

แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชา ว30222 เคมีเพิ่มเติม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



นางดุษราภรณ์ สุวรรณ

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาร้อยเอ็ด

หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ และเทคโนโลยี

รายวิชาพื้นฐาน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ม. 1

ว21101 วิทยาศาสตร์ 1	จำนวน 60 ชั่วโมง	1.5	หน่วยกิต
ว21102 วิทยาศาสตร์ 2	จำนวน 60 ชั่วโมง	1.5	หน่วยกิต
ว21103 วิทยาการคำนวณ 1	จำนวน 20 ชั่วโมง	0.5	หน่วยกิต
ว21104 การออกแบบและเทคโนโลยี 1	จำนวน 20 ชั่วโมง	0.5	หน่วยกิต

ม.2

ว22101 วิทยาศาสตร์ 3	จำนวน 60 ชั่วโมง	1.5	หน่วยกิต
ว22102 วิทยาศาสตร์ 4	จำนวน 60 ชั่วโมง	1.5	หน่วยกิต
ว22103 วิทยาการคำนวณ 2	จำนวน 20 ชั่วโมง	0.5	หน่วยกิต

ว22104	การออกแบบและเทคโนโลยี 2	จำนวน 20 ชั่วโมง	0.5	หน่วยกิต
--------	-------------------------	------------------	-----	----------

ม.3

ว23101	วิทยาศาสตร์ 5	จำนวน 60 ชั่วโมง	1.5	หน่วยกิต
ว23102	วิทยาศาสตร์ 6	จำนวน 60 ชั่วโมง	1.5	หน่วยกิต
ว23103	วิทยาการคำนวณ 3	จำนวน 20 ชั่วโมง	0.5	หน่วยกิต
ว23104	การออกแบบและเทคโนโลยี 3	จำนวน 20 ชั่วโมง	0.5	หน่วยกิต

รายวิชาเพิ่มเติม ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ม. 1

ว20211	วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม 1	จำนวน 40 ชั่วโมง	1.0	หน่วยกิต
ว21202	วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม 2	จำนวน 40 ชั่วโมง	1.0	หน่วยกิต

ม.2

ว22203	วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม 3	จำนวน 20 ชั่วโมง	0.5	หน่วยกิต
ว22204	วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม 4	จำนวน 20 ชั่วโมง	0.5	หน่วยกิต

ม.3

ว23205	วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม 5	จำนวน 20 ชั่วโมง	0.5	หน่วยกิต
ว23206	วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม 6	จำนวน 20 ชั่วโมง	0.5	หน่วยกิต

หมายเหตุ

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม 1	:	ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์
วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม 2	:	ทักษะการใช้และดูแลอุปกรณ์วิทยาศาสตร์
วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม 3	:	วิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหา
วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม 4	:	พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์
วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม 5	:	ฟิสิกส์พื้นฐาน
วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม 6	:	เคมีพื้นฐาน

รายวิชาพื้นฐาน ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ว30101 วิทยาศาสตร์กายภาพ (ฟิสิกส์)	จำนวน 60 ชั่วโมง	1.5 หน่วยกิต
ว30102 วิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี)	จำนวน 60 ชั่วโมง	1.5 หน่วยกิต
ว30103 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ (ชีววิทยา)	จำนวน 60 ชั่วโมง	1.5 หน่วยกิต
ว30104 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ	จำนวน 60 ชั่วโมง	1.5 หน่วยกิต
ว30111 วิทยาการคำนวณ 1	จำนวน 40 ชั่วโมง	1.0 หน่วยกิต
ว30114 การออกแบบและเทคโนโลยี	จำนวน 20 ชั่วโมง	0.5 หน่วยกิต

รายวิชาเพิ่มเติม ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ว30201 ฟิสิกส์ 1	จำนวน 80 ชั่วโมง	2.0 หน่วยกิต
ว30202 ฟิสิกส์ 2	จำนวน 80 ชั่วโมง	2.0 หน่วยกิต
ว30203 ฟิสิกส์ 3	จำนวน 80 ชั่วโมง	2.0 หน่วยกิต
ว30204 ฟิสิกส์ 4	จำนวน 80 ชั่วโมง	2.0 หน่วยกิต
ว30205 ฟิสิกส์ 5	จำนวน 80 ชั่วโมง	2.0 หน่วยกิต
ว30221 เคมี 1	จำนวน 60 ชั่วโมง	1.5 หน่วยกิต
ว30222 เคมี 2	จำนวน 60 ชั่วโมง	1.5 หน่วยกิต
ว30223 เคมี 3	จำนวน 60 ชั่วโมง	1.5 หน่วยกิต
ว30224 เคมี 4	จำนวน 60 ชั่วโมง	1.5 หน่วยกิต
ว30225 เคมี 5	จำนวน 60 ชั่วโมง	1.5 หน่วยกิต
ว30241 ชีววิทยา 1	จำนวน 60 ชั่วโมง	1.5 หน่วยกิต

ว30242	ชีววิทยา 2	จำนวน 60 ชั่วโมง	1.5 หน่วยกิต
ว30243	ชีววิทยา 3	จำนวน 60 ชั่วโมง	1.5 หน่วยกิต
ว30244	ชีววิทยา 4	จำนวน 60 ชั่วโมง	1.5 หน่วยกิต
ว30245	ชีววิทยา 5	จำนวน 60 ชั่วโมง	1.5 หน่วยกิต
ว30281	วิทยาศาสตร์ทั่วไป 1	จำนวน 40 ชั่วโมง	1.0 หน่วยกิต
ว30282	วิทยาศาสตร์ทั่วไป 2	จำนวน 40 ชั่วโมง	1.0 หน่วยกิต
ว30283	วิทยาศาสตร์ทั่วไป 3	จำนวน 40 ชั่วโมง	1.0 หน่วยกิต
ว30284	วิทยาศาสตร์ทั่วไป 4	จำนวน 40 ชั่วโมง	1.0 หน่วยกิต

คำอธิบายรายวิชา

หลักสูตร

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาวิทยาศาสตร์ 1
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รหัสวิชา ว21101
เวลา 60 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษา โครงสร้างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ หน้าที่ส่วนประกอบของเซลล์ การใช้กล้องจุลทรรศน์ การจัดระบบของสิ่งมีชีวิต กระบวนการแพร่และออสโมซิส ปัจจัยที่จำเป็นในการสังเคราะห์ด้วยแสงและผลผลิตที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ด้วยแสง ความสำคัญของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชต่อสิ่งมีชีวิต คุณค่าของพืช การดูแลรักษาต้นไม้ในโรงเรียน ลักษณะและหน้าที่ของไซเล็มและโฟลเอ็ม ทิศทางการลำเลียงสารในไซเล็มและโฟลเอ็ม การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ และไม่อาศัยเพศของพืชดอก โครงสร้างของดอก การปฏิสนธิของพืชดอก การเกิดผลและเมล็ดและการกระจายเมล็ด และการงอกของเมล็ด ธาตุอาหารบางชนิดที่มีผลต่อการเจริญเติบโต เลือกใช้ปุ๋ยที่มีธาตุอาหาร วิธีการขยายพันธุ์พืช การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช สมบัติทางกายภาพบางประการของธาตุโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะคุณค่าของการใช้ธาตุโลหะ อโลหะกึ่งโลหะ ธาตุกัมมันตรังสี จุดเดือดจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม ความหนาแน่นของสารบริสุทธิ์และสารผสม ใช้เครื่องมือเพื่อวัดมวลและปริมาตรของสารบริสุทธิ์และสารผสม ความสัมพันธ์ระหว่างอะตอมธาตุและสารประกอบ โครงสร้างอะตอม แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค ความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสาร

โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ การแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ตัวชี้วัด

ว 1.2 ม.1/1 ม. 1/2 ม. 1/3 ม.1/4 ม. 1/5 ม.1/6 ม.1/7 ม.1/8 ม.1/9 ม.1/10 ม.1/11
ม.1/12 ม.1/13 ม.1/14 ม.1/15 ม. 1/16 ม.1/17 ม.1/18

ว 2.1 ม.1/1 ม. 1/2 ม. 1/3 ม.1/4 ม. 1/5 ม.1/6 ม.1/7 ม.1/8 ม.1/9 ม.1/10

รวมทั้งหมด 27 ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด

1. เปรียบเทียบรูปร่าง ลักษณะ และโครงสร้างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์รวมทั้งบรรยายหน้าที่ของผนังเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม นิวเคลียส แวคิวโอล ไมโทคอนเดรีย และคลอโรพลาสต์
2. ใช้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงศึกษาเซลล์และโครงสร้างต่าง ๆ ภายในเซลล์
3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างกับการทำหน้าที่ของเซลล์
4. อธิบายการจัดระบบของสิ่งมีชีวิต โดยเริ่มจากเซลล์เนื้อเยื่อ อวัยวะ ระบบอวัยวะ จนเป็นสิ่งมีชีวิต
5. อธิบายกระบวนการแพร่และออสโมซิสจากหลักฐานเชิงประจักษ์และยกตัวอย่างการแพร่และออสโมซิสในชีวิตประจำวัน
6. ระบุปัจจัยที่จำเป็นในการสังเคราะห์ด้วยแสงและผลผลิตที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ด้วยแสงโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์
7. อธิบายความสำคัญของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
8. ตระหนักในคุณค่าของพืชที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยการร่วมกันปลูกและดูแลรักษาต้นไม้ในโรงเรียน และชุมชน
9. บรรยายลักษณะและหน้าที่ของไซเล็มและโฟลเอ็ม
10. เขียนแผนภาพที่บรรยายทิศทางการลำเลียงสารในไซเล็มและโฟลเอ็มของพืช
11. อธิบายการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ และไม่อาศัยเพศของพืชดอก
12. อธิบายลักษณะโครงสร้างของดอกที่มีส่วนทำให้เกิดการถ่ายเรณูรวมทั้งบรรยายการปฏิสนธิของพืชดอก การเกิดผลและเมล็ด การกระจายเมล็ด และการงอกของเมล็ด
13. ตระหนักถึงความสำคัญของสัตว์ที่ช่วยในการถ่ายเรณูของพืชดอก โดยการไม่ทำลายชีวิตของสัตว์ที่ช่วยในการถ่ายเรณู
14. อธิบายความสำคัญของธาตุอาหารบางชนิดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของพืช
15. เลือกใช้ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารเหมาะสมกับพืชในสถานการณ์ที่กำหนด
16. เลือกวิธีการขยายพันธุ์พืชให้เหมาะสมกับความต้องการของมนุษย์โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการสืบพันธุ์ของพืช
17. อธิบายความสำคัญของเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในการใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ
18. ตระหนักถึงประโยชน์ของการขยายพันธุ์พืชโดยการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน
19. อธิบายสมบัติทางกายภาพบางประการของธาตุโลหะ โลหะ และกึ่งโลหะ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสังเกตและการทดสอบและใช้สารสนเทศที่ได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ รวมทั้งจัดกลุ่มธาตุเป็นโลหะ โลหะ และ กึ่งโลหะ
20. วิเคราะห์ผลจากการใช้ธาตุโลหะ โลหะ กึ่งโลหะและธาตุกัมมันตรังสีที่มีต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม จากข้อมูลที่รวบรวมได้
21. ตระหนักถึงคุณค่าของการใช้ธาตุโลหะ โลหะ กึ่งโลหะ ธาตุกัมมันตรังสีโดยเสนอแนวทางการใช้ธาตุอย่างปลอดภัย คุ้มค่า
22. เปรียบเทียบจุดเดือด จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม โดยการวัดอุณหภูมิ เขียนกราฟแปลความหมายข้อมูลจากกราฟ หรือสารสนเทศ
22. อธิบายและเปรียบเทียบความหนาแน่นของสารบริสุทธิ์และสารผสม
23. ใช้เครื่องมือเพื่อวัดมวลและปริมาตรของสารบริสุทธิ์และสารผสม
24. อธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอะตอมธาตุและสารประกอบ โดยใช้แบบจำลองและสารสนเทศ
25. อธิบายโครงสร้างอะตอมที่ประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน โดยใช้แบบจำลอง
26. อธิบายและเปรียบเทียบการจัดเรียงอนุภาคแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารชนิดเดียวกันในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส โดยใช้แบบจำลอง

27. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสาร โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ และแบบจำลอง

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาวิทยาศาสตร์ 2
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รหัสวิชา ว21102
เวลา 60 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษา อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศกับความสูงจากพื้นโลก แปลความหมายข้อมูล และคำนวณปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนสถานะ การวัดอุณหภูมิของสสาร การขยายตัวหรือหดตัวของสสาร การถ่ายโอนความร้อนและคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอน ออกแบบเลือกใช้ และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน การแบ่งชั้นบรรยากาศ อากาศและบรรยากาศ ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ กระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อน การพยากรณ์อากาศ การใช้ประโยชน์จากคำพยากรณ์อากาศ สถานการณ์และผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ การแก้ปัญหา กานำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ตัวชี้วัด

ว 2.2 ม.1/1

ว 2.3 ม.1/1 ม. 1/2 ม. 1/3 ม.1/4 ม. 1/5 ม.1/6 ม.1/7

ว 3.2 ม.1/1 ม. 1/2 ม. 1/3 ม.1/4 ม. 1/5 ม.1/6 ม.1/7

รวมทั้งหมด 15 ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด

1. สร้างแบบจำลองที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศกับความสูงจากพื้นโลก
2. วิเคราะห์แปลความหมายข้อมูล และคำนวณปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนสถานะโดยใช้สมการ $Q = mc\Delta t$ และ $Q = mL$
3. ใช้เทอร์โมมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิของสสาร
4. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน
5. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการหดและขยายตัวของสสารเนื่องจากความร้อนโดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และเสนอแนะวิธีการนำความรู้มาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน
6. วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อนและคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้สมการ $Q_{สูญเสีย} = Q_{ได้รับ}$
7. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อนโดยการนำความร้อน การพาความร้อนการแผ่รังสีความร้อน
8. ออกแบบ เลือกใช้และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน
9. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการแบ่งชั้นบรรยากาศและเปรียบเทียบประโยชน์ของบรรยากาศแต่ละชั้น
10. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ จากข้อมูลที่รวบรวมได้
11. เปรียบเทียบกระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อน และผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัย

12. อธิบายการพยากรณ์อากาศ และพยากรณ์อากาศอย่างง่ายจากข้อมูลที่รวบรวมได้
13. ตระหนักถึงคุณค่าของการพยากรณ์อากาศโดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนและการใช้ประโยชน์จากคำพยากรณ์อากาศ
14. อธิบายสถานการณ์และผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกจากข้อมูลที่รวบรวมได้
15. ตระหนักถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาวิทยาศาสตร์ 3
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รหัสวิชา ว22101
เวลา 60 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์ อวัยวะและหน้าที่ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องในระบบหายใจ กลไกการหายใจเข้าและออก โดยใช้แบบจำลอง กระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊ส ความสำคัญของระบบหายใจ หน้าที่ของอวัยวะในระบบ ขับถ่าย การกำจัดของเสียทางไต ความสำคัญของระบบขับถ่าย โครงสร้างและหน้าที่ของหัวใจ หลอดเลือด และเลือด การทำงานของระบบหมุนเวียนเลือด ออกแบบการทดลองและทดลองในการเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจ ความสำคัญของระบบหมุนเวียนเลือด อวัยวะและหน้าที่ของอวัยวะในระบบประสาทส่วนกลาง ความสำคัญของระบบประสาท หน้าที่ของอวัยวะในระบบสืบพันธุ์ของเพศชายและหญิง ผลของฮอร์โมนเพศชายและเพศหญิง การเปลี่ยนแปลงของร่างกายเมื่อเข้าสู่วัยหนุ่มสาว การตกไข่ การมีประจำเดือน การปฏิสนธิ และการพัฒนาของไซโกต วิธีการคุมกำเนิด การแยกสารผสมโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย ออกแบบการทดลองและทดลองผลของชนิดตัวละลาย ชนิดของตัวทำละลาย อุณหภูมิที่มีต่อสภาพละลายได้ของสาร ผลของความดันที่มีต่อสภาพละลายได้ของสาร ระบุปริมาณตัวละลายในสารละลาย ในหน่วยความเข้มข้นเป็นร้อยละ ปริมาตรต่อปริมาตร มวลต่อมวล และ มวลต่อปริมาตร การนำความรู้เรื่องความเข้มข้นของสารไปใช้

โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบค้น ข้อมูลและการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ การแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ตัวชี้วัด

- ว 1.2 ม.2/1 ม.2/2 ม.2/3 ม.2/4 ม.2/5 ม.2/6 ม.2/7 ม.2/8 ม.2/9 ม.2/10 ม.2/11
 ม.2/12 ม.2/13 ม.2/14 ม.2/15 ม.2/16 ม.2/17
 ว 2.1 ม.2/1 ม.2/2 ม.2/3 ม.2/4 ม.2/5 ม.2/6

รวมทั้งหมด 23 ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด

1. ระบุวิวัฒนาการและบรรยายหน้าที่ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องในระบบหายใจ
2. อธิบายกลไกการหายใจเข้าและออก โดยใช้แบบจำลอง รวมทั้งอธิบายกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊ส
3. ตระหนักถึงความสำคัญของระบบหายใจโดยการบอกแนวทางในการดูแลรักษาอวัยวะในระบบหายใจให้ทำงานเป็นปกติ
4. ระบุวิวัฒนาการและบรรยายหน้าที่ของอวัยวะในระบบขับถ่ายในการกำจัดของเสียทางไต
5. ตระหนักถึงความสำคัญของระบบขับถ่ายในการกำจัดของเสียทางไต โดยการบอกแนวทางในการปฏิบัติตนที่ช่วยให้ระบบขับถ่ายทำหน้าที่ได้อย่างปกติ
6. บรรยายโครงสร้างและหน้าที่ของหัวใจหลอดเลือด และเลือด
7. อธิบายการทำงานของระบบหมุนเวียนเลือดโดยใช้แบบจำลอง
8. ออกแบบการทดลองและทดลอง ในการเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจ ขณะปกติและหลังทำกิจกรรม
9. ตระหนักถึงความสำคัญของระบบหมุนเวียนเลือดโดยการบอกแนวทางในการดูแลรักษาอวัยวะในระบบหมุนเวียนเลือดให้ทำงานเป็นปกติ
10. ระบุวิวัฒนาการและบรรยายหน้าที่ของอวัยวะในระบบประสาทส่วนกลางในการควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของร่างกาย
11. ตระหนักถึงความสำคัญของระบบประสาทโดยการบอกแนวทางในการดูแลรักษา รวมถึงการป้องกันการกระทบกระเทือนและอันตรายต่อสมองและไขสันหลัง
12. ระบุวิวัฒนาการและบรรยายหน้าที่ของอวัยวะในระบบสืบพันธุ์ของเพศชายและเพศหญิงโดยใช้แบบจำลอง
13. อธิบายผลของฮอร์โมนเพศชายและเพศหญิงที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย เมื่อเข้าสู่วัยหนุ่มสาว
14. ตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงของร่างกายเมื่อเข้าสู่วัยหนุ่มสาว โดยการดูแลรักษาร่างกายและจิตใจของตนเองในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลง
15. อธิบายการตกไข่การมีประจำเดือนการปฏิสนธิและการพัฒนาของไซโกตจนคลอดเป็นทารก
16. เลือกวิธีการคุมกำเนิดที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนด
17. ตระหนักถึงผลกระทบของการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร โดยการประพาดิตนให้เหมาะสม
18. อธิบายการแยกสารผสมโดยการระเหยแห้งการตกผลึก การกลั่นอย่างง่ายโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์
19. แยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึกการกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษการสกัดด้วยตัวทำละลาย

20. นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยบูรณาการวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์
21. ออกแบบการทดลองและทดลองในการอธิบายผลของชนิดตัวละลาย ชนิดตัวทำละลายอุณหภูมิที่มีต่อสภาพละลายได้ของสาร รวมทั้งอธิบายผลของความดันที่มีต่อสภาพละลายได้ของสาร โดยใช้สารสนเทศ
22. ระบุปริมาณตัวละลายในสารละลาย ในหน่วยความเข้มข้นเป็นร้อยละ ปริมาตรต่อปริมาตรมวลต่อมวล และมวลต่อปริมาตร
23. ตระหนักถึงความสำคัญของการนำความรู้เรื่องความเข้มข้นของสารไปใช้โดยยกตัวอย่างการใช้สารละลายในชีวิตประจำวันอย่างถูกต้องและปลอดภัย

คำอธิบายรายวิชาพื้นฐาน

รายวิชาวิทยาศาสตร์ 4
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รหัสวิชา ว22102
เวลา 60 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษา การพยากรณ์การเคลื่อนที่ของวัตถุ เขียนแผนภาพแสดงแรงและแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรง ที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกัน ออกแบบการทดลองและทดลองปัจจัยที่มีผลต่อความดันของของเหลว แรงพยาง และการจม แรงที่กระทำต่อวัตถุในของเหลว อธิบายแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์ เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรงอื่นๆ ที่กระทำต่อวัตถุ ประโยชน์ของความรู้เรื่องแรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง เปรียบเทียบแหล่งของสนามแม่เหล็ก สนามไฟฟ้า และสนามโน้มถ่วง เขียนแผนภาพแสดงแรงแม่เหล็ก แรงไฟฟ้า และแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงแม่เหล็ก แรงไฟฟ้า และแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุ อธิบายและคำนวณอัตราเร็วและความเร็วของการเคลื่อนที่ของวัตถุ เขียนแผนภาพแสดงการกระจัดและความเร็ว งานและกำลังที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุ หลักการทำงานของเครื่องกล ประโยชน์ของความรู้ของเครื่องกลอย่างง่าย ออกแบบและทดลองปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์ และพลังงานศักย์โน้มถ่วง แปลความหมายข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของวัตถุ วิเคราะห์สถานการณ์และอธิบายการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานโดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน เปรียบเทียบกระบวนการเกิด สมบัติ และการใช้ประโยชน์ อธิบายผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ ผลจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของพลังงานทดแทนแต่ละประเภท สร้างแบบจำลองที่อธิบายโครงสร้างภายในโลก กระบวนการผุพังอยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัวของตะกอน ลักษณะของชั้นหน้าตัดดินและกระบวนการเกิดดิน ระบุปัจจัยที่ทำให้ดินมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน สมบัติบางประการของดิน ปัจจัยและกระบวนการเกิดแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน สร้างแบบจำลองที่อธิบายการใช้น้ำ สร้างแบบจำลองที่อธิบายกระบวนการเกิดและผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม หลุมยุบ แผ่นดินทรุด

โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ การแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ตัวชี้วัด

- ว 2.2 ม.2/1 ม.2/2 ม.2/3 ม.2/4 ม.2/5 ม.2/6 ม.2/7 ม.2/8 ม.2/9 ม.2/10 ม.2/11
ม.2/12 ม.2/13 ม.2/14 ม.2/15
- ว 2.3 ม.2/1 ม.2/2 ม.2/3 ม.2/4 ม.2/5 ม.2/6
- ว 3.2 ม.2/1 ม.2/2 ม.2/3 ม.2/4 ม.2/5 ม.2/6 ม.2/7 ม.2/8 ม.2/9 ม.2/10

รวมทั้งหมด 31 ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด

1. พยากรณ์การเคลื่อนที่ของวัตถุที่เป็นผลของแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกันจากหลักฐานเชิงประจักษ์
2. เขียนแผนภาพแสดงแรงและแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกัน
3. ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อความดันของของเหลว
4. วิเคราะห์แรงพุงและการจม การลอยของวัตถุในของเหลวจากหลักฐานเชิงประจักษ์
5. เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุในของเหลว
6. อธิบายแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์จากหลักฐานเชิงประจักษ์
7. ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน
8. เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรงอื่น ๆ ที่กระทำต่อวัตถุ
9. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้เรื่องแรงเสียดทานโดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและเสนอแนะวิธีการลดหรือเพิ่มแรงเสียดทานที่เป็นประโยชน์ต่อการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน
10. ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายโมเมนต์ของแรง เมื่อวัตถุอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน และคำนวณโดยใช้สมการ $M = FL$
11. เปรียบเทียบแหล่งของสนามแม่เหล็ก สนามไฟฟ้า และสนามโน้มถ่วง และทิศทางของแรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในแต่ละสนามจากข้อมูลที่รวบรวมได้
12. เขียนแผนภาพแสดงแรงแม่เหล็ก แรงไฟฟ้าและแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุ(มาตรฐาน ว 2.2)
13. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงแม่เหล็ก แรงไฟฟ้า และแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในสนามนั้น ๆ กับระยะห่างจากแหล่งของสนามถึงวัตถุจากข้อมูลที่รวบรวมได้
14. อธิบายและคำนวณอัตราเร็วและความเร็วของการเคลื่อนที่ของวัตถุโดยใช้สมการ
$$\vec{v} = \frac{s}{t} \text{ และ } \vec{v} = \frac{\vec{s}}{t} \text{ จากหลักฐานเชิงประจักษ์}$$
15. เขียนแผนภาพแสดงการกระจัดและความเร็ว
16. วิเคราะห์สถานการณ์และคำนวณเกี่ยวกับงานและกำลังที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุโดยใช้สมการ $W = Fs$ และ $P = \frac{W}{t}$ จากข้อมูลที่รวบรวมได้
17. วิเคราะห์หลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายจากข้อมูลที่รวบรวมได้
18. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของเครื่องกลอย่างง่าย โดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน
19. ออกแบบและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วง
20. แปลความหมายข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของวัตถุโดยพลังงานกลของวัตถุมีค่าคงตัวจากข้อมูลที่รวบรวมได้
21. วิเคราะห์สถานการณ์และอธิบายการเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงานโดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงาน
22. เปรียบเทียบกระบวนการเกิด สมบัติและการใช้ประโยชน์รวมทั้งอธิบายผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์จากข้อมูลที่รวบรวมได้(มาตรฐาน ว 3.2)
23. แสดงความตระหนักถึงผลจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์โดยนำเสนอแนวทางการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์(มาตรฐาน ว 3.2)
24. เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของพลังงานทดแทนแต่ละประเภทจากการรวบรวมข้อมูลและนำเสนอแนวทางการใช้พลังงานทดแทนที่เหมาะสมในท้องถิ่น(มาตรฐาน ว 3.2)
25. สร้างแบบจำลองที่อธิบายโครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบทางเคมีจากข้อมูลที่รวบรวมได้

26. อธิบายกระบวนการผุพังอยู่กับที่การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนจากแบบจำลองรวมทั้งยกตัวอย่างผลของกระบวนการดังกล่าวที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง
27. อธิบายลักษณะของชั้นหน้าตัดดินและกระบวนการเกิดดิน จากแบบจำลอง รวมทั้งระบุปัจจัยที่ทำให้ดินมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน
28. ตรวจวัดสมบัติบางประการของดิน โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมและนำเสนอแนวทางการใช้ประโยชน์ดินจากข้อมูลสมบัติของดิน
29. อธิบายปัจจัยและกระบวนการเกิดแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินจากแบบจำลอง
30. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการใช้น้ำ และนำเสนอแนวทางการใช้น้ำอย่างยั่งยืนในท้องถิ่นของตนเอง
31. สร้างแบบจำลองที่อธิบายกระบวนการเกิดและผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่งดินถล่ม หลุมยุบ แผ่นดินทรุด

คำอธิบายรายวิชาพื้นฐาน

รายวิชาวิทยาศาสตร์ 5
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

รหัสวิชา ว23101
เวลา 60 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์ สมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์วัสดุพอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม การเกิดปฏิกิริยาเคมี กฎทรงมวล ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า การคำนวณ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ การต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น คลื่นและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สมบัติของแสง การสะท้อนของแสง การหักเหของแสง แสงและการเกิดภาพ ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงโดย ทัศนอุปกรณ์ แสงกับการมองเห็น

โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถ

สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ การแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

หน่วยการเรียนรู้

1. พอลิเมอร์ เซรามิก วัสดุผสม
2. ปฏิกริยาเคมี
3. พลังงานไฟฟ้า
4. อิเล็กทรอนิกส์
5. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
6. แสงและการเกิดภาพ

ตัวชี้วัด

ว 2.1 ม.3/1 ม.3/2 ม.3/3 ม.3/4 ม.3/5 ม.3/6 ม.3/7 ม.3/8

ว 2.3 ม.3/1 ม.3/2 ม.3/3 ม.3/4 ม.3/5 ม.3/6 ม.3/7 ม.3/8 ม.3/9 ม.3/10 ม.3/11
ม.3/12 ม.3/13 ม.3/14 ม.3/15 ม.3/16 ม.3/17 ม.3/18 ม.3/19 ม.3/20 ม.3/21

รวมทั้งหมด 29 ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด

1. ระบุสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์วัสดุประเภทพอลิเมอร์เซรามิกส์และวัสดุผสมโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และสารสนเทศ
2. ตระหนักถึงคุณค่าของการใช้วัสดุประเภทพอลิเมอร์เซรามิกส์และวัสดุผสม โดยเสนอแนะแนวทางการใช้วัสดุอย่างประหยัดและคุ้มค่า
3. อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมีรวมถึงการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้แบบจำลองและสมการข้อความ
4. อธิบายกฎทรงมวล โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์
5. วิเคราะห์ปฏิกิริยาคายความร้อน และปฏิกิริยาดูดความร้อน จากการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนของปฏิกิริยา
6. อธิบายปฏิกิริยาการเกิดสนิมของเหล็ก ปฏิกิริยาของกรดกับโลหะ ปฏิกิริยาของกรดกับเบส และปฏิกิริยาของเบสกับโลหะ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และอธิบายปฏิกิริยาการเผาไหม้การเกิดฝนกรด การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้สารสนเทศ รวมทั้งเขียนสมการข้อความแสดงปฏิกิริยาดังกล่าว
7. ระบุประโยชน์และโทษของปฏิกิริยาเคมีที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และยกตัวอย่างวิธีการป้องกันและแก้ปัญหาที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน จากการสืบค้นข้อมูล
8. ออกแบบวิธีแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีโดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์
9. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กระแสไฟฟ้า และความต้านทาน และคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องโดยใช้สมการ $V = IR$ จากหลักฐานเชิงประจักษ์

10. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า
11. ใช้โวลต์มิเตอร์แอมมิเตอร์ในการวัดปริมาณทางไฟฟ้า
12. วิเคราะห์ความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าเมื่อต่อตัวต้านทานหลายตัวแบบอนุกรมและแบบขนานจากหลักฐานเชิงประจักษ์
13. เขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าแสดงการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมและขนาน
14. บรรยายการทำงานของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่ายในวงจรจากข้อมูลที่รวบรวมได้
15. เขียนแผนภาพและต่อชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่ายในวงจรไฟฟ้า
16. อธิบายและคำนวณพลังงานไฟฟ้าโดยใช้สมการ $W = Pt$ รวมทั้งคำนวณค่าไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน
17. ตระหนักในคุณค่าของการเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าโดยนำเสนอวิธีการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย
18. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดคลื่นและบรรยายส่วนประกอบของคลื่น
19. อธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากข้อมูลที่รวบรวมได้
20. ตระหนักถึงประโยชน์และอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยนำเสนอการใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ และอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน
21. ออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายกฎการสะท้อนของแสง
22. เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง แสดงการเกิดภาพจากกระจกเงา
23. อธิบายการหักเหของแสงเมื่อผ่านตัวกลางโปร่งใสที่แตกต่างกัน และอธิบายการกระจายแสงของแสงขาวเมื่อผ่านปริซึมจากหลักฐานเชิงประจักษ์
24. เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสงแสดงการเกิดภาพจากเลนส์บาง
25. อธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง และการทำงานของทัศนอุปกรณ์จากข้อมูลที่รวบรวมได้
26. เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง แสดงการเกิดภาพของทัศนอุปกรณ์และเลนส์ตา
27. อธิบายผลของความสว่างที่มีต่อดวงตาจากข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น
28. วัดความสว่างของแสงโดยใช้อุปกรณ์วัดความสว่างของแสง
29. ตระหนักในคุณค่าของความรู้เรื่อง ความสว่างของแสงที่มีต่อดวงตา โดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและเสนอแนะการจัดความสว่างให้เหมาะสมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ

คำอธิบายรายวิชาพื้นฐาน

รายวิชาวิทยาศาสตร์ 6
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

รหัสวิชา 23102
เวลา 60 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์ การโคจรของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะรอบดวงอาทิตย์ ความสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์ เทคโนโลยีอวกาศและความก้าวหน้าของการสำรวจอวกาศ องค์ประกอบของระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิต สมดุลของระบบนิเวศ ลักษณะของโครโมโซม ความสำคัญของสารพันธุกรรม กระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โรคทางพันธุกรรม การใช้ประโยชน์จากความรู้ด้านพันธุศาสตร์ ความหลากหลายทางชีวภาพ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ปัญหาความต้องการของชุมชนหรือท้องถิ่น แนวทางการแก้ปัญหาและนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา

โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ การแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

หน่วยการเรียนรู้

1. ดาราศาสตร์และอวกาศ
2. ระบบนิเวศ
3. พันธุกรรม
4. ความหลากหลายทางชีวภาพ
5. เทคโนโลยี

ตัวชี้วัด

ว 1.1 ม.3/1 ม.3/2 ม.3/3 ม.3/4 ม.3/5 ม.3/6

ว 1.3 ม.3/1 ม.3/2 ม.3/3 ม.3/4 ม.3/5 ม.3/6 ม.3/7 ม.3/8 ม.3/9 ม.3/10 ม.3/11

ว 3.1 ม.3/1 ม.3/2 ม.3/3 ม.3/4

รวมทั้งหมด 21 ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด

1. อธิบายการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยแรงโน้มถ่วงจากสมการ $F = (Gm_1 m_2)/r^2$
2. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดฤดูและการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์
3. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดข้างขึ้นข้างแรม การเปลี่ยนแปลงเวลาการขึ้นและตกของดวงจันทร์และการเกิดน้ำขึ้นน้ำลง
4. อธิบายการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศและยกตัวอย่างความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ จากข้อมูลที่รวบรวมได้
5. อธิบายปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศที่ได้จากการสำรวจ
6. อธิบายรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตรูปแบบต่างๆในแหล่งที่อยู่เดียวกันที่ได้จากการสำรวจ
7. สร้างแบบจำลองในการอธิบายการถ่ายทอดพลังงานในสายใยอาหาร
8. อธิบายความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบนิเวศ
9. อธิบายการสะสมสารพิษในสิ่งมีชีวิตในโซ่อาหาร
10. ตระหนักถึงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศ โดยไม่ทำลายสมดุลของระบบนิเวศ
11. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม โดยใช้แบบจำลอง
12. อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากการผสมโดยพิจารณาลักษณะเดียวที่แอลลีลเด่นข่มแอลลีลด้อยอย่างสมบูรณ์
13. อธิบายการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของลูกและคำนวณอัตราส่วนการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูก
14. อธิบายความแตกต่างของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส
15. บอกได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซมอาจทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรม พร้อมทั้งยกตัวอย่างโรคทางพันธุกรรม
16. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้เรื่องโรคทางพันธุกรรมโดยรู้มาก่อนแต่งงานควรปรึกษาแพทย์เพื่อตรวจและวินิจฉัยภาวะเสี่ยงของลูกที่อาจเกิดโรคทางพันธุกรรม
17. อธิบายการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม และผลกระทบที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้
18. ตระหนักถึงประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมโดยการเผยแพร่ความรู้ที่ได้จากการได้เฝ้าทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีข้อมูลสนับสนุน
19. เปรียบเทียบความหลากหลายทางชีวภาพในระดับชนิดสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศต่าง ๆ
20. อธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อการรักษาสมดุลของระบบนิเวศและต่อมนุษย์
21. แสดงความตระหนักในคุณค่าและความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ โดยมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ

รายวิชาเพิ่มเติม มัธยมศึกษาตอนต้น

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ รหัสวิชา ว20211 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 40 ชั่วโมง จำนวน 1.0 หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์ ออกแบบ สร้างของเล่นอย่างง่ายตามแบบที่กำหนดให้ ดัดแปลงหรือ ประดิษฐ์ของเล่นที่ใช้เครื่องกลอย่างง่ายหรือหลักการทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่าย และอธิบายการทำงานของของเล่นด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ สามารถใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหา สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ สามารถตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. ตั้งคำถามเกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่สังเกตได้จากการเล่นของเล่น
2. สังเกตและอธิบายหลักการการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย วงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่ายที่ประกอบขึ้นในของเล่น
3. ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องกลอย่างง่าย วงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่ายที่ประกอบขึ้นในของเล่นที่กำหนด
4. ออกแบบและประดิษฐ์ของเล่นโดยใช้เครื่องกลอย่างง่าย และไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่าย มีเจตคติที่ดีต่อหลักการทางวิทยาศาสตร์ในของเล่น

คำอธิบายรายวิชา

ทักษะการใช้และดูแลอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ รหัสวิชา ว21202 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ภาคเรียนที่ 2

เวลา 40 ชั่วโมง

จำนวน 1.0 หน่วยกิต

ศึกษา ทดลอง สืบค้น อภิปราย ตีความหมายข้อมูล ลงข้อสรุปและมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับ หลักการทำงานและการดูแลรักษาอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานทางฟิสิกส์ เคมี ชีวะ และวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ฝึกการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์อย่างถูกวิธี โดยทำงานเป็นกลุ่มย่อย มีทักษะในการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ทาง วิทยาศาสตร์ และสารเคมี เกิดทักษะการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นจากองค์ความรู้ของนักเรียน และมีความรู้ในเรื่องรักษาความปลอดภัยและการบำรุงรักษาเครื่องมือ การใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 กระบวน จากการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการ ความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ดูแลรักษาสิ่งมีชีวิตอื่น เฝ้าระวังและพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. ศึกษาทดลอง อภิปรายและสืบค้น เกี่ยวกับหลักการทำงานและการดูแลรักษาอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน ฟิสิกส์ เคมี ชีวะ และวิทยาศาสตร์พื้นฐาน
2. ฝึกการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์อย่างถูกวิธีโดยทำงานเป็นกลุ่มย่อย
3. มีทักษะในการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์และสารเคมี
4. นักเรียนเกิดทักษะการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นจากองค์ความรู้ของนักเรียน
5. มีความรู้ ความเข้าใจ หลักการรักษาความปลอดภัยและการบำรุงรักษาเครื่องมือ
6. นักเรียนมีทักษะกระบวนการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปจากการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์
7. นักเรียนมีทักษะกระบวนการทดลอง

คำอธิบายรายวิชา

วิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหา	รหัสวิชา ว22203	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	ภาคเรียนที่ 1	เวลา 20 ชั่วโมง จำนวน 0.5 หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์ และทดลองเกี่ยวกับกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ของเล่นพื้นบ้านเชิงวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เริ่มต้นกับโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบค้นข้อมูล การอภิปราย กระบวนการสำรวจตรวจสอบและกระบวนการฝึกปฏิบัติ เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ ใช้กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้มุ่งมั่นในการทำงาน มีความสามารถในการตัดสินใจ การใช้เทคโนโลยี เป็นผู้ใฝ่รู้ใฝ่เรียน มีจิตวิทยาศาสตร์ มีจริยธรรมคุณธรรมที่พึงประสงค์

ผลการเรียนรู้

1. ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้
2. ตั้งสมมติฐานจากปัญหาหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
3. ออกแบบและวางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน โดยมีการกำหนดและควบคุมตัวแปรต่าง ๆ และกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการได้อย่างเหมาะสม
4. เลือกเทคนิควิธีการสำรวจทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัยโดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม
5. บันทึกข้อมูลที่สามารถอ่านเข้าใจง่ายและสรุปผลของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบได้
6. วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุป ทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐานและความผิดปกติของข้อมูล

คำอธิบายรายวิชา

พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ รหัสวิชา ว22204 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 20 ชั่วโมง จำนวน 0.5 หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์ ทดลอง ตรวจสอบ เกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวล และพลังงานนิวเคลียร์ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์ของพลังงานดังกล่าว และการนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทน และตระหนักในบทบาทและผลกระทบของพลังงานเหล่านั้นที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายความสำคัญของพลังงานทดแทน

2. อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ ในการนำพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวลและพลังงานนิวเคลียร์ ไปใช้ประโยชน์
3. อธิบายการใช้ประโยชน์ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวลและพลังงานนิวเคลียร์ ในประเทศไทย
4. อธิบายข้อดีและข้อจำกัดเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์และแนวทางการพัฒนา ของพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวลและพลังงานนิวเคลียร์

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาฟิสิกส์ทั่วไป
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

รหัสวิชา ว23205
ภาคเรียนที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
เวลา 20 ชั่วโมง จำนวน 0.5 หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์ ทดลอง คำนวณ เกี่ยวกับ บทนำ การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ แรงเสียดทานโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ กระบวนการสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย กระบวนการสำรวจตรวจสอบ กระบวนการฝึกปฏิบัติ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน มีความสามารถในการตัดสินใจ การใช้เทคโนโลยี เป็นผู้ใฝ่รู้ใฝ่เรียน มีจิตวิทยาศาสตร์และมีจริยธรรมคุณธรรมที่พึงประสงค์

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายเกี่ยวกับเลขนัยสำคัญ หน่วยระดับชาติ
2. อธิบายและทดลองเกี่ยวกับปริมาณกายภาพเกี่ยวกับปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์ การหาผลรวม ปริมาณสเกลาร์ และการหาผลรวมปริมาณเวกเตอร์
3. อธิบายกฎการเคลื่อนที่และผลของแรงลัพธ์ที่ทำต่อวัตถุ
4. ทดลองและอธิบายความแตกต่างระหว่างแรงเสียดทานสถิตกับแรงเสียดทานจลน์ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาเคมีพื้นฐาน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

รหัสวิชา ว23206
ภาคเรียนที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เวลา 20 ชั่วโมง จำนวน 0.5 หน่วยกิต

ศึกษา สืบค้น วิเคราะห์ อธิบาย อภิปราย จำแนกสารออกเป็นกลุ่มตามเนื้อสารและขนาดของอนุภาค สัญลักษณ์และสมบัติของธาตุตามตารางธาตุ ทดลองและนำเสนอความรู้เกี่ยวกับสมบัติของสารประกอบกรด เบส เกลือ ปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับออกซิเจน โลหะกับน้ำ โลหะกับกรด กรดกับเบส กรดกับคาร์บอเนต ความเข้มข้นของสารเคมีในบ้าน ผลของสารเคมีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะในท้องถิ่น ตระหนักถึงการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย ป้องกันและแก้ไขอย่างถูกต้อง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย กระบวนการสำรวจตรวจสอบ กระบวนการฝึกปฏิบัติ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน มีความสามารถในการตัดสินใจ การใช้เทคโนโลยี เป็นผู้ใฝ่รู้ใฝ่เรียน มีจิตวิทยาศาสตร์และมีจริยธรรมคุณธรรมที่พึงประสงค์

ผลการเรียนรู้

1. ทดลอง อธิบาย และจำแนกสารออกเป็นกลุ่มตามเนื้อสารและขนาดของอนุภาค
2. สืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับสัญลักษณ์และสมบัติของธาตุตามตารางธาตุ
3. สำรวจตรวจสอบ ทดลองและนำเสนอความรู้เกี่ยวกับสมบัติสารประกอบกรด เบส เกลือ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
4. ใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ สืบค้นเกี่ยวกับปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับออกซิเจน โลหะกับน้ำ โลหะกับกรด กรดกับเบส กรดกับคาร์บอเนต และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
5. ใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารเคมีในบ้าน

ผลของสารเคมีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ตระหนักถึงการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย ป้องกันและ
แก้ไขอย่างถูกต้อง

รายวิชาพื้นฐาน มัธยมศึกษาตอนปลาย

รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (ฟิสิกส์)
ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
เวลา 60 ชั่วโมง

ศึกษาพลังงานนิวเคลียร์ฟิชชันและฟิวชัน และความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันและฟิวชัน การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานโดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย การสะท้อนการหักเห การเลี้ยวเบน การแทรกสอด ความถี่ธรรมชาติ การสั่นพ้อง และผลที่เกิดขึ้นจากการสั่นพ้อง การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน การแทรกสอด และการรวมคลื่นของคลื่นเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงกับระดับเสียงและผลของความถี่กับระดับเสียงที่มีต่อการได้ยินเสียง การเกิดเสียงสะท้อนกลับปิด ดอปปเลอร์ และการสั่นพ้องเสียง ยกตัวอย่างการนำความรู้เกี่ยวกับเสียงไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน การมองเห็นสีของวัตถุและความผิดปกติในการมองเห็นสี การทำงานของแผ่นกรองแสงสี การผสมแสงสี การผสมสารสีและการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ส่วนประกอบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และหลักการทำงานของอุปกรณ์บางชนิดที่อาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่านสารสนเทศและเปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณแอนะล็อกดิจิทัล

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การอธิบาย การอธิบายและการสรุปผล

เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความคิด และความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตตนเอง ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่ถูกต้อง

ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.5/1 ม.5/2 ม.5/3 ม.5/4 ม.5/5 ม.5/6 ม.5/7 ม.5/8 ม.5/9 ม.5/10 ม.5/11
ม. 5/12

รวมทั้งหมด 12 ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด

1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายพลังงานนิวเคลียร์ฟิชชันและฟิวชัน และความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันและฟิวชัน
2. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอธิบายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานโดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย

3. สังเกตและอธิบายการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน การแทรกสอด และการรวมคลื่น
4. สังเกตและอธิบายความถี่ธรรมชาติ การสั่นพ้อง และผลที่เกิดขึ้นจากการสั่นพ้อง
5. สังเกตและอธิบายการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน การแทรกสอด และการรวมคลื่นของคลื่นเสียง
6. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงกับระดับเสียงและผลของความถี่กับระดับเสียงที่มีต่อการได้ยินเสียง
7. สังเกตและอธิบายการเกิดเสียงสะท้อนกลับ บีต ดอปเพลอร์ และการสั่นพ้องเสียง
8. สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการนำความรู้เกี่ยวกับเสียงไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
9. สังเกตและอธิบายการมองเห็นสีของวัตถุและความผิดปกติในการมองเห็นสี
10. สังเกตและอธิบายการทำงานของแผ่นกรองแสงสี การผสมแสงสี การผสมสารสี และการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
11. สืบค้นข้อมูลและอธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ส่วนประกอบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และหลักการทำงานของอุปกรณ์บางชนิดที่อาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
12. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการสื่อสาร โดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่านสารสนเทศและเปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณแอนะล็อกดิจิทัล

คำอธิบายรายวิชา

ฟิสิกส์พื้นฐาน (แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์)

รายวิชาเพิ่มเติม ว30101

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 60 ชั่วโมง

ศึกษาความรู้ทางฟิสิกส์ ประวัติความเป็นมา พัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์ การวัดปริมาณทางฟิสิกส์ ความคลาดเคลื่อนในการวัด การแสดงผลการทดลองในรูปของกราฟ ความหมายจากกราฟ เส้นตรง ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่งคงตัวจากกราฟและสมการ ค่าความเร่งโน้มถ่วงของโลก แรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล การใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวัน

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การอธิบาย การอธิบายและการสรุปผล

เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความคิด และความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตตนเอง ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่ถูกต้อง

ตัวชี้วัด

ว 2.2 ม.4/1 ม.4/2 ม.4/3 ม.4/4 ม.4/5 ม.4/6 ม.4/7

รวมทั้งหมด 7 ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด

1. สืบค้นและอธิบายการค้นหาคำรู้ทางฟิสิกส์ ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์ที่มีผลต่อการแสวงหาความรู้ใหม่และการพัฒนาเทคโนโลยี
2. วัดและรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเหมาะสม โดยนำความคลาดเคลื่อนในการวัดมาพิจารณาในการนำเสนอผล รวมทั้งแสดงผลการทดลองในรูปของกราฟ วิเคราะห์และแปลความหมายจากกราฟเส้นตรงได้
3. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่งคงตัวจากกราฟและสมการ รวมทั้งทดลองหาค่าความเร่งโน้มถ่วงของโลก และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้
4. ทดลองและอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกันได้
5. เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระ ทดลองและอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้
6. อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

7. วิเคราะห์ อธิบาย และคำนวณแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้งทดลองหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔

ภาคเรียนที่ ๑

รหัสวิชา ว ๓๐๑๐๒

เวลา ๓ ชั่วโมง/สัปดาห์

เวลา ๖๐ ชั่วโมง/ภาคเรียน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

จำนวน ๑.๕

หน่วยกิต

สืบค้นข้อมูล สำนักรวบรวมสาร ศึกษา วิเคราะห์ อภิปราย อธิบายและระบุว่าเป็นธาตุหรือสารประกอบ และอยู่ในรูปอะตอม โมเลกุล หรือไอออนจากสูตรเคมี แบบจำลองอะตอมของโบร์กับแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก จำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอม และไอออนที่เกิดจากอะตอมเดียว สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ ไอโซโทป หมู่และคาบของธาตุ ธาตุโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ กลุ่มธาตุเรฟรีเซนเททีฟ หรือกลุ่มธาตุแทรนซิชัน จากตารางธาตุ สมบัติการนำไฟฟ้า การให้และรับอิเล็กตรอนระหว่างธาตุในกลุ่มโลหะกับอโลหะ ประโยชน์และอันตรายที่เกิดจากธาตุเรฟรีเซนเททีฟและธาตุแทรนซิชัน พันธะโคเวเลนต์ พันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม จำนวนคู่อิเล็กตรอนระหว่างอะตอมคู่ร่วมพันธะจากสูตรโครงสร้างสภาพขั้วของสารที่โมเลกุลประกอบด้วย ๒ อะตอม สารที่เกิดพันธะไฮโดรเจนได้จากสูตรโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของสารโคเวเลนต์กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตามสภาพขั้วหรือการเกิดพันธะไฮโดรเจน สูตรเคมีของไอออนและสารประกอบไอออนิก สารเกิดการละลายแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัว สารละลายอิเล็กโทรไลต์หรือนอนอิเล็กโทรไลต์ สารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอน สมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์ สมบัติความเป็นกรด-เบสของสารประกอบอินทรีย์ สมบัติการละลายในตัวทำละลายชนิดต่างๆ ของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติเทอร์มอพลาสติกและเทอร์

มอเซตของพอลิเมอร์ และการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์ ผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พร้อมแนวทางป้องกันหรือแก้ไข สูตรเคมีของสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ และแปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี ผลของความเข้มข้นพื้นที่ผิว อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันหรือในอุตสาหกรรม ปฏิกิริยารีดอกซ์ สมบัติของสารกัมมันตรังสี และคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี ประโยชน์ของสารกัมมันตรังสีและการป้องกันอันตรายที่เกิดจากกัมมันตภาพรังสี

เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ในท้องถิ่น และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ มี คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ อยู่อย่างพอเพียง ซื่อสัตย์ มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน รักความเป็นไทย และมีจิตสาธารณะ

ตัวชี้วัด

ว 2.1 ม.5/1 ม.5/2 ม.5/3 ม.5/4 ม.5/5 ม.5/6 ม.5/7 ม.5/8 ม.5/9 ม.5/10 ม.5/11
ม.5/12 ม.5/13 ม.5/14 ม.5/15 ม.5/16 ม.5/17 ม.5/18 ม.5/19 ม.5/20 ม.5/21 ม.5/22
ม.5/23 ม.5/24 ม.5/25

รวมทั้งหมด 25 ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด

๑. ระบุว่าสารเป็นธาตุหรือสารประกอบ และอยู่ในรูปอะตอม โมเลกุล หรือไอออนจากสูตรเคมี (ว ๒.๑,ม.๕/๑)
๒. เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของโบร์กับแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก(ว ๒.๑,ม.๕/๒)
๓. ระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอมและไอออนที่เกิดจากอะตอมเดียว(ว ๒.๑,ม.๕/๓)
๔. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุและระบุการเป็นไอโซโทป(ว ๒.๑,ม.๕/๔)
๕. ระบุหมู่และคาบของธาตุ และระบุว่าธาตุเป็นโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ กลุ่มธาตุแอฟริกันหรือกลุ่มธาตุแทรนซิชัน จากตารางธาตุ(ว ๒.๑,ม.๕/๕)
๖. เปรียบเทียบสมบัติการนำไฟฟ้า การให้และรับอิเล็กตรอนระหว่างธาตุในกลุ่มโลหะกับอโลหะ(ว ๒.๑,ม.๕/๖)
๗. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์และอันตรายที่เกิดจากธาตุแอฟริกันหรือธาตุแทรนซิชัน (ว ๒.๑,ม.๕/๗)
๘. ระบุว่าพันธะโคเวเลนต์เป็นพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม และระบุจำนวนคู่อิเล็กตรอนระหว่างอะตอมคู่ร่วมพันธะ จากสูตรโครงสร้าง(ว ๒.๑,ม.๕/๘)
๙. ระบุสภาพขั้วของสารที่โมเลกุลประกอบด้วย ๒ อะตอม(ว ๒.๑,ม.๕/๙)
๑๐. ระบุสารที่เกิดพันธะไฮโดรเจนได้จากสูตรโครงสร้าง(ว ๒.๑,ม.๕/๑๐)
๑๑. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของสารโคเวเลนต์กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตามสภาพขั้วหรือการเกิด พันธะไฮโดรเจน(ว ๒.๑,ม.๕/๑๑)
๑๒. เขียนสูตรเคมีของไอออนและสารประกอบไอออนิก(ว ๒.๑,ม.๕/๑๒)
๑๓. ระบุว่าสารเกิดการละลายแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัว พร้อมให้เหตุผลและระบุว่าสารละลายที่ได้เป็นสารละลาย อีเล็กโทรไลต์หรือนอนอีเล็กโทรไลต์(ว ๒.๑,ม.๕/๑๓)
๑๔. ระบุสารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอนว่าอิ่มตัวหรือไม่อิ่มตัวจากสูตรโครงสร้าง(ว ๒.๑,ม.๕/๑๔)
๑๕. สืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์ชนิดนั้น (ว ๒.๑,ม.๕/๑๕)

๑๖. ระบุสมบัติความเป็นกรด-เบสจากโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์(ว ๒.๑,ม.๕/๑๖)
๑๗. อธิบายสมบัติการละลายในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ของสาร(ว ๒.๑,ม.๕/๑๗)
๑๘. วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติเทอร์มอพลาสติกและเทอร์โมเซตของพอลิเมอร์ และการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์(ว ๒.๑,ม.๕/๑๘)
๑๙. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พร้อมแนวทางป้องกันหรือแก้ไข(ว ๒.๑,ม.๕/๑๙)
๒๐. ระบุสูตรเคมีของสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ และแปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี (ว ๒.๑,ม.๕/๒๐)
๒๑. ทดลองและอธิบายผลของความเข้มข้นพื้นที่ผิว อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ว ๒.๑,ม.๕/๒๑)
๒๒. สืบค้นข้อมูลและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันหรือในอุตสาหกรรม
๒๓. อธิบายความหมายของปฏิกิริยารีดอกซ์
๒๔. อธิบายสมบัติของสารกัมมันตรังสีและคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี
๒๕. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์ของสารกัมมันตรังสีและการป้องกันอันตรายที่เกิดจากกัมมันตภาพรังสี

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาเคมีพื้นฐาน
รหัสวิชา ว ๓๐๑๐๒

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ภาคเรียนที่ ๑
เวลา ๓ ชั่วโมง/สัปดาห์ เวลา ๖๐ ชั่วโมง/ภาคเรียน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

สืบค้นข้อมูล สำนวตรตรวจสอบ ศึกษา วิเคราะห์ อภิปราย และอธิบายข้อปฏิบัติเบื้องต้นการใช้อุปกรณ์เครื่องมือแสดงถึงการปฏิบัติการเคมีเพื่อให้มีความปลอดภัยทั้งต่อตนเอง ผู้อื่นและ สิ่งแวดล้อม และเสนอแนวทางแก้ไขเมื่อเกิด อุบัติเหตุ แบบจำลองอะตอมของดอลตัน ทอมสัน รัทเทอร์ฟอร์ดแบบจำลองอะตอมของโบร์ คลื่นและสมบัติของคลื่นแสงสเปกตรัมของธาตุและการแปลความหมายแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก วิวัฒนาการของการสร้างตารางธาตุสมบัติของธาตุตามหมู่และตามคาบพันธะไอออนิก การเกิดพันธะ ไอออนิก โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบไอออนิกพลังงานกับการเกิด สารประกอบไอออนิก สมบัติสารประกอบไอออนิก ปฏิริยาของสารประกอบไอออนิก การเกิดพันธะโคเวเลนต์ชนิดของพันธะโคเวเลนต์ แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ สารโคผลึกร่างตาข่ายสมบัติของโลหะ พันธะโลหะความยาวพันธะและพลังงานพันธะสมบัติของสารประกอบของธาตุ ตามคาบปฏิริยาของธาตุและสารประกอบ ของธาตุ ตามหมู่สารประกอบของธาตุแทรนซิชันสมบัติของธาตุกัมมันตรังสีและการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี ความหมายของปฏิริยาฟิชชันปฏิริยาฟิวชันและปฏิริยาถูกใช้ประโยชน์และโทษของธาตุและสารประกอบในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์การสืบเสาะหาความรู้การสำรวจตรวจสอบการสืบค้นข้อมูลและการอภิปรายเพื่อให้เกิดความรู้ความคิดความเข้าใจสามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้มีความสามารถในการตัดสินใจรวมทั้งการบูรณาการ ความรู้ละทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์รักชาติศาสน์กษัตริย์อยู่อย่างพอเพียงซื่อสัตย์มีวินัยใฝ่เรียนรู้มุ่งมั่นในการทำงานรักความเป็นไทยและมีจิตสาธารณะ

ตัวชี้วัด

ว 2.1 ม.4/1 – ม.4/24

รวมทั้งหมด 24 ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด

๑. บอกและอธิบายข้อปฏิบัติเบื้องต้น และปฏิบัติตนแสดงถึงในการทำปฏิบัติการเคมีเพื่อให้มีความปลอดภัยทั้งต่อตนเอง ผู้อื่นและ สิ่งแวดล้อม และเสนอแนวทางแก้ไขเมื่อเกิด อุบัติเหตุ

๒. เลือกและใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ และวัดปริมาณต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

๓. นำเสนอแผนการทดลอง ทดลองและเขียน รายงานการทดลอง
๔. ระบุหน่วยวัดปริมาณต่าง ๆ ของสาร และ เปลี่ยนหน่วยวัดให้เป็นหน่วยในระบบเอสไอ ด้วยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย
๕. สืบค้นข้อมูลสมมติฐาน การทดลอง หรือ ผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการเสนอ แบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ และอธิบายวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม
๖. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ และระบุ จำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของ อะตอมจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ รวมทั้งบอก ความหมายของไอโซโทป
๗. อธิบาย และเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอน ในระดับพลังงานหลักและระดับพลังงานย่อย เมื่อทราบเลขอะตอมของธาตุ
๘. ระบุหมู่ คาบ ความเป็นโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะของธาตุเรพรีเซนเททีฟและธาตุ แทรนซิชันในตารางธาตุ
๙. วิเคราะห์ และบอกแนวโน้มสมบัติของธาตุ เรพรีเซนเททีฟตามหมู่และตามคาบ
๑๐. บอกสมบัติของธาตุโลหะทรานซิชัน และ เปรียบเทียบสมบัติกับธาตุโลหะในกลุ่มธาตุ เรพรีเซนเททีฟ
๑๑. อธิบายสมบัติ และคำนวณครึ่งชีวิตของไอโซโทป กัมมันตรังสี
๑๒. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำธาตุ มาใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม
๑๓. อธิบายการเกิดไอออนและการเกิดพันธะ ไอออนิก โดยใช้แผนภาพหรือสัญลักษณ์ แบบจุดของลิวอิส
๑๔. เขียนสูตร และเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก
๑๕. คำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยา การเกิดสารประกอบไอออนิกจากวัฏจักร บอร์น-ฮาเบอร์
๑๖. อธิบายสมบัติของสารประกอบไอออนิก
๑๗. เขียนสมการไอออนิกและสมการไอออนิกสุทธิ ของปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก
๑๘. อธิบายการเกิดพันธะโคเวเลนต์แบบพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม ด้วยโครงสร้างลิวอิส
๑๙. เขียนสูตร และเรียกชื่อสารโคเวเลนต์
๒๐. วิเคราะห์ และเปรียบเทียบความยาวพันธะ และพลังงานพันธะในสารโคเวเลนต์ รวมทั้ง คำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของ สารโคเวเลนต์จากพลังงานพันธะ
๒๑. คาคะเนรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยใช้ ทฤษฎีการผลัก ระหว่างคู่อิเล็กตรอนตรอนในวงเวเลนซ์ และระบุสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์
๒๒. ระบุชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล โคเวเลนต์ และเปรียบเทียบจุดหลอมเหลว จุดเดือด และการละลายของสารโคเวเลนต์
๒๓. สืบค้นข้อมูล และอธิบายสมบัติของ สารโคเวเลนต์โครงสร้างตาข่ายชนิดต่าง ๆ
๒๔. อธิบายการเกิดพันธะโลหะและสมบัติของโลหะ
๒๕. เปรียบเทียบสมบัติบางประการของสารประกอบ ไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะ สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของ สารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะ ได้อย่างเหมาะสม

