



แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา เคมี 3 รหัสวิชา 32221

ภาคเรียนที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2563

ผู้จัดทำ

นายเดชวัตร ตติยเกียรติถาวร

ตำแหน่ง ครูผู้ช่วย

2563

โรงเรียนวัดคีรีวิหาร(สมเด็จพระวันรัต อุปลัมภ)
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 17

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๑
เรื่อง สมบัติของแก๊ส

รหัสวิชา ว๓๒๒๒๑ ชื่อวิชา เคมี ๓
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕
หน่วยการเรียนรู้ที่ ๑ เรื่อง แก๊ส

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๓
เวลา ๓ ชั่วโมง

๑. ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่าง และอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม

๒. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

แก๊สประกอบด้วยอนุภาคที่มีมวลน้อย และมีขนาดเล็กมากจนถือได้ว่าอนุภาคของแก๊สไม่มีปริมาตร โมเลกุลของแก๊สอยู่ห่างกันมากส่งผลให้แรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างโมเลกุลน้อยมาก โมเลกุลของแก๊สเคลื่อนที่อย่างอิสระด้วยอัตราเร็วคงที่ตลอดเวลาในแนวเส้นตรง สมบัติต่าง ๆ ของแก๊สสามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

๓. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้ (Knowledge : K)

- อธิบายสมบัติบางประการของแก๊สได้
- สรุปหลักการสำคัญของทฤษฎีจลน์ของแก๊สได้

ทักษะกระบวนการ (Process : P)

- ใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊สในการอธิบายสมบัติของแก๊สได้
ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude : A)

- ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

๔. สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
สมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สสามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม	พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา

๕. สมรรถนะสำคัญ

๑. ความสามารถในการสื่อสาร
๒. ความสามารถในการคิด
 - ๑) ทักษะการสังเกต
 - ๒) ทักษะการสำรวจค้นหา
 - ๓) ทักษะการวิเคราะห์
 - ๔) ทักษะการทำงานร่วมกัน
๓. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

๖. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

๑. มีวินัย รับผิดชอบ
๒. ใฝ่เรียนรู้
๓. มุ่งมั่นในการทำงาน
๔. อยู่อย่างพอเพียง

๗. การจัดการกระบวนการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบการสืบเสาะหาความรู้ (๕Es Instructional Model)

ชั้นนำ

ชั่วโมงที่ ๑-๓

ขั้นที่ ๑ กระตุ้นความสนใจ (Engage)

๑. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน และ Understanding Check เพื่อวัดความรู้เดิมของนักเรียนก่อนเข้าสู่กิจกรรม
๒. ครูให้นักเรียนอ่านคำถาม BIG QUESTION จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ ดังนี้
 - กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดันและอุณหภูมิของแก๊สไว้อย่างไร
 - ทฤษฎีจลน์ของแก๊สสามารถนำมาอธิบายการแพร่ของแก๊สได้อย่างไร
 - กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮมมีใจความสำคัญว่าอย่างไร
 - สมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สสามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรจากนั้นให้นักเรียนในห้องร่วมกันแสดงความคิดเห็น โดยครูยังไม่ต้องเฉลย ซึ่งเมื่อเรียนจบในเนื้อหาที่สามารถเฉลยคำถามแต่ละข้อได้ จึงให้ครูถามคำถามข้อนั้นแล้วให้นักเรียนตอบอีกครั้งหนึ่ง
๓. ครูถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ ว่า “สารต่าง ๆ ที่อยู่ในสถานะแก๊สจะมีสมบัติอย่างไร” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย

(แนวตอบ : สารที่อยู่ในสถานะแก๊สจะมีรูปร่างและปริมาตรไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับภาชนะที่บรรจุ มีความหนาแน่นต่ำ และสามารถแพร่ได้)

ขั้นสอน

ขั้นที่ ๒ สำรวจค้นหา (Explore)

๑. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ ๕ คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง สมบัติของ

แก๊ส จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑

๒. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าทำเป็นรูปแบบต่าง ๆ ตามความคิดเห็นของแต่ละกลุ่ม เช่น แผนภาพ แผนผัง เขียนบรรยาย

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ ๓ อธิบายความรู้ (Explain)

๓. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอเรื่องที่ได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลและผลงานการจัดทำข้อมูลของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนที่ละกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันจนครบทุกกลุ่ม

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)

๔. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง สมบัติของแก๊ส เช่น

๑) แก๊สมีสมบัติอย่างไร

(แนวตอบ : สารที่อยู่ในสถานะแก๊สจะมีรูปร่างและปริมาตรไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับภาชนะที่บรรจุ มีความหนาแน่นต่ำ และสามารถแพร่ได้)

๒) เพราะเหตุใดแก๊สจึงมีรูปร่างและปริมาตรไม่แน่นอนโดยขึ้นอยู่กับภาชนะที่บรรจุ

(แนวตอบ : จากทฤษฎีจลน์ของแก๊ส กล่าวว่า โมเลกุลของแก๊สมีขนาดเล็กมากและไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกันและกัน ดังนั้น โมเลกุลของแก๊สจะแพร่กระจายเต็มพื้นที่ภาชนะที่บรรจุ)

๓) ความหนาแน่นของแก๊สจะมีค่าเป็นอย่างไร

(แนวตอบ : จากทฤษฎีจลน์ของแก๊ส กล่าวว่า โมเลกุลของแก๊สอยู่ห่างกันมาก แรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างโมเลกุลจึงน้อยมาก ดังนั้น สารในสถานะแก๊สจึงมีความหนาแน่นต่ำ)

๔) เพราะเหตุใดแก๊สที่มีมวลโมเลกุลแตกต่างกันจึงมีอัตราเร็วในการแพร่แตกต่างกัน

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

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ ๔ ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

๕. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหาเรื่อง สมบัติของแก๊ส ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อ ๆ ไป

๖. นักเรียนทำใบงานที่ ๑.๑.๑ เรื่อง สมบัติของแก๊ส

๗. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑
 ๘. นักเรียนทำ Topic Question จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑

ขั้นสรุป

ขั้นที่ ๕ ตรวจสอบผล (Evaluate)

๑. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
๒. ครูตรวจสอบผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน
๓. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ ๑.๑.๑ เรื่อง สมบัติของแก๊ส
๔. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
๕. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับสมบัติของแก๊ส ดังนี้
 - แก๊สประกอบด้วยอนุภาคที่มีมวลน้อย และมีขนาดเล็กมากจนถือได้ว่าอนุภาคของแก๊สไม่มีปริมาตร
 - โมเลกุลของแก๊สอยู่ห่างกันมาก ส่งผลให้แรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างโมเลกุลน้อยมาก
 - โมเลกุลของแก๊สเคลื่อนที่อย่างอิสระด้วยอัตราเร็วคงที่ตลอดเวลา ในแนวเส้นตรง
 - ที่อุณหภูมิเดียวกัน แก๊สทุกชนิดจะมีพลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากัน และแปรผันตรงกับอุณหภูมิเคลวิน
 - แก๊สอุดมคติ (ideal gas) คือ แก๊สที่ไม่ว่าจะอยู่ในสภาวะใดก็ตามจะมีพฤติกรรมและสมบัติเป็นไปตามกฎทฤษฎีจลน์ของแก๊ส
 - แก๊สจริง (real gas) คือ แก๊สที่มีพฤติกรรมไม่เป็นไปตามกฎและทฤษฎีจลน์ของแก๊สในสภาวะปกติ
 - แก๊สที่มีมวลโมเลกุลมากจะมีความเร็วเฉลี่ยต่ำจึงแพร่ได้ช้า ส่วนแก๊สที่มีมวลโมเลกุลน้อยจะมีความเร็วเฉลี่ยสูงจึงแพร่ได้เร็ว
 - แก๊สจริงจะมีสมบัติใกล้เคียงกับแก๊สอุดมคติเมื่ออุณหภูมิสูงและความดันต่ำ

๘. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

๘.๑ สื่อการเรียนรู้

- ๑) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ หน่วยการเรียนรู้ที่ ๑ แก๊ส
- ๒) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ หน่วยการเรียนรู้ที่ ๑ แก๊ส
- ๓) ใบงานที่ ๑.๑ เรื่อง สมบัติของแก๊ส

๘.๒ แหล่งการเรียนรู้

-

๙. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
๗.๑ การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน	- ตรวจสอบแบบทดสอบ	- แบบทดสอบก่อนเรียน	- ประเมินตามสภาพจริง

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
เรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ ๑ แก๊ส	ก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ ๑ แก๊ส	หน่วยการเรียนรู้ที่ ๑ แก๊ส	
๗.๒ ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
๑) สมบัติของแก๊ส	- ตรวจสอบใบงานที่ ๑.๑ - ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ ๑.๑ - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ ๖๐ ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ ๖๐ ผ่านเกณฑ์
๒) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการเสนอผลงาน	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๓) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๔) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๕) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์

ใบงานที่ ๑.๑
เรื่อง สมบัติของแก๊ส

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

๑. แก๊สประกอบด้วยอนุภาคที่มีมวล และมีขนาด จนถือได้ว่า อนุภาคของแก๊สไม่มี
๒. โมเลกุลของแก๊สอยู่ ทำให้แรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างโมเลกุลของแก๊ส
จนถือว่าไม่มีแรงมากระทำกัน
๓. โมเลกุลของแก๊สเคลื่อนที่อย่าง ในแนว ด้วยอัตราเร็ว และไม่เป็นระเบียบ จนกระทั่งชนกับโมเลกุลอื่น จึงเปลี่ยนทิศทาง และ
๔. โมเลกุลของแก๊สที่ชนกันเอง จะเกิดการถ่ายโอน ให้แก่กัน แต่พลังงานรวมของระบบมีค่า เรียกว่า การชนแบบ
๕. ที่อุณหภูมิเดียวกัน โมเลกุลของแก๊สแต่ละโมเลกุลจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว แต่จะมีพลังงานจลน์เฉลี่ย
๖. รูปร่างและปริมาตรของแก๊ส ขึ้นอยู่กับ และแก๊สจะมีความหนาแน่น ของแข็งและของเหลว
๗. แก๊สที่มีมวลโมเลกุลมาก จะมีความเร็วเฉลี่ย จึงแพร่ได้ ส่วนแก๊สที่มีมวลโมเลกุลน้อย จะมีความเร็วเฉลี่ย จึงแพร่ได้
๘. แก๊สที่มีสมบัติเป็นไปตามทฤษฎีจลน์ของแก๊สทุกประการ เรียกว่า หรือ ส่วนแก๊สที่ไม่เป็นไปตามทฤษฎีจลน์ เรียกว่า
๙. แก๊สจริงจะมีสมบัติใกล้เคียงกับแก๊สสมบูรณ์ เมื่ออุณหภูมิ และความดัน
๑๐. ระบุดัชนีของแก๊สจริงและแก๊สสมบูรณ์ลงในตารางให้ถูกต้อง

ลักษณะ	แก๊สจริง	แก๊สสมบูรณ์
ขนาดของโมเลกุล	ขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับระยะห่างระหว่างโมเลกุล
ปริมาตร	ปริมาตรภาชนะ - ปริมาตรแก๊ส
แรงระหว่างโมเลกุล	ไม่มีแรงกระทำต่อกัน
ลักษณะการชน	การชนแบบยืดหยุ่น
การควบแน่น	ไม่เกิด

ใบงานที่ ๑.๑
เรื่อง สมบัติของแก๊ส

เฉลย

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

- แก๊สประกอบด้วยอนุภาคที่มีมวล **น้อย** และมีขนาด **เล็กมาก** จนถือได้ว่า อนุภาคของแก๊สไม่มี **ปริมาตร**
- โมเลกุลของแก๊สอยู่ **ห่างกันมาก** ทำให้แรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างโมเลกุลของแก๊ส **น้อยมาก** จนถือว่าไม่มีแรงมากกระทำกัน
- โมเลกุลของแก๊สเคลื่อนที่อย่าง **รวดเร็ว** ในแนว **เส้นตรง** ด้วยอัตราเร็ว **คงที่** และไม่เป็นระเบียบ จนกระทั่งชนกับโมเลกุลอื่น จึงเปลี่ยนทิศทาง และ **อัตราเร็ว**
- โมเลกุลของแก๊สที่ชนกันเอง จะเกิดการถ่ายโอน **พลังงานความร้อน** ให้แก่กัน แต่พลังงานรวมของระบบมีค่า **คงที่** เรียกว่า การชนแบบ **ยืดหยุ่น**
- ที่อุณหภูมิเดียวกัน โมเลกุลของแก๊สแต่ละโมเลกุลจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว **ไม่เท่ากัน** แต่จะมีพลังงานจลน์เฉลี่ย **เท่ากัน**
- รูปร่างและปริมาตรของแก๊ส **ไม่แน่นอน** ขึ้นอยู่กับ **ภาชนะที่บรรจุ** และแก๊สจะมีความหนาแน่น **ต่ำกว่า** ของแข็งและของเหลว
- แก๊สที่มีมวลโมเลกุลมาก จะมีความเร็วเฉลี่ย **ต่ำ** จึงแพร่ได้ **ช้า** ส่วนแก๊สที่มีมวลโมเลกุลน้อย จะมีความเร็วเฉลี่ย **สูง** จึงแพร่ได้ **เร็ว**
- แก๊สที่มีสมบัติเป็นไปตามทฤษฎีจลน์ของแก๊สทุกประการ เรียกว่า **แก๊สสมบูรณ์** หรือ **แก๊สในอุดมคติ** ส่วนแก๊สที่ไม่เป็นไปตามทฤษฎีจลน์ เรียกว่า **แก๊สจริง**
- แก๊สจริงจะมีสมบัติใกล้เคียงกับแก๊สสมบูรณ์ เมื่ออุณหภูมิ **สูง** และความดัน **ต่ำ**
- ระบุลักษณะของแก๊สจริงและแก๊สสมบูรณ์ลงในตารางให้ถูกต้อง

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

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....

เรื่อง.....

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมิน จำนวนนักเรียน.....คน

ด้านความรู้

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ด้านทักษะกระบวนการ

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ผลการประเมินบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวม

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

ปัญหาและอุปสรรค

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

ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ความคิดเห็นของผู้อำนวยการโรงเรียน

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๒
เรื่อง ความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิแก๊ส

รหัสวิชา ว๓๒๒๑ ชื่อวิชา เคมี ๓
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕
หน่วยการเรียนรู้ที่ ๑ เรื่อง แก๊ส

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๓
เวลา ๓ ชั่วโมง

๑. ผลการเรียนรู้

อธิบายความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก

๒. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ความดันและอุณหภูมิมิมีผลต่อปริมาตรของแก๊ส โดยเมื่ออุณหภูมิและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผกผันกับความดัน และเมื่อความดันและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ

๓. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้ (Knowledge : K)

๑. อธิบายความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส โดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊สได้

ทักษะกระบวนการ (Process : P)

๑. ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิและความดันที่มีต่อปริมาตรของแก๊สได้

๒. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

๓. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude : A)

๑. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

๔. สาระการเรียนรู้

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

๕. สมรรถนะสำคัญ

๑. ความสามารถในการสื่อสาร
๒. ความสามารถในการคิด
 - ๑) ทักษะการสังเกต
 - ๒) ทักษะการสำรวจค้นหา
 - ๓) ทักษะการวิเคราะห์
 - ๔) ทักษะการทดลอง
 - ๕) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป
 - ๖) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
๓. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

๖. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

๑. มีวินัย รับผิดชอบ
๒. ใฝ่เรียนรู้
๓. มุ่งมั่นในการทำงาน

๗. การจัดการกระบวนการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบการสืบเสาะหาความรู้ (๕Es Instructional Model)

ชั่วโมงที่ ๑-๒

ชั้นนำ

ขั้นที่ ๑ กระตุ้นความสนใจ (Engage)

๑. ครูถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ ว่า “ปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิหมายถึงอะไร” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย
*(แนวตอบ : ปริมาตร หมายถึง ปริมาณของรูปทรงสามมิติซึ่งบรรจุอยู่ในภาชนะ ไม่ว่าจะอยู่ในสถานะใดก็ตาม
ความดัน หมายถึง แรงที่กระทำต่อพื้นที่หนึ่งหน่วยที่ตั้งฉากกับแรงนั้น
อุณหภูมิ หมายถึง ปริมาณที่ใช้บอกระดับความร้อน)*
๒. ครูถามคำถามว่า “นักเรียนคิดว่าปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร” แล้วให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม โดยครูยังไม่ต้องเฉลยคำตอบ
๓. ครูเปิดสื่อการสอนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สจากแหล่งข้อมูลสารสนเทศให้นักเรียนดู ดังนี้

- วิดีทัศน์เกี่ยวกับความดันและปริมาตร

จาก <https://www.youtube.com/watch?v=eR๔๙๑๓ubTBg>

• **วิดิทัศน์เกี่ยวกับอุณหภูมิและปริมาตร**

จาก <https://www.youtube.com/watch?v=NplVuTrr๕๙U>

• **วิดิทัศน์เกี่ยวกับความดันและอุณหภูมิ**

จาก <https://www.youtube.com/watch?v=N๖DZRiSIK๓s>

๔. เมื่อนักเรียนดูวิดิทัศน์จบครูสนทนาซักถามนักเรียนเกี่ยวกับวิดิทัศน์ที่ได้ดู ดังนี้

- เมื่อนำลูกโป่งใส่ลงไปใ้ในกระบอกฉีดยา แล้วปรับก้านกระบอกฉีดยา ลูกโป่งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(แนวตอบ : เมื่อดึงก้านกระบอกฉีดยาขึ้นลูกโป่งมีขนาดเล็กลง และเมื่อกดก้านกระบอกฉีดยาลงลูกโป่งมีขนาดใหญ่ขึ้น)

- ความดันที่เปลี่ยนไปมีผลต่อปริมาตรเมื่ออุณหภูมิคงที่หรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : ความดันมีผลต่อปริมาตรของแก๊สเมื่ออุณหภูมิคงที่ เพราะเมื่อเพิ่มความดันให้กับอากาศในกระบอกฉีดยาปริมาตรของอากาศลดลงทำให้ลูกโป่งขนาดเล็กลง เมื่อลดความดันลงปริมาตรของอากาศเพิ่มขึ้นทำให้ลูกโป่งขนาดใหญ่ขึ้น)

- เมื่อนำลูกโป่งใส่ลงไปใ้ในปีกเกอร์ที่มีน้ำร้อน ลูกโป่งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(แนวตอบ : ลูกโป่งมีขนาดใหญ่ขึ้น)

- เมื่อนำลูกโป่งใส่ไปในตู้แช่แข็งที่มีอุณหภูมิต่ำ ลูกโป่งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(แนวตอบ : ลูกโป่งมีขนาดเล็กลง)

- อุณหภูมิที่เปลี่ยนไปมีผลต่อปริมาตรเมื่อความดันคงที่หรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : อุณหภูมิมีผลต่อปริมาตรของแก๊สเมื่อความดันคงที่ เพราะเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นปริมาตรของอากาศจะเพิ่มขึ้น และเมื่ออุณหภูมิต่ำลงปริมาตรของอากาศจะลดลง)

- อุณหภูมิที่เปลี่ยนไปมีผลต่อความดันเมื่อปริมาตรคงที่หรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : อุณหภูมิมีผลต่อความดันของแก๊สเมื่อปริมาตรคงที่ เพราะเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นความดันจะเพิ่มขึ้น และเมื่ออุณหภูมิต่ำลงความดันจะลดลง)

จากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นสอน

ขั้นที่ ๒ สำรวจค้นหา (Explore)

๑. ครูให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง ความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ หรือจาก PowerPoint เรื่อง ความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน อุณหภูมิของแก๊ส
๒. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียน ๒ คน ออกมาอธิบายสาระสำคัญของเรื่องที่ได้อ่านไปให้เพื่อนฟังหน้าชั้นเรียนจนเกิดความเข้าใจตรงกัน

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการนำเสนอหน้าชั้น)

