนี้



จะเห็นว่า ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน ดังนั้น ถ้าต้องการให้เกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้ามากขึ้น จะต้องเพิ่มอุณหภูมิ)

- 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)

- นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือเรียนรายวิชา เคมี 3
- ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมา หากส่วนใดที่นักเรียนยังมีข้อสงสัยให้ครูอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจ
- นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบท ในหนังสือเรียนรายวิชา เคมี 3
- นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน
- ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยให้แต่ละกลุ่มจัดทำสมุดเล่มเล็ก หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี เพื่อเป็นการสรุปความเข้าใจที่ได้รับจากการเรียนแล้วส่งเป็นการบ้านในคาบเรียนต่อไป

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผล (Evaluate)

- ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
- ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
- ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 ประเมินระหว่าง การจัดกิจกรรม การเรียนรู้			
1) สมดุลเคมีใน ชีวิตประจำวัน	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอ ผลงาน	- แบบประเมินการเสนอ ผลงาน	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรม การทำงาน รายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการ ทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
7.2 การประเมินหลังเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน			
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุล เคมี	- ตรวจสอบแบบทดสอบ หลังเรียน หน่วยการ เรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี	- แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี	- ประเมินตามสภาพจริง
7.3 ประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน(รวบยอด) - สมุดเล่มเล็ก หน่วยการเรียนรู้ ที่ 3 สมดุลเคมี	- ตรวจสอบสมุดเล่มเล็ก หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี	- แบบประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน(รวบยอด)	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชา เคมี3 เรื่อง สมดุลเคมี