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รหัสวิชา ว30103
เวลา 60 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษา อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมพันธ์กับการลำเลียงสาร และเปรียบเทียบการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบต่างๆ การรักษาคุณภาพของน้ำ สารในเลือด กรด-เบส อุณหภูมิในร่างกายมนุษย์ โดยการทำงานของไต ปอด ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบโครงร่างและผิวหนัง ระบบภูมิคุ้มกัน ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน การสร้างอาหารของพืช สารสังเคราะห์จากพืช ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช การตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้า ความสัมพันธ์ระหว่างยีน การสังเคราะห์โปรตีน และลักษณะทางพันธุกรรม หลักการถ่ายทอดลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศและมัลติเปิลแอลลีล การเปลี่ยนแปลงลำดับนิวคลีโอไทด์ มิวเทชัน ผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางกายภาพและชีวภาพที่มีผลต่อขนาดของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์กระบวนการสืบเสาะ หาความรู้การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การอธิบาย การอภิปรายและสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเองและดูแลรักษาสีงมีชีวิตอื่นๆ เฝ้าระวังและพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ตัวชี้วัด

ว 1.1 ม.4/1 ม.4/2 ม.4/3 ม.4/4

ว 1.2 ม.4/1 ม.4/2 ม.4/3 ม.4/4 ม.4/5 ม.4/6 ม.4/7 ม.4/8 ม.4/9 ม.4/10 ม.4/11
ม.4/12

ว 1.3 ม.4/1 ม.4/2 ม.4/3 ม.4/4 ม.4/5 ม.4/6

รวมทั้งหมด 22 ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด

1. อธิบายโครงสร้างและสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมพันธ์กับการลำเลียงสาร และเปรียบเทียบการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบต่างๆ
2. อธิบายการควบคุมคุณภาพของน้ำและสารในเลือดโดยการทำงานของไต
3. อธิบายการควบคุมคุณภาพของกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของไตและปอด
4. อธิบายการควบคุมคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกายโดยระบบหมุนเวียนเลือด ผิวหนัง และกล้ามเนื้อโครงร่าง
5. อธิบาย และเขียนแผนผังเกี่ยวกับการตอบสนองของร่างกายแบบไม่จำเพาะ และแบบจำเพาะต่อสิ่งแปลกปลอมของร่างกาย
6. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างโรคหรืออาการที่เกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน
7. อธิบายภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องที่มีสาเหตุมาจากการติดเชื้อ HIV
8. ทดสอบ และบอกชนิดของสารอาหารที่พืชสังเคราะห์ได้
9. สืบค้นหาข้อมูล อภิปราย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากสารต่างๆ ที่พืชบางชนิดสร้างขึ้น
10. ออกแบบการทดลอง ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
11. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นและยกตัวอย่างการนำมาประยุกต์ใช้ทางด้านการเกษตรของพืช
12. สังเกต และอธิบายการตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าในรูปแบบต่างๆ ที่มีผลต่อการดำรงชีวิต
13. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน การสังเคราะห์โปรตีน และลักษณะทางพันธุกรรม
14. อธิบายหลักการถ่ายถอดลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศและมัลติเปิลแอลลีล
15. อธิบายผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงลำดับนิวคลีโอไทด์ในดีเอ็นเอต่อการแสดงลักษณะของสิ่งมีชีวิต
16. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำมิวแทนไปใช้ประโยชน์
17. สืบค้นข้อมูล และอภิปรายผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
18. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นผลมาจากวิวัฒนาการ

19. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความหลากหลายของไบโอม และยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่างๆ
20. สืบค้นข้อมูล อภิปรายสาเหตุ และยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ
21. สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางกายภาพและชีวภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
22. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ(แผนวิทย์-คณิต) รหัสวิชา ว30103 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาและอธิบายสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐานและวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน การออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน อธิบายและบอกสมบัติสมบัติของน้ำ แร่ธาตุ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิด กรดนิวคลีอิก ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต การทำงานของเอนไซม์ วิธีการและเตรียมตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างของเซลล์ หน้าที่ส่วนประกอบเซลล์ ชนิดและหน้าที่ของออร์แกเนลล์ เปรียบเทียบการแพร่ ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต และแอกทีฟทรานสปอร์ต การลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่เข้าและออกจากเซลล์ด้วยการเอกโซไซโทซิสและเอนโดไซโทซิส การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและแบบไมโอซิส เปรียบเทียบและสรุปขั้นตอนการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอและภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสังเกต การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย สรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง ดูแลรักษาสิ่งมีชีวิตอื่น เฝ้าระวังและพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ตัวชี้วัด

ว 1.2 ม.4/1 – ม.4/17

รวมทั้งหมด 17 ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด

1. อธิบาย และสรุปสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ของการจัดระบบในสิ่งมีชีวิตที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้
2. อภิปราย และบอกความสำคัญของการระบุปัญหา ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา สมมติฐานและวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน รวมทั้งออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
3. สืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของน้ำและบอกความสำคัญของน้ำที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและยกตัวอย่างธาตุชนิดต่างๆ ที่มีความสำคัญต่อร่างกายสิ่งมีชีวิต
4. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรตระดับกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต รวมทั้งความสำคัญของคาร์โบไฮเดรต
5. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของโปรตีนและความสำคัญของโปรตีนที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
6. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของลิพิดและความสำคัญของลิพิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
7. อธิบายโครงสร้างของกรดนิวคลีอิก และระบุชนิดของกรดนิวคลีอิก และความสำคัญของกรดนิวคลีอิกที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
8. สืบค้นข้อมูล และอธิบายปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต
9. อธิบายการทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิต และระบุปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์
10. บอกวิธีการ และเตรียมตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงวัดขนาดโดยประมาณ และวาดภาพที่ปรากฏภายใต้กล้อง บอกวิธีการใช้ และการดูแลรักษากล้องจุลทรรศน์ใช้แสงที่ถูกต้อง
11. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์
12. สืบค้นข้อมูล อธิบายและระบุชนิดและหน้าที่ของออร์แกเนลล์
13. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของนิวเคลียส
14. อธิบาย และเปรียบเทียบการแพร่ ออสโมซิสการแพร่แบบฟาซิลิเทต และแอกทีฟทรานสปอร์ต
15. สืบค้นข้อมูลอธิบาย และเขียนแผนภาพการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่ออกจากเซลล์ด้วยกระบวนการเอกโซไซโทซิสและการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่เข้าสู่เซลล์ด้วยกระบวนการเอนโดไซโทซิส
16. สังเกตการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและแบบไมโอซิสจากตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์พร้อมทั้งอธิบายและเปรียบเทียบการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส และแบบไมโอซิส
17. อธิบายเปรียบเทียบและสรุปขั้นตอนการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอและภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6

รหัสวิชา 30104
เวลา 60 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับหลักการในการแบ่งโครงสร้างโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีภาคของโลก กระบวนการเกิดภูเขา รอยเลื่อน รอยคดโค้ง แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด ความสำคัญของปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยา แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิดที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม การลำดับชั้นหินจากการวางตัวของชั้นหิน ซากดึกดำบรรพ์ และโครงสร้างทางธรณีวิทยา เพื่ออธิบายประวัติความเป็นมาของพื้นที่ ประโยชน์ของข้อมูลทางธรณีวิทยา

ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ ธรรมชาติและวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ การส่งและคำนวณความเร็วในการโคจรรอบโลก ประโยชน์ของดาวเทียมในด้านต่าง ๆ การส่งและสำรวจอวกาศโดยใช้ยานอวกาศและสถานีอวกาศ

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การทดลอง การอภิปราย การสร้างความคิดรวบยอด การฝึกปฏิบัติ การจัดการ การทำงาน กลุ่ม การเสริมสร้างค่านิยม การสื่อความ และการตั้งคำถามเพื่อให้รักการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีจิตวิทยาศาสตร์ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ สามารถในการตัดสินใจ มีทักษะในการดำรงชีวิต และนำความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้วิชาอื่น และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

ตัวชี้วัด

ว 3.1	ม.6/1	ม.6/2	ม.6/3	ม.6/4	ม.6/5	ม.6/6	ม.6/7	ม.6/8	ม.6/9	ม.6/10
ว 3.2	ม.6/1	ม.6/2	ม.6/3	ม.6/4	ม.6/5	ม.6/6	ม.6/7	ม.6/8	ม.6/9	ม.6/10
	ม.6/11	ม.6/12	ม.6/13	ม.6/14						

รวมทั้งหมด 24 ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด

1. อธิบายการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงานสสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพหลังเกิดบิกแบงในช่วงเวลาต่าง ๆ ตามวิวัฒนาการของเอกภพ
2. อธิบายหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบงจากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับระยะทางของกาแล็กซี รวมทั้งข้อมูลการค้นพบไมโครเวฟพื้นหลังจากอวกาศ
3. อธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก และระบุตำแหน่งของระบบสุริยะพร้อมอธิบายเชื่อมโยงกับการสังเกตเห็นทางช้างเผือกของคนบนโลก

4. อธิบายกระบวนการเกิดดาวฤกษ์โดยแสดงการเปลี่ยนแปลงความดัน อุณหภูมิขนาดจากดาวฤกษ์ก่อนเกิดจนเป็นดาวฤกษ์
5. ระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์
6. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสีอุณหภูมิผิวและสเปกตรัมของดาวฤกษ์
7. อธิบายลำดับวิวัฒนาการที่สัมพันธ์กับมวลตั้งต้นและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์
8. อธิบายกระบวนการเกิดระบบสุริยะ และการแบ่งเขตบิรวารของดวงอาทิตย์และลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต
9. อธิบายโครงสร้างของดวงอาทิตย์การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะ และสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์นำเสนอปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับผลของลมสุริยะ และพายุสุริยะที่มีต่อโลกรวมทั้งประเทศไทย
10. สืบค้นข้อมูล อธิบายการสำรวจอวกาศ โดยใช้กล้องโทรทรรศน์ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ดาวเทียมยานอวกาศสถานีอวกาศและนำเสนอแนวคิดการนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอวกาศมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันหรือในอนาคต
11. อธิบายการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก พร้อมยกตัวอย่างข้อมูลที่สนับสนุน
12. อธิบายหลักฐานทางธรณีวิทยาที่สนับสนุนการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี
13. ระบุสาเหตุและอธิบายรูปแบบแนวรอยต่อของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีพร้อมยกตัวอย่างหลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบ
14. อธิบายสาเหตุกระบวนการเกิดภูเขาไฟระเบิดรวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
15. อธิบายสาเหตุกระบวนการเกิด ขนาดและความรุนแรง และผลจากแผ่นดินไหว รวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
16. อธิบายสาเหตุกระบวนการเกิดและผลจากสึนามิรวมทั้งสืบค้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ออกแบบและนำเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย
17. อธิบายปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันในแต่ละบริเวณของโลก
18. อธิบายการหมุนเวียนของอากาศ ที่เป็นผลมาจากความแตกต่างของความกดอากาศ
19. อธิบายทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศ ที่เป็นผลมาจากการหมุนรอบตัวเองของโลก
20. อธิบายการหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ
21. อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำผิวหน้าในมหาสมุทรและรูปแบบการหมุนเวียนของน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร

22. อธิบายผลของการหมุนเวียนของอากาศและน้ำผิวน้ำในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะภูมิอากาศ ลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม
23. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก พร้อมทั้งนำเสนอแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก
24. แปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศ และนำข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ มาวางแผนการดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับสภาพลมฟ้าอากาศ

รายวิชาเพิ่มเติม

มัธยมศึกษาตอนปลาย

คำอธิบายรายวิชา

ฟิสิกส์ เล่ม 1

รายวิชาเพิ่มเติม (ว30201)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ

เวลา 80 ชั่วโมง

ศึกษางานของแรงคงตัวจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง กำลังเฉลี่ย พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออก ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น ความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ งานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์ กฎการอนุรักษ์พลังงานกล ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล การทำงาน ประสิทธิภาพ การได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุลกลในการพิจารณา โมเมนตัมของวัตถุ การดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัม ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น การติดตัวแยกจากกันในหนึ่งมิติที่เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม สมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบ ผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ แผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุล สมดุลของแรงสามแรง สภาพการ

เคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ และผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม มวลของวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลม ในระนาบระดับ การประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลมในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การอภิปราย การอธิบายและการสรุปผล

เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความคิด และความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่ถูกต้อง

ผลการเรียนรู้

1. วิเคราะห์ และคำนวณงานของแรงคงตัวจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบายและคำนวณกำลังเฉลี่ยได้
2. อธิบายและคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง งาน และแรงลัพธ์และพลังงาน และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์ได้
3. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้งวิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง กับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกลได้
4. อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุลกล รวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลได้
5. อธิบายและคำนวณโมเมนต์ของวัตถุและการดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับเวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนต์ได้
6. ทดลอง อธิบาย และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น และการติดตัวแยกจากกันในหนึ่งมิติซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมได้
7. อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์ และผลรวม ของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุล และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทดลองและอธิบายสมดุลของแรงสามแรงได้
8. สังเกตและอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ และผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุได้
9. อธิบาย วิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ และทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ได้
10. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และมวลของวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลมในการอธิบายการโคจรของดาวเทียมได้

คำอธิบายรายวิชา ฟิสิกส์ เล่ม 2

รายวิชาเพิ่มเติม (ว30202)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
เวลา 80 ชั่วโมง

ศึกษาการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุติดปลายสปริงและลูกตุ้มอย่างง่าย การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล คลื่นผิวหน้า การซ้อนทับของคลื่นสมบัติของคลื่น ธรรมชาติของและสมบัติของเสียง อัตราเร็วเสียง การเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงผ่านตัวกลาง ความเข้มเสียงและการได้ยิน เสียงดนตรี บีตและคลื่นนิ่งของเสียง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์และคลื่นกระแทก การประยุกต์ความรู้เรื่องเสียง การเคลื่อนที่และอัตราเร็วแสง การสะท้อนและการหักเหของแสง เลนส์บาง ปรากฏการณ์เกี่ยวกับแสง ทัศนอุปกรณ์ ความสว่าง การถนอมสายตาและการเห็นสี การแทรกสอด การเลี้ยวเบน เกรตติง และการกระเจิงของแสง

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การอธิบาย การอธิบายและการสรุปผล ความถี่ธรรมชาติของวัตถุและการเกิดการสั่นพ้อง

เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความคิด และความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตตนเอง ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่ถูกต้อง

ผลการเรียนรู้

1. ทดลอง และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุติดปลายสปริงและลูกตุ้มอย่างง่าย รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
2. อธิบายความถี่ธรรมชาติของวัตถุและการเกิดการสั่นพ้อง
3. อธิบายปรากฏการณ์คลื่น ชนิดของคลื่นส่วนประกอบของคลื่น การแผ่ของหน้าคลื่นด้วยหลักการของฮอยเกนส์ และการรวมกันของคลื่นตามหลักการซ้อนทับ พร้อมทั้งคำนวณอัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่น
4. สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเหการแทรกสอด และการเลี้ยวเบนของคลื่นผิวน้ำรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

5. อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียงความสัมพันธ์ระหว่างคลื่น การกระจัดของอนุภาคกับคลื่นความดันความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นกับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส สมบัติของคลื่นเสียง ได้แก่การสะท้อน การหักเห การแทรกสอดการเลี้ยวเบน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
6. อธิบายความเข้มเสียง ระดับเสียง องค์ประกอบของการได้ยิน คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
7. ทดลอง และอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกตและอธิบายการเกิดบีต คลื่นนิ่ง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ในชีวิตประจำวัน
8. ทดลอง และอธิบายการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่และเกรตติง การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตเดี่ยวรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
9. ทดลอง และอธิบายการสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุตามกฎการสะท้อน เขียนรังสีของแสงและคำนวณตำแหน่งและขนาดภาพของวัตถุ เมื่อแสงตกกระทบบนกระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลมรวมทั้งอธิบายการนำความรู้เรื่องการสะท้อนของแสงจากกระจกเงาราบ และกระจกเงาทรงกลมไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
10. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดรรชนีหักเห มุมตกกระทบ และมุมหักเหรวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความลึกจริงและความลึกปรากฏ มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมดของแสง และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
11. ทดลอง และเขียนรังสีของแสงเพื่อแสดงภาพที่เกิดจากเลนส์บาง หาดำแหน่ง ขนาด ชนิดของภาพ และความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุระยะภาพและความยาวโฟกัส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และอธิบายการนำความรู้เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์บางไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
12. อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง การทรงกลด มิราจ และการเห็นท้องฟ้าเป็นสีต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่างกัน
13. สังเกต และอธิบายการมองเห็นแสงสี สีของวัตถุ การผสมสารสี และการผสมแสงสีรวมทั้งอธิบายสาเหตุของการบอดสี

คำอธิบายรายวิชา ฟิสิกส์ เล่ม 3

รายวิชาเพิ่มเติม (ว30203)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
เวลา 80 ชั่วโมง

ศึกษาการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกันและการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต แรงไฟฟ้าตามกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัทธิเนื่องจากระบบจุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์ พลังงานศักย์ไฟฟ้าศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใดๆ ตัวเก็บประจุความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ และความจุของตัวเก็บประจุและอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุและความจุสมมูล ไฟฟ้าสถิต หลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด เคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำและพื้นที่หน้าตัด ของลวดตัวนำ กฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาว พื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำโลหะที่อุณหภูมิคงตัว ความต้านทานสมมูล เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน อิเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า อิเอ็มเอฟสมมูลจากการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนาน วงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานไฟฟ้า โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การอธิบาย การอธิบายและการสรุปผล

เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความคิด และความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตตนเอง ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่ถูกต้อง

ผลการเรียนรู้

1. ทดลอง และอธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกันและการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต
2. อธิบาย และคำนวณแรงไฟฟ้าตามกฎของคูลอมบ์
3. อธิบาย และคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัทธิเนื่องจากระบบจุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์
4. อธิบายและคำนวณพลังงานศักย์ไฟฟ้าศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใดๆ
5. อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ และความจุของตัวเก็บประจุและอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุและความจุสมมูลรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

6. นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด และปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน
7. อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำและพื้นที่หน้าตัด ของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
8. ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาวพื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำโลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอธิบายและคำนวณความต้านทานสมมูล เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน
9. ทดลอง อธิบาย และคำนวณอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งอธิบายและคำนวณพลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า
10. ทดลอง และคำนวณอีเอ็มเอฟสมมูลจากการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนานรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน
11. การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานไฟฟ้า โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย

คำอธิบายรายวิชา

ฟิลิกส์ เล่ม 4

รายวิชาเพิ่มเติม (ว30204)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
เวลา 80 ชั่วโมง

ศึกษาเส้นสนามแม่เหล็ก ฟลักซ์แม่เหล็ก สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำเส้นตรง และโซเลนอยด์ แรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้า ผ่านและวางในสนามแม่เหล็ก รัศมีความโค้งของการเคลื่อนที่เมื่อประจุเคลื่อนที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก แรงระหว่างเส้นลวดตัวนำคู่ขนานที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน หลักการทำงานของแกลแวนอมิเตอร์และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง การเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำจากการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ ความต่างศักย์ อาร์เอ็มเอส และกระแสไฟฟ้าอาร์เอ็มเอส ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส การแปลงอีเอ็มเอฟของหม้อแปลง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แสงไมโครเวฟ แสงโพลาไรส์เชิงเส้น และแผ่นโพลาไรซ์รวมทั้งอธิบายการนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้และหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง การสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่านสารสนเทศและเปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณแอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การอธิบาย การอธิบายและการสรุปผล

เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความคิด และความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตตนเอง ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่ถูกต้อง

ผลการเรียนรู้

1. สังเกต และอธิบายเส้นสนามแม่เหล็ก อธิบายและคำนวณฟลักซ์แม่เหล็กในบริเวณที่กำหนดรวมทั้งสังเกตและอธิบายสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำเส้นตรงและโซเลนอยด์
2. อธิบาย และคำนวณแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้า ผ่านและวางในสนามแม่เหล็ก รัศมีความโค้งของการเคลื่อนที่เมื่อประจุเคลื่อนที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายแรงระหว่างเส้นลวดตัวนำคู่ขนานที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน
3. อธิบายหลักการทำงานของแกลแวนอมิเตอร์และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

4. สังเกต และอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำจากการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งนำความรู้เรื่องอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า
5. อธิบาย และคำนวณความต่างศักย์อาร์เอ็มเอสและกระแสไฟฟ้าอาร์เอ็มเอส
6. อธิบายหลักการทำงานและประโยชน์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสการแปลงอีเอ็มเอฟของหม้อแปลง และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
7. อธิบายการเกิดและลักษณะเฉพาะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แสงไมโครเวฟ ไรส์ แสงโพลาไรส์เชิงเส้น และแผ่นโพลาไรซ์รวมทั้งอธิบายการนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้และหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
8. สืบค้น และอธิบายการสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่านสารสนเทศและเปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณแอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล

คำอธิบายรายวิชา

ฟิสิกส์ เล่ม 5

รายวิชาเพิ่มเติม (ว30205)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ

เวลา 80 ชั่วโมง

ศึกษาความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนอุณหภูมิ ความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนสถานะและความร้อนที่เกิดจากการถ่ายโอนตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน สภาพยืดหยุ่นและลักษณะการยืดและหดตัวของวัสดุที่เป็นแท่ง เมื่อถูกกระทำด้วยแรงค่าต่าง ๆ ความเค้นตามยาว ความเครียดตามยาวและมอดูลัสของยัง สภาพยืดหยุ่น ความดันแก๊ส ความดันสมบูรณ และความดันบรรยากาศ หลักการทำงานของแมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ และเครื่องอัดไฮโดรลิก แรงพุงจากของไหล ความตึงผิวของของเหลว แรงหนืดของของเหลว สมบัติของของไหลอุดมคติ สมการความต่อเนื่อง สมการแบร์นูลลี สมการความต่อเนื่องและสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊สอุดมคติ แบบจำลองของแก๊สอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส อัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊ส งานที่ทำโดยแก๊สในภาชนะปิดโดยความดันคงตัว ความสัมพันธ์ระหว่างความร้อน พลังงานภายในระบบ และงาน

สมมติฐานของพลังค์ ทฤษฎีอะตอมของโบว์ การเกิดสเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจน ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก พลังงานโฟตอน พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะ
ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ กัมมันตภาพรังสีและความแตกต่างของรังสีแอลฟา บีตา และแกมมา กัมมันตภาพของนิวเคลียสกัมมันตรังสี ครึ่งชีวิต แรงแวนเดอวาลส์ เสถียรภาพของนิวเคลียส และพลังงานยึดเหนี่ยว ปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชันและฟิวชัน รวมทั้งคำนวณพลังงานนิวเคลียร์ ประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์และรังสี อันตรายและการป้องกันรังสีในด้านต่าง ๆ การค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค แบบจำลองมาตรฐานและการใช้ประโยชน์จากการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคด้านต่าง ๆ

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การอธิบาย การอภิปรายและการสรุปผล

เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความคิด และความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตตนเอง ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่ถูกต้อง

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายและคำนวณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ ความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะและความร้อนที่เกิดจากการถ่ายโอนตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน
2. อธิบายสภาพยืดหยุ่นและลักษณะการยืดและหดตัวของวัสดุที่เป็นแท่ง เมื่อถูกกระทำด้วยแรงค่าต่าง ๆ รวมทั้งทดลอง อธิบายและคำนวณความเค้นตามยาว ความเครียดตามยาวและมอดูลัสของยัง และนำความรู้เรื่องสภาพยืดหยุ่นไปใช้ในชีวิตประจำวัน
3. อธิบายและคำนวณความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศ รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของแมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ และเครื่องอัดไฮดรอลิก
4. ทดลอง อธิบาย และคำนวณขนาดของแรงพุงจากของไหล
5. ทดลอง อธิบาย และคำนวณความตึงผิวของของเหลว รวมทั้งสังเกตและอธิบายแรงหนืดของของเหลว
6. อธิบายสมบัติของของไหลอุดมคติ สมการความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลลี รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เกี่ยวกับสมการความต่อเนื่องและสมการแบร์นูลลีไปอธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ
7. อธิบายกฎของแก๊สอุดมคติและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
8. อธิบายแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊ส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

9. อธิบายและคำนวณงานที่ทำโดยแก๊สในภาชนะปิดโดยความดันคงตัวและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความร้อน พลังงานภายในระบบ และงานรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและนำความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน
10. อธิบายสมมติฐานของพลังค์ ทฤษฎีอะตอมของโบว์ และการเกิดสเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
11. อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกและคำนวณพลังงานโฟตอน พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะ
12. อธิบายทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค รวมทั้งอธิบายและคำนวณความยาวคลื่นเดอบรอยล์
13. อธิบายกัมมันตภาพรังสีและความแตกต่างของรังสีแอลฟา บีตา และแกมมา
14. อธิบายและคำนวณกัมมันตภาพของนิวเคลียสกัมมันตรังสี รวมทั้งทดลอง อธิบายและคำนวณจำนวนนิวเคลียสกัมมันตภาพรังสีที่เหลือจากการสลายและครึ่งชีวิต
15. อธิบายแรงนิวเคลียร์ เสถียรภาพของนิวเคลียสและพลังงานยึดเหนี่ยว รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
16. อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชันและฟิวชัน รวมทั้งคำนวณพลังงานนิวเคลียร์
17. อธิบายประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์และรังสี รวมทั้งอันตรายและการป้องกันรังสีในด้านต่าง ๆ
18. อธิบายการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคแบบจำลองมาตรฐานและการใช้ประโยชน์จากการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคด้านต่าง ๆ

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา เคมี ๑

รหัสวิชา ว ๓๐๒๒๑

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔

เวลา ๓ ชั่วโมง/สัปดาห์ เวลา ๖๐ ชั่วโมง/ภาคเรียน

ภาคเรียนที่ ๒

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตรอธิบาย และคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรสารละลายตามที่กำหนด เปรียบเทียบ จุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณ จุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี บางชนิด คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน ระบุสารกำหนดปริมาณ และคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจ ตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ เพื่อคุณค่าของการนำประโยชน์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ อยู่

อย่างพอเพียง ซื่อสัตย์ มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน รักความเป็นไทย และมีจิตสาธารณะ

ผลการเรียนรู้

๑. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตร
๒. อธิบาย และคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP
๓. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่
๔. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร
๕. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ
๖. อธิบายวิธีการ และเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรสารละลายตามที่กำหนด
๗. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณ จุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย
๘. แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี บางชนิด
๙. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร
 ๑๐. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย
 ๑๑. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส
 ๑๒. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน
 ๑๓. ระบุสารกำหนดปริมาณ และคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี
 ๑๔. คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา เคมี ๒

รหัสวิชา ว ๓๐๒๒๒

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕

เวลา ๓ ชั่วโมง/สัปดาห์ เวลา ๖๐ ชั่วโมง/ภาคเรียน

ภาคเรียนที่ ๑

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

การทดลอง และเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยา การคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนกราฟ การเขียนแผนภาพ และอธิบายทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตรา ผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม ความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และภาวะสมดุล การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ การคำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา การคำนวณความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุล การคำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบ สมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม สืบค้น ทดลอง วิเคราะห์ เกี่ยวกับสารละลายอิเล็กโทรไลต์ และนอนอิเล็กโทรไลต์ สารละลายกรดและสารละลายเบส ไอออนในสารละลายกรด ไอออนในสารละลายเบส ทฤษฎีกรด-เบส คู่กรด-เบส การแตกตัวของกรดเบสและน้ำ pH อินดิเคเตอร์ ปฏิกิริยาระหว่างกรดเบส ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส การไทเทรตกรด-เบส และสารละลายบัฟเฟอร์

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การอภิปรายการวิเคราะห์ สังเคราะห์ การเปรียบเทียบ การทดลอง การนำเสนอ การทำนาย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

๑. ทดลอง และเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยา
๒. คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนกราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา
๓. เขียนแผนภาพ และอธิบายทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
๔. ทดลอง และอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
๕. เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา
๖. ยกตัวอย่าง และอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม
๗. ทดสอบ และอธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และภาวะสมดุล
๘. อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในภาวะสมดุล
๙. คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา
๑๐. คำนวณความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุล
๑๑. คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน
๑๒. ระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบ รวมทั้งคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุลของระบบถูกรบกวน โดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอ
๑๓. ยกตัวอย่าง และอธิบายสมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม
๑๔. ระบุ และอธิบายว่าสารเป็นกรดหรือเบสโดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียสเบรินสเตด-ลาวรี และลิวอิส
๑๕. ระบุคู่กรด-เบสของสารตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี
๑๖. คำนวณ และเปรียบเทียบความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดและเบส
๑๗. คำนวณค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส
๑๘. เขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาสะเทิน และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายหลังการสะเทิน
๑๙. เขียนปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายเกลือ
๒๐. ทดลอง และอธิบายหลักการการไทเทรตและเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรตกรด-เบส
๒๑. คำนวณปริมาณสารหรือความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรต
๒๒. อธิบายสมบัติ องค์ประกอบ และประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์
๒๓. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์และการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา เคมี ๓

รหัสวิชา ว ๓๐๒๒๓

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕

เวลา ๓ ชั่วโมง/สัปดาห์ เวลา ๖๐ ชั่วโมง/ภาคเรียน

ภาคเรียนที่ ๒

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษา สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตร ความดันตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของ เกย์-ลูสแซก การคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิ ของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎรวมแก๊ส การคำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวลของแก๊ส จากความสัมพันธ์ตามกฎของอาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ การคำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน การแพร่ของแก๊สโดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส การคำนวณและเปรียบเทียบอัตรา การแพร่ของแก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม สืบค้นทดลอง วิเคราะห์ เกี่ยวกับไฟฟ้าเคมี ปฏิกิริยารีดอกซ์ การดุลสมการรีดอกซ์ เซลล์ไฟฟ้าเคมี เซลล์กัลวานิก การเขียนแผนภาพของเซลล์กัลวานิก ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์และศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ ประเภทของเซลล์กัลวานิก เซลล์อิเล็กโทรไลต์ การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า การแยกสารที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า การชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ การฟุกร่อนของโลหะและการป้องกัน ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ไฟฟ้าเคมี

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ความคิด สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

๑. อธิบายความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตรความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก
๒. คำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎรวมแก๊ส

๓. คำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมลหรือมวลของแก๊ส จากความสัมพันธ์ตามกฎของ อา
โวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ
๔. คำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน
๕. อธิบายการแพร่ของแก๊สโดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คำนวณและเปรียบเทียบอัตราการแพร่ของแก๊ส
โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม
๖. สืบค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่าง และอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่าง ๆ
ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม
๗. คำนวณเลขออกซิเดชัน และระบุปฏิกิริยาที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์
๘. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันและระบุตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ รวมทั้งเขียนครึ่ง
ปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์
๙. ทดลอง และเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ และเขียนแสดง
ปฏิกิริยารีดอกซ์
๑๐. ดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา
๑๑. ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า และเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทด
ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์
๑๒. คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้าและ
ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น
๑๓. อธิบายหลักการทำงาน และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ
๑๔. ทดลองชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า และอธิบายหลักการทำงานเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการ
ชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ และการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ
๑๕. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าใน
ชีวิตประจำวัน

รวม ๑๕ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา เคมี ๔

รหัสวิชา ว ๓๐๒๒๔

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

เวลา ๓ ชั่วโมง/สัปดาห์ เวลา ๖๐ ชั่วโมง/ภาคเรียน

ภาคเรียนที่ ๑

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาวิเคราะห์ พันธะของคาร์บอน การเขียนสูตรโครงสร้างสารประกอบอินทรีย์ไฮโดรคาร์บอนและหมู่ฟังก์ชัน สมบัติบางประการของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน แอลเคน แอลคีน แอลไคน์ และอะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน สารประกอบอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ แอลกอฮอล์ ฟีนอล อีเทอร์ แอลดีไฮด์ และคีโตน กรดคาร์บอกซิลิก และเอสเทอร์ สารประกอบอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เอมีน สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนและไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เอไมด์ ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ ผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์สังเคราะห์ การก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์สังเคราะห์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้มีความสามารถในการตัดสินใจ

เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

๑. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างสารประกอบ อินทรีย์ที่มีพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม ที่พบในชีวิตประจำวัน (สาระเคมีข้อ ๑,ม.๖/๑)

๒. เขียนสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ และสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารประกอบอินทรีย์ (สาระเคมีข้อ ๑,ม.๖/๒)

๓. วิเคราะห์โครงสร้าง และระบุประเภท ของสารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน

๔. เขียนสูตรโครงสร้างและเรียกชื่อสารประกอบ อินทรีย์ประเภทต่างๆ ที่มีหมู่ฟังก์ชันไม่เกิน ๑ หมู่ตามระบบ IUPAC (สาระเคมีข้อ ๑,ม.๖/๔)
๕. เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบ อินทรีย์ประเภทต่างๆ (สาระเคมีข้อ ๑,ม.๖/๕)
๖. วิเคราะห์และเปรียบเทียบจุดเดือดและ การละลายในน้ำของสารประกอบอินทรีย์ที่มี หมู่ฟังก์ชันขนาดโมเลกุล หรือโครงสร้างต่างกัน (สาระเคมีข้อ ๑,ม.๖/๖)
๗. ระบุประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน และเขียนผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยากับโบรมีน หรือปฏิกิริยากับ โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (สาระเคมีข้อ ๑,ม.๖/๗)
๘. เขียนสมการเคมีและอธิบายการเกิดปฏิกิริยา เอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอไมด์ ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสและปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน (สาระเคมีข้อ ๑,ม.๖/๘)
๙. ทดสอบปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยา ไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน (สาระเคมีข้อ ๑,ม.๖/๙)
๑๐. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการนำ สารประกอบอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและอุตสาหกรรม (สาระเคมีข้อ ๑,ม.๖/๑๐)
๑๑. ระบุประเภทของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ จากโครงสร้างของมอนอเมอร์หรือพอลิเมอร์ (สาระเคมีข้อ ๑,ม.๖/๑๑)
๑๒. วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์รวมทั้ง การนำไปใช้ประโยชน์ (สาระเคมีข้อ ๑,ม.๖/๑๒)
๑๓. ทดสอบ และระบุประเภทของพลาสติก และผลิตภัณฑ์ยาง รวมทั้งการนำไปใช้ ประโยชน์
๑๔. อธิบายผลของการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง และ การสังเคราะห์พอลิเมอร์ที่มีต่อสมบัติของ พอลิเมอร์ (สาระเคมีข้อ ๑,ม.๖/๑๔)
๑๕. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างผลกระทบ จากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ และแนวทางแก้ไข (สาระเคมีข้อ ๑,ม.๖/๑๕)
๑๖. กำหนดปัญหา และนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม
๑๗. แสดงหลักฐานถึงการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับสาขาวิชาอื่น รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ
๑๘. นำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
๑๙. แสดงหลักฐานการเข้าร่วมการสัมมนา การเข้าร่วมประชุมวิชาการ หรือการแสดงผลงานสิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการ

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาเคมี ๕

รหัสวิชา ว ๓๐๒๒๕

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

เวลา ๓ ชั่วโมง/สัปดาห์

ภาคเรียนที่ ๒

เวลา ๖๐ ชั่วโมง/ภาคเรียน

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

สืบค้นข้อมูล สำนวจตรวจสอบ ศึกษา วิเคราะห์ อภิปราย อธิบายและระบุข่าวสารเป็นธาตุ หรือ สารประกอบ และอยู่ในรูปอะตอม โมเลกุล หรือไอออนจากสูตรเคมี แบบจำลองอะตอมของโบร์กับแบบจำลอง อะตอมแบบกลุ่มหมอก จำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอม และไอออนที่เกิดจากอะตอม เดียว สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ ไอโซโทป หมู่และคาบของธาตุ ธาตุโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ กลุ่มธาตุเรฟรี เซนเททไฟ หรือกลุ่มธาตุทรานซิชัน จากตารางธาตุ สมบัติการนำไฟฟ้า การให้และรับอิเล็กตรอนระหว่างธาตุใน กลุ่มโลหะกับอโลหะ ประโยชน์และอันตรายที่เกิดจากธาตุเรฟรีเซนเททไฟและธาตุทรานซิชัน พันธะโคเวเลนต์ พันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม จำนวนคู่อิเล็กตรอนระหว่างอะตอมคู่ร่วมพันธะจากสูตรโครงสร้าง สภาพ ขั้วของสารที่โมเลกุลประกอบด้วย ๒ อะตอม สารที่เกิดพันธะไฮโดรเจนได้จากสูตรโครงสร้าง ความสัมพันธ์ ระหว่างจุดเดือดของสารโคเวเลนต์กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตามสภาพขั้วหรือการเกิดพันธะไฮโดรเจน สูตร เคมีของไอออนและสารประกอบไอออนิก สารเกิดการละลายแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัว สารละลายอิเล็กโทรไลต์หรือไม่นอิเล็กโทรไลต์ สารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอน สมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์ และมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์ สมบัติความเป็นกรด-เบสของสารประกอบอินทรีย์ สมบัติการละลายในตัวทำ ละลายชนิดต่างๆ ของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติเทอร์มอพลาสติกและเทอร์มอเซตของพอลิ เมอร์ และการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์ ผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและ สิ่งแวดล้อม พร้อมแนวทางป้องกันหรือแก้ไข สูตรเคมีของสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ และแปลความหมายของ สัญลักษณ์ในสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี ผลของความเข้มข้นพื้นที่ผิว อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีผลต่อ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันหรือใน อุตสาหกรรม ปฏิกิริยารีดอกซ์ สมบัติของสารกัมมันตรังสี และคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี ประโยชน์ของสารกัมมันตรังสีและการป้องกันอันตรายที่เกิดจากกัมมันตภาพรังสี

เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมใน ท้องถิ่น และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ มี คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ อยู่อย่างพอเพียง ซื่อสัตย์ มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน รักความเป็นไทย และมีจิตสาธารณะ

ผลการเรียนรู้

๑. ระบุข่าวสารเป็นธาตุหรือสารประกอบ และอยู่ในรูปอะตอม โมเลกุล หรือไอออนจากสูตรเคมี (ว ๒.๑,ม.๕/๑)
๒. เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของโบร์กับแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก(ว ๒.๑,ม.๕/๒)
๓. ระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอมและไอออนที่เกิดจากอะตอมเดียว(ว ๒.๑,ม.๕/๓)
๔. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุและระบุการเป็นไอโซโทป(ว ๒.๑,ม.๕/๔)

๕. ระบุหมู่และคาบของธาตุ และระบุว่าธาตุเป็นโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ กลุ่มธาตุเรฟรีเซนเททีฟหรือกลุ่มธาตุแทรนซิชัน จากตารางธาตุ(ว ๒.๑,ม.๕/๕)
๖. เปรียบเทียบสมบัติการนำไฟฟ้า การให้และรับอิเล็กตรอนระหว่างธาตุในกลุ่มโลหะกับอโลหะ(ว ๒.๑,ม.๕/๖)
๗. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์และอันตรายที่เกิดจากธาตุเรฟรีเซนเททีฟและธาตุแทรนซิชัน (ว ๒.๑,ม.๕/๗)
๘. ระบุว่าพันธะโคเวเลนต์เป็นพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม และระบุจำนวนคู่อิเล็กตรอนระหว่างอะตอมคู่ร่วมพันธะ จากสูตรโครงสร้าง(ว ๒.๑,ม.๕/๘)
๙. ระบุสภาพขั้วของสารที่ไม่เลกุลประกอบด้วย ๒ อะตอม(ว ๒.๑,ม.๕/๙)
๑๐. ระบุสารที่เกิดพันธะไฮโดรเจนได้จากสูตรโครงสร้าง(ว ๒.๑,ม.๕/๑๐)
๑๑. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของสารโคเวเลนต์กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตามสภาพขั้วหรือการเกิด พันธะไฮโดรเจน(ว ๒.๑,ม.๕/๑๑)
๑๒. เขียนสูตรเคมีของไอออนและสารประกอบไอออนิก(ว ๒.๑,ม.๕/๑๒)
๑๓. ระบุว่าสารเกิดการละลายแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัว พร้อมให้เหตุผลและระบุว่าสารละลายที่ได้เป็น สารละลาย อีเล็กโทรไลต์หรือนอนอีเล็กโทรไลต์(ว ๒.๑,ม.๕/๑๓)
๑๔. ระบุสารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอนว่าอิ่มตัวหรือไม่อิ่มตัวจากสูตรโครงสร้าง(ว ๒.๑,ม.๕/๑๔)
๑๕. สืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์ชนิดนั้น (ว ๒.๑,ม.๕/๑๕)
๑๖. ระบุสมบัติความเป็นกรด-เบสจากโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์(ว ๒.๑,ม.๕/๑๖)
๑๗. อธิบายสมบัติการละลายในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ของสาร(ว ๒.๑,ม.๕/๑๗)
๑๘. วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติเทอร์มอพลาสติกและเทอร์มอเซตของพอลิเมอร์ และการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์(ว ๒.๑,ม.๕/๑๘)
๑๙. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พร้อมแนวทางป้องกันหรือแก้ไข (ว ๒.๑,ม.๕/๑๙)
๒๐. ระบุสูตรเคมีของสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ และแปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี (ว ๒.๑,ม.๕/๒๐)
๒๑. ทดลองและอธิบายผลของความเข้มข้นพื้นที่ผิว อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ว ๒.๑,ม.๕/๒๑)
๒๒. สืบค้นข้อมูลและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันหรือในอุตสาหกรรม(ว ๒.๑,ม.๕/๒๒)
๒๓. อธิบายความหมายของปฏิกิริยารีดอกซ์(ว ๒.๑,ม.๕/๒๓)
๒๔. อธิบายสมบัติของสารกัมมันตรังสี และคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี(ว ๒.๑,ม.๕/๒๔)
๒๕. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์ของสารกัมมันตรังสีและการป้องกันอันตรายที่เกิดจากกัมมันตภาพรังสี

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาชีววิทยา 1
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รหัสวิชา ว30241
เวลา 60 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษา อธิบายและสรุปผลการทดลองของเมนเดล กฎแห่งการแยก กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม คำนวณโอกาสในการเกิดฟีโนไทป์และจีโนไทป์ ลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่องและต่อเนื่อง ลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและโครโมโซมเพศ สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA การจำลอง DNA ขั้นตอนกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน ความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรม แอลลีล โปรตีน การเกิดมิวเทชัน การสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ การนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ การเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต เปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต เจئونไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลในประชากร กระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสังเกต การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย สรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง ดูแลรักษาสิ่งมีชีวิตอื่น เฝ้าระวังและพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูลอธิบายและสรุปผลการทดลองของเมนเดล
2. อธิบายและสรุปกฎแห่งการแยก และกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระและนำกฎของเมนเดลนี้ ไปอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและใช้ในการคำนวณโอกาสในการเกิดฟีโนไทป์และจีโนไทป์แบบต่างๆของรุ่น F_1 และ F_2

3. สืบค้นข้อมูลวิเคราะห์อธิบายและสรุปเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล
4. สืบค้นข้อมูลวิเคราะห์และเปรียบเทียบลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่องและลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง
5. อธิบายการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซมและยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ
6. สืบค้นข้อมูลอธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรมโครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของDNA และสรุปการจำลอง DNA
7. อธิบายและระบุขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของDNAและRNAแต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน
8. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรมแอลลีลโปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรมและเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล
9. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเกิดมิวเทชันระดับยีนและระดับโครโมโซมสาเหตุการเกิดมิวเทชันรวมทั้งยกตัวอย่างโรคและกลุ่มอาการที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน
10. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์
11. สืบค้นข้อมูลยกตัวอย่างและอภิปรายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อมนิติวิทยาศาสตร์การแพทย์การเกษตรและอุตสาหกรรมและข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม
12. สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
13. อธิบายและเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของมองลามาร์กและทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาลส์ดาร์วิน
14. ระบุสาระสำคัญและอธิบายเงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลในประชากรพร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีลและจีโนไทป์ของประชากรโดยใช้หลักของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาชีววิทยา 2
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รหัสวิชา ว30242
เวลา 60 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษา อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช เปรียบเทียบโครงสร้างภายในของราก ลำต้น ใบของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช กลไกการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช ความสำคัญของธาตุอาหารของพืช การทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3 กลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ ในพืช C_3 พืช C_4 และ CAM ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช วัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ การปฏิสนธิ การเกิด

เมล็ดและการเกิดผลของพืชดอก โครงสร้างของเมล็ดและผล ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด บทบาทและหน้าที่ของฮอร์โมนพืช การนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร สิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสังเกต การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย สรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง ดูแลรักษาสสิ่งมีชีวิตอื่น เฝ้าระวังและพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช
2. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง
3. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง
4. สังเกต และอธิบายโครงสร้างภายในของใบพืชจากการตัดตามขวาง
5. สืบค้นข้อมูล สังเกต และอธิบายการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช
6. สืบค้นข้อมูล และอธิบายกลไกการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช
7. สืบค้นข้อมูล อธิบายความสำคัญของธาตุอาหารและยกตัวอย่างธาตุอาหารที่สำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
8. อธิบายกลไกการลำเลียงอาหารในพืช
9. สืบค้นข้อมูล และสรุปการศึกษาที่ได้จากการ ทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
10. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการ สังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3
11. เปรียบเทียบกลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ ในพืช C_3 พืช C_4 และ พืช CAM

12. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปปัจจัยความเข้ม ของแสง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ และอุณหภูมิที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง ของพืช
13. อธิบายวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก
14. อธิบาย และเปรียบเทียบกระบวนการสร้าง เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของพืชดอก และ อธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก
15. อธิบายการเกิดเมล็ดและการเกิดผลของพืชดอก โครงสร้างของเมล็ดและผล และยกตัวอย่าง การ ใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของเมล็ด และผล
16. ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มี ผลต่อการงอกของเมล็ด สภาพพักตัวของเมล็ด และ บอกแนวทางในการแก้สภาพพักตัว ของเมล็ด
17. สืบค้นข้อมูล อธิบายบทบาทและหน้าที่ของ ออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก และอภิปรายเกี่ยวกับ การนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร
18. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และอภิปรายเกี่ยวกับ สิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ของพืช

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาชีววิทยา 3
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รหัสวิชา ว30243
เวลา 60 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษา โครงสร้างการย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว สัตว์และมนุษย์ กระบวนการย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหารของมนุษย์ โครงสร้างที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างของปอดมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด โครงสร้างและการทำงานของหัวใจ และหลอดเลือดในมนุษย์ ทิศทางการไหลของเลือด และการเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือดในทางปลา หมู่เลือด และหลักการให้และรับเลือด ส่วนประกอบและหน้าที่ของน้ำเหลือง ภูมิคุ้มกันของร่างกาย ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันที่ทำให้เกิดเอดส์ภูมิแพ้ โครงสร้างและหน้าที่ในการกำจัดของเสียของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของไต กลไกการทำงานของไตมนุษย์ ความผิดปกติของไตอันเนื่องมาจากโรคต่าง ๆ

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสังเกต การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย สรุป เพื่อให้เกิดความรู้ความคิด ความเข้าใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง ดูแลรักษาสิ่งมีชีวิตอื่น ใฝ่ทะวังและพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง และกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหาร สัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์และสัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์
2. สังเกต อธิบาย การกินอาหารของไฮดรา และพลาณาเรีย
3. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่และกระบวนการย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหารภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์
4. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง ที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สของฟองน้ำ ไฮดรา พลาณาเรีย ไส้เดือนดิน แมลง ปลา กบ และนก
5. สังเกต และอธิบายโครงสร้างของปอดในสัตว์ เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม
6. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส และกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของมนุษย์
7. อธิบายการทำงานของปอด และหลอดลมวัด ปริมาตรของอากาศในการหายใจออกของมนุษย์
8. สืบค้นข้อมูลอธิบายและเปรียบเทียบระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด และระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด
9. สังเกต และอธิบายทิศทางการไหลของเลือด และการเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือดในทางปลา และสรุปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของหลอดเลือด กับความเร็วในการไหลของเลือด
10. อธิบายโครงสร้างและการทำงานของหัวใจ และหลอดเลือดในมนุษย์
11. สังเกต และอธิบายโครงสร้างหัวใจของสัตว์ เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ทิศทางการไหลของเลือด ผ่านหัวใจของมนุษย์และเขียนแผนผังสรุป การหมุนเวียนเลือดของมนุษย์
12. สืบค้นข้อมูล ระบุความแตกต่างของ เซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว เพลาตเลต และพลาสมา
13. อธิบายหมู่เลือดและหลักการให้และรับเลือด ในระบบ ABO และระบบ Rh
14. อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบและ หน้าที่ของน้ำเหลือง รวมทั้งโครงสร้างและ หน้าที่ของหลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง
15. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบกลไก การต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอม แบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะ
16. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบ การสร้างภูมิคุ้มกันก่อเองและภูมิคุ้มกันรับมา

17. สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับความผิดปกติ ของระบบภูมิคุ้มกันที่ทำให้เกิดเอดส์ภูมิแพ้ การสร้างภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง

18. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบ โครงสร้างและหน้าที่ในการกำจัดของเสีย ออกจากร่างกาย ของพองน้ำ ไฮดรา พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง

19. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของไต และ โครงสร้างที่ใช้ลำเลียงปัสสาวะออกจาก ร่างกาย

20. อธิบายกลไกการทำงานของหน่วยไต ในการ กำจัดของเสียออกจากร่างกาย และเขียน แผนผังสรุป ขั้นตอนการกำจัดของเสีย ออกจากร่างกายโดยหน่วยไต

21. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับ ความผิดปกติของไตอันเนื่องมาจากโรคต่าง ๆ

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาชีววิทยา 4
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

รหัสวิชา ว30244
เวลา 60 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของระบบประสาทของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว สัตว์และมนุษย์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ประสาท การเกิดและถ่ายทอดกระแสประสาท ระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทรอบนอก สมอง ไขสันหลัง การทำงานของระบบประสาท อวัยวะรับสัมผัส เปรียบเทียบโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต การทำงานของกล้ามเนื้อ ข้อต่อ ของมนุษย์ การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ โครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะในระบบสืบพันธุ์ กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และการปฏิสนธิในมนุษย์ การเจริญเติบโตระยะเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลัง หน้าที่ของฮอร์โมน พฤติกรรมของสัตว์ ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมกับวิวัฒนาการของระบบประสาท การสื่อสารระหว่างสัตว์ การแสดงพฤติกรรมของสัตว์

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสังเกต การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย สรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง ดูแลรักษาสิ่งมีชีวิตอื่น เฝ้าระวังและพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบประสาทของไฮดรา พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน กุ้ง หอย แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง
2. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของ เซลล์ประสาท

3. อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้า ที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ประสาท และกลไก การถ่ายทอดกระแสประสาท
4. อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างของระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทรอบนอก
5. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ในสมองส่วนหน้า สมองส่วนกลาง สมองส่วนหลัง และไขสันหลัง
6. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และ ยกตัวอย่างการทำงานของระบบประสาทโซมาติก และระบบประสาทอัตโนมัติ
7. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังของมนุษย์ยกตัวอย่าง โรคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และบอกแนวทางในการ ดูแลป้องกัน และรักษา
8. สังเกต และอธิบายการหาตำแหน่งของจุดบอด โฟเวีย และความไวในการรับสัมผัสของผิวหนัง
9. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ ของแมลงกะพรุน หมึก ดาวทะเล ไส้เดือนดิน แมลง ปลา และนก
10. สืบค้นข้อมูล และอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ ของกระดูกและกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการ เคลื่อนไหว และการเคลื่อนที่ของมนุษย์
11. สังเกต และอธิบายการทำงานของข้อต่อชนิด ต่าง ๆ และการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่าง ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ ของมนุษย์
12. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและการสืบพันธุ์ แบบอาศัยเพศในสัตว์
13. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของ อวัยวะในระบบสืบพันธุ์เพศชายและระบบ สืบพันธุ์เพศหญิง
14. อธิบายกระบวนการสร้างสเปิร์ม กระบวนการ สร้างเซลล์ไข่และการปฏิสนธิในมนุษย์
15. อธิบายการเจริญเติบโตระยะเอ็มบริโอ และระยะหลังเอ็มบริโอของกบ ไก่และมนุษย์
16. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนผังสรุปหน้าที่ของฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อและเนื้อเยื่อ ที่สร้างฮอร์โมน
17. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และ ยกตัวอย่างพฤติกรรมที่เป็นมาแต่กำเนิด และพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ของสัตว์
18. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่าง ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมกับ วิวัฒนาการของระบบประสาท
19. สืบค้นข้อมูลอธิบายและยกตัวอย่างการสื่อสาร ระหว่างสัตว์ที่ทำให้สัตว์แสดงพฤติกรรม

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาชีววิทยา 5
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

รหัสวิชา ว30245
เวลา 60 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ลักษณะและความสำคัญของสิ่งมีชีวิต กลุ่มแบคทีเรีย กลุ่มโปรติสต์ กลุ่มพืช กลุ่มฟังไจ และสิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์ การจำแนกสิ่งมีชีวิตจากหมวดหมู่ใหญ่ จนถึงหมวดหมู่ย่อย วิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ในลำดับขั้นสปีชีส์ การสร้างไดโคโตมัสคีย์ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ การเกิดไบโอแมกนิฟิเคชัน วิถีจักรไนโตรเจน กำมะถัน และฟอสฟอรัส ลักษณะของไบโอเมที่กระจายอยู่ตามเขตภูมิศาสตร์ต่างๆ การเปลี่ยนแปลงแทนที่ ลักษณะเฉพาะของประชากรของสิ่งมีชีวิต การเพิ่ม

ของประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียล และการเพิ่มของประชากรแบบลอจิสติก ปัจจัยที่ควบคุมการเติบโต ของประชากร ปัญหาการเกิดมลพิษทางน้ำ อากาศ ดิน ป่าไม้ การลดจำนวนสัตว์ป่า การจัดการ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสังเกต การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย สรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง ดูแลรักษาสสิ่งมีชีวิตอื่น ใฝ่ระวังและพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. อภิปราย ความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และความเชื่อมโยงระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ
2. อธิบายการเกิดเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิตและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว
3. อธิบายลักษณะสำคัญ และยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตกลุ่มโปรติสต์ สิ่งมีชีวิตกลุ่มพืช สิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจ และสิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์
4. อธิบายและยกตัวอย่างการจำแนกสิ่งมีชีวิตจากหมวดหมู่ใหญ่จนถึงหมวดหมู่ย่อย และวิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ในลำดับขั้นสปีชีส์
5. สร้างไดโคโตมีสคีย์ในการระบุสิ่งมีชีวิตหรือตัวอย่างที่กำหนดออกเป็นหมวดหมู่
6. วิเคราะห์อธิบาย และยกตัวอย่างกระบวนการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ
อธิบาย ยกตัวอย่างการเกิดไบโอแมกนิฟิเคชัน และบอกแนวทางในการลดการเกิดไบโอแมกนิฟิเคชัน
7. สืบค้นข้อมูล และเขียนแผนภาพ เพื่ออธิบาย วัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักรกำมะถัน และวัฏจักรฟอสฟอรัส
8. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอธิบายลักษณะของไบโอมที่กระจายอยู่ตามเขตภูมิศาสตร์ต่างๆ บนโลก

9. สืบค้นข้อมูลยกตัวอย่างอธิบายและเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิและ การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิ

10. สืบค้นข้อมูล อธิบาย ยกตัวอย่างและสรุปเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของประชากรของสิ่งมีชีวิตบางชนิด

11. สืบค้นข้อมูลอธิบายเปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการเพิ่มของประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียล และการเพิ่มของประชากรแบบลอจิสติก

12. อธิบาย และยกตัวอย่างปัจจัยที่ควบคุมการเติบโต ของประชากร

13. วิเคราะห์อภิปราย และสรุปปัญหา การขาดแคลนน้ำ การเกิดมลพิษทางน้ำ และ ผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้ง เสนอแนวทางการวางแผนการจัดการน้ำ และการแก้ไขปัญหา

14. วิเคราะห์อภิปราย และสรุปปัญหามลพิษทาง อากาศ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และ สิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไข ปัญหา

15. วิเคราะห์อภิปราย และสรุปปัญหาที่เกิดกับ ทรัพยากรดิน และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และ สิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไข ปัญหา

16. วิเคราะห์อภิปราย และสรุปปัญหา ผลกระทบ ที่เกิดจากการทำลายป่าไม้รวมทั้งเสนอ แนวทางในการป้องกันการทำลายป่าไม้และ การอนุรักษ์ป่าไม้

17. วิเคราะห์อภิปราย และสรุปปัญหา ผลกระทบ ที่ทำให้สัตว์ป่ามีจำนวนลดลง และแนวทาง ในการอนุรักษ์สัตว์ป่า

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ

จำนวน 1.0 หน่วยกิต

รหัสวิชา ว30281

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลา 40 ชั่วโมง

ศึกษา ค้นคว้า สรุปขั้นตอนและอธิบาย การจัดระเบียบการทำงานของร่างกายจากหน่วยย่อยเป็นหน่วยใหญ่ หน้าที่ ความสำคัญและความสัมพันธ์ในการทำงานของอวัยวะในระบบห่อหุ้มร่างกาย ระบบ โครงกระดูก ระบบกล้ามเนื้อและระบบประสาท ปฏิบัติตนอย่างถูกต้องในการบำรุงรักษาสุขภาพของร่างกาย หลักการอย่างง่ายในการผลิตกระแสไฟฟ้า การส่งพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งผลิตมายังผู้ใช้ การนำอุปกรณ์ไฟฟ้าไปใช้กับวงจรไฟฟ้าภายในบ้าน หลักการทำงานอย่างง่ายของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด หลักการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การอภิปรายเพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายการจัดระเบียบการทำงานของร่างกายจากหน่วยย่อยเป็นหน่วยใหญ่
2. สรุปหน้าที่ ความสำคัญและความสัมพันธ์ในการทำงานของอวัยวะในระบบต่าง ๆ

3. อธิบายโครงสร้างของระบบห่อหุ้มร่างกาย ระบบโครงกระดูก ระบบกล้ามเนื้อ และระบบประสาทได้
4. อธิบายหลักการปฏิบัติตนอย่างถูกต้องในการที่จะบำรุงรักษาสุขภาพของร่างกายให้แข็งแรงสมบูรณ์
5. สรุปความสำคัญของการออกกำลังกายและการพักผ่อนต่อการทำงานของทุกระบบในร่างกาย
6. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างการหายใจ และการใช้พลังงานของร่างกายในการทำกิจกรรม
7. อธิบายหลักการอย่างง่ายในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานไฟฟ้าบางชนิด
8. สรุปขั้นตอนการทำงานอย่างง่ายของระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับชุมชน
9. สรุปขั้นตอนในการส่งพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งผลิตมายังผู้ใช้
10. บอกความสำคัญและหลักการนำอุปกรณ์ไฟฟ้าไปใช้กับวงจรไฟฟ้าภายในบ้าน
11. จำแนกประเภทและอธิบายหลักการการทำงานอย่างง่ายของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด
12. อธิบายหลักการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ

จำนวน 1.0 หน่วยกิต

รหัสวิชา ว30282

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เวลา 40 ชั่วโมง

ศึกษา วิเคราะห์ ทดลอง และอภิปราย กระบวนการสังเคราะห์พอลิเมอร์ สมบัติบางประการของพอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างต่างๆ ชนิดของพลาสติก ผลิตภัณฑ์เครื่องใช้พลาสติกชนิดต่างๆ หลักการสังเคราะห์เส้นใยบางชนิด กระบวนการกำจัดความสกปรกของสารซักล้าง ความสำคัญของสารสังเคราะห์ที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม การนำไปใช้ประโยชน์ ตลอดจนผลกระทบที่มีต่อมนุษย์ สมบัติของวัตถุทึบแสง วัตถุโปร่งแสง วัตถุโปร่งใส การดูดกลืนของวัตถุสีต่างๆ คุณลักษณะของสีและหลักการผสมตัวสี फिल्मสีชนิดต่างๆ การใช้สีประเภทต่างๆ