ชั่วโมงที่ ๓

ขั้นที่ ๒ สำรวจค้นหา (Explore)

๓. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ ๕ คน แล้วทำการทดลอง เรื่อง ผลของความดันและอุณหภูมิต่อปริมาตรของแก๊ส จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑
๔. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้
 - สมาชิกคนที่ ๑ : ทำหน้าที่เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่องผลของความดันและอุณหภูมิต่อปริมาตรของแก๊ส
 - สมาชิกคนที่ ๒ : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
 - สมาชิกคนที่ ๓ : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
 - สมาชิกคนที่ ๔ และ ๕ : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง
๕. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ ๓ อธิบายความรู้ (Explain)

๖. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ ๔ และ ๕ ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการนำเสนอหน้าชั้น)
 ๗. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้
 - ๑) เมื่อปริมาตรของแก๊สในกระบอกฉีดยาลดลง เพราะเหตุใดความดันของแก๊สจึงเพิ่มขึ้น
(แนวตอบ : เนื่องจากเมื่อปริมาตรของแก๊สลดลง โมเลกุลของแก๊สจะอยู่ใกล้กันมากขึ้น ส่งผลให้โมเลกุลของแก๊สชนกันเอง และชนผนังภาชนะมากขึ้น ความดันของแก๊สจึงเพิ่มขึ้น)
 - ๒) ถ้านำกระบอกฉีดยาไปจุ่มในน้ำเดือด ปริมาตรของน้ำในกระบอกฉีดยาจะมากหรือน้อยกว่าเมื่อนำกระบอกฉีดยาไปจุ่มในน้ำอุณหภูมิ ๘๐ องศาเซลเซียส เพราะเหตุใด
(แนวตอบ : ปริมาตรของน้ำในกระบอกฉีดยาจะน้อยกว่า เนื่องจากเมื่อนำกระบอกฉีดยาไปจุ่มในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่า จะทำให้โมเลกุลของแก๊สในกระบอกฉีดยามีความดันสูงกว่า จึงดันน้ำออกจากกระบอกฉีดยามากกว่า ปริมาตรของน้ำจึงน้อยกว่า)
 - ๓) จากการทดลองนี้มีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของแก๊ส
(แนวตอบ : ความดันและอุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของแก๊ส
การทดลองตอนที่ ๑ อากาศมีอุณหภูมิคงที่เท่ากับอุณหภูมิห้อง เมื่อเพิ่มความดันให้กับอากาศในกระบอกฉีดยาปริมาตรของอากาศลดลง เมื่อลดความดันลงปริมาตรของอากาศเพิ่มขึ้น แสดงว่าความดันมีผลต่อปริมาตรของแก๊สเมื่ออุณหภูมิคงที่
การทดลองตอนที่ ๒ จากผลการทดลองพบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาตรของอากาศจะเพิ่มขึ้น และเมื่ออุณหภูมิต่ำลงปริมาตรของอากาศจะลดลง ซึ่งสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงระดับของน้ำในกระบอกฉีดยาแสดงว่าอุณหภูมิมีผลต่อปริมาตรของแก๊สเมื่อความดันคงที่)
- (หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ ๔ ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

๘. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง ความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดันและอุณหภูมิของแก๊ส ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อ ๆ ไป
๙. นักเรียนตอบคำถามท้ายการทดลอง จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นสรุป

ขั้นที่ ๕ ตรวจสอบผล (Evaluate)

๑. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
๒. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง ผลของความดันและอุณหภูมิต่อปริมาตรของแก๊ส
๓. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส ดังนี้
 - เมื่ออุณหภูมิและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผกผันกับความดัน
 - เมื่อความดันและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ
 - เมื่อปริมาตรและมวลของแก๊สคงที่ ความดันของแก๊สแปรผันตรงกับอุณหภูมิ

๘. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

๘.๑ สื่อการเรียนรู้

- ๑) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ หน่วยการเรียนรู้ที่ ๑ แก๊ส
- ๒) PowerPoint เรื่อง ความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส
- ๓) วิดีทัศน์เกี่ยวกับความดันและปริมาตร
จาก <https://www.youtube.com/watch?v=eR๔๙๙g๓ubTBg>
- ๔) วิดีทัศน์เกี่ยวกับอุณหภูมิและปริมาตร
จาก <https://www.youtube.com/watch?v=NplVuTrr๕๙U>
- ๕) วิดีทัศน์เกี่ยวกับความดันและอุณหภูมิ
จาก <https://www.youtube.com/watch?v=N๖DZRiSik๓s>
- ๖) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่องผลของความดันและอุณหภูมิต่อปริมาตรของแก๊ส

๘.๒ แหล่งการเรียนรู้

- ๑) ห้องเรียน
- ๒) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

๙. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
<p>๗.๑ ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</p> <p>๑) การทดลองเรื่องผลของความดันและอุณหภูมิต่อปริมาตรของแก๊ส</p>	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๒) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการเสนอผลงาน	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๓) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๔) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๕) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....

เรื่อง.....

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมิน จำนวนนักเรียน.....คน

ด้านความรู้

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ด้านทักษะกระบวนการ

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ผลการประเมินบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวม

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

ปัญหาและอุปสรรค

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

ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ความคิดเห็นของผู้อำนวยการโรงเรียน

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๓
เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก

รหัสวิชา ว๓๒๒๒๑ ชื่อวิชา เคมี ๓
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕
หน่วยการเรียนรู้ที่ ๑ เรื่อง แก๊ส

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๓
เวลา ๓ ชั่วโมง

๑. ผลการเรียนรู้

อธิบายความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก

๒. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก สามารถใช้อธิบายพฤติกรรมของแก๊ส และใช้คำนวณและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ได้

๓. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้ (Knowledge : K)

- อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับความดันของแก๊ส เมื่อมวลและอุณหภูมิคงที่ได้
- อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับอุณหภูมิของแก๊ส เมื่อมวลและความดันคงที่ได้
- อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับอุณหภูมิของแก๊ส เมื่อมวลและปริมาตรคงที่ได้

ทักษะกระบวนการ (Process : P)

- คำนวณหาปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล่านั้นตามกฎต่าง ๆ ของแก๊สได้

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude : A)

- ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

๔. สาระการเรียนรู้

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

๕. สมรรถนะสำคัญ

๑. ความสามารถในการสื่อสาร
๒. ความสามารถในการคิด
 - ๑) ทักษะการสังเกต
 - ๒) ทักษะการสำรวจค้นหา
 - ๓) ทักษะการวิเคราะห์
 - ๔) ทักษะการทำงานร่วมกัน
๓. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

๖. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

๑. มีวินัย รับผิดชอบ
๒. ใฝ่เรียนรู้
๓. มุ่งมั่นในการทำงาน

๗. การจัดกระบวนการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบการสืบเสาะหาความรู้ (๕Es Instructional Model)

ชั้นนำ

ชั่วโมงที่ ๑

ขั้นที่ ๑ กระตุ้นความสนใจ (Engage)

๑. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและทบทวนความรู้เกี่ยวกับผลของอุณหภูมิที่มีต่อปริมาตรของแก๊ส จากผลการทดลอง เรื่อง ผลของความดันและอุณหภูมิต่อปริมาตรของแก๊ส
(แนวตอบ : จากการทดลองที่ ๑ ความดันกับปริมาตรจะแปรผกผันกันโดยเมื่อความดันเพิ่มขึ้น ปริมาตรแก๊สจะลดลง และเมื่อความดันลดลง ปริมาตรแก๊สจะเพิ่มขึ้น
จากการทดลองที่ ๒ อุณหภูมิกับปริมาตรจะแปรผันตรงกันโดยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ปริมาตรแก๊ส จะเพิ่มขึ้น และเมื่ออุณหภูมิลดลง ปริมาตรแก๊สจะลดลง)
๒. ครูเปิดสื่อการสอนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สจาก แหล่งข้อมูลสารสนเทศให้นักเรียนดูอีกครั้ง ดังนี้
 - วิดีทัศน์เกี่ยวกับความดันและปริมาตร
จาก <https://www.youtube.com/watch?v=eR๔๙g๓ubTBg>
 - วิดีทัศน์เกี่ยวกับอุณหภูมิและปริมาตร
จาก <https://www.youtube.com/watch?v=NplVuTrr๕๙U>
 - วิดีทัศน์เกี่ยวกับความดันและอุณหภูมิ
จาก <https://www.youtube.com/watch?v=N๖DZRiSiK๓s>
๓. เมื่อนักเรียนดูวิดีโอที่ครูสุทนถามทบทวนนักเรียนเกี่ยวกับวิดีโอที่ได้ดูดังนี้

- ๑) ความดันและปริมาตรของแก๊สมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
(แนวตอบ : ความดันมีผลต่อปริมาตรของแก๊สเมื่ออุณหภูมิคงที่ เพราะเมื่อเพิ่มความดันให้กับอากาศในกระบอกฉีดยาปริมาตรของอากาศลดลงทำให้ลูกโป่งขนาดเล็กกลิ้ง เมื่อลดความดันลง ปริมาตรของอากาศเพิ่มขึ้นทำให้เราเห็นลูกโป่งขนาดใหญ่ขึ้น)
- ๒) อุณหภูมิและปริมาตรของแก๊สมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
(แนวตอบ : อุณหภูมิมีผลต่อปริมาตรของแก๊สเมื่อความดันคงที่ เพราะเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาตรของอากาศจะเพิ่มขึ้นทำให้ลูกโป่งขนาดใหญ่ขึ้น และเมื่ออุณหภูมิต่ำลงปริมาตรของอากาศจะลดลงทำให้ลูกโป่งมีขนาดเล็กกลิ้ง)
- ๓) อุณหภูมิและความดันของแก๊สมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
(แนวตอบ : อุณหภูมิมีผลต่อความดันของแก๊สเมื่อปริมาตรคงที่ เพราะเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นความดันจะเพิ่มขึ้น และเมื่ออุณหภูมิต่ำลงความดันจะลดลง)
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นสอน

ขั้นที่ ๒ สำรวจค้นหา (Explore)

๑. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ ๕ คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับ เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ หรือจากPowerPoint เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการศึกษาจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน
๒. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มฝึกการคำนวณเกี่ยวกับกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก จากตัวอย่างที่ ๑.๑-๑.๑๓ ในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ชั่วโมงที่ ๒

ขั้นที่ ๓ อธิบายความรู้ (Explain)

๓. ครูสุ่มนักเรียน ๓ กลุ่ม ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้องโดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานนำเสนอหน้าชั้น)
๔. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก เช่น
 - ๑) ถ้าเปลี่ยนความดันเป็นหลาย ๆ ค่า ปริมาตรของแก๊สจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร
(แนวตอบ : เมื่อความดันเปลี่ยนแปลง ปริมาตรของแก๊สก็จะเปลี่ยนแปลงไป โดยถ้าเพิ่มความดัน ปริมาตรของแก๊สจะลดลง แต่ถ้าลดความดัน ปริมาตรของแก๊สจะเพิ่มขึ้น)
 - ๒) จากกฎของบอยล์ จะสรุปความสัมพันธ์ของความดันและปริมาตรของแก๊สได้อย่างไร
(แนวตอบ : เมื่ออุณหภูมิและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผกผันกับความดัน)

- ๓) ถ้าเปลี่ยนอุณหภูมิเป็นหลาย ๆ ค่า ปริมาตรของแก๊สจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร
(แนวตอบ : เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง ปริมาตรของแก๊สก็จะเปลี่ยนแปลงไป โดยถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาตรของแก๊สจะเพิ่มขึ้น แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำลง ปริมาตรของแก๊สจะลดลง)
- ๔) จากกฎของชาร์ล จะสรุปความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและปริมาตรของแก๊สได้อย่างไร
(แนวตอบ : เมื่อความดันและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ)
- ๕) ถ้าเปลี่ยนอุณหภูมิเป็นหลาย ๆ ค่า ความดันของแก๊สจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร
(แนวตอบ : เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง ความดันของแก๊สก็จะเปลี่ยนแปลงไป โดยถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น ความดันของแก๊สจะเพิ่มขึ้น แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำลง ความดันของแก๊สจะลดลง)
- ๖) จากกฎของเกย์-ลูสแซก จะสรุปความสัมพันธ์ของความดันและปริมาตรของแก๊สได้อย่างไร
(แนวตอบ : เมื่อปริมาตรและมวลของแก๊สคงที่ ความดันของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ)
- (หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ชั่วโมงที่ ๓

ขั้นที่ ๔ ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

๕. ครูยกตัวอย่างปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก ดังนี้
- ๑) ตัวอย่างปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับกฎของบอยล์ เช่น การใช้หลอดฉีดยาจะอาศัยหลักตามกฎของบอยล์ คือ เมื่อก้านหลอดฉีดยาถูกดึงขึ้น ปริมาตรในหลอดฉีดยาจะมากขึ้น ส่งผลให้ความดันในหลอดฉีดยาลดลง ทำให้เกิดสุญญากาศในหลอดฉีดยา และดึงของเหลวจากภายนอกหลอดฉีดยาเข้ามาภายในหลอดฉีดยาได้
- ๒) ตัวอย่างปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับกฎของชาร์ล เช่น การทำขนมปังจะอาศัยหลักตามกฎของชาร์ล คือ ในการทำขนมปังจะใส่ยีสต์เข้าไปในแป้งที่ใช้ทำขนมปังด้วย ซึ่งยีสต์ที่ใส่ลงไปนั้นจะทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้น เมื่อนำแป้งขนมปังเข้าเตาอบ อุณหภูมิของเตาอบที่สูงขึ้น จะทำให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในแป้งขนมปังมีปริมาตรมากขึ้น และดันเนื้อขนมปังออก ส่งผลให้ขนมปังที่อบได้มีเนื้อนุ่มฟู
- ๓) ตัวอย่างปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับกฎของเกย์-ลูสแซก เช่น การทำอาหารในหม้ออัดความดันจะอาศัยหลักตามกฎของเกย์-ลูสแซก คือ ในหม้ออัดความดันจะมีความดันที่สูงกว่าความดันปกติ ทำให้อุณหภูมิในหม้ออัดความดันมีความดันที่สูงขึ้น อุณหภูมิในหม้ออัดความดันจึงสูงขึ้น ส่งผลให้อาหารที่ทำในหม้ออัดความดันจึงสุกได้เร็วขึ้น การเผากระป๋องสเปรย์ซึ่งทำให้เกิดการระเบิด การเจาะรูพลาสติกก่อนอุ่นอาหารด้วยไมโครเวฟ
๖. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซกที่พบได้ในชีวิตประจำวัน
- (แนวตอบ : ยกตัวอย่างกฎของบอยล์ เช่น การพองตัวของถุงอาหารเมื่ออยู่บนภูเขา อาการหูอื้อเมื่อขึ้นที่สูง)*
- (ยกตัวอย่างกฎของชาร์ล เช่น การขยายตัวของยางรถยนต์เมื่อวิ่งไปบนถนน การขยายตัวของบอลลูก)*

ยกตัวอย่างกฎของเกย์- ลูสแซก เช่น การเผากระป๋องสเปรย์ซึ่งทำให้เกิดการระเบิด การเจาะรูพลาสติกก่อนอุ่นอาหารด้วยไมโครเวฟ)

๗. ครูถามคำถาม BIG QUESTION จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ อีกครั้ง ดังนี้

- กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สไว้อย่างไร

(แนวตอบ : กฎของบอยล์ กล่าวว่า เมื่ออุณหภูมิและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผกผันกับความดันของแก๊สนั้น ๆ

กฎของชาร์ล กล่าวว่า เมื่อความดันและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิเคลวิน

กฎของเกย์-ลูสแซก กล่าวว่า เมื่อปริมาตรและมวลของแก๊สคงที่ ความดันของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิเคลวิน)

๘. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์- ลูสแซก โดยครูคอยเสริมความรู้ จนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

๙. นักเรียนทำใบงานที่ ๑.๓.๑ เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก

๑๐. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ (หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นสรุป

ขั้นที่ ๕ ตรวจสอบผล (Evaluate)

๑. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
๒. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ ๑.๒ เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก
๓. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
๔. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์- ลูสแซก ดังนี้
 - เมื่ออุณหภูมิและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผกผันกับความดัน
 - เมื่อความดันและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ
 - เมื่อปริมาตรและมวลของแก๊สคงที่ ความดันของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ

๘. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

๘.๑ สื่อการเรียนรู้

- ๑) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ หน่วยการเรียนรู้ที่ ๑ แก๊ส
- ๒) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ หน่วยการเรียนรู้ที่ ๑ แก๊ส
- ๓) PowerPoint เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก
- ๔) ใบงานที่ ๑.๓.๑ เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก
- ๕) วีดิทัศน์เกี่ยวกับความดันและปริมาตร

จาก <https://www.youtube.com/watch?v=eR๔๙sgmubTBg>

๖) วิดีทัศน์เกี่ยวกับอุณหภูมิและปริมาตร

จาก <https://www.youtube.com/watch?v=NplVuTrr๕๙U>

๗) วิดีทัศน์เกี่ยวกับความดันและอุณหภูมิ

จาก <https://www.youtube.com/watch?v=N๖DZRiSiK๓s>

๘.๒ แหล่งการเรียนรู้

๑) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

๙. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
๙.๑ ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
๑) กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์- ลูสแซก	- ตรวจใบงานที่ ๑.๒ - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ ๑.๒ - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ ๖๐ ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ ๖๐ ผ่านเกณฑ์
๒) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการเสนอผลงาน	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๓) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๔) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๕) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์

ใบงานที่ ๑.๒

เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก

คำชี้แจง : คำตอบเกี่ยวกับกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก

๑. แก๊ส X มีปริมาตร ๑๐๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้านำแก๊ส X ปริมาตรเท่าเดิมมาเพิ่มความดันให้เป็น ๕ เท่าของความดันเดิม ปริมาตรของแก๊สจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร ถ้าอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง

๒. ถ้าอากาศในห้องที่มีขนาด ๑๐๐ ลูกบาศก์เมตร ถูกทำให้ร้อนขึ้นจากอุณหภูมิ ๑๐ องศาเซลเซียส เป็น ๔๗ องศาเซลเซียส โดยความดันมีค่า ๑ บรรยากาศ เท่าเดิม จะมีอากาศหายไปจากห้องกี่กิโลกรัม (กำหนดให้อากาศที่อุณหภูมิ ๔๗ องศาเซลเซียส ความดัน ๑ บรรยากาศ มีความหนาแน่น ๑.๑๕ กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก

คำชี้แจง : : คำนวนเกี่ยวกับกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก

๑. แก๊ส X มีปริมาตร ๑๐๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้านำแก๊ส X ปริมาตรเท่าเดิมมาเพิ่มความดันให้เป็น ๕ เท่าของความดันเดิม ปริมาตรของแก๊สจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร ถ้าอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง

ให้ $P_๑ = x$ ดังนั้น $P_๒ = ๕x$

$$P_๑V_๑ = P_๒V_๒$$

$$x \times ๑๐๐ = ๕x \times V_๒$$

$$V_๒ = \frac{๑๐๐x}{๕x}$$

$$= ๕๐ \text{ cm}^๓$$

ปริมาตรของแก๊สจะลดลง $๑๐๐ - ๕๐ = ๕๐$ ลูกบาศก์เซนติเมตร

๒. ถ้าอากาศในห้องที่มีขนาด ๑๐๐ ลูกบาศก์เมตร ถูกทำให้ร้อนขึ้นจากอุณหภูมิ ๑๐ องศาเซลเซียส เป็น ๔๗ องศาเซลเซียส โดยความดันมีค่า ๑ บรรยากาศ เท่าเดิม จะมีอากาศหายไปจากห้องกี่กิโลกรัม (กำหนดให้อากาศที่อุณหภูมิ ๔๗ องศาเซลเซียส ความดัน ๑ บรรยากาศ มีความหนาแน่น ๑.๑๕ กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

$T_๑ = ๒๗๓ + ๑๐ = ๒๘๓ \text{ K}$

$T_๒ = ๒๗๓ + ๔๗ = ๓๒๐ \text{ K}$

$$\frac{V_๑}{T_๑} = \frac{V_๒}{T_๒}$$

$$\frac{๑๐๐}{๒๘๓} = \frac{V_๒}{๓๒๐}$$

$$V_๒ = \frac{๑๐๐ \times ๓๒๐}{๒๘๓}$$

$$= ๑๑๓.๐๗ \text{ ลูกบาศก์เมตร}$$

นั่นคือ อากาศหายไปจากห้อง $= ๑๑๓.๐๗ - ๑๐๐ = ๑๓.๐๗$ ลูกบาศก์เมตร

ดังนั้น มวลของอากาศที่หายไปจากห้อง $= ๑.๑๕ \times ๑๓.๐๗ = ๑๕.๐๓$ กิโลกรัม

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....