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การอภิปรายเพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายกระบวนการสังเคราะห์พอลิเมอร์ และสรุปสมบัติบางประการของพอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างต่างๆ
2. วิเคราะห์ชนิดของพลาสติก และผลิตภัณฑ์เครื่องใช้พลาสติกชนิดต่างๆ ที่จะนำมาใช้ให้เหมาะสมกับการใช้งาน
3. สรุปหลักการของสารสังเคราะห์ เส้นใยสังเคราะห์บางชนิดและการนำไปใช้ประโยชน์
4. สรุปกระบวนการกำจัดความสกปรกของสารซักล้าง และผลกระทบของสารซักฟอกต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งวิธีป้องกัน
5. สรุปความสำคัญของสารสังเคราะห์ต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
6. อธิบายสมบัติของวัตถุทึบแสง วัตถุโปร่งแสงและวัตถุโปร่งใส
7. อธิบายการดูดกลืนแสงของวัตถุสีต่างๆ

8. อธิบายคุณลักษณะของสีและหลักการผสมตัวสี
9. สรุปหลักการของฟิล์มสีชนิดต่างๆและการนำไปใช้ประโยชน์
10. สรุปหลักการใช้สีประเภทต่างๆและการนำไปใช้ประโยชน์ ตลอดจนผลกระทบที่มีต่อมนุษย์

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ

จำนวน 1.0 หน่วยกิต

รหัสวิชา ว30283

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เวลา 40 ชั่วโมง

ศึกษาวิเคราะห์และอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของคน สัตว์ และพืช ประวัติและการทดลองของเมนเดล กระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โครโมโซมของสิ่งมีชีวิต การจัดเรียงโครโมโซม การแยกตัวและการรวมตัวของยีน หลักการแบ่งตัวของเซลล์ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์ หลักการเกิดเพศ ผลของความผิดปกติที่เกิดจากโครโมโซมร่างกายและโครโมโซมเพศ ลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะในคน หมู่เลือด ความสัมพันธ์ของพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม มิวเทชัน พันธุวิศวกรรม ประโยชน์ของความรู้ด้านพันธุศาสตร์ สารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน วิตามิน แร่ธาตุ และน้ำ คุณภาพ สัดส่วนอาหารและการเปลี่ยนแปลงของอาหาร การถนอมอาหารและการแปรรูป สารปรุงแต่งอาหารหรือสารเจือปนอาหาร สารพิษในอาหาร

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย การวางแผน การลงมือปฏิบัติ

เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความคิดไปใช้ในชีวิตประจำวัน เฝ้าระวังและพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายลักษณะทางพันธุกรรมและกระบวนการที่ถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้
2. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการทดลองของเมนเดลที่มีต่อวิชาพันธุศาสตร์
3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
4. อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์
5. สืบค้นข้อมูลและอธิบายอิทธิพลของพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมต่อลักษณะของสิ่งมีชีวิต
6. อธิบายประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์
7. สืบค้นข้อมูลและอธิบายสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน วิตามิน แร่ธาตุ และน้ำ
8. สืบค้นข้อมูลและอธิบายคุณภาพ สัดส่วนอาหารและการเปลี่ยนแปลงของอาหาร
9. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการถนอมอาหารและการแปรรูปการนำไปใช้ประโยชน์
10. สืบค้นข้อมูลและอธิบายสารปรุงแต่งอาหารหรือสารเจือปนอาหารและการนำไปใช้ประโยชน์
11. อธิบายเกี่ยวกับสารพิษในอาหาร

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป 4
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
จำนวน 1.0 หน่วยกิต

รหัสวิชา ว30284
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
เวลา 40 ชั่วโมง

ศึกษาวิเคราะห์คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รังสีอัลตราไวโอเล็ต รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา รังสีอินฟราเรด คลื่นวิทยุ การส่งกระจายเสียงออกอากาศ เครื่องรับวิทยุอย่างง่าย โทรภาพ โทรทัศน์ ไมโครเวฟ การสื่อสารโทรคมนาคมของไทย โทรศัพท์ โทรศัพท์ทางไกล โทรภาพ กำเนิดสิ่งมีชีวิต หลักฐานวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต การเกิดสปีชีส์ใหม่ วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมกับมนุษย์

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการศึกษาหาความรู้ การสำรวจ ตรวจสอบ การสังเกต การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย การวิเคราะห์และการสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ความคิด ความเข้าใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความคิดไปใช้ในชีวิตตนเอง ดูแลรักษาสีสิ่งมีชีวิตอื่น ใฝ่ใฝ่และพัฒนาสีสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รังสีอัลตราไวโอเล็ต รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา รังสีอินฟราเรด
2. สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับคลื่นวิทยุและการนำไปใช้ประโยชน์
3. สืบค้นและอธิบายเกี่ยวกับการส่งภาพไปกับคลื่นวิทยุและการนำไปใช้ประโยชน์
4. สืบค้นและอธิบายคลื่นไมโครเวฟและการใช้ประโยชน์
5. สืบค้นและอธิบายการสื่อสารคมนาคมของไทย
6. สืบค้นและอธิบายการกำเนิดของสิ่งมีชีวิตและการวิวัฒนาการจากหลักฐานต่างๆ
7. สืบค้นและอธิบายแนวความคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต การปรับตัว การเกิดสปีชีส์ใหม่
8. สืบค้นและอธิบายวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
9. สืบค้นและอธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมกับมนุษย์

โครงสร้างรายวิชาเทคโนโลยีชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

รายวิชาพื้นฐาน

ว21103	วิทยาการคำนวณ 1	1	ชั่วโมงต่อสัปดาห์	0.5	หน่วยกิต
ว21104	การออกแบบและเทคโนโลยี 1	1	ชั่วโมงต่อสัปดาห์	0.5	หน่วยกิต
ว22103	วิทยาการคำนวณ 2	1	ชั่วโมงต่อสัปดาห์	0.5	หน่วยกิต
ว22104	การออกแบบและเทคโนโลยี 2	1	ชั่วโมงต่อสัปดาห์	0.5	หน่วยกิต
ว23103	วิทยาการคำนวณ 3	1	ชั่วโมงต่อสัปดาห์	0.5	หน่วยกิต
ว23104	การออกแบบและเทคโนโลยี 3	1	ชั่วโมงต่อสัปดาห์	0.5	หน่วยกิต

โครงสร้างรายวิชาเทคโนโลยีชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

รายวิชาพื้นฐาน

ว30111	วิทยาการคำนวณ	2	ชั่วโมงต่อสัปดาห์	1.0	หน่วยกิต
--------	---------------	---	-------------------	-----	----------

รายวิชาเพิ่มเติม

ว30212	วิทยาการคำนวณ 1	2	ชั่วโมงต่อสัปดาห์	1.0	หน่วยกิต
ว30213	วิทยาการคำนวณ 2	2	ชั่วโมงต่อสัปดาห์	1.0	หน่วยกิต
ว30214	การออกแบบและเทคโนโลยี 1	1	ชั่วโมงต่อสัปดาห์	0.5	หน่วยกิต
ว30215	การออกแบบและเทคโนโลยี 2	1	ชั่วโมงต่อสัปดาห์	0.5	หน่วยกิต
ว30291	คอมพิวเตอร์สร้างสรรค์ 1	2	ชั่วโมงต่อสัปดาห์	1.0	หน่วยกิต
ว30292	คอมพิวเตอร์สร้างสรรค์ 2	2	ชั่วโมงต่อสัปดาห์	1.0	หน่วยกิต
ว30293	คอมพิวเตอร์สร้างสรรค์ 3	1	ชั่วโมงต่อสัปดาห์	0.5	หน่วยกิต
ว30294	คอมพิวเตอร์สร้างสรรค์ 4	1	ชั่วโมงต่อสัปดาห์	0.5	หน่วยกิต
ว30295	คอมพิวเตอร์สร้างสรรค์ 5	1	ชั่วโมงต่อสัปดาห์	0.5	หน่วยกิต
ว30296	คอมพิวเตอร์สร้างสรรค์ 6	1	ชั่วโมงต่อสัปดาห์	0.5	หน่วยกิต

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา วิทยาการคำนวณ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ

เวลาเรียน 20 ชั่วโมง จำนวน 0.5 หน่วยกิต

รหัสวิชา ว21103

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ภาคเรียนที่ 1

ศึกษาแนวคิดเชิงนามธรรม การคัดเลือกคุณลักษณะที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา ขั้นตอนการแก้ปัญหา การเขียนรหัสสไลดและผังงาน การเขียนออกแบบและเขียนโปรแกรมอย่างง่ายที่มีการใช้งานตัวแปร เงื่อนไข และการวนซ้ำเพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์ การรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิการประมวลผลข้อมูล การสร้างทางเลือกและประเมินผลเพื่อตัดสินใจ ซอฟต์แวร์และบริการบนอินเทอร์เน็ตที่ใช้ในการจัดการข้อมูล แนวทางการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศให้ปลอดภัย การจัดการอัตลักษณ์ การพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา ข้อตกลงและข้อกำหนดการใช้สื่อและแหล่งข้อมูล

นำแนวคิดเชิงนามธรรมและขั้นตอนการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในการเขียนโปรแกรม หรือการแก้ปัญหา ในชีวิตจริง รวบรวมข้อมูลและสร้างทางเลือกในการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ และตระหนักถึงการใช้งาน เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย เกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้และไม่สร้างความเสียหายให้แก่ผู้อื่น

ตัวชี้วัด ว 4.2 ม.1/1-4

1. ออกแบบอัลกอริทึมที่ใช้แนวคิดเชิงนามธรรมเพื่อแก้ปัญหาหรืออธิบายการทำงานที่พบในชีวิตจริง
2. ออกแบบและเขียนโปรแกรมอย่างง่าย เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์
3. รวบรวมข้อมูลปฐมภูมิประมวลผล ประเมินผล นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศ ตามวัตถุประสงค์ โดยใช้ซอฟต์แวร์ หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลาย
4. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย ใช้สื่อและแหล่งข้อมูลตามข้อกำหนดและข้อตกลง

รวม 4 ตัวชี้วัด

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา วิทยาการคำนวณ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ

เวลาเรียน 20 ชั่วโมง จำนวน 0.5 หน่วยกิต

รหัสวิชา ว22103

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ภาคเรียนที่ 1

ศึกษาแนวคิดเชิงคำนวณ การแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดเชิงคำนวณ การเขียนโปรแกรมที่มีการใช้ตรรกะ และ ฟังก์ชัน องค์ประกอบและหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสื่อสาร แนวทางการปฏิบัติเมื่อพบเนื้อหาที่ไม่เหมาะสม การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างมีความรับผิดชอบ วิธีการสร้างและกำหนดสิทธิ์ความเป็นเจ้าของ ผลงาน

นำแนวคิดเชิงคำนวณไปประยุกต์ใช้ในการเขียนโปรแกรมหรือการแก้ปัญหาในชีวิตจริง สร้างและกำหนดสิทธิ์ การใช้ข้อมูล ตระหนักถึงผลกระทบในการเผยแพร่ข้อมูล

ตัวชี้วัด ว 4.2 ม.2/1-4

1. ออกแบบอัลกอริทึมที่ใช้แนวคิดเชิงนามธรรมเพื่อแก้ปัญหาหรืออธิบายการทำงานที่พบในชีวิตจริง
2. ออกแบบและเขียนโปรแกรมที่ใช้ตรรกะและฟังก์ชันในการ แก้ปัญหา
3. อภิปรายองค์ประกอบและหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีการสื่อสาร เพื่อประยุกต์ใช้งานหรือแก้ปัญหาเบื้องต้น
4. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย มีความรับผิดชอบ สร้างและแสดงสิทธิ์ในการเผยแพร่ผลงาน

รวม 4 ตัวชี้วัด

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา วิทยาการคำนวณ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ

เวลาเรียน 20 ชั่วโมง จำนวน 0.5 หน่วยกิต

รหัสวิชา ว23103

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ภาคเรียนที่ 1

ศึกษาขั้นตอนการพัฒนาแอปพลิเคชัน Internet of Things (IoT) การเขียนโปรแกรมเพื่อพัฒนาแอปพลิเคชัน ข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ การประมวลผลข้อมูล การสร้างทางเลือกและประเมินผล ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่ใช้ในการจัดการข้อมูล การประเมินการความน่าเชื่อถือของข้อมูล การสืบค้น หาแหล่งต้นตอของข้อมูล เหตุผลวิบัติ ผลกระทบจากข่าวสารที่ผิดพลาด การรู้เท่าทันสื่อ กฎหมายที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ การใช้ลิขสิทธิ์ของผู้อื่นโดยชอบธรรม

รวบรวมข้อมูลปฐมภูมิหรือทุติยภูมิ ประมวลผล สร้างทางเลือก และนำเสนอการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ ออกแบบและเขียนโปรแกรม เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์ ใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศ อย่างรู้เท่าทัน และมีความรับผิดชอบต่อสังคม

ตัวชี้วัด ว 4.2 ม.3/1-4

1. พัฒนาแอปพลิเคชันที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์
2. รวบรวมข้อมูล ประมวลผล ประเมินผล นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศ ตามวัตถุประสงค์โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลาย
3. ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล วิเคราะห์สื่อและผลกระทบจากการให้ข่าวสารที่ผิด เพื่อการใช้งานอย่างรู้เท่าทัน
4. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัยและมีความรับผิดชอบต่อสังคม ปฏิบัติตามกฎหมายเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ใช้ลิขสิทธิ์ของผู้อื่นโดยชอบธรรม

รวม 4 ตัวชี้วัด

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา วิทยาการคำนวณ(พื้นฐาน)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
เวลาเรียน 40 ชั่วโมง จำนวน 1.0 หน่วยกิต

รหัสวิชา ว30111
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ภาคเรียนที่ 1

ศึกษาหลักการของแนวคิดเชิงคำนวณ การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา การหารูปแบบ การคิดเชิงนามธรรม ตัวอย่างและประโยชน์ของแนวคิดเชิงคำนวณเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการออกแบบขั้นตอนวิธีสำหรับแก้ปัญหา การแก้ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ การระบุข้อมูลเข้า ข้อมูลออก และเงื่อนไขของปัญหา การออกแบบขั้นตอนวิธี การทำซ้ำ การจัดเรียงและค้นหาข้อมูล ตัวอย่างการออกแบบขั้นตอนวิธีเพื่อแก้ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ การศึกษาตัวอย่างโครงงานทางเทคโนโลยี สารสนเทศ การกำหนดปัญหา ศึกษา วางแผน ดำเนินงาน สรุปผลและเผยแพร่ ในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการร่วมกับวิชาอื่นและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

ตัวชี้วัด ว 4.2 ม.4/1

1. ประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์ และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

รวม 1 ตัวชี้วัด

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา วิทยาการคำนวณ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ

เวลาเรียน 40 ชั่วโมง จำนวน 1.0 หน่วยกิต

รหัสวิชา ว30212

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 1

ศึกษาหลักการของวิทยาการข้อมูล และหลักการคิดเชิงออกแบบเพื่อเพิ่มมูลค่าให้บริการหรือผลิตภัณฑ์ วิธีการเก็บข้อมูลและเตรียมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การประมวลผลข้อมูล เครื่องมือทางเทคโนโลยีสารสนเทศที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูล การจัดเก็บข้อมูล การนำเสนอข้อมูล การแปลงข้อมูลให้เป็นภาพ การเลือกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลขนาดใหญ่การใช้ประโยชน์จากข้อมูลและตัวอย่างกรณีศึกษา

ผลการเรียนรู้

1. สามารถนำความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ มาแก้ปัญหากับชีวิตจริงได้
2. สามารถจัดเก็บข้อมูล จัดเตรียมข้อมูลให้พร้อม กับการประมวลผล
4. สามารถวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นโดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสม
5. สามารถนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภาพ (data visualization) ได้อย่างเหมาะสม
6. หาวิธีการแก้ปัญหา และทำกรณีศึกษาในหัวข้อเรื่องที่สนใจได้

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา วิทยาการคำนวณ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ

เวลาเรียน 40 ชั่วโมง จำนวน 1.0 หน่วยกิต

รหัสวิชา ว30213

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ภาคเรียนที่ 1

ศึกษาการใช้เทคโนโลยีในการนำเสนอและแบ่งปันข้อมูลอย่างปลอดภัยและมีจริยธรรม การสร้างชิ้นงานและ เผยแพร่ผ่านสื่อต่าง ๆ ที่คำนึงถึงจริยธรรม ลิขสิทธิ์ทางปัญญา และกฎหมาย หลักการของปัญญาประดิษฐ์ และ เทคโนโลยีในอนาคต กรณีศึกษาเกี่ยวกับนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน อาชีพที่เกี่ยวข้องกับงานทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ตัวอย่างผลกระทบของเทคโนโลยีสารสนเทศ

ผลการเรียนรู้

1. สามารถนำเสนอและแบ่งปันข้อมูลโดยเลือกใช้สื่อที่เหมาะสม เช่น การเขียนบล็อก อีเมลวิดีโอ ภาพอินโฟกราฟิก เป็นต้น
2. มีความตระหนักถึงความปลอดภัยในการนำเสนอและแบ่งปันข้อมูล
3. มีจริยธรรมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
4. อธิบายความเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีสมัยที่จะเกิดขึ้นในอนาคต
5. สามารถเลือกอาชีพเกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศ และ ดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม และวัฒนธรรมได้อย่างเหมาะสม

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา การออกแบบและเทคโนโลยี 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ

เวลาเรียน 20 ชั่วโมง จำนวน 0.5 หน่วยกิต

รหัสวิชา ว21104

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ภาคเรียนที่ 2

ศึกษา อธิบายความหมายของเทคโนโลยี วิเคราะห์สาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี การทำงานของระบบทางเทคโนโลยี ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ และทรัพยากร โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบและเลือก ข้อมูลที่จำเป็นเพื่อออกแบบวิธีการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันในด้านการเกษตร และอาหาร และสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม รวมทั้งเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์เครื่องมือในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย

ตัวชี้วัด ว 4.1 ม.4/1-5

1. อธิบายแนวคิดหลักของเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันและวิเคราะห์สาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี
2. ระบุปัญหาหรือความต้องการในชีวิตประจำวัน รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็น นำเสนอแนวทาง
การแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจ วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
4. ทดสอบ ประเมินผล และระบข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอ
ผลการแก้ปัญหา
5. ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อแก้ปัญหาได้
อย่างถูกต้อง เหมาะสมและปลอดภัย

รวม 5 ตัวชี้วัด

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา การออกแบบและเทคโนโลยี 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ

เวลาเรียน 20 ชั่วโมง จำนวน 0.5 หน่วยกิต

รหัสวิชา ว22104

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ภาคเรียนที่ 2

ศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี เพื่อนำไปสู่การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา วิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจ เลือกข้อมูลที่เป็น โดยคำนึงถึงเงื่อนไข และทรัพยากร ที่ช่วยในการแก้ปัญหา

นำเสนอผลงานโดยการถ่ายทอดแนวคิด เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำงาน และชิ้นงานหรือวิธีการที่ได้ซึ่งสามารถทำได้ หลายวิธีเช่น การเขียนรายงาน การทำแผ่นนำเสนอผลงาน การจัดนิทรรศการ

ฝึกสร้างชิ้นงานโดยใช้ความรู้เรื่องกลไก ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย เหมาะสม และปลอดภัย รวมทั้งรู้จักวิธีการเก็บรักษา และมีความรับผิดชอบในการทำงาน

ตัวชี้วัด ว 4.1 ม.4/1-5

1. คาดการณ์แนวโน้มเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้น โดยพิจารณาจากสาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งผลต่อ การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและวิเคราะห์ เปรียบเทียบ ตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม
2. ระบุปัญหาหรือความต้องการในชุมชนหรือ ท้องถิ่น สรุปรอบของปัญหา รวบรวม วิเคราะห์ ข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็น ภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอ แนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจ วางแผน ขั้นตอนการทำงานและ ดำเนินการแก้ปัญหา อย่างเป็นขั้นตอน
4. ทดสอบ ประเมินผล และอธิบายปัญหาหรือ ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ภายใต้กรอบเงื่อนไข พร้อมทั้งหา แนวทางการปรับปรุงแก้ไข และ นำเสนอผลการแก้ปัญหา
5. ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย

รวม 5 ตัวชี้วัด

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา การออกแบบและเทคโนโลยี 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ

เวลาเรียน 20 ชั่วโมง จำนวน 0.5 หน่วยกิต

รหัสวิชา ว23104

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ภาคเรียนที่ 2

วิเคราะห์สาเหตุ หรือปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี และความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางการแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่สำคัญ ภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอ แนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยเทคนิค หรือวิธีการที่หลากหลาย วางแผนขั้นตอน การทำงานและดำเนินการ แก้ปัญหาอย่างเป็น ขั้นตอน และ ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์และให้เหตุผล ของปัญหา หรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้ กรอบเงื่อนไข พร้อมทั้งหาแนวทางการปรับปรุง แก้ไข และนำเสนอผลการแก้ปัญหา

ผลการเรียนรู้

1. วิเคราะห์สาเหตุ หรือปัจจัยที่ส่งผลต่อการ เปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและความสัมพันธ์ ของเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะ วิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์เพื่อเป็นแนวทาง การแก้ปัญหาหรือพัฒนา งาน
2. ระบุปัญหาหรือความต้องการของชุมชนหรือ ท้องถิ่น เพื่อพัฒนางานอาชีพ สรุปรอบของ ปัญหา รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยคำนึงถึงความถูกต้อง ด้านทรัพยากรเส้นทางปัญญา
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่สำคัญ ภายใต้ เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอ แนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยเทคนิค หรือวิธีการที่หลากหลาย วางแผนขั้นตอน การทำงานและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็น ขั้นตอน
4. ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์และให้เหตุผล ของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้ กรอบ เงื่อนไข พร้อมทั้งหาแนวทางการปรับปรุง แก้ไข และนำเสนอผลการแก้ปัญหา
5. ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ให้ถูกต้องกับ ลักษณะของงาน และปลอดภัย เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา การออกแบบและเทคโนโลยี 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ

รหัสวิชา ว30214

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลาเรียน 20 ชั่วโมง จำนวน 0.5 หน่วยกิต

ภาคเรียนที่ 2

ศึกษา วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงและผลกระทบของเทคโนโลยีเกิดขึ้น และความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น ออกแบบ สร้าง หรือพัฒนาผลงานสำหรับแก้ปัญหาที่คำนึงถึงผลกระทบต่อสังคมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพและการบริการ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งใช้ความรู้ ทักษะ และเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย คำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา ใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอผลงาน

ผลการเรียนรู้

1. วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่นโดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือ คณิตศาสตร์รวมทั้งประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษยสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยี
2. ระบุปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อสังคม รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ ปัญหาที่มีความซับซ้อนเพื่อสังเคราะห์วิธีการ เทคนิคในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงความถูกต้องด้านทรัพย์สินทางปัญญา
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็นไปได้ เปรียบเทียบ และทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยเทคนิคหรือวิธีการที่หลากหลาย โดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบ วางแผนขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหา
4. ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์และให้เหตุผลของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้กรอบเงื่อนไขหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผลการแก้ปัญหา พร้อมทั้งเสนอแนวทางการพัฒนาต่อยอด
5. ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา การออกแบบและเทคโนโลยี 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เวลาเรียน 20 ชั่วโมง จำนวน 0.5 หน่วยกิต

รหัสวิชา ว30215

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 2

ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะจากศาสตร์ต่าง ๆ รวมทั้งทรัพยากรในการทำโครงการเพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางาน ออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุง

แก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ผลการเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถบอกความหมาย และเห็นคุณค่าของโครงงานเทคโนโลยี
2. นักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการทำโครงงานเทคโนโลยีได้
3. นักเรียนสามารถจัดทำและนำเสนอข้อเสนอโครงงานเทคโนโลยีได้
4. นักเรียนสามารถลงมือพัฒนาโครงงานตามขั้นตอนที่วางแผนได้
5. นักเรียนสามารถอธิบายรูปแบบรายงานและเขียนรายงานโครงงานเทคโนโลยีได้
6. นักเรียนสามารถนำเสนอโครงงานและประเมินผลโครงงานเทคโนโลยีได้

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา คอมพิวเตอร์สร้างสรรค์ 1
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
เวลาเรียน 40 ชั่วโมง จำนวน 1.0 หน่วยกิต

รหัสวิชา ว30291
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ภาคเรียนที่ 1

ศึกษาการความหมายและโครงสร้างการทำงานของภาษา HTML และการใช้คำสั่งตามรูปแบบของภาษา HTML ในการกำหนดแบบอักษร รูปแบบอักษร ขนาดตัวอักษร การเน้นสีให้ข้อความและตัวอักษร การจัดลำดับหัวข้อของเนื้อหา การแทรกและการจัดการตาราง รูปภาพ และไฟล์เสียงในเว็บเพจ การเชื่อมโยงหน้าเอกสารเว็บ การสร้างเฟรม ตลอดจนการสร้างฟอร์มในลักษณะต่าง ๆ ด้วยภาษา HTML เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจและทักษะการปฏิบัติ เกี่ยวกับการสร้างและพัฒนาเว็บเพจด้วยภาษา HTML ได้อย่างสร้างสรรค์ ด้วยความรับผิดชอบขยันหมั่นเพียร ตรงต่อเวลา ซื่อสัตย์ และพอเพียง

ผลการเรียนรู้

1. ประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการพัฒนา โครงงานที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่น อย่างสร้างสรรค์ และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง
2. รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล และใช้ความรู้ ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์สื่อดิจิทัล เทคโนโลยี สารสนเทศ ในการแก้ปัญหาหรือเพิ่มมูลค่า ให้กับบริการหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตจริง อย่างสร้างสรรค์
3. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการนำเสนอ และ แบ่งปันข้อมูลอย่างปลอดภัย มีจริยธรรม และ วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม และ วัฒนธรรม

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา คอมพิวเตอร์สร้างสรรค์ 2
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
เวลาเรียน 40 ชั่วโมง จำนวน 1.0 หน่วยกิต

รหัสวิชา ว30292
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ภาคเรียนที่ 2

ศึกษาหลักการแก้ปัญหา กระบวนการแก้ปัญหา การจำลองความคิด การเขียนโปรแกรมโครงสร้าง
ภาษา การเขียนผังงานแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม กฎเกณฑ์ไวยากรณ์ภาษาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น

เข้าใจกระบวนการแก้ปัญหา สร้างชิ้นงานจากจินตนาการ ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
ในชีวิตประจำวันอย่างมีจิตสำนึกและรับผิดชอบ

เพื่อให้เข้าใจบทบาทและการนำเอาความรู้ด้านการเขียนโปรแกรมไปใช้ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และ
มีประสิทธิภาพ

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายความหมายและขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศได้
2. ปฏิบัติการถ่ายทอดความคิดในการแก้ปัญหาโดยวิธีการเขียนผังงานได้
3. มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์
4. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชนิดข้อมูล ตัวแปร และค่าคงที่ ในโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์
5. มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับนิพจน์ และ ตัวดำเนินการในโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์
6. สามารถปฏิบัติการเขียนโปรแกรมโครงสร้างการทำงานแบบลำดับได้
7. สามารถปฏิบัติการเขียนโปรแกรมโครงสร้างการทำงานแบบทางเลือกได้
8. สามารถปฏิบัติการเขียนโปรแกรมโครงสร้างการทำงานแบบวนซ้ำได้

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา คอมพิวเตอร์สร้างสรรค์ 3
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
เวลาเรียน 20 ชั่วโมง จำนวน 0.5 หน่วยกิต

รหัสวิชา ว30293
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ภาคเรียนที่ 1

ศึกษาหลักการเขียนโปรแกรม ลำดับการทำงาน กระบวนการ ผังงาน โครงสร้าง หลักการเขียนโปรแกรม
แบบโครงสร้าง คำสั่งในการประมวลผล คำสั่งในการคำนวณ ตัวแปร ชนิดของตัวแปรข้อมูลแบบต่างๆ คำสั่งควบคุมโปรแกรม คำสั่งรับข้อมูลและแสดงผล เข้าใจและเห็นคุณค่าของเทคโนโลยีสารสนเทศ มีความเข้าใจในเรื่อง การแก้ปัญหาทางคอมพิวเตอร์ เลือกใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ในการเขียนโปรแกรม ปฏิบัติเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ และสร้างชิ้นงานในรูปแบบที่เหมาะสมตรงตามวัตถุประสงค์ ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในชีวิตประจำวันอย่างมีจิตสำนึกและรับผิดชอบ

ผลการเรียนรู้

1. มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์
2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชนิดข้อมูล ตัวแปร และค่าคงที่ ในโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์
3. มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับนิพจน์ และ ตัวดำเนินการในโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์
4. สามารถปฏิบัติการเขียนโปรแกรมโครงสร้างการทำงานแบบลำดับได้
5. สามารถปฏิบัติการเขียนโปรแกรมโครงสร้างการทำงานแบบทางเลือกได้
6. สามารถปฏิบัติการเขียนโปรแกรมโครงสร้างการทำงานแบบวนซ้ำได้
7. สามารถปฏิบัติการเขียนโปรแกรมโดยใช้ข้อมูลชนิดโครงสร้างได้
8. มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับฟังก์ชัน และนำไปประยุกต์ใช้งานในการเขียนโปรแกรมได้

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา คอมพิวเตอร์สร้างสรรค์ 4
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ

รหัสวิชา ว30294
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เวลาเรียน 20 ชั่วโมง จำนวน 0.5 หน่วยกิต

ภาคเรียนที่ 2

ศึกษาความรู้เกี่ยวกับการสร้างเกมด้วยซอฟต์แวร์สร้างเกมต่าง ๆ หลักการออกแบบเกมคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์สมาร์ตโฟน การออกแบบตัวละคร ฉาก และองค์ประกอบของเกม การออกแบบและสร้างเกมแนว platform แนว action แนว shooting และแนวสร้างสรรค์ พร้อมทั้งการส่งออกไฟล์เกมเพื่อใช้งานได้

เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้ซอฟต์แวร์ในการทำงาน พัฒนาทักษะกระบวนการคิดออกแบบและสร้างสรรค์เกมด้วยซอฟต์แวร์สร้างเกมต่าง ๆ ได้อย่างสร้างสรรค์ ด้วยความอย่างมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ ซื่อสัตย์สุจริต มุ่งมั่นในการทำงาน

มีจิตสาธารณะ รักความเป็นไทย และพอเพียง

ตัวชี้วัด ว 4.2 ม.4/1, ม.5/1, ม.6/1

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา คอมพิวเตอร์สร้างสรรค์ 5
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
 เวลาเรียน 20 ชั่วโมง จำนวน 0.5 หน่วยกิต

รหัสวิชา ว30295
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
 ภาคเรียนที่ 1

การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการพัฒนาเว็บเพจ ปฏิบัติการพัฒนาเว็บเพจด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป
 ความรู้เบื้องต้นในการเขียนโปรแกรมโดยนำใช้การของอัลกอริทึม โครงสร้างและรูปแบบการเขียนโปรแกรมด้วย
 PHP ฟังก์ชันของ PHP การรับข้อมูลจากผู้ใช้ การใช้คำสั่ง SQL การเขียน PHP เพื่อติดต่อด้านข้อมูล MY SQL
 การเขียน PHP กับการประยุกต์ใช้งานในการพัฒนาเว็บเพจ

ผลการเรียนรู้

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมด้วย PHP
2. สามารถพัฒนาเว็บเพจด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป
3. เห็นคุณค่าความสำคัญของการพัฒนาเว็บเพจ

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา คอมพิวเตอร์สร้างสรรค์ 6
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
เวลาเรียน 20 ชั่วโมง จำนวน 0.5 หน่วยกิต

รหัสวิชา ว30296
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
ภาคเรียนที่ 2

ศึกษาพัฒนาการของคอมพิวเตอร์ ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อสร้างงานในรูปแบบต่าง ๆ หลักการทำโครงการคอมพิวเตอร์ ลักษณะของการทำโครงการ จากปัญหาหรือเรื่องที่สนใจจะศึกษา วิเคราะห์รูปแบบกระบวนการ ดำเนินงานโครงการ แนวทางการประยุกต์คอมพิวเตอร์กับโครงการ

ปฏิบัติการสร้างโครงการโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือ โดยใช้ความรู้ ความคิด จินตนาการ ทักษะเหตุผล และกระบวนการต่างๆ ทางเทคโนโลยีสารสนเทศ ตลอดจนประสบการณ์ด้านคอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์ ในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่มีอยู่ มาเชื่อมโยงสัมพันธ์กันจนเกิดความรู้ใหม่ที่มีความหมายสอดคล้อง และเชื่อมโยงกันได้ โดยมีการบูรณาการความรู้ด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเข้ามาร่วมด้วย

เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจในการสร้างสรรค์ผลงานทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และเกิดเจตคติที่ดี ทำให้สามารถใช้คอมพิวเตอร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ และสามารถนำเอาคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในการสร้างโครงการได้อย่างมีจิตสำนึก และมีความรับผิดชอบ

ผลการเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถบอกความหมาย คุณค่า และประเภทของโครงการคอมพิวเตอร์ได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการทำโครงการคอมพิวเตอร์ได้
3. นักเรียนสามารถจัดทำและนำเสนอข้อเสนอโครงการคอมพิวเตอร์ได้
4. นักเรียนสามารถลงมือพัฒนาโครงการตามขั้นตอนที่วางแผนได้
5. นักเรียนสามารถอธิบายรูปแบบรายงานและเขียนรายงานโครงการคอมพิวเตอร์ได้
6. นักเรียนสามารถนำเสนอโครงการและประเมินผลโครงการคอมพิวเตอร์ได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แก๊ส
หน่วยการเรียนรู้ย่อย สมบัติของแก๊ส
ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ
ภาคเรียนที่ 1

รายวิชาเคมี (ว30222)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
จำนวน 1 คาบ (55 นาที)
โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่าง และอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

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

3. สารการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
สมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สสามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม	พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา

4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

แก๊สประกอบด้วยอนุภาคที่มีมวลน้อย และมีขนาดเล็กมากจนถือได้ว่าอนุภาคของแก๊สไม่มีปริมาตรโมเลกุลของแก๊สอยู่ห่างกันมากส่งผลให้แรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างโมเลกุลน้อยมากโมเลกุลของแก๊สเคลื่อนที่อย่างอิสระด้วยอัตราเร็วคงที่ตลอดเวลาในแนวเส้นตรง สมบัติต่าง ๆ ของแก๊สสามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

6. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- 6.1 ทักษะการสังเกต
- 6.2 ทักษะการจำแนก
- 6.3 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
- 6.4 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

7. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

7.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)(10นาที) (หลักความมีเหตุผล)

1. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน และ Understanding Check เพื่อวัดความรู้เดิมของนักเรียนก่อนเข้าสู่กิจกรรม

2. ครูให้นักเรียนอ่านคำถาม BIG QUESTION จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 ดังนี้

• กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สได้อย่างไร

• ทฤษฎีจลน์ของแก๊สสามารถนำมาอธิบายการแพร่ของแก๊สได้อย่างไร

• กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮมมีความสำคัญอย่างไร

• สมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สสามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

จากนั้นให้นักเรียนในห้องร่วมกันแสดงความคิดเห็น โดยครูยังไม่ต้องเฉลย ซึ่งเมื่อเรียนจบในเนื้อหาที่สามารถเฉลยคำถามแต่ละข้อได้ จึงให้ครูถามคำถามข้อนั้นแล้วให้นักเรียนตอบอีกครั้งหนึ่ง

3. ครูถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 ว่า “สารต่าง ๆ ที่อยู่ในสถานะแก๊สจะมีสมบัติอย่างไร” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย (แนวตอบ : สารที่อยู่ในสถานะแก๊สจะมีรูปร่างและปริมาตรไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับภาชนะที่บรรจุ มีความหนาแน่นต่ำ และสามารถแพร่ได้)

7.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (60 นาที) (หลักการพอประมาณ)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องสมบัติของแก๊ส จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

2. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าทำเป็นรูปแบบต่าง ๆ ตามความคิดเห็นของแต่ละกลุ่ม เช่น แผนภาพ แผนผัง เขียนบรรยาย

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอเรื่องที่ได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลและผลงานการจัดทำข้อมูลของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนที่ละกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันจนครบทุกกลุ่ม

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบการนำเสนอหน้าผลงาน)

4. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง สมบัติของแก๊ส เช่น

1. แก๊สมีสมบัติอย่างไร

(แนวตอบ : สารที่อยู่ในสถานะแก๊สจะมีรูปร่างและปริมาตรไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับภาชนะที่บรรจุ มีความหนาแน่นต่ำ และสามารถแพร่ได้)

2. เพราะเหตุใดแก๊สจึงมีรูปร่างและปริมาตรไม่แน่นอนโดยขึ้นอยู่กับภาชนะที่บรรจุ

(แนวตอบ : จากทฤษฎีจลน์ของแก๊ส กล่าวว่า โมเลกุลของแก๊สมีขนาดเล็กมากและไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกันและกัน ดังนั้น โมเลกุลของแก๊สจะแพร่กระจายเต็มพื้นที่ภาชนะที่บรรจุ)

7.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) (20 นาที) (หลักความมีเหตุผล, หลักภูมิคุ้มกัน)

1. ความหนาแน่นของแก๊สจะมีค่าเป็นอย่างไร

(แนวตอบ : จากทฤษฎีจลน์ของแก๊ส กล่าวว่า โมเลกุลของแก๊สอยู่ห่างกันมาก แรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างโมเลกุลจึงน้อยมาก ดังนั้น สารในสถานะแก๊สจึงมีความหนาแน่นต่ำ)

2. เพราะเหตุใดแก๊สที่มีมวลโมเลกุลแตกต่างกันจึงมีอัตราเร็วในการแพร่แตกต่างกัน

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

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

7.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) (10 นาที) (หลักความมีเหตุผล, หลักภูมิคุ้มกัน)

1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหาเรื่อง สมบัติของแก๊ส ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อ ๆ ไป

2. นักเรียนทำใบงานที่ 1.1.1 เรื่อง สมบัติของแก๊ส

3. นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในหนังสือแบบฝึกหัดรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1

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

7.5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) (10 นาที) (เงื่อนไขคุณธรรม, เงื่อนไขความรู้)

1. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

2. ครูตรวจสอบผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 1.1.1 เรื่อง สมบัติของแก๊ส
4. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
5. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับสมบัติของแก๊ส ดังนี้
 - แก๊สประกอบด้วยอนุภาคที่มีมวลน้อย และมีขนาดเล็กมากจนถือว่าอนุภาคของแก๊สไม่มี

ปริมาตร

- โมเลกุลของแก๊สอยู่ห่างกันมาก ส่งผลให้แรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างโมเลกุลน้อยมาก
- โมเลกุลของแก๊สเคลื่อนที่อย่างอิสระด้วยอัตราเร็วคงที่ตลอดเวลา ในแนวเส้นตรง
- ที่อุณหภูมิเดียวกัน แก๊สทุกชนิดจะมีพลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากัน และแปรผันตรงกับอุณหภูมิเคล

วิน

- แก๊สอุดมคติ (ideal gas) คือ แก๊สที่ไม่ว่าจะอยู่ในสภาวะใดก็ตามจะมีพฤติกรรมและสมบัติ

เป็นไปตามกฎทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

- แก๊สจริง (real gas) คือ แก๊สที่มีพฤติกรรมไม่เป็นไปตามกฎและทฤษฎีจลน์ของแก๊สในสภาวะ

ปกติ

• แก๊สที่มีมวลโมเลกุลมากจะมีความเร็วเฉลี่ยต่ำจึงแพร่ได้ช้า ส่วนแก๊สที่มีมวลโมเลกุลน้อยจะมีความเร็วเฉลี่ยสูงจึงแพร่ได้เร็ว

- แก๊สจริงจะมีสมบัติใกล้เคียงกับแก๊สอุดมคติเมื่ออุณหภูมิสูงและความดันต่ำ

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

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

เกณฑ์การประเมินการให้คะแนนพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน
รายบุคคล/รายกลุ่ม

ตัวบ่งชี้พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ การสอน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
ความสนใจ	มีความสนใจในการเรียนตลอดเวลา	มีความสนใจในการเรียนเป็นครั้งคราว	ไม่มีความสนใจในการเรียน
การแสดงความคิดเห็น	แสดงความคิดเห็นสม่ำเสมอ	แสดงความคิดเห็นเป็นบางครั้ง	ไม่ค่อยแสดงความคิดเห็นนานๆ ครั้ง
การตอบคำถาม	ตอบคำถามสม่ำเสมอประมาณ 80-100 %	ตอบคำถามไม่สม่ำเสมอประมาณ 50-79 %	ตอบคำถามน้อยกว่า 50 %
การยอมรับฟังความคิดเห็น	ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่นสม่ำเสมอ	ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่นบ้าง	ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น

ระดับคุณภาพ: คะแนนรวม 9 - 12 หมายถึง ดีมาก

คะแนนรวม 5 - 8 หมายถึง ดี

คะแนนรวม 1 - 4 หมายถึง พอใช้

แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม

คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ – สกุล (กลุ่มที่)	รายการประเมิน																		รวม 12 คะแนน
	การวางแผน ค้นคว้า แหล่งข้อมูล			การเก็บ รวบรวม ข้อมูล			การจัด กระทำ ข้อมูล			การ นำเสนอ ข้อมูล			การ สรุปผล			การ เขียน รายงาน			
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1.																			
2.																			
3.																			
4.																			
5.																			
6.																			
7.																			
8.																			
9.																			
10.																			

ระดับคะแนน: 3 หมายถึง ดีมาก
2 หมายถึง ดี
1 หมายถึง พอใช้

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียน

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การวางแผนค้นคว้าแหล่งข้อมูล	มีการวางแผนที่จะค้นคว้าแหล่งข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายเชื่อถือได้	มีการวางแผนที่จะค้นคว้าแหล่งข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ด้วยหลากหลายวิธี	มีการวางแผนที่จะค้นคว้าแหล่งข้อมูลเพียงแหล่งเดียวและได้ข้อมูลที่ตรงตามจุดประสงค์
2. การเก็บรวบรวมข้อมูล	มีการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนที่กำหนดทุกประการ	มีการคัดเลือกและ/หรือประเมินข้อมูล	มีการบันทึกข้อมูลเป็นระยะ
3. การจัดกระทำข้อมูล	มีการจัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบแยกแยะข้อมูล และจัดกลุ่มข้อมูลอย่างถูกต้องชัดเจน	มีการจัดเรียงลำดับข้อมูลถูกต้อง	ไม่มีการจัดกระทำข้อมูล
4. การนำเสนอข้อมูล	นำเสนอข้อมูลด้วยแบบนำเสนอต่างๆได้ถูกต้องกะทัดรัดชัดเจน และสื่อความหมาย	นำเสนอข้อมูลด้วยแบบนำเสนอต่าง ๆ แต่ยังไม่ถูกต้อง	นำเสนอข้อมูลที่ไม่สื่อความหมาย ไม่ถูกต้องและไม่ชัดเจน

แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม

คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ – สกุล (กลุ่มที่)	รายการประเมิน																		รวม 12 คะแนน
	การวางแผนค้นคว้าแหล่งข้อมูล			การเก็บรวบรวมข้อมูล			การจัดกระทำข้อมูล			การนำเสนอข้อมูล			การสรุปผล			การเขียนรายงาน			
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1.																			
2.																			
3.																			
4.																			
5.																			
6.																			
7.																			
8.																			
9.																			
10.																			

ระดับคะแนน: 3 หมายถึง ดีมาก
2 หมายถึง ดี
1 หมายถึง พอใช้

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียน

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การวางแผนค้นคว้าแหล่งข้อมูล	มีการวางแผนที่จะค้นคว้าแหล่งข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายเชื่อถือได้	มีการวางแผนที่จะค้นคว้าแหล่งข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ด้วยหลากหลายวิธี	มีการวางแผนที่จะค้นคว้าแหล่งข้อมูลเพียงแหล่งเดียวและได้ข้อมูลที่ตรงตามจุดประสงค์
2. การเก็บรวบรวมข้อมูล	มีการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนที่กำหนดทุกประการ	มีการคัดเลือกและ/หรือประเมินข้อมูล	มีการบันทึกข้อมูลเป็นระยะ
3. การจัดกระทำข้อมูล	มีการจัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบแยกแยะข้อมูล และจัดกลุ่มข้อมูลอย่างถูกต้อง ชัดเจน	มีการจัดเรียงลำดับข้อมูลถูกต้อง	ไม่มีการจัดกระทำข้อมูล
4. การนำเสนอข้อมูล	นำเสนอข้อมูลด้วยแบบนำเสนอต่างๆได้ถูกต้องกะทัดรัดชัดเจน และสื่อความหมาย	นำเสนอข้อมูลด้วยแบบนำเสนอต่าง ๆ แต่ยังไม่ถูกต้อง	นำเสนอข้อมูลที่ไม่สื่อความหมาย ไม่ถูกต้องและไม่ชัดเจน

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย  ลงในรายการที่ปฏิบัติ

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

หมายเหตุ

1. การให้คะแนน  ถือเป็น 1 คะแนน
 2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)
- วิธีการให้คะแนน
- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
- ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
- ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
- ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
- ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
- ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

ใบงานที่ 1.1.1
เรื่อง สมบัติของแก๊ส

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. แก๊สประกอบด้วยอนุภาคที่มีมวล และมีขนาด จนถือได้ว่า อนุภาคของแก๊สไม่มี.....
2. โมเลกุลของแก๊สอยู่ ทำให้แรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างโมเลกุลของแก๊ส
จนถือว่าไม่มีแรงมากระทำกัน
3. โมเลกุลของแก๊สเคลื่อนที่อย่าง ในแนว ด้วยอัตราเร็ว และไม่เป็นระเบียบ
จนกระทั่งชนกับโมเลกุลอื่น จึงเปลี่ยนทิศทาง และ
4. โมเลกุลของแก๊สที่ชนกันเอง จะเกิดการถ่ายโอน ให้แก่กัน แต่พลังงานรวมของระบบมีค่า
..... เรียกว่า การชนแบบ
5. ที่อุณหภูมิเดียวกัน โมเลกุลของแก๊สแต่ละโมเลกุลจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว แต่จะมีพลังงาน
จลน์เฉลี่ย
6. รูปร่างและปริมาตรของแก๊ส ขึ้นอยู่กับ และแก๊สจะมีความหนาแน่น
..... ของแข็งและของเหลว
7. แก๊สที่มีมวลโมเลกุลมาก จะมีความเร็วเฉลี่ย จึงแพร่ได้ ส่วนแก๊สที่มีมวลโมเลกุลน้อย จะมี
ความเร็วเฉลี่ย จึงแพร่ได้
8. แก๊สที่มีสมบัติเป็นไปตามทฤษฎีจลน์ของแก๊สทุกประการ เรียกว่า หรือ
ส่วนแก๊สที่ไม่เป็นไปตามทฤษฎีจลน์ เรียกว่า
9. แก๊สจริงจะมีสมบัติใกล้เคียงกับแก๊สสมบูรณ์ เมื่ออุณหภูมิ และความดัน
10. ระบุลักษณะของแก๊สจริงและแก๊สสมบูรณ์ลงในตารางให้ถูกต้อง

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

ใบงานที่ 1.1.1
เรื่อง สมบัติของแก๊ส

เฉลย

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

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

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

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาเคมี (ว30222)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แก๊ส

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ย่อย ความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส

ผู้สอน ครูศุขราภรณ์ สุวรรณ

จำนวน 2 คาบ (110 นาที)

ภาคเรียนที่ 1

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

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

3. สาระการเรียนรู้

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

4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ความดันและอุณหภูมิมีผลต่อปริมาตรของแก๊ส โดยเมื่ออุณหภูมิและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผกผันกับความดัน และเมื่อความดันและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับความดัน

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

6. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- 6.1 ทักษะการสังเกต
- 6.2 ทักษะการจำแนก
- 6.3 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
- 6.4 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

7. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

7.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)(10นาที) (หลักความมีเหตุผล)

1. ครูถามคำถาม Prior Knowledge จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 ว่า “ปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิหมายถึงอะไร” ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย

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

2. ครูถามคำถามว่า “นักเรียนคิดว่าปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร” แล้วให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม โดยครูยังไม่ต้องเฉลยคำตอบ

3. ครูเปิดสื่อการสอนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สจากแหล่งข้อมูลสารสนเทศให้นักเรียนดู ดังนี้

- วิดีทัศน์เกี่ยวกับความดันและปริมาตร

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

- วิดีทัศน์เกี่ยวกับอุณหภูมิและปริมาตร

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

- วิดีทัศน์เกี่ยวกับความดันและอุณหภูมิ

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

4. เมื่อนักเรียนดูวิดีโอจบครูสนทนากลุ่มนักเรียนเกี่ยวกับวิดีโอที่ได้ดู ดังนี้

- เมื่อน้ำลูกโป่งใส่ลงไปใ้ในกระบอกฉีดยา แล้วปรับก้านกระบอกฉีดยา ลูกโป่งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(แนวตอบ : เมื่อดึงก้านกระบอกฉีดยาขึ้นลูกโป่งมีขนาดเล็กลง และเมื่อกดก้านกระบอกฉีดยาลงลูกโป่งมีขนาดใหญ่ขึ้น)

- ความดันที่เปลี่ยนไปมีผลต่อปริมาตรเมื่ออุณหภูมิคงที่หรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : ความดันมีผลต่อปริมาตรของแก๊สเมื่ออุณหภูมิคงที่ เพราะเมื่อเพิ่มความดันให้กับอากาศในกระบอกฉีดยาปริมาตรของอากาศลดลงทำให้ลูกโป่งขนาดเล็กลง เมื่อลดความดันลงปริมาตรของอากาศเพิ่มขึ้นทำให้ลูกโป่งขนาดใหญ่ขึ้น)

- เมื่อน้ำลูกโป่งใส่ลงไปใ้ในบีกเกอร์ที่มีน้ำร้อน ลูกโป่งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(แนวตอบ : ลูกโป่งมีขนาดใหญ่ขึ้น)

- เมื่อน้ำลูกโป่งใส่ไปในตู้แช่แข็งที่มีอุณหภูมิต่ำ ลูกโป่งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(แนวตอบ : ลูกโป่งมีขนาดเล็กลง)

- อุณหภูมิที่เปลี่ยนไปมีผลต่อปริมาตรเมื่อความดันคงที่หรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : อุณหภูมิมีผลต่อปริมาตรของแก๊สเมื่อความดันคงที่ เพราะเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นปริมาตรของอากาศจะเพิ่มขึ้น และเมื่ออุณหภูมิต่ำลงปริมาตรของอากาศจะลดลง)

- อุณหภูมิที่เปลี่ยนไปมีผลต่อความดันเมื่อปริมาตรคงที่หรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : อุณหภูมิมีผลต่อความดันของแก๊สเมื่อปริมาตรคงที่ เพราะเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นความดันจะเพิ่มขึ้น และเมื่ออุณหภูมิต่ำลงความดันจะลดลง) จากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

7.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (60 นาที) (หลักการพอประมาณ)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง ความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 หรือจาก PowerPoint เรื่อง ความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน อุณหภูมิของแก๊ส

2. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียน 2 คน ออกมาอธิบายสาระสำคัญของเรื่องที่ได้ศึกษาไปให้เพื่อนฟังหน้าชั้นเรียนจนเกิดความเข้าใจตรงกัน

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการนำเสนอหน้าชั้น)

7.3 ขั้นตอนอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)(20 นาที) (หลักความมีเหตุผล, หลักภูมิคุ้มกัน)

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

2. ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค LT มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้

- สมาชิกคนที่ 1 : ทำหน้าที่เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่องผลของความดันและอุณหภูมิต่อปริมาตรของแก๊ส
- สมาชิกคนที่ 2 : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
- สมาชิกคนที่ 3 : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
- สมาชิกคนที่ 4 และ 5 : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง

3. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)

7.4 ขยายความรู้ (Elaboration) (10นาที) (หลักความมีเหตุผล, หลักภูมิคุ้มกัน)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน (สมาชิกคนที่ 4 และ 5 ของกลุ่ม) มานำเสนอผลการทดลอง

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการนำเสนอหน้าชั้น)

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้

1) เมื่อปริมาตรของแก๊สในกระบอกฉีดลดลง เพราะเหตุใดความดันของแก๊สจึงเพิ่มขึ้น
(แนวตอบ : เนื่องจากเมื่อปริมาตรของแก๊สลดลง โมเลกุลของแก๊สจะอยู่ใกล้กันมากขึ้น ส่งผลให้โมเลกุลของแก๊สชนกันเอง และชนผนังภาชนะมากขึ้น ความดันของแก๊สจึงเพิ่มขึ้น)

2) ถ้านำกระบอกฉีดไปจุ่มในน้ำเดือด ปริมาตรของน้ำในกระบอกฉีดจะมากหรือน้อยกว่า
เมื่อนำกระบอกฉีดไปจุ่มในน้ำอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เพราะเหตุใด
(แนวตอบ : ปริมาตรของน้ำในกระบอกฉีดจะน้อยกว่า เนื่องจากเมื่อนำกระบอกฉีดไปจุ่มในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่า จะทำให้โมเลกุลของแก๊สในกระบอกฉีดมีความดันสูงกว่า จึงดันน้ำออกจากกระบอกฉีดมากกว่า ปริมาตรของน้ำจึงน้อยกว่า)

3) จากการทดลองนี้มีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของแก๊ส
(แนวตอบ : ความดันและอุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของแก๊ส
การทดลองตอนที่ 1 อากาศมีอุณหภูมิคงที่เท่ากับอุณหภูมิห้อง เมื่อเพิ่มความดันให้กับอากาศในกระบอกฉีด ปริมาตรของอากาศลดลง เมื่อลดความดันลงปริมาตรของอากาศเพิ่มขึ้น แสดงว่าความดันมีผลต่อปริมาตรของแก๊สเมื่ออุณหภูมิคงที่)

การทดลองตอนที่ 2 จากผลการทดลองพบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาตรของอากาศจะเพิ่มขึ้นและเมื่ออุณหภูมิต่ำลงปริมาตรของอากาศจะลดลง ซึ่งสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงระดับของน้ำในกระบอกฉีด แสดงว่าอุณหภูมิมีผลต่อปริมาตรของแก๊สเมื่อความดันคงที่)

(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)

7.5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) (10 นาที) (เงื่อนไขคุณธรรม, เงื่อนไขความรู้)

1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง ความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดันและอุณหภูมิของแก๊ส ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะใช้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อ ๆ ไป
2. นักเรียนตอบคำถามท้ายการทดลอง จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1
(หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล)
3. ครูประเมินผลนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
4. ครูวัดและประเมินผลจากการนำเสนอผลการทดลอง เรื่อง ผลของความดันและอุณหภูมิต่อปริมาตรของแก๊ส
5. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส ดังนี้
 - เมื่ออุณหภูมิและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผกผันกับความดัน
 - เมื่อความดันและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ
 - เมื่อปริมาตรและมวลของแก๊สคงที่ ความดันของแก๊สแปรผันตรงกับอุณหภูมิ

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แก๊ส
- 2) PowerPoint เรื่อง ความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส
- 3) วิดีทัศน์เกี่ยวกับความดันและปริมาตร
จาก <https://www.youtube.com/watch?v=eR49g3ubTBg>
- 4) วิดีทัศน์เกี่ยวกับอุณหภูมิและปริมาตร
จาก <https://www.youtube.com/watch?v=NplVuTrr59U>
- 5) วิดีทัศน์เกี่ยวกับความดันและอุณหภูมิ
จาก <https://www.youtube.com/watch?v=N6DZRSIK3s>
- 6) วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่องผลของความดันและอุณหภูมิต่อปริมาตรของแก๊ส

9. กระบวนการวัดและประเมินผล

[illegible]

แบบประเมินพฤติกรรมที่มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม
 คำชี้แจง : ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ -สกุล (กลุ่มที่)	รายการประเมิน												คะแนน รวม (12)
	ความสนใจ			การแสดง ความคิดเห็น			การตอบ คำถาม			การยอม รับฟัง ความคิดเห็น			
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1.													
2.													
3.													
4.													
5.													
6.													
7.													
8.													
9.													
10.													

ระดับคะแนน: 3 หมายถึง ดีมาก
 2 หมายถึง ดี
 1 หมายถึง พอใช้

เกณฑ์การประเมินการให้คะแนนพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน
รายบุคคล/รายกลุ่ม

ตัวบ่งชี้พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ การสอน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
ความสนใจ	มีความสนใจ ในการเรียน ตลอดเวลา	มีความสนใจใน การเรียนเป็นครั้งคราว	ไม่มีความสนใจ ในการเรียน
การแสดงความคิดเห็น	แสดงความคิดเห็น สม่ำเสมอ	แสดงความคิดเห็น เป็นบางครั้ง	ไม่ค่อยแสดง ความคิดเห็นนานๆ ครั้ง
การตอบคำถาม	ตอบคำถาม สม่ำเสมอประมาณ 80-100 %	ตอบคำถามไม่สม่ำเสมอ ประมาณ 50-79 %	ตอบคำถามน้อยกว่า 50 %
การยอมรับฟัง ความคิดเห็น	ยอมรับฟัง ความคิดเห็นผู้อื่น สม่ำเสมอ	ยอมรับฟังความคิดเห็น ผู้อื่นบ้าง	ไม่ยอมรับฟัง ความคิดเห็นผู้อื่น

ระดับคุณภาพ: คะแนนรวม 9 - 12 หมายถึง ดีมาก

คะแนนรวม 5 - 8 หมายถึง ดี

คะแนนรวม 1 - 4 หมายถึง พอใช้

เกณฑ์การประเมินการให้คะแนนพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน
รายบุคคล/รายกลุ่ม

ตัวบ่งชี้พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ การสอน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
ความสนใจ	มีความสนใจ ในการเรียน ตลอดเวลา	มีความสนใจใน การเรียนเป็นครั้งคราว	ไม่มีความสนใจ ในการเรียน
การแสดงความคิดเห็น	แสดงความคิดเห็น สม่ำเสมอ	แสดงความคิดเห็น เป็นบางครั้ง	ไม่ค่อยแสดง ความคิดเห็นนานๆ ครั้ง
การตอบคำถาม	ตอบคำถาม สม่ำเสมอประมาณ 80-100 %	ตอบคำถามไม่สม่ำเสมอ ประมาณ 50-79 %	ตอบคำถามน้อยกว่า 50 %
การยอมรับฟัง ความคิดเห็น	ยอมรับฟัง ความคิดเห็นผู้อื่น สม่ำเสมอ	ยอมรับฟังความคิดเห็น ผู้อื่นบ้าง	ไม่ยอมรับฟัง ความคิดเห็นผู้อื่น

ระดับคุณภาพ: คะแนนรวม 9 - 12 หมายถึง ดีมาก

คะแนนรวม 5 - 8 หมายถึง ดี

คะแนนรวม 1 - 4 หมายถึง พอใช้

แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม
 คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละ
 ข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ – สกุล (กลุ่มที่)	รายการประเมิน															รวม 12 คะแนน
	การวางแผนค้นคว้าแหล่งข้อมูล			การเก็บรวบรวมข้อมูล			การจัดกระทำข้อมูล			การนำเสนอข้อมูล			การสรุปผล			การเขียนรายงาน
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1.																
2.																
3.																
4.																
5.																
6.																
7.																
8.																
9.																
10.																

ระดับคะแนน: 3 หมายถึง ดีมาก
 2 หมายถึง ดี
 1 หมายถึง พอใช้

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียน

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การวางแผน ค้นคว้า แหล่งข้อมูล	มีการวางแผนที่จะ ค้นคว้าแหล่งข้อมูลจาก แหล่งการเรียนรู้ที่ หลากหลายเชื่อถือได้	มีการวางแผนที่จะ ค้นคว้าแหล่งข้อมูลจาก แหล่งการเรียนรู้ด้วย หลากหลายวิธี	มีการวางแผนที่จะ ค้นคว้าแหล่งข้อมูล เพียงแหล่งเดียวและได้ ข้อมูลที่ตรงตาม จุดประสงค์
2. การเก็บรวบรวม ข้อมูล	มีการเก็บรวบรวม ข้อมูลตามแผนที่ กำหนด ทุกประการ	มีการคัดเลือกและ/หรือ ประเมินข้อมูล	มีการบันทึกข้อมูลเป็น ระยะ
3. การจัดกระทำ ข้อมูล	มีการจัดกระทำข้อมูล อย่างเป็นระบบ แยกแยะข้อมูล และจัด กลุ่มข้อมูลอย่างถูกต้อง ชัดเจน	มีการจัดเรียงลำดับ ข้อมูลถูกต้อง	ไม่มีการจัดกระทำ ข้อมูล
4. การนำเสนอข้อมูล	นำเสนอข้อมูลด้วยแบบ นำเสนอต่างๆได้ถูกต้อง กะทัดรัดชัดเจน และ สื่อความหมาย	นำเสนอข้อมูลด้วยแบบ นำเสนอต่าง ๆ แต่ยังไม่ ถูกต้อง	นำเสนอข้อมูลที่ไม่สื่อ ความหมาย ไม่ถูกต้อง และไม่ชัดเจน

แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม
 คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละ
 ข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ – สกุล (กลุ่มที่)	รายการประเมิน																		รวม 12 คะแนน
	การวางแผนค้นคว้าแหล่งข้อมูล			การเก็บรวบรวมข้อมูล			การจัดกระทำข้อมูล			การนำเสนอข้อมูล			การสรุปผล			การเขียนรายงาน			
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1.																			
2.																			
3.																			
4.																			
5.																			
6.																			
7.																			
8.																			
9.																			
10.																			