เรื่อง.....

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมิน จำนวนนักเรียน.....คน

ด้านความรู้

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ด้านทักษะกระบวนการ

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ผลการประเมินบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวม

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

ปัญหาและอุปสรรค

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

ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ความคิดเห็นของผู้อำนวยการโรงเรียน

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๔
เรื่อง กฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ

รหัสวิชา ว๓๒๒๑ ชื่อวิชา เคมี ๓
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕
หน่วยการเรียนรู้ที่ ๑ เรื่อง แก๊ส

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๓
เวลา ๔ ชั่วโมง

๑. ผลการเรียนรู้

๑. คำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎรวมแก๊ส
๒. คำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวลของแก๊สจากความสัมพันธ์ตามกฎของอาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ
๓. คำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน

๒. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

เมื่อกฎของบอยล์และชาร์ลกล่าวเฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับความดันและปริมาตรกับอุณหภูมิ แต่การเปลี่ยนแปลงในธรรมชาติอาจเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน ดังนั้นจึงมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สในขณะที่มีมวลคงที่และตั้งขึ้นเป็นกฎรวมแก๊ส

กฎของอาโวกาโดรสามารถใช้คำนวณและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร และจำนวนโมล หรือมวลของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ได้

กฎแก๊สอุดมคติสามารถใช้คำนวณและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และจำนวนโมลของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ได้

แก๊สผสมที่ไม่ทำปฏิกิริยากัน ความดันของแก๊สแต่ละชนิดจะแปรผันตามเศษส่วนโมลของแก๊สที่มีอยู่ในแก๊สผสม ซึ่งเป็นไปตามกฎความดันย่อยของดอลตัน

๓. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้ (Knowledge : K)

๑. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และจำนวนโมล หรือมวลของแก๊สได้

ทักษะกระบวนการ (Process : P)

๒. คำนวณหาปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวล โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล่านั้นตามกฎต่าง ๆ ของแก๊สได้

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude : A)

๑. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

๔. สารการเรียนรู้

สารการเรียนรู้เพิ่มเติม	สารการเรียนรู้ท้องถิ่น
<ul style="list-style-type: none">- ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร และจำนวนโมล หรือมวลของแก๊ส อธิบายความสัมพันธ์ได้ด้วยกฎอวอกาโดร สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และจำนวนโมลของแก๊ส อธิบายได้ด้วยกฎแก๊สอุดมคติ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการคำนวณและการอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับจำนวนโมลของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ได้- ในธรรมชาติ แก๊สส่วนใหญ่อยู่รวมกันเป็นแก๊สผสม ในกรณีที่แก๊สในแก๊สผสมไม่ทำปฏิกิริยากัน ความดันของแก๊สแต่ละชนิดแปรผันตามเศษส่วนโมลของแก๊ส ที่มีอยู่ในแก๊สผสมตามกฎความดันย่อยของดอลตัน	พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา

๕. สมรรถนะสำคัญ

๑. ความสามารถในการสื่อสาร
๒. ความสามารถในการคิด
 - ๑) ทักษะการสังเกต
 - ๒) ทักษะการสำรวจค้นหา
 - ๓) ทักษะการวิเคราะห์
 - ๔) ทักษะการทำงานร่วมกัน
 - ๕) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป
๓. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

๖. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

๑. มีวินัย รับผิดชอบ
๒. ใฝ่เรียนรู้
๓. มุ่งมั่นในการทำงาน

๗. การจัดกระบวนการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบการสืบเสาะหาความรู้ (๕Es Instructional Model)

ชั่วโมงที่ ๑

ขั้นนำ

ขั้นที่ ๑ กระตุ้นความสนใจ (Engage)

๑. ครูถามคำถามนักเรียนว่า “นอกจากปริมาตรของแก๊สจะมีความสัมพันธ์กับความดันและอุณหภูมิของแก๊ส ปริมาตรของแก๊สยังมีความสัมพันธ์กับสิ่งใดอีกหรือไม่”

(แนวตอบ : ปริมาตรของแก๊สยังมีความสัมพันธ์กับจำนวนโมล หรือมวลของแก๊สอีกด้วย)

๒. จากนั้นครูเกริ่นนำว่า “การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติของแก๊สจะมีตัวแปรเข้ามาเกี่ยวข้อง ๓ ตัวแปร คือ ปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สขณะที่มวลมีค่าคงที่ ซึ่งตัวแปรเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์กัน และเป็นไปตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล ซึ่งเมื่อนำกฎทั้งสองมาพิจารณา ร่วมกัน จะได้ความสัมพันธ์ใหม่ เรียกว่า กฎรวมแก๊ส”

ขั้นสอน

ขั้นที่ ๒ สำรวจค้นหา (Explore)

๑. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ ๔ คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับกฎของอาโวกาโดร และกฎรวมแก๊ส จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ หรือจาก PowerPoint เรื่อง กฎของอาโวกาโดรและกฎรวมแก๊ส จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการศึกษาจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

๒. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มฝึกการคำนวณเกี่ยวกับกฎของอาโวกาโดรและกฎรวมแก๊ส จากตัวอย่างที่ ๑.๑๔-๑.๑๗ ในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ชั่วโมงที่ ๒

ขั้นที่ ๓ อธิบายความรู้ (Explain)

๓. ครูสุ่มนักเรียน ๑ กลุ่ม ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้องโดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการนำเสนอหน้าชั้น)

๔. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง กฎของอาโวกาโดรและกฎรวมแก๊ส เช่น

๑) ถ้าอุณหภูมิและความดันของแก๊สชนิดหนึ่งคงที่ แก๊สนี้จำนวน ๑ โมล และ ๒ โมล จะมีปริมาตรแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : แตกต่างกัน โดยแก๊สจำนวน ๒ โมล จะมีปริมาตรมากกว่าแก๊สจำนวน ๑ โมล)

๒) ณ สภาวะ STP แก๊สออกซิเจนจำนวน ๑ โมล และแก๊สไนโตรเจนจำนวน ๑ โมล จะมีปริมาตรแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : ไม่แตกต่างกัน ณ สภาวะ STP แก๊สใด ๆ จำนวน ๑ โมล จะมีปริมาตรเท่ากับ ๒๒.๔ ลิตร)

๓) จากกฎของเอว็อลกาโตร จะสรุปความสัมพันธ์ของความดันและปริมาตรของแก๊สได้อย่างไร

(แนวตอบ : เมื่อปริมาตรและมวลของแก๊สคงที่ ความดันของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ)

๔) เมื่อนำแก๊สที่บรรจุอยู่ในภาชนะปิดขนาด ๑ ลิตร ที่อุณหภูมิ ๓๐๐ เคลวิน ไปบรรจุในภาชนะขนาด ๒ ลิตร ที่อุณหภูมิ ๒๐๐ เคลวิน ความดันใหม่ของแก๊สชนิดนี้จะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

(แนวตอบ : ความดันใหม่จะลดลงเป็น ๓ เท่าของความดันเดิม)

๕) แก๊สชนิดหนึ่งความดัน ๓ บรรยากาศ ที่อุณหภูมิ ๑๕๐ เคลวิน ถ้าความดันเพิ่มขึ้น ๑ บรรยากาศ และอุณหภูมิสูงขึ้น ๕๐ เคลวิน แก๊สชนิดนี้จะมีปริมาตรเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับปริมาตรเดิม

(แนวตอบ : แก๊สชนิดนี้จะมีปริมาตรเท่าเดิม ไม่เปลี่ยนแปลง)

๖) แก๊สออกซิเจนปริมาตร ๔ ลิตร ความดัน ๒ บรรยากาศ ถ้านำแก๊สออกซิเจนนี้ไปที่อุณหภูมิใหม่ ปรากฏว่า แก๊สออกซิเจนมีปริมาตรเพิ่มขึ้น ๒ ลิตร และมีความดันเพิ่มขึ้น ๒ บรรยากาศ อุณหภูมิใหม่มีค่าสูงกว่าหรือต่ำกว่าอุณหภูมิเดิม

(แนวตอบ : อุณหภูมิใหม่มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิเดิม ๓ เท่า)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ชั่วโมงที่ ๓

ขั้นที่ ๒ สำรวจค้นหา (Explore)

๕. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ ๔ คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับกฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ หรือจาก PowerPoint เรื่อง กฎแก๊สอุดมคติและกฎความดันย่อยของดอลตัน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการศึกษาจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

๖. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มฝึกการคำนวณเกี่ยวกับกฎแก๊สอุดมคติและกฎความดันย่อยของดอลตัน จากตัวอย่างที่ ๑.๑๘-๑.๒๕ ในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ ๓ อธิบายความรู้ (Explain)

๗. ครูสุ่มนักเรียน ๒ กลุ่ม ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้องโดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการนำเสนอหน้าชั้น)

๘. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง กฎแก๊สอุดมคติ เช่น

๑) เมื่อพิจารณาว่าโจทย์ถามหามวล หรือจำนวนโมลสามารถใช้ความสัมพันธ์ในสมการใดในการคำนวณหาค่าต่าง ๆ

(แนวตอบ : • ถ้ามวลของแก๊สคงที่ ให้คำนวณโดยใช้สูตร $PV = nRt$

• ถ้ามวลของแก๊สเปลี่ยนแปลง ให้คำนวณโดยใช้สูตร $\frac{P_0 V_0}{n_0 T_0} = \frac{P_1 V_1}{n_1 T_1}$)

๒) เมื่อพิจารณาว่าโจทย์ไม่ได้ถามหามวล หรือจำนวนโมลสามารถใช้ความสัมพันธ์ในสมการใดในการคำนวณหาค่าต่าง ๆ

(แนวตอบ : ให้คำนวณโดยใช้กฎรวมแก๊ส ดังนี้ $\frac{P_๑V_๑}{T_๑} = \frac{P_๒V_๒}{T_๒}$)

• ถ้าอุณหภูมิคงที่ ให้คำนวณโดยใช้กฎของบอยล์ ดังนี้ $P_๑V_๑ = P_๒V_๒$

• ถ้าความดันคงที่ ให้คำนวณโดยใช้กฎของชาร์ล ดังนี้ $\frac{V_๑}{T_๑} = \frac{V_๒}{T_๒}$

• ถ้าปริมาตรคงที่ ให้คำนวณโดยใช้กฎของเกย์-ลูสแซก ดังนี้ $\frac{P_๑}{T_๑} = \frac{P_๒}{T_๒}$)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

๙. ครูยกตัวอย่างโจทย์เกี่ยวกับกฎความดันย่อยของดอลตัน โดยครูเขียนโจทย์และแสดงวิธีทำให้นักเรียนดูบนกระดาน ดังนี้

ในภาชนะขนาด ๒.๓ ลิตร บรรจุแก๊ส H_๒ จำนวน ๐.๑๗๔ กรัม และแก๊ส N_๒ ๑.๓๖๕ กรัม บรรจุอยู่ที่ ๐ องศาเซลเซียส จงคำนวณเศษส่วนโมล ความดันย่อยของแก๊สทั้งสอง และความดันรวม เมื่อถือว่าแก๊สทั้งสองชนิดเป็นแก๊สสมบูรณ์แบบ

วิธีทำ T = ๒๗๓ + ๐ = ๒๗๓ K

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

$$P_{H_๒} = \frac{๐.๑๗๔ \times ๐.๐๘๒๑ \times ๒๗๓}{๒ \times ๒.๓} = ๐.๘๕ \text{ atm}$$

$$P_{N_๒} = \frac{๑.๓๖๕ \times ๐.๐๘๒๑ \times ๒๗๓}{๒๘ \times ๒.๓} = ๐.๔๘ \text{ atm}$$

$$P_{รวม} = ๐.๘๕ + ๐.๔๘ = ๑.๓๓ \text{ atm}$$

$$X_{H_๒} = \frac{P_{H_๒}}{P_{รวม}} = \frac{๐.๘๕}{๑.๓๓} = ๐.๖๔$$

$$X_{N_๒} = \frac{P_{N_๒}}{P_{รวม}} = \frac{๐.๔๘}{๑.๓๓} = ๐.๓๖$$

ดังนั้น มวลโมเลกุลของ H_๒ และ N_๒ เท่ากับ ๒ และ ๒๘ ตามลำดับ

ชั่วโมงที่ ๔

ขั้นที่ ๔ ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

๑๐. ครูยกตัวอย่างปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับกฎของอาโวกาโดร เช่น การสูบลมล้อรถจักรยานจะอาศัยหลักตามกฎของอาโวกาโดร คือ เมื่อสูบลมเข้าไปในล้อรถจักรยานทำให้ในล้อรถจักรยานมีโมเลกุลของแก๊สเพิ่มมากขึ้น ปริมาตรของแก๊สจึงเพิ่มขึ้น ล้อรถจึงหายแบน

๑๑. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างกฎของอาโวกาโดรที่พบได้ในชีวิตประจำวัน

(แนวตอบ : ยกตัวอย่างเช่น การเป่าลูกโป่งทำให้ลูกโป่งมีขนาดใหญ่ขึ้น การหายใจมีผลต่อปริมาตรของช่องอก)

๑๒. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้กฎแก๊สอุดมคติในชีวิตประจำวัน เช่น

- เมื่อเขย่าขวดแชมเปญสักพักหนึ่ง จากนั้นดันฝาजूให้หลวมขึ้นเล็กน้อย จะทำให้ฝาजूกระเด็นออกไปได้ เนื่องจากเมื่อเขย่าขวดแชมเปญจะทำให้แก๊สที่ละลายอยู่ในของเหลว กลายเป็นแก๊สอยู่เหนือของเหลวมากขึ้น ทำให้ความดันของแก๊สเหนือของเหลวมีค่ามากขึ้นด้วย ซึ่งหากเขย่าจนปริมาณแก๊สเหนือของเหลวมากพอ จะทำให้แก๊สเหนือของเหลวมีความดันมากพอที่จะดันजूขวดให้กระเด็นออกมาได้
- เมื่อลั่นไกปืน เข็มแทงชนวนของปืนจะกระทบเข้ากับด้านท้ายของลูกกระสุนปืน ซึ่งจะทำให้ดินปืนที่ถูกบรรจุอยู่ในลูกกระสุนปืนเกิดการเผาไหม้ ซึ่งทำให้เกิดแก๊สและความร้อนขึ้นเป็นจำนวนมาก ความดันที่กระทำต่อหัวกระสุนจึงมีค่าเพิ่มขึ้นมหาศาล จนดันให้หัวกระสุนแล่นออกจากกระบอกปืนได้

๑๓. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตันโดยครูคอยเสริมความรู้จนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

๑๔. นักเรียนทำใบงานที่ ๑.๓ เรื่อง กฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน

๑๕. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑

๑๖. นักเรียนทำ Topic Question จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นสรุป

ขั้นที่ ๕ ตรวจสอบผล (Evaluate)

๑. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
๒. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ ๑.๓ เรื่อง กฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน
๓. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
๔. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับกฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน ดังนี้
 - ที่ความดันและอุณหภูมิของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับจำนวนโมเลกุลหรือจำนวนโมลของแก๊สนั้น
 - ถ้ามวลของแก๊สคงที่ ให้คำนวณโดยใช้สูตร $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$
 - ถ้ามวลของแก๊สไม่คงที่ ให้คำนวณโดยใช้สูตร $\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$
 - สำหรับแก๊สจำนวน n โมล จะได้ความสัมพันธ์ $PV = nRt$
 - เมื่อ $\frac{n}{V}$ มีค่าเท่ากับความเข้มข้น (C) จะได้ความสัมพันธ์ $P = CRT$
 - เมื่อ $n = \frac{g}{M}$ คือ มวลโมเลกุล จะได้ความสัมพันธ์ $PM = \frac{g}{V} RT$

๘. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

๘.๑ สื่อการเรียนรู้

- ๑) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ หน่วยการเรียนรู้ที่ ๑ แก๊ส
- ๒) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ หน่วยการเรียนรู้ที่ ๑ แก๊ส
- ๓) PowerPoint เรื่อง กฎของอาโวกาโดรและกฎรวมแก๊ส
- ๔) PowerPoint เรื่อง กฎแก๊สอุดมคติและกฎความดันย่อยของดอลตัน
- ๕) ใบงานที่ ๑.๓ เรื่อง กฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน

๘.๒ แหล่งการเรียนรู้

- ๑) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

๙. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
๙.๑ ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ๑) กฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน	- ตรวจสอบใบงานที่ ๑.๓ - ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ ๑.๓ - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ ๖๐ ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ ๖๐ ผ่านเกณฑ์
๒) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการเสนอผลงาน	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๓) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๔) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๕) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์

ใบงานที่ ๑.๓

เรื่อง กฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน

คำชี้แจง : คำนวนเกี่ยวกับกฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน

๑. แก๊สจำนวนหนึ่งอยู่ในกระบอกสูบ เมื่อความดันของแก๊สเพิ่มขึ้นเป็น ๓ เท่า ปริมาตรของแก๊สจะลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของเดิม อัตราส่วนระหว่างอุณหภูมิของแก๊สครั้งหลังกับครั้งแรกมีค่าเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

๒. บอลลูนที่บรรจุแก๊สไฮโดรเจน ขณะอยู่บนพื้นดิน ที่อุณหภูมิ ๒๗ องศาเซลเซียส มีปริมาตร ๑.๕×๑๐^{-๒} ลูกบาศก์เมตร และมีความดัน $๑๐^๕$ ปาสคาล ถ้าบอลลูนลอยขึ้นไปจนอุณหภูมิของแก๊สภายในลดลงเหลือ ๑๕ องศาเซลเซียส ความดันจะลดลงเหลือ ๐.๖×๑๐^๕ ปาสคาล ขณะนั้นบอลลูนจะมีปริมาตรเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

๓. แก๊สออกซิเจนปริมาตร ๑,๐๐๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่สภาวะ STP ถ้าต้องการให้แก๊สออกซิเจนนี้มีปริมาตร ๓,๐๐๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร และมีความดัน ๔๖๐ มิลลิเมตรปรอท แก๊สนี้จะมีอุณหภูมิกี่องศาเซลเซียส

.....

.....

.....

.....

.....