ระดับคะแนน: 3 หมายถึง ดีมาก
 2 หมายถึง ดี
 1 หมายถึง พอใช้

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินพฤติกรรมการแสวงหาข้อมูลของนักเรียน

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การวางแผน ค้นคว้า แหล่งข้อมูล	มีการวางแผนที่จะ ค้นคว้าแหล่งข้อมูลจาก แหล่งการเรียนรู้ที่ หลากหลายเชื่อถือได้	มีการวางแผนที่จะ ค้นคว้าแหล่งข้อมูลจาก แหล่งการเรียนรู้ด้วย หลากหลายวิธี	มีการวางแผนที่จะ ค้นคว้าแหล่งข้อมูล เพียงแหล่งเดียวและได้ ข้อมูลที่ตรงตาม จุดประสงค์
2. การเก็บรวบรวม ข้อมูล	มีการเก็บรวบรวมข้อมูล ตามแผนที่กำหนด ทุกประการ	มีการคัดเลือกและ/หรือ ประเมินข้อมูล	มีการบันทึกข้อมูลเป็น ระยะ
3. การจัดกระทำ ข้อมูล	มีการจัดกระทำข้อมูล อย่างเป็นระบบแยกแยะ ข้อมูล และจัดกลุ่ม ข้อมูลอย่างถูกต้อง ชัดเจน	มีการจัดเรียงลำดับ ข้อมูลถูกต้อง	ไม่มีการจัดกระทำ ข้อมูล
4. การนำเสนอข้อมูล	นำเสนอข้อมูลด้วยแบบ นำเสนอต่างๆได้ถูกต้อง กะทัดรัดชัดเจน และ สื่อความหมาย	นำเสนอข้อมูลด้วยแบบ นำเสนอต่าง ๆ แต่ยังไม่ ถูกต้อง	นำเสนอข้อมูลที่ไม่สื่อ ความหมาย ไม่ถูกต้อง และไม่ชัดเจน

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย  ลงในรายการที่ปฏิบัติ

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

หมายเหตุ

3. การให้คะแนน  ถือเป็น 1 คะแนน
4. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
 ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
 ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
 ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)
วิธีการให้คะแนน
 ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
 ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
 ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
 ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
 ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
 ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แก๊ส
หน่วยการเรียนรู้ย่อย กฎของแก๊ส
ผู้สอน ครูศุขราภรณ์ สุวรรณ
ภาคเรียนที่ 1

รายวิชาเคมี (ว30222)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
จำนวน 1 คาบ (55 นาที)
โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. สาระสำคัญ

กฎของบอยล์ = เมื่ออุณหภูมิและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผกผันกับความดัน

กฎของชาร์ล = เมื่อมวลและอุณหภูมิของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิเคลวิน

2. ผลการเรียนรู้

อธิบายและคำนวณกฎของบอยล์และกฎของชาร์ลได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถอธิบายกฎของบอยล์และกฎของชาร์ลได้ (K)

3.2 เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถคำนวณเกี่ยวกับกฎของบอยล์และกฎของชาร์ลได้ (P)

3.3 นักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมและมีความตรงต่อเวลา (A)

4. สาระการเรียนรู้

กฎของบอยล์ (Boyle's Law)



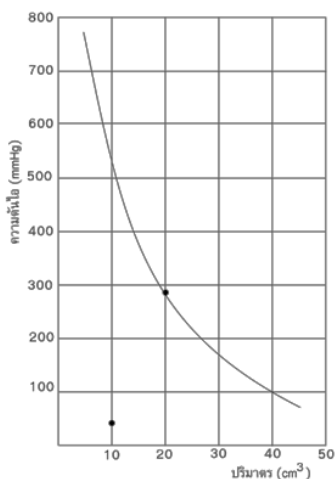
โรเบิร์ต บอยล์ (Robert Boyle) ค.ศ. 1627 – 1691

เมื่อทดลองโดยใช้กระบอกฉีดยาและปิดปลายกระบอกฉีดยา เมื่อกดก้านกระบอกฉีดยาทำให้ปริมาตรของแก๊สในกระบอกฉีดยาลดลง และเมื่อปล่อยมือก้านกระบอกฉีดยาจะเลื่อนกลับสู่ตำแหน่งเดิม ในทำนองเดียวกันเมื่อดึงก้านกระบอกฉีดยาขึ้น ทำให้ปริมาตรของแก๊สในกระบอกฉีดยาเพิ่มขึ้น และเมื่อปล่อยมือก้านกระบอกฉีดยาจะเลื่อนกลับสู่ตำแหน่งเดิม สามารถใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอธิบายได้ว่า เมื่อปริมาตรของแก๊สในกระบอกฉีดยาลดลง ทำให้โมเลกุลของแก๊สอยู่ใกล้กันมากขึ้น จึงเกิดการชนกันเองและชนผนังภาชนะมากขึ้น เป็นผลให้ความดันของแก๊สในกระบอกฉีดยาเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตอนเริ่มต้น ในทางตรงกันข้ามการเพิ่มปริมาตรของแก๊สในกระบอกฉีดยาทำให้โมเลกุลของแก๊สอยู่ห่างกัน การชนกันเองของโมเลกุลของแก๊สและการชนผนังภาชนะน้อยลง ความดันของแก๊สในกระบอกฉีดยาจึงลดลง

นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับความดันของแก๊ส โดยควบคุมให้อุณหภูมิคงที่ ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

การทดลอง ครั้งที่	V (cm ³)	P (mmHg)	PV (mmHg.cm ³)
1	5.00	760	3.80×10^3
2	10.00	380	3.80×10^3
3	15.00	253	3.80×10^3
4	20.00	191	3.82×10^3
5	25.00	151	3.78×10^3
6	30.00	127	3.81×10^3
7	35.00	109	3.82×10^3
8	40.00	95	3.80×10^3
9	45.00	84	3.78×10^3

จากผลการทดลองในตารางพบว่า ผลคูณของความดันกับปริมาตร (PV) ของแก๊สในการทดลองแต่ละครั้งมีค่าค่อนข้างคงที่ และเมื่อเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับปริมาตรของแก๊สจะได้ดังรูปต่อไปนี้



จากข้อมูลในตารางและจากกราฟพบว่าขณะที่อุณหภูมิคงที่ ถ้าปริมาตรของแก๊สเพิ่มขึ้นจะทำให้ความดันของแก๊สลดลง และเมื่อปริมาตรของแก๊สลดลง ความดันของแก๊สจะเพิ่มขึ้น

โรเบิร์ต บอยล์ (Robert Boyle) นักเคมีชาวอังกฤษ ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนปริมาตรของแก๊สในปี ค.ศ. 1662 (พ.ศ. 2205) และสรุปเป็นกฎเรียกว่า “**กฎของบอยล์**” ซึ่งมีสาระสำคัญดังนี้

“เมื่ออุณหภูมิและมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผกผันกับความดัน”

ถ้าให้ P แทนความดันของแก๊ส V แทนปริมาตรของแก๊ส ความสัมพันธ์ตามกฎของบอยล์เขียนแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$V \propto \frac{1}{P}$$

$$PV = k$$

ค่าคงที่ k ในสมการนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ปริมาตร มวลของแก๊ส และลักษณะเฉพาะของแก๊สแต่ละชนิด และจากผลการทดลองพบว่าผลคูณระหว่างปริมาตรและความดันของแก๊สมีค่าคงที่เสมอ ดังนั้น ถ้าให้ P_1 และ V_1 เป็นความดันและปริมาตรที่สภาวะที่ 1 จะได้ว่า

$$P_1V_1 = k \quad \text{..... (1)}$$

และถ้าให้ P_2 และ V_2 เป็นความดันและปริมาตรที่สภาวะที่ 2 จะได้ว่า

$$P_2V_2 = k \quad \text{..... (2)}$$

$$(1) = (2) \quad P_1V_1 = P_2V_2$$

กฎของชาร์ล (Charles's Law)



ฌาค อเล็กซองดร์ เซซา ชาร์ล (Jacques Alexandre César Charles, ค.ศ.1746 - 1823)

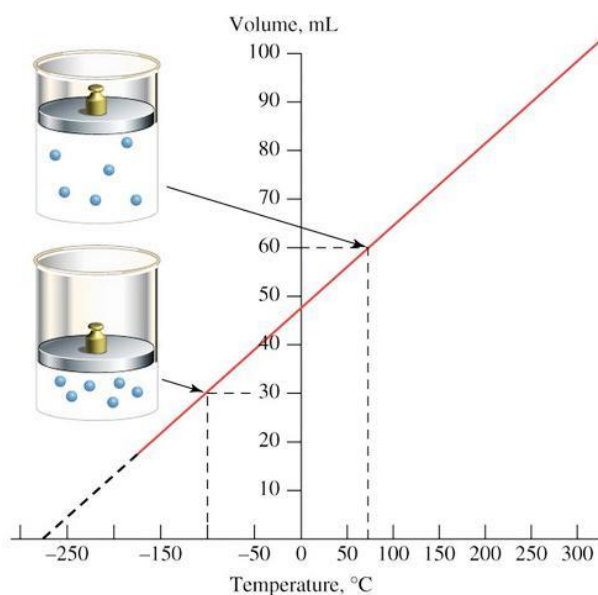
ในการทดลองจุ่มกระบอกฉีดยาซึ่งบรรจุน้ำจำนวนหนึ่งลงในน้ำร้อน น้ำในกระบอกฉีดยาจะถูกดันออก ในทางตรงกันข้าม ถ้าจุ่มกระบอกฉีดยาลงในน้ำเย็น น้ำจากภายนอกจะเข้าไปแทนที่อากาศในกระบอกฉีดยา นั่นคือ การเพิ่มอุณหภูมิมีผลให้ปริมาตรของแก๊สเพิ่มขึ้น และการลดอุณหภูมิมีผลให้ปริมาตรของแก๊สลดลงด้วย แสดงว่าอุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของแก๊ส การเปลี่ยนแปลงนี้ใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอธิบายได้ว่า การเพิ่มอุณหภูมิมีผลทำให้พลังงานจลน์เฉลี่ยของแก๊สเพิ่มขึ้น โมเลกุลของแก๊สจึงเคลื่อนที่เร็วขึ้น ทำให้โมเลกุลชนกันเองและชนผนังภาชนะมากขึ้น รวมทั้งพลังงานในการชนกันสูงขึ้นด้วย เป็นผลให้ความดันของแก๊สในกระบอกฉีดยาสูงขึ้นด้วย จึงดันน้ำออกจากกระบอกฉีดยาจนความดันของแก๊สภายในเท่ากับภายนอก จึงสังเกตเห็นว่าแก๊สในกระบอกฉีดยามีปริมาตรเพิ่มขึ้น ในกลับกันเมื่อลดอุณหภูมิ พลังงานจลน์เฉลี่ยของแก๊สในกระบอกฉีดยาจะลดลง ทำให้การชนกันเองระหว่างโมเลกุลของแก๊สและการชนผนังภาชนะน้อยลง รวมทั้งพลังงานในการชนลดลง ความดันของแก๊สในกระบอกฉีดยาจึงต่ำ อากาศภายนอกซึ่งมีความดันสูงกว่าจึงดันน้ำให้เข้าไปในกระบอกฉีดยา ความดันภายในจึงเพิ่มขึ้นจนเท่ากับความดันภายนอก จึงสังเกตเห็นว่าปริมาตรของแก๊สในกระบอกฉีดยาลดลงจนกระทั่งคงที่ จึงสรุปได้ว่าอุณหภูมิเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเปลี่ยนปริมาตรของแก๊ส

เมื่อทดลองศึกษาการเปลี่ยนปริมาตรของแก๊สเมื่อเปลี่ยนอุณหภูมิ พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรแก๊สกับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียสและในหน่วยเคลวิน ดังตาราง

การทดลอง ครั้งที่	T (°C)	V (cm ³)	V/T (cm ³ /°C)
1	10	100	10.0
2	50	114	2.3
3	100	132	1.3
4	200	167	0.8

จากตารางจะเห็นว่า เมื่อเปลี่ยนอุณหภูมิในหน่วยเซลเซียสเป็นหน่วยเคลวิน อัตราส่วนระหว่างปริมาตรกับอุณหภูมิเคลวินจะมีค่าคงที่ จ้าก-อาเล็กซองเดร์-เซชา ชาร์ล (Jacques A.C. Charles) นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับปริมาตรแก๊ส ในปี ค.ศ.1778 (พ.ศ.2321) และสรุปความสัมพันธ์เป็นกฎ เรียกว่ากฎของชาร์ล ซึ่งมีใจความดังนี้

“เมื่อมวลและอุณหภูมิของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิเคลวิน”



จากกฎของชาร์ล สามารถเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$V \propto T$$
$$V = kT$$
$$\frac{V}{T} = k$$

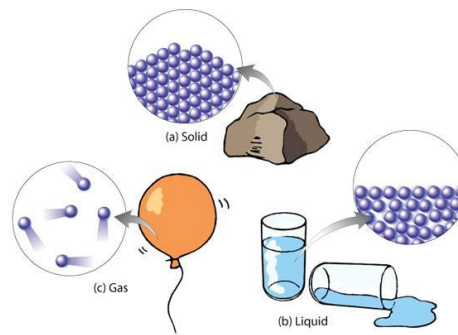
ถ้าให้ V_1 เป็นปริมาตรของแก๊สที่อุณหภูมิ T_1
 V_2 เป็นปริมาตรของแก๊สที่อุณหภูมิ T_2
เนื่องจากอัตราส่วนระหว่าง V กับ T คงที่ ดังนั้น

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \text{ค่าคงที่}$$

5. กิจกรรมการเรียนรู้ (ใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es)

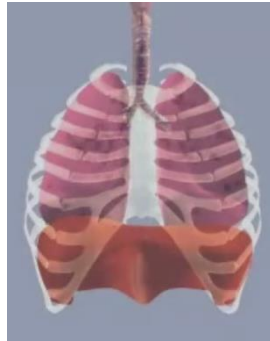
5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (5 นาที)

5.1.1 ครูให้นักเรียนดูภาพด้านล่าง จากนั้นครูถามนักเรียนในประเด็นต่อไปนี้



- สมบัติของของแข็ง ของเหลวและแก๊ส
- ลักษณะการจัดเรียงอนุภาคของของ

5.1.2 ครูให้นักเรียนดูวีดิทัศน์เกี่ยวกับการหายใจ ดังนี้



ที่มา : <http://www.youtube.com/watch?v=NB1aCBId6qA>

5.1.3 ครูใช้คำถามปลายเปิดเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน ดังนี้

นักเรียนคิดว่าความดันกับปริมาตรของแก๊สมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (50 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่มๆละ 4 คน

5.2.2 ครูให้นักเรียนทำการทดลอง เรื่อง ผลของความดันและอุณหภูมิต่อปริมาตรของแก๊ส ซึ่งมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

ตอนที่ 1 ผลของความดันต่อปริมาตรของแก๊ส (10 นาที)

- 1) ดึงก้านหลอดฉีดยาขึ้นมาอยู่ประมาณกึ่งกลางของกระบอกฉีดยา ใช้ปลายนิ้วอุดปลายกระบอกฉีดยาไว้ กดก้านหลอดฉีดยาซ้ำๆ จนกระทั่งกดไม่ลง ปล่อยมือที่กด และสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง
- 2) ดึงก้านหลอดฉีดยาขึ้นมาอยู่ประมาณกึ่งกลางของกระบอกฉีดยา ใช้ปลายนิ้วอุดปลายกระบอกฉีดยา แล้วดึงก้านหลอดฉีดยาขึ้นอย่างช้าๆ จนเกือบสุด ปล่อยมือ และสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง

ตอนที่ 2 ผลของอุณหภูมิต่อปริมาตรของแก๊ส (20 นาที)

- 1) ดึงก้านหลอดฉีดยาให้มีอากาศอยู่ภายในประมาณครึ่งกระบอกฉีดยา แล้วนำไปตูดน้ำให้มีปริมาตร 2 cm^3
- 2) จุ่มกระบอกฉีดยาจากข้อ 1) ลงในน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิประมาณ $60-70^\circ\text{C}$ จากนั้นสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง เมื่อการเปลี่ยนแปลงสิ้นสุดแล้ว ดึงกระบอกฉีดยาให้ตรงและเลื่อนกระบอกฉีดยาขึ้นหรือลงจนระดับน้ำภายในกระบอกฉีดยาเท่ากับระดับน้ำภายนอก อ่านปริมาตรของอากาศในกระบอกฉีดยา
- 3) ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2) แต่เปลี่ยนเป็นจุ่มกระบอกฉีดยาในน้ำเย็นที่มีอุณหภูมิประมาณ $10-20^\circ\text{C}$

แก๊ส

5.2.3 ครูให้นักเรียนบันทึกและสรุปผลการทดลองลงในสมุดบันทึก (20 นาที)

5.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (65 นาที)

5.3.1 ครูสุ่มให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลการทดลองที่ได้ทั้ง 2 ตอน

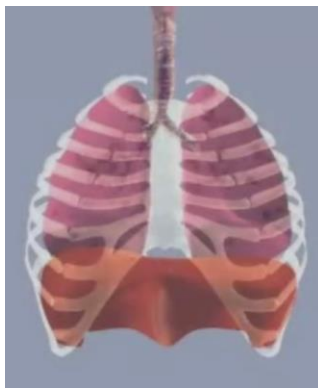
5.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความสัมพันธ์ผลของความดันและอุณหภูมิต่อปริมาตรของ

5.3.3 ครูอธิบายกฎของบอยล์และกฎของชาร์ล

5.3.4 ครูยกตัวอย่างการคำนวณที่เกี่ยวข้องกับกฎของบอยล์และกฎของชาร์ล

5.4 ขั้นขยายความรู้ (15 นาที)

5.4.1 ครูให้นักเรียนดูวิดีโอทัศน์แล้วถามนักเรียนดังนี้



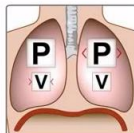
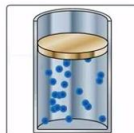
ที่มา : <http://www.youtube.com/watch?v=NB1aCBId6qA>

- นักเรียนคิดว่าการหายใจของคนเราเกี่ยวข้องกับกฎของบอยล์หรือไม่ อย่างไร
(แนวคำตอบ เกี่ยวข้องกับกฎของบอยล์กล่าวคือเมื่อเราหายใจเข้าปริมาตรของปอดจะเพิ่มขึ้น ความดันภายในปอดลดลง แต่เมื่อเราหายใจออกปริมาตรของปอดจะลดลงและความดันภายในปอดจะเพิ่มขึ้นเพื่อดันให้อากาศออกสู่ภายนอก)

5.4.2 ครูเฉลยคำตอบโดยการเปิดวิดีโอทัศน์ดังนี้

Boyle's law

Boyle's law explains the relationship between gas pressure and volume.



ที่มา : <http://www.youtube.com/watch?v=q6-oyxnkZC0>

5.4.3 ครูให้นักเรียนดูวิดีโอที่ค้นแล้วถามนักเรียนดังนี้



ที่มา: <http://www.youtube.com/watch?v=gFDS3bwAU-s>

- นักเรียนคิดว่าการทดลองดังกล่าวเกี่ยวข้องกับกฎของชาร์ลหรือไม่ อย่างไร
(แนวคำตอบ เกี่ยวข้องกับกฎของชาร์ล เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นปริมาตรของแก๊สจะเพิ่มขึ้นแต่เมื่ออุณหภูมิลดลงปริมาตรของแก๊สก็จะลดลงด้วย)

5.5 ชั้นประเมินผล (10 นาที)

5.5.1 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม เรื่อง กฎของบอยล์และกฎของชาร์ล

6 สื่อ/วัสดุ/อุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้

6.1 Power point

6.2 หนังสือเรียนวิชาเคมี เล่ม 2 สสวท.

6.3 สื่อวิดีโอที่ค้นเกี่ยวกับกฎของบอยล์

ที่มา: <http://www.youtube.com/watch?v=q6-oyxnkZC0>

6.4 สื่อวิดีโอที่ค้นเกี่ยวกับกฎของชาร์ล

ที่มา: <http://www.youtube.com/watch?v=gFDS3bwAU-s>

6.5 แบบฝึกหัดเพิ่มเติม

6.6 อุปกรณ์การทดลอง ได้แก่ กระบอกจีดยา, ปีกเกอร์ขนาด 100 mL และ 50 mL, เทอร์มอมิเตอร์, ที่ตั้งและแคมป์, hot plate, แผ่นกระจายความร้อน, น้ำแข็ง

7. กระบวนการวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K) เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถอธิบายกฎของบอยล์และกฎของชาร์ลได้	สังเกตจาก - การทำกิจกรรม - การตอบคำถาม	-แบบฝึกหัดเพิ่มเติม เรื่องกฎของบอยล์ และกฎของชาร์ล	- นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหาคิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
ด้านทักษะ (P) เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถคำนวณเกี่ยวกับกฎของบอยล์และกฎของชาร์ลได้			
ด้านเจตคติ (A) นักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมและมีความตรงต่อเวลา	สังเกตจาก การทำกิจกรรม	แบบบันทึกการสังเกต พฤติกรรมการทำงาน ร่วมกันเป็นกลุ่ม	พฤติกรรมการทำงาน ร่วมกันเป็นกลุ่มอยู่ในระดับดีมากและดีเยี่ยม

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....

.

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในรายการที่ปฏิบัติ

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

หมายเหตุ

5. การให้คะแนน ✓ ถือเป็น 1 คะแนน
6. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
 ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
 ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
 ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)
วิธีการให้คะแนน
 ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
 ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
 ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
 ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
 ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
 ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาเคมี (ว30222)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แก๊ส

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ย่อยกฎรวมแก๊ส กฎแก๊สอุดมคติ กฎความดันย่อยของดอลตัน

ผู้สอน ครูศุขราภรณ์ สุวรรณ

จำนวน 2 คาบ (110 นาที)

ภาคเรียนที่ 1

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

1. สาระสำคัญ

กฎแก๊สอุดมคติ เป็นความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตร จำนวนโมลและอุณหภูมิ

กฎความดันย่อยของดอลตัน = ความดันรวมของแก๊สผสมจะเท่ากับผลรวมของความดันย่อยของแก๊สแต่ละชนิดที่ผสมกัน

2. ผลการเรียนรู้

อธิบายกฎแก๊สอุดมคติและกฎความดันย่อยของดอลตันได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถอธิบายกฎแก๊สอุดมคติและกฎความดันย่อยของดอลตันได้ (K)

3.2 เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถคำนวณเกี่ยวกับกฎแก๊สอุดมคติและกฎความดันย่อยของดอลตันได้ (P)

3.3 นักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมและมีความตรงต่อเวลา (A)

4. สาระการเรียนรู้

➤ กฎรวมแก๊ส (Gas Law)

เนื่องจากกฎของบอยล์และชาร์ลกล่าวถึงเฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับความดัน และปริมาตรกับอุณหภูมิ แต่การเปลี่ยนแปลงในธรรมชาติอาจเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน ดังนั้นจึงมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สในขณะที่มีมวลคงที่ ดังนี้

จากกฎของบอยล์ $V \propto \frac{1}{P}$ เมื่อมวลและอุณหภูมิคงที่

จากกฎของชาร์ล $V \propto T$ เมื่อมวลและความดันคงที่
เขียนความสัมพันธ์รวมได้ว่า

$$V \propto \frac{T}{P}$$

$$V = k \frac{T}{P}$$

$$\frac{PV}{T} = k \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = k$$

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = k$$

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

➤ กฎแก๊สอุดมคติ

จากกฎของบอยล์ $V \propto \frac{1}{P}$

จากกฎของชาร์ล $V \propto T$

จากกฎของอาโวกาโดร $V \propto n$ เมื่อ n คือจำนวนโมล
เขียนความสัมพันธ์รวมได้ดังนี้

$$V \propto \frac{nT}{P}$$

$$V = \frac{RnT}{P} \quad \text{เมื่อ } R \text{ คือค่าคงที่ของแก๊ส}$$

$$PV = nRT \quad \dots\dots\dots (2)$$

หรือ

$$PV = \frac{wRT}{M}$$

- เมื่อ
- P คือความดันของแก๊ส (atm)
 - V คือปริมาตรของแก๊ส (Litre หรือ L , dm³)
 - n คือจำนวนโมลของแก๊ส (mol)
 - T คืออุณหภูมิในหน่วยเคลวิน (K)
 - R คือค่าคงที่ของแก๊ส (0.082058 dm³.atm / mol.K)
 - M คือมวลโมเลกุลของแก๊ส (g/mol)
 - w คือมวลของแก๊ส (g)

➤ กฎความดันย่อยของดอลตัน



จอห์น ดอลตัน (John Dalton) ค.ศ. 1776- 1844

เราทราบมาแล้วว่า แก๊สทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นแก๊สออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ หรือแก๊สไฮโดรเจน แก๊สเหล่านี้ต่างก็ต้องการปริมาตรและความดันอยู่ค่าหนึ่งตามปริมาณของแก๊สและอุณหภูมินั้นๆ แต่ถ้าเรานำแก๊สสองชนิดหรือมากกว่าสองชนิดขึ้นไปมาผสมกันโดยแก๊สเหล่านั้นต้องไม่ทำปฏิกิริยากัน พฤติกรรมของแก๊สที่ผสมกันนั้นจอห์น ดอลตันได้สนใจศึกษาเกี่ยวกับ ความดันของแก๊สผสมต่างๆ และเขาก็ได้ตั้งกฎความดันย่อยของแก๊สขึ้นมาในปี ค.ศ. 1801 ด้วย ข้อสรุปกฎความดันย่อยกล่าวว่า "ความดันรวมของแก๊สผสมจะเท่ากับผลรวมของความดันย่อยของแก๊สแต่ละชนิดที่ผสมกัน "

$$P_{\text{total}} = P_A + P_B$$

เมื่อ P_{total} คือ ความดันรวมของแก๊สผสม
 P_A และ P_B คือ ความดันของแก๊ส A และ B ตามลำดับ

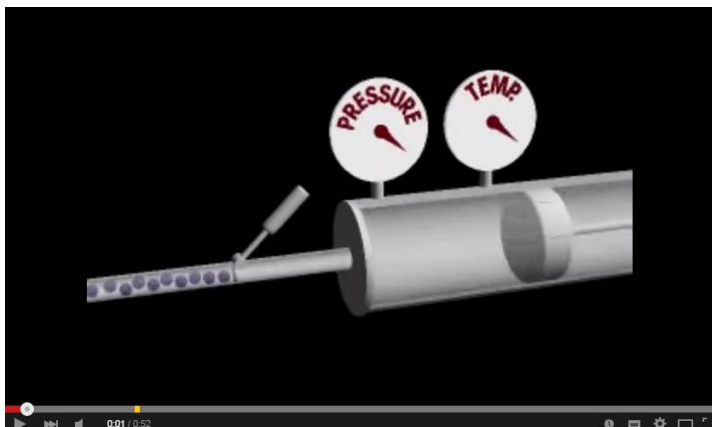
5. กิจกรรมการเรียนรู้ (ใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es)

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (5 นาที)

5.1.1 ครูทบทวนกฎของบอยล์และกฎของชาร์ลตามประเด็นดังนี้

- ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและความดันเป็นอย่างไร
- กฎของบอยล์เป็นอย่างไร
- ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและอุณหภูมิเป็นอย่างไร
- กฎของชาร์ลเป็นอย่างไร

5.1.2 ครูให้นักเรียนดูวิดีโอทัศน์ต่อไปนี้



ที่มา : <http://www.youtube.com/watch?v=Mytvt0wLZK8>

5.1.3 ครูใช้คำถามปลายเปิดเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน ดังนี้

นักเรียนคิดว่าความดัน, ปริมาตร, อุณหภูมิและจำนวนโมลมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (40 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่มๆละ 4 คน

5.2.2 ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม เรื่อง กฎของแก๊สอุดมคติและความดันย่อยของดอลตัน โดยมีการดำเนินกิจกรรม ดังนี้

5.2.2.1 ครูให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าในหนังสือเรียนวิชาเคมี สสวท เรื่อง กฎรวมแก๊ส กฎของแก๊สอุดมคติและความดันย่อยของดอลตัน

5.2.2.2 ครูนำโจทย์คำถามเกี่ยวกับกฎรวมแก๊ส กฎของแก๊สอุดมคติและความดันย่อยของดอลตัน หัวข้อละ 1 คำถามมาให้ให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันค้นหาคำตอบพร้อมเขียนแสดงวิธีทำลงในสมุดของตนเอง ซึ่งตัวอย่างโจทย์คำถามมีดังนี้

1) ฟองอากาศฟองหนึ่งเคลื่อนขึ้นจากก้นทะเลสาบซึ่งมีอุณหภูมิ 8°C และความดัน 6.4 atm ขึ้นมายังผิวน้ำซึ่งมีอุณหภูมิ 25°C และความดัน 1.0 atm จงคำนวณหาปริมาตรสุดท้ายของฟองอากาศ ถ้าปริมาตรเริ่มต้นฟองอากาศเท่ากับ 2.1 mL

(แนวคำตอบ 14.25 mL)

2) จงคำนวณหาความดันของลูกบอลลูนขนาด 35.0 L ที่อุณหภูมิ 25°C ซึ่งบรรจุแก๊ส H_2 ที่เกิดจากปฏิกิริยาของ NaH 38.9 g กับ H_2O

(แนวคำตอบ 1.13 atm)

3) แก๊สผสมประกอบด้วย O_2 45% N_2 22% และ Cl_2 33% โดยปริมาตร ถ้าถังบรรจุ แก๊สผสมมีความดันภายใน 10 atm จงคำนวณหาความดันย่อยของแก๊ส O_2 (แนวคำตอบ 4.5 atm)

5.2.2.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม

5.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (40 นาที)

5.3.1 ครูสุ่มให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเฉลยคำตอบหน้าชั้นเรียน

5.3.2 ครูและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับคำตอบของโจทย์ร่วมกัน

5.3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปในประเด็นต่อไปนี้

- กฎรวมแก๊ส
- กฎแก๊สอุดมคติ
- กฎความดันย่อยของดอลตัน

5.4 ขั้นขยายความรู้ (10 นาที)

5.4.1 ครูนำเสนอภาพสถานการณ์การปล่อยบอลูนดังนี้



5.4.2 ครูถามนักเรียนดังนี้

- นักเรียนคิดว่าอะไรที่เป็นสาเหตุทำให้บอลูนลอยในอากาศได้ (แนวคำตอบ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของแก๊สก็จะเพิ่มขึ้น ทำให้บอลูนลอยในอากาศได้)
- นักเรียนคิดว่าเราสามารถนำความรู้เรื่องกฎความดันย่อยของดอลตันมาประยุกต์ใช้ได้อย่างไร

(แนวคำตอบ การเก็บแก๊สโดยการแทนที่น้ำ)

5.5 ขั้นประเมินผล (5 นาที)

5.5.1 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม เรื่อง กฎของแก๊สอุดมคติ

6. สื่อ/วัสดุ/อุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้

6.1 Power point

6.2 หนังสือเรียนวิชาเคมี เล่ม 2 สสวท.

6.3 โจทย์คำถาม

6.4 แบบฝึกหัดเพิ่มเติม

7. กระบวนการวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K) เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถอธิบายกฎแก๊สอุดมคติและกฎความดันย่อยของดอลตันได้	สังเกตจาก - การทำกิจกรรม - การตอบคำถาม	- โจทย์คำถาม -แบบฝึกหัดเพิ่มเติม เรื่อง กฎแก๊สอุดมคติ	- นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหาคิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
ด้านทักษะ (P) เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถคำนวณเกี่ยวกับกฎแก๊สอุดมคติและกฎความดันย่อยของดอลตันได้			
ด้านเจตคติ (A) นักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมและมีความตรงต่อเวลา	สังเกตจาก การทำกิจกรรม	แบบบันทึกการสังเกต พฤติกรรมการทำงาน ร่วมกันเป็นกลุ่ม	พฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอยู่ในระดับดีมากและดีเยี่ยม

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....

.

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในรายการที่ปฏิบัติ

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

หมายเหตุ

1. การให้คะแนน ✓ ถือเป็น 1 คะแนน
 2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)
- วิธีการให้คะแนน
- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
- ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
- ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
- ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
- ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
- ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แก๊ส

หน่วยการเรียนรู้ย่อย การแพร่ของแก๊ส

ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ

ภาคเรียนที่ 1

รายวิชาเคมี (ว30222)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 1 คาบ (110 นาที)

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

1. สาระสำคัญ

การแพร่ของแก๊ส หมายถึงกระบวนการที่โมเลกุลของแก๊สเคลื่อนที่จากบริเวณหนึ่งผ่านรูเล็ก ๆ ไปสู่อีกบริเวณหนึ่ง โดยไม่มีการชนกันของโมเลกุล

เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของของแข็ง ของเหลวและแก๊สได้แก่ การทำน้ำแข็งแห้ง การสกัดสารโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในรูปของของไหลและการทำไนโตรเจนเหลว

2. ผลการเรียนรู้

อธิบายการแพร่ของแก๊สและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊สได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถอธิบายการแพร่ของแก๊สได้ (K)

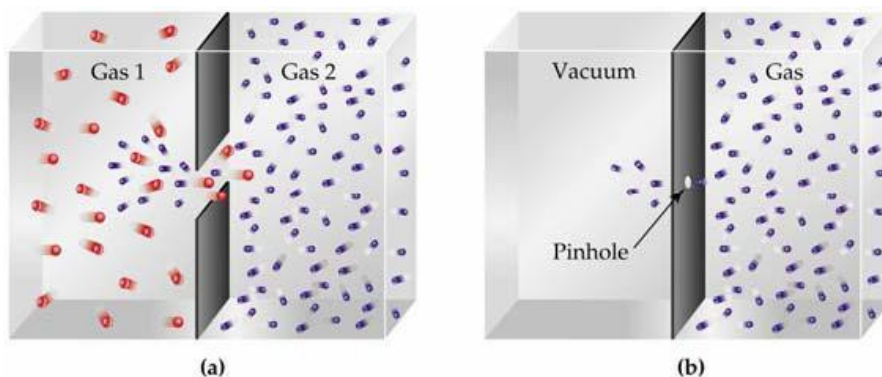
3.2 เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊สได้(K)

3.3 เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถคำนวณเกี่ยวกับกฎการแพร่แก๊สของเกรย์แฮมได้ (P)

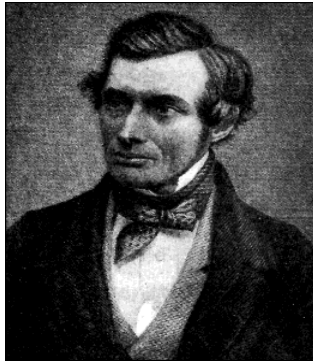
3.4 นักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมและมีความตรงต่อเวลา (A)

4. สาระการเรียนรู้

การแพร่ของแก๊ส หมายถึงกระบวนการที่โมเลกุลของแก๊สเคลื่อนที่จากบริเวณหนึ่งผ่านรูเล็ก ๆ ไปสู่อีกบริเวณหนึ่งโดยไม่มีการชนกันของโมเลกุล



➤ กฎการแพร่ของเกรย์แฮม



Thomas Graham

ในปี ค.ศ.1833 โทมัส เกรแฮม (Thomas Graham) พบว่า “อัตราการแพร่และอัตราการแพร่ผ่านของแก๊สจะแปรผกผันกับรากที่สองของความหนาแน่นของแก๊ส ภายใต้อุณหภูมิและความดันเดียวกัน” และตั้งเป็นกฎ เรียกว่า กฎการแพร่ของเกรแฮม

ถ้า R = อัตราการแพร่ของแก๊ส

d = ความหนาแน่นของแก๊ส

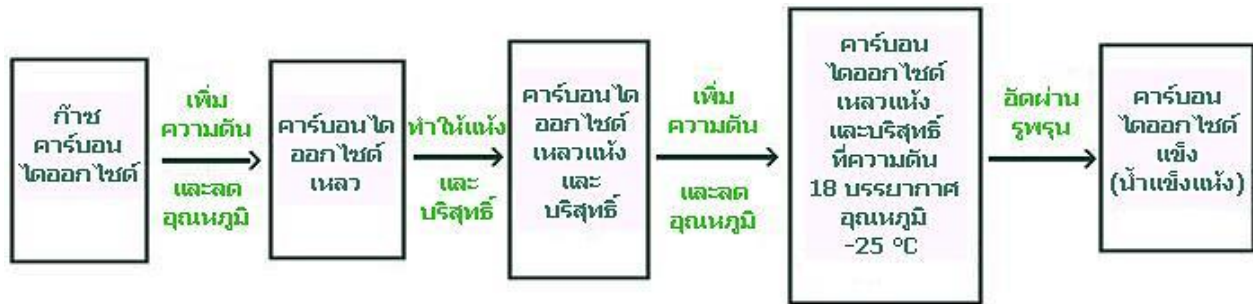
$$R \propto \frac{1}{\sqrt{M}} \text{ หรือ } \frac{1}{\sqrt{d}}$$
$$\frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}}$$

➤ เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของของแข็ง ของเหลวและแก๊ส

การทำน้ำแข็งแห้ง

น้ำแข็งแห้ง เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ในสถานะของแข็ง เรียกอีกชื่อหนึ่งว่าคาร์บอนไดออกไซด์แข็ง หรือ solid carbon dioxide เตรียมได้จากการนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาผ่านกระบวนการอัดและ ทำให้เย็นลงภายใต้ความดันสูงกลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์เหลว แล้วลดความดันลงอย่างรวดเร็วโดยการพ่นคาร์บอนไดออกไซด์เหลวสู่ความดันบรรยากาศ ผลที่ได้คือเกล็ดน้ำแข็งคล้ายเกล็ดหิมะ แล้วจึงนำมาอัดเป็นรูปแบบและขนาดต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ ซึ่งมีทั้งรูปแบบเป็นก้อน (block) ขนาดครึ่งถึง 15 กิโลกรัม เป็นแผ่น (slice) ขนาดตั้งแต่ครึ่งถึง 1 กิโลกรัมเป็นแท่ง (pellet) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร 9 มิลลิเมตร และ 15 มิลลิเมตร เป็นต้น น้ำแข็งแห้งแตกต่างจากน้ำแข็งธรรมดาทั่วไปคือ มีอุณหภูมิเย็นจัดถึง -79°C ในขณะที่น้ำแข็งธรรมดาทั่วไปมีอุณหภูมิประมาณ 0°C ที่อุณหภูมิห้องน้ำแข็งแห้งจะระเหิดกลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยไม่หลอมละลายเป็นของเหลวเหมือนน้ำแข็งธรรมดาทั่วไป จึงเป็นเหตุผลว่าทำไมเรา

จึงเรียก "น้ำแข็งแห้ง" น้ำแข็งแห้งจะให้ความเย็นมากกว่าน้ำแข็งธรรมดาทั่วไปถึง 2 หรือ 3 เท่าเมื่อเทียบโดยน้ำหนักหรือปริมาตรที่เท่ากัน น้ำแข็งแห้งถูกนำมาใช้ประโยชน์หลาย ๆ ด้าน เช่น ในอุตสาหกรรม อาหารประเภท ไอศกรีม นม เบเกอรี่ ไล้กรอกและเนื้อสัตว์ เพื่อบรรณอาหารในชั้น ตอนการผลิตหรือในการขนส่งหรือเก็บอาหาร สำหรับเสิร์ฟบนเครื่องบิน ใช้ในการขนส่งเวชภัณฑ์ใช้ในการทำความสะอาดเครื่องจักร แบบหล่อหรือแม่พิมพ์ หรือใช้ในการบดเย็นวัสดุสังเคราะห์ที่แตกยากนอกจากนี้ยังใช้ในการทำหมอกควัน ในการ แสดงต่าง ๆ และอาจใช้ผสมในเครื่องดื่มเพื่อให้เกิดฟองฟู และให้เกิดความเย็น เป็นต้น



แผนผังแสดงการทำน้ำแข็งแห้ง

การสกัดสารโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในรูปของของไหล

การสกัดสารโดยใช้ CO_2 ที่อยู่ในรูปของของไหล (CO_2 -Fluid) เป็นเทคโนโลยีขั้นสูง เทคนิคการสกัดแบบนี้จะใช้แก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ในรูปของของไหลแทนตัวทำละลายอินทรีย์ต่างๆ เช่น แอซีโตน เฮกเซน หรือ เมทิลีนคลอไรด์

การสกัดสารโดยใช้ CO_2 เมื่ออยู่ภายใต้ภาวะวิกฤติยิ่งยวด (supercritical state) คือที่อุณหภูมิ 31°C และความดัน 73 บรรยากาศ จะมีสภาพเป็นของไหล และมีสมบัติหลายประการที่เหมือนทั้งแก๊สและของเหลว สมบัติที่เหมือนแก๊สคือ ขยายตัวได้ง่ายจนเต็มภาชนะที่บรรจุ มีลักษณะไหลได้ส่วนสมบัติที่เหมือนของเหลวคือมีความสามารถในการละลายของแข็งหรือของเหลวได้ดี ดังนั้นจึงสามารถใช้ในการสกัดสารประกอบที่ต้องการแยกออกจากของผสม โดยการควบคุมอุณหภูมิและความดันให้เหมาะสม หรืออาจใช้เทคนิคนี้ในการทำสารให้บริสุทธิ์ เทคนิคนี้สามารถใช้สกัดสารได้หลายชนิดเนื่องจากเราสามารถทำให้ CO_2 ในรูป ของของไหลมีความหนาแน่นสูงหรือต่ำได้ตามต้องการ เป็นผลให้สามารถใช้ของไหลนี้เลือกละลาย สารหรือองค์ประกอบที่ต้องการสกัดได้ตามสภาวะที่เหมาะสม

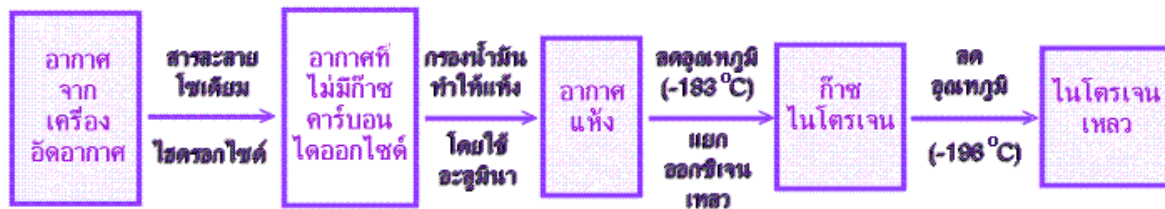
ปัจจุบันนี้นิยมใช้ CO_2 ในรูปของของไหลสกัดคาเฟอีนออกจากเมล็ดกาแฟดิบแทน ตัวทำละลายที่ใช้อยู่คือเมทิลีนคลอไรด์ โดยไม่ทำให้รสหรือกลิ่นของกาแฟเปลี่ยนไป เพราะว่า CO_2 ที่ปะปนอยู่จะอยู่ในรูปแก๊สสามารถแพร่ออกจากเมล็ดกาแฟได้ นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้เทคนิคนี้ใน อุตสาหกรรมอื่นๆ อีก เช่น การสกัดน้ำมันเรซิน และสารจากสมุนไพร เครื่องเทศ หรือพืช

การทำไนโตรเจนเหลว

ไนโตรเจนเหลว คือก๊าซไนโตรเจนในธรรมชาติที่ทำให้มีความกดอากาศมากขึ้นจนมีสถานะเป็นของเหลว หรือก็คือก๊าซไนโตรเจนในรูปของของเหลวนั่นเอง ทำได้โดยการลดอุณหภูมิและเพิ่มความดันไปพร้อมๆ กัน ตามสูตรของก๊าซ ที่ถ้าปัดปล่อยสู่บรรยากาศซึ่งมีความดันปกติไนโตรเจนเหลวจะเปลี่ยนเป็นก๊าซอย่างรวดเร็ว (กลายเป็น

ไอ)ในขณะนั้นมันจะดูดความร้อนจากรอบๆ ตัวเพื่อเปลี่ยนสถานะเป็นก๊าซ รอบๆก็จะเย็นลงอย่างรวดเร็ว ความชื้นก็จะถูกดูดไปด้วย (กลายเป็นน้ำแข็ง)

พอความร้อนถูกดูดไปบริเวณ



แผนผังแสดงการทำน้ำแข็งแห้ง

5. กิจกรรมการเรียนรู้ (ใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es)

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (5 นาที)

5.1.1 ครูถามนักเรียน ดังนี้

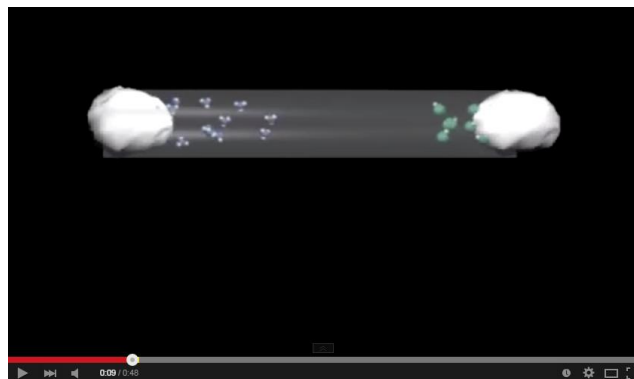
- นักเรียนคิดว่าการที่โมเลกุลของแก๊สเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้อย่างไร
(แนวคำตอบ โดยการแพร่)
- นักเรียนคิดว่าลักษณะการแพร่ของแก๊สเป็นอย่างไร
(แนวคำตอบ แพร่จากความหนาแน่นของแก๊สมากไปยังบริเวณที่มีความหนาแน่นของแก๊สน้อย)

5.1.2 ครูใช้คำถามปลายเปิดเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน ดังนี้

นักเรียนคิดว่าการแพร่ของแก๊สเกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ อย่างไร

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (50 นาที)

5.2.1 ครูเปิดวีดิทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับการแพร่ของแก๊ส ดังนี้



ที่มา : <http://www.youtube.com/watch?v=L41KhBPBymA>

5.2.2 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่มๆละ 4 คน

5.2.3 ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม เรื่อง การแพร่ของแก๊สและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของของแข็ง ของเหลวและแก๊ส โดยมีการดำเนินกิจกรรม ดังนี้

5.2.2.1 ครูให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มค้นคว้าหาความรู้เรื่องการแพร่ของแก๊สและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของของแข็ง ของเหลวและแก๊ส จากหนังสือเรียนวิชาเคมี เล่ม 2 สสวท และจากเว็บไซต์ต่างๆ

5.2.2.2 ครูให้นักเรียนแต่ละคนสรุปความรู้ที่ได้ลงในสมุดบันทึก

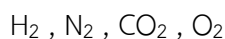
5.3 ชั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (30 นาที)

5.3.1 ครูและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับคำถามแต่ละฐานการเรียนรู้ร่วมกัน ดังนี้

- การแพร่ของแก๊ส
- กฎการแพร่ผ่านของแก๊สของเกรแฮม
- การทำน้ำแข็งแห้ง
- การสกัดสารโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในรูปของของไหล
- การทำไนโตรเจนเหลว

5.4 ชั้นขยายความรู้ (5 นาที)

5.4.1 ครูให้นักเรียนพิจารณาโมเลกุลต่อไปนี้



5.4.2 ครูถามนักเรียนดังนี้

- นักเรียนคิดว่าโมเลกุลชนิดใดสามารถแพร่ได้เร็วที่สุด เพราะเหตุใด
(แนวคำตอบ H_2 เพราะมีมวลโมเลกุลน้อยที่สุด)

5.5 ชั้นประเมินผล (5 นาที)

5.5.1 ครูให้นักเรียนทำโจทย์คำถามต่อไปนี้

- 1) จงคำนวณหาอัตราส่วนของอัตราการแพร่ผ่านของแก๊สฮีเลียมและแก๊สมีเทน
(แนวคำตอบ 2.00)

6. สื่อ/วัสดุ/อุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้

6.1 Power point

6.2 หนังสือเรียนวิชาเคมี เล่ม 2 สสวท.

6.3 โจทย์คำถาม

6.4 สื่อวีดิทัศน์ : ที่มา <http://www.youtube.com/watch?v=L41KhBPBymA>

7. กระบวนการวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1.เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถอธิบายการแพร่ของแก๊สได้ 2. เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของของแข็งของเหลว และแก๊สได้	สังเกตจาก - การทำกิจกรรม - การตอบคำถาม	- โจทย์คำถาม	- นักเรียนตอบตรงตามเนื้อหาคิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
ด้านทักษะ (P) เมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถคำนวณเกี่ยวกับกฎการแพร่แก๊สของเกรย์แฮมได้			
ด้านเจตคติ (A) นักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมและมีความตรงต่อเวลา	สังเกตจาก การทำกิจกรรม	แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	พฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอยู่ในระดับดีมากและดีเยี่ยม

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....

.

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในรายการที่ปฏิบัติ

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

หมายเหตุ

1. การให้คะแนน ✓ ถือเป็น 1 คะแนน
 2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)
- วิธีการให้คะแนน
- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
- ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
- ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
- ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
- ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
- ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาเคมี (ว30222)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ย่อย ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ

จำนวน 2 คาบ (110 นาที)

ภาคเรียนที่ 1

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

ทดลอง และอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แนวคิดในการเกิดปฏิกิริยาเคมีและพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

2. สาระสำคัญ

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (rate of chemical reaction) หมายถึงปริมาณของสารใหม่ที่เกิดขึ้นในหนึ่งหน่วยเวลาหรือปริมาณของสารตั้งต้นที่ลดลงในหนึ่งหน่วยเวลา และอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มี 3 ลักษณะ คือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย (average rate) อัตราการเกิดในปฏิกิริยาขณะใดขณะหนึ่ง (instantaneous rate) และอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีหนึ่ง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

- 3.1 อธิบายความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (K)
- 3.2 อธิบายกราฟความสัมพันธ์ของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลาได้ว่าเป็นอย่างไร (K)
- 3.3 บอกความแตกต่างของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีแต่ละประเภทได้ (K)
- 3.4 คำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (K)
- 3.5 สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับความหมายของปฏิกิริยาเคมีการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (P)
- 3.6 ทำงานร่วมกับผู้อื่นและทำงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด (A)

4. สารการเรียนรู้

4.1 ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารตั้งต้นหรือสารผลิตภัณฑ์ต่อเวลาซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้นอาจศึกษาในรูปของความเข้มข้นจำนวนโมลที่เปลี่ยนไปหรือความดันเป็นต้น

เราสามารถที่จะหาอัตราการเปลี่ยนแปลงของสารตั้งต้นหรือสารผลิตภัณฑ์ก็ได้โดยพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีต่อหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งในที่นี้เรียกว่า **อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี** โดยทั่วไปเราจะศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาเคมีในรูปของความเข้มข้นซึ่งเขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารตั้งต้นในปฏิกิริยาเคมี} = - \frac{\Delta[\text{สารตั้งต้น}]}{\text{ระยะเวลาที่เกิดปฏิกิริยา}}$$

$$\text{อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี} = \frac{\Delta[\text{สารผลิตภัณฑ์}]}{\text{ระยะเวลาที่เกิดปฏิกิริยา}}$$

4.2 ประเภทของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

การบอกอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มี 3 ลักษณะดังต่อไปนี้

4.2.1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย

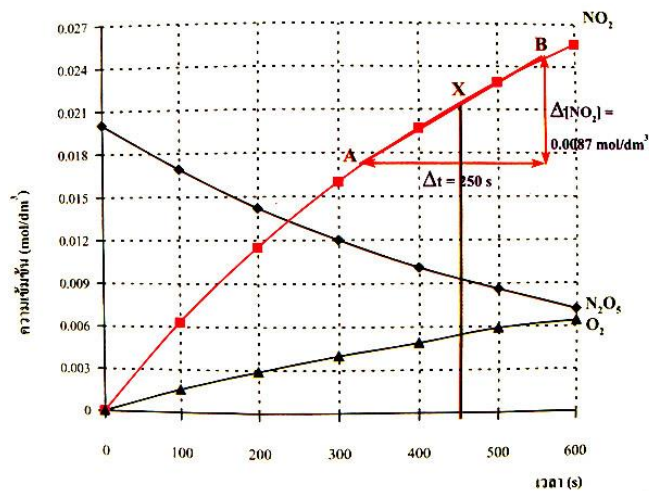
$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย} = \frac{\text{ปริมาณสารทั้งหมด}}{\text{เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาทั้งหมด}}$$

4.2.2 อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะหนึ่ง

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะหนึ่ง} = \frac{\text{ปริมาณสาร ณ ช่วงเวลานั้น}}{\text{เวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาช่วงนั้น}}$$

4.2.3. อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีหนึ่ง

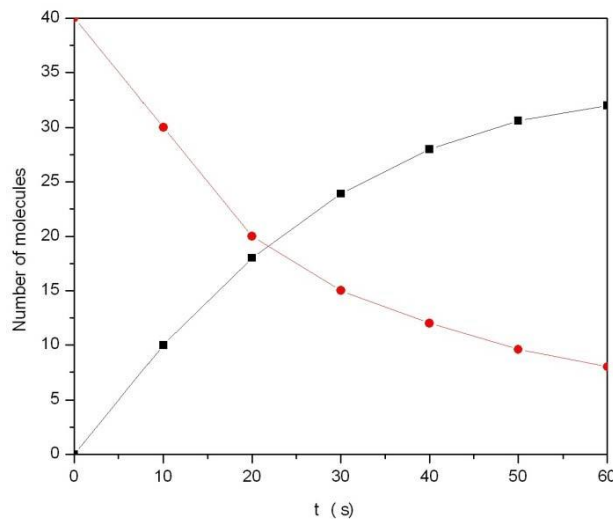
อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีหนึ่ง หาโดยตรงไม่ได้เพราะ 1 วินาทีเร็วมากการหาอัตราเร็ว ณ วินาทีหนึ่งไม่สามารถบันทึกปริมาณสารได้ทัน จึงต้องหาจากความสัมพันธ์ของปริมาณสารที่เกิดขึ้นก่อนและหลังวินาทีนั้น โดยจะต้องเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารกับเวลา แล้วจึงหาอัตราเร็ว ณ วินาทีที่ต้องการได้โดยการหาค่าความชันของกราฟ ณ วินาทีนั้น ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แสดงการหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี วิเคราะห์หนึ่ง
(ที่มา: <http://www.vcharkarn.com/lesson/view.php?id=1437>)

4.3 กราฟของการเปลี่ยนแปลงอัตราการเกิดปฏิกิริยา

หากเราติดตามปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเวลาใดๆ แล้วนำมาเขียนกราฟ เราจะได้ความสัมพันธ์ของกราฟดังแสดงเมื่อสารตั้งต้น A สลายตัวกลายเป็นสารตั้งต้น B ดังสมการ



ภาพที่ 4.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ต่อเวลาเมื่อพิจารณา
(ที่มา: <http://www.vcharkarn.com/lesson/view.php?id=1437>)

กราฟของสารตั้งต้น (A) พบว่าความเข้มข้นของสารตั้งต้น (A) จะมีปริมาณมากที่สุดเมื่อเวลา $t=0$ แต่ความเข้มข้นของสารตั้งต้น A จะลดลงเมื่อเวลาผ่านไปแสดงว่าสารตั้งต้น A ถูกสลายกลายเป็นสารผลิตภัณฑ์ B กราฟที่ได้โค้งลงเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาของสารตั้งต้นพบว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาในช่วงแรกจะเร็วมากและจะลดลงเมื่อเวลาผ่านไปการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวสังเกตได้จากความชันของกราฟถ้ากราฟมีความชันมากแสดงว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเร็วขึ้นแต่เมื่อพิจารณากราฟของสารผลิตภัณฑ์ (B) พบว่ากราฟจะโค้งขึ้นในช่วงแรกและจะคงที่หรือโค้งน้อยลงเหตุผลที่เป็นเช่นนั้นเพราะอัตราการเกิดปฏิกิริยาในช่วงแรกจะเร็วมากเพราะมี

สารตั้งต้นอยู่จำนวนมากโอกาสที่จะสลายตัวเป็นผลิตภัณฑ์จะมีมากกว่าแต่จะลดลงหรือคงที่ในช่วงหลังเพราะสารตั้งต้นถูกใช้หมดอัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงน้อยลงหรือคงที่

5. หลักการบูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

หลักการพอประมาณ

- พอประมาณกับเวลา
- พอประมาณกับสถานที่
- พอประมาณกับงบประมาณ วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

หลักความมีเหตุผล

- ได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
- มีความรู้ ความเข้าใจ สามารถความแตกต่างของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีแต่ละประเภทได้
- สามารถคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

หลักภูมิคุ้มกัน

- นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตและดูแลชีวิตความเป็นอยู่ของตนเอง

เงื่อนไขคุณธรรม

- ใฝ่เรียนใฝ่รู้
- ความรับผิดชอบ
- ตรงต่อเวลา
- นำไปใช้ในการดำรงชีวิตประจำวัน

เงื่อนไขความรู้

- มีการคิดวิเคราะห์เกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แนวคิดในการเกิดปฏิกิริยาเคมีและพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

6. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- 6.1 ทักษะการสังเกต
- 6.2 ทักษะการจำแนก
- 6.3 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
- 6.4 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

7. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

7.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)(10นาที) (หลักความมีเหตุผล)

- 1) ครุณาเข้าสู่บทเรียนโดยการให้นักเรียนดูภาพการเปลี่ยนแปลงต่างๆดังนี้
 - การต้มน้ำ
 - การเผาไหม้เชื้อเพลิง

- การเกิดสนิมเหล็ก
- การเตรียมน้ำเชื่อม

2) จากนั้นครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นการคิดว่า

- จากตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงข้างต้นการเปลี่ยนแปลงใดที่นักเรียนคิดว่าเป็นการเกิดปฏิกิริยาเคมีเพราะเหตุใด

เคมีเพราะเหตุใด

แนวคำตอบ : การเผาไหม้เชื้อเพลิงและการเกิดสนิมเหล็กเป็นการเกิดปฏิกิริยาเคมีเพราะมีสารใหม่เป็นผลิตภัณฑ์เกิดขึ้น

- ปฏิกิริยาเคมีคืออะไรและมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอย่างไร

แนวคำตอบ : ปฏิกิริยาเคมีคือการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นกับสารและได้ผลิตภัณฑ์เป็นสารชนิดใหม่ที่มีสมบัติทางเคมีและทางกายภาพแตกต่างจากสารตั้งต้น

- นักเรียนจะเห็นได้ว่าปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ช้าและเร็วแตกต่างกัน นักเรียนคิดว่าเรามีวิธีการใดบ้างที่สามารถทำให้เราทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นว่าเกิดขึ้นเร็วหรือช้าเพียงใด

แนวคำตอบ : หากจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์ในช่วงเวลาที่กำหนด ซึ่งสามารถหาได้จากการทดลองเท่านั้นไม่สามารถหาได้จากสมการเคมี

7.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (60 นาที) (หลักการพอประมาณ)

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 5 คนโดยวัดความสามารถของนักเรียนและให้กำหนดหน้าที่ของสมาชิกแต่ละคนให้ชัดเจน

2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับความหมายของปฏิกิริยาเคมีการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากหนังสือเรียน และใบความรู้ที่ 6.1 แล้วนำข้อมูลมาอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มโดยครูกำหนดประเด็นให้นักเรียนอภิปรายดังนี้

- 1) ความหมายของปฏิกิริยาเคมีและอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 2) กราฟของการเปลี่ยนแปลงอัตราการเกิดปฏิกิริยา
- 3) ประเภของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
 - อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย
 - อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่ง
 - อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีหนึ่ง

7.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)(20 นาที) (หลักความมีเหตุผล, หลักภูมิคุ้มกัน)

- ครูให้ตัวแทนกลุ่มแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการสืบค้นหน้าชั้นเรียน

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปเกี่ยวกับความหมายของปฏิกิริยาเคมีและอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และกราฟของการเปลี่ยนแปลงอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และลงมือทำใบความรู้ที่ 6.1

7.4 ขยายความรู้ (Elaboration) (10 นาที) (หลักความมีเหตุผล, หลักภูมิคุ้มกัน)

1) ครูถามคำถามเพื่อเชื่อมโยงสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันดังนี้

- นักเรียนคิดว่าในระบบต่างๆของร่างกายมนุษย์นั้นมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นหรือไม่อย่างไรพร้อมยกตัวอย่างประกอบ

แนวคำตอบ : ระบบต่างๆของร่างกายมนุษย์มีปฏิกิริยาเกิดขึ้นเช่นระบบย่อยอาหาร น้ำอืดลม ผื่นกรด เป็นต้น

2) ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในใบความรู้ที่ 6.1 โดยให้นักเรียนช่วยกันทำเป็นกลุ่ม

7.5 ประเมินผล (Evaluation) (10 นาที) (เงื่อนไขคุณธรรม, เงื่อนไขความรู้)

1) ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนโดยการตอบคำถามในชั้นเรียนการร่วมกิจกรรมกลุ่ม และการทำแบบฝึกหัดในใบความรู้ที่ 6.1 พร้อมกับให้ครูเฉลยใบความรู้ที่ 6.1 ร่วมกับนักเรียน

2) ครูถามนักเรียนว่ามีข้อสงสัยหรือส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจในเรื่องที่เรียนวันนี้หรืออยากเสนอแนะอะไรในการทำกิจกรรมวันนี้

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการนำเสนองาน Power Point
2. หนังสือเรียน รายวิชาเคมีเพิ่มเติมเคมี เล่ม 3 ของ สสวท.
3. ใบความรู้ที่ 6.1 ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

9. กระบวนการวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์ในการวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1) อธิบายความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ 2) บอกความแตกต่างของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีแต่ละประเภทได้ -คำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ 3) อธิบายกราฟความสัมพันธ์ของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลาได้ว่าเป็นอย่างไร	-ตรวจคะแนนจากแบบฝึกหัดในใบความรู้ที่ 6.1	-ใบความรู้ที่ 6.1 เรื่องความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนทั้งหมด : ผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 4) สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับความหมายของปฏิกิริยาเคมีการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้	-สังเกตจากการตอบคำถาม/การนำเสนอผลงาน	-แบบประเมินพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม -แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม	-ผลการประเมินมีเกณฑ์การผ่าน คือ ระดับดีขึ้นไป
ด้านเจตคติ (A) 5) ทำงานร่วมกับผู้อื่นและทำงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด	-สังเกตจากการมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่มและการทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	- แบบประเมินพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม	- ผลการประเมินมีเกณฑ์การผ่าน คือ ระดับดีขึ้นไป

แบบประเมินพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม

คำชี้แจง : ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ –สกุล (กลุ่มที่)	รายการประเมิน												คะแนน รวม (12)
	ความสนใจ			การแสดง ความคิดเห็น			การตอบ คำถาม			การยอม รับฟัง ความคิดเห็น			
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1.													
2.													
3.													
4.													
5.													
6.													
7.													
8.													
9.													
10.													