เรื่อง กฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน

คำชี้แจง : คำถามเกี่ยวกับกฎของอาโวกาโดร กฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ และกฎความดันย่อยของดอลตัน

๑. แก๊สจำนวนหนึ่งอยู่ในกระบอกสูบ เมื่อความดันของแก๊สเพิ่มขึ้นเป็น ๓ เท่า ปริมาตรของแก๊สจะลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของเดิม อัตราส่วนระหว่างอุณหภูมิของแก๊สครั้งหลังกับครั้งแรกมีค่าเท่าใด

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

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

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{(3P_1) \left(\frac{V_1}{2}\right)}{T_2}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{(3P_1) \left(\frac{V_1}{2}\right)}{P_1 V_1} = \frac{3}{2}$$

๒. บอลลูนที่บรรจุแก๊สไฮโดรเจน ขณะอยู่บนพื้นดิน ที่อุณหภูมิ ๒๗ องศาเซลเซียส มีปริมาตร 1.5×10^{-2} ลูกบาศก์เมตร และมีความดัน 10^5 ปาสคาล ถ้าบอลลูนลอยขึ้นไปจนอุณหภูมิของแก๊สภายในลดลงเหลือ 15 องศาเซลเซียส ความดันจะลดลงเหลือ 0.6×10^5 ปาสคาล ขณะนั้นบอลลูนจะมีปริมาตรเท่าใด

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

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

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

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

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

$$= 0.44 \times 10^{-2} \text{ ลูกบาศก์เมตร}$$

๓. แก๊สออกซิเจนปริมาตร ๑,๐๐๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่สภาวะ STP ถ้าต้องการให้แก๊สออกซิเจนนี้มีปริมาตร ๓,๐๐๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร และมีความดัน 460 มิลลิเมตรปรอท แก๊สนี้จะมีอุณหภูมิที่องศาเซลเซียส

สภาวะ STP คือ ความดัน ๑ บรรยากาศ อุณหภูมิ ๐ องศาเซลเซียส

$$P_1 = 760 \text{ mmHg}$$

$$T_1 = 273 + 0 = 273 \text{ K}$$

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

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

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

$$= 496 \text{ เคลวิน}$$

ดังนั้น แก๊สนี้จะมีอุณหภูมิ = $496 - 273 = 223$ องศาเซลเซียส

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....

เรื่อง.....

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมิน จำนวนนักเรียน.....คน

ด้านความรู้

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ด้านทักษะกระบวนการ

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ผลการประเมินบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวม

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

ปัญหาและอุปสรรค

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

ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ความคิดเห็นของผู้อำนวยการโรงเรียน

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๕
เรื่อง การแพร่ของแก๊ส

รหัสวิชา ว๓๒๒๑ ชื่อวิชา เคมี ๓
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕
หน่วยการเรียนรู้ที่ ๑ เรื่อง แก๊ส

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๓
เวลา ๓ ชั่วโมง

๑. ผลการเรียนรู้

อธิบายการแพร่ของแก๊สโดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คำนวณและเปรียบเทียบอัตราการแพร่ของแก๊สโดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม

๒. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ทฤษฎีจลน์ของแก๊สสามารถใช้อธิบายการแพร่ของแก๊สได้โดยที่อุณหภูมิเดียวกัน อัตราการแพร่ของแก๊สเป็นสัดส่วนผกผันกับรากที่สองของมวลโมเลกุลของแก๊ส ซึ่งเป็นไปตามกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม

๓. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้ (Knowledge : K)

๑. บอกความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการแพร่ของแก๊สกับมวลโมเลกุลของแก๊สได้

ทักษะกระบวนการ (Process : P)

๑. ทำการทดลองเพื่อศึกษาการแพร่ของแก๊สได้
๒. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง
๓. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude : A)

๑. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

๔. สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
แก๊สสามารถแพร่ได้ การแพร่ของแก๊สอธิบายได้ด้วยทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ที่อุณหภูมิเดียวกันแก๊สจะแพร่ได้ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับมวลโมเลกุลของแก๊ส อัตราการแพร่ของแก๊สเป็นสัดส่วนผกผันกับรากที่สองของมวลโมเลกุลของแก๊สสัมพันธ์กับกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม	พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา

๕. สมรรถนะสำคัญ

๑. ความสามารถในการสื่อสาร
๒. ความสามารถในการคิด
 - ๑) ทักษะการสังเกต

- ๒) ทักษะการสำรวจค้นหา
- ๓) ทักษะการวิเคราะห์
- ๔) ทักษะการทำงานร่วมกัน
- ๕) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป

๓. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

๖. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

๑. มีวินัย รับผิดชอบ
๒. ใฝ่เรียนรู้
๓. มุ่งมั่นในการทำงาน

๗. การจัดกระบวนการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบการสืบเสาะหาความรู้ (๕Es Instructional Model)

ขั้นนำ

ชั่วโมงที่ ๑

ขั้นที่ ๑ กระตุ้นความสนใจ (Engage)

๑. ครูถามคำถามกระตุ้นนักเรียน ดังนี้
 - ๑) นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดเราจึงได้กลิ่นของน้ำหอม
(แนวตอบ : เนื่องจากโมเลกุลของน้ำหอมเกิดการแพร่ไปในอากาศมากระทบกับจมูก จึงทำให้ได้กลิ่นของน้ำหอม)
 - ๒) นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดเมื่อเปิดขวดน้ำหอมชนิดหนึ่งจะได้กลิ่นน้ำหอมภายในเวลาไม่กี่วินาที แต่เมื่อเปิดขวดน้ำหอมอีกชนิดหนึ่งอาจจะใช้เวลานานจึงจะได้กลิ่น
(แนวตอบ : เนื่องจากน้ำหอมแต่ละชนิดอาจมีมวลโมเลกุล หรือความหนาแน่นไม่เท่ากัน ทำให้มีความสามารถในการแพร่ไม่เท่ากัน น้ำหอมบางชนิดอาจแพร่ได้เร็ว ส่วนน้ำหอมบางชนิดอาจแพร่ได้ช้า)
๒. ครูถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ ว่า “การแพร่มีกี่ลักษณะ อะไรบ้าง” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากนั้นครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกัน เพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป
(แนวตอบ : การแพร่มี ๒ ลักษณะ คือ การแพร่ เป็นการเคลื่อนที่ของแก๊สจากความเข้มข้นสูงไปยังความเข้มข้นต่ำ โดยโมเลกุลมีการชนกันตลอดเวลา และการแพร่ผ่าน เป็นการแพร่ของแก๊สภายใต้ความดันในภาชนะหนึ่งหลุดผ่านรูเล็ก ๆ ไปยังอีกภาชนะหนึ่งที่เป็นสุญญากาศ โดยโมเลกุลไม่ชนกัน)
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นสอน

ขั้นที่ ๒ สำรวจค้นหา (Explore)

๑. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ ๕ คน แล้วทำการทดลองเรื่อง การแพร่ของแก๊สแอมโมเนียและแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑
๒. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้
 - สมาชิกคนที่ ๑ : ทำหน้าที่เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ต่างใช้ในการทดลองเรื่อง การแพร่ของแก๊สแอมโมเนียและแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์
 - สมาชิกคนที่ ๒ : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
 - สมาชิกคนที่ ๓ : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
 - สมาชิกคนที่ ๔ และ ๕ : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง
๓. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ ๓ อธิบายความรู้ (Explain)

๔. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ ๔ และ ๕ ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการนำเสนอหน้าชั้น)
 ๕. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้
 - ๑) นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าแก๊สแอมโมเนียและแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์สามารถแพร่ได้
(แนวตอบ : เนื่องจากมีควันและสารสีขาวเกาะอยู่ที่ผิวด้านในของหลอดแก้ว จึงทำให้ทราบว่าแก๊สแอมโมเนียและแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์เกิดการแพร่มาทำปฏิกิริยากันเกิดแอมโมเนียมคลอไรด์เกาะที่ผิวด้านในหลอดแก้ว)
 - ๒) นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าแก๊สแอมโมเนียแพร่ได้เร็วกว่าแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์
(แนวตอบ : เนื่องจากตำแหน่งสีขาวที่เกิดขึ้นในหลอดแก้วค่อนข้างไปทางด้านสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมากกว่าด้านสารละลายแอมโมเนีย แสดงว่า แก๊สแอมโมเนียแพร่ได้เร็วกว่าแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์)
- (หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ชั่วโมงที่ ๒

ขั้นที่ ๒ สำรวจค้นหา (Explore)

๖. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยให้แต่ละคู่ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับ เรื่อง การแพร่ของแก๊สและกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ หรือจาก PowerPoint เรื่อง การแพร่ของแก๊สและกฎการแพร่ของเกรแฮม จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการศึกษาจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

๗. ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันฝึกการคำนวณเกี่ยวกับกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม จากตัวอย่างที่ ๑.๒๖-๑.๒๘ ในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ ๓ อธิบายความรู้ (Explain)

๘. ครูสุ่มนักเรียน ๓ คู่ ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ
๙. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่อง การแพร่ของแก๊ส และกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม เช่น

๑) การแพร่และการแพร่ผ่านของแก๊สแตกต่างกันอย่างไร

(แนวตอบ : การแพร่ของแก๊ส คือ กระบวนการที่แก๊สเคลื่อนที่จากความเข้มข้นสูงไปยังความเข้มข้นต่ำ โดยโมเลกุลของแก๊สเกิดการชนกันตลอดเวลา

การแพร่ผ่านของแก๊ส คือ กระบวนการที่แก๊สภายใต้ความดันค่าหนึ่งเคลื่อนที่ออกจากภาชนะผ่านรูเล็ก ๆ ไปยังสุญญากาศ โดยโมเลกุลของแก๊สไม่เกิดการชนกัน)

๒) แก๊สออกซิเจนและแก๊สไฮโดรเจน แก๊สใดจะแพร่ผ่านได้เร็วกว่ากัน เพราะเหตุใด

(แนวตอบ : แก๊สไฮโดรเจนจะแพร่ผ่านได้เร็วกว่าแก๊สออกซิเจน เพราะมีมวลโมเลกุลน้อยกว่า)

๑๐. ครูยกตัวอย่างโจทย์เกี่ยวกับกฎการแพร่ของเกรแฮม โดยครูเขียนโจทย์และแสดงวิธีทำให้นักเรียนดูบนกระดาน ดังนี้

แก๊สที่มีมวลโมเลกุล ๓๖ จะแพร่ได้เร็วหรือช้ากว่าแก๊สที่มีมวลโมเลกุล ๑๔๔ กี่เท่า

วิธีทำ

$$\frac{R_๑}{R_๒} = \frac{\sqrt{M_๒}}{\sqrt{M_๑}}$$

$$= \frac{\sqrt{๑๔๔}}{\sqrt{๓๖}} = ๒$$

$$R_๑ = ๒R_๒$$

ดังนั้น แก๊สที่มีมวลโมเลกุล ๓๖ จะแพร่ได้เร็วกว่าแก๊สที่มีมวลโมเลกุล ๑๔๔ ๒ เท่า

ชั่วโมงที่ ๓

ขั้นที่ ๔ ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

๑๑. ครูถามคำถาม BIG QUESTION จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ อีกครั้ง ดังนี้

- ทฤษฎีจลน์ของแก๊สสามารถนำมาอธิบายการแพร่ของแก๊สได้อย่างไร

(แนวตอบ : ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส กล่าวว่า ที่อุณหภูมิเดียวกัน แก๊สทุกชนิดจะมีพลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากัน แต่มีความเร็วเฉลี่ยไม่เท่ากัน โดยที่แก๊สที่มีมวลโมเลกุลมาก จะมีความเร็วเฉลี่ยต่ำ จึงแพร่ได้ช้า ส่วนแก๊สที่มีมวลโมเลกุลน้อย จะมีความเร็วเฉลี่ยสูง จึงแพร่ได้เร็ว)

- กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮมมีใจความสำคัญว่าอย่างไร

(แนวตอบ : เมื่ออุณหภูมิและความดันคงที่ อัตราการแพร่ของแก๊สใด ๆ จะแปรผกผันกับรากที่สองของมวลโมเลกุล หรือความหนาแน่นของแก๊ส)

๑๒. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง การแพร่ของแก๊ส ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อ ๆ ไป
๑๓. นักเรียนทำใบงานที่ ๑.๕.๑ เรื่อง การแพร่ของแก๊ส
๑๔. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑
๑๕. นักเรียนทำ Topic Question จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑

ขั้นสรุป

ขั้นที่ ๕ ตรวจสอบผล (Evaluate)

๑. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคลและการทำงานกลุ่ม
๒. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ ๑.๕.๑ เรื่อง การแพร่ของแก๊ส
๓. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
๔. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง การแพร่ของแก๊สแอมโมเนียและแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์

๘. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

๘.๑ สื่อการเรียนรู้

- ๑) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ หน่วยการเรียนรู้ที่ ๑ แก๊ส
- ๒) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ หน่วยการเรียนรู้ที่ ๑ แก๊ส
- ๓) ใบงานที่ ๑.๕ เรื่อง การแพร่ของแก๊ส
- ๔) PowerPoint เรื่อง การแพร่ของแก๊สและกฎการแพร่ของเกรแฮม
- ๕) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่องการแพร่ของแก๊สแอมโมเนียและแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์

๘.๒ แหล่งการเรียนรู้

- ๑) ห้องเรียน

๙. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
๙.๑ ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
๑) การแพร่ของแก๊ส	- ตรวจใบงานที่ ๑.๕ - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ ๑.๕ - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ ๖๐ ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ ๖๐ ผ่านเกณฑ์
๒) การทดลองเรื่อง การแพร่ของแก๊สแอมโมเนีย	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
และแก๊ส ไฮโดรเจน คลอไรด์			
๓) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอ ผลงาน	- แบบประเมินการเสนอ ผลงาน	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๔) พฤติกรรม การทำงาน รายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๕) พฤติกรรมการ ทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๖) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการ ทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์

ใบงานที่ ๑.๔

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 จะเคลื่อนที่ในภาชนะเดียวกันได้ระยะทางกี่เซนติเมตร ในเวลา 3 วินาที

.....

.....

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

.....

.....

.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

- จงเรียงลำดับอัตราการแพร่ของแก๊สต่อไปนี้ He NH₃ O₂ Ne NO₂ และ N₂ จากเร็วไปช้า
อัตราการแพร่ของ He > NH₃ > Ne > N₂ > O₂ > NO₂
- ถ้าแก๊ส A มีมวลโมเลกุล 64 เคลื่อนที่ในภาชนะได้ระยะทาง 20 เซนติเมตร ในเวลา 5 วินาที แก๊ส B มีมวลโมเลกุล 16 จะเคลื่อนที่ในภาชนะเดียวกันได้ระยะทางกี่เซนติเมตร ในเวลา 3 วินาที

$$\frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}}$$

$$\frac{s_A}{t_A} \times \frac{t_B}{s_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}}$$

$$\frac{20}{5} \times \frac{3}{s_B} = \sqrt{\frac{16}{64}}$$

$$s_B = \frac{20 \times 3 \times 8}{5 \times 4}$$

$$= 24$$

ดังนั้น แก๊ส B จะเคลื่อนที่ในภาชนะเดียวกันได้ระยะทาง 24 เซนติเมตร

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

$$\frac{V_X}{V_Y} = \sqrt{\frac{d_Y}{d_X}}$$

$$\frac{\frac{s_X}{t_X}}{V_Y} = \sqrt{\frac{d_Y}{d_X}}$$

$$\frac{\frac{40}{10}}{V_Y} = \sqrt{\frac{4}{1}}$$

$$V_Y = \frac{4}{2}$$

$$= 2$$

ดังนั้น แก๊ส Y จะแพร่ได้เร็ว 2 เซนติเมตร/วินาที

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....

เรื่อง.....

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมิน จำนวนนักเรียน.....คน

ด้านความรู้

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ด้านทักษะกระบวนการ

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ผลการประเมินบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวม

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

ปัญหาและอุปสรรค

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

ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ความคิดเห็นของผู้อำนวยการโรงเรียน

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๑
เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

รหัสวิชา ว๓๒๒๑ ชื่อวิชา เคมี ๓
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๓

หน่วยการเรียนรู้ที่ ๒ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

เวลา ๓ ชั่วโมง

๑. ผลการเรียนรู้

- ทดลองและเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยา
- คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนกราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา

๒. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง หรือปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นขณะปฏิกิริยาดำเนินไป เมื่อนำมาปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงนี้มาเขียนในรูปอัตราส่วนเปรียบเทียบกับ ๑ หน่วยเวลา จะเรียกว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

๓. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้ (Knowledge : K)

๑. บอกความหมายของอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี อัตราการ

เกิดปฏิกิริยาเคมี ณ ขณะใดขณะหนึ่ง และอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเฉลี่ยได้

๒. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชันกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารที่ปรากฏในกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลาได้

ทักษะกระบวนการ (Process : P)

๑. ทำการทดลองเพื่อศึกษาการวัดปริมาณสารที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาต่าง ๆ ในปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียม

กับกรดไฮโดรคลอริกได้

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude : A)

๑. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

๔. สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ปฏิกิริยาเคมีแต่ละปฏิกิริยามีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างกัน โดยอาจวัดจากการลดลงของสารตั้งต้นหรือการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ต่อหนึ่งหน่วยเวลา และหารด้วยเลขสัมประสิทธิ์ของสารนั้น ๆ ในสมการเคมี	พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา

เพื่อให้ได้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เท่ากันไม่ว่าจะเป็นการวัดจากสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์	
--	--

๕. สมรรถนะสำคัญ

๑. ความสามารถในการสื่อสาร
๒. ความสามารถในการคิด
 - ๑) ทักษะการสังเกต
 - ๒) ทักษะการสำรวจค้นหา
 - ๓) ทักษะการวิเคราะห์
 - ๔) ทักษะการทดลอง
 - ๕) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
๓. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

๖. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

๑. มีวินัย รับผิดชอบ
๒. ใฝ่เรียนรู้
๓. มุ่งมั่นในการทำงาน

๗. การจัดกระบวนการเรียนรู้

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

ชั่วโมงที่ ๑

ขั้นนำ

ขั้นที่ ๑ กระตุ้นความสนใจ (Engage)

๑. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน และ Understanding Check เพื่อวัดความรู้เดิมของนักเรียนก่อนเข้าสู่กิจกรรม
๒. ครูถามคำถาม BIG QUESTION จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ ดังนี้
 - อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถวัดได้จากสิ่งใด
 - ทฤษฎีที่ใช้อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมีคือทฤษฎีใด และกล่าวไว้ว่าอย่างไร
 - การเปลี่ยนแปลงพลังงานพลังงานในปฏิกิริยาเคมีจำแนกได้กี่ประเภท อะไรบ้าง แต่ละประเภทมีลักษณะอย่างไร
 - ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมีอะไรบ้าง และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอย่างไร
 จากนั้นให้นักเรียนในห้องร่วมกันตอบและแสดงความคิดเห็น โดยครูยังไม่ต้องเฉลย ซึ่งเมื่อเรียนจบในเนื้อหาที่สามารถเฉลยคำถามแต่ละข้อได้ จึงให้ครูถามคำถาม แล้วให้นักเรียนตอบอีกครั้งหนึ่ง

๓. ครูถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ ว่า “สิ่งใดเป็นตัวกำหนดว่าปฏิกิริยาเคมีปฏิกิริยาหนึ่งจะเกิดขึ้นได้เร็วหรือช้า” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากนั้นครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกัน เพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป
- (แนวตอบ : สิ่งที่จะกำหนดได้ว่า ปฏิกิริยาเคมีหนึ่ง ๆ จะเกิดขึ้นได้เร็วหรือช้า คือ อัตราการลดลงของสารตั้งต้น หรืออัตราการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ในหนึ่งหน่วยเวลา หรืออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี)

ขั้นสอน

ขั้นที่ ๒ สำรวจค้นหา (Explore)

๑. ครูให้นักเรียนจับคู่ โดยให้แต่ละคู่ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ แล้วร่วมกันแสดงความคิดเห็นจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน
- (หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ชั่วโมงที่ ๒

ขั้นที่ ๒ สำรวจค้นหา (Explore)

๒. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ ๕ คน แล้วทำการทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑
๓. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้
- สมาชิกคนที่ ๑ : ทำหน้าที่เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก
 - สมาชิกคนที่ ๒ : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
 - สมาชิกคนที่ ๓ : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
 - สมาชิกคนที่ ๔ และ ๕ : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง
๔. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง
- (หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ ๓ อธิบายความรู้ (Explain)

๕. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ ๔ และ ๕ ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน
- (หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)
๖. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้
- ๑) แก๊สที่เกิดขึ้นจากการทดลองคือแก๊สชนิดใด และปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเขียนแสดงเป็นสมการเคมีได้อย่างไร