ระดับคะแนน: 3 หมายถึง ดีมาก
2 หมายถึง ดี
1 หมายถึง พอใช้

เกณฑ์การประเมินการให้คะแนนพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคล/ราย
กลุ่ม

ตัวบ่งชี้พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ การสอน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
ความสนใจ	มีความสนใจ ในการเรียน ตลอดเวลา	มีความสนใจใน การเรียนเป็นครั้งคราว	ไม่มีความสนใจ ในการเรียน
การแสดงความคิดเห็น	แสดงความคิดเห็น สม่ำเสมอ	แสดงความคิดเห็น เป็นบางครั้ง	ไม่ค่อยแสดง ความคิดเห็นนานๆ ครั้ง
การตอบคำถาม	ตอบคำถาม สม่ำเสมอประมาณ 80-100 %	ตอบคำถามไม่สม่ำเสมอ ประมาณ 50-79 %	ตอบคำถามน้อยกว่า 50 %
การยอมรับฟัง ความคิดเห็น	ยอมรับฟัง ความคิดเห็นผู้อื่น สม่ำเสมอ	ยอมรับฟังความคิดเห็น ผู้อื่นบ้าง	ไม่ยอมรับฟัง ความคิดเห็นผู้อื่น

ระดับคุณภาพ: คะแนนรวม 9 - 12 หมายถึง ดีมาก

คะแนนรวม 5 - 8 หมายถึง ดี

คะแนนรวม 1 - 4 หมายถึง พอใช้

แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม

คำชี้แจง: ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ - สกุล (กลุ่มที่)	รายการประเมิน																		รวม 12 คะแนน
	การวางแผน ค้นคว้า แหล่งข้อมูล			การเก็บ รวบรวม ข้อมูล			การจัด กระทำ ข้อมูล			การ นำเสนอ ข้อมูล			การ สรุปผล			การ เขียน รายงาน			
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1.																			
2.																			
3.																			
4.																			
5.																			
6.																			
7.																			
8.																			
9.																			
10.																			

ระดับคะแนน: 3 หมายถึง ดีมาก
2 หมายถึง ดี
1 หมายถึง พอใช้

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียน

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การวางแผนค้นคว้าแหล่งข้อมูล	มีการวางแผนที่จะค้นคว้าแหล่งข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เชื่อถือได้	มีการวางแผนที่จะค้นคว้าแหล่งข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ด้วยหลากหลายวิธี	มีการวางแผนที่จะค้นคว้าแหล่งข้อมูลเพียงแหล่งเดียวและได้ข้อมูลที่ตรงตามจุดประสงค์
2. การเก็บรวบรวมข้อมูล	มีการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนที่กำหนดทุกประการ	มีการคัดเลือกและ/หรือประเมินข้อมูล	มีการบันทึกข้อมูลเป็นระยะ
3. การจัดกระทำข้อมูล	มีการจัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบแยกแยะข้อมูล และจัดกลุ่มข้อมูลอย่างถูกต้อง ชัดเจน	มีการจัดเรียงลำดับข้อมูลถูกต้อง	ไม่มีการจัดกระทำข้อมูล
4. การนำเสนอข้อมูล	นำเสนอข้อมูลด้วยแบบนำเสนอต่างๆได้ถูกต้องกะทัดรัดชัดเจน และสื่อความหมาย	นำเสนอข้อมูลด้วยแบบนำเสนอต่าง ๆ แต่ยังไม่ถูกต้อง	นำเสนอข้อมูลที่ไม่สื่อความหมาย ไม่ถูกต้องและไม่ชัดเจน

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....

.

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในรายการที่ปฏิบัติ

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

หมายเหตุ

1. การให้คะแนน ✓ ถือเป็น 1 คะแนน
 2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)
- วิธีการให้คะแนน
- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
- ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
- ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
- ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
- ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
- ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

ครูผู้สอนใช้หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ในขั้นเตรียมการสอน / จัดการเรียนรู้

หลักความพอประมาณ	หลักความมีเหตุผล	หลักสร้างภูมิคุ้มกันที่ดีในตัว
- กำหนดเนื้อหา / สาร / กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้รายวิชาและจุดหมายสมรรถนะสำคัญ - กำหนดเนื้อหา / สาร / กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับระยะเวลา วัย และระดับชั้นของผู้เรียน โดยใช้เวลาในการสอน 1 ชั่วโมง - จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์/สื่อ/แหล่งเรียนรู้ให้เหมาะสมเพียงพอ และคุ้มค่าต่อผู้เรียน	- เพื่อให้นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ - เป็นแนวทางให้นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ - สามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้	- วิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้วางแผนและออกแบบการจัดการเรียนรู้ จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน - จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์/สื่อ/แหล่งเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัย - ครู นักเรียน มีความใกล้ชิดกัน ทำงานร่วมกัน - เตรียมทางเลือกกรณีที่ไม่สามารถสืบค้นทางอินเทอร์เน็ตได้ เช่น วีดิทัศน์ ฉายภาพนิ่ง
ความรู้ - มีความรู้เกี่ยวกับความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ - มีความรู้เกี่ยวกับความแตกต่างของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีแต่ละประเภทและคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ - มีความรู้ในการใช้สื่อ-เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ - มีความรู้และเข้าใจหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง - มีการคิดวิเคราะห์เกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แนวคิดในการเกิดปฏิกิริยาเคมีและพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี	คุณธรรม - มีความเพียรพยายามมุ่งมั่นที่จะทำให้นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ - มีความรับผิดชอบ (เข้าสอนตรงเวลา, เตรียมการสอน, เตรียมอุปกรณ์) - มีความเมตตา กรุณาต่อนักเรียนในการถ่ายทอดความรู้และสร้างเสริม ประสบการณ์แก่นักเรียนทุกคนอย่างเสมอภาค - มีความอดทนในการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและการเรียนรู้แบบร่วมมือ ร่วมใจ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน	

นักเรียนจะได้เรียนรู้ที่จะอยู่อย่างพอเพียง จากกิจกรรมการเรียนรู้

หลักความพอประมาณ	หลักความมีเหตุผล	หลักสร้างภูมิคุ้มกันที่ดีในตัว
1. ใช้วัสดุอุปกรณ์ในการจัดทำสรุปความรู้เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แนวคิดในการเกิดปฏิกิริยาเคมีและพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี 2. กำหนดหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่มได้เหมาะสมกับศักยภาพของแต่ละคนได้ 3. ระยะเวลาในการเรียนรู้มีความเหมาะสม 4. สามารถระบุความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แนวคิดในการเกิดปฏิกิริยาเคมีและพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี 5. สามารถนำความรู้เกี่ยวกับความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แนวคิดในการเกิดปฏิกิริยาเคมีและพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมีไปใช้ได้อย่างเหมาะสม	1. มีความรู้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แนวคิดในการเกิดปฏิกิริยาเคมีและพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี 2. นำความรู้เกี่ยวกับความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แนวคิดในการเกิดปฏิกิริยาเคมีและพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมีมาใช้ในชีวิตประจำวัน 3. ใช้ความรู้เกี่ยวกับความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แนวคิดในการเกิดปฏิกิริยาเคมีและพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมีไปประยุกต์ใช้	1. มีการวางแผนในการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ 2. มีการวางแผนในการทำงานกลุ่ม แบ่งหน้าที่รับผิดชอบได้ 3. มีความภูมิใจในตนเองและผลงานกลุ่ม 4. เชื่อมโยงสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
ความรู้ 1. ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ 2. ความแตกต่างของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีแต่ละประเภทและคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ 3. มีความรู้ในการใช้สื่อ-เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ 4. มีความรู้และเข้าใจหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง	คุณธรรม 1. มีความสนใจใฝ่รู้เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ 2. มีความรับผิดชอบ มีวินัยในการทำงานกลุ่ม 3. มีความขยันหมั่นเพียร อดทน และใช้สติปัญญาอย่างถูกต้องเหมาะสม 4. ซื่อสัตย์ 5. ประหยัด 6. ความสามัคคีในกลุ่ม	

ใบความรู้ที่ 6.1 เรื่องความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมี (ว30222)
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....



การเกิดสนิม



ปฏิกิริยานิวเคลียร์

1. ปฏิกิริยาเคมี

หมายถึง การที่สารในระบบเกิดการเปลี่ยนแปลงไปเป็นสารใหม่เรียกว่าผลิตภัณฑ์ซึ่งมีสมบัติเฉพาะตัวที่ต่างไปจากเดิม

2. หน่วยของอัตราการเกิดปฏิกิริยา

ขึ้นอยู่กับหน่วยปริมาณของสารและเวลาเช่น

ก๊าซ ใช้ลูกบาศก์เซนติเมตร/วินาทีหรือ cm^3/s หรือ $\text{cm}^3.\text{s}^{-1}$

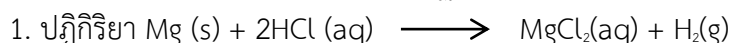
ของแข็ง ใช้เป็นกรัม/วินาที (g/s)

สารละลาย ใช้เป็นโมล/ลิตร- วินาทีหรือ mol/L/s หรือ $\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$

หรือ โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร/วินาที หรือ $\text{mol/dm}^3/\text{s}$ หรือ $\text{mol.dm}^{-3}.\text{s}^{-1}$

หน่วยของอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่ใช้มากคือโมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร/วินาที

พิจารณาตัวอย่างการวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาต่อไปนี้



ปฏิกิริยานี้อาจวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาจากสารต่างๆได้ดังนี้

- วัดจากปริมาตรของก๊าซ H_2 ที่เกิดขึ้น
- วัดจากความดันของก๊าซ H_2 ที่เกิดขึ้น
- วัดจาก pH ของสารละลายที่เพิ่มขึ้น
- วัดจากมวลของ Mg ที่ลดลง
- วัดจากความเข้มข้นของ MgCl_2 ที่เพิ่มขึ้น

3. การใช้สัญลักษณ์แทนอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ให้ $[]$ แทนความเข้มข้นหรือปริมาตรของสาร

Δ แทนการเปลี่ยนแปลง

t แทนระยะเวลาที่เกิดปฏิกิริยา

- + แทนการเพิ่มขึ้น
- แทนการลดลง

ดังนั้นจึงเขียนอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากสารต่างๆได้ดังนี้

$$R = -\frac{\Delta[\text{Mg}]}{\Delta t} = -\frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{HCl}]}{\Delta t} = +\frac{\Delta[\text{MgCl}_2]}{\Delta t} = +\frac{\Delta[\text{H}_2]}{\Delta t}$$

4. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของสารตั้งต้นหรือสารผลิตภัณฑ์ต่อเวลา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้นอาจศึกษาในรูปของความเข้มข้น จำนวนโมลที่เปลี่ยนไป หรือความดัน เป็นต้นเราสามารถที่จะหาอัตราการเปลี่ยนแปลงของสารตั้งต้น หรือสารผลิตภัณฑ์ก็ได้ โดยพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีต่อหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งในที่นี้เรียกว่า **อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี**

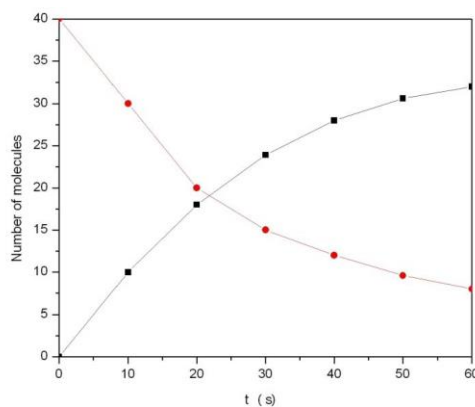
โดยทั่วไปเราจะศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาเคมีในรูปของความเข้มข้นซึ่งเขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารตั้งต้นในปฏิกิริยาเคมี} = -\frac{\Delta[\text{สารตั้งต้น}]}{\text{ระยะเวลาที่เกิดปฏิกิริยา}}$$

$$\text{อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี} = \frac{\Delta[\text{สารผลิตภัณฑ์}]}{\text{ระยะเวลาที่เกิดปฏิกิริยา}}$$

5. กราฟของการเปลี่ยนแปลงอัตราการเกิดปฏิกิริยา

หากเราติดตามปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น ณ เวลาใดๆ แล้วนำมาเขียนกราฟเราจะได้ความสัมพันธ์ของกราฟดังแสดง เมื่อสารตั้งต้น A สลายตัวกลายเป็นสารตั้งต้น B ดังสมการ



กราฟที่ 1 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ต่อเวลาเมื่อพิจารณากราฟของสารตั้งต้น (A) พบว่าความเข้มข้นของสารตั้งต้น (A) จะมีปริมาณมากที่สุด เมื่อเวลา $t=0$ แต่ความเข้มข้นของสารตั้งต้น A จะลดลงเมื่อเวลาผ่านไป

6. ประเภทของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถแสดงได้ 3 แบบดังนี้

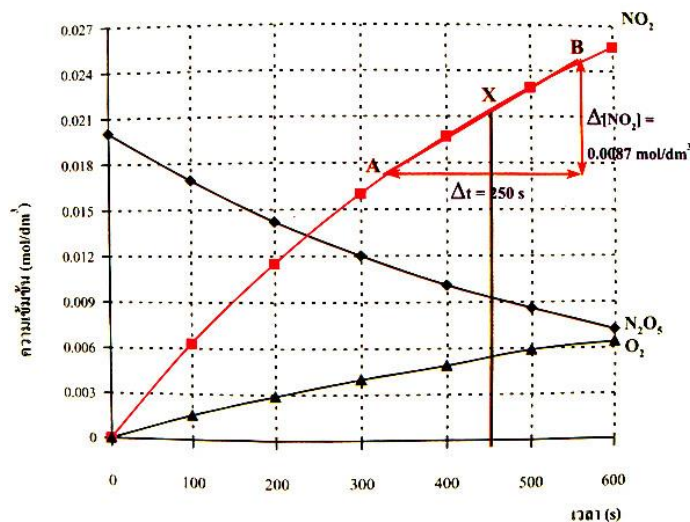
1) อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย หมายถึง ปริมาณของสารใหม่ที่เกิดขึ้น หรือสารตั้งต้นที่ลดลงทั้งหมดในหนึ่งหน่วยเวลา

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย} = \frac{\text{ปริมาณสารทั้งหมด}}{\text{เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาทั้งหมด}}$$

2) อัตราการเกิดปฏิกิริยาณ ขณะหนึ่ง หมายถึง ปริมาณของสารใหม่ที่เกิดขึ้นหรือสารตั้งต้นที่ลดลงในช่วงเวลานั้น ๆ ต่อระยะเวลาในช่วงนั้น

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาณ ขณะหนึ่ง} = \frac{\text{ปริมาณสารณ ช่วงเวลานั้น}}{\text{เวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาช่วงนั้น}}$$

3) อัตราการเกิดปฏิกิริยาณ วินาทีหนึ่ง หมายถึง ปริมาณสารที่เกิดขึ้นขณะใดขณะหนึ่งในหนึ่งหน่วยเวลาของช่วงนั้น ซึ่งมักจะหาได้จากค่าความชันของกราฟ ณ เวลานั้น ๆ ซึ่งอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีหนึ่งหาโดยตรงไม่ได้เพราะ 1 วินาทีเร็วมากการหาอัตราเร็ว ณ วินาทีหนึ่งไม่สามารถบันทึกปริมาณสารได้ทัน จึงต้องหาจากความสัมพันธ์ของปริมาณสารที่เกิดขึ้นก่อนและหลังวินาทีนั้น โดยจะต้องเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารกับเวลา แล้วจึงหาอัตราเร็ว ณ วินาทีที่ต้องการได้โดยการหาค่าความชันของกราฟ ณ วินาทีนั้น



$$\text{slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{dy}{dx}$$

แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 6.1

1. การเปลี่ยนแปลงของสารในข้อใดเกิดปฏิกิริยาเคมี

1.1 เกล็ดละลายน้ำเป็นปฏิกิริยาเคมี

☐ เห็นด้วย ☐ ไม่เห็นด้วย

မေးခွန်း.....

1.2 การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเป็นปฏิกิริยาเคมี

☐ เห็นด้วย ☐ ไม่เห็นด้วย

မေးခွန်း.....

2. สาร A ทำปฏิกิริยากับสาร B ได้สาร C เมื่อวัดความเข้มข้นของสาร A ขณะเกิดปฏิกิริยาได้ผลดังตาราง

เวลา (S)	ความเข้มข้นของสาร A (mol/dm ³)
0	1.000
20	0.818
40	0.669
60	0.548
80	0.448
100	0.367

2.1 ในช่วงเวลา 0 – 20, 40 – 60 และ 80 – 100 วินาทีที่มีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเท่ากันหรือไม่ อย่างไร และอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยมีค่าเท่าใด

[illegible]

2. จงอธิบายว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่งแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ได้รับความร้อนจะเกิดการสลายตัวดังสมการ



เมื่อเริ่มต้นปฏิกิริยามีแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ $0.1103 \text{ mol.dm}^{-3}$ หลังจากเกิดปฏิกิริยาแล้ว 60 วินาที มีแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์เหลืออยู่ $0.1076 \text{ mol.dm}^{-3}$ จงหาอัตราการสลายตัวของแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ และอัตราการเกิดแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์และแก๊สออกซิเจน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลย แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 6.1

1. การเปลี่ยนแปลงของสารในข้อใดเกิดปฏิกิริยาเคมี

1.1 แก๊สละลายน้ำเป็นปฏิกิริยาเคมี

☐ เห็นด้วย ☒ ไม่เห็นด้วย

เพราะแก๊สละลายน้ำไม่มีสารใหม่เกิดขึ้น เมื่อระเหยน้ำออกยังเหลือแก๊สเหมือนเดิม

1.2 การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเป็นปฏิกิริยาเคมี

☒ เห็นด้วย ☐ ไม่เห็นด้วย

เพราะการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงทำให้เกิดสารใหม่ขึ้นคือจากสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเป็นสารประกอบอื่นๆเช่น CO_2 , CO เป็นต้น

2. สาร A ทำปฏิกิริยากับสาร B ได้สาร C เมื่อวัดความเข้มข้นของสาร A ขณะเกิดปฏิกิริยาได้ผลดังตาราง

เวลา (S)	ความเข้มข้นของสาร A (mol/dm^3)
0	1.000
20	0.818
40	0.669
60	0.548
80	0.448
100	0.367

2.1 ในช่วงเวลา 0 – 20, 40 – 60 และ 80 – 100 วินาทีที่มีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเท่ากันหรือไม่ อย่างไร และอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยมีค่าเท่าใด

แนวคำตอบ : จากข้อมูลในตารางพบว่าสาร A ซึ่งเป็นสารตั้งต้นมีความเข้มข้นลดลง อัตราการเกิดปฏิกิริยาซึ่งคำนวณจากความเข้มข้นของสาร A ที่ลดลงต่อหนึ่งหน่วยเวลาเป็นดังนี้

$$\begin{aligned}\text{อัตราการลดลงของสาร A ในช่วงเวลา } 0 - 20 \text{ s} &= - \frac{(0.818 - 1.000) \text{ mol/dm}^3}{(20 - 0) \text{ s}} \\ &= - \frac{(-0.182 \text{ mol/dm}^3)}{20 \text{ s}} \\ &= 9.1 \times \frac{10^{-3} \text{ mol}}{\text{dm}^3} \cdot \text{s}^{-1}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{อัตราการลดลงของสาร A ในช่วงเวลา 40 -60 s} &= - \frac{(0.0548-0.669)\text{mol/dm}^3}{(60-40)\text{s}} \\
 &= - \frac{(-0.121 \text{ mol/dm}^3)}{20 \text{ s}} \\
 &= 6.0 \times 10^{-3} \text{mol/dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{อัตราการลดลงของสาร A ในช่วงเวลา 80 -100 s} &= - \frac{(0.367-0.448)\text{mol/dm}^3}{(100-80)\text{s}} \\
 &= - \frac{(-0.081 \text{ mol/dm}^3)}{20 \text{ s}} \\
 &= 4.1 \times 10^{-3} \text{mol/dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}
 \end{aligned}$$

แสดงว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาของสาร A ในช่วงเวลา 0 – 20, 40 – 60, และ 80 – 100 วินาที มีค่าไม่เท่ากัน โดยมีค่าลดลงเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น

$$\begin{aligned}
 \text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย} &= - \frac{(0.367-1.000)\text{mol/dm}^3}{(100-0)\text{s}} \\
 &= - \frac{(-0.633 \text{ mol/dm}^3)}{100 \text{ s}} \\
 &= 6.33 \times 10^{-3} \text{mol/dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}
 \end{aligned}$$

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 6.33×10^{-3} โมลต่อลูกบาศก์เซนติเมตรต่อวินาที

2. จงอธิบายว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่งแตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ : อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย เป็นค่าที่แสดงถึงความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่ลดลงหรือความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดปฏิกิริยาต่อระยะเวลาที่เกิดปฏิกิริยาอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่ง เป็นค่าที่แสดงถึงความเข้มข้นของสารตั้งต้นลดลงหรือความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น ณ จุดใดจุดหนึ่งหรือเวลาใดเวลาหนึ่งขณะปฏิกิริยากำลังดำเนินอยู่

3. แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ได้รับความร้อนจะเกิดการสลายตัวดังสมการ



เมื่อเริ่มต้นปฏิกิริยามีแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ $0.1103 \text{ mol.dm}^{-3}$ หลังจากเกิดปฏิกิริยาแล้ว 60 วินาที มีแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์เหลืออยู่ $0.1076 \text{ mol.dm}^{-3}$ จงหาอัตราการสลายตัวของแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ และอัตราการเกิดแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์และแก๊สออกซิเจน

แนวคำตอบ:

$$\begin{aligned}\text{อัตราการสลายตัวของแก๊ส } \text{NO}_2 &= - \frac{\Delta[\text{NO}_2]}{\Delta t} \\ &= - \frac{(0.1076 - 0.1103) \text{ mol/dm}^3}{\Delta t} \\ &= - \frac{(0.0027) \text{ mol/dm}^3}{60 \text{ s}} \\ &= 4.5 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3/\text{s}\end{aligned}$$

จากสมการที่ดุลแล้ว เขียนความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาของสารต่างๆ ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา} &= - \frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{NO}_2]}{\Delta t} \\ &= \frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{NO}]}{\Delta t} \\ &= \frac{\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t}\end{aligned}$$

จากสมการ จำนวนโมลของแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์และแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์เท่ากัน ดังนั้นอัตราการสลายตัวของแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์จึงเท่ากับอัตราการเกิดแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์คือ $4.5 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3/\text{s}$ แต่อัตราการเกิดแก๊สออกซิเจนจะเท่ากับ $\frac{1}{2}$ ของอัตราการเกิดแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์จึงมีค่าเท่ากับ $2.25 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3/\text{s}$

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาเคมี (ว30222)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ย่อย ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ

จำนวน 1 คาบ (55 นาที)

ภาคเรียนที่ 1

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

ทดลอง และอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แนวคิดในการเกิดปฏิกิริยาเคมีและพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

2. สาระสำคัญ

เมื่อมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น ปริมาณของสารในระบบจะมีการเปลี่ยนแปลงคือ สารตั้งต้นมีปริมาณลดลง และในขณะเดียวกันก็มีผลิตภัณฑ์เกิดขึ้น การวัดปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นหรือวัดปริมาณของสารตั้งต้นที่ลดลงทำได้หลายวิธี เช่น การชั่งมวลเมื่อสารเป็นของแข็ง วัดปริมาตรเมื่อสารเป็นแก๊ส วัดความเข้มข้นเมื่อเป็นสารละลาย โดยเวลาในการวัดอาจเป็นวินาที นาที ชั่วโมง หรือวัน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

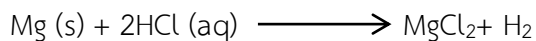
เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

- 3.1 อธิบายการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกในช่วงเวลาต่างๆได้ (K)
- 3.2 ทำการทดลองปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกได้ (P)
- 3.3 เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนกับเวลาได้(P)
- 3.4 คำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากการทดลองได้ (K)
- 3.5 ทำงานร่วมกับผู้อื่นและทำงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด (A)

4. สาระการเรียนรู้

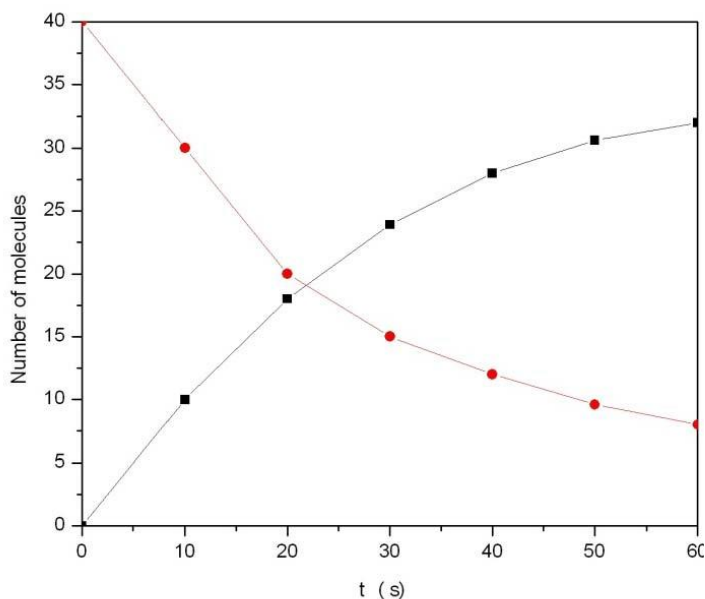
4.1 การเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

เมื่อนำลวดแมกนีเซียมใส่ลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเป็นปฏิกิริยาระหว่างโลหะ (แมกนีเซียม) กับกรด (กรดไฮโดรคลอริก) สารทั้งสองจะทำปฏิกิริยากันเกิดการเปลี่ยนแปลงได้สารใหม่เกิดขึ้นดังสมการ



4.2 กราฟของการเปลี่ยนแปลงอัตราการเกิดปฏิกิริยา

หากเราติดตามปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเวลาใดๆ แล้วนำมาเขียนกราฟ เราจะได้ความสัมพันธ์ของกราฟดังแสดงเมื่อสารตั้งต้น A สลายตัวกลายเป็นสารตั้งต้น B ดังสมการ



กราฟที่ 4.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ต่อเวลาเมื่อพิจารณากราฟของสารตั้งต้น (A) พบว่าความเข้มข้นของสารตั้งต้น (A) จะมีปริมาณมากที่สุดเมื่อเวลา $t=0$ แต่ความเข้มข้นของสารตั้งต้น A จะลดลงเมื่อเวลาผ่านไปแสดงว่าสารตั้งต้น A ถูกสลายกลายเป็นสารผลิตภัณฑ์ B กราฟที่ได้โค้งลงเมื่อเปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาของสารตั้งต้นพบว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาในช่วงแรกจะเร็วมากและจะลดลงเมื่อเวลาผ่านไปการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวสังเกตได้จากความชันของกราฟถ้ากราฟมีความชันมากแสดงว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเร็วขึ้นแต่เมื่อพิจารณากราฟของสารผลิตภัณฑ์ (B) พบว่ากราฟจะโค้งขึ้นในช่วงแรกและจะคงที่หรือโค้งน้อยลงเหตุผลที่เป็นเช่นนั้นเพราะอัตราการเกิดปฏิกิริยาในช่วงแรกจะเร็วมากเพราะมีสารตั้งต้นอยู่จำนวนมากโอกาสที่จะสลายตัวเป็นผลิตภัณฑ์จะมีมากกว่าแต่จะลดลงหรือคงที่ในช่วงหลังเพราะสารตั้งต้นถูกใช้หมดอัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงน้อยลงหรือคงที่

4.3 การคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา

การบอกอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มี 3 ลักษณะดังต่อไปนี้

1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย

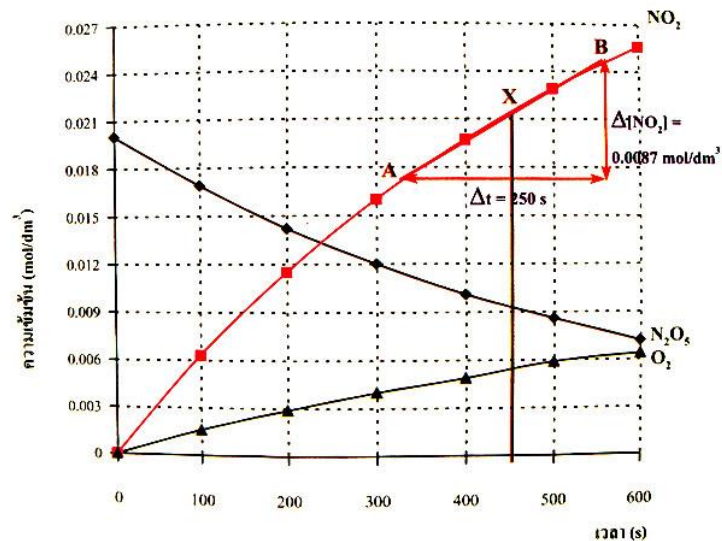
$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย} = \frac{\text{ปริมาณสารทั้งหมด}}{\text{เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาทั้งหมด}}$$

2. อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะหนึ่ง

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะหนึ่ง} = \frac{\text{ปริมาณสารในช่วงเวลานั้น}}{\text{เวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาช่วงนั้น}}$$

3. อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีหนึ่ง

อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีหนึ่ง หาโดยตรงไม่ได้เพราะ 1 วินาทีเร็วมากการหาอัตราเร็ว ณ วินาทีหนึ่งไม่สามารถบันทึกปริมาณสารได้ทัน จึงต้องหาจากความสัมพันธ์ของปริมาณสารที่เกิดขึ้นก่อนและหลังวินาทีนั้น โดยจะต้องเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารกับเวลา แล้วจึงหาอัตราเร็ว ณ วินาทีที่ต้องการได้โดยการหาค่าความชันของกราฟ ณ วินาทีนั้น ดังภาพ



ภาพที่ 1 แสดงการหาอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีหนึ่ง

5. หลักการบูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

หลักการพอประมาณ

- พอประมาณกับเวลา
- พอประมาณกับสถานที่
- พอประมาณกับงบประมาณ วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

หลักความมีเหตุผล

- ได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
- มีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกในช่วงเวลาต่างๆ ได้
- สามารถคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากการทดลองได้

หลักภูมิคุ้มกัน

- นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตและดูแลสุขภาพความเป็นอยู่ของตนเอง

เงื่อนไขคุณธรรม

- ใฝ่เรียนใฝ่รู้
- ความรับผิดชอบ
- ตรงต่อเวลา
- นำไปใช้ในการดำรงชีวิตประจำวัน

เงื่อนไขความรู้

- มีการคิดวิเคราะห์เกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แนวคิดในการเกิดปฏิกิริยาเคมีและพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

6. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- 6.1 ทักษะการสังเกต
- 6.2 ทักษะการจำแนก
- 6.3 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
- 6.4 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

7. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

7.1 ขั้นสร้างความสนใจ(Engagement)(5นาที)

1) ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการให้นักเรียนดูภาพการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ เช่น สภาพแวดล้อมของบ้านเรือน การฟุ้งร่อนของโบราณสถานการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในรถยนต์ แล้วร่วมกันอภิปรายว่าจะมีวิธีการใดที่จะหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของการเปลี่ยนแปลงของสารจากตัวอย่างเหล่านั้น

7.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (20นาที)

1) ครูให้แจ้งให้นักเรียนทราบว่าวันนี้จะทำการทดลองเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับโลหะโซเดียม โดยให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่มละ 5-6 คน โดยแต่ละคนต้องมีหน้าที่รับผิดชอบเป็นของตนเอง เช่น คนจดบันทึกผล คนทำการทดลอง คนจับเวลา คนรับอุปกรณ์ เป็นต้น

2) ครูแจกใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ศึกษา (2 นาที)

3) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลองเป็นของกลุ่มโดยใช้ข้อมูลเบื้องต้นจากใบกิจกรรมและหนังสือเรียนเคมี เล่ม 3

4) ครูทบทวนวิธีการทดลองที่นักเรียนได้ศึกษาออกแบบ โดยครูถามนักเรียนเพื่อตรวจสอบให้แน่ใจว่านักเรียนเข้าใจ โดยการใช้คำถามดังต่อไปนี้

- ในการทดลองใช้สารละลายอะไร ปริมาตรเท่าไร

แนวคำตอบ:กรดไฮโดรคลอริก 10 cm³

- การทดลองในขั้นที่ 2 ทำอย่างไร

แนวคำตอบ: นำจุกคอร์กมาบากด้านข้างเพื่อให้ช่องเหลวไหลออกได้ และกรีดกลางจุกคอร์กให้เป็นแนวเล็กๆสำหรับเสียบหลอดแมกนีเซียม

- การทดลองขั้นที่ 3 ทำอย่างไร

แนวคำตอบ: นำหลอดแมกนีเซียมที่ขีดสะอาดแล้วยาวประมาณ 10 cm^3 มาขุดให้คล้ายสปริงและเสียบที่จุกคอร์กตรงรอยกรีด แล้วนำมาปิดปากกระบอกตวง

- การทดลองขั้นที่ 4 ทำอย่างไร

แนวคำตอบ: คำนวณกระบอกตวงลงในปิกเกอร์ขนาด 100 cm^3 ที่มีน้ำอยู่ประมาณ 50 cm^3 และทำการจับเวลาเมื่อช่องเหลวในกระบอกตวงอยู่ที่ขีดแรก และทุกระยะที่ช่องเหลวลดลง 1 cm^3 จนถึงขีดที่หลอดแมกนีเซียมจะโผล่พ้นสารละลาย และบันทึกผลการทดลอง

5) ครูบอกข้อห้ามและข้อควรระวังในระหว่างการทำกิจกรรมการทดลองดังต่อไปนี้

- ห้ามนักเรียนหยอกล้อกันขณะทำการทดลอง

- ถ้าสารละลายกรดกระเด็นถูกเสื้อผ้าหรือผิวหนังให้รีบล้างออกด้วยน้ำสะอาด ทันที

6) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนถามข้อสงสัยในการทำกิจกรรมการทดลอง

7) ครูแจกอุปกรณ์และนักเรียนลงมือทำกิจกรรมการทดลอง โดยมีครูดูแลและให้คำแนะนำในระหว่างนักเรียนทำการทดลองให้ครูกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถามว่าถึงขั้นไหนและได้ผลอย่างไรเพื่อให้เกิดนักเรียนมีสมาธิและให้ความสนใจอยู่กับการทำการทดลองและการบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการทดลอง

7.3 ขั้นตอนิบายและลงข้อสรุป (explanation)(10 นาที)

1) ครูแจ้งนักเรียนว่าจะสรุปผลการทดลองที่ 6.1 โดยครูจับฉลากสุ่มตัวแทนกลุ่ม 4 กลุ่มนำเสนอผลการทดลองของแต่ละกลุ่มที่ได้หน้าชั้นเรียน โดยให้ครูเขียนตารางบันทึกผลการทดลองไว้บนกระดาน

2) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกจากผล

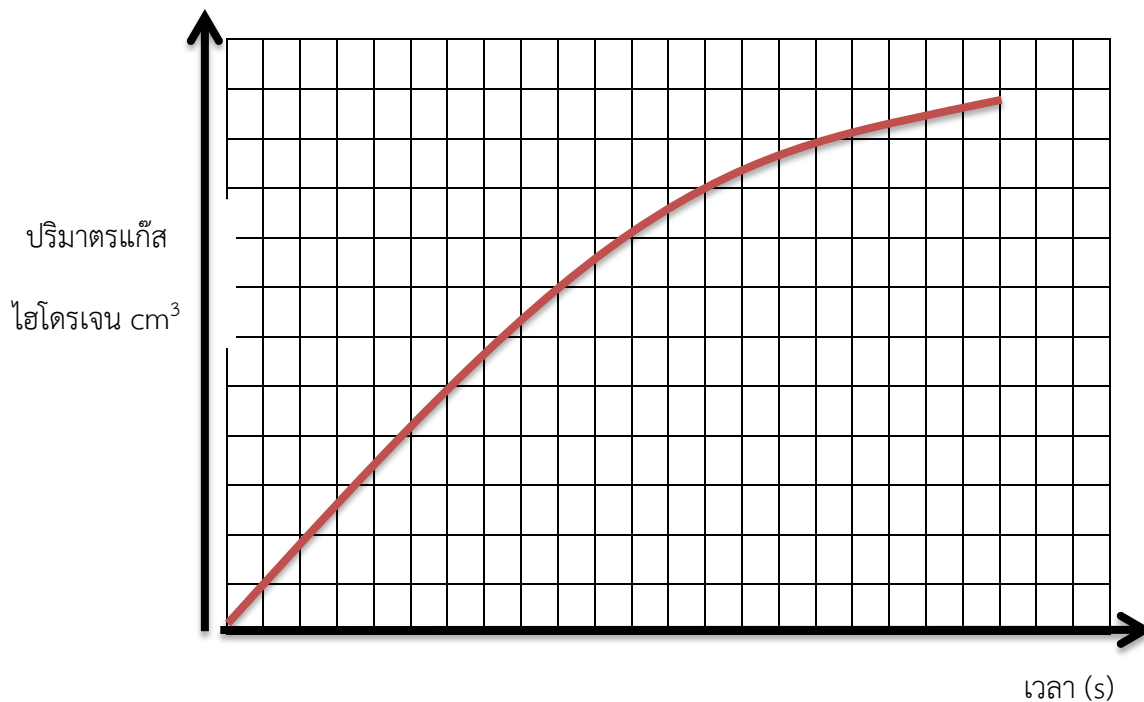
การทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยใช้คำถามต่อไปนี้

- การเกิดแก๊สในแต่ละช่วงปริมาตรใช้เวลาเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ: ไม่เท่ากัน ในช่วงแรกใช้เวลาน้อยกว่าและต่อมาใช้เวลามากขึ้น

- นักเรียนคิดว่าเราสามารถเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สกับเวลา และใช้กราฟในการอธิบายการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกได้หรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ: ได้ ครูและนักเรียนร่วมกันลงมือเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ในการอธิบายการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก



กราฟที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแก๊สไฮโดรเจนกับเวลา

- นักเรียนคิดว่ามีวิธีการใดอีกบ้างที่ใช้วัดปริมาณสารในปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

แนวคำตอบ:

1. วัดมวลของแมกนีเซียมที่ลดลงต่อเวลา (หน่วยเป็นกรัมต่อวินาที)
2. วัดความเข้มข้นของ HCl ที่ลดลงต่อเวลา (หน่วยเป็นโมลต่อลิตรต่อวินาที)
3. วัดความเข้มข้นของ $MgCl_2$ ที่เกิดขึ้นต่อเวลา (หน่วยเป็นโมลต่อลิตรต่อวินาที)
4. วัดปริมาตรของแก๊ส H_2 ที่เกิดขึ้นต่อเวลา (หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตรต่อวินาที)

แต่วิธีที่สะดวกที่สุดคือวัดปริมาตรของแก๊ส H_2 ที่เกิดขึ้นต่อเวลาทำได้โดยการนำแก๊สที่เกิดขึ้นเข้าสู่

อุปกรณ์วัดปริมาตร

7.4 ขยายความรู้ (Elaboration) (15 นาที)

1) ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันที่สามารถใช้ความรู้ในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีไปอธิบายได้โดยให้นักเรียนยกตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นได้ช้า และเร็ว

- เรื่องการเกิดสนิมเหล็ก
- การเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง

2) ครูเปิดสถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันให้นักเรียนดู

7.5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) (10 นาที)

1) ครูถามนักเรียนว่าวันนี้ได้เรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องอะไรบ้าง ถ้านักเรียนยังตอบไม่ตรงประเด็นให้ครูกระตุ้นด้วยคำถามต่อไปนี้

- เราสามารถหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารได้อย่างไร

แนวคำตอบ: พิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีต่อหนึ่งหน่วยเวลา

- อัตราการเกิดปฏิกิริยาของสารมีความคงที่ตลอดเวลาหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ: ไม่คงที่ ในช่วงเริ่มต้นปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นได้เร็วและจะช้าลงเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น

2) ครูถามนักเรียนว่ามีข้อสงสัยหรือส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจในเรื่องที่เรียนวันนี้หรืออยากเสนอแนะอะไรในการทำกิจกรรมวันนี้

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- 1) สื่อการนำเสนองาน Power Point
- 2) หนังสือเรียน รายวิชาเคมีเพิ่มเติมเคมี เล่ม 3 ของ สสวท.
- 3) ใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.1
- 4) สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ เข้าถึงได้จาก <https://phet.colorado.edu/en/simulation/reactions-and-rates>

สารเคมี

- 1) ลวดแมกนีเซียม $0.5 \times 7 \text{ cm}$
- 2) สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.2 mol/dm^3

อุปกรณ์

- 1) กระจกบอทวงขนาด 10 cm^3
- 2) ปีกเกอร์ขนาด 100 cm^3
- 3) จุกคอร์กสำหรับปิดกระจกบอทวง
- 4) นาฬิกาจับเวลา
- 5) กระดาษทราย $2 \times 3 \text{ cm}$
- 6) ไบมีดโกน

9. กระบวนการวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์ในการวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1) อธิบายการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกในช่วงเวลาต่างๆได้ (K) 2) คำนวนหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากการทดลองได้	-การตรวจคะแนนคำถามท้ายการทดลองที่ 6.1	-ใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.1 เรื่องปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก	-นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70ขึ้นไปของคะแนนทั้งหมด : ผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 3) ทำการทดลองปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกได้ 4) เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนกับเวลาได้	-สังเกตจากการตอบคำถาม/การนำเสนอผลการทดลอง - การตรวจแบบบันทึกผลการทดลองที่ 6.1	-แบบบันทึกผลการทดลองที่ 6.1 เรื่องปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก -แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง	-ผลการประเมินมีเกณฑ์การผ่าน คือ ระดับปานกลางขึ้นไป
ด้านเจตคติ (A) 5) ทำงานร่วมกับผู้อื่นและทำงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด	-สังเกตจากการมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่มและการทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	-แบบบันทึกสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	-ผลการประเมินมีเกณฑ์การผ่าน คือ ระดับพอใช้ขึ้นไป

แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างของนักเรียนที่ปฏิบัติพฤติกรรมนั้นๆ

ข้อที่	รายการที่สังเกต	กลุ่มที่							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม								
2	แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล								
3	รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในชั้นเรียน								
4	ความตรงต่อเวลา								
5	รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย								
รวม									
ระดับคุณภาพ									

เกณฑ์การประเมิน

ระดับ 3 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 4-5 รายการ

ระดับ 2 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 2-3 รายการ

ระดับ 1 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 1 รายการ

เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียนตามกลุ่ม ระดับคุณภาพที่ประเมิน

ระดับ 3 เท่ากับ ดีมาก

ระดับ 2 เท่ากับ ดี

ระดับ 1 เท่ากับ พอใช้

ผลการประเมิน

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง

การทดลอง ปฏิกริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

คำชี้แจง สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองแล้วทำเครื่องหมาย / ในพฤติกรรมระดับคุณภาพ

ที่	พฤติกรรม/ ระดับคะแนน ชื่อ-สกุล	การใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือ			การดูแลและ เก็บอุปกรณ์/ เครื่องมือ			การนำเสนอผล การทดลอง			รวม	ระดับ คุณภาพ
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	12	
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

เกณฑ์การประเมินการทำกิจกรรมการทดลอง

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือ	การใช้อุปกรณ์/เครื่องมือ ในการทดลองได้อย่าง คล่องแคล่วและถูกต้อง ตามหลักการปฏิบัติ	การใช้อุปกรณ์/เครื่องมือ ในการทดลองได้อย่าง ถูกต้องตามหลักการ ปฏิบัติแต่ไม่คล่องแคล่ว	การใช้อุปกรณ์/เครื่องมือ ไม่ถูกต้อง
2. การดูแลและเก็บ อุปกรณ์/เครื่องมือ	ดูแลและเก็บอุปกรณ์/ เครื่องมือทดลองอย่างดี มีการทำความสะอาด และเก็บอย่างถูกต้องตาม หลักการ	ดูแลและเก็บอุปกรณ์/ เครื่องมือทดลองอย่างดี มีการทำความสะอาดแต่ อาจเก็บไม่ถูกต้องตาม หลักการ	ไม่ดูแลและเก็บอุปกรณ์/ เครื่องมือและไม่สนใจทำ ความสะอาดและเก็บเข้า ที่
3. การนำเสนอผลการ ทดลอง	สามารถนำเสนอผลการ ทดลองได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนเป็นขั้นตอน	สามารถนำเสนอผลการ ทดลองได้อย่างถูกต้อง แต่ยังไม่เป็นขั้นตอน	ต้องให้คำชี้แนะในการ บันทึกผลการทดลองจึง ปฏิบัติได้

การสรุปผลการประเมินให้เป็นระดับคุณภาพ 0,1,2 ใช้เกณฑ์ดังนี้

ผลรวมของคะแนน 9-12 คะแนนให้ระดับคุณภาพ 2 (ดี)

ผลรวมของคะแนน 4-8 คะแนนให้ระดับคุณภาพ 1 (พอใช้)

ผลรวมของคะแนน 0-3 คะแนนให้ระดับคุณภาพ 0 (ควรปรับปรุง)

เกณฑ์การผ่าน ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....

.

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในรายการที่ปฏิบัติ

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

หมายเหตุ

1. การให้คะแนน ✓ ถือเป็น 1 คะแนน
 2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)
- วิธีการให้คะแนน
- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
- ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
- ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
- ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
- ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
- ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

ใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.1
เรื่องปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

ชื่อ – สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ชื่อ – สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ชื่อ – สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ชื่อ – สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ชื่อ – สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ชื่อ – สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ผู้ควบคุม

ปฏิบัติการ.....

วันที่ทำปฏิบัติการ.....เดือน.....พ.ศ.....

➤ **จุดประสงค์การทดลอง**

1. ทดลองการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างลวดแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกได้
2. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นกับเวลาได้
3. หาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเฉลี่ยจากผลการทดลองได้

อุปกรณ์และสารเคมี (ต่อกลุ่ม)

รายการ	จำนวน
สารเคมี	
1.ลวดแมกนีเซียม 0.5 X 7 cm	1 ชิ้น
2. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.2 mol/dm ³	20 cm ³
อุปกรณ์	
1. กระจกบอขวดขนาด 10 cm ³	1 ใบ
2. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm ³	1 ใบ
3. จุกคอร์กสำหรับปิดกระจกบอขวด	1 อัน
4. นาฬิกาจับเวลา	1 เรือน
5. กระดาษทราย 2x3 cm	1 ชิ้น
4. ใบมีดโกน	1 อัน

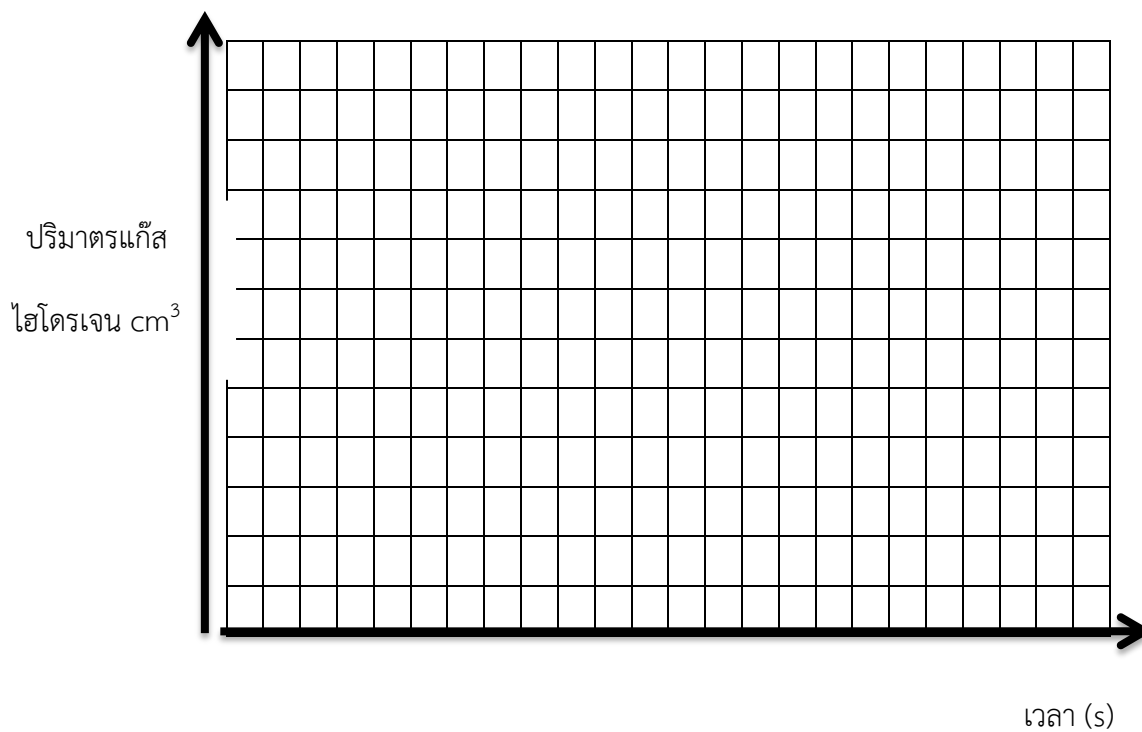
ขั้นตอนการทดลอง

ให้นักเรียนทำตามขั้นตอนที่ได้สรุปมาในใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.1

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้น (cm ³)	เวลา (s)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊ส H₂ กับเวลา โดยใช้ข้อมูลในตารางที่ได้จากการทดลอง



สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

อภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ปฏิกริยาระหว่างลวดแมกนีเซียมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเขียนแทนด้วยสมการได้อย่างไร

.....

.....

2. อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนช่วงขีดปริมาตร 5-10 cm³หาได้อย่างไร และมีค่าเท่าใด

.....

.....

.....

3. อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนเฉลี่ยมีค่าเป็นเท่าใด

.....

.....

.....

.....

4. มีวิธีการใดอีกบ้างที่ใช้วัดปริมาณสารในปฏิกริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

.....

.....

5. จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊ส H₂กับเวลาที่ใช้ในการทดลองมีลักษณะอย่างไรและแนวโน้มของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเป็นอย่างไร

.....

.....

เฉลยคำถามท้ายการทดลอง

1.ปฏิกิริยาระหว่างลวดแมกนีเซียมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเขียนแทนด้วยสมการได้อย่างไร

แนวคำตอบ:



2.อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนช่วงขีดปริมาตร 5-10 cm³หาได้อย่างไร และมีค่าเท่าใด

แนวคำตอบ: ใช้สูตร

$$\text{อัตราการเกิดแก๊ส } \text{H}_2 = \frac{\text{ปริมาตรแก๊ส } \text{H}_2 \text{ ที่เกิดขึ้นเฉพาะช่วงนั้น}}{\text{เวลาที่ใช้เฉพาะช่วงนั้น}}$$

3.อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนเฉลี่ยมีค่าเป็นเท่าใด

แนวคำตอบ: ใช้สูตร

$$\text{อัตราการเกิดแก๊ส } \text{H}_2 \text{ เฉลี่ย} = \frac{\text{ปริมาตรแก๊ส } \text{H}_2 \text{ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด}}{\text{เวลาที่ใช้ทั้งหมด}}$$

4.มีวิธีการใดอีกบ้างที่ใช้วัดปริมาณสารในปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

แนวคำตอบ:

1. วัดมวลของแมกนีเซียมที่ลดลงต่อเวลา (หน่วยเป็นกรัมต่อวินาที)

2. วัดความเข้มข้นของHClที่ลดลงต่อเวลา (หน่วยเป็นโมลต่อลิตรต่อวินาที)

3. วัดความเข้มข้นของMgCl₂ที่เกิดขึ้นต่อเวลา (หน่วยเป็นโมลต่อลิตรต่อวินาที)

4. วัดปริมาตรของกาซH₂ที่เกิดขึ้นต่อเวลา (หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตรต่อวินาที)

แต่วิธีที่สะดวกที่สุดคือวัดปริมาตรของกาซH₂ที่เกิดขึ้นต่อเวลาทำได้โดยการนำกาซที่เกิดขึ้นเข้าสู่
อุปกรณ์วัดปริมาตร

5.จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊ส H₂กับเวลาที่ใช้ในการทดลองมีลักษณะอย่างไร
และแนวโน้มของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ: เมื่อเริ่มต้นการทดลองอัตราการเกิดปฏิกิริยาเกิดขึ้นเร็ว เมื่อเวลาผ่านไปอัตราการ
เกิดปฏิกิริยาจะค่อยๆ ช้าลง

ใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.1
เรื่องปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

ชื่อ - สกุล.....	ชั้น.....	เลขที่.....	หน้าที่.....
ชื่อ - สกุล.....	ชั้น.....	เลขที่.....	หน้าที่.....
ชื่อ - สกุล.....	ชั้น.....	เลขที่.....	หน้าที่.....
ชื่อ - สกุล.....	ชั้น.....	เลขที่.....	หน้าที่.....
ชื่อ - สกุล.....	ชั้น.....	เลขที่.....	หน้าที่.....
ชื่อ - สกุล.....	ชั้น.....	เลขที่.....	หน้าที่.....