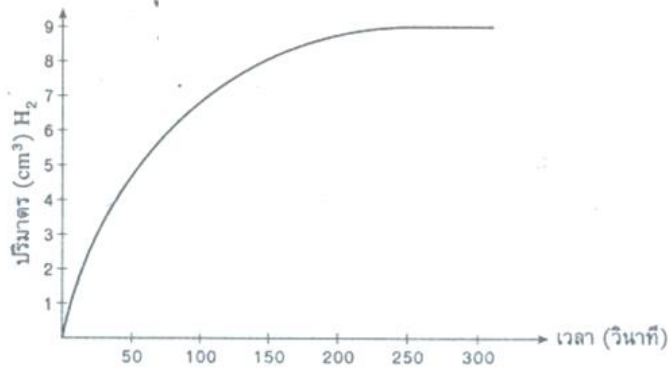
(แนวตอบ : แก๊สที่เกิดขึ้น คือ แก๊สไฮโดรเจน ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเขียนแสดงเป็นสมการเคมีได้ดังนี้



๒) เวลาที่ใช้ในการเก็บแก๊สไฮโดรเจนในแต่ละช่วงปริมาณเป็นอย่างไร

(แนวตอบ : เวลาที่ใช้ในการเก็บแก๊สไฮโดรเจนในแต่ละช่วงปริมาณมีค่าไม่เท่ากัน โดยในช่วงแรกจะใช้เวลาน้อย ในช่วงถัดไปจะใช้เวลามากขึ้น ตามลำดับ)

๓) จากกราฟ สามารถแปลความหมายได้ว่าอย่างไร



(แนวตอบ : ลักษณะของกราฟในตอนแรกจะมีความชันมาก แสดงว่า ปฏิกิริยาเกิดได้เร็ว และเมื่อเวลาผ่านไปความชันของกราฟลดลง แสดงว่า ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้ช้าลง)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ชั่วโมงที่ ๓

ขั้นที่ ๒ สำรวจค้นหา (Explore)

๗. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยให้แต่ละคู่ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยพิจารณาจากความเข้มข้นของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงไปกับระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยา และการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีประเภทต่าง ๆ จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ แล้วร่วมกันแสดงความคิดเห็นจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

๘. ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ฝึกการคำนวณเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากตัวอย่างที่ ๒.๑- ๒.๒ ในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ ๓ อธิบายความรู้ (Explain)

๙. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียน ๑ คู่ ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

๑๐. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น

๑) อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีหมายถึงอะไร

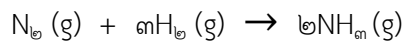
(แนวตอบ : ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง หรือปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาใน ๑ หน่วยเวลา)

๒) กำหนดปฏิกิริยาให้ ดังนี้ $๒A + ๓B \rightarrow C$ อัตราการเกิดปฏิกิริยาของสาร A B และ C จะมีค่าเท่าใด

$$\begin{aligned} \text{(แนวตอบ : อัตราการเกิดปฏิกิริยาของสาร A} &= -\frac{๑}{๒} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} \\ \text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาของสาร B} &= -\frac{๑}{๓} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} \\ \text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาของสาร C} &= +\frac{\Delta[C]}{\Delta t} \end{aligned}$$

๑๑. ครูกำลังอย่างโจทยเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยครูเขียนโจทยและแสดงวิธีทำให้นักเรียนดูบนกระดาน ดังนี้

กำหนดปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไนโตรเจนและแก๊สไฮโดรเจนให้ ดังนี้



ถ้าอัตราการลดลงของ N_2 เท่ากับ ๒×๑๐^{-๒} mol/dm^๓•s อัตราการลดลงของ H_2 และอัตราการเกิด NH_3 จะมีค่าเท่าใด

วิธีทำ

อัตราการลดลงของ H_2

$$\frac{\Delta[N_2]}{\Delta t} = \frac{๑}{๓} \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t}$$

$$๒ \times ๑๐^{-๒} = \frac{๑}{๓} \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t}$$

$$\begin{aligned} \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} &= ๒ \times ๑๐^{-๒} \times ๓ \\ &= ๖ \times ๑๐^{-๒} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s} \end{aligned}$$

อัตราการเกิด NH_3

$$\frac{\Delta[N_2]}{\Delta t} = \frac{๑}{๒} \frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t}$$

$$๒ \times ๑๐^{-๒} = \frac{๑}{๒} \frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t}$$

$$\begin{aligned} \frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t} &= ๒ \times ๑๐^{-๒} \times ๒ \\ &= ๔ \times ๑๐^{-๒} \text{ mol/dm}^3 \cdot \text{s} \end{aligned}$$

ดังนั้น อัตราการลดลงของ H_2 คือ ๖×๑๐^{-๒} mol/dm^๓•s และอัตราการเกิด NH_3 คือ ๔×๑๐^{-๒} mol/dm^๓•s

ชั่วโมงที่ ๔

ชั้นที่ ๔ ขยายความเข้าใจ (Expand)

๑๒. ครูถามคำถาม BIG QUESTION จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ อีกครั้ง ดังนี้

- อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถวัดได้จากสิ่งใด

(แนวตอบ : อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถวัดได้จากปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง หรือปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น)

๑๓. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อ ๆ ไป

๑๔. นักเรียนทำใบงานที่ ๒.๑.๑ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ขั้นสรุป

ขั้นที่ ๕ ตรวจสอบผล (Evaluate)

๑. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
๒. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ ๒.๑ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
๓. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
๔. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก
๕. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ดังนี้
 - สิ่งที่จะกำหนดได้ว่า ปฏิกิริยาเคมีหนึ่ง ๆ จะเกิดขึ้นได้เร็วหรือช้า คือ อัตราการลดลงของสารตั้งต้น หรืออัตราการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ในหนึ่งหน่วยเวลา หรืออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
 - อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี วัดได้หลายแบบ ซึ่งจำแนกได้ ๓ ประเภท คือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง และอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ จุดใดจุดหนึ่งของเวลา
 - อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย คือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่คิดจากการเปลี่ยนแปลงของสารตั้งต้นที่ลดลง หรือผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นตลอดการเกิดปฏิกิริยา

๘. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

๘.๑ สื่อการเรียนรู้

- ๑) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ หน่วยการเรียนรู้ที่ ๒ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- ๒) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ หน่วยการเรียนรู้ที่ ๒ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- ๓) ใบงานที่ ๒.๑ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- ๔) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

๘.๒ แหล่งการเรียนรู้

๑) ห้องเรียน

๙. การวัดและประเมินผล

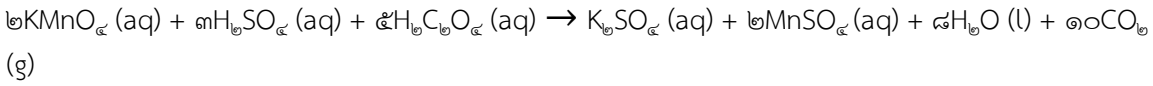
รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
๙.๑ การประเมินก่อนเรียน ๑) แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ ๒ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจสอบแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ ๒ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ ๒ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ประเมินตามสภาพจริง
๙.๒ ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ๒) การทดลองเรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๓) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการเสนอผลงาน	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๔) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๕) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๖) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์

ใบงานที่ ๒.๑

เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

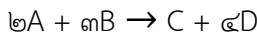
คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

๑. กำหนดปฏิกิริยาเคมีให้ ดังนี้

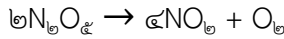


จงสรุปความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับอัตราการเปลี่ยนแปลงของสารจากสมการเคมีที่กำหนด

๒. จงเปรียบเทียบอัตราการเปลี่ยนแปลงของสารแต่ละชนิดในสมการต่อไปนี้จากน้อยไปมาก



๓. แก๊ส $\text{N}_๒\text{O}_๔$ สลายตัวได้ ดังสมการ



ถ้าอัตราการสลายตัวของแก๊ส $\text{N}_๒\text{O}_๔$ มีค่าเท่ากับ ๑.๒×๑๐^{-๒} โมล/ลิตร • วินาที อัตราการเกิดแก๊ส $\text{NO}_๒$ มีค่ากี่โมล/ลิตร • วินาที

๔. ทดลองนำโลหะสังกะสีมาทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น ๐.๑ โมล/ลิตร ได้แก๊สไฮโดรเจนเป็นผลิตภัณฑ์ โดยปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้น ณ ช่วงเวลาต่างๆ แสดงดังตาราง

ปริมาณแก๊ส $\text{H}_๒$ ($\text{cm}^๓$)	๑	๒	๓	๔	๕	๖
เวลา (s)	๑๐	๒๕	๔๐	๖๕	๑๐๐	๑๔๐

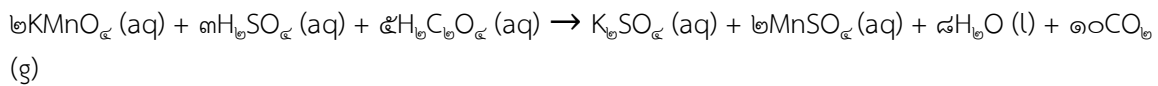
๑) อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนเฉลี่ยมีค่าเท่าใด

๒) อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลา ๔๐-๑๐๐ วินาที มีค่าเท่าใด

เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

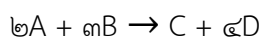
๑. กำหนดปฏิกิริยาเคมีให้ ดังนี้



จงสรุปความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับอัตราการเปลี่ยนแปลงของสารจากสมการเคมีที่กำหนด

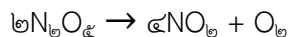
$$r = -\frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{KMnO}_4]}{\Delta t} = -\frac{1}{3} \frac{\Delta[\text{H}_2\text{SO}_4]}{\Delta t} = -\frac{1}{5} \frac{\Delta[\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4]}{\Delta t} = \frac{\Delta[\text{K}_2\text{SO}_4]}{\Delta t} = \frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{MnSO}_4]}{\Delta t} = \frac{1}{8}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

๒. จงเปรียบเทียบอัตราการเปลี่ยนแปลงของสารแต่ละชนิดในสมการต่อไปนี้จากน้อยไปมาก



$$C < A < B < D$$

๓. แก๊ส N_2O_5 สลายตัวได้ ดังสมการ



ถ้าอัตราการสลายตัวของแก๊ส N_2O_5 มีค่าเท่ากับ 1.2×10^{-3} โมล/ลิตร • วินาที อัตราการเกิดแก๊ส NO_2 มีค่าที่

โมล/ลิตร•วินาที

$$\begin{aligned} \text{อัตราการเกิดแก๊ส NO}_2 &= 2 \text{ อัตราการสลายตัวของแก๊ส N}_2\text{O}_5 \\ &= 2 \times 1.2 \times 10^{-3} \\ &= 2.4 \times 10^{-3} \text{ โมล/ลิตร • วินาที} \end{aligned}$$

๔. ทดลองนำโลหะสังกะสีมาทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น ๐.๑ โมล/ลิตร ได้แก๊สไฮโดรเจนเป็นผลิตภัณฑ์ โดยปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้น ณ ช่วงเวลาต่างๆ แสดงดังตาราง

ปริมาณแก๊ส H_2 (cm^3)	๑	๒	๓	๔	๕	๖
เวลา (s)	๑๐	๒๕	๔๐	๖๕	๑๐๐	๑๔๐

๑) อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนเฉลี่ยมีค่าเท่าใด

$$\begin{aligned} \text{อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนเฉลี่ย} &= \frac{๖}{๑๔๐} \\ &= ๐.๐๔๓ \text{ cm}^3/\text{s} \end{aligned}$$

๒) อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลา ๔๐-๑๐๐ วินาที มีค่าเท่าใด

$$\begin{aligned} \text{อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจน ณ ช่วงเวลา ๔๐-๑๐๐ วินาที} &= \frac{๕-๓}{๑๐๐-๔๐} \\ &= ๐.๐๓๓ \text{ cm}^3/\text{s} \end{aligned}$$

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....

เรื่อง.....

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมิน จำนวนนักเรียน.....คน

ด้านความรู้

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ด้านทักษะกระบวนการ

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ผลการประเมินบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวม

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

ปัญหาและอุปสรรค

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

ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ความคิดเห็นของผู้อำนวยการโรงเรียน

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๒
เรื่อง พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

รหัสวิชา ว๓๒๒๒๑ ชื่อวิชา เคมี ๓
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๓

หน่วยการเรียนรู้ที่ ๒ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

เวลา ๓ ชั่วโมง

๑. ผลการเรียนรู้

เขียนแผนภาพ และอธิบายทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

๒. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีหนึ่ง ๆ จะต้องมีการดูดพลังงานเพื่อสลายพันธะของสารตั้งต้น และมีการคายพลังงานเพื่อสร้างพันธะระหว่างผลิตภัณฑ์

ปฏิกิริยาดูดพลังงาน คือ ปฏิกิริยาที่มีการดูดพลังงานเข้าไปเพื่อสลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของสารตั้งต้นมากกว่าคายพลังงานออกมาเพื่อสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของผลิตภัณฑ์

ปฏิกิริยาคายพลังงาน คือ ปฏิกิริยาที่มีการดูดพลังงานเข้าไปเพื่อสลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของสารตั้งต้นน้อยกว่าคายพลังงานออกมาเพื่อสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของผลิตภัณฑ์

๓. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้ (Knowledge : K)

๑. แปลความหมายจากกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยา และระบุได้ว่า เป็น

ปฏิกิริยาประเภทดูดพลังงานหรือคายพลังงานได้

ทักษะกระบวนการ (Process : P)

๑. หาค่าพลังงานที่ดูดกลืน พลังงานที่คายออก และพลังงานรวมของปฏิกิริยาจากกราฟได้

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude : A)

๑. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

๔. สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสมและมีพลังงานอย่างน้อยเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์ ดังนั้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงขึ้นกับทิศทางการชนและพลังงานที่เกิดจากการชน	พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา

๕. สมรรถนะสำคัญ

๑. ความสามารถในการสื่อสาร
๒. ความสามารถในการคิด
 - ๑) ทักษะการสังเกต
 - ๒) ทักษะการสำรวจค้นหา
 - ๓) ทักษะการวิเคราะห์
 - ๔) ทักษะการทำงานร่วมกัน
๓. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

๖. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

๑. มีวินัย รับผิดชอบ
๒. ใฝ่เรียนรู้
๓. มุ่งมั่นในการทำงาน

๗. การจัดกระบวนการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบการสืบเสาะหาความรู้ (๕Es Instructional Model)

ชั่วโมงที่ ๑

ขั้นนำ

ขั้นที่ ๑ กระตุ้นความสนใจ (Engage)

๑. ครูถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ ว่า “ในปฏิกิริยาเคมีหนึ่ง ๆ จะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไรบ้าง” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม
(แนวตอบ : ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีหนึ่ง ๆ จะต้องมีการดูดพลังงานเพื่อสลายพันธะของสารตั้งต้น และมีการคายพลังงานเพื่อสร้างพันธะระหว่างผลิตภัณฑ์)
๒. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า “ปฏิกิริยาเคมีแต่ละปฏิกิริยาจะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานในปฏิกิริยาเท่ากันหรือไม่ อย่างไร” ซึ่งครูยังไม่ต้องเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป

ขั้นสอน

ขั้นที่ ๒ สำรวจค้นหา (Explore)

๑. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ ๓ คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับ เรื่อง พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑

๒. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าทำเป็นรูปแบบต่าง ๆ ตามความคิดเห็นของแต่ละกลุ่ม เช่น
แผนภาพ แผนผัง เขียนบรรยาย
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ชั่วโมงที่ ๒

ขั้นที่ ๓ อธิบายความรู้ (Explain)

๓. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอเรื่องที่ได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลและผลงานการจัดทำข้อมูล
ของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนทีละกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันจนครบทุกกลุ่ม
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)
๔. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี เช่น
- ๑) จงอธิบายความหมายของปฏิกิริยาดูดพลังงานและปฏิกิริยาคายพลังงาน
(แนวตอบ : ปฏิกิริยาดูดพลังงาน คือ ปฏิกิริยาที่มีการดูดพลังงานเข้าไปเพื่อสลายแรงยึดเหนี่ยว
ระหว่างอะตอมของสารตั้งต้นมากกว่าคายพลังงานออกมาเพื่อสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่าง
อะตอมของผลิตภัณฑ์
ปฏิกิริยาคายพลังงาน คือ ปฏิกิริยาที่มีการดูดพลังงานเข้าไปเพื่อสลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่าง
อะตอมของสารตั้งต้นน้อยกว่าคายพลังงานออกมาเพื่อสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของ
ผลิตภัณฑ์)
- ๒) กลไกของปฏิกิริยาหมายถึงอะไร
(แนวตอบ : กลไกของปฏิกิริยา คือ ขั้นตอนต่าง ๆ ของการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งปฏิกิริยาเคมีหนึ่งๆ
อาจจะมีขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาเพียง ๑ ขั้นตอน หรือบางปฏิกิริยาอาจจะมีขั้นตอนการ
เกิดปฏิกิริยาหลายขั้นตอนก็ได้ โดยแต่ละขั้นตอน เรียกว่า ขั้นตอนย่อยของปฏิกิริยา)
- ๓) ในปฏิกิริยาที่เกิดหลายขั้นตอน แต่ละขั้นตอนจะเกิดสารที่ไม่เสถียรขึ้น เรียกสารนี้ว่าอย่างไร
(แนวตอบ : สารมัธยันตร์)
- ๔) ในปฏิกิริยาที่เกิดหลายขั้นตอน ปฏิกิริยาใดใช้ในการกำหนดอัตราการเกิดปฏิกิริยา
(แนวตอบ : ปฏิกิริยาที่เกิดช้าที่สุด)
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ ๔ ขยายความเข้าใจ (Expand)

๕. ครูถามคำถาม BIG QUESTION จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑
อีกครั้ง ดังนี้
- การเปลี่ยนแปลงพลังงานในปฏิกิริยาเคมีจำแนกได้กี่ประเภท อะไรบ้าง แต่ละประเภทมีลักษณะ
อย่างไร
(แนวตอบ : การเปลี่ยนแปลงพลังงานในปฏิกิริยาเคมีจำแนกได้ ๒ ประเภท คือ ปฏิกิริยาดูด
พลังงาน ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่มีการดูดพลังงานเข้าไปมากกว่าคายพลังงานออกมา และปฏิกิริยา
คายพลังงาน ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่มีการคายพลังงานออกมามากกว่าดูดพลังงานเข้าไป)
๖. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อ ๆ ไป

๗. นักเรียนทำใบงานที่ ๒.๒ เรื่อง พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

๘. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑

๙. นักเรียนทำ Topic Question จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑

ขั้นสรุป

ขั้นที่ ๕ ตรวจสอบผล (Evaluate)

๑. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
๒. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ ๒.๒ เรื่อง พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี
๓. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
๔. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี ดังนี้
 - ปฏิกิริยาดูดพลังงาน คือ ปฏิกิริยาที่มีการดูดพลังงานเข้าไปเพื่อสลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของสารตั้งต้นมากกว่าคายพลังงานออกมาเพื่อสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของผลิตภัณฑ์
 - ปฏิกิริยาคายพลังงาน คือ ปฏิกิริยาที่มีการดูดพลังงานเข้าไปเพื่อสลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของสารตั้งต้นน้อยกว่าคายพลังงานออกมาเพื่อสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของผลิตภัณฑ์
 - ปฏิกิริยาที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยากันเกิดผลิตภัณฑ์ เรียกว่า ปฏิกิริยาไปข้างหน้า
 - ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจะเข้าทำปฏิกิริยากัน ทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับเกิดเป็นสารตั้งต้น เรียกว่า ปฏิกิริยาย้อนกลับ

๘. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

๘.๑ สื่อการเรียนรู้

- ๑) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ หน่วยการเรียนรู้ที่ ๒ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- ๒) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ หน่วยการเรียนรู้ที่ ๒ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- ๓) ใบงานที่ ๒.๒ เรื่อง พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