คำชี้แจง :ให้นักเรียนสรุปขั้นตอนการทดลองที่ 6.1 เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก
โดยการวาดภาพอุปกรณ์ และคำอธิบายประกอบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

หน่วยการเรียนรู้ย่อย แนวคิดเกี่ยวกับเกิดปฏิกิริยาเคมีและพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ

ภาคเรียนที่ 1

รายวิชาเคมี (ว30222)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 2 คาบ (110 นาที)

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

ทดลองและอธิบายอัตราเกิดปฏิกิริยาเคมีแนวคิดในการเกิดปฏิกิริยาเคมีและพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

2. สาระสำคัญ

ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้เมื่ออนุภาคมีการชนกันในทิศทางที่เหมาะสม และอนุภาคที่ชนกันจะต้องเป็นอนุภาคที่มีพลังงานสูงพอที่จะทำให้พลังงานการชนมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยานั้น และในการเกิดปฏิกิริยาจะมีพลังงานเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเนื่องจากการสลายพันธะและการสร้างพันธะระหว่างอะตอมของสารในระบบ ทำให้เกิดปฏิกิริยาการคายหรือดูดพลังงาน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

3.1 สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิดของการเกิดปฏิกิริยาเคมีและพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี (P)

3.2 อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ทฤษฎีจลน์ การชนกันของอนุภาค และการเกิดสารเชิงซ้อน และระบุปัจจัยที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (K)

3.3 บอกความหมายของพลังงานก่อกัมมันต์ และทำนายความยากง่ายของการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยพิจารณา

จากค่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยานั้นๆได้(K)

3.4 บอกความหมายจากกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยา และระบุได้ว่าเป็นปฏิกิริยาประเภทดูดหรือคายพลังงานได้ (K)

3.5 หาค่าพลังงานที่ดูดกลืน พลังงานที่คายออก และพลังงานรวมของปฏิกิริยาจากกราฟได้ (K)

3.6 ทำงานร่วมกับผู้อื่นและทำงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด (A)

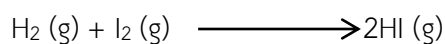
4. สารการเรียนรู้

4.1 แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

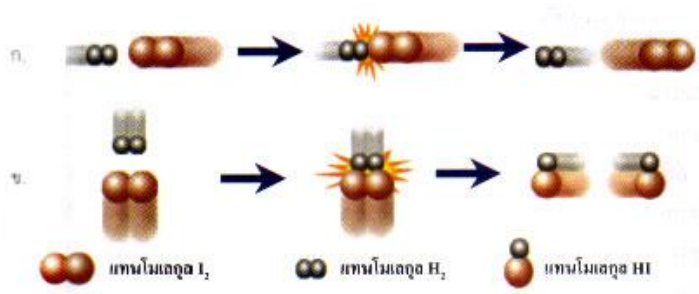
นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าในการเกิดปฏิกิริยาเคมีอนุภาคของสารตั้งต้นซึ่งอาจเป็นโมเลกุลอะตอมหรือไอออนจะต้องชนกันถ้าการชนกันทุกครั้งทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีผลทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้เร็วแต่จากการทดลองพบว่า การชนกันของอนุภาคไม่สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาทุกครั้งมีเพียงบางครั้งเท่านั้นที่มีปฏิกิริยาเกิดขึ้น

จากทฤษฎีจลน์อธิบายได้ว่า ณ อุณหภูมิหนึ่งโมเลกุลของแก๊สชนิดเดียวกันเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วแตกต่างกันโมเลกุลที่เคลื่อนที่ช้าจะมีพลังงานจลน์ต่ำส่วนโมเลกุลที่เคลื่อนที่เร็วจะมีพลังงานจลน์สูงถ้าโมเลกุลที่มีพลังงานจลน์สูงหรือมีอัตราเร็วสูงชนกันพลังงานที่เกิดจากการชนก็จะมีค่าสูงด้วยถ้ามีพลังงานสูงพอที่จะเกิดการสลายพันธะในสารตั้งต้นแล้วสร้างพันธะใหม่ขึ้นเป็นสารผลิตภัณฑ์ซึ่งก็คือการเกิดปฏิกิริยาเคมี แต่ถ้าโมเลกุลที่มีพลังงานจลน์ต่ำเกิดการชนกันและพลังงานมีค่าไม่สูงพอที่จะไม่เกิดปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น

เมื่ออนุภาคของสารชนกันแล้วจะมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นหรือไม่ยังขึ้นอยู่กับทิศทางในการชนกันด้วยเช่นปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สไอโอดีนดังสมการ



การที่จะได้แก๊สไฮโดรเจนไอโอดีนเกิดขึ้นโมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สไอโอดีนจะต้องมีการชนกันและอาจจัดตัวขณะชนกันได้ดังรูป

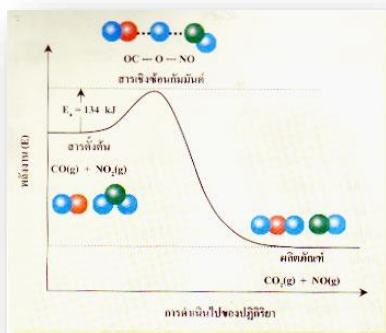


รูปที่ 4.1 แสดงการชนกันของโมเลกุลของสาร

(ที่มา: <http://www.thaigoodview.com/library/studentshow/2549/nongkhai/kudbongphittayakarn/p02.htm>)

เมื่อพิจารณาการชนกันของโมเลกุล H₂ กับ I₂ พบว่าการชนกันแบบข. มีโอกาสที่จะเกิดปฏิกิริยาเคมีได้มากกว่าแบบก. เนื่องจากทิศทางในการชนกันของโมเลกุลทั้งสองความเหมาะสมจากข้อมูลทีกล่าวนมาแล้วช่วยให้สรุปได้ว่าปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้เมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสมรวมทั้งต้องมีพลังงานที่เกิดจากการชนกันอย่างน้อยที่สุดปริมาณหนึ่งซึ่งเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์ใช้สัญลักษณ์ย่อเป็น E_a

สำหรับการอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมีอีกแนวคิดหนึ่งอธิบายว่าเมื่อสารเข้าทำปฏิกิริยากันจะมีสารใหม่เกิดขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์และในระหว่างที่สารตั้งต้นเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์นั้นจะมีสารเชิงซ้อนกัมมันต์เกิดขึ้นก่อนเพียงชั่วขณะแล้วสารเชิงซ้อนกัมมันต์ก็สลายให้ผลิตภัณฑ์ต่อไปเช่นปฏิกิริยาระหว่างแก๊สCO กับNO₂ เกิดเป็นแก๊สCO₂และNO ซึ่งอาจเขียนแผนภาพแสดงดังรูปที่ 4.2

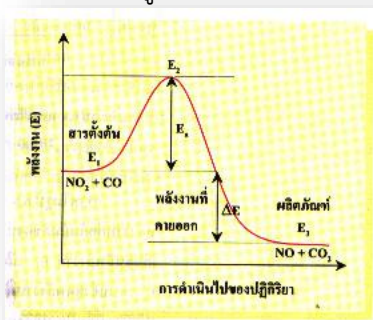


รูปที่ 4.2 การเกิดสารเชิงซ้อนกัมมันต์แล้วเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์
(ที่มา: <http://www.thaigoodview.com/library/studentshow/2549/nongkhai/kudbongphittayakarn/p02.htm>)

ทางด้านสารตั้งต้นจะมีพันธะระหว่างอะตอมC กับO ในโมเลกุลCO และN กับO ในโมเลกุลNO₂เท่านั้น เมื่อเกิดเป็นสารเชิงซ้อนกัมมันต์ความแข็งแรงของพันธะระหว่างอะตอมN กับO ในNO₂จะลดลงและเริ่มมีพันธะอย่างอ่อนๆเกิดขึ้นระหว่างอะตอมของC ในCO กับO ในNO₂เมื่อสารเชิงซ้อนกัมมันต์สลายตัวให้ผลิตภัณฑ์จะมีการสลายพันธะเดิมระหว่างอะตอมN กับO และมีพันธะระหว่างอะตอมC กับO เกิดขึ้นแทนที่สารเชิงซ้อนกัมมันต์อยู่ในสถานะที่ไม่เสถียรเพราะมีพลังงานสูงมากสถานะดังกล่าวนี้เรียกว่าสถานะแทรนซิชันจึงอาจกล่าวได้ว่าพลังงานของสถานะแทรนซิชันจะมีค่าประมาณพลังงานก่อกัมมันต์นั่นเองทั้งนี้เพราะการที่ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้อ่อนภาคของสารที่ชนกันจะต้องมีพลังงานอย่างน้อยที่สุดเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์

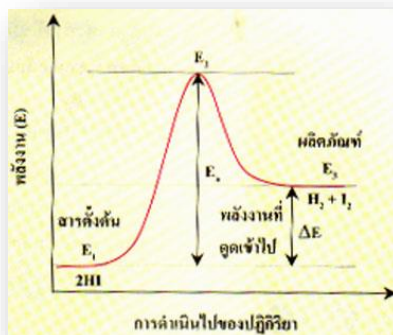
4.2 พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

การเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีพลังงานเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเนื่องจากการสลายและสร้างพันธะระหว่างอะตอมของสารในระบบอาจเขียนแสดงด้วยกราฟดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงพลังงานของปฏิกิริยา (ปฏิกิริยาคายพลังงาน)
(ที่มา: <http://www.thaigoodview.com/library/teachershow/nongkhai/onuma-b/chemical/sec01p08.html>)

จากกราฟรูป 4.3 อธิบายได้ว่าสารตั้งต้นมีพลังงาน E_1 เมื่อโมเลกุลของสารตั้งต้นชนกันมีพลังงานเป็น E_2 หลังจากนั้นก็จะเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งมีพลังงานเป็น E_3 ผลต่างระหว่างพลังงาน E_2 กับ E_1 คือพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา (E_a) เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมีพลังงานเท่ากับ E_3 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า E_1 ระบบจึงคายพลังงานออกมา มีค่าเท่ากับ $E_3 - E_1 = \Delta E$ ซึ่งมีค่าเป็นลบ (-) ดังนั้นปฏิกิริยานี้จึงเป็น **ปฏิกิริยาคายพลังงาน**



รูปที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงพลังงานของปฏิกิริยา

(ที่มา: <http://www.thaigoodview.com/library/teachershow/nongkhai/onuma-b/chemical/sec01p08.html>)

กราฟในรูปที่ 4.3 อธิบายได้ว่าสารตั้งต้นมีพลังงาน E_1 พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาเท่ากับ E_a และผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมีพลังงาน E_3 เนื่องจากในปฏิกิริยานี้ E_3 มีค่าสูงกว่า E_1 ระบบจึงดูดพลังงานเข้าไปมีค่าเท่ากับ $E_3 - E_1 = \Delta E$ ซึ่งมีค่าเป็นบวก (+) ดังนั้นปฏิกิริยานี้จึงเป็น **ปฏิกิริยาดูดพลังงาน**

จากคำอธิบายที่กล่าวมาแล้วช่วยให้สรุปได้ว่าปฏิกิริยาเคมีใดๆที่เป็นปฏิกิริยาคายพลังงานผลิตภัณฑ์จะมีพลังงานต่ำกว่าสารตั้งต้นในทางตรงกันข้ามถ้าเป็นปฏิกิริยาดูดพลังงานผลิตภัณฑ์พลังงานสูงกว่าสารตั้งต้น

5. หลักการบูรณาการกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

หลักการพอประมาณ

- พอประมาณกับเวลา
- พอประมาณกับสถานที่
- พอประมาณกับงบประมาณ วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

หลักความมีเหตุผล

- ได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
- มีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับแนวคิดการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ทฤษฎีจลน์ การชนกันของอนุภาค และการเกิดสารเชิงซ้อน และระบุปัจจัยที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้
- มีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับความหมายของพลังงานก่อกัมมันต์ และทำนายความยากง่ายของการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยพิจารณาจากค่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยานั้นๆได้
- มีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับความหมายจากกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยา และระบุได้ว่าเป็นปฏิกิริยาประเภทดูดหรือคายพลังงานได้

- สามารถหาค่าพลังงานที่ดูดกลืน พลังงานที่คายออก และพลังงานรวมของปฏิกิริยาจากกราฟได้

หลักภูมิคุ้มกัน

- นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของพลังงานก่อกัมมันต์ และทำนายความยากง่ายของการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยพิจารณาจากค่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยานั้นๆได้
- สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตและดูแลชีวิตความเป็นอยู่ของตนเอง

เงื่อนไขคุณธรรม

- ใฝ่เรียนใฝ่รู้
- ความรับผิดชอบ
- ตรงต่อเวลา
- นำไปใช้ในการดำรงชีวิตประจำวัน

เงื่อนไขความรู้

- มีการคิดวิเคราะห์เกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แนวคิดในการเกิดปฏิกิริยาเคมีและพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

6. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- 6.1 ทักษะการสังเกต
- 6.2 ทักษะการจำแนก
- 6.3 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
- 6.4 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

7. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

7.1 ขั้นสร้างความสนใจ(Engagement)(10นาที)

1) ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องของความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและนำเข้าสู่นี้อาณาที่จะเรียนด้วยคำถามต่อไปนี้

- อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีคืออะไร

แนวคำตอบ: อัตราการเกิดปฏิกิริยาเป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารตั้งต้นหรือสารผลิตภัณฑ์ต่อเวลาซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้นอาจศึกษาในรูปของความเข้มข้นจำนวนโมลที่เปลี่ยนไปหรือความดันเป็นต้น

- นักเรียนคิดว่าปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้อย่างไร

แนวคำตอบ: ตามความคิดของนักเรียน

7.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (60นาที)

- ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ และให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 6.2 เรื่องแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี และพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

- ครูให้สาธิตสถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ในเรื่องทฤษฎีการชนและการเกิดปฏิกิริยาเคมีให้นักเรียนดู พร้อมกับอธิบาย

7.3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) (20 นาที)

- ครูสุ่มเลือกตัวแทนนักเรียน 5 คน ออกมาอภิปรายจากเรื่องที่ได้ศึกษาจากใบความรู้และสถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์

- ครูถามนักเรียนว่าใครมีแนวคิดที่แตกต่างจากที่เพื่อนออกมานำเสนอ ให้ออกมานำเสนอเพิ่มเติม

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี และพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี โดยใช้คำถามต่อไปนี้

- ในการเกิดปฏิกิริยาอนุภาคสารตั้งต้นในปฏิกิริยาจะต้องเกิดการกระทำใดต่อกัน

แนวคำตอบ: อนุภาคสารตั้งต้นต้องชนกัน

- นอกจากอนุภาคสารตั้งต้นจะต้องชนกันแล้ว ปัจจัยที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้คืออะไร

แนวคำตอบ: 1. ทิศทางการชนต้องเหมาะสม 2. พลังงานที่เกิดจากการชนกันของสารจะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยานั้น

- พลังงานก่อกัมมันต์คืออะไร

แนวคำตอบ: พลังงานที่น้อยที่สุดที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยา เป็นค่าที่คำนวณจากการทดลอง

- การที่บางปฏิกิริยาเกิดขึ้นช้ามากเป็นเพราะอะไร

แนวคำตอบ: เพราะปฏิกิริยานั้นมีค่าพลังงานก่อกัมมันต์สูงมาก และอนุภาคที่มีพลังงานสูงมีจำนวนน้อย โอกาสที่จะชนกันเพื่อให้ได้พลังงานสูงเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์จึงมีน้อย

- การที่บางปฏิกิริยาเกิดได้เร็วเป็นเพราะอะไร

แนวคำตอบ: เพราะปฏิกิริยานั้นมีค่าพลังงานก่อกัมมันต์ต่ำ และอนุภาคที่มีพลังงานสูงมีจำนวนมากโอกาสที่จะชนกันเพื่อให้ได้พลังงานสูงเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์จึงมีมาก

- ถ้าพลังงานที่เกิดจากการชนกันมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาจะทำให้สารตั้งต้นเกิดเป็นสารอะไรก่อนที่จะเป็นผลิตภัณฑ์

แนวคำตอบ: สารเชิงซ้อนกัมมันต์

- เมื่อเกิดสารเชิงซ้อนกัมมันต์แล้ว สารเชิงซ้อนกัมมันต์จะคายพลังงานแล้วเปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งถ้าพลังงานของผลิตภัณฑ์ต่ำกว่าพลังงานของสารตั้งต้นจะเป็นปฏิกิริยาประเภทใด

แนวคำตอบ: ปฏิกิริยาคายพลังงาน

- ถ้าพลังงานของผลิตภัณฑ์สูงกว่าพลังงานของสารตั้งต้นจะเป็นปฏิกิริยาประเภทใด

แนวคำตอบ: ปฏิกิริยาดูดพลังงาน

7.4 ชั้นขยายความรู้ (Elaboration) (10 นาที)

- ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย

- ครูให้นักเรียนได้ขยายความรู้โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบทในใบความรู้ที่ 6.2 เรื่องแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี และพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

7.5 ชั้นประเมินผล (Evaluation) (10นาที)

-ประเมินจากการที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นทั้งภายในกลุ่มและภายนอกกลุ่ม

- ครูเฉลยแบบฝึกเสริมทักษะที่ 6.2ตรวจและประเมินผลการทำแบบฝึกหัดท้ายบทในใบความรู้ที่ 6.2

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- 1) สื่อการนำเสนองาน Power Point
- 2) หนังสือเรียน รายวิชาเคมีเพิ่มเติมเคมี เล่ม 3 ของ สสวท.
- 3) ใบความรู้ที่ 6.2 เรื่องแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี และพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี
- 4) สื่อการสอน Animationเข้าถึงได้ที่ <http://www.youtube.com/watch?v=OkGzaSOkyf4>และ <http://www.youtube.com/watch?v=VblaK6PLrRM>
- 5) สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์เข้าถึงได้ที่ <http://phet.colorado.edu/th/simulation/reactions-and-rates>

9.กระบวนการวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์ในการวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1)อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ทฤษฎีจลน์การชนกันของอนุภาคและการเกิดสารเชิงซ้อนได้ 2)แปลความหมายจากกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาและระบุได้ว่าเป็นปฏิกิริยาประเภทดูดหรือคายพลังงาน	-การตรวจคะแนนจากใบความรู้ที่ 6.2 เรื่องแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี และพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี	- ใบความรู้ที่ 6.2 เรื่องแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี และพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี	-นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70ขึ้นไปของคะแนนทั้งหมด : ผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 3)สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิดของการเกิดปฏิกิริยาเคมีและพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี	-สังเกตจากพฤติกรรมการทำงานและจากงานที่ได้รับมอบหมาย	-แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลรายบุคคล/รายกลุ่ม	- ผลการประเมินเกณฑ์การผ่าน คือ ระดับดี ขึ้นไป
ด้านเจตคติ (A) 4) ทำงานร่วมกับผู้อื่นและทำงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด	-สังเกตจากการมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่มและการทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	-แบบประเมินพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม	- ผลการประเมินเกณฑ์การผ่าน คือ ระดับดี ขึ้นไป

แบบประเมินพฤติกรรมที่มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม

คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ – สกุล (กลุ่มที่)	รายการประเมิน												คะแนน รวม (12)
	ความสนใจ			การแสดง ความคิดเห็น			การตอบ คำถาม			การยอม รับฟัง ความคิดเห็น			
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1.													
2.													
3.													
4.													
5.													
6.													
7.													
8.													
9.													
10.													

ระดับคะแนน: 3 หมายถึง ดีมาก
2 หมายถึง ดี
1 หมายถึง พอใช้

เกณฑ์การประเมินการให้คะแนนพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคล/ราย
กลุ่ม

ตัวบ่งชี้พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ การสอน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
ความสนใจ	มีความสนใจ ในการเรียน ตลอดเวลา	มีความสนใจใน การเรียนเป็นครั้งคราว	ไม่มีความสนใจ ในการเรียน
การแสดงความคิดเห็น	แสดงความคิดเห็น สม่ำเสมอ	แสดงความคิดเห็น เป็นบางครั้ง	ไม่ค่อยแสดง ความคิดเห็นนานๆ ครั้ง
การตอบคำถาม	ตอบคำถาม สม่ำเสมอประมาณ 80-100 %	ตอบคำถามไม่สม่ำเสมอ ประมาณ 50-79 %	ตอบคำถามน้อยกว่า 50 %
การยอมรับฟัง ความคิดเห็น	ยอมรับฟัง ความคิดเห็นผู้อื่น สม่ำเสมอ	ยอมรับฟังความคิดเห็น ผู้อื่นบ้าง	ไม่ยอมรับฟัง ความคิดเห็นผู้อื่น

ระดับคุณภาพ: คะแนนรวม 9 - 12 หมายถึง ดีมาก

คะแนนรวม 5 - 8 หมายถึง ดี

คะแนนรวม 1 - 4 หมายถึง พอใช้

แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม

คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ - สกุล (กลุ่มที่)	รายการประเมิน																		รวม 12 คะแนน
	การวางแผน ค้นคว้า แหล่งข้อมูล			การเก็บ รวบรวม ข้อมูล			การจัด กระทำ ข้อมูล			การ นำเสนอ ข้อมูล			การ สรุปผล			การ เขียน รายงาน			
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1.																			
2.																			
3.																			
4.																			
5.																			
6.																			
7.																			
8.																			
9.																			
10.																			

ระดับคะแนน: 3 หมายถึง ดีมาก
2 หมายถึง ดี
1 หมายถึง พอใช้

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียน

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การวางแผนค้นคว้าแหล่งข้อมูล	มีการวางแผนที่จะค้นคว้าแหล่งข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เชื่อถือได้	มีการวางแผนที่จะค้นคว้าแหล่งข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ด้วยหลากหลายวิธี	มีการวางแผนที่จะค้นคว้าแหล่งข้อมูลเพียงแหล่งเดียวและได้ข้อมูลที่ตรงตามจุดประสงค์
2. การเก็บรวบรวมข้อมูล	มีการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนที่กำหนดทุกประการ	มีการคัดเลือกและ/หรือประเมินข้อมูล	มีการบันทึกข้อมูลเป็นระยะ
3. การจัดกระทำข้อมูล	มีการจัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบแยกแยะข้อมูล และจัดกลุ่มข้อมูลอย่างถูกต้อง ชัดเจน	มีการจัดเรียงลำดับข้อมูลถูกต้อง	ไม่มีการจัดกระทำข้อมูล
4. การนำเสนอข้อมูล	นำเสนอข้อมูลด้วยแบบนำเสนอต่างๆได้ถูกต้องกะทัดรัดชัดเจน และสื่อความหมาย	นำเสนอข้อมูลด้วยแบบนำเสนอต่าง ๆ แต่ยังไม่ถูกต้อง	นำเสนอข้อมูลที่ไม่สื่อความหมาย ไม่ถูกต้องและไม่ชัดเจน

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....

.

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในรายการที่ปฏิบัติ

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

หมายเหตุ

3. การให้คะแนน ✓ ถือเป็น 1 คะแนน
4. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
 ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
 ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
 ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)
วิธีการให้คะแนน
 ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
 ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
 ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
 ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
 ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
 ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

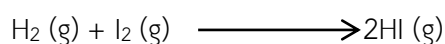
ใบความรู้ที่ 6.2 เรื่องแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

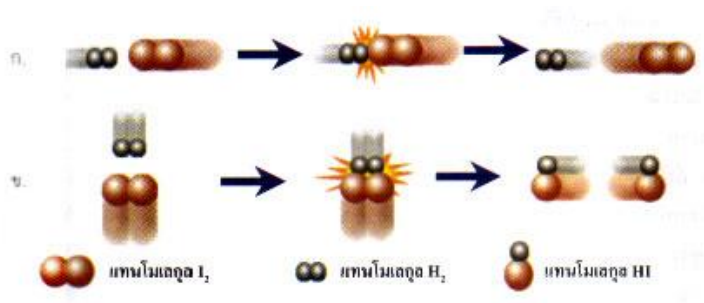
นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าในการเกิดปฏิกิริยาเคมีอนุภาคของสารตั้งต้นซึ่งอาจเป็นโมเลกุลอะตอมหรือไอออนจะต้องชนกันถ้าการชนกันทุกครั้งทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีผลทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้เร็วแต่จากการทดลองพบว่า การชนกันของอนุภาคไม่สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาทุกครั้งมีเพียงบางครั้งที่อนุภาคที่มีปฏิกิริยาเกิดขึ้น

จากทฤษฎีจลน์อธิบายได้ว่าอนุภาคหนึ่งโมเลกุลของแก๊สชนิดเดียวกันเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วแตกต่างกันโมเลกุลที่เคลื่อนที่ช้าจะมีพลังงานจลน์ต่ำส่วนโมเลกุลที่เคลื่อนที่เร็วจะมีพลังงานจลน์สูงถ้าโมเลกุลที่มีพลังงานจลน์สูงหรือมีอัตราเร็วสูงชนกันพลังงานที่เกิดจากการชนก็จะมีค่าสูงด้วยถ้ามีพลังงานสูงพอที่จะเกิดการสลายพันธะในสารตั้งต้นแล้วสร้างพันธะใหม่ขึ้นเป็นสารผลิตภัณฑ์ซึ่งก็คือการเกิดปฏิกิริยาเคมี แต่ถ้าโมเลกุลที่มีพลังงานจลน์ต่ำเกิดการชนกันและพลังงานมีค่าไม่สูงพอที่จะไม่เกิดปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น

เมื่ออนุภาคของสารชนกันแล้วจะมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นหรือไม่ยังขึ้นอยู่กับทิศทางในการชนกันด้วยเช่นปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สไอโอดีนดังสมการ



การที่จะได้แก๊สไฮโดรเจนไอโอดีนเกิดขึ้นโมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สไอโอดีนจะต้องมีการชนกันและอาจจัดตัวขณะชนกันได้ดังรูป



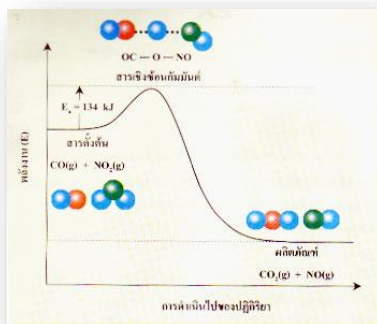
รูปที่ แสดงการชนกันของโมเลกุลของสาร

(ที่มา: <http://www.thaigoodview.com/library/studentshow/2549/nongkhai/kudbongphittayakarn/p02.htm>)

เมื่อพิจารณาการชนกันของโมเลกุล H_2 กับ I_2 พบว่าการชนกันแบบข. มีโอกาสที่จะเกิดปฏิกิริยาเคมีได้มากกว่าแบบก. เนื่องจากทิศทางในการชนกันของโมเลกุลทั้งสองความเหมาะสมจากข้อมูลที่กล่าวมาแล้วช่วยให้สรุปได้ว่าปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้เมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสมรวมทั้งต้องมีพลังงานที่เกิดจากการชนกันอย่างน้อยที่สุดปริมาณหนึ่งซึ่งเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์ใช้สัญลักษณ์ย่อเป็น E_a

สำหรับการอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมีอีกแนวคิดหนึ่งอธิบายว่าเมื่อสารเข้าทำปฏิกิริยากันจะมีสารใหม่เกิดขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์และในระหว่างที่สารตั้งต้นเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์นั้นจะมีสารเชิงซ้อนกัมมันต์เกิดขึ้นก่อนเพียง

ชั่วขณะแล้วสารเชิงซ้อนกัมมันต์ก็สลายให้ผลิตภัณฑ์ต่อไปเช่นปฏิกิริยาระหว่างแก๊สCO กับNO₂ เกิดเป็นแก๊สCO₂และNO ซึ่งอาจเขียนแผนภาพแสดงดังรูปที่ 1

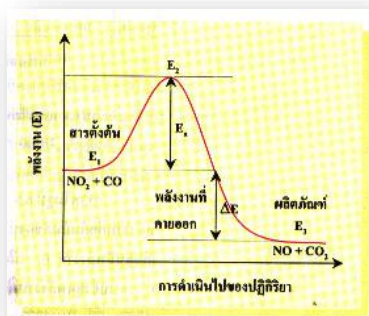


รูปที่ 1 การเกิดสารเชิงซ้อนกัมมันต์แล้วเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์
(ที่มา: <http://www.thaigoodview.com/library/studentshow/2549/nongkhai/kudbongphittayakarn/p02.htm>)

ทางด้านสารตั้งต้นจะมีพันธะระหว่างอะตอมC กับO ในโมเลกุลCO และN กับO ในโมเลกุลNO₂เท่านั้น เมื่อเกิดเป็นสารเชิงซ้อนกัมมันต์ความแข็งแรงของพันธะระหว่างอะตอมN กับO ในNO₂จะลดลงและเริ่มมีพันธะอย่างอ่อนๆเกิดขึ้นระหว่างอะตอมของC ในCO กับO ในNO₂เมื่อสารเชิงซ้อนกัมมันต์สลายตัวให้ผลิตภัณฑ์จะมีการสลายพันธะเดิมระหว่างอะตอมN กับO และมีพันธะระหว่างอะตอมC กับO เกิดขึ้นแทนที่สารเชิงซ้อนกัมมันต์อยู่ในสถานะที่ไม่เสถียรเพราะมีพลังงานสูงมากสถานะดังกล่าวนี้เรียกว่าสถานะแทรนซิชันจึงอาจกล่าวได้ว่าพลังงานของสถานะแทรนซิชันจะมีค่าประมาณพลังงานก่อกัมมันต์นั่นเองทั้งนี้เพราะการที่ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้อ่อนภาคของสารที่ชนกันจะต้องมีพลังงานอย่างน้อยที่สุดเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์

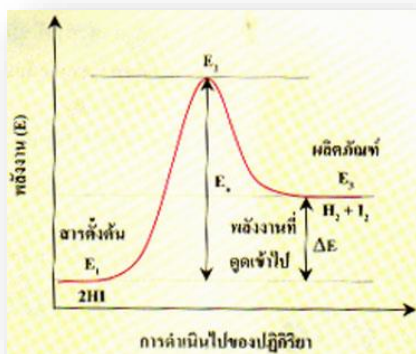
2. พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี

การเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีพลังงานเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเนื่องจากการสลายและสร้างพันธะระหว่างอะตอมของสารในระบบอาจเขียนแสดงด้วยกราฟดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การเปลี่ยนแปลงพลังงานของปฏิกิริยา (ปฏิกิริยาคายพลังงาน)
(ที่มา: <http://www.thaigoodview.com/library/teachershow/nongkhai/onuma-b/chemical/sec01p08.html>)

จากกราฟรูป2อธิบายได้ว่าสารตั้งต้นมีพลังงาน E_1 เมื่อโมเลกุลของสารตั้งต้นชนกันมีพลังงานเป็น E_2 หลังจากนั้นก็จะเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งมีพลังงานเป็น E_3 ผลต่างระหว่างพลังงาน E_2 กับ E_1 คือพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา (E_a) เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมีพลังงานเท่ากับ E_3 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า E_1 ระบบจึงคายพลังงานออกมา มีค่าเท่ากับ $E_3 - E_1 = \Delta E$ ซึ่งมีค่าเป็นลบ (-) ดังนั้นปฏิกิริยานี้จึงเป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน



รูปที่ 3 การเปลี่ยนแปลงพลังงานของปฏิกิริยา (ปฏิกิริยาดูดพลังงาน)

(ที่มา: <http://www.thaigoodview.com/library/teachershow/nongkhai/onuma-b/chemical/sec01p08.html>)

กราฟในรูปที่ 3 อธิบายได้ว่าสารตั้งต้นมีพลังงาน E_1 พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาเท่ากับ E_a และผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมีพลังงาน E_3 เนื่องจากในปฏิกิริยานี้ E_3 มีค่าสูงกว่า E_1 ระบบจึงดูดพลังงานเข้าไปมีค่าเท่ากับ $E_3 - E_1 = \Delta E$ ซึ่งมีค่าเป็นบวก (+) ดังนั้นปฏิกิริยานี้จึงเป็นปฏิกิริยาดูดพลังงาน

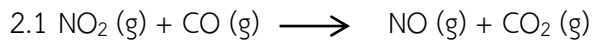
จากคำอธิบายที่กล่าวมาแล้วช่วยให้สรุปได้ว่าปฏิกิริยาเคมีใดๆที่เป็นปฏิกิริยาคายพลังงานผลิตภัณฑ์จะมีพลังงานต่ำกว่าสารตั้งต้นในทางตรงกันข้ามถ้าเป็นปฏิกิริยาดูดพลังงานผลิตภัณฑ์พลังงานสูงกว่าสารตั้งต้น

แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 6.2

แนวคิดกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาและพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยา

1. จงแสดงการจัดตัวของโมเลกุลและทิศทางการชนที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาต่อไปนี้

2.



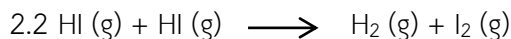
แทนไนโตรเจน



แทนออกซิเจน



แทนคาร์บอน



แทนไฮโดรเจน



แทนไอโอดีน

3. พลังงานก่อกัมมันต์กับพลังงานที่เปลี่ยนไปของปฏิกิริยาเกี่ยวข้องกันหรือไม่อย่างไร

พลังงานก่อกัมมันต์กับพลังงานที่เปลี่ยนไปของปฏิกิริยา.....

เพราะ

.....

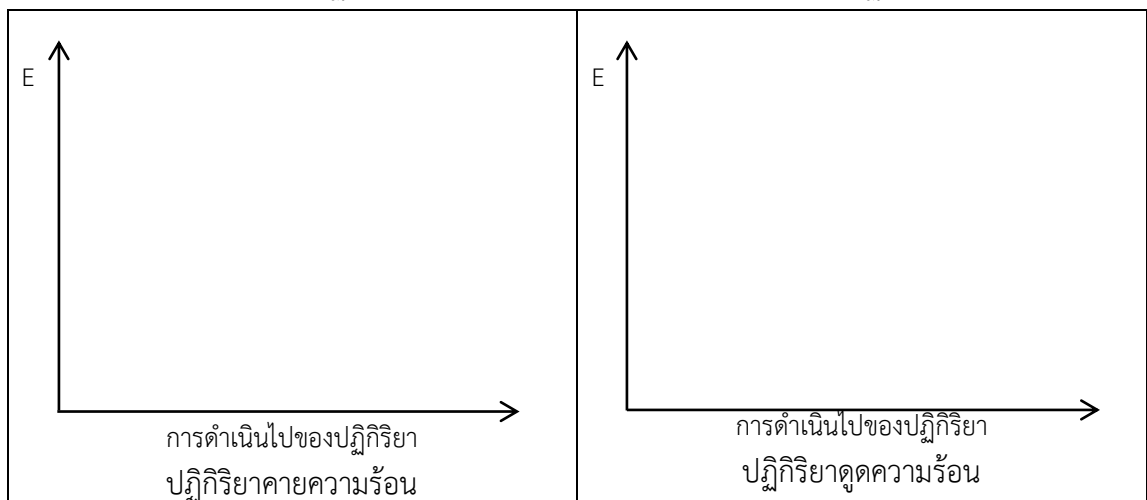
....

4. การเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาหนึ่ง ดังสมการ $\text{A} (\text{g}) + \text{B} (\text{g}) \longrightarrow \text{C} (\text{g})$ จากการทดลองพบว่ามีพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาย้อนกลับเท่ากับ 150 kJ และมีพลังงานของปฏิกิริยาเท่ากับ 20 kJ

4.1 ถ้าปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน

4.2 ถ้าปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน

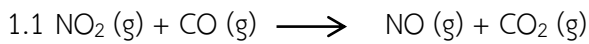
จงเขียนกราฟการดำเนินไปของปฏิกิริยานี้ และจงบอกค่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยานี้ทั้งสองกรณี



เฉลย แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 6.2

แนวคิดกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาและพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยา

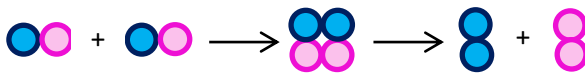
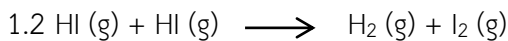
1. จงแสดงการจัดตัวของโมเลกุลและทิศทางการชนที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาต่อไปนี้



● แทนไนโตรเจน

● แทนออกซิเจน

● แทนคาร์บอน



● แทนไฮโดรเจน

● แทนไอโอดีน

2. พลังงานก่อกัมมันต์กับพลังงานที่เปลี่ยนไปของปฏิกิริยาเกี่ยวข้องกันหรือไม่อย่างไร

พลังงานก่อกัมมันต์กับพลังงานที่เปลี่ยนไปของปฏิกิริยาไม่เกี่ยวข้องกัน

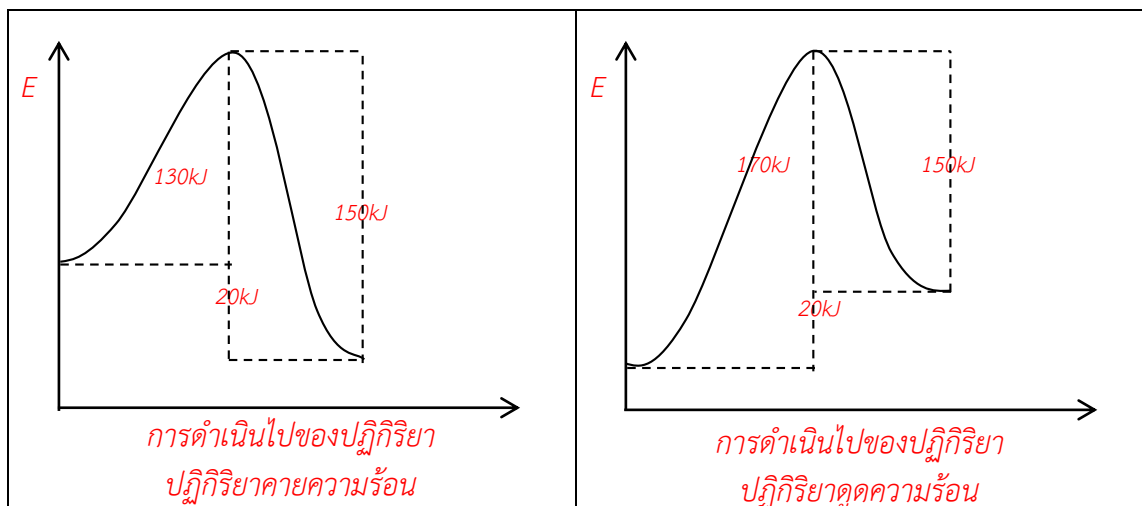
เพราะพลังงานก่อกัมมันต์คือพลังงานที่น้อยที่สุดที่ทำให้เกิดปฏิกิริยา ส่วนพลังงานที่เปลี่ยนไปของปฏิกิริยาคือผลต่างระหว่างพลังงานของสารตั้งต้นกับสารผลิตภัณฑ์

3. การเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาหนึ่ง ดังสมการ $\text{A} (\text{g}) + \text{B} (\text{g}) \longrightarrow \text{C} (\text{g})$ จากการทดลองพบว่า มีพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาย้อนกลับเท่ากับ 150 kJ และมีพลังงานของปฏิกิริยาเท่ากับ 20 kJ

3.1 ถ้าปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน

3.2 ถ้าปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน

3.3 จงเขียนกราฟการดำเนินไปของปฏิกิริยานี้ และจงบอกค่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยานี้ทั้งสองกรณี



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาเคมี (ว30222)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ย่อย ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ผู้สอนประจำวิชา ครูดุษฐารามณ์ สุวรรณ

จำนวน 1 คาบ (55 นาที)

ภาคเรียนที่ 1

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

ทดลองวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลของความเข้มข้นพื้นที่ผิวอุณหภูมิตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. สาระสำคัญ

อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆซึ่งแบ่งได้ 5 ประการได้แก่ธรรมชาติของสารตั้งต้นความเข้มข้นของสารตั้งต้นพื้นที่ผิวอุณหภูมิและตัวเร่งปฏิกิริยา

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

- 3.1บอกปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาได้ (K)
- 3.2อธิบายผลของปัจจัยที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาได้ (K)
- 3.3สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (P)
- 3.4ทำงานร่วมกับผู้อื่นและทำงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด (A)

4. สาระการเรียนรู้

1) ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1.1) ธรรมชาติของสารตั้งต้น

สารตั้งต้นบางชนิดทำปฏิกิริยาได้เร็วแต่บางชนิดทำปฏิกิริยาได้ช้าเช่นแผ่นโลหะทองแดงหรือแผ่นโลหะเงินจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้ช้ามากแม้ว่าจะใช้เปลวไฟช่วยก็ไม่สามารถทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วได้ ส่วนแผ่นโลหะแมกนีเซียมสามารถติดไฟได้เร็วมากหรือฟอสฟอรัสขาวสามารถติดไฟได้เลยในอากาศเป็นต้น

1.2) ความเข้มข้นของสารตั้งต้น

เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นจำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นที่เข้าทำปฏิกิริยาก็มีมากขึ้นด้วยจึงทำให้อนุภาคของสารตั้งต้นมีโอกาสชนกันมากขึ้นและเมื่ออนุภาคที่เข้าชนกันมีพลังงานมากพอก็สามารถเกิดปฏิกิริยาขึ้นได้แต่ถ้าความเข้มข้นของสารตั้งต้นลดลงอัตราการเกิดปฏิกิริยาก็จะลดลง

1.3) พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น

พื้นที่ผิวจะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากการศึกษาเกี่ยวกับปฏิกิริยาของโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกจะเกิดก๊าซ H_2 จากการทดลองพบว่าเมื่อเปลี่ยนความยาวของลวดแมกนีเซียมอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นซึ่งถือว่าพื้นที่ผิวมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีพื้นที่ผิวจะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาในปฏิกิริยาเนื้อผสม (heterogeneous) เท่านั้นเช่นปฏิกิริยาที่กล่าวมา $Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$ ถ้าทำให้ลวดแมกนีเซียมเป็นชิ้นเล็กๆจะพบว่าปฏิกิริยาจะเกิดเร็วกว่าลวดแมกนีเซียมที่เป็นแผ่นหรือขดเป็นสปริงแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ผิวมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1.4) อุณหภูมิ

ยิ่งอุณหภูมิสูงปฏิกิริยายิ่งดำเนินไปเร็วการเพิ่มอุณหภูมิให้กับปฏิกิริยาเคมีทำให้โมเลกุลของสารตั้งต้นเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเฉลี่ยเพิ่มขึ้นซึ่งจะส่งผลให้โมเลกุลมีพลังงานสูงขึ้นไปด้วยในทางทฤษฎีกล่าวว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น10 องศาเซลเซียสอัตราการชนกันของโมเลกุลจะเพิ่มขึ้นเพียง0.01 เท่าแต่ในทางปฏิบัติเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น10องศาเซลเซียสอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นประมาณ2-3เท่าและเมื่อพลังงานจลน์ของโมเลกุลสูงขึ้นจะก่อให้เกิดผลคือ - การเพิ่มอุณหภูมิเป็นการเพิ่มพลังงานจลน์ให้อนุภาคทำให้อนุภาคเคลื่อนที่เร็วขึ้นจึงเพิ่มโอกาสในการชนมากขึ้น(ความถี่ในการชนมากขึ้น)มากขึ้น

- การเพิ่มอุณหภูมิเป็นการเพิ่มจำนวนโมเลกุลที่มีพลังงานจลน์สูงซึ่งเมื่อชนกันแล้วเกิดผลสำเร็จทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยามีค่าสูงขึ้น

1.5) ตัวเร่ง (Catalyze)

ตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) คือสารที่เติมลงไปปฏิกิริยาแล้วทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้เร็วขึ้นหรือทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นโดยที่ตัวเร่งปฏิกิริยาอาจจะมีส่วนร่วมในการเกิดปฏิกิริยาด้วยหรือไม่ก็ได้แต่เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาตัวเร่งเหล่านี้จะมีต้องมีปริมาณเท่าเดิมและมีสมบัติเหมือนเดิมการที่ตัวเร่งปฏิกิริยาสามารถเพิ่มอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้เนื่องจากว่า

- ตัวเร่งปฏิกิริยาช่วยลดพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาให้ต่ำลงจึงทำให้มีโมเลกุลที่มีพลังงานสูงกว่าหรือเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์จำนวนมากขึ้นปฏิกิริยาเคมีจึงเกิดเร็วขึ้นแต่จะไม่ทำให้พลังงานของปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงไป

- ตัวเร่งปฏิกิริยามีสมบัติคือเข้าร่วมในปฏิกิริยาและเมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดจะแยกตัวออกมาเป็นสารเดิม

1.6) สารยับยั้งปฏิกิริยาหรือตัวหน่วงปฏิกิริยา (inhibitor) เป็นสารที่เติมลงไปปฏิกิริยาแล้วทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นช้าลงหรือทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาลดลงและเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาตัวหน่วงปฏิกิริยาจะกลับคืนมาเหมือนเดิมและมีมวลคงที่การที่ตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมีสามารถลดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถลดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้เนื่องจากว่าตัวหน่วงปฏิกิริยาจะทำให้พลังงานก่อกัมมันต์เพิ่มขึ้นจึงทำให้มีโมเลกุลที่มีพลังงานสูงกว่าหรือเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์จำนวนน้อยลงปฏิกิริยาจึงเกิดได้ช้าลง

5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)(5นาที)

1) ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการเปิดวิดีโอเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น การเผาเหล็กที่มีพื้นที่ผิวแตกต่างกัน การแช่ยาเม็ดฟู่ในน้ำร้อนกับน้ำเย็น เป็นต้น

2) ครูถามคำถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดการเกิดปฏิกิริยาเคมีของเหล็กและยาเม็ดฟู่จึงแตกต่างกัน

แนวคำตอบ: ขนาดแตกต่างกัน อุณหภูมิที่ต่างกัน ปริมาณที่ต่างกัน

3) นักเรียนคิดว่ามีปัจจัยอะไรบ้างที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

แนวคำตอบ: อุณหภูมิ ความเข้มข้น พื้นที่ผิว หรือตามแนวคิดของนักเรียน

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (20นาที)

1) ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 5 คน โดยความสามารถของนักเรียนและให้กำหนดหน้าที่ของสมาชิกแต่ละคนให้ชัดเจนเพื่อให้ทำงานแบบร่วมมือร่วมใจโดยให้แต่ละคนมีหน้าที่รับผิดชอบที่ชัดเจน ประกอบด้วย คุณอำนวย จำนวน 1 คน คุณเสนอ จำนวน 1 คน คุณวางแผน จำนวน 1 คน และคุณจัดการจำนวน 1 คน สมาชิกที่เหลือเป็นคุณกิจ (โดยคุณอำนวย มีหน้าที่ดูแลและประเมินผลการทำงานของกลุ่ม และทำหน้าที่เป็นคุณกิจด้วย คุณเสนอ มีหน้าที่บันทึกผลการทำงานของกลุ่ม นำเสนอผลงานของกลุ่ม และทำหน้าที่เป็นคุณกิจด้วย คุณวางแผนมีหน้าที่กำหนดขั้นตอนการทำงานของกลุ่ม รับอุปกรณ์และรับเอกสารและทำหน้าที่เป็นคุณกิจด้วย คุณจัดการ มีหน้าที่กระตุ้นและติดตามการดำเนินงานของกลุ่มให้เป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนด และทำหน้าที่เป็นคุณกิจด้วย คุณกิจ มีหน้าที่ปฏิบัติกิจกรรมหรือการทำงานของกลุ่ม)

2) ครูเชื่อมโยงความรู้เรื่องปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับความหมายของปฏิกิริยาเคมี การเกิดปฏิกิริยาเคมีจากหนังสือเรียน และใบความรู้ที่ 6.4 แล้วนำข้อมูลมาอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มลงในใบความรู้ที่ 6.4 โดยครูกำหนดประเด็นให้นักเรียนอภิปรายดังนี้

1. ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1.1 ธรรมชาติของสารตั้งต้น

1.2 อุณหภูมิ

1.3 พื้นที่ผิว

1.5 ความเข้มข้นของสาร

1.6 ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา

5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)(10 นาที)

1) ครูให้ตัวแทนกลุ่มแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการสืบค้นหน้าชั้นเรียน

2) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การถามคำถามกระตุ้นดังต่อไปนี้

- ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีอะไรบ้าง

แนวคำตอบ: ธรรมชาติของสารตั้งต้น อุณหภูมิ พื้นที่ผิว ความเข้มข้น และตัวเร่งตัวหน่วงปฏิกิริยา

-ธรรมชาติของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

แนวคำตอบ: สำหรับสารต่างชนิดกันจะสามารถเกิดปฏิกิริยาได้เร็วหรือช้าขึ้นขึ้นอยู่กับสมบัติเฉพาะตัวของสารแต่ละชนิดเช่นโลหะโซเดียมทำปฏิกิริยากับน้ำเย็นได้เร็วมากและเกิดปฏิกิริยารุนแรงในขณะที่โลหะแมกนีเซียมทำปฏิกิริยากับน้ำเย็นได้ช้าแต่เกิดได้เร็วขึ้นเมื่อใช้น้ำร้อน เป็นต้น

- ความเข้มข้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

แนวคำตอบ: การเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายเป็นการเพิ่มจำนวนอนุภาคของสารที่ชนกัน มีโอกาสที่อนุภาคของสารจะชนกันในทิศทางที่เหมาะสมมากขึ้น ทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้น

-อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

แนวคำตอบ: การเพิ่มหรือลดอุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพลังงานจลน์ของอนุภาคของสารตั้งต้นที่อุณหภูมิสูงอนุภาคของสารจะมีพลังงานจลน์สูงและเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้อนุภาคมีโอกาสชนกันและมีการเกิดปฏิกิริยาที่สูงกว่า

- พื้นที่ผิวมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

แนวคำตอบ: เมื่อขนาดของสารตั้งต้นเล็กลงหรือทำให้มีรูพรุนมากขึ้นจะทำให้มีรูพรุนมากขึ้นจะทำให้พื้นที่ผิวของสารเพิ่มขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีก็จะเพิ่มขึ้น

- ตัวเร่งและตัวหน่วงมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

แนวคำตอบ: ตัวเร่งปฏิกิริยาช่วยลดพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาให้ต่ำลงจึงทำให้มีโมเลกุลที่มีพลังงานสูงกว่าหรือเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์จำนวนมากขึ้นปฏิกิริยาเคมีจึงเกิดเร็วขึ้นแต่จะไม่ทำให้พลังงานของปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงไป

-ตัวหน่วงปฏิกิริยา (inhibitor) เป็นสารที่เติมลงไปในปฏิกิริยาแล้วทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นช้าลงหรือทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาลดลง

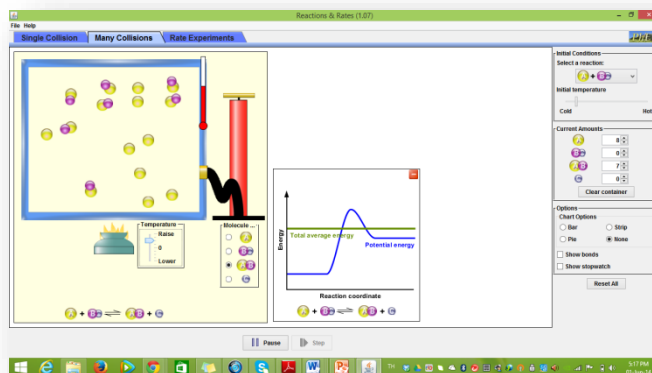
5.4 ขยายความรู้ (Elaboration) (10นาที)

1) ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันที่สามารถใช้ความรู้ในเรื่องปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีไปอธิบายได้ เช่น

-การเอามะละกอใส่ในแกงเนื้อ

-การเคี้ยวอาหาร

2)ครูสาธิตสถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีให้นักเรียนดูเพื่อขยายความรู้



รูปที่ 1 แสดงสถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
(ที่มา: <http://phet.colorado.edu/th/simulation/reactions-and-rates>)

- ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 6.3 เรื่องปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

5.5 ชั้นประเมินผล (Evaluation) (10 นาที)

1) ครูถามคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน

- ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมีอะไรบ้าง

แนวคำตอบ: ธรรมชาติของสารตั้งต้น อุณหภูมิ พื้นที่ผิว ความเข้มข้นของสารตัวเร่ง และตัวหน่วงปฏิกิริยา

2) เราสามารถควบคุมอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้หรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ: ควบคุมได้ โดยการควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จะทำให้เราสามารถที่จะควบคุมอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีให้เป็นไปตามที่ต้องการได้

3) ครูตรวจแบบฝึกหัดที่ 6.4 พร้อมเฉลยร่วมกับนักเรียน

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อการนำเสนองาน Power Point

6.2 หนังสือเรียน รายวิชาเคมีเพิ่มเติมเคมี เล่ม 3 ของ สสวท. หน้า 19 - 26

6.3 ใบความรู้ที่ 6.3 เรื่องปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

6.4 สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

7. กระบวนการวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์ในการวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) - บอกปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาได้ - อธิบายผลของปัจจัยที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาได้	- ตรวจคะแนนจากแบบฝึกหัดในใบความรู้ที่ 6.4	- ใบความรู้ที่ 6.3 เรื่องปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนทั้งหมด : ผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) - สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้	- สังเกตจากการตอบคำถาม/การนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม - แบบประเมินพฤติกรรมการทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม	- ผลการประเมินมีเกณฑ์การผ่าน คือ ระดับดีขึ้นไป
ด้านเจตคติ (A) - ทำงานร่วมกับผู้อื่นและทำงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด	- สังเกตจากการมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่มและการทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	- แบบประเมินพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม	- ผลการประเมินมีเกณฑ์การผ่าน คือ ระดับดีขึ้นไป

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....

.

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย  ลงในรายการที่ปฏิบัติ

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

หมายเหตุ

1. การให้คะแนน  ถือเป็น 1 คะแนน
 2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)
- วิธีการให้คะแนน
- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
 - ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
 - ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
 - ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
 - ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
 - ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

เกณฑ์การประเมินการให้คะแนนพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน

รายบุคคล/รายกลุ่ม

ตัวบ่งชี้พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ การสอน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
ความสนใจ	มีความสนใจในการเรียนตลอดเวลา	มีความสนใจในการเรียนเป็นครั้งคราว	ไม่มีความสนใจในการเรียน
การแสดงความคิดเห็น	แสดงความคิดเห็นสม่ำเสมอ	แสดงความคิดเห็นเป็นบางครั้ง	ไม่ค่อยแสดงความคิดเห็นนานๆ ครั้ง
การตอบคำถาม	ตอบคำถามสม่ำเสมอประมาณ 80-100 %	ตอบคำถามไม่สม่ำเสมอประมาณ 50-79 %	ตอบคำถามน้อยกว่า 50 %
การยอมรับฟังความคิดเห็น	ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่นสม่ำเสมอ	ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่นบ้าง	ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น

ระดับคุณภาพ: คะแนนรวม 9 - 12 หมายถึง ดีมาก

คะแนนรวม 5 - 8 หมายถึง ดี

คะแนนรวม 1 - 4 หมายถึง พอใช้

แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม

คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ - สกุล (กลุ่มที่)	รายการประเมิน																		รวม 12 คะแนน
	การวางแผน ค้นคว้า แหล่งข้อมูล			การเก็บ รวบรวม ข้อมูล			การจัด กระทำ ข้อมูล			การ นำเสนอ ข้อมูล			การ สรุปผล			การ เขียน รายงาน			
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1.																			
2.																			
3.																			
4.																			
5.																			
6.																			
7.																			
8.																			
9.																			
10.																			

ระดับคะแนน: 3 หมายถึง ดีมาก
 2 หมายถึง ดี
 1 หมายถึง พอใช้

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียน

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การวางแผนค้นคว้าแหล่งข้อมูล	มีการวางแผนที่จะค้นคว้าแหล่งข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เชื่อถือได้	มีการวางแผนที่จะค้นคว้าแหล่งข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ด้วยหลากหลายวิธี	มีการวางแผนที่จะค้นคว้าแหล่งข้อมูลเพียงแหล่งเดียวและได้ข้อมูลที่ตรงตามจุดประสงค์
2. การเก็บรวบรวมข้อมูล	มีการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนที่กำหนดทุกประการ	มีการคัดเลือกและ/หรือประเมินข้อมูล	มีการบันทึกข้อมูลเป็นระยะ
3. การจัดกระทำข้อมูล	มีการจัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบแยกแยะข้อมูล และจัดกลุ่มข้อมูลอย่างถูกต้อง ชัดเจน	มีการจัดเรียงลำดับข้อมูลถูกต้อง	ไม่มีการจัดกระทำข้อมูล
4. การนำเสนอข้อมูล	นำเสนอข้อมูลด้วยแบบนำเสนอต่างๆได้ถูกต้องกะทัดรัดชัดเจน และสื่อความหมาย	นำเสนอข้อมูลด้วยแบบนำเสนอต่าง ๆ แต่ยังไม่ถูกต้อง	นำเสนอข้อมูลที่ไม่สื่อความหมาย ไม่ถูกต้องและไม่ชัดเจน

อัตราการเกิดปฏิกิริยาช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

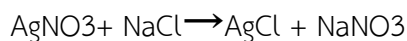
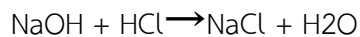
- 1.ธรรมชาติของสารตั้งต้น
- 2.ความเข้มข้นของสารตั้งต้น
- 3.พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น
- 4.อุณหภูมิ
- 5.ตัวเร่งปฏิกิริยา



1. ธรรมชาติของสารตั้งต้น

ปฏิกิริยาเคมีโดยทั่วไปจะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่แตกต่างกันมีตั้งแต่ช้ามากจนสังเกตไม่ได้ถึงเกิดขึ้นได้ทันทีบางปฏิกิริยาอาจจะเกิดเร็วมากถึงหนึ่งในล้านวินาทีเช่นการระเบิดของดินปืนปฏิกิริยาจำนวนมากเกิดขึ้นเร็วเช่นปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบสจะได้เกลือและน้ำทันทีหรือปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย

AgNO_3 กับ NaCl จะได้ตะกอนขาว AgCl ทันที



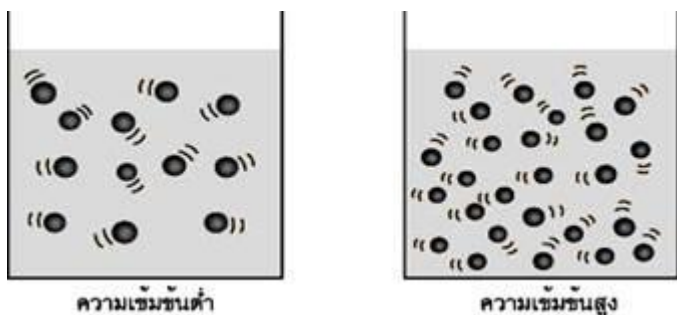
ปฏิกิริยาบางชนิดอาจจะเกิดช้ามากจนไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงในขณะทดลองอาจจะต้องใช้เวลาเป็นวันเดือนหรือเป็นปีจึงจะเห็นการเปลี่ยนแปลงนั้นเช่นการเน่าเปื่อยของซากพืชซากสัตว์การเกิดสนิมของโลหะต่างๆ เป็นต้น

สารที่มีลักษณะต่างกันมักจะทำปฏิกิริยากันได้เร็วไม่เท่ากันเช่นฟอสฟอรัสขาวกับฟอสฟอรัสแดงที่อุณหภูมิห้องฟอสฟอรัสขาวจะลุกติดไฟในอากาศได้ทันทีแต่ฟอสฟอรัสแดงไม่เกิดปฏิกิริยาทั้งนี้เพราะโครงสร้างของฟอสฟอรัสขาวนั้นเป็น P_4 ลักษณะเป็นโมเลกุลเดี่ยวๆ แต่ฟอสฟอรัสแดงมีโครงสร้างที่ต่อกันเป็นแนวยาว

ดังนั้นฟอสฟอรัสขาวจึงเกิดปฏิกิริยาได้ง่ายกว่า เพราะไม่ต้องการทำลายพันธะมากเท่ากับฟอสฟอรัสแดง โดยทั่วไป การเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีการสลายพันธะและสร้างพันธะในเวลาเดียวกัน ปฏิกิริยาจะเกิดเร็วหรือช้า มักจะเกี่ยวข้องกับขั้นตอนของการสลายพันธะเหล่านี้ ถ้าสลายง่ายมักจะเกิดได้เร็ว เป็นต้น

2. ความเข้มข้นของสารตั้งต้น

ความเข้มข้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเกือบทุกปฏิกิริยา ยกเว้นบางปฏิกิริยา เช่น ปฏิกิริยาการกำจัดแอลกอฮอล์ในกระแสเลือดการเกิดปฏิกิริยาจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารใดทราบได้จากการทดลอง การเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นก็คือการเพิ่มอนุภาคของสารตั้งต้นให้มากขึ้น เมื่อสารตั้งต้นมีอนุภาคมากขึ้น อนุภาคเหล่านั้นก็มีการชนกันบ่อยครั้งขึ้น และมีการถ่ายเทพลังงานให้แก่กันบ่อยครั้งขึ้นโอกาสที่อนุภาคเหล่านั้นจะมีพลังงานเท่ากับหรือมากกว่าพลังงานกระตุ้นก็มีมากขึ้นด้วย จึงทำให้อนุภาคเหล่านั้นเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้นและมากขึ้นกว่าเดิมสรุปได้ว่า ถ้าเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากจำนวนอนุภาคที่มี $E \geq E_a$ มีมากขึ้น

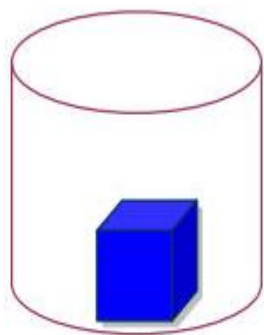


รูป แสดงผลของความเข้มข้นต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

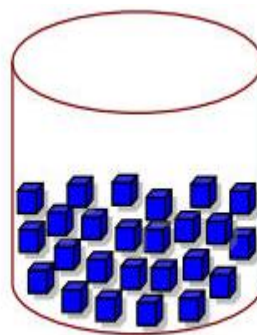
(ที่มา: http://www.nakhamwit.ac.th/pingpong_web/React_Rate.htm)

3. พื้นที่ผิวของสาร

พื้นที่ผิวจะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากการศึกษาเกี่ยวกับปฏิกิริยาของโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกจะเกิดก๊าซ H_2 จากการทดลองพบว่าเมื่อเปลี่ยนความยาวของลวดแมกนีเซียมอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นซึ่งถือว่าพื้นที่ผิวมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีพื้นที่ผิวจะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาในปฏิกิริยาเนื้อผสม (heterogeneous) เท่านั้นเช่นปฏิกิริยาที่กล่าวมา $Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl(aq) + H_2(g)$ ถ้าทำให้ลวดแมกนีเซียมเป็นชิ้นเล็กๆจะพบว่าปฏิกิริยาจะเกิดเร็วกว่าลวดแมกนีเซียมที่เป็นแผ่นหรือขดเป็นสปริงแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ผิวมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



พื้นที่ผิวน้อยเกิดปฏิกิริยาช้า



พื้นที่ผิวมากเกิดปฏิกิริยาเร็ว

4. อุณหภูมิ

ยิ่งอุณหภูมิสูงปฏิกิริยายิ่งดำเนินไปเร็วการเพิ่มอุณหภูมิให้กับปฏิกิริยาเคมีทำให้โมเลกุลของสารตั้งต้นเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเฉลี่ยเพิ่มขึ้นซึ่งจะส่งผลให้โมเลกุลมีพลังงานสูงขึ้นไปด้วยในทางทฤษฎีกล่าวว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 องศาเซลเซียสอัตราการชนกันของโมเลกุลจะเพิ่มขึ้นเพียง 0.01 เท่าแต่ในทางปฏิบัติเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 องศาเซลเซียสอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นประมาณ 2-3 เท่าและเมื่อพลังงานจลน์ของโมเลกุลสูงขึ้นจะก่อให้เกิดผลคือ - การเพิ่มอุณหภูมิเป็นการเพิ่มพลังงานจลน์ให้อนุภาคทำให้อนุภาคเคลื่อนที่เร็วขึ้นจึงเพิ่มโอกาสในการชนมากขึ้น(ความถี่ในการชนมากขึ้น)มากขึ้น

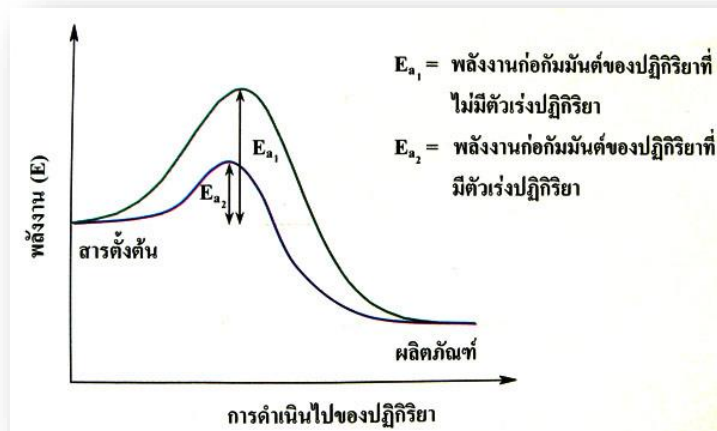
- การเพิ่มอุณหภูมิเป็นการเพิ่มจำนวนโมเลกุลที่มีพลังงานจลน์สูงซึ่งเมื่อชนกันแล้วเกิดผลสำเร็จทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยามีค่าสูงขึ้น

5. ตัวเร่ง (Catalyze)

ตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) คือสารที่เติมลงไปในปฏิกิริยาแล้วทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้เร็วขึ้นหรือทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นโดยที่ตัวเร่งปฏิกิริยาอาจจะมีส่วนร่วมในการเกิดปฏิกิริยาด้วยหรือไม่ก็ได้แต่เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาตัวเร่งเหล่านี้จะต้องมีปริมาณเท่าเดิมและมีสมบัติเหมือนเดิมการที่ตัวเร่งปฏิกิริยาสามารถเพิ่มอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้เนื่องจากว่า

- ตัวเร่งปฏิกิริยาช่วยลดพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาให้ต่ำลงจึงทำให้มีโมเลกุลที่มีพลังงานสูงกว่าหรือเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์จำนวนมากขึ้นปฏิกิริยาเคมีจึงเกิดเร็วขึ้นแต่จะไม่ทำให้พลังงานของปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงไป

- ตัวเร่งปฏิกิริยามีสมบัติคือเข้าร่วมในปฏิกิริยาและเมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุด



รูป ผลของตัวเร่งต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 6.3 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. จากการทดลองใส่ชิ้นโลหะสังกะสีลงในกรดHCl เข้มข้น 2 mol/dm^3 พบว่าอัตราการเกิดก๊าซถึงจุดสูงสุดในระยะเวลาอันสั้นแล้วก็ลดลงอัตราการเกิดก๊าซลดลงเพราะ

1) เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปความเข้มข้นของกรดลดลง 2) เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปชิ้นโลหะสังกะสีเล็กลง

3) ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน

จากข้อสรุปข้อใดถูกต้อง

ก. ข้อ1) และ2) ข. ข้อ1) และ3)

ค. ข้อ2) และ3) ง. ทั้งข้อ1), 2) และ3)

2. การเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีผลทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงขึ้นเพราะเหตุใด

ก. จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นเพิ่มมากขึ้นจึงมีโอกาสชนกันได้มากขึ้น

ข. จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นเพิ่มมากขึ้นทำให้พื้นที่ผิวของสารตั้งต้นเพิ่มขึ้น

ค. จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นเพิ่มมากขึ้นทำให้อนุภาคของสารตั้งต้นชนกันแรงขึ้น

ง. จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นเพิ่มมากขึ้นทำให้พลังงานก่อกัมมันต์ลดลง

3. การบูดเน่าของอาหารเกิดจาก

อะไร.....

4. การเก็บอาหารไว้ในตู้เย็น ทำไมจึงป้องกันการบูดเน่า

ได้.....

5. อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาอย่างไร เพราะเหตุ

ใด.....

6. ตัวเร่งปฏิกิริยา(catalyst)

คือ.....

7. ตัวเร่งปฏิกิริยามีการทำงาน

อย่างไร.....

8. ในร่างกายคนเรามีเอนไซม์หลายชนิดได้แก่อะไรบ้างและทำหน้าที่

อะไร.....

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 6.3 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. จากการทดลองใส่ชิ้นโลหะสังกะสีลงในกรดHCl เข้มข้น 2 mol/dm^3 พบว่าอัตราการเกิดก๊าซถึงจุดสูงสุดในระยะเวลาอันสั้นแล้วก็ลดลงอัตราการเกิดก๊าซลดลงเพราะ

- 1) เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปความเข้มข้นของกรดลดลง
- 2) เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปชิ้นโลหะสังกะสีเล็กลง
- 3) ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน

จากข้อสรุปข้อใดถูกต้อง

- ก. ข้อ1) และ2) ข. ข้อ1) และ3)
ค. ข้อ2) และ3) ง. ทั้งข้อ1), 2) และ3)

2. การเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีผลทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงขึ้นเพราะเหตุใด

- ก. จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นเพิ่มมากขึ้นจึงมีโอกาสชนกันได้มากขึ้น
ข. จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นเพิ่มมากขึ้นทำให้พื้นที่ผิวของสารตั้งต้นเพิ่มขึ้น
ค. จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นเพิ่มมากขึ้นทำให้อนุภาคของสารตั้งต้นชนกันแรงขึ้น
ง. จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นเพิ่มมากขึ้นทำให้พลังงานก่อกัมมันต์ลดลง

3. การบูดเน่าของอาหารเกิดจากอะไร **แนวคำตอบ:** อุณหภูมิสูงทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ดีและเร่งการเกิดปฏิกิริยา ทำให้อาหารเน่าเสียได้

4. การเก็บอาหารไว้ในตู้เย็น ทำไมจึงป้องกันการบูดเน่าได้ **แนวคำตอบ:** อุณหภูมิต่ำๆ สามารถยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่ำ อาหารจึงไม่บูด

5. อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาอย่างไร เพราะเหตุใด **แนวคำตอบ:** เมื่ออุณหภูมิของปฏิกิริยาสูงขึ้นจะส่งผลให้อนุภาคของสารมีพลังงานจลน์เพิ่มสูงขึ้น ทำให้ในการชนกันเกิดพลังงานจลน์สูงและเกิดปฏิกิริยาได้สูงกว่าที่อุณหภูมิปกติ

6. ตัวเร่งปฏิกิริยา(catalyst) คือ **แนวคำตอบ:** สารที่เติมลงไปในปฏิกิริยาแล้วทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้เร็วขึ้นหรือทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น

7. ตัวเร่งปฏิกิริยามีการทำงานอย่างไร **แนวคำตอบ:** ตัวเร่งปฏิกิริยาช่วยลดพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาให้ต่ำลงจึงทำให้มีโมเลกุลที่มีพลังงานสูงกว่าหรือเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์จำนวนมากขึ้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาเคมี (ว30222)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ย่อย การศึกษาผลของพื้นที่ผิวของสาร-

ต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ผู้สอนประจำวิชา ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ

จำนวน 2 คาบ (110 นาที)

ภาคเรียนที่ 1

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

ทดลองวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลของความเข้มข้นพื้นที่ผิวอนุภาคนิวตริ่งและตัวหน่วงปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. สาระสำคัญ

การเพิ่มพื้นที่ผิวของสารทำให้จำนวนอนุภาคของสารในระบบมีโอกาสเกิดการชนกันเพิ่มขึ้นและจำนวนอนุภาคที่มีพลังงานสูงก็จะมากขึ้น ทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้มากขึ้น เช่น โลหะแมกนีเซียมที่มีมวลเท่ากันแต่มีพื้นที่ผิวไม่เท่ากัน จะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ต่างกัน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

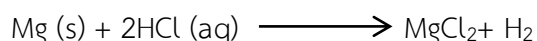
เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

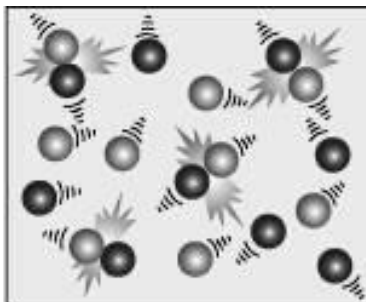
- 3.1 อธิบายผลของพื้นที่ผิวของสารที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (K)
- 3.2 ทำการทดลองการศึกษาผลของพื้นที่ผิวของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (P)
- 3.3 ทำงานร่วมกับผู้อื่นและทำงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด (A)

4. สาระการเรียนรู้

4.1 การเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

เมื่อนำลวดแมกนีเซียมใส่ลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเป็นปฏิกิริยาระหว่างโลหะ (แมกนีเซียม) กับกรด (กรดไฮโดรคลอริก) สารทั้งสองจะทำปฏิกิริยากันเกิดการเปลี่ยนแปลงได้สารใหม่เกิดขึ้นดังสมการ





รูปที่ 1 แสดงผลของพื้นที่ผิวต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

(ที่มา: http://thetiew2.blogspot.com/2009_07_01_archive.html)

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัส ถ้าสารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวสัมผัสมาก อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีความสูง แต่ถ้าสารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวสัมผัสน้อย อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีความต่ำการเพิ่มพื้นที่ผิวของสารทำให้จำนวนอนุภาคของสารในระบบมีโอกาสเกิดการชนกันเพิ่มขึ้นและจำนวนอนุภาคที่มีพลังงานสูงก็จะมากขึ้น ทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้มากขึ้น

5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ(Engagement)(10นาที)

1)ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนด้วยการใช้คำถามเกี่ยวกับเรื่องความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรมการทดลองเรื่องการศึกษาผลของพื้นที่ผิวของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- ปฏิกิริยาเคมีคืออะไร และอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้อย่างไร

แนวคำตอบ : การเปลี่ยนแปลงของสารตั้งต้นหรือสารผลิตภัณฑ์ต่อเวลาซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้นอาจศึกษาในรูปของความเข้มข้นจำนวนโมลที่เปลี่ยนไปหรือความดันเป็นต้น ปฏิกิริยาเคมีเกิดจากการชนกันของอนุภาคระหว่างโมเลกุล อะตอม หรือไอออนของสารตั้งต้น

- นักเรียนคิดว่ามีปัจจัยอะไรบ้างมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี

แนวคำตอบ : ความเข้มข้น พื้นที่ผิว หรือตามแนวคิดของนักเรียน

- ครูให้นักเรียนจดคำตอบของตนเองเอาไว้และแจ้งนักเรียนว่าจะทำการทดลองเพื่อหาคำตอบว่าพื้นที่ผิวของสารมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ อย่างไร

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)(60นาที)

1) ครูให้แจ้งให้นักเรียนทราบว่าวันนี้จะทำการทดลองเรื่องผลของพื้นที่ผิวของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2) ครูให้นักเรียนศึกษาวิธีการทดลองในใบกิจกรรมที่ 6.3 ที่ได้สรุปมาจากในหนังสือเรียนเคมีเล่ม 3

3) ครูทบทวนวิธีการทดลองร่วมกับนักเรียนพร้อมกับแสดงวิธีการทดลองบนโปรเจกเตอร์เพื่อแนะนำเกี่ยวกับการทดลองดังนี้

- ทำเครื่องหมายในหลอดทดลองให้ชัดเจนเจาะขีดตั้งต้นและขีดสุดท้ายห่างกันประมาณ 5 cm ไม่ต้องแบ่งขีดละเอียด ทั้งนี้เพราะต้องการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการเกิดแก๊สไฮโดรเจนปริมาตรคงที่ปริมาตรหนึ่งอย่างไรงี้ก็ตามเมื่อคว่ำหลอดทดลองแล้วขีดสุดท้ายต้องอยู่สูงกว่าหลอดแมกนีเซียมขึ้นไป

- พับโลหะแมกนีเซียมให้แน่นและเหลือความยาวประมาณ 3 cm อีกชิ้นหนึ่ง ให้หัดคล้ายสปริง แล้วเสียบลงบนจุกก็อกให้ล็อกเท่านั้น

- อาจจัดให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งทดลองใช้หลอดแมกนีเซียมเป็นแบบสปริง และอีกกลุ่มหนึ่งทดลองใช้หลอดแมกนีเซียมแบบพับแล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกัน

4) ครูบอกข้อห้ามและข้อควรระวังในระหว่างการทำกิจกรรมการทดลองดังต่อไปนี้

- ห้ามนักเรียนหยอกล้อกันขณะทำการทดลอง

- ถ้าสารละลายกรดกระเด็นถูกเสื้อผ้าหรือผิวหนังให้รีบล้างออกด้วยน้ำสะอาด ทันที

5) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนถามข้อสงสัยในการทำกิจกรรมการทดลอง

6) ครูแจกอุปกรณ์และแบบบันทึกผลการทดลองที่ 6.3 ให้นักเรียนและนักเรียนลงมือทำกิจกรรมการทดลอง โดยมีครูดูแลและให้คำแนะนำ

ในระหว่างนักเรียนทำการทดลองให้ครูกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถามว่าถึงขั้นไหนและได้ผลอย่างไร เพื่อให้เกิดนักเรียนมีสมาธิและให้ความสนใจอยู่กับการทำการทดลอง พร้อมกับทำการสังเกตการทำงานร่วมกันของนักเรียน

5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) (20 นาที)

1) ครูให้ตัวแทนของแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปและอภิปรายผลการทดลองของแต่ละกลุ่ม

2) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองเรื่อง ผลของพื้นที่ผิวของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้คำถามต่อไปนี้

- จากการทดลองสรุปได้อย่างไร

แนวคำตอบ : โลหะแมกนีเซียมที่มีมวลเท่ากัน แต่มีพื้นที่ผิวไม่เท่ากันมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีแตกต่างกัน คือโลหะแมกนีเซียมที่มีพื้นที่ผิวมากจะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสูงกว่าโลหะแมกนีเซียมที่มีพื้นที่ผิวน้อย ซึ่งอธิบายได้ว่าการที่สารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวมากส่งผลให้อนุภาคของสารมีโอกาสเข้าชนกันได้มาก ปฏิกิริยาจึงเกิดขึ้นได้เร็ว

3) ครูสาธิตสถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์เกี่ยวกับเรื่องผลของพื้นที่ผิวต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจมากยิ่งขึ้น

5.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) (10 นาที)

1) ครูถามคำถามกับนักเรียนว่า ในชีวิตประจำวันของเรามีเหตุการณ์ใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับเรื่องพื้นที่ผิวของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ครูอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนในเรื่อง การเคี้ยวอาหารให้ละเอียดก่อนกลืนเพื่อขยายความรู้ในเรื่องพื้นที่ผิวของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- การเคี้ยวอาหารให้ละเอียดก่อนกลืน จะช่วยให้อาหารมีขนาดเล็กลงและมีพื้นที่ผิวเพิ่มมากขึ้นจึงทำให้น้ำย่อยในระบบทางเดินอาหารสามารถเข้าย่อยอาหารได้ง่ายขึ้น

5.5 ชั้นประเมินผล (Evaluation) (10 นาที)

1) ครูถามคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน

- พื้นที่ผิวของสารมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ: มีผล เนื่องจากการเพิ่มพื้นที่ผิวของสารจะทำให้อนุภาคของสารมีโอกาสในการชนกันเพิ่มมากขึ้น ทำให้สารเกิดปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น

- นักเรียนมีข้อสงสัยอะไรในการเรียนในวันนี้หรือไม่

แนวคำตอบ: ตามแนวคิดของนักเรียน

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการนำเสนองาน Power Point
2. หนังสือเรียน รายวิชาเคมีเพิ่มเติมเคมี เล่ม 3 ของ สสวท.
3. ใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.3 เรื่องการศึกษาผลของพื้นที่ผิวของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
4. สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์

สารเคมี

1. ลวดแมกนีเซียม $0.5 \times 10 \text{ cm}$
2. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.2 mol/dm^3

อุปกรณ์

1. หลอดทดลองขนาดกลาง
2. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm^3
3. จุกคอร์กสำหรับปิดกระบอกตวง
4. นาฬิกาจับเวลา
5. กระดาษทราย $2 \times 3 \text{ cm}$
4. ไบมีตโกน

7.กระบวนการวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์ในการวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1) อธิบายผลของพื้นที่ผิวของสารที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีว่าเป็นอย่างไร	-การตรวจคะแนนคำถามท้ายการทดลองที่ 6.3	-ใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.3 เรื่องการศึกษาผลของพื้นที่ผิวของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	-นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนทั้งหมด : ผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 2) ทำการทดลองการศึกษาผลของพื้นที่ผิวของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้	-สังเกตจากการตอบคำถาม/การนำเสนอผลการทดลอง - การตรวจแบบบันทึกผลการทดลองที่ 6.3	-แบบบันทึกผลการทดลองที่ 6.3 เรื่องการศึกษาผลของพื้นที่ผิวของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี -แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง	-ผลการประเมินมีเกณฑ์การผ่าน คือ ระดับปานกลางขึ้นไป
ด้านเจตคติ (A) 1) ทำงานร่วมกับผู้อื่นและทำงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด	-สังเกตจากการมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่มและการทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	-แบบบันทึกสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	-ผลการประเมินมีเกณฑ์การผ่าน คือ ระดับพอใช้ขึ้นไป

แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างของนักเรียนที่ปฏิบัติพฤติกรรมนั้นๆ

ข้อที่	รายการที่สังเกต	กลุ่มที่							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม								
2	แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล								
3	รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในชั้นเรียน								
4	ความตรงต่อเวลา								
5	รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย								
รวม									
ระดับคุณภาพ									

เกณฑ์การประเมิน

ระดับ 3 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 4-5 รายการ

ระดับ 2 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 2-3 รายการ

ระดับ 1 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 1 รายการ

เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียนตามกลุ่ม ระดับคุณภาพที่ประเมิน

ระดับ 3 เท่ากับ ดีมาก

ระดับ 2 เท่ากับ ดี

ระดับ 1 เท่ากับ พอใช้

ผลการประเมิน

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง

การทดลอง การศึกษาผลของพื้นที่ผิวของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองแล้วทำเครื่องหมาย / ในพฤติกรรมระดับคุณภาพ

ที่	พฤติกรรม/ ระดับคะแนน ชื่อ-สกุล	การใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือ			การดูแลและ เก็บอุปกรณ์/ เครื่องมือ			การนำเสนอผล การทดลอง			รวม	ระดับ คุณภาพ
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	12	
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....

.

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในรายการที่ปฏิบัติ

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

หมายเหตุ

1. การให้คะแนน ✓ ถือเป็น 1 คะแนน
 2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)
- วิธีการให้คะแนน
- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
 - ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
 - ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
 - ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
 - ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
 - ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

ใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.3
เรื่องการศึกษาผลของพื้นที่ผิวของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชื่อ – สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ชื่อ – สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ชื่อ – สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ชื่อ – สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ชื่อ – สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ชื่อ – สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ผู้ควบคุม

ปฏิบัติการ.....

วันที่ทำปฏิบัติการ.....เดือน.....พ.ศ.....

➤ **จุดประสงค์การทดลอง**

1. ทดลองผลของพื้นที่ผิวของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
2. สรุปผลการทดลองผลของพื้นที่ผิวของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

อุปกรณ์และสารเคมี (ต่อกลุ่ม)

รายการ	จำนวน
สารเคมี	
1. ลวดแมกนีเซียม 0.5 X 10 cm	2 ชิ้น
2. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.2 mol/dm ³	80 cm ³
อุปกรณ์	
1. หลอดทดลองขนาดกลาง	2 หลอด
2. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm ³	1 ใบ
3. จุกคอร์กสำหรับปิดกระบอกตวง	1 อัน
4. นาฬิกาจับเวลา	1 เรือน
5. กระดาษทราย 2x3 cm	1 ชิ้น
6. ไบมีดโกน	1 อัน
7. ดินสอเขียนแก้ว	1 อัน

ขั้นตอนการทดลอง

ให้นักเรียนทำตามขั้นตอนที่ได้สรุปมาเป็นของกลุ่มลงในใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.3

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ลักษณะของลวดแมกนีเซียม	ระยะเวลาที่เกิดแก๊ส H ₂ จาก 0-5 cm (s)
1. ขดสปริง 2. พับให้แน่น	

สรุปผลการทดลอง

แนวทางการสรุปผลการทดลอง: ลวดแมกนีเซียมพับให้แน่นมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาช้ากว่าลวดแมกนีเซียมแบบขดเป็นสปริง เนื่องจากพื้นที่ผิวสัมผัสของลวดแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกลดลง จึงสรุปได้ว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัส ถ้าสารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวสัมผัสมาก อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะมีค่าสูง แต่ถ้าสารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวสัมผัสน้อย อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีค่าต่ำ

อภิปรายผลการทดลอง

แนวการอภิปรายผลการทดลอง: 1. ลวดแมกนีเซียมยาวเท่ากัน แต่ชิ้นหนึ่งขดเป็นสปริงและอีกชิ้นหนึ่งพับทาบให้แน่น ยาวประมาณ 3 เซนติเมตร เมื่อทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้นเท่ากัน พบว่าการเกิดแก๊สไฮโดรเจนปริมาตรเท่ากัน ใช้เวลาแตกต่างกันคือ 109 วินาที และ 191 วินาที ตามลำดับ

คำถามท้ายการทดลอง

1. เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่างลวดแมกนีเซียมที่ขดเป็นสปริงกับลวดแมกนีเซียมที่พับทาบซึ่งทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้นเท่ากัน เป็นอย่างไร

แนวคำตอบ: อัตราการเกิดปฏิกิริยาของลวดแมกนีเซียมที่พับทาบมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่ช้ากว่าลวดแมกนีเซียมที่ขดเป็นสปริง

2. การเพิ่มพื้นที่ผิวของสารมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ: มีผลคือสารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวสัมผัสมาก อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะมีค่าสูง แต่ถ้าสารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวสัมผัสน้อย อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีค่าต่ำ เนื่องจากสารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวสัมผัสมากทำให้อนุภาคของสารมีโอกาสเข้าชนกันมากขึ้น จึงเกิดปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น

ใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.3
เรื่องการศึกษาผลของพื้นที่ผิวของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชื่อ – สกุล.....	ชั้น.....	เลขที่.....	หน้าที่.....
ชื่อ – สกุล.....	ชั้น.....	เลขที่.....	หน้าที่.....
ชื่อ – สกุล.....	ชั้น.....	เลขที่.....	หน้าที่.....
ชื่อ – สกุล.....	ชั้น.....	เลขที่.....	หน้าที่.....
ชื่อ – สกุล.....	ชั้น.....	เลขที่.....	หน้าที่.....
ชื่อ – สกุล.....	ชั้น.....	เลขที่.....	หน้าที่.....

คำชี้แจง :ให้นักเรียนสรุปขั้นตอนการทดลองที่ 6.3 เรื่อง การศึกษาผลของพื้นที่ผิวของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยการวาดภาพอุปกรณ์ และคำอธิบายประกอบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาเคมี (ว3022)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ย่อย การศึกษาผลของอุณหภูมิต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ

จำนวน 1 คาบ (55 นาที)

ภาคเรียนที่ 1

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

ทดลองวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลของความเข้มข้นพื้นที่ผิวอุณหภูมิตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. สาระสำคัญ

การเพิ่มอุณหภูมิของระบบให้สูงขึ้นจะทำให้โมเลกุลของแก๊สเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเพิ่มขึ้น จึงมีโอกาสชนกันมากขึ้น และชนกันด้วยพลังงานสูงพอ ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงขึ้น

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

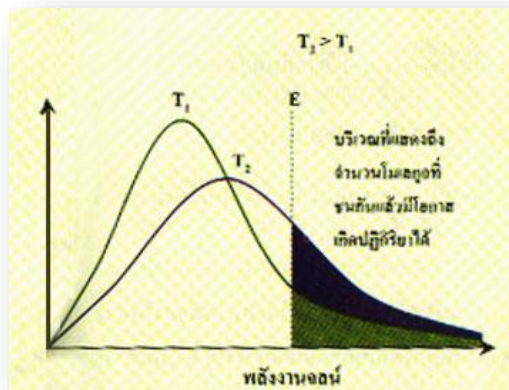
- 3.1 อธิบายผลของอุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (K)
- 3.2 ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (P)
- 3.3 ทำงานร่วมกับผู้อื่นและทำงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด (A)

4. สาระการเรียนรู้

- ผลของอุณหภูมิต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา (Effect of Temperature on Rate of Reaction)

อุณหภูมิสูงปฏิกิริยาเคมีเกิดได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำแสดงว่าอุณหภูมิมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กล่าวคือเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะมีค่าเพิ่มขึ้นและเมื่ออุณหภูมิลดลงอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะมีค่าน้อยลงตามทฤษฎีจลน์อธิบายได้ว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นโมเลกุลของแก๊สจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเพิ่มขึ้นจึงมีโอกาสที่จะชนกันมากขึ้นดังนั้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงสูงขึ้นจากการคำนวณได้ผลว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10

องศาเซลเซียสอัตราการชนกันของโมเลกุลเพิ่มขึ้นเพียง 0.01 เท่าแต่ในทางปฏิบัติปรากฏว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิขึ้น 10 องศาเซลเซียสอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้น 2-3 เท่า

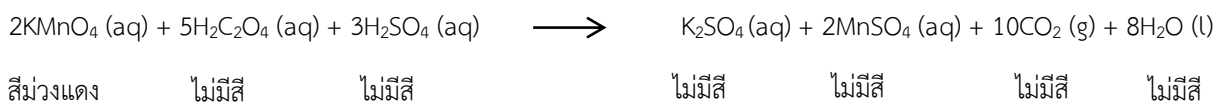


รูปที่ 1 แสดงผลของอุณหภูมิต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

(ที่มา:<http://www.thaigoodview.com/library/studentshow/2549/nongkhai/kudbongphittaya-karn/p04.htm>)

เราอาจเขียนกราฟแสดงการกระจายพลังงานจลน์ของโมเลกุลของแก๊สที่อุณหภูมิต่างๆ ได้ดังรูปจากรูปจะพบว่าพื้นที่ใต้กราฟทางด้านขวาของพลังงาน E ที่อุณหภูมิ T1 มีค่าน้อยกว่าที่อุณหภูมิ T2 แสดงว่าที่อุณหภูมิ T1 โมเลกุลที่มีพลังงานสูงกว่า E มีจำนวนน้อยกว่าที่อุณหภูมิ T2 โดยทั่วไปการชนกันที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเป็นการชนกันของโมเลกุลที่มีพลังงานสูงซึ่งเมื่อชนกันแล้วทำให้พลังงานที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับหรือมากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์นอกจากนี้การชนกันของโมเลกุลที่มีพลังงานสูงมาก ๆ กับโมเลกุลที่มีพลังงานต่ำก็อาจทำให้เกิดปฏิกิริยาได้เช่นเดียวกันแสดงว่าอุณหภูมิเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

การเพิ่มหรือลดอุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพลังงานจลน์ของอนุภาคของสารตั้งต้น จึงมีผลต่อพลังงานของอนุภาคของสารตั้งต้นที่เพิ่มจากเดิมเมื่ออนุภาคของสารชนกัน ซึ่งทำการศึกษาปฏิกิริยาระหว่างสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตกับสารละลายกรดออกซาลิกและกรดซัลฟิวริกปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นดังสมการ



ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตกับสารละลายกรดซัลฟิวริกและกรดออกซาลิกให้เป็นผลิตภัณฑ์เป็นสารละลายโพแทสเซียมซัลเฟต แมงกานีสซัลเฟต น้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งสังเกตการเกิดปฏิกิริยาจากสีม่วงแดงของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตจางหายไป เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นเป็นสารไม่มีสี เมื่อทำการทดลองจะพบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิ สีม่วงแดงจะจางหายไปเร็วกว่าเดิม แต่เมื่อลดอุณหภูมิ สีม่วงแดงจะจางหายไปช้าลงกว่าเดิม แสดงว่าที่อุณหภูมิสูงอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำ

5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)(5นาที)

1) ครูถามคำถามนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเนื้อหาที่จะเรียน

- ความเข้มข้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาอย่างไร

แนวคำตอบ: เมื่อเพิ่มความเข้มข้นจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเพิ่มขึ้น

- นอกจากความเข้มข้นของสารนักเรียนคิดว่ามีปัจจัยใดอีกบ้างที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

แนวคำตอบ: ตัวเร่งตัวหนึ่ง อุณหภูมิ ธรรมชาติของสารตั้งต้น

- นักเรียนคิดว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในปฏิกิริยาเคมี จะเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ: ตอบตามแนวคิดของนักเรียน

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (20นาที)

1) ครูแจ้งนักเรียนว่าวันนี้จะทำการทดลองเรื่องผลของอุณหภูมิต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่มละ 5-6 คน

2) ครูให้ตัวแทนของแต่ละกลุ่มออกมาจับใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.4 และให้สมาชิกในกลุ่มแบ่งหน้าที่การรับผิดชอบในการทำงาน

3) ครูให้นักเรียนร่วมกันศึกษาวิธีการทดลองที่ 6.4 ในหนังสือเรียนและสรุปออกมาเป็นวิธีการของกลุ่มเพื่อให้ง่ายต่อการทำการทดลอง

4) ครูบอกข้อห้ามและข้อควรระวังในระหว่างการทำกิจกรรมการทดลองดังต่อไปนี้

- ห้ามนักเรียนหยอกล้อกันขณะทำการทดลอง

- ในขั้นตอนการหยดสารให้นักเรียนทำอย่างระมัดระวัง

- ห้ามใช้หลอดหยดสารปนกันกับสารตัวอื่น

5) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนถามข้อสงสัยในการทำกิจกรรมการทดลอง

6) ครูแจกอุปกรณ์และนักเรียนลงมือทำกิจกรรมการทดลอง โดยมีครูดูแลและให้คำแนะนำในระหว่างนักเรียนทำการทดลองให้ครูกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถามว่าถึงขั้นไหนและได้ผลอย่างไรเพื่อให้เกิดนักเรียนมีสมาธิและให้ความสนใจอยู่กับการทำการทดลองและการบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการทดลอง

5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)(10นาที)

1) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลองของกลุ่ม โดยครูให้แนวทางในการสรุปและอภิปรายผลการทดลองดังนี้

- เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นหรือลดลงจากอุณหภูมิห้อง เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเป็นอย่างไร

- อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ อย่างไร

2) ครูให้นักเรียนทุกคนร่วมอภิปรายผลการทดลองของทั้งห้องว่าผลการทดลองที่ได้เหมือน หรือแตกต่างกันอย่างไร และให้นักเรียนบันทึกผล สรุป และอภิปรายผลลงในใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.4

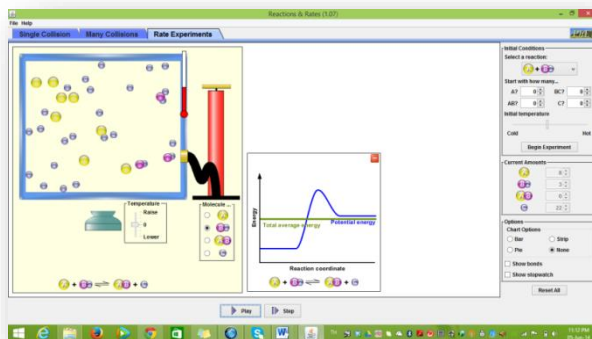
5.4 ขยายความรู้ (Elaboration) (10 นาที)

1) ครูถามคำถามเพื่อขยายความรู้ของนักเรียนในประเด็นต่อไปนี้

- เมื่อวางชิ้นโลหะแมกนีเซียมไว้ในอากาศที่อุณหภูมิห้องผิวของโลหะจะเปลี่ยนเป็นสีเทาช้าๆ แต่ถ้านำโลหะแมกนีเซียมไปเผาในอากาศจะได้ผงสีเทาในไม่กี่วินาที นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด

แนวคำตอบ: เนื่องจากสีเทาที่เกิดขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากลวดแมกนีเซียมทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ คือแมกนีเซียมออกไซด์ และเกิดขึ้นได้ช้าที่อุณหภูมิปกติ และเมื่อเผาโลหะแมกนีเซียมทำให้เกิดออกไซด์ขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงกล่าวได้ว่าอุณหภูมิมีผลต่ออัตราการเกิดแมกนีเซียมออกไซด์ออกไซด์

2) ครูให้นักเรียนดูสถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้องผลของอุณหภูมิของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และอภิปรายร่วมกับนักเรียน ว่ามีปัจจัยใดอีกบ้างที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



รูปที่ 2 สถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้องผลของอุณหภูมิของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
(ที่มา: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/reactions-and-rates>)

5.5 ประเมินผล (Evaluation) (10 นาที)

1) ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนโดยการตอบคำถามในชั้นเรียน การร่วมกิจกรรมกลุ่มและคำถามท้ายการทดลอง

2) ครูถามนักเรียนว่ามีข้อสงสัยหรือส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจในเรื่องที่เรียนวันนี้หรืออยากเสนอแนะอะไรในการทำกิจกรรมวันนี้

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1) สื่อการนำเสนอ Power Point

2) หนังสือเรียน รายวิชาเคมีเพิ่มเติมเคมี เล่ม 3 ของ สสวท.

3) ใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.4

4) สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ เข้าถึงได้จาก

<https://phet.colorado.edu/en/simulation/reactions-and-rates>
สารเคมี

1) สารละลายกรดออกซาลิก 0.05 mol/dm^3

2) สารละลายกรดซัลฟิวริก 1.0 mol/dm^3

3) สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.005 mol/dm^3

อุปกรณ์

- 1) หลอดทดลองขนาดเล็ก
- 2) ปีกเกอร์ขนาด 50 cm^3
- 3) ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม
- 4) เทอร์มอมิเตอร์ $0-100\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 5) กระบอกตวงขนาด 10 cm^3
- 6) นาฬิกาจับเวลา

7.กระบวนการวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์ในการวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1) อธิบายผลของอุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้	-การตรวจคะแนนคำถามท้ายการทดลองที่ 6.4	-ใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.4ผลของอุณหภูมิต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	-นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนทั้งหมด : ผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 2) ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้	-สังเกตจากการตอบคำถาม/การนำเสนอผลการทดลอง - การตรวจแบบบันทึกผลการทดลองที่ 6.4	-แบบบันทึกผลการทดลองที่ 6.4ผลของอุณหภูมิต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี -แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง	-ผลการประเมินมีเกณฑ์การผ่าน คือ ระดับปานกลางขึ้นไป
ด้านเจตคติ (A) 3) ทำงานร่วมกับผู้อื่นและทำงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด	- สังเกตจากการมีส่วนร่วมในกาทำงานกลุ่มและการทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	-แบบบันทึกสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	-ผลการประเมินมีเกณฑ์การผ่าน คือ ระดับพอใช้ขึ้นไป

แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างของนักเรียนที่ปฏิบัติพฤติกรรมนั้นๆ

ข้อที่	รายการที่สังเกต	กลุ่มที่							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม								
2	แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล								
3	รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในชั้นเรียน								
4	ความตรงต่อเวลา								
5	รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย								
รวม									
ระดับคุณภาพ									

เกณฑ์การประเมิน

ระดับ 3 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 4-5 รายการ

ระดับ 2 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 2-3 รายการ

ระดับ 1 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 1 รายการ

เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียนตามกลุ่ม ระดับคุณภาพที่ประเมิน

ระดับ 3 เท่ากับ ดีมาก

ระดับ 2 เท่ากับ ดี

ระดับ 1 เท่ากับ พอใช้

ผลการประเมิน

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง

การทดลอง ผลของอุณหภูมิต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองแล้วทำเครื่องหมาย / ในพฤติกรรมระดับคุณภาพ

ที่	พฤติกรรม/ ระดับคะแนน ชื่อ-สกุล	การใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือ			การดูแลและ เก็บอุปกรณ์/ เครื่องมือ			การนำเสนอผล การทดลอง			รวม	ระดับ คุณภาพ
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	12	
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....

.

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในรายการที่ปฏิบัติ

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

หมายเหตุ

1. การให้คะแนน ✓ ถือเป็น 1 คะแนน
 2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)
- วิธีการให้คะแนน
- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
- ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
- ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
- ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
- ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
- ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

ใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.4
เรื่องผลของอุณหภูมิต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชื่อ – สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ชื่อ – สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ชื่อ – สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ชื่อ – สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ชื่อ – สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ชื่อ – สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ผู้ควบคุม

ปฏิบัติการ.....

วันที่ทำปฏิบัติการ.....เดือน.....พ.ศ.....

1. จุดประสงค์การทดลอง

- 1) ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
- 2) สรุปผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

2. สารเคมีและอุปกรณ์

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. สารละลายกรดออกซาลิก 0.05 mol/dm ³	2 cm ³
2. สารละลายกรดซัลฟิวริก 1.0 mol/dm ³	1 cm ³
3. สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.005 mol/dm ³	2 cm ³
4. น้ำแข็ง	3-4 ก้อน
อุปกรณ์	
1. หลอดทดลองขนาดเล็ก	4 หลอด
2. บีกเกอร์ขนาด 100 cm ³	1 ใบ
3. นาฬิกาจับเวลาที่มีเข็มวินาที	1 เรือน
4. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม	1 ชุด
5. หลอดหยด	3 หลอด
6. เทอร์มอมิเตอร์ 0-100 °C	1 แท่ง

ขั้นตอนการทดลอง

ให้นักเรียนทำตามขั้นตอนที่ได้สรุปมาในหนังสือเรียนเคมี เล่ม 3

ตารางบันทึกผลการทดลอง

อุณหภูมิที่ทดลอง (°C)	ระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยา (s)
20	
อุณหภูมิห้อง	
40	
60	

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

- ข้อใดเป็นเหตุผลที่ถูกต้องที่สุดเพื่อแสดงว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น
 - โมเลกุลของสารนั้นจะมีการชนกันมากขึ้น
 - จะทำให้ความดันเพิ่มขึ้น
 - จะทำให้พลังงานก่อกัมมันต์เพิ่มขึ้น
 - โมเลกุลบางส่วนมีพลังงานสูงเกิดขึ้น
- เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นด้วยเพราะเหตุผลข้อใด
 - จำนวนโมเลกุลที่มีพลังงานสูงกว่าพลังงานก่อกัมมันต์เพิ่มมากขึ้น
 - โมเลกุลที่มีพลังงานสูงกว่าพลังงานก่อกัมมันต์ชนกันมากขึ้น
 - โมเลกุลส่วนใหญ่มีพลังงานจลน์สูงขึ้นและมีการชนกันมากขึ้น
 - โมเลกุลทั้งหมดของสารตั้งต้นมีพลังงานสูงกว่าพลังงานก่อกัมมันต์และชนกันมากขึ้นอย่างถูกต้องทิศทาง

เฉลยคำถามท้ายการทดลอง

1. ตอบ 4

2. ตอบ 4

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาเคมี (ว30222)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ย่อยผลของความเข้มข้นต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และผลของสารบางชนิดต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ

จำนวน 2 คาบ (110 นาที)

ภาคเรียนที่ 1

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

ทดลองวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลของความเข้มข้นพื้นที่ผิวอุณหภูมิตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. สาระสำคัญ

การเพิ่มความเข้มข้นหรือลดความเข้มข้นทำให้จำนวนอนุภาคของสารในระบบเพิ่มขึ้นและอนุภาคที่มีพลังงานสูงมากขึ้นด้วยโอกาสที่อนุภาคจะชนกันแล้วเกิดปฏิกิริยาจึงมากขึ้น และสารบางชนิดเมื่อเติมลงไปในระบบแล้วมีผลทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้นเรียกว่า ตัวเร่งปฏิกิริยา และบางตัวทำให้ปฏิกิริยาลดลงเรียกว่า ตัวหน่วงปฏิกิริยา

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

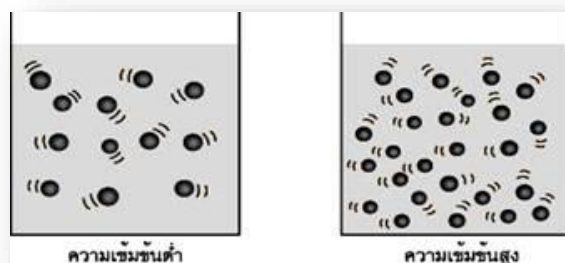
เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

- 3.1 อธิบายผลของความเข้มข้นของสารที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (K)
- 3.2 อธิบายผลของสารบางชนิดที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (K)
- 3.3 ทำการทดลองผลของความเข้มข้นและสารบางชนิดต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (P)
- 3.4 เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดไฮโดรคลอริกกับโซเดียมไฮโอซัลเฟตได้ (P)
- 3.5 ทำงานร่วมกับผู้อื่นและทำงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด (A)

4. สารการเรียนรู้

4.1 ความเข้มข้นของสารตั้งต้นต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นจำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นที่เข้าทำปฏิกิริยาก็มีมากขึ้นด้วยจึงทำให้อนุภาคของสารตั้งต้นมีโอกาสชนกันมากขึ้นและเมื่ออนุภาคที่เข้าชนกันมีพลังงานมากพอก็สามารถเกิดปฏิกิริยาขึ้นได้แต่ถ้าความเข้มข้นของสารตั้งต้นลดลงอัตราการเกิดปฏิกิริยาก็จะลดลง

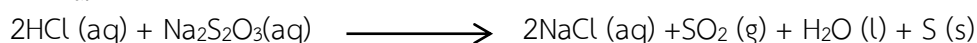


รูปที่ 1 ผลของความเข้มข้นต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

(ที่มา: http://thetiew2.blogspot.com/2009_07_01_archive.html)

4.2 การศึกษาผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

ทำการศึกษาปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดไฮโดรคลอริกกับสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต ดังสมการ

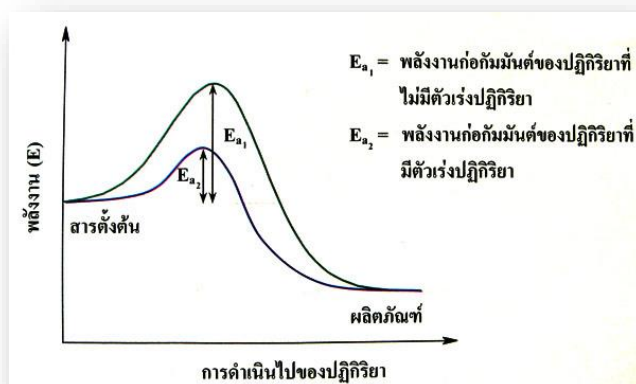


จากการทดลองเมื่อกำหนดความเข้มข้นของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ คงที่ แล้วลดความเข้มข้นของสารละลาย HCl โดยการลดปริมาตรของ HCl ลงจาก 10 ลูกบาศก์เซนติเมตรแล้วเติมน้ำให้มีปริมาตรเท่าเดิม เพื่อควบคุมให้ปริมาตรของสารตั้งต้นหลังผสมเท่ากับทุกครั้ง พบว่าเมื่อลดความเข้มข้นของสารละลาย HCl ลงอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะช้าลง ซึ่งสังเกตได้จากเวลาที่ใช้ในการเกิดกัมมะถันมากพอที่จะไปบังชดกาทามากขึ้น และเมื่อทำการทดลองกำหนดให้ความเข้มข้นของ HCl คงที่ แล้วลดความเข้มข้นของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ จะพบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ลดลง อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะช้าลงด้วย จึงสรุปได้ว่า ความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กล่าวคือ ความเข้มข้นของสารตั้งต้นมาก อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเร็ว ความเข้มข้นของสารตั้งต้นน้อย อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะช้าลงด้วย

4.3 ผลของสารบางชนิดต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ทำการศึกษาผลของสารบางชนิดเมื่อเติมลงไปในการปฏิกิริยาในปริมาณเล็กน้อยจะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร โดยสารที่ใช้ในการทดลองคือสารละลายแมงกานีส (II) ซัลเฟตต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดออกซาลิกกับสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ซึ่งพบว่าสารละลายแมงกานีส (II) ซัลเฟตสามารถทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้นซึ่งเรียกสารที่เติมลงไปนี้ว่า **ตัวเร่งปฏิกิริยา** และเมื่อเติมโซเดียมฟลูออไรด์ลงไปในการทำปฏิกิริยาระหว่างเปือกไข่กับสารละลายกรดแอสติก พบว่าปฏิกิริยาจะเกิดช้ากว่าที่ไม่เติม ซึ่งลักษณะของสารในลักษณะนี้เรียกว่า **ตัวหน่วงปฏิกิริยา** ทำให้เราทราบได้ว่าตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยามีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยถ้าเทียบการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับการเดินทางข้ามภูเขา และพลังงานก่อกัมมันต์

เปรียบได้กับความสูงของภูเขา ถ้าผู้เขาสูงมากคนที่กำลังมากพอเท่านั้นจึงจะผ่านไปได้ แต่เมื่อมีการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งเปรียบเสมือนการเดินทางสายใหม่ที่ไปถึงจุดหมายปลายทางได้และข้ามภูเขาที่ไม่สูงมากหรืออาจกล่าวได้ว่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยานั้นลดต่ำลง ทำให้คนเดินข้ามภูเขาได้ในจำนวนมากขึ้น นั่นคือโมเลกุลที่ชนกันแล้วมีพลังงานสูงกว่าพลังงานก่อกัมมันต์จะมีจำนวนมากกว่าเมื่อไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา จึงเป็นผลให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสูงขึ้น ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจลน์กับจำนวนโมเลกุลซึ่งมีพลังงานสูงกว่า พลังงานก่อกัมมันต์ในกรณีที่มีและไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยาแสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 2 ผลของตัวเร่งปฏิกิริยาต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
(ที่มา: <http://www.vcharkarn.com/lesson/view.php?id=1438>)

5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ(Engagement)(10นาที)

1) ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องผลของพื้นที่ผิวต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้วโดยใช้คำถามต่อไปนี้

- พื้นที่ผิวมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ: มีผล การเพิ่มพื้นที่ผิวจะทำให้อนุภาคมีโอกาสชนกันได้มากขึ้นทำให้เกิดอนุภาคที่มีพลังงานสูงและมีโอกาสชนกันแล้วเกิดปฏิกิริยามากขึ้น

- นักเรียนคิดว่ามีปัจจัยอื่นอีกหรือไม่ที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

แนวคำตอบ: มี เช่นความเข้มข้น อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา

- นักเรียนคิดว่าถ้าเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นหรือเติมตัวเร่งและตัวหน่วงจะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

แนวคำตอบ: เมื่อเพิ่มความเข้มข้นจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงขึ้น หรือการเติมตัวเร่งจะทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น การเติมตัวหน่วงจะทำให้ปฏิกิริยาเกิดช้า

2) ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน จากนั้นให้นักเรียนทำนายผลการทดลองเรื่องผลของความเข้มข้นและผลของสารบางชนิดต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้การถามคำถาม

- ในการทดลองที่ 1 นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นเมื่อเราทำการลดความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือสารละลายกรดไฮโดรคลอริก

แนวคำตอบ: ระยะเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาจะใช้เวลามากขึ้นเมื่อทำการลดความเข้มข้นของสารตั้งต้น หรือตอบตามแนวความคิดหรือการทำนายของนักเรียน

- ในการทดลองที่ 2 นักเรียนคิดว่าสารตัวใดเป็นตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา และเมื่อเติมสารละลายตัวใดตัวหนึ่งลงในการทดลองจะเกิดอะไรขึ้น

แนวคำตอบ: เมื่อเติมสารละลายแมงกานีสซัลเฟต ปฏิกิริยาจะเกิดได้เร็วขึ้น และเมื่อเติมโซเดียมฟลูออไรด์ ปฏิกิริยาจะเกิดช้า หรือตอบตามแนวความคิดหรือการทำนายของนักเรียน

3) ครูให้นักเรียนเขียนบันทึกสมมติฐานหรือการทำนายผลการทดลองไว้ในแบบบันทึกกิจกรรมการทดลองที่ 6.2 ที่จะแจกให้ในขั้นต่อไป

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (70 นาที)

1) ครูแจ้งนักเรียนว่าวันนี้จะทำการทดลอง 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 เรื่องผลของอุณหภูมิต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในปฏิกิริยาการทดลองที่ 6.2 และการทดลองที่ 2 เรื่องผลของสารบางชนิดต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในปฏิกิริยาการทดลองที่ 6.5 โดยจะทำการทดลองที่ 1 ก่อน

2) ครูแจกใบกิจกรรมที่ 6.2 ให้นักเรียนและให้นักเรียนศึกษาวิธีการทดลองว่ามีขั้นตอนอย่างไรบ้าง

3) ครูใช้คำถามเพื่อทบทวนความเข้าใจในวิธีการทดลองของนักเรียน

- ในขั้นตอนที่ 1 ทำอย่างไร

แนวคำตอบ: เตรียมหลอดทดลองขนาดใหญ่มีการทำกาบาทใส่ด้านหลังสูงจากกันหลอดประมาณ 2.5 เทจ จากนั้นเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 10 ml

- จากนั้นต้องทำอย่างไร

แนวคำตอบ: เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาตร 10 ml และเขย่าให้เข้ากัน จับเวลาตั้งแต่ผสมสารละลายเข้าด้วยกันจนมองไม่เห็นเครื่องหมายกาบาท จากนั้นทำการทดลองเหมือนเดิม 4 ครั้งแต่เปลี่ยนสัดส่วนของโซเดียมไฮดรอกไซด์กับน้ำตามที่กำหนดให้ แต่ให้ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกเท่าเดิม

- การทดลองในตอนี่ 2 ทำอย่างไรบ้าง

แนวคำตอบ: ทำการทดลองคล้ายกับการทดลองในตอนี่ 1 แต่ใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นผสมกับน้ำกลั่นตามตารางที่กำหนดให้ใบกิจกรรมที่ 6.2

4) ครูแจกอุปกรณ์ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ให้คำแนะนำเกี่ยวกับขั้นตอนและความปลอดภัยขณะทำการทดลอง

5) ครูแจกอุปกรณ์และนักเรียนลงมือทำกิจกรรมการทดลอง โดยมีครูดูแลและให้คำแนะนำในระหว่างนักเรียนทำการทดลองให้ครูกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถามว่าถึงขั้นไหนและได้ผลอย่างไรเพื่อให้เกิดนักเรียนมีสมาธิและให้ความสนใจอยู่กับการทำการทดลองและการบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการทดลอง

6) ครูแจ้งนักเรียนว่าจะเริ่มการทดลองที่ 2 เรื่อง ผลของสารบางชนิดต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากปฏิกิริยาการทดลองที่ 6.5

7) ครูถามทบทวนขั้นตอนการทดลอง

- ต้องเตรียมหลอดทดลองกี่หลอด

แนวคำตอบ: 2 หลอด

- เติมสารละลายอะไรลงในแต่ละหลอด

แนวคำตอบ: เติมสารละลายกรดออกซาลิก 2 ml และสารละลายกรดซัลฟูริก 1 ml ลงในหลอดทดลอง
ทั้ง

- จากนั้นมีขั้นตอนอย่างไร

แนวคำตอบ: นำหลอดที่ 1 เติมโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 2 ml เขย่าและจับเวลาจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นไม่มีสี จากนั้นนำหลอดที่ 2 มาเติมสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 2 ml และสารละลายแมงกานีสซัลเฟต 5 หยด เขย่าและจับเวลาจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นไม่มีสี

5) ครูแจกอุปกรณ์และนักเรียนลงมือทำกิจกรรมการทดลอง โดยมีครูดูแลและให้คำแนะนำในระหว่างนักเรียนทำการทดลองให้ครูกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถามว่าถึงขั้นไหนและได้ผลอย่างไร

5.3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)(10 นาที)

1) ครูให้นักเรียนกลุ่มที่ 1, 2 4 และ 6 ออกมานำเสนอผลการทดลองที่ 1 ทั้ง 2 ตอน ในใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.5 จากนั้นถามความเห็นของเพื่อนกลุ่มอื่นๆที่เชื่อว่าผลการทดลองที่เพื่อนรายงานเหมาะสมหรือไม่หรือนักเรียนมีผลการทดลองอื่นที่แตกต่างหรือไม่

2) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปและอภิปรายผลการทดลองที่ 1 ทั้ง 2 ตอน ในประเด็นต่อไปนี้

- เมื่อนำสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.3 mol/dm^3 ปริมาตร 8 cm^3 มาเติมน้ำ 2 cm^3 สารละลายมีความเข้มข้นเท่าใด

แนวคำตอบ: ความเข้มข้นเริ่มต้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์คือ 0.3 mol/dm^3

ปริมาตรเริ่มต้นคือ 8 cm^3 และปริมาตรสุดท้ายคือ 10 cm^3 ดังนั้นจากสูตร

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$C_2 = \frac{C_1 V_1}{V_2}$$

$$C_2 = \frac{0.3 \text{ mol/dm}^3 \times 8 \text{ cm}^3}{10 \text{ cm}^3}$$

$$C_2 = 0.24 \text{ mol/dm}^3$$

- เวลาที่ใช้จนมองไม่เห็นสีตกขาวแต่หลอดเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ: ไม่เท่ากัน เพราะความเข้มข้นของสารตั้งต้นลดลง ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีลดลง จึงทำให้ต้องใช้เวลานานในการเกิดปฏิกิริยา

- จากการทดลองสรุปได้อย่างไร

แนวคำตอบ: เมื่อความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และสารละลายกรดไฮโดรคลอริกลดลงระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้น แสดงว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาลดลง จึงสรุปได้ว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลายทั้งสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และสารละลายกรดไฮโดรคลอริก

3) ครูให้นักเรียนกลุ่ม 3, 5 และ 7 ออกมานำเสนอผลการทดลองที่ 2 ทั้ง 2 ตอน ในใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.5 จากนั้นถามความเห็นของเพื่อนกลุ่มอื่นๆที่เชื่อว่าผลการทดลองที่เพื่อนรายงานเหมาะสมหรือไม่ หรือนักเรียนมีผลการทดลองอื่นที่แตกต่างหรือไม่

4) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปและอภิปรายผลการทดลองที่ 2 ทั้ง 2 ตอน ในประเด็นต่อไปนี้

- ในการทดลองที่ 2 ตอนที่ 1 ในใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.5 สารที่ทำปฏิกิริยาในหลอดทดลองที่ 1 และหลอดทดลองที่ 2 แตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ: พบว่าปฏิกิริยาระหว่างสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตกับกรดออกซาลิกและกรดซัลฟิวริกที่มีการเติมแมงกานีส (II)ซัลเฟต เกิดขึ้นเร็วกว่าคือทำให้สีชมพูของโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตหายไปเร็วกว่า หลอดที่ไม่ได้เติม

- ในตอนที่ 2 สารที่ทำปฏิกิริยาในหลอดทดลองที่ 1 และหลอดทดลองที่ 2 แตกต่างกันอย่างไร

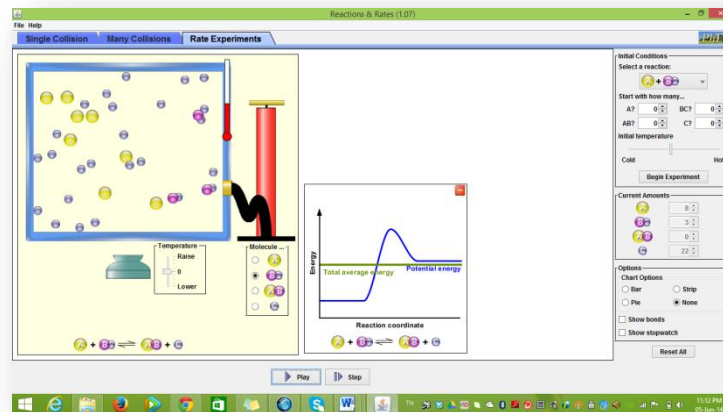
แนวคำตอบ: ปฏิกิริยาในหลอดที่ 2 เกิดช้ากว่าในหลอดที่ 1 ซึ่งเป็นผลมาจากการเติมโซเดียมฟลูออไรด์

- จากการทดลองในตอนที่ 1 สรุปได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ: แมงกานีส (II)ซัลเฟตและโซเดียมฟลูออไรด์มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา โดยแมงกานีส (II)ซัลเฟตทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้นจึงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ส่วนโซเดียมฟลูออไรด์ทำให้ปฏิกิริยาเกิดช้าลงจึงเป็นตัวหน่วงปฏิกิริยา

5.4 ขยายความรู้ (Elaboration) (10 นาที)

1) ครูให้นักเรียนดูสถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและอภิปรายร่วมกับนักเรียน ว่ามีปัจจัยใดอีกบ้างที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



รูปที่ 3 สถานการณ์จำลองคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวกับผลของความเข้มข้นต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ที่มา: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/reactions-and-rates>)

2) ครูยกตัวอย่างการใช้เอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการหมักเนื้อและการต้มเนื้อ และอภิปรายร่วมกับนักเรียน

5.5 ประเมินผล (Evaluation) (10 นาที)

1) ครูใช้คำถามเพื่อทบทวนความเข้าใจของนักเรียนในเรื่องที่ได้เรียนมา

- ถ้าเราลดความเข้มข้นของสารตั้งต้นจะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

แนวคำตอบ: อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะลดลง หรือใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยานานขึ้น

- การใช้น้ำสับประรดหมักเนื้อเป็นการใช้ตัวหน่วงหรือตัวเร่งในการเกิดปฏิกิริยาเคมี

แนวคำตอบ: ตัวเร่งปฏิกิริยา เนื่องจากในน้ำสับประรดมีเอนไซม์ที่สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาหรือลดพลังงานกระตุ้นทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดเร็วขึ้นหรือเนื้อเปื่อยเร็วขึ้นนั่นเอง

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อการนำเสนองาน Power Point

6.2 หนังสือเรียน รายวิชาเคมีเพิ่มเติมเคมี เล่ม 3 ของ สสวท.

6.3 ใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.2 และใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.5

6.4 สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ เข้าถึงได้จาก <https://phet.colorado.edu/en/simulation/reactions-and-rates>

สารเคมี

- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
- สารละลายกรดไฮโดรคลอริก
- สารละลายกรดออกซาลิก
- สารละลายกรดซัลฟิวริก
- สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต
- สารละลายแมงกานีส
- สารละลายกรดแอสติค
- ผงโซเดียมฟลูออไรด์
- เปลือกไข่ที่แห้งและบดละเอียด

อุปกรณ์

- หลอดทดลองขนาดใหญ่
- หลอดทดลองขนาดเล็ก
- ปีกเกอร์ขนาด 100 cm^3
- กระบอกตวงขนาด 10 cm^3
- นาฬิกาจับเวลา
- กระดาษสีขาว
- กระดาษกราฟ
- หลอดหยด
- โกงพร้อมที่บิด
- เครื่องชั่ง

7.กระบวนการวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์ในการวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1) อธิบายความเข้มของสารที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ 2) อธิบายผลของสารบางชนิดที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	-สังเกตจากการตอบคำถาม/การนำเสนอผลการทดลอง - การตรวจแบบบันทึกผลการทดลองที่ 6.2 และ 6.5	-ใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.2 เรื่องผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และ 6.5 เรื่องผลของสารบางชนิดต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	-นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนทั้งหมด : ผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 3) ทำการทดลองผลของความเข้มข้นและสารบางชนิดต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ 4) เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดไฮโดรคลอริกกับโซเดียมไฮโอซัลเฟต	-สังเกตจากการตอบคำถาม/การนำเสนอผลการทดลอง - การตรวจแบบบันทึกผลการทดลองที่ 6.2 และ 6.5	-แบบบันทึกผลการทดลองที่ 6.2 -แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง - แบบประเมินความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้	-ผลการประเมินมีเกณฑ์การผ่าน คือ ระดับปานกลางขึ้นไป -ผลการประเมินมีเกณฑ์การผ่าน คือ ระดับดีขึ้นไป
ด้านเจตคติ (A) 5) ทำงานร่วมกับผู้อื่นและทำงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด	-สังเกตจากการมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่มและการทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	- แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	-ผลการประเมินมีเกณฑ์การผ่าน คือ ระดับพอใช้ขึ้นไป

แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม
คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง ของนักเรียนที่ปฏิบัติตามพฤติกรรมนั้นๆ

ข้อ ที่	รายการที่สังเกต	กลุ่มที่														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม															
2	แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล															
3	รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในชั้นเรียน															
4	ความตรงต่อเวลา															
5	รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย															
รวมคะแนน																
ระดับคุณภาพ																

หมายเหตุ ✓ แทนคะแนนจำนวน 1 คะแนน

เกณฑ์การประเมิน

ระดับ 3 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 4-5 คะแนน

ระดับ 2 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 2-3 คะแนน

ระดับ 1 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 1 คะแนน

เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของกลุ่มนักเรียน ระดับคุณภาพที่ประเมิน

ระดับ 3 เท่ากับ ดีมาก

ระดับ 2 เท่ากับ ดี

ระดับ 1 เท่ากับ พอใช้

ผลการประเมิน

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

แบบประเมินความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง ของนักเรียนที่ปฏิบัติตามเกณฑ์การประเมินระดับนั้นๆ

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง ของนักเรียนที่ปฏิบัติตามเกณฑ์การประเมินระดับนั้นๆ

[illegible]

เกณฑ์การประเมินความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้

เกณฑ์การประเมิน	เกณฑ์การประเมินระดับคะแนน			ค่าน้ำหนัก
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	
1. การวางแผนการทำงาน	มีการวางแผนการทำงานกลุ่ม ช่วยกันเสนอความคิดเห็น รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล	มีการวางแผนการทำงานกลุ่ม รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	ไม่มีการวางแผนการทำงานกลุ่ม ไม่รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	3
2. การนำเสนอผลงาน	สามารถนำเสนอผลงานถูกต้องชัดเจนเป็นขั้นตอนให้เหตุผลได้ถูกต้อง	สามารถนำเสนอผลงานถูกต้อง แต่ยังไม่เป็นขั้นตอน ให้เหตุผลได้ถูกต้องบางส่วน	ต้องให้คำชี้แนะในการนำเสนอผลงาน และให้เหตุผล	2
3. ความถูกต้องตอบคำถาม	ตอบคำถามของกลุ่มได้คะแนนมากกว่าร้อยละ 80 คะแนน	ตอบคำถามของกลุ่มได้คะแนนอยู่ระหว่างร้อยละ 60 – 80 คะแนน	ตอบคำถามของกลุ่มได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 60คะแนน	5

การสรุปผลการประเมินให้เป็นระดับคุณภาพ 1, 2, 3 และ 4 ใช้เกณฑ์ดังนี้

ผลรวมของคะแนน 24-30 คะแนนให้ระดับคุณภาพ 4 (ดีมาก)

ผลรวมของคะแนน 18-23 คะแนนให้ระดับคุณภาพ 3 (ดี)

ผลรวมของคะแนน 12-17 คะแนนให้ระดับคุณภาพ 2 (พอใช้)

ผลรวมของคะแนน 0-11 คะแนนให้ระดับคุณภาพ 1 (ควรปรับปรุง)

เกณฑ์การผ่านคุณภาพ ระดับคุณภาพ2 (พอใช้) ขึ้นไป

ผลการประเมิน.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง

การทดลองผลของความเข้มข้นต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและผลของสารบางชนิดต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองแล้วทำเครื่องหมาย / ในพฤติกรรมระดับคุณภาพ

ที่	พฤติกรรม/ ระดับคะแนน ชื่อ-สกุล	การใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือ			การดูแลและ เก็บอุปกรณ์/ เครื่องมือ			การนำเสนอผล การทดลอง			รวม	ระดับ คุณภาพ
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	12	
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

เกณฑ์การประเมินการทำกิจกรรมการทดลอง

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือ	การใช้อุปกรณ์/เครื่องมือ ในการทดลองได้อย่าง คล่องแคล่วและถูกต้อง ตามหลักการปฏิบัติ	การใช้อุปกรณ์/เครื่องมือ ในการทดลองได้อย่าง ถูกต้องตามหลักการ ปฏิบัติแต่ไม่คล่องแคล่ว	การใช้อุปกรณ์/เครื่องมือ ไม่ถูกต้อง
2. การดูแลและเก็บ อุปกรณ์/เครื่องมือ	ดูแลและเก็บอุปกรณ์/ เครื่องมือทดลองอย่างดี มีการทำความสะอาด และเก็บอย่างถูกต้องตาม หลักการ	ดูแลและเก็บอุปกรณ์/ เครื่องมือทดลองอย่างดี มีการทำความสะอาดแต่ อาจเก็บไม่ถูกต้องตาม หลักการ	ไม่ดูแลและเก็บอุปกรณ์/ เครื่องมือและไม่สนใจทำ ความสะอาดและเก็บเข้า ที่
3. การนำเสนอผลการ ทดลอง	สามารถนำเสนอผลการ ทดลองได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนเป็นขั้นตอน	สามารถนำเสนอผลการ ทดลองได้อย่างถูกต้อง แต่ยังไม่เป็นขั้นตอน	ต้องให้คำชี้แนะในการ บันทึกผลการทดลองจึง ปฏิบัติได้

หมายเหตุ

การสรุปผลการประเมินให้เป็นระดับคุณภาพ 0,1,2 ใช้เกณฑ์ดังนี้

ผลรวมของคะแนน 9-12 คะแนนให้ระดับคุณภาพ 2 (ดี)

ผลรวมของคะแนน 4-8 คะแนนให้ระดับคุณภาพ 1 (พอใช้)

ผลรวมของคะแนน 0-3 คะแนนให้ระดับคุณภาพ 0 (ควรปรับปรุง)

เกณฑ์การผ่าน ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....