๘.๒ แหล่งการเรียนรู้

-

๙. การวัดและประเมินผล

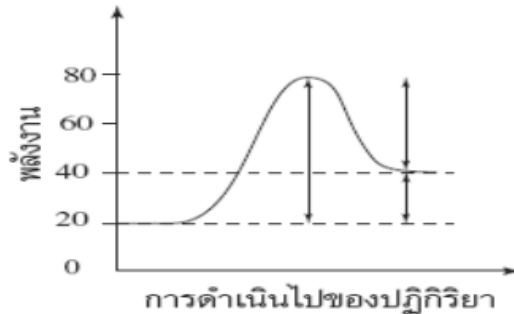
รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
๙.๑ ประเมินระหว่าง การจัดกิจกรรม การเรียนรู้			
๑) พลังงานกับการ ดำเนินไปของ ปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจใบงานที่ ๒.๒ - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ ๒.๒ - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ ๖๐ ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ ๖๐ ผ่านเกณฑ์
๒) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอ ผลงาน	- แบบประเมินการเสนอ ผลงาน	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๓) พฤติกรรม การทำงาน รายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๔) พฤติกรรมการ ทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๕) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย รับผิดชอบใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการ ทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์

ใบงานที่ 2.2

เรื่อง พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

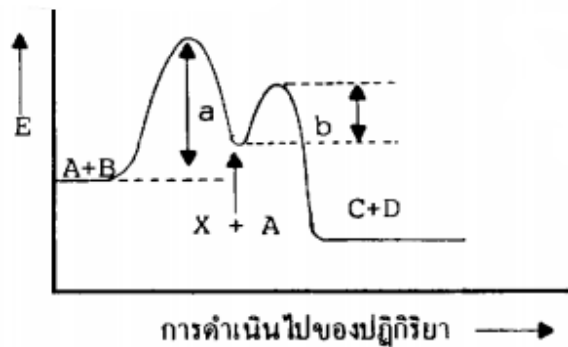
1. พิจารณากราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถาม



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

ความเสถียร เพราะ

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

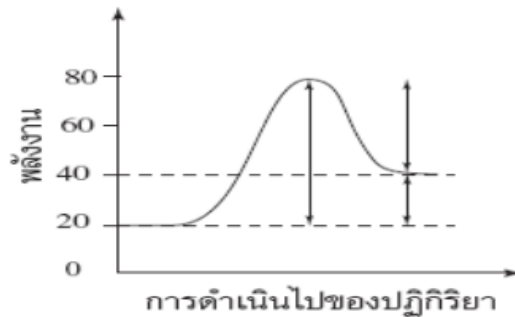


- 1) ปฏิกิริยานี้ประกอบด้วย ขั้นตอน
 ขั้นที่ 1 ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น คือ ปฏิกิริยาเกิด
- ขั้นที่ 2 ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น คือ ปฏิกิริยาเกิด
- 2) สารมัธยันตร์ คือ
- 3) ขั้นที่กำหนดอัตราการเกิดปฏิกิริยา คือ เพราะ
- 4) พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยานี้มีค่า กิโลจูล
- 5) ปฏิกิริยานี้เป็นแบบ

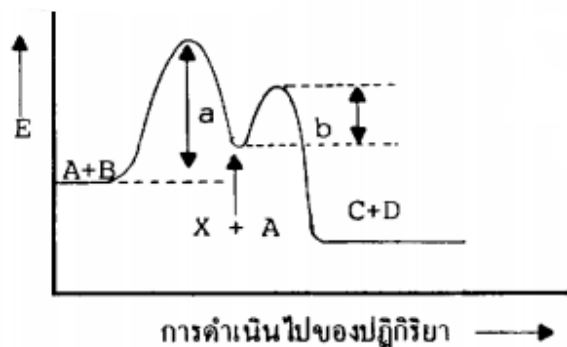
เรื่อง พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

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) ปฏิกิริยานี้ประกอบ
 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**

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....

เรื่อง.....

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมิน จำนวนนักเรียน.....คน

ด้านความรู้

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ด้านทักษะกระบวนการ

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ผลการประเมินบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวม

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

ปัญหาและอุปสรรค

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

ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ความคิดเห็นของผู้อำนวยการโรงเรียน

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๓
เรื่อง ความเข้มข้นของต่ออัตรการเกิดปฏิกิริยาเคมี

รหัสวิชา ว๓๒๒๑ ชื่อวิชา เคมี ๓
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๓

หน่วยการเรียนรู้ที่ ๒ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

เวลา ๓ ชั่วโมง

๑. ผลการเรียนรู้

๑. ทดลอง และอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
๒. เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา

๒. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา และชนิดของสารที่ทำปฏิกิริยา

ความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยถ้าสารตั้งต้นมีความเข้มข้นต่ำ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะช้า แต่ถ้าสารตั้งต้นมีความเข้มข้นสูง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเร็ว

๓. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้ (Knowledge : K)

๑. อธิบายผลของความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

ทักษะกระบวนการ (Process : P)

๑. ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
๒. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude : A)

๑. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

๔. สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา นอกจากนี้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมียังขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ทำปฏิกิริยาด้วย	พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา

๕. สมรรถนะสำคัญ

๑. ความสามารถในการสื่อสาร
๒. ความสามารถในการคิด
 - ๑) ทักษะการสังเกต
 - ๒) ทักษะการสำรวจค้นหา
 - ๓) ทักษะการวิเคราะห์
 - ๔) ทักษะการทำงานร่วมกัน
๓. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

๖. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

๑. มีวินัย รับผิดชอบ
๒. ใฝ่เรียนรู้
๓. มุ่งมั่นในการทำงาน

๗. การจัดกระบวนการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบสืบเสาะหาความรู้ (๕Es Instructional Model)

ขั้นนำ

ชั่วโมงที่ ๑

ขั้นที่ ๑ กระตุ้นความสนใจ (Engage)

๑. ครูถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ ว่า “ปัจจัยอะไรบ้างที่จะส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม (แนวตอบ : ปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ได้แก่ ความเข้มข้นของสารตั้งต้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ ตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวหน่วงปฏิกิริยา)
๒. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า “เมื่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นเปลี่ยนแปลงไป จะส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ อย่างไร” ซึ่งครูยังไม่ต้องเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป

ขั้นสอน

ขั้นที่ ๒ สำรวจค้นหา (Explore)

๑. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ ๕ คน แล้วทำการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑
๒. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้

- สมาชิกคนที่ ๑ : ทำหน้าที่เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
 - สมาชิกคนที่ ๒ : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
 - สมาชิกคนที่ ๓ : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
 - สมาชิกคนที่ ๔ และ ๕ : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง
๓. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ ๓ อธิบายความรู้ (Explain)

๔. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ ๔ และ ๕ ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)
๕. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้
- ๑) เมื่อความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตลดลง เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาจะเป็นอย่างไร
(แนวตอบ : เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยามากขึ้น)
 - ๒) เมื่อกำหนดให้ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตคงที่ และเปลี่ยนความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ผลการทดลองที่ได้จะเป็นอย่างไร
(แนวตอบ : เมื่อความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกลดลง จะใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยามากขึ้น และเมื่อความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเพิ่มขึ้น จะใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยาลดลง)
 - ๓) เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกคงที่ตลอดการทดลองหรือไม่
(แนวตอบ : ไม่คงที่)
 - ๔) ความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร
(แนวตอบ : ถ้าสารตั้งต้นมีความเข้มข้นต่ำ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะช้า แต่ถ้าสารตั้งต้นมีความเข้มข้นสูง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเร็ว)
- (หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ชั่วโมงที่ ๒

ขั้นที่ ๒ สำรวจค้นหา (Explore)

๖. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างกันแล้วศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับ เรื่อง กฎอัตราและอันดับของปฏิกิริยา จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ แล้วอภิปรายร่วมกันจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)
๗. ครูสุ่มตัวแทน ๑ คู่ ออกมาอธิบายวิธีการหาอัตราของปฏิกิริยา $2\text{NO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NOCl}(\text{g})$ ให้เพื่อนฟังหน้าชั้นเรียน จนเกิดความเข้าใจที่ตรงกันเกี่ยวกับการหาอัตรา

ขั้นที่ ๓ อธิบายความรู้ (Explain)

๘. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง กฎอัตราและอันดับของปฏิกิริยา เช่น

๑) กฎอัตราคืออะไร

(แนวตอบ : กฎอัตรา คือ สมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยากับค่าคงที่อัตราและความเข้มข้นของสารตั้งต้น)

๒) อันดับของปฏิกิริยาคืออะไร

(แนวตอบ : อันดับของปฏิกิริยา คือ ผลรวมของเลขชี้กำลังของความเข้มข้นของสารตั้งต้นในกฎอัตรา)

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

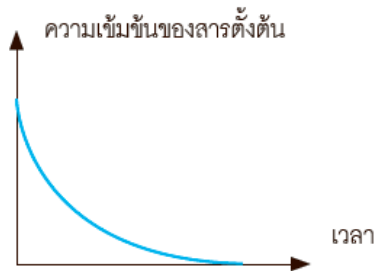
(แนวตอบ : ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาอันดับสาม โดยอัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสาร X และ Y โดยถ้าเพิ่มความเข้มข้นของสาร X เป็น ๒ เท่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มเป็น ๒ เท่า แต่ถ้าเพิ่มความเข้มข้นของสาร Y เป็น ๒ เท่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มเป็น ๔ เท่า)

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

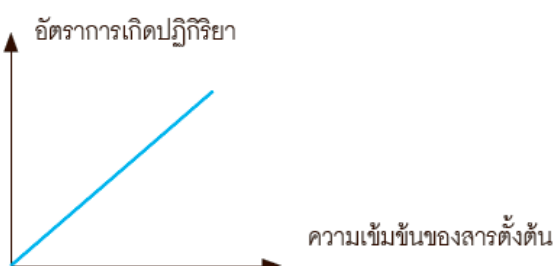
(แนวตอบ : ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง โดยอัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสาร C แต่ไม่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสาร D โดยถ้าเพิ่มความเข้มข้นของสาร C เป็น ๒ เท่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มเป็น ๒ เท่า)

๕) จงเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นกับเวลา และกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยากับความเข้มข้นของสารตั้งต้นในปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง

(แนวตอบ : กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นกับเวลาในปฏิกิริยาอันดับหนึ่งเป็น ดังนี้



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยากับความเข้มข้นของสารตั้งต้นในปฏิกิริยาอันดับหนึ่งเป็น ดังนี้



(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ชั่วโมงที่ ๓

ขั้นที่ ๔ ขยายความเข้าใจ (Expand)

๙. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะให้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อ ๆ ไป
๑๐. นักเรียนทำใบงานที่ ๒.๔ เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
๑๑. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑

ขั้นสรุป

ขั้นที่ ๕ ตรวจสอบผล (Evaluate)

๑. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
๒. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ ๒.๔ เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
๓. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
๔. ครูวัดและประเมินผลจากรายงานการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
๕. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ดังนี้
 - ความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยถ้าสารตั้งต้นมีความเข้มข้นต่ำ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะช้า แต่ถ้าสารตั้งต้นมีความเข้มข้นสูง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเร็ว

๘. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

๘.๑ สื่อการเรียนรู้

- ๑) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ หน่วยการเรียนรู้ที่ ๒ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- ๒) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ หน่วยการเรียนรู้ที่ ๒ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- ๓) ใบงานที่ ๒.๔ เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- ๔) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

๘.๒ แหล่งการเรียนรู้

- ๑) ห้องเรียน

๙. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
๙.๑ ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ๑) ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ตรวจใบงานที่ ๒.๔ - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ ๒.๔ - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ ๖๐ ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ ๖๐ ผ่านเกณฑ์
๒) การทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๓) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการเสนอผลงาน	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๔) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๕) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๖) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์

ใบงานที่ ๒.๓

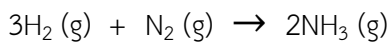
เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดเมื่อสารตั้งต้นมีความเข้มข้นมากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงสูงขึ้น

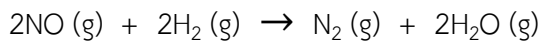
2. จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดเมื่อสารตั้งต้นมีความเข้มข้นน้อยลง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงต่ำลง

3. พิจารณาปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สไนโตรเจนที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ดังสมการ



ถ้าเพิ่มจำนวนโมเลกุลของแก๊สไนโตรเจนที่อยู่ในภาชนะเดิมเป็น 2 เท่าของจำนวนเดิม จะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

4. เมื่อบรรจุแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์และแก๊สไฮโดรเจนไว้ในภาชนะปิดที่อุณหภูมิห้อง แล้วให้ความร้อนจะเกิดแก๊สไนโตรเจนและไอน้ำ ดังสมการ



ถ้าลดจำนวนโมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจนให้เหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเดิม จะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

5. จงระบุอันดับของปฏิกิริยาของกฎอัตราของปฏิกิริยาต่อไปนี้ พร้อมอธิบายว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาของปฏิกิริยานั้นเป็นอย่างไร

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

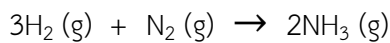
2) $R = k[\text{X}][\text{Y}]$

เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดเมื่อสารตั้งต้นมีความเข้มข้นมากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงสูงขึ้น
การเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นเป็นการเพิ่มจำนวนอนุภาคของสารตั้งต้น จึงทำให้สารตั้งต้นมีโอกาสชนกันได้มากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงสูงขึ้น
2. จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดเมื่อสารตั้งต้นมีความเข้มข้นน้อยลง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงต่ำลง
การลดความเข้มข้นของสารตั้งต้นเป็นการลดจำนวนอนุภาคของสารตั้งต้น จึงทำให้สารตั้งต้นมีโอกาสชนกันได้น้อยลง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงต่ำลง

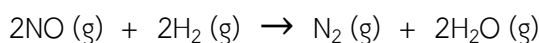
3. พิจารณาปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สไนโตรเจนที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ดังสมการ



ถ้าเพิ่มจำนวนโมเลกุลของแก๊สไนโตรเจนที่อยู่ในภาชนะเดิมเป็น 2 เท่าของจำนวนเดิม จะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

การเพิ่มจำนวนโมเลกุลของแก๊สไนโตรเจนที่อยู่ในภาชนะเดิม เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น ดังนั้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงควรเพิ่มขึ้น ถ้าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของแก๊สไนโตรเจน

4. เมื่อบรรจุแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์และแก๊สไฮโดรเจนไว้ในภาชนะปิดที่อุณหภูมิห้อง แล้วให้ความร้อนจะเกิดแก๊สไนโตรเจนและไอน้ำ ดังสมการ



ถ้าลดจำนวนโมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจนให้เหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเดิม จะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

การลดจำนวนโมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจน เป็นการลดความเข้มข้นของสารตั้งต้น ดังนั้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงควรลดลง ถ้าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของแก๊สไฮโดรเจน

5. จงระบุอันดับของปฏิกิริยาของกฎอัตราของปฏิกิริยาต่อไปนี้ พร้อมอธิบายว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาของปฏิกิริยานั้นเป็นอย่างไร

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

ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง โดยอัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสาร B แต่ไม่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสาร 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 และถ้าเพิ่มความเข้มข้นของสาร Y เป็น 2 เท่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาก็จะเพิ่มเป็น 2 เท่า

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....

เรื่อง.....

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมิน จำนวนนักเรียน.....คน

ด้านความรู้

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ด้านทักษะกระบวนการ

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ผลการประเมินบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวม

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

ปัญหาและอุปสรรค

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

ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ความคิดเห็นของผู้อำนวยการโรงเรียน

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๑
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

รหัสวิชา ว๓๒๒๑ ชื่อวิชา เคมี ๓
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕
หน่วยการเรียนรู้ที่ ๓ เรื่อง สมดุลเคมี

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๓
เวลา ๓ ชั่วโมง

๑. ผลการเรียนรู้

ทดสอบและอธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และภาวะสมดุล

๒. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่มีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้า และการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับโดยการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าจะเกิดขึ้นก่อน และการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับเกิดขึ้นทีหลัง

๓. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้ (Knowledge : K)

- อธิบายความหมายของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ ปฏิกิริยาไปข้างหน้า ปฏิกิริยาย้อนกลับ และปฏิกิริยาผันกลับได้
- ทำการทดลองเพื่อศึกษาปฏิกิริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกได้

ทักษะกระบวนการ (Process : P)

- ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude : A)

- ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

๔. สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ปฏิกิริยาเคมีที่สามารถดำเนินไปข้างหน้าและย้อนกลับได้ เรียกว่า ปฏิกิริยาผันกลับได้ เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปความเข้มข้นของสารตั้งต้นและอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะลดลง ส่วนความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะเพิ่มขึ้น เมื่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ ระบบจะอยู่ในภาวะสมดุลที่มีความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์คงที่เรียกว่า สมดุลพลวัต	พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา

๕. สมรรถนะสำคัญ

๑. ความสามารถในการสื่อสาร
๒. ความสามารถในการคิด
 - ๑) ทักษะการสังเกต
 - ๒) ทักษะการสำรวจค้นหา
 - ๓) ทักษะการวิเคราะห์
 - ๔) ทักษะการทดลอง
 - ๕) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
๓. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

๖. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

๑. มีวินัย รับผิดชอบ
๒. ใฝ่เรียนรู้
๓. มุ่งมั่นในการทำงาน

๗. การจัดการกระบวนการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบสืบเสาะหาความรู้ (๕Es Instructional Model)

ชั้นนำ

ชั่วโมงที่ ๑

ขั้นที่ ๑ กระตุ้นความสนใจ (Engage)

๑. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน และ Understanding Check เพื่อวัดความรู้เดิมของนักเรียนก่อนเข้าสู่กิจกรรม
๒. ครูถามคำถาม BIG QUESTION จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ ดังนี้
 - ปฏิกริยาที่ผันกลับได้จะมีลักษณะอย่างไร
 - ค่าคงที่สมดุลคืออะไร
 - การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น ความดัน หรืออุณหภูมิจะมีผลต่อภาวะสมดุลอย่างไรจากนั้นให้นักเรียนในห้องร่วมกันตอบและแสดงความคิดเห็น โดยครูยังไม่ต้องเฉลย ซึ่งเมื่อเรียนจบในเนื้อหาที่สามารถเฉลยคำถามแต่ละข้อได้ จึงให้ครูถามคำถาม แล้วให้นักเรียนตอบอีกครั้งหนึ่ง
๓. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นว่า ปฏิกริยาที่ผันกลับไม่ได้กับปฏิกริยาที่ผันกลับได้มีความแตกต่างกันอย่างไรบ้าง

(แนวตอบ : ปฏิกริยาที่ผันกลับไม่ได้จะเกิดในระบบปิด มีเฉพาะการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้า ในระบบจะเหลือแต่ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น ส่วนปฏิกริยาที่ผันกลับได้จะเกิดในระบบเปิด มีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ ในระบบจะมีทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์อยู่ทุกชนิด)

๔. ครูถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ ว่า “ปฏิกิริยาเคมีทุกปฏิกิริยาสามารถเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้หรือไม่” แล้วให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป
(แนวตอบ : ปฏิกิริยาเคมีบางปฏิกิริยาเท่านั้นที่สามารถเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้)

ขั้นสอน

ขั้นที่ ๒ สำรวจค้นหา (Explore)

๑. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ ๕ คน แล้วทำการทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑
๒. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้
 - สมาชิกคนที่ ๑ : ทำหน้าที่เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก
 - สมาชิกคนที่ ๒ : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
 - สมาชิกคนที่ ๓ : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
 - สมาชิกคนที่ ๔ และ ๕ : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง
๓. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ ๓ อธิบายความรู้ (Explain)

๔. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้
- ๑) เมื่อหยดสารละลายกรดไฮโดรคลอริกลงในสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตแล้วได้ผลการทดลองอย่างไร
(แนวตอบ : สารละลายสีฟ้าของคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตเปลี่ยนเป็นสีเขียวแกมเหลือง)
 - ๒) เมื่อเติมน้ำลงในสารละลายที่ได้จากข้อ ๑. แล้วได้ผลการทดลองอย่างไร
(แนวตอบ : สารละลายสีเขียวแกมเหลืองเปลี่ยนกลับมาเป็นสารละลายสีฟ้าตามเดิม)
 - ๓) จากผลการทดลองที่ได้สามารถสรุปได้ว่าอย่างไร
(แนวตอบ : ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับได้)
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ชั่วโมงที่ ๒-๓

ขั้นที่ ๒ สำรวจค้นหา (Explore)

๕. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยให้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของปฏิกิริยาที่ผันกลับไม่ได้ และปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑

ขั้นที่ ๓ อธิบายความรู้ (Explain)

๖. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียน ๑ คู่ ออกมานำเสนอเรื่องที่ได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลให้เพื่อนฟังหน้าชั้นเรียน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน
๗. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะของปฏิกริยาที่ผันกลับไม่ได้และปฏิกริยาที่ผันกลับได้ เช่น
 - ๑) ปฏิกริยาที่ในระบบจะมีทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์อยู่ทุกชนิดคือปฏิกริยาประเภทใด
(แนวตอบ : ปฏิกริยาที่ผันกลับได้)
 - ๒) สัญลักษณ์แสดงการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้เป็นอย่างไร
(แนวตอบ : \rightleftharpoons)
 - ๓) ปฏิกริยาที่ผลิตภัณฑ์ไม่เปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้นคือปฏิกริยาประเภทใด
(แนวตอบ : ปฏิกริยาที่ผันกลับไม่ได้)(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ ๔ ขยายความเข้าใจ (Expand)

๘. ครูถามคำถาม BIG QUESTION จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ อีกครั้ง ดังนี้
 - ปฏิกริยาที่ผันกลับได้จะมีลักษณะอย่างไร
(แนวตอบ : ปฏิกริยาที่ผันกลับได้เป็นปฏิกริยาที่มีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ ผลิตภัณฑ์สามารถเปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้ เกิดในระบบปิด และในระบบจะมีทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์อยู่ทุกชนิด)
๙. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อ ๆ ไป
๑๐. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑
๑๑. นักเรียนทำ Topic Question จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑

ขั้นสรุป

ขั้นที่ ๕ ตรวจสอบผล (Evaluate)

๑. ครูประเมินผลโดยครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคลพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
๒. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
๓. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง ปฏิกริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก
๔. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ ดังนี้

- ปฏิกริยาที่ผันกลับได้เป็นปฏิกริยาที่มีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ ผลิตรกัณฑ์สามารถเปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้ เกิดในระบบปิด และในระบบจะมีทั้งสารตั้งต้นและผลิตรกัณฑ์อยู่ทุกชนิด
- ปฏิกริยาที่ผันกลับไม่ได้ มีลักษณะดังนี้
 - ๑) เกิดในระบบเปิดหรือปิดก็ได้
 - ๒) มีเฉพาะการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้า
 - ๓) ผลิตรกัณฑ์ไม่เปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้น
 - ๔) เมื่อปฏิกริยาเกิดขึ้นสมบูรณ์ในระบบสารตั้งต้นจะหมดไป เหลือแต่ผลิตรกัณฑ์ที่เกิดขึ้น
- ปฏิกริยาที่ผันกลับได้
 - ๑) เกิดในระบบปิดเท่านั้น
 - ๒) มีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ
 - ๓) ผลิตรกัณฑ์สามารถเปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้
 - ๔) ในระบบจะมีทั้งสารตั้งต้นและผลิตรกัณฑ์อยู่ทุกชนิด

๘. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

๘.๑ สื่อการเรียนรู้

- ๑) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ หน่วยการเรียนรู้ที่ ๓ สมดุลเคมี
- ๒) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ หน่วยการเรียนรู้ที่ ๓ สมดุลเคมี
- ๓) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง ปฏิกริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก

๘.๒ แหล่งการเรียนรู้

- ๑) ห้องเรียน

๙. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
๙.๑ การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี	- ตรวจสอบแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี	- แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี	- ประเมินตามสภาพจริง

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
๙.๒ ประเมินระหว่าง การจัดกิจกรรม การเรียนรู้ ๑) การเปลี่ยนแปลง ที่ผันกลับได้	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การทดลอง เรื่อง ปฏิกริยา ระหว่าง สารละลายคอป เปอร์ (II) ซัลเฟต กับสารละลาย กรด ไฮโดรคลอริก	- ประเมินการปฏิบัติ การ	- แบบประเมินการ ปฏิบัติ 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) พฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการ ทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....

เรื่อง.....

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมิน จำนวนนักเรียน.....คน

ด้านความรู้

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ด้านทักษะกระบวนการ

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ผลการประเมินบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวม

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

ปัญหาและอุปสรรค

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

ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ความคิดเห็นของผู้อำนวยการโรงเรียน

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๒
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล

รหัสวิชา ว๓๒๒๒๑ ชื่อวิชา เคมี ๓
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕
หน่วยการเรียนรู้ที่ ๓ เรื่อง สมดุลเคมี

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๓
เวลา ๓ ชั่วโมง

๑. ผลการเรียนรู้

อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในภาวะสมดุล

๒. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ภาวะสมดุล คือ ภาวะที่ระบบมีสมบัติคงที่ หรือภาวะที่สารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ทุกชนิดมีปริมาณหรือความเข้มข้นคงที่ หรือภาวะที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ

สมดุลไดนามิก คือ สมดุลที่มีการเคลื่อนที่ของอนุภาคอยู่ตลอดเวลา ระบบไม่หยุดนิ่ง อัตราการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงผกผัน

๓. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้ (Knowledge : K)

- อธิบายการเกิดสมดุลระหว่างสถานะ สมดุลในสารละลายอิ่มตัว และสมดุลในปฏิกิริยาเคมีได้
- อธิบายกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับเวลา และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลาได้

ทักษะกระบวนการ (Process : P)

- ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude : A)

- ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

๔. สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ปฏิกิริยาเคมีที่สามารถดำเนินไปข้างหน้าและย้อนกลับได้ เรียกว่า ปฏิกิริยาผันกลับได้ เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปความเข้มข้นของสารตั้งต้นและอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะลดลง ส่วนความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะเพิ่มขึ้น เมื่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ ระบบจะอยู่ในภาวะ	พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา

สมดุคที่มีความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ คงที่เรียกว่า สมดุลพลวัต	
--	--

๕. สมรรถนะสำคัญ

๑. ความสามารถในการสื่อสาร
๒. ความสามารถในการคิด
 - ๑) ทักษะการสังเกต
 - ๒) ทักษะการสำรวจค้นหา
 - ๓) ทักษะการวิเคราะห์
 - ๔) ทักษะการทดลอง
 - ๕) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
๓. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

๖. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

๑. มีวินัย รับผิดชอบ
๒. ใฝ่เรียนรู้
๓. มุ่งมั่นในการทำงาน

๗. การจัดกระบวนการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบสืบเสาะหาความรู้ (๕Es Instructional Model)

ชั่วโมงที่ ๑

ขั้นนำ

ขั้นที่ ๑ กระตุ้นความสนใจ (Engage)

๑. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ เช่น
 - ปฏิกริยาที่ผันกลับได้จะมีลักษณะอย่างไร
(แนวตอบ : ปฏิกริยาที่ผันกลับได้เป็นปฏิกริยาที่มีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ ผลิตภัณฑ์สามารถเปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้ เกิดในระบบปิด และในระบบจะมีทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์อยู่ทุกชนิด)
๒. ครูถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ ว่า “เมื่อสารเกิดปฏิกริยาเคมีจะมีภาวะสมดุลเกิดขึ้นหรือไม่ อย่างไร” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป
(แนวตอบ : ภาวะสมดุลจะเกิดขึ้นเมื่ออัตราการเกิดปฏิกริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกริยาย้อนกลับ)

ชั้นสอน

ขั้นที่ ๒ สำรวจค้นหา (Explore)

๑. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน โดยให้แต่ละคู่ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑
๒. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าทำเป็นรูปแบบต่าง ๆ ตามความคิดเห็นของแต่ละคู่ เช่น แผนภาพ แผนผัง เขียนบรรยาย
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ ๓ อธิบายความรู้ (Explain)

๓. ครูสุ่มนักเรียน ๑ คู่มานำเสนอเรื่องที่ได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลและผลงานการจัดทำข้อมูลหน้าชั้นเรียน จากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันแสดงความคิดเห็นจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)
๔. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล เช่น
 - ๑) ภาวะสมดุลคืออะไร
(แนวตอบ : ภาวะสมดุล คือ ภาวะที่ระบบมีสมบัติคงที่ หรือภาวะที่สารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ทุกชนิดมีปริมาณหรือความเข้มข้นคงที่ หรือภาวะที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ)
 - ๒) ปฏิกิริยาเคมีที่อยู่ในภาวะสมดุลต้องมีลักษณะอย่างไร
(แนวตอบ : ปฏิกิริยาต้องเป็นปฏิกิริยาที่เกิดการผันกลับได้ ปฏิกิริยาต้องเกิดในระบบปิดที่อุณหภูมิห้อง และอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและย้อนกลับต้องเท่ากัน)

ชั่วโมงที่ ๒

ขั้นที่ ๒ สำรวจค้นหา (Explore)

๕. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ ๕ คน แล้วทำการทดลอง เรื่อง การทดสอบไอออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) ไอออน (II) ไอออน (Fe^{2+}) และไอโอดีน (I_2) จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ เพื่อให้ทราบถึงวิธีการทดสอบ Fe^{3+} Fe^{2+} และ I_2
๖. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้
 - สมาชิกคนที่ ๑ : ทำหน้าที่เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การทดสอบไอออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) ไอออน (II) ไอออน (Fe^{2+}) และไอโอดีน (I_2)
 - สมาชิกคนที่ ๒ : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
 - สมาชิกคนที่ ๓ : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
 - สมาชิกคนที่ ๔ และ ๕ : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง

๗. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ ๓ อธิบายความรู้ (Explain)

๘. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ ๔ และ ๕ ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)
๙. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้
- ๑) สารใดนำมาใช้ในการทดสอบ Fe^{3+} และได้ผลการทดสอบอย่างไร
(แนวตอบ : สารที่นำมาใช้ในการทดสอบ Fe^{3+} คือ สารละลายแอมโมเนียมไทโอไซยาเนต ซึ่งจะได้สารสีแดงสด)
 - ๒) สารใดนำมาใช้ในการทดสอบ Fe^{2+} และได้ผลการทดสอบอย่างไร
(แนวตอบ : สารที่นำมาใช้ในการทดสอบ Fe^{2+} คือ สารละลายโพแทสเซียมเฮกซะไซยาโนเฟอเรต (III) ซึ่งจะได้ตะกอนสีน้ำเงิน)
 - ๓) สารใดนำมาใช้ในการทดสอบ I_2 และได้ผลการทดสอบอย่างไร
(แนวตอบ : สารที่นำมาใช้ในการทดสอบ I_2 คือ น้ำแป้ง ซึ่งจะได้สารละลายสีน้ำเงิน)
 - ๔) จากผลการทดลองที่ได้สามารถสรุปได้ว่าอย่างไร
(แนวตอบ : สารละลายแอมโมเนียมไทโอไซยาเนตใช้ในการทดสอบ Fe^{3+} สารละลายโพแทสเซียมเฮกซะไซยาโนเฟอเรต (III) ใช้ในการทดสอบ Fe^{2+} และน้ำแป้งใช้ในการทดสอบ I_2)

ชั่วโมงที่ ๓

ขั้นที่ ๒ สำรวจค้นหา (Explore)

๑๐. ครูทบทวนวิธีการทดสอบ Fe^{3+} Fe^{2+} และ I_2 จากนั้นให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อตรวจสอบภาวะสมดุลของ Fe^{3+} และ Fe^{2+}
๑๑. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม โดยใช้กลุ่มเดิมจากคาบที่แล้ว ทำการทดลอง เรื่อง การทดสอบภาวะสมดุลระหว่างไอร์ออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) และไอร์ออน (II) ไอออน (Fe^{2+}) จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑
๑๒. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้
- สมาชิกคนที่ ๑ : ทำหน้าที่เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง การทดสอบภาวะสมดุลระหว่างไอร์ออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) และไอร์ออน (II) ไอออน (Fe^{2+})
 - สมาชิกคนที่ ๒ : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
 - สมาชิกคนที่ ๓ : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
 - สมาชิกคนที่ ๔ และ ๕ : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง
- โดยสมาชิกในกลุ่มจะต้องสลับหน้าที่กันทำ ไม่ทำหน้าที่เหมือนการทดลองที่ผ่านมา
๑๓. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ ๓ อธิบายความรู้ (Explain)

๑๔. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ ๔ และ ๕ ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)

๑๕. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้
๑) เมื่อหยดสารละลาย $K_3Fe(CN)_6$ ลงในสารละลายผสมระหว่างสารละลาย $Fe(NO_3)_3$ และสารละลาย KI จะได้ผลอย่างไร และสรุปผลได้อย่างไร

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

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

(แนวตอบ : จะได้สารสีน้ำเงิน แสดงว่า ในระบบมี I_2 เกิดขึ้น)

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

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

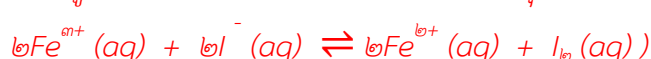
๔) เมื่อหยดสารละลาย NH_4SCN ลงในสารละลายผสมระหว่างสารละลาย $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ และสารละลายไอโอดีนในเอทานอล (I_2) จะได้ผลอย่างไร และสรุปผลได้อย่างไร

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

๕) จากผลการทดลองที่ได้สามารถสรุปได้อย่างไร

(แนวตอบ : ปฏิกริยาระหว่าง $Fe(NO_3)_3$ และ KI จัดเป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ เพราะมี Fe^{3+}

และ I^- อยู่ในระบบตลอดเวลา สมการ ณ ภาวะสมดุลเขียนได้ ดังนี้



(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ขั้นที่ ๔ ขยายความเข้าใจ (Expand)

๒๐. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อ ๆ ไป

๒๑. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑

๒๒. นักเรียนทำ Topic Question จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑

ขั้นสรุป

ขั้นที่ ๕ ตรวจสอบผล (Evaluate)

๑. ครูประเมินผลโดยครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมคำตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคลพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

๒. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด

๓. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง การทดสอบไอร์ออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) ไอร์ออน (II) ไอออน (Fe^{2+}) และไอโอดีน (I_2)
๔. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง การทดสอบภาวะสมดุลระหว่างไอร์ออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) และไอร์ออน (II) ไอออน (Fe^{2+})

๘. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

๘.๑ สื่อการเรียนรู้

- ๑) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ หน่วยการเรียนรู้ที่ ๓ สมดุลเคมี
- ๒) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ หน่วยการเรียนรู้ที่ ๓ สมดุลเคมี
- ๓) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การทดสอบไอร์ออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) ไอร์ออน (II) ไอออน (Fe^{2+}) และไอโอดีน (I_2)
- ๔) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การทดสอบภาวะสมดุลระหว่างไอร์ออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) และไอร์ออน (II) ไอออน (Fe^{2+})

๘.๒ แหล่งการเรียนรู้

- ๑) ห้องเรียน

๙. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
๙.๑ ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ๑) การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล	- ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	- ร้อยละ ๖๐ ผ่านเกณฑ์
๒) การทดลองเรื่อง การทดสอบไอร์ออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) ไอร์ออน (II) ไอออน (Fe^{2+}) และ ไอโอดีน (I_2)	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๓) การทดลองเรื่อง การทดสอบภาวะสมดุลระหว่างไอร์ออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) และไอร์ออน (II) ไอออน	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
(Fe ^{๒+})			
๔) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการเสนอผลงาน	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๕) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๖) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๗) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย รับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....

เรื่อง.....

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมิน จำนวนนักเรียน.....คน

ด้านความรู้

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ด้านทักษะกระบวนการ

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ผลการประเมินบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวม

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

ปัญหาและอุปสรรค

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

ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ความคิดเห็นของผู้อำนวยการโรงเรียน

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๓
เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล

รหัสวิชา ว๓๒๒๒๑ ชื่อวิชา เคมี ๓
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕
หน่วยการเรียนรู้ที่ ๓ เรื่อง สมดุลเคมี

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๓
เวลา ๓ ชั่วโมง

๑. ผลการเรียนรู้

๑. คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา
๒. คำนวณความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุล
๓. คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน

๒. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ณ ภาวะสมดุล ความสัมพันธ์ระหว่างเข้มข้นของผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้น แสดงได้ด้วยค่าคงที่สมดุล ซึ่งเป็นค่าคงที่ ณ อุณหภูมิหนึ่ง

ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน หาได้จากผลคูณของค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาย่อยที่นำสมการเคมีมารวมกัน โดยถ้ามีการคูณสมการย่อยให้ยกกำลังค่าคงที่สมดุลด้วยตัวเลขที่คุณ และหากมีการกลับข้างสมการ ให้กลับค่าคงที่สมดุลเป็นตัวหาร

๓. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้ (Knowledge : K)

๑. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีที่ภาวะสมดุลได้
๒. แปลความหมายของค่าคงที่สมดุลได้

ทักษะกระบวนการ (Process : P)

๑. คำนวณหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาและความเข้มข้นของสารในปฏิกิริยาที่ภาวะสมดุลได้

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude : A)

๑. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

๔. สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
<p>- ณ ภาวะสมดุล ความสัมพันธ์ระหว่างเข้มข้นของผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้น แสดงได้ด้วยค่าคงที่สมดุล ซึ่งเป็นค่าคงที่ ณ อุณหภูมิหนึ่ง</p> <p>- ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน หาได้จากผลคูณของค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาย่อยที่นำสมการเคมีมารวมกัน โดยถ้ามีการคูณสมการย่อยให้ยกกำลังค่าคงที่สมดุลด้วยตัวเลขที่คุณ</p>	พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา

๕. สมรรถนะสำคัญ

๑. ความสามารถในการสื่อสาร
๒. ความสามารถในการคิด
 - ๑) ทักษะการสังเกต
 - ๒) ทักษะการสำรวจค้นหา
 - ๓) ทักษะการวิเคราะห์
 - ๔) ทักษะการทดลอง
 - ๕) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
๓. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

๖. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

๑. มีวินัย รับผิดชอบ
๒. ใฝ่เรียนรู้
๓. มุ่งมั่นในการทำงาน

๗. การจัดการกระบวนการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบสืบเสาะหาความรู้ (๕Es Instructional Model)

ชั้นนำ

ชั่วโมงที่ ๑

ขั้นที่ ๑ กระตุ้นความสนใจ (Engage)

๑. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับภาวะสมดุลเคมี ดังนี้
 - เมื่อสารเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีภาวะสมดุลเกิดขึ้นหรือไม่ อย่างไร
(แนวตอบ : ภาวะสมดุลจะเกิดขึ้นเมื่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ)
๒. ครูถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ ว่า “เมื่อระบบเข้าสู่ภาวะสมดุล ความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ในระบบจะมีค่าอย่างไร” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป
(แนวตอบ : เมื่อระบบเข้าสู่สมดุล ความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ในระบบจะมีค่าคงที่)

ขั้นสอน

ขั้นที่ ๒ สำรวจค้นหา (Explore)

- ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ ๕ คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้น ณ ภาวะสมดุล และค่าคงที่สมดุล จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑
- นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าทำเป็นรูปแบบต่าง ๆ ตามความคิดเห็นของแต่ละกลุ่ม เช่น แผนภาพ แผนผัง เขียนบรรยาย
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ ๓ อธิบายความรู้ (Explain)

- นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอเรื่องที่ได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลและผลงานการจัดทำข้อมูลของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนที่ละกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันจนครบทุกกลุ่ม
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)
- ครูให้ความรู้เกี่ยวกับการหาค่าคงที่สมดุลในปฏิกิริยาที่สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์อยู่ในสถานะเดียวกันและต่างสถานะกัน 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 $\text{Pb}^{2+}\text{ (aq)} + \text{I}^-\text{ (aq)} \rightleftharpoons \text{PbI}_2\text{ (s)}$
(แนวตอบ : $K = \frac{1}{[\text{Pb}^{2+}][\text{I}^-]^2}$)
 - จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาเคมีที่มีค่าคงที่สมดุลเท่ากับ $\frac{[\text{NO}_2][\text{Cl}_2]}{[\text{NO}]^2[\text{Cl}_2]}$
(แนวตอบ : $2\text{NO}_2\text{ (g)} + \text{Cl}_2\text{ (g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_2\text{Cl (g)}$)

ชั่วโมงที่ ๒

ขั้นที่ ๒ สำรวจค้นหา (Explore)

๗. ครูให้นักเรียนจับคู่ โดยให้แต่ละคู่ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง ค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ แล้วร่วมกันแสดงความคิดเห็นจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

ขั้นที่ ๓ อธิบายความรู้ (Explain)

๘. ครูยกตัวอย่างสมการเคมีหลากหลายรูปแบบ แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุลกับความสัมพันธ์ของสมการเคมีในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

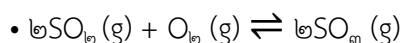
- ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาย้อนกลับ
- ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาที่มีเลขสัมประสิทธิ์โดยโมลต่างกัน
- ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยารวม

๙. ครูยกตัวอย่างโจทย์เกี่ยวกับค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี โดยครูเขียนโจทย์ และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาคำตอบ ดังนี้

๑) ปฏิกิริยา $\text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3(\text{g})$ มีค่าคงที่สมดุลเท่ากับ ๒๐.๔ ที่อุณหภูมิ ๗๐๐ องศาเซลเซียส จงหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่อไปนี้

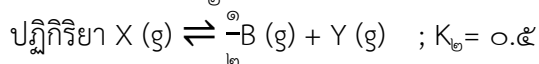
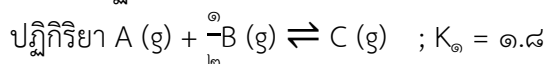


(แนวตอบ : $K_{\text{ใหม่}} = \frac{1}{K_{\text{เดิม}}} = \frac{1}{20.4} = 4.9 \times 10^{-2}$)



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

๒) กำหนดปฏิกิริยาให้ ดังนี้



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

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

ชั่วโมงที่ ๓

ขั้นที่ ๒ สำรวจค้นหา (Explore)

๑๐. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างกัน แล้วร่วมกันฝึกคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล จากตัวอย่างที่ ๓.๑-๓.๖ ในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ (หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ ๓ อธิบายความรู้ (Explain)

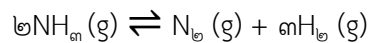
๑๑. ครูสุ่มนักเรียน ๖ คู่ ออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อหน้าชั้นเรียนให้ถูกต้อง โดยครูคอยเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

๑๒. ครูอธิบายการคำนวณค่าคงที่สมดุลเมื่อกำหนดความเข้มข้นของสาร ณ ภาวะสมดุล และการคำนวณความเข้มข้นของสาร ณ ภาวะสมดุลเมื่อกำหนดค่าคงที่สมดุล ซึ่งมีหลักและขั้นตอนในการคำนวณหาค่าคงที่สมดุล ดังนี้

- ต้องทราบชนิดของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาและต้องดุลสมการให้ถูกต้อง
- ต้องทราบความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ที่อยู่ในภาวะสมดุล โดยความเข้มข้นที่นำมาแทนค่าจะต้องมีหน่วยเป็นโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร
- เขียนความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุล
- คำนวณโดยการแทนค่าในสูตร

๑๓. ครูยกตัวอย่างโจทย์เกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล โดยครูเขียนโจทย์และแสดงวิธีทำให้นักเรียนดูบนกระดาน ดังนี้

- ๑) แก๊สแอมโมเนียสลายตัวในภาชนะปิดขนาด ๕๐๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่อุณหภูมิค่าหนึ่ง ให้แก๊สไนโตรเจนและแก๊สไฮโดรเจน ดังสมการ



ที่ภาวะสมดุล พบว่า มีแก๊สแอมโมเนีย แก๊สไนโตรเจน และแก๊สไฮโดรเจนเท่ากับ ๓.๐ ๒.๐ และ ๔.๐ 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 ๕๖.๘๙

- ๒) ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ มีค่าเท่ากับ ๑๘.๐ ที่ ๒๕ องศาเซลเซียส ณ ภาวะสมดุล ที่อุณหภูมิเดียวกัน พบว่า ในภาชนะขนาด ๑ ลิตร มีแก๊สไฮโดรเจน ไอโอดีน และแก๊สไฮโดรเจนอยู่ ๐.๓ และ ๐.๒ 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 ๐.๐๒๕ โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร

๘. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

๘.๑ สื่อการเรียนรู้

- ๑) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ หน่วยการเรียนรู้ที่ ๓ สมดุลเคมี
- ๒) หนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ หน่วยการเรียนรู้ที่ ๓ สมดุลเคมี
- ๓) ใบงานที่ ๓.๑ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล

๘.๒ แหล่งการเรียนรู้

- ๑) ห้องเรียน

๙. การวัดและประเมินผล

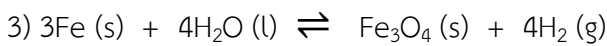
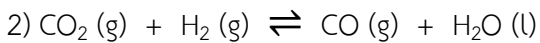
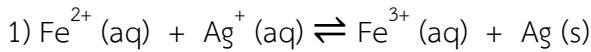
รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
๙.๑ ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ๑) ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล	- ตรวจสอบใบงานที่ ๓.๑ - ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ ๓.๑ - แบบฝึกหัด	- ร้อยละ ๖๐ ผ่านเกณฑ์ - ร้อยละ ๖๐ ผ่านเกณฑ์
๒) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการเสนอผลงาน	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๓) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๔) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๕) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัยรับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์

ใบงานที่ ๓.๑

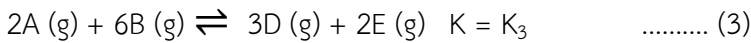
เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล

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} จงหาค่าคงที่สมดุลของ
ปฏิกิริยา $\text{NO}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NO}_2(\text{g})$



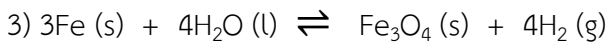
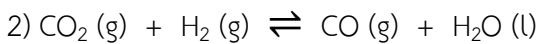
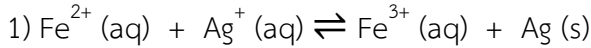
ค่า K_3 จะมีค่าเท่าใดในรูป K_1 และ K_2

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

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล

1. จงเขียนค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่อไปนี้

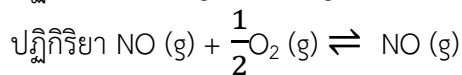


$$1) K = \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}][\text{Ag}^+]}$$

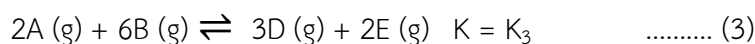
$$2) K = \frac{[\text{CO}]}{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}$$

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

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

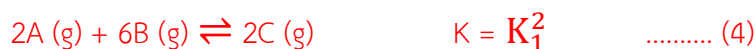


$$K = (1 \times 10^{14})^{\frac{1}{2}} = 1 \times 10^7$$



ค่า K_3 จะมีค่าเท่าใดในรูป K_1 และ K_2

สมการที่ (1) $\times 2$

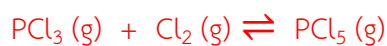


สมการที่ (2) + สมการที่ (4)



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



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

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

$$= 14.08$$

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....

เรื่อง.....

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมิน จำนวนนักเรียน.....คน

ด้านความรู้

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ด้านทักษะกระบวนการ

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ผลการประเมินบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวม

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

ปัญหาและอุปสรรค

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

ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ความคิดเห็นของผู้อำนวยการโรงเรียน

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๔
เรื่อง ผลของการเปลี่ยนความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

รหัสวิชา ว๓๒๒๑ ชื่อวิชา เคมี ๓
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕
หน่วยการเรียนรู้ที่ ๓ เรื่อง สมดุลเคมี

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๓
เวลา ๓ ชั่วโมง

๑. ผลการเรียนรู้

ระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบ รวมทั้งคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุล ของระบบถูกรบกวน โดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอ

๒. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตั้งต้นทำให้ภาวะสมดุลเปลี่ยนแปลงไป เมื่อระบบเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง ความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ณ ภาวะสมดุลจะแตกต่างไปจากความเข้มข้นที่ภาวะสมดุลเดิม

๓. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้ (Knowledge : K)

๓. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลเมื่อถูกรบกวนโดยการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นได้

๔. เปรียบเทียบปริมาณสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในระบบ ณ ภาวะสมดุลเดิมกับภาวะสมดุลครั้งใหม่ได้

ทักษะกระบวนการ (Process : P)

๑. ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นที่มีต่อภาวะสมดุลของระบบได้

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude : A)

๑. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

๔. สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
เมื่อระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลถูกรบกวน โดยการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร ความดัน หรือ อุณหภูมิ ระบบจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้งตามหลักของเลอชาเตอลิเอ ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีผลทำให้ค่าคงที่สมดุลเปลี่ยนแปลง	พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา

๕. สมรรถนะสำคัญ

๑. ความสามารถในการสื่อสาร

๒. ความสามารถในการคิด

๑) ทักษะการสังเกต

- ๒) ทักษะการสำรวจค้นหา
 - ๓) ทักษะการวิเคราะห์
 - ๔) ทักษะการทดลอง
 - ๕) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
๓. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

๖. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

๑. มีวินัย รับผิดชอบ
๒. ใฝ่เรียนรู้
๓. มุ่งมั่นในการทำงาน

๗. การจัดกระบวนการเรียนรู้

แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค : แบบสืบเสาะหาความรู้ (๕Es Instructional Model)

ขั้นนำ

ชั่วโมงที่ ๑

ขั้นที่ ๑ กระตุ้นความสนใจ (Engage)

๑. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับสมบัติต่าง ๆ ของระบบ ณ ภาวะสมดุล โดยใช้คำถาม ดังนี้
 - เมื่อระบบเข้าสู่ภาวะสมดุล ความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ในระบบจะมีค่าอย่างไร
(แนวตอบ : เมื่อระบบเข้าสู่สมดุล ความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ในระบบจะมีค่าคงที่)
๒. ครูถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ ว่า “ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำไปสู่ขั้นสอนต่อไป
(แนวตอบ : ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ได้แก่ ความเข้มข้นของสารตั้งต้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ ตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวหน่วงปฏิกิริยา)

ขั้นสอน

ขั้นที่ ๒ สำรวจค้นหา (Explore)

๑. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ ๕ คน แล้วทำการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑
๒. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้
 - สมาชิกคนที่ ๑ : ทำหน้าที่เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

- สมาชิกคนที่ ๒ : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
 - สมาชิกคนที่ ๓ : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
 - สมาชิกคนที่ ๔ และ ๕ : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง
๓. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

ขั้นที่ ๓ อธิบายความรู้ (Explain)

๔. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ ๔ และ ๕ ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน
๕. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้
- ๑) เมื่อนำสารละลาย $Fe(NO_3)_3$ มาผสมกับสารละลาย NH_4SCN จะเกิดผลอย่างไร
(แนวตอบ : ได้สารละลายสีแดงของ $(FeSCN)^{2+}$ และเมื่อความเข้มข้นของสีที่ แสดงว่า ระบบอยู่ในภาวะสมดุล)
 - ๒) เมื่อเติมสารละลาย $Fe(NO_3)_3$ ลงในระบบที่อยู่ในภาวะสมดุล จะเกิดผลอย่างไร
(แนวตอบ : เมื่อเติมสารละลาย $Fe(NO_3)_3$ ลงไป จะทำให้ความเข้มข้นของ Fe^{3+} ในระบบ เพิ่มขึ้น ทำให้สารละลายมีสีแดงเข้มขึ้น แสดงว่า ในระบบมี $(FeSCN)^{2+}$ เกิดมากขึ้น ในที่สุด ความเข้มของสีจะคงที่ แสดงว่า ระบบเข้าสู่สมดุลอีกครั้ง)
 - ๓) เมื่อเติมสารละลาย NH_4SCN ลงในระบบที่อยู่ในภาวะสมดุล จะเกิดผลอย่างไร
(แนวตอบ : เมื่อเติมสารละลาย NH_4SCN ลงไป จะทำให้ความเข้มข้นของ SCN^- ในระบบ เพิ่มขึ้น ทำให้สารละลายมีสีแดงเข้มขึ้น แสดงว่า ในระบบมี $(FeSCN)^{2+}$ เกิดมากขึ้น ในที่สุด ความเข้มของสีจะคงที่ แสดงว่า ระบบเข้าสู่สมดุลอีกครั้ง)
 - ๔) 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 ทำให้ สารละลายมีสีแดงจางลง แสดงว่า $(FeSCN)^{2+}$ เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ สลายตัวให้ Fe^{3+} และ SCN^- และในที่สุดความเข้มของสีจะคงที่ แสดงว่า ระบบเข้าสู่สมดุลอีกครั้ง)
 - ๕) จากผลการทดลองที่ได้สามารถสรุปได้ว่าอย่างไร
(แนวตอบ : การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตั้งต้นทำให้ภาวะสมดุลเปลี่ยนแปลงไป เมื่อ ระบบเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง ความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ณ ภาวะสมดุลจะแตกต่างไปจาก ความเข้มข้นที่ภาวะสมดุลเดิม)
- (หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

ชั่วโมงที่ ๒

ขั้นที่ ๒ สำรวจค้นหา (Explore)

๖. ครูให้นักเรียนศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นที่มีผลต่อภาวะสมดุล จากหนังสือเรียนรายวิชา เพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ แล้วร่วมกันแสดงความคิดเห็นจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

ขั้นที่ ๓ อธิบายความรู้ (Explain)

๗. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นที่มีผลต่อภาวะสมดุล เช่น

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

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

๒) 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)

๓) 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)

ชั่วโมงที่ ๓

ขั้นที่ ๔ ขยายความเข้าใจ (Expand)

๘. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นที่มีผลต่อภาวะสมดุล ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อไป

๙. นักเรียนทำใบงานที่ ๓.๔.๑ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

ขั้นสรุป

ขั้นที่ ๕ ตรวจสอบผล (Evaluate)

๑. ครูประเมินผลโดยครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

๒. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ ๓.๒ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

๓. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

๘. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

๘.๑ สื่อการเรียนรู้

- ๑) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.๕ เล่ม ๑ หน่วยการเรียนรู้ที่ ๓ สมดุลเคมี
- ๒) ใบงานที่ ๓.๒ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล
- ๓) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

๘.๒ แหล่งการเรียนรู้

- ๑) ห้องเรียน

๙. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
๙.๑ ประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ๑) ผลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะ	- ตรวจใบงานที่ ๓.๒	- ใบงานที่ ๓.๒	- ร้อยละ ๖๐ ผ่านเกณฑ์

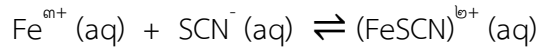
รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
๒) การทดลองเรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๓) การนำเสนองาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการเสนอผลงาน	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๔) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๕) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์
๖) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัยรับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ระดับคุณภาพ ๒ ผ่านเกณฑ์

ใบงานที่ ๓.๒

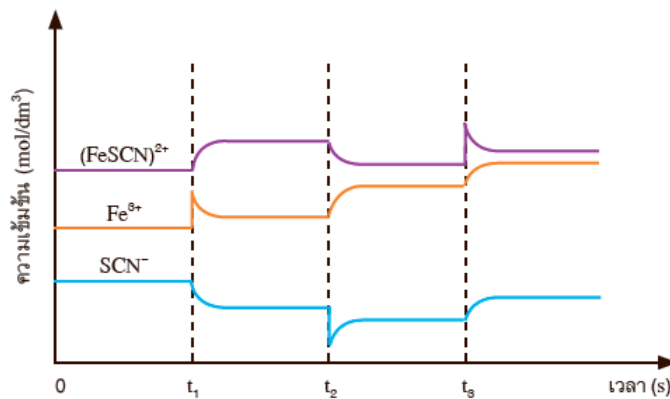
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

๑. กำหนดปฏิกิริยาให้ ดังนี้



จากปฏิกิริยาข้างต้น ทำการรบกวนสมดุล ๓ ครั้ง ที่เวลา t_0 , t_2 และ t_3 พบว่า สารมีความเข้มข้นเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งนำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ได้ ดังนี้



๑) ณ เวลา t_0 มีการรบกวนสมดุลอย่างไร

.....

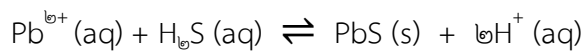
๒) ณ เวลา t_2 มีการรบกวนสมดุลอย่างไร

.....

๓) ณ เวลา t_3 มีการรบกวนสมดุลอย่างไร

.....

๒. กำหนดปฏิกิริยา ณ ภาวะสมดุลให้ ดังนี้



เมื่อเติมสารที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จะมีผลให้สมดุลเลื่อนไปทางใด เพราะเหตุใด

๑) HCl

.....

๒) NaOH

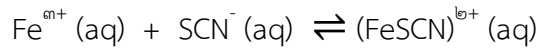
.....

๓) PbS

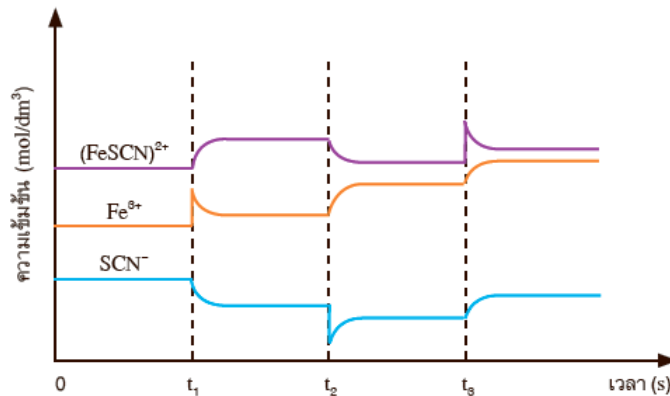
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

คำชี้แจง : ตอบคำถามเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

๑. กำหนดปฏิกิริยาให้ ดังนี้



จากปฏิกิริยาข้างต้น ทำการรบกวนสมดุล ๓ ครั้ง ที่เวลา t_0 , t_1 และ t_2 พบว่า สารมีความเข้มข้นเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งนำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ได้ ดังนี้



๑) ณ เวลา t_0 มีการรบกวนสมดุลอย่างไร

เพิ่ม Fe^{3+}

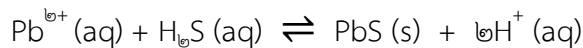
๒) ณ เวลา t_1 มีการรบกวนสมดุลอย่างไร

ลด SCN^{-}

๓) ณ เวลา t_2 มีการรบกวนสมดุลอย่างไร

เพิ่ม $(\text{FeSCN})^{2+}$

๒. กำหนดปฏิกิริยา ณ ภาวะสมดุลให้ ดังนี้



เมื่อเติมสารที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จะมีผลให้สมดุลเลื่อนไปทางใด เพราะเหตุใด

๑) HCl

การเติม HCl เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของ H^{+} จึงทำให้สมดุลเลื่อนไปทางซ้าย

๒) NaOH

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

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....

เรื่อง.....

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมิน จำนวนนักเรียน.....คน

ด้านความรู้

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ด้านทักษะกระบวนการ

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....คน คิดเป็น.....% ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน คิดเป็น.....%

ผลการประเมินบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวม

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

ปัญหาและอุปสรรค

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

ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ความคิดเห็นของผู้อำนวยการโรงเรียน

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