.

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในรายการที่ปฏิบัติ

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

หมายเหตุ

1. การให้คะแนน ✓ ถือเป็น 1 คะแนน
 2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)
- วิธีการให้คะแนน
- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
- ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
- ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
- ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
- ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
- ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

ใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.2

เรื่องผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชื่อ - สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ชื่อ - สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ชื่อ - สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ชื่อ - สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ชื่อ - สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ชื่อ - สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ผู้ควบคุม

ปฏิบัติการ.....

วันที่ทำปฏิบัติการ.....เดือน.....พ.ศ.....

การทดลองที่ 1 ผลของความเข้มข้นต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. จุดประสงค์การทดลอง

- 1.1 ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
- 1.2 เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลาในการเกิดปฏิกิริยาและสามารถแปลผลจากกราฟได้
- 1.3 สรุปผลของความเข้มข้นของสารที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

2. วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 ใช้สารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟตที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้นคงที่

- 1) รินสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 2.0 mol/dm^3 ปริมาตร 10 cm^3 ลงในหลอดทดลองขนาดใหญ่
- 2) นำกระดาษสีขาที่ทำเครื่องหมายกากบาทไว้ มาวางขีดข้างหลอดทดลองด้านหนึ่ง โดยให้เครื่องหมายกากบาทอยู่สูงจากก้นหลอดประมาณ 2.5 cm^3
- 3) เติมสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต 0.3 mol/dm^3 ปริมาตร 10 cm^3 ลงในหลอดทดลองในข้อ 1 เขย่าให้เข้ากัน สังเกตเครื่องหมายและจับเวลาตั้งแต่ผสมสารละลายเข้าด้วยกันจนกระทั่งเริ่มมองไม่เห็นเครื่องหมายกากบาท
- 4) ทำการทดลองอีก 4 ครั้งโดยใช้โซเดียมไฮโอซัลเฟตผสมกับน้ำกลั่นตามปริมาณที่กำหนดไว้ในตาราง แต่ใช้ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกเท่าเดิม

ตารางกำหนดปริมาตรของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตและน้ำที่ใช้ในการทดลองตอนที่ 1

หลอดที่	ปริมาตรของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (cm^3)	ปริมาตรของน้ำ (cm^3)
1	10	0
2	8	2
3	6	4
4	4	6
5	2	8

ตอนที่ 2 ใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่มีความเข้มข้นคงที่

1) ทำการทดลองเช่นเดียวกับตอนที่ 1 แต่ใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.30 mol/dm^3 ผสมกับน้ำกลั่นตามปริมาตรที่กำหนดในตาราง และใช้สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตเข้มข้น 0.30 mol/dm^3 ปริมาตรคงที่ 10 cm^3

ตารางกำหนดปริมาตรของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกและน้ำที่ใช้ในการทดลองตอนที่ 2

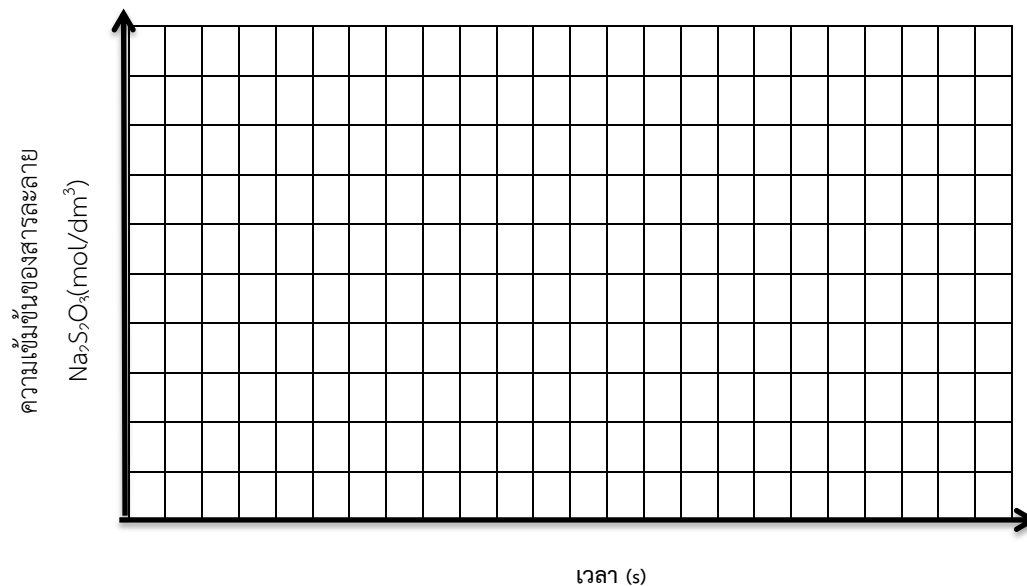
หลอดที่	ปริมาตรของสารละลาย HCl (cm^3)	ปริมาตรของน้ำ (cm^3)
1	10	0
2	8	2
3	6	4
4	4	6
5	2	8

3. ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 ผลของความเข้มข้นของ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

หลอดที่	ปริมาตรของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (cm^3)	ปริมาตรของน้ำ (cm^3)	ความเข้มข้นของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mol/dm^3)	เวลา (s)
1	10	0		
2	8	2		
3	6	4		
4	4	6		
5	2	8		

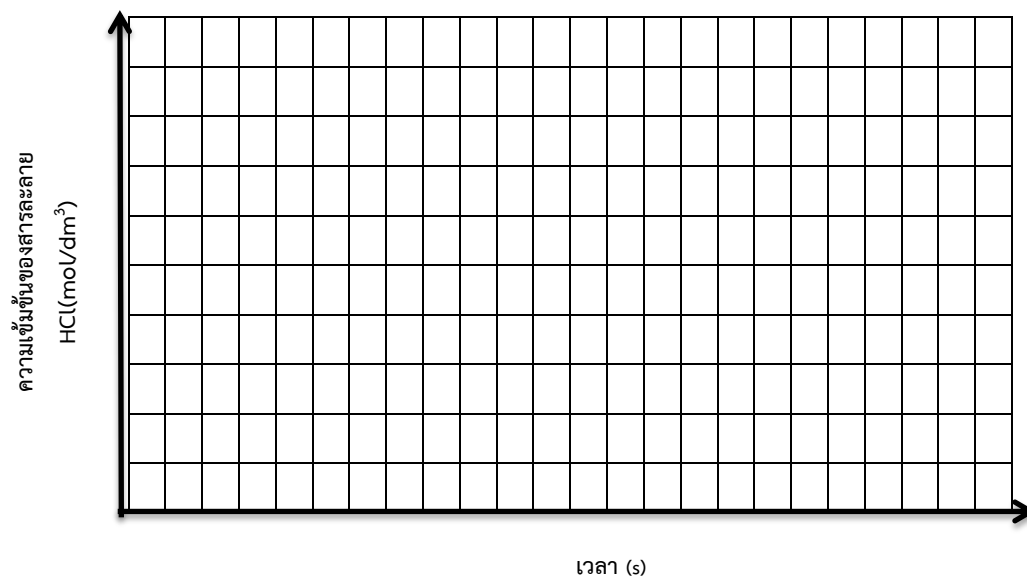
เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ กับเวลา



ตอนที่ 2 ผลของความเข้มข้นของ HCl ต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

หลอดที่	ปริมาตรของสารละลาย HCl (cm ³)	ปริมาตรของน้ำ (cm ³)	ความเข้มข้นของสารละลาย HCl (mol/dm ³)	เวลา (s)
1	10	0		
2	8	2		
3	6	4		
4	4	6		
5	2	8		

เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ HCl กับเวลา



สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

แนวคำตอบ: เมื่อลดความเข้มข้นของสารตั้งต้นจะพบว่าเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาจะมากขึ้นด้วย หรืออาจกล่าวได้ว่าเมื่อลดความเข้มข้นของสารตั้งต้นจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาลดน้อยลง จึงกล่าวได้ว่าความเข้มข้นของสารมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.5
เรื่องผลของสารบางชนิดต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

การทดลองที่ 2 ผลของสารบางชนิดต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. จุดประสงค์การทดลอง

- 1.1 ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของสารบางชนิดต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
- 1.2 อธิบายหน้าที่ของแมงกานีส (II)ซัลเฟตและโซเดียมฟลูออไรด์ในปฏิกิริยาที่ทำการทดลองได้
- 1.3 สรุปผลของสารบางชนิดที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาได้

2. วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 ผลของสารละลายแมงกานีส (II)ซัลเฟตต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดออกซาลิกกับสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

1) นำหลอดทดลองขนาดกลาง 2 หลอด แต่ละหลอดใส่สารละลายกรดออกซาลิก 0.05 mol/dm^3 ปริมาตร 2 cm^3 และสารละลายกรดซัลฟิวริก 1.0 mol/dm^3 ปริมาตร 1 cm^3

2) นำหลอดที่ 1 มาเติมสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.005 mol/dm^3 ปริมาตร 2 cm^3 **เขย่าพร้อมทั้งเริ่มจับเวลาจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นไม่มีสี**

3) นำหลอดที่ 2 มาเติมสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.005 mol/dm^3 ปริมาตร 2 cm^3 และสารละลายแมงกานีส (II)ซัลเฟต 0.1 mol/dm^3 จำนวน 5 หยด เขย่าพร้อมทั้งเริ่มจับเวลาจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นไม่มีสี

ตอนที่ 2 ผลของโซเดียมฟลูออไรด์ต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่างเปลือกไข่กับสารละลายกรดแอสติค

1) ใส่เปลือกไข่ที่ตากแห้งและบดละเอียดลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 2 หลอด หลอดละ 1 g

2) ใส่ผงโซเดียมฟลูออไรด์ 0.1 g ลงบนเปลือกไข่ในหลอดที่ 1 คลุกเคล้าให้ทั่ว

3) นำหลอดทดลองทั้ง 2 หลอดมาเติมสารละลายกรดแอสติค 0.5 mol/dm^3 หลอดละ 3 cm^3 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

3. ผลการทดลอง

ตอนที่ 1

หลอดที่	สารที่ทำปฏิกิริยา	ระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยา (s)
1		
2		

ตอนที่ 2

หลอดที่	สารที่ทำปฏิกิริยา	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
1		
2		

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ผงโซเดียมฟลูออไรด์มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาอย่างไร และเป็นสารที่มีคุณสมบัติเป็นตัวเร่งหรือตัวหน่วงปฏิกิริยา

แนวคำตอบ: เมื่อเติมโซเดียมฟลูออไรด์ลงไปพบว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยานานกว่าการทดลองที่ไม่ได้เติม ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าโซเดียมฟลูออไรด์เป็นตัวหน่วงปฏิกิริยาทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้ช้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาเคมี (ว30222)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ย่อย สมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยา

ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ

จำนวน 1 คาบ (55 นาที)

ภาคเรียนที่ 1

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

ทดลองวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลของความเข้มข้นพื้นที่ผิวอุณหภูมิตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. สาระสำคัญ

ปฏิกิริยาเคมีบางปฏิกิริยาอาจทำให้เร็วขึ้นหรือช้าลงได้ เมื่อเติมตัวเร่งหรือตัวหน่วงปฏิกิริยาที่เหมาะสม โดยตัวเร่งปฏิกิริยาที่เติมลงไปจะทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น เพราะตัวเร่งปฏิกิริยาจะไปลดค่าพลังงานก่อกัมมันต์ ส่วนตัวหน่วงปฏิกิริยาเติมลงไปเพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยาช้าลง เพราะตัวหน่วงปฏิกิริยาจะไปเพิ่มค่าพลังงานก่อกัมมันต์ แต่เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดทั้งตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยาจะกลับไปเป็นสารเดิม

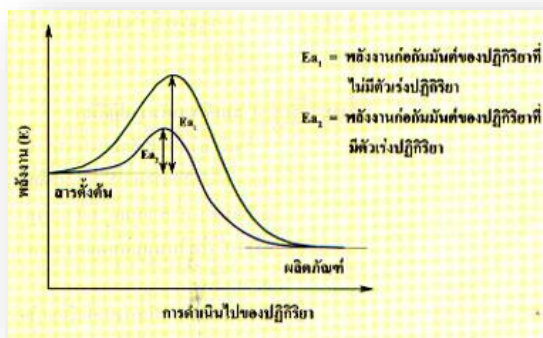
3. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 3.1 อธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวเร่งปฏิกิริยาในขณะที่ปฏิกิริยาดำเนินไปได้ (K)
- 3.2 บอกหน้าที่ของโคบอลต์ (II) คลอไรด์ในปฏิกิริยาที่ทำการทดลองได้ (K)
- 3.3 บอกสมบัติของตัวเร่งเมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดได้ (K)
- 3.4 สรุปสมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยาได้ (K)
- 3.5 ทำการทดลองเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตัวเร่งปฏิกิริยาในระหว่างเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ (P)
- 3.6 ทำงานร่วมกับผู้อื่นและทำงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด (A)

4. สาระการเรียนรู้

ปฏิกิริยาเคมีบางชนิดเมื่อเติมสารซึ่งเรียกว่า ตัวเร่งปฏิกิริยา ลงไป (catalyst) จะทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น เพราะตัวเร่งปฏิกิริยาจะไปลดค่าพลังงานก่อกัมมันต์ เมื่อพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาลดลงก็จะมีผลทำให้

จำนวนโมเลกุลที่ชนกันแล้วมีพลังงานสูงกว่าพลังงานก่อกัมมันต์จะมีจำนวนมากกว่าเมื่อไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา จึงเป็นผลทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงขึ้น



รูปที่ 1 แสดงผลของตัวเร่งต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ที่มา: <http://www.thaigoodview.com/library/studentshow/2549/nongkhai/kudbongphittayakarn/p04.htm>

ขณะที่ปฏิกิริยาดำเนินไปตัวเร่งปฏิกิริยาจะเข้าไปมีส่วนร่วมในปฏิกิริยาด้วยโดยเปลี่ยนแปลงเป็นสารอื่นชั่วขณะหนึ่ง แต่เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดแล้วจะกลับเป็นสารเดิม

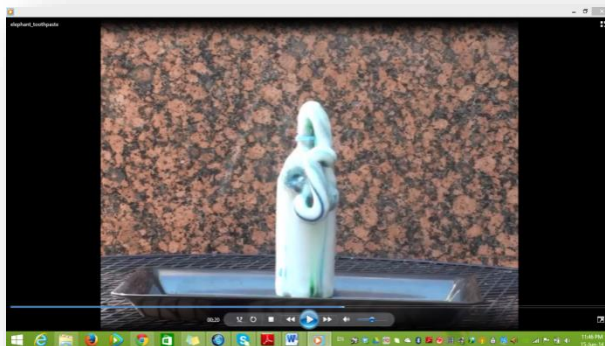
สำหรับตัวหน่วงปฏิกิริยาหรือตัวยับยั้งปฏิกิริยา (Inhibitor) จะไปทำให้ปฏิกิริยาเกิดช้าลงเพราะตัวหน่วงปฏิกิริยาจะไปเพิ่มค่าพลังงานก่อกัมมันต์ของระบบ เป็นผลให้ปฏิกิริยาเกิดช้าลง และเมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดลง ตัวหน่วงปฏิกิริยาหรือตัวยับยั้งปฏิกิริยาจะกลับมาเป็นสารเดิมและสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)(5นาที)

1) ครูให้นักเรียนดูวิดีโอเกี่ยวกับตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา



รูปที่ 2 ลักษณะของปฏิกิริยาเคมีที่เร่งปฏิกิริยา

ที่มา : <http://www.middleschoolchemistry.com/multimedia/chapter6/lesson5>

2) ครูถามนักเรียนว่า นักเรียนคิดว่าเมื่อเราเติมตัวเร่งปฏิกิริยาลงไปปฏิกิริยาเคมี ตอนสุดท้ายตัวเร่งปฏิกิริยา

แนวคำตอบ: ขณะที่ปฏิกิริยาดำเนินไปตัวเร่งปฏิกิริยาจะเข้าไปมีส่วนร่วมในปฏิกิริยาด้วยโดยเปลี่ยนแปลงเป็นสารอื่นชั่วขณะหนึ่ง แต่เมื่อปฏิกิริยาลิ้นสุดแล้วจะกลับเป็นสารเดิม

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (20 นาที)

1) ครูให้แจ้งให้นักเรียนทราบว่าวันนี้จะทำการทดลองเรื่องสมบัติของตัวเร่งในปฏิกิริยาเคมี โดยให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่มละ 5-6 คน โดยแต่ละคนต้องมีหน้าที่รับผิดชอบเป็นของตนเอง

2) ครูให้ตัวแทนของแต่ละกลุ่มออกมาจับใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.6 และให้สมาชิกในกลุ่มแบ่งหน้าที่การรับผิดชอบในการทำงาน

3) ครูให้นักเรียนร่วมกันศึกษาวิธีการทดลองที่ 6.6 ในหนังสือเรียนและสรุปออกมาเป็นวิธีการของกลุ่มเพื่อให้่ง่ายต่อการทำการทดลอง

4) ครูบอกข้อห้ามและข้อควรระวังในระหว่างการทำกิจกรรมการทดลองดังต่อไปนี้

- ห้ามนักเรียนหยอกล้อกันขณะทำการทดลอง
- ในขั้นตอนการหยดสารให้นักเรียนทำอย่างระมัดระวัง
- ห้ามใช้หลอดหยดสารปนกันกับสารตัวอื่น

5) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนถามข้อสงสัยในการทำกิจกรรมการทดลอง

6) ครูแจกอุปกรณ์และนักเรียนลงมือทำกิจกรรมการทดลอง โดยมีครูดูแลและให้คำแนะนำในระหว่างนักเรียนทำการทดลองให้ครูกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถามว่าถึงขั้นไหนและได้ผลอย่างไรเพื่อให้เกิดนักเรียนมีสมาธิและให้ความสนใจอยู่กับการทำการทดลองและการบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการทดลอง

5.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (10 นาที)

1) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอผลงานที่หน้าชั้นเรียนตามประเด็นที่ครูกำหนด และเมื่อนักเรียนนำเสนอผลงานแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยครูใช้คำถามนำการอภิปรายดังนี้

- จากผลการทดลองโคบอลต์ (II) คลอไรด์มีหน้าที่อะไรในปฏิกิริยา และทราบได้อย่างไร

แนวคำตอบ: เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เพราะปฏิกิริยาในหลอดที่ 1 ที่มีโคบอลต์ (II) คลอไรด์ จะเกิดเร็วกว่าปฏิกิริยาในหลอดที่ 2 มาก

- ในขณะที่ปฏิกิริยาดำเนินไป โคบอลต์ (II) คลอไรด์ มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ: มีการเปลี่ยนแปลง คือ สารละลายโคบอลต์ (II) คลอไรด์มีสีชมพู ขณะเกิดปฏิกิริยาจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวและเมื่อปฏิกิริยาลิ้นสุดลงจะกลับเป็นสีชมพูเหมือนเดิม

- จากผลการทดลองที่ได้ ทำให้สรุปได้ว่าสมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นอย่างไร

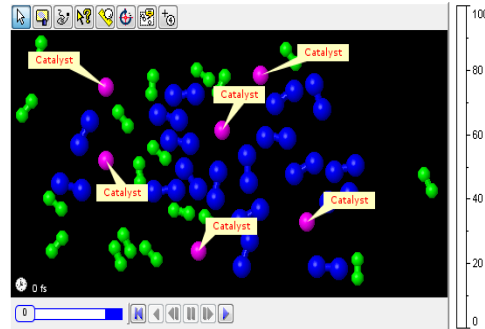
แนวคำตอบ: ขณะที่ปฏิกิริยาดำเนินไป ตัวเร่งปฏิกิริยาจะเข้าไปมีส่วนร่วมในปฏิกิริยาด้วยโดยเปลี่ยนแปลงเป็นสารอื่นชั่วขณะหนึ่ง แต่เมื่อปฏิกิริยาลิ้นสุดแล้วจะกลับเป็นสารเดิม

- จากผลการทดลองที่ได้สามารถนำมาใช้อธิบายเพียงสมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยาเท่านั้น แต่สำหรับตัวหน่วงปฏิกิริยาจะมีสมบัติที่เหมือนหรือแตกต่างจากตัวเร่งปฏิกิริยาหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ: มีสมบัติที่เหมือนกันคือ ขณะที่ปฏิกิริยาดำเนินไป ตัวหน่วงปฏิกิริยาจะเข้าไปมีส่วนร่วมในปฏิกิริยาด้วยโดยเปลี่ยนแปลงเป็นสารอื่นชั่วขณะหนึ่ง แต่เมื่อปฏิกิริยาลิ้นสุดแล้วจะกลับเป็นสารเดิม

5.4 ขั้้นขยายความรู้(10 นาที)

ครูนำเสนอภาพเคลื่อนไหวทางคอมพิวเตอร์ ที่มีลักษณะดังแสดง เพื่อให้นักเรียนเห็นกลไกการทำงานของตัวเร่งปฏิกิริยา โดยครูเป็นผู้อธิบายไปพร้อมกับภาพเคลื่อนไหว



รูปที่ 3 แสดงการทำงานของเอนไซม์

ที่มา : <http://mw2.concord.org/public/student/chemicalreaction/catalysis2.cml>

5.5 ขั้้นประเมินผล(10 นาที)

- 1) ครูประเมินผลจากการทำกิจกรรมกลุ่ม ความร่วมมือภายในกลุ่ม
- 2) ประเมินจากการที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น ทั้งภายในกลุ่มและ

ภายนอกกลุ่ม

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- 1) สื่อการนำเสนองาน Power Point
- 2) หนังสือเรียน รายวิชาเคมีเพิ่มเติมเคมี เล่ม 3 ของ สสวท.
- 3) ใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.6 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา เคมี
- 4) วิดีโอและภาพเคลื่อนไหวเข้าถึงได้ที่

<http://mw2.concord.org/public/student/chemicalreaction/catalysis2.cml>

สารเคมี

- โซเดียมโพแทสเซียมทาร์เทรต
- สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้นร้อยละ 6
- สารละลายโคบอลต์ (II)คลอไรด์ 0.1 mol/dm^3
- น้ำกลั่น

อุปกรณ์

- หลอดทดลองขนาดกลาง
- ปีกเกอร์ขนาด 250 cm^3
- ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม
- กระบอกตวงขนาด 10 cm^3
- เทอร์มอมิเตอร์ $0 - 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- หลอดหยด

7.กระบวนการวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์ในการวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1) อธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแรงปฏิกิริยาในขณะที่ปฏิกิริยาดำเนินไปได้ 2) บอกหน้าที่ของโคบอลต์ (II) คลอไรด์ในปฏิกิริยาที่ทำการทดลองได้ 3) บอกสมบัติของตัวแรงเมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดได้ 4) สรุปลสมบัติของตัวแรงปฏิกิริยาได้	-การตรวจคะแนนคำถามท้ายการทดลองที่ 6.6	-ใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.6 เรื่องสมบัติของตัวแรงปฏิกิริยา	-นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนทั้งหมด : ผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 5) ทำการทดลองเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตัวแรงปฏิกิริยาในระหว่างเกิดปฏิกิริยาเคมีได้	-สังเกตจากการตอบคำถาม/การนำเสนอผลการทดลอง - การตรวจแบบบันทึกผลการทดลองที่ 6.6	-แบบบันทึกผลการทดลองที่ 6.6 เรื่องสมบัติของตัวแรงปฏิกิริยา -แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง	-ผลการประเมินมีเกณฑ์การผ่าน คือ ระดับปานกลางขึ้นไป
ด้านเจตคติ (A) 6) ทำงานร่วมกับผู้อื่นและทำงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด	-สังเกตจากการมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่มและการทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	-แบบบันทึกสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	-ผลการประเมินมีเกณฑ์การผ่าน คือ ระดับพอใช้ขึ้นไป

แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างของนักเรียนที่ปฏิบัติพฤติกรรมนั้นๆ

ข้อที่	รายการที่สังเกต	กลุ่มที่							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม								
2	แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล								
3	รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในชั้นเรียน								
4	ความตรงต่อเวลา								
5	รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย								
รวม									
ระดับคุณภาพ									

เกณฑ์การประเมิน

ระดับ 3 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 4-5 รายการ

ระดับ 2 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 2-3 รายการ

ระดับ 1 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 1 รายการ

เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียนตามกลุ่ม ระดับคุณภาพที่ประเมิน

ระดับ 3 เท่ากับ ดีมาก

ระดับ 2 เท่ากับ ดี

ระดับ 1 เท่ากับ พอใช้

ผลการประเมิน

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง

การทดลอง สมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยา

คำชี้แจง สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองแล้วทำเครื่องหมาย / ในพฤติกรรมระดับคุณภาพ

ที่	พฤติกรรม/ ระดับคะแนน ชื่อ-สกุล	การใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือ			การดูแลและ เก็บอุปกรณ์/ เครื่องมือ			การนำเสนอผล การทดลอง			รวม	ระดับ คุณภาพ
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	12	
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....

.

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในรายการที่ปฏิบัติ

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

หมายเหตุ

1. การให้คะแนน ✓ ถือเป็น 1 คะแนน
 2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)
- วิธีการให้คะแนน
- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
- ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
- ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
- ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
- ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
- ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

ใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.6

เรื่องสมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยา

ชื่อ - สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ชื่อ - สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ชื่อ - สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ชื่อ - สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ชื่อ - สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....
 ชื่อ - สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....

ผู้ควบคุม

ปฏิบัติการ.....

วันที่ทำปฏิบัติการ.....เดือน.....พ.ศ.....

➤ จุดประสงค์การทดลอง

- 1) ทำการทดลองเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตัวเร่งปฏิกิริยาในระหว่างเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
- 2) บอกสมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยาเมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดได้
- 3) บอกหน้าที่ของโคบอลต์ (II) คลอไรด์ในปฏิกิริยาที่ทำการทดลองได้
- 4) สรุปผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงของตัวเร่งปฏิกิริยาในระหว่างเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

สารเคมีและอุปกรณ์

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. โซเดียมโพแทสเซียมทาร์เทรต	0.5 g
2. สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้นร้อยละ 6	4 cm ³
3. สารละลายโคบอลต์ (II) คลอไรด์ 0.1 mol/dm ³	2หยด
4. น้ำกลั่น	5 cm ³
อุปกรณ์	
1. หลอดทดลองขนาดกลาง	2 หลอด
2. ปีกเกอร์ขนาด 250 cm ³	1 ใบ
3. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม	1 ชุด
4. กระจกบดขนาด 10 cm ³	1 ใบ
5. ที่จับหลอดทดลอง	1 อัน
6. เทอร์มอมิเตอร์ 0-100 °C	1 แท่ง
7. หลอดหยด	1 อัน

ขั้นตอนการทดลอง

ให้นักเรียนทำตามขั้นตอนที่ได้สรุปมาเป็นของกลุ่มลงในใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.6

บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. การเติมตัวเร่งปฏิกิริยาจะมีผลต่อข้อใดดังต่อไปนี้

ก. พลังงานของปฏิกิริยา

ข. ปริมาณผลิตภัณฑ์

ค. พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา

ง. ค่าคงที่สมดุล

2) ตัวเร่งที่เติมลงไปในปฏิกิริยาเคมี มีบทบาทหน้าที่อย่างไร จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

เฉลยคำถามท้ายการทดลอง

- 1) ค. พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา
- 2) ตอบ เมื่อเติมตัวเร่งปฏิกิริยาลงไปในปฏิกิริยาเคมี ตัวเร่งปฏิกิริยาจะไปลดพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา ทำให้สารเกิดปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 14

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี
หน่วยการเรียนรู้ย่อย การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้
ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ
ภาคเรียนที่ 1

รายวิชาเคมี (ว30222)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 1 คาบ (55 นาที)
โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

ทดลอง และอธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และผันกลับไม่ได้ พร้อมทั้งวิเคราะห์และเปรียบเทียบสมบัติของระบบ ณ สภาวะสมดุล

2. สาระสำคัญ

ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นและดำเนินไปทิศทางเดียวคือจากสารตั้งต้นเปลี่ยนแปลงเป็นผลิตภัณฑ์ เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ และปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นทั้งไปข้างหน้าและย้อนกลับ ทำให้มีทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์อยู่ในระบบเรียกว่าปฏิกิริยาผันกลับได้

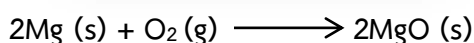
3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

- 1) อธิบายความหมายของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ ปฏิกิริยาไปข้างหน้า ปฏิกิริยาย้อนกลับและปฏิกิริยาผันกลับได้ (K)
- 2) ออกแบบแผนผังกิจกรรมการทดลอง ตั้งสมมติฐาน และทำการทดลองเพื่อศึกษาปฏิกิริยาผันกลับได้ (P)
- 3) ทำงานร่วมกับผู้อื่นและทำงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด (A)

4. สาระการเรียนรู้

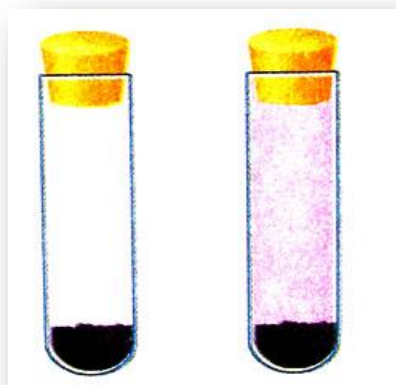
ปฏิกิริยาเคมีส่วนใหญ่เป็นปฏิกิริยาที่ดำเนินไปทิศทางเดียวคือจากสารตั้งต้นเปลี่ยนแปลงไปเป็นผลิตภัณฑ์และเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ เช่น การเผาไหม้ น้ำมันเชื้อเพลิง ลวดแมกนีเซียม ปฏิกิริยาประเภทนี้จัดเป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับไม่ได้ (Irreversible reaction) แต่บางปฏิกิริยาเมื่อสารตั้งต้นทำปฏิกิริยากันแล้วผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นสามารถทำปฏิกิริยาย้อนกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้อีก ปฏิกิริยาประเภทนี้จัดเป็นปฏิกิริยาผันกลับได้ (Reversible reaction)



รูปที่ 1 ปฏิกิริยาการเผาไหม้ลวดแมกนีเซียม

ปิด

(การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้)



รูปที่ 2 การระเหยของไอโอดีนในภาชนะ

(การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้)

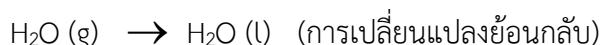
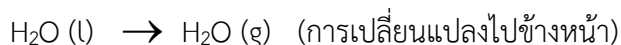
1. การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ (Reversible change)

การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้หมายถึงการเปลี่ยนแปลงที่เปลี่ยนแปลงไปแล้วสามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้อีกหรือหมายถึงการเปลี่ยนแปลงที่มีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับเช่นน้ำกลายเป็นไอน้ำเมื่อได้รับความร้อนและไอน้ำก็สามารถกลั่นตัวกลับมาเป็นน้ำได้อีกเมื่ออุณหภูมิลดลงการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ประกอบไปด้วยการเปลี่ยนแปลง 2 ลักษณะดังนี้

1.1 การเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าคือการเปลี่ยนแปลงจากสารตั้งต้นไปเป็นสารผลิตภัณฑ์หรือการเปลี่ยนแปลงใดเกิดขึ้นก่อนเรียกว่าการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้า

1.2 การเปลี่ยนแปลงย้อนกลับคือการเปลี่ยนแปลงจากสารผลิตภัณฑ์กลับมาเป็นสารตั้งต้นหรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทีหลังเรียกว่าการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ

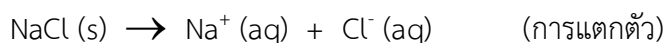
การเปลี่ยนแปลงบางอย่างเกิดขึ้นแล้ว สามารถย้อนกลับสู่สภาวะเดิมได้ ดังตัวอย่างการที่ของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นไอ และไอก็ควบแน่นกลับมาเป็นของเหลวอย่างเดิม การที่น้ำกลายเป็นไอน้ำเมื่อได้รับความร้อน และไอน้ำกลั่นตัวกลับมาเป็นน้ำเมื่ออุณหภูมิลดลงนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ซึ่งเราอาจจะเขียนแสดงการเปลี่ยนแปลงได้ดังนี้



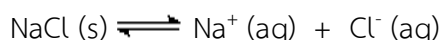
ซึ่งสามารถเขียนลูกศรไปกลับ ($\rightleftharpoons$) แสดงการเปลี่ยนแปลงได้ดังนี้



นอกจากการเปลี่ยนแปลงผันกลับของน้ำที่กล่าวมาแล้วนี้ยังมีระบบอื่นๆอีกหลายระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงผันกลับได้ เช่น การที่เกลือแกง (NaCl) ซึ่งเป็นของแข็งละลายในน้ำ เกิดการแตกตัวเป็นโซเดียมไอออน (Na^+) และคลอไรด์ไอออน (Cl^-) และการตกผลึกของโซเดียมไอออนกับคลอไรด์ไอออนกลับมาเป็นโซเดียมคลอไรด์ ดังนี้



การเปลี่ยนแปลงนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงผันกลับของของแข็งไปเป็นของเหลว และของเหลวเปลี่ยนกลับมาเป็นของแข็ง เขียนแสดงได้ดังนี้

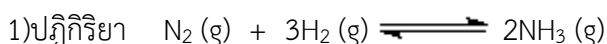


2. ปฏิกิริยาผันกลับได้ (Reversible reaction)

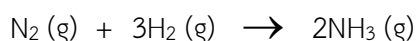
ในปฏิกิริยาเคมีหนึ่งๆนั้นเมื่อพิจารณาว่าปฏิกิริยาจะเกิดไปได้สิ้นสุดหรือไม่นั้นให้ถือว่าถ้าปฏิกิริยาเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องแล้วปฏิกิริยาจะเกิดสมบูรณ์ได้สารผลิตภัณฑ์แต่ในบางปฏิกิริยาเมื่อเกิดสารผลิตภัณฑ์แล้วสารผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้ ปฏิกิริยานี้เรียกว่า **ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้**

ปฏิกิริยาที่สารตั้งต้นเปลี่ยนไปเป็นสารผลิตภัณฑ์เราเรียกว่า ปฏิกิริยาไปข้างหน้า (Forward reaction) และปฏิกิริยาที่สารผลิตภัณฑ์เปลี่ยนมาเป็นสารตั้งต้นเรียกว่า ปฏิกิริยาย้อนกลับ (Reverse reaction)

ปฏิกิริยาไปข้างหน้าและปฏิกิริยาย้อนกลับนี้เขียนแทนด้วยลูกศรไปและกลับ ($\rightleftharpoons$) ซึ่งแสดงว่า เป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ เช่น



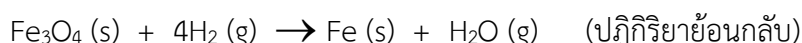
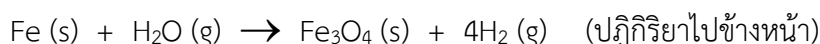
เป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ ปฏิกิริยาไปข้างหน้าคือ



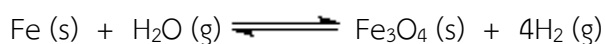
กล่าวคือ N_2 และ H_2 รวมตัวกันได้ NH_3 และปฏิกิริยาย้อนกลับคือ ปฏิกิริยาที่ NH_3 แยกสลายกลับไปเป็น N_2 และ H_2 ดังนี้คือ



2) ปฏิกิริยาของเหล็กกับน้ำ และปฏิกิริยาย้อนกลับของเหล็กออกไซด์กับไฮโดรเจน

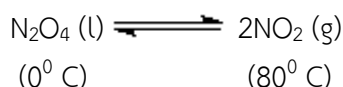


เขียนสมการรวมได้ดังนี้



สารตั้งต้น คือ เหล็ก (Fe) และไอน้ำ (H_2O) จะไม่หมดไปจากระบบไม่ว่าปฏิกิริยาจะดำเนินไปนานเพียงใดก็ตาม เพราะสารผลิตภัณฑ์คือ เหล็กออกไซด์ (Fe_3O_4) และ H_2 (g) จะเกิดปฏิกิริยาได้กลับมาเป็นสารตั้งต้น คือ เหล็กและน้ำ ได้เช่นกัน

3) ปฏิกิริยาที่ผันกลับของไดไนโตรเจนเตตระออกไซด์กับไนโตรเจนไดออกไซด์ เมื่ออุณหภูมิของระบบเปลี่ยนไป



N_2O_4 ซึ่งเป็นของเหลวที่อุณหภูมิ 0° C เมื่อได้รับความร้อนถึง 80° C จะเปลี่ยนไปเป็นก๊าซสีน้ำตาลแดงของก๊าซ NO_2 และก๊าซ NO_2 เมื่อทำให้เย็นลง ก็เปลี่ยนกลับมาเป็นของเหลวคือ N_2O_4

5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ(Engagement)(5นาที)

1) ครูสาธิตการเปลี่ยนสีของสารละลายและนักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

- เมื่อหยดฟีนอล์ฟทาลีนลงในน้ำ (H_2O) จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด

(ปิกเกอร์ใบที่ 1)

แนวคำตอบ ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง สารละลายใสไม่มีสี เพราะ ฟีนอล์ฟทาลีนมีช่วง pH ที่เปลี่ยนสีคือ 8.3 – 10.0 สีที่เปลี่ยน คือ ไม่มีสี – สีชมพูอมม่วง เมื่อหยดฟีนอล์ฟทาลีนลงในน้ำ ซึ่งน้ำมี pH ต่ำกว่า 8.3 ได้ สารละลายใสไม่มีสี จึงไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง

- เมื่อนำสารละลายปิกเกอร์ใบที่ 1 เทลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ($NaOH$) จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด (ปิกเกอร์ใบที่ 2)

แนวคำตอบ เกิดสารละลายสีชมพูอมม่วง เพราะสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ($NaOH$) เป็นด่างเมื่อทำปฏิกิริยากับฟีนอล์ฟทาลีน จึงได้สารละลายสีชมพูอมม่วง

- เมื่อนำสารละลายปิกเกอร์ใบที่ 2 เทลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ เกิดสารละลายใสไม่มีสี เพราะ สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ($NaOH$) ที่มีฟีนอล์ฟทาลีน เป็นกลาง ซึ่งมี pH ต่ำกว่า 8.3 จึงเกิดสารละลายใสไม่มีสี

- ถ้าทำการทดลองซ้ำนักเรียนคิดว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ เกิดสารละลายใสไม่มีสีและสารละลายสีชมพูอมม่วงเปลี่ยนสลับกันไปมา เพราะ ฟีนอล์ฟทาลีนมีช่วง pH ที่เปลี่ยนสีคือ 8.3 – 10.0 สีที่เปลี่ยน คือ ไม่มีสี – สีชมพูอมม่วง คือถ้าสารละลายมี pH ต่ำกว่า 8.3 จะไม่มีสี pH อยู่ในช่วง 8.3 – 10.0 จะมีสีชมพูอมม่วง และ pH มากกว่า 10.0 จะมีสีชมพูอมม่วงเข้ม

-จากการทดลองข้างต้นเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ สีของสารละลายเกิดการเปลี่ยนแปลงกลับไปกลับมา (การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้) เพราะ สีของสารละลายเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้วเปลี่ยนกลับเป็นสีเดิมได้

2) ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบว่าในคาบนี้จะทำกิจกรรมการทดลองเรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ($CuSO_4$) กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl)

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (25นาที)

1) ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 5 - 6 คน โดยแต่ละคนต้องมีหน้าที่รับผิดชอบเป็นของตนเอง เช่น คนจดบันทึกผล คนทำการทดลอง คนจับเวลา คนรับอุปกรณ์ และคนนำเสนอ เป็นต้น จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันศึกษา กิจกรรมการทดลองที่ 7.1 เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ($CuSO_4$) กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl)

2) ครูให้นักเรียนออกแบบแผนผังกิจกรรมการทดลองและตั้งสมมติฐาน เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ($CuSO_4$) กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ลงในใบกิจกรรมการทดลองที่ 7.1 โดยครูแจ้งว่าจะมีการโหวตการตั้งสมมติฐาน กลุ่มที่ได้รับการโหวตสูงสุดจะได้คะแนนเพิ่ม 5 คะแนน

3) ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอแผนผังกิจกรรมการทดลอง และสมมติฐานของกลุ่ม แล้วตีผลงานไว้บนกระดาน

แนวทางการตั้งสมมติฐาน : ถ้าปฏิกิริยาระหว่าง HCl กับ CuSO_4 เป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ ดังนั้นเมื่อเติม HCl ลงในสารละลาย CuSO_4 สีฟ้าของ CuSO_4 จะเปลี่ยนไปและเมื่อเราเติมน้ำสารละลายจะกลับมาเป็นสีฟ้าเหมือนเดิม หรือตามแนวทางการตั้งสมมติฐานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

4) ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการตั้งสมมติฐานและทำการโหวตเพื่อเลือกสมมติฐานที่ดีที่สุดของชั้นเรียน โดยให้นักเรียนแต่ละคนมีสิทธิ์โหวต 2 เสียง และให้โหวตกลุ่มตัวเองได้เพียง 1 ครั้ง

5) ครูให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมาทำอุปกรณ์การทดลอง และชี้แจงข้อควรระวังในการทำการทดลองในประเด็นต่อไปนี้

- ห้ามนักเรียนหยอกล้อกันขณะทำการทดลอง
- ห้ามนักเรียนใช้หลอดหยดสารปนกับสารอื่น
- สารละลาย HCl เป็นกรดแก่ หากถูกผิวหนังให้รีบล้างออกทันที

6) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนถามข้อสงสัยในการทำกิจกรรมการทดลองและให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมการทดลอง โดยมีครูดูแลและให้คำแนะนำในระหว่างนักเรียนทำการทดลอง และให้นักเรียนทำการบันทึกผลการทดลองลงในแบบบันทึกผลการทดลอง

5.3 ขั้นตอนอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)(10 นาที)

1) ครูแจ้งนักเรียนว่าจะสรุปผลการทดลองโดยครูให้ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการทดลองของแต่ละกลุ่มที่ได้หน้าชั้นเรียน

2) นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการทดลองเรื่องปฏิกิริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (CuSO_4) กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ดังนี้

การทดลอง	กิจกรรมการทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้
ครั้งที่ 1	เติมน้ำกลั่นลงในสารละลาย CuSO_4 เขย่าและตั้งทิ้งไว้ (หลอดที่ 1)	เกิดสารละลายสีฟ้า
	หยดสารละลาย HCl ลงในสารละลาย CuSO_4 ที่ละลายพร้อมทั้งเขย่า (หลอดที่ 2)	เกิดสารละลายสีเขียวแกมเหลือง
	นำหลอดที่ 2 หยดน้ำกลั่นที่ละลายพร้อมทั้งเขย่า	เกิดสารละลายสีฟ้า
ครั้งที่ 2	หยดสารละลาย HCl ลงในสารละลาย CuSO_4 ที่ละลายพร้อมทั้งเขย่า (หลอดที่ 2)	เกิดสารละลายสีเขียวแกมเหลือง
	นำหลอดที่ 2 หยดน้ำกลั่นที่ละลายพร้อมทั้งเขย่า	เกิดสารละลายสีฟ้า

- เมื่อนักเรียนเติมน้ำกลั่นลงในคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (CuSO_4) เขย่าและตั้งทิ้งไว้ เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรเพราะเหตุใด(หลอดที่ 1)

แนวคำตอบ เกิดสารละลายสีฟ้า เพราะ ไอออน (Cu^{2+}) จะถูกโมเลกุลของน้ำจะล้อมรอบ 4 โมเลกุล เกิดเป็นเตตระอควาคอปเปอร์ (II) ไอออน ($[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$) ทำให้สารละลายมีสีฟ้า เขียนสมการแสดงได้ดังนี้



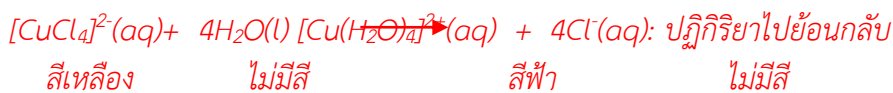
- เมื่อนักเรียนหยดสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ลงในสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (CuSO_4) ที่ละลายพร้อมทั้งเขย่า เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด และเป็นปฏิกิริยาแบบใด (หลอดที่ 2)

แนวคำตอบ เกิดสารละลายสีเขียวแกมเหลือง เพราะ Cl^- เข้าไปแทนที่น้ำ (H_2O) ใน $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ เกิดเป็นเตตระคลอโรคิวเปรต (II) ไอออน ($[\text{CuCl}_4]^{2-}$) ซึ่งมีสีเหลือง แต่จากการทดลองสังเกตเห็นเป็นสารละลายสีเขียวแกมเหลือง เนื่องจากสีผสมระหว่างสีฟ้าของ $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ และสีเหลืองของ $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ เขียนสมการแสดงได้ดังนี้



- จากหลอดที่ 2 เมื่อนักเรียนหยดน้ำกลั่นที่ละลายพร้อมทั้งเขย่า เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด และเป็นปฏิกิริยาแบบใด

แนวคำตอบ เกิดสารละลายสีฟ้า เพราะ โมเลกุลของน้ำ (H_2O) เข้าไปแทนที่ Cl^- เกิดเป็น $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ ทำให้สารละลายมีสีฟ้า เขียนสมการแสดงได้ดังนี้



- เมื่อนักเรียนหยดสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ลงในสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (CuSO_4) ที่ละลายพร้อมทั้งเขย่าอีกครั้ง เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร และเป็นปฏิกิริยาแบบใด (หลอดที่ 2)

แนวคำตอบ เกิดสารละลายสีเขียวแกมเหลือง เพราะ Cl^- เข้าไปแทนที่น้ำ (H_2O) ใน $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ เกิดเป็นเตตระคลอโรคิวเปรต (II) ไอออน ($[\text{CuCl}_4]^{2-}$) ซึ่งมีสีเหลือง แต่จากการทดลองสังเกตเห็นเป็นสารละลายสีเขียวแกมเหลือง เนื่องจากสีผสมระหว่างสีฟ้าของ $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ และสีเหลืองของ $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ เขียนสมการแสดงได้ดังนี้



- จากหลอดที่ 2 เมื่อนักเรียนหยดน้ำกลั่นที่ละลายพร้อมทั้งเขย่าอีกครั้งเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร และเป็นปฏิกิริยาแบบใด

แนวคำตอบ เกิดสารละลายสีฟ้า เพราะ โมเลกุลของน้ำ (H_2O) เข้าไปแทนที่ Cl^- เกิดเป็น $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ ทำให้สารละลายมีสีฟ้า เขียนสมการแสดงได้ดังนี้



- นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ การเปลี่ยนแปลงของเตตระควาคอปเปอร์ (II) ไอออน ($[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$) เมื่อเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เป็นปฏิกิริยาไปข้างหน้าได้เตตระคลอโรคิวเปรต (II) ไอออน ($[\text{CuCl}_4]^{2-}$) ซึ่งมีสีเหลือง เมื่อเติมน้ำ (H_2O) ลงไป ปฏิกิริยาจะเกิดย้อนกลับได้เตตระควาคอปเปอร์ (II) ไอออน ($[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$) ซึ่งมีสีฟ้ากลับคืนมา ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (CuSO_4) กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) และน้ำ (H_2O) จึงเป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ และเมื่อปฏิกิริยาผันกลับได้ดำเนินไประยะเวลาหนึ่ง ทั้งสารตั้งต้นและ

ผลิตภัณฑ์ยังคงทำปฏิกิริยาต่อไปได้อีกถ้ามีการเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) และน้ำ (H₂O) แต่อาจจะสังเกตการเปลี่ยนแปลงได้ไม่ชัดเจน เขียนสมการแสดงได้ดังนี้



5.4 ขยายความรู้ (Elaboration) (10 นาที)

1) ครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 7.1 เรื่องการเปลี่ยนแปลงแบบผันกลับได้ เพื่อเป็นการขยายความรู้ให้กับนักเรียน

2) นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันที่สามารถใช้ความรู้ในเรื่องการเปลี่ยนแปลงแบบผันกลับได้ โดยใช้คำถามต่อไปนี้

- การเปลี่ยนแปลงของน้ำในกาต้มน้ำที่ปิดฝาสนิทเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบใด

แนวคำตอบ: เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบผันกลับได้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอยู่ในระบบปิดคือมีการถ่ายเทเฉพาะพลังงานแต่ไม่มีการถ่ายเทมวลสารกับสิ่งแวดล้อม

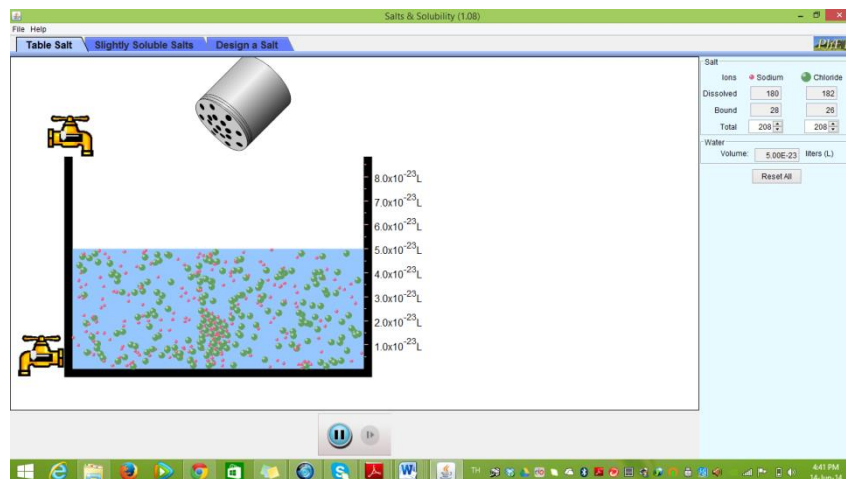
- การเปลี่ยนแปลงของคาร์บอนไดออกไซด์กับกรดคาร์บอนิกในขวดโซดาปิดฝา

แนวคำตอบ: เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบผันกลับได้เนื่องจากโซดาที่อยู่ในขวดเป็นระบบปิดจึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบผันกลับได้คือมีการเปลี่ยนแปลงจากคาร์บอนไดออกไซด์เป็นกรดคาร์บอนิกและจากกรดคาร์บอนิกไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ในอัตราที่เท่ากัน

- การเปลี่ยนแปลงของน้ำแข็งที่วางอยู่ในห้อง

แนวคำตอบ: เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอยู่ในระบบเปิดมีการถ่ายเทมวลสารและพลังงานกับสิ่งแวดล้อมจึงเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้

3) ครูเปิดสถานการณ์คอมพิวเตอร์เรื่องการละลายของเกลือ เพื่อประกอบการอธิบายการเปลี่ยนแปลงแบบผันกลับได้ให้นักเรียนเข้าใจเพิ่มมากขึ้น



รูป: สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์เรื่องการละลายของเกลือ
เข้าถึงได้ที่ : <https://phet.colorado.edu/th/simulation/soluble-salts>

5.5 ชั้นประเมินผล (Evaluation) (5 นาที)

- 1) นักเรียนทำแบบประเมินความเข้าใจ (Fayer Model) เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้
- 2) นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลของการทำแบบประเมินความเข้าใจ (Fayer Model) เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

6. สื่อและแหล่งเรียนรู้การสอน/แหล่งเรียนรู้

- 6.1 ใบความรู้ที่ 7.1 เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้
- 6.2 ใบกิจกรรมการทดลองที่ 7.1 เรื่อง ปฏิกริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (CuSO_4) กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl)
- 6.3 ใบออกแบบแผนผังกิจกรรมและตั้งสมมติฐานของการทดลองเรื่อง ปฏิกริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (CuSO_4) กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl)
- 6.4 ใบบันทึกผลการทดลอง เรื่อง ปฏิกริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (CuSO_4) กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl)
- 6.5 แบบประเมินความเข้าใจ (Fayer Model) เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้
- 6.6 สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์เรื่องการละลายของเกลือ
เข้าถึงได้ที่ : <https://phet.colorado.edu/th/simulation/soluble-salts>
- 6.7 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หน้า 32-34

สารเคมี

- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
- สารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (CuSO_4) อิมตัว
- สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 6 mol/dm^3
- น้ำกลั่น

อุปกรณ์

- ปีกเกอร์
- หลอดทดลองขนาดเล็ก
- หลอดหยด

7. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1) อธิบายความหมายของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ ปฏิกิริยาไปข้างหน้า ปฏิกิริยาย้อนกลับ และปฏิกิริยาผันกลับได้	สังเกต/ ตรวจ - การทำแบบประเมินความเข้าใจ (Frayer Model) เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้	- แบบประเมินความเข้าใจ (Frayer Model) เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้	- นักเรียนทำแบบประเมินความเข้าใจ (Frayer Model) เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ ได้ถูกต้อง 70% ขึ้นไปผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 2) ออกแบบแผนผังกิจกรรมการทดลอง ตั้งสมมติฐาน และทำการทดลองเพื่อศึกษาปฏิกิริยาผันกลับได้	สังเกตจาก - การออกแบบแผนผังกิจกรรมและตั้งสมมติฐานของการทดลองเรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (CuSO_4) กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl)	- ใบออกแบบแผนผังกิจกรรมและตั้งสมมติฐานของการทดลองเรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (CuSO_4) กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl)	- นักเรียนการออกแบบแผนผังกิจกรรมและตั้งสมมติฐานของการทดลองเรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (CuSO_4) กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ได้ถูกต้อง และได้คะแนนกลุ่มอยู่ในระดับดีขึ้นไป
ด้านเจตคติ (A) 3) ทำงานร่วมกับผู้อื่นและทำงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด	สังเกตจาก - ความสนใจในการทำกิจกรรม - การมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	นักเรียนแต่ละกลุ่ม ได้คะแนนอยู่ในระดับดีขึ้นไป

แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างของนักเรียนที่ปฏิบัติพฤติกรรมนั้นๆ

ข้อที่	รายการที่สังเกต	กลุ่มที่							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม								
2	แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล								
3	รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในชั้นเรียน								
4	ความตรงต่อเวลา								
5	รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย								
รวม									
ระดับคุณภาพ									

เกณฑ์การประเมิน

ระดับ 3 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 4-5 รายการ

ระดับ 2 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 2-3 รายการ

ระดับ 1 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 1 รายการ

เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียนตามกลุ่ม ระดับคุณภาพที่ประเมิน

ระดับ 3 เท่ากับ ดีมาก

ระดับ 2 เท่ากับ ดี

ระดับ 1 เท่ากับ พอใช้

ผลการประเมิน

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง

การทดลอง ปฏิกริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (CuSO_4) กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl)
คำชี้แจง สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองแล้วทำเครื่องหมาย / ในพฤติกรรมระดับคุณภาพ

ที่	พฤติกรรม/ ระดับคะแนน ชื่อ-สกุล	การใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือ			การดูแลและ เก็บอุปกรณ์/ เครื่องมือ			การนำเสนอผล การทดลอง			รวม	ระดับ คุณภาพ
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	12	
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											

เกณฑ์การประเมิน

การสรุปผลการประเมินให้เป็นระดับคุณภาพ 0,1,2 ใช้เกณฑ์ดังนี้

ผลรวมของคะแนน 9-12 คะแนนให้ระดับคุณภาพ 2 (ดี)

ผลรวมของคะแนน 4-8 คะแนนให้ระดับคุณภาพ 1 (พอใช้)

ผลรวมของคะแนน 0-3 คะแนนให้ระดับคุณภาพ 0 (ควรปรับปรุง)

เกณฑ์การผ่าน ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป

ผลการประเมิน

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

เกณฑ์การประเมินการทำกิจกรรมการทดลอง

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือ	การใช้อุปกรณ์/เครื่องมือ ในการทดลองได้อย่าง คล่องแคล่วและถูกต้อง ตามหลักการปฏิบัติ	การใช้อุปกรณ์/เครื่องมือ ในการทดลองได้อย่าง ถูกต้องตามหลักการ ปฏิบัติแต่ไม่คล่องแคล่ว	การใช้อุปกรณ์/เครื่องมือ ไม่ถูกต้อง
2. การดูแลและเก็บ อุปกรณ์/เครื่องมือ	ดูแลและเก็บอุปกรณ์/ เครื่องมือทดลองอย่างดี มีการทำความสะอาด และเก็บอย่างถูกต้องตาม หลักการ	ดูแลและเก็บอุปกรณ์/ เครื่องมือทดลองอย่างดี มีการทำความสะอาดแต่ อาจเก็บไม่ถูกต้องตาม หลักการ	ไม่ดูแลและเก็บอุปกรณ์/ เครื่องมือและไม่สนใจทำ ความสะอาดและเก็บเข้า ที่
3. การนำเสนอผลการ ทดลอง	สามารถนำเสนอผลการ ทดลองได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนเป็นขั้นตอน	สามารถนำเสนอผลการ ทดลองได้อย่างถูกต้อง แต่ยังไม่เป็นขั้นตอน	ต้องให้คำชี้แนะในการ บันทึกผลการทดลองจึง ปฏิบัติได้

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....

.

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย  ลงในรายการที่ปฏิบัติ

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

หมายเหตุ

1. การให้คะแนน  ถือเป็น 1 คะแนน
 2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)
- วิธีการให้คะแนน
- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
 - ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
 - ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
 - ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
 - ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
 - ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

ใบกิจกรรมการทดลองที่ 7.1

เรื่อง ปฏิกริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (CuSO_4) กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl)

จุดประสงค์การทดลอง

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาการเกิดปฏิกิริยาที่ผันกลับได้
2. อธิบายความหมายของปฏิกิริยาที่ผันกลับได้

สารเคมีและอุปกรณ์

สารเคมี

- สารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (CuSO_4) อิ่มตัว
- สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 6 mol/dm^3
- น้ำกลั่น

อุปกรณ์

- หลอดทดลองขนาดเล็ก
- หลอดหยด

วิธีทดลอง

1. ใส่สารละลาย CuSO_4 ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก 2 หลอด ๆ ละ 5 หยด
 2. เติมน้ำกลั่น 15 หยด ลงในหลอดที่ 1 เขย่าและตั้งไว้เพื่อเปรียบเทียบกับสี
 - 3.) หยดสารละลาย HCl 6 mol/dm^3 ลงในหลอดที่ 2 ทีละหยดพร้อมกับเขย่าจนสารละลายเปลี่ยนสี
- บันทึกผล
4. หยดน้ำกลั่นลงในสารละลายในข้อที่ 3 ทีละหยดพร้อมกับเขย่าจนสารละลายเปลี่ยนสี บันทึกผล
 5. ทำการทดลองซ้ำกับสารในหลอดเดิมอีกครั้งตามข้อ 3 – 4 สังเกตการเปลี่ยนแปลง

ใบออกแบบกิจกรรม

กลุ่มที่ ชั้น

คำชี้แจงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษากิจกรรมการทดลอง เรื่อง ปฏิกริยาระหว่างสารละลาย
คอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (CuSO_4) กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) แล้วเขียนแผนผังกิจกรรมการทดลอง และ
ตั้งสมมติฐานของการทดลอง
แผนผังการทดลองของกลุ่ม

สมมติฐานของกลุ่ม

.....

.....

.....

บันทึกผลการทดลอง

เรื่อง ปฏิกริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟต(CuSO_4)กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก(HCl)

รายชื่อผู้ปฏิบัติการทดลอง

ชื่อ - สกุล เลขที่ หน้าที่.....
 ชื่อ - สกุล เลขที่ หน้าที่.....
 ชื่อ - สกุล เลขที่ หน้าที่.....
 ชื่อ - สกุล เลขที่ หน้าที่.....
 ชื่อ - สกุล เลขที่ หน้าที่.....

ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	กิจกรรมการทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้
ครั้งที่ 1	เติมน้ำกลั่นลงในสารละลาย CuSO_4 เขย่าและตั้งทิ้งไว้(หลอดที่ 1)	
	หยดสารละลาย HCl ลงในสารละลาย CuSO_4 ที่ละหยดพร้อมทั้งเขย่า(หลอดที่ 2)	
	นำหลอดที่ 2 หยดน้ำกลั่นที่ละหยดพร้อมทั้งเขย่า	
ครั้งที่ 2	หยดสารละลาย HCl ลงในสารละลาย CuSO_4 ที่ละหยดพร้อมทั้งเขย่า(หลอดที่ 2)	
	นำหลอดที่ 2 หยดน้ำกลั่นที่ละหยดพร้อมทั้งเขย่า	

สรุปผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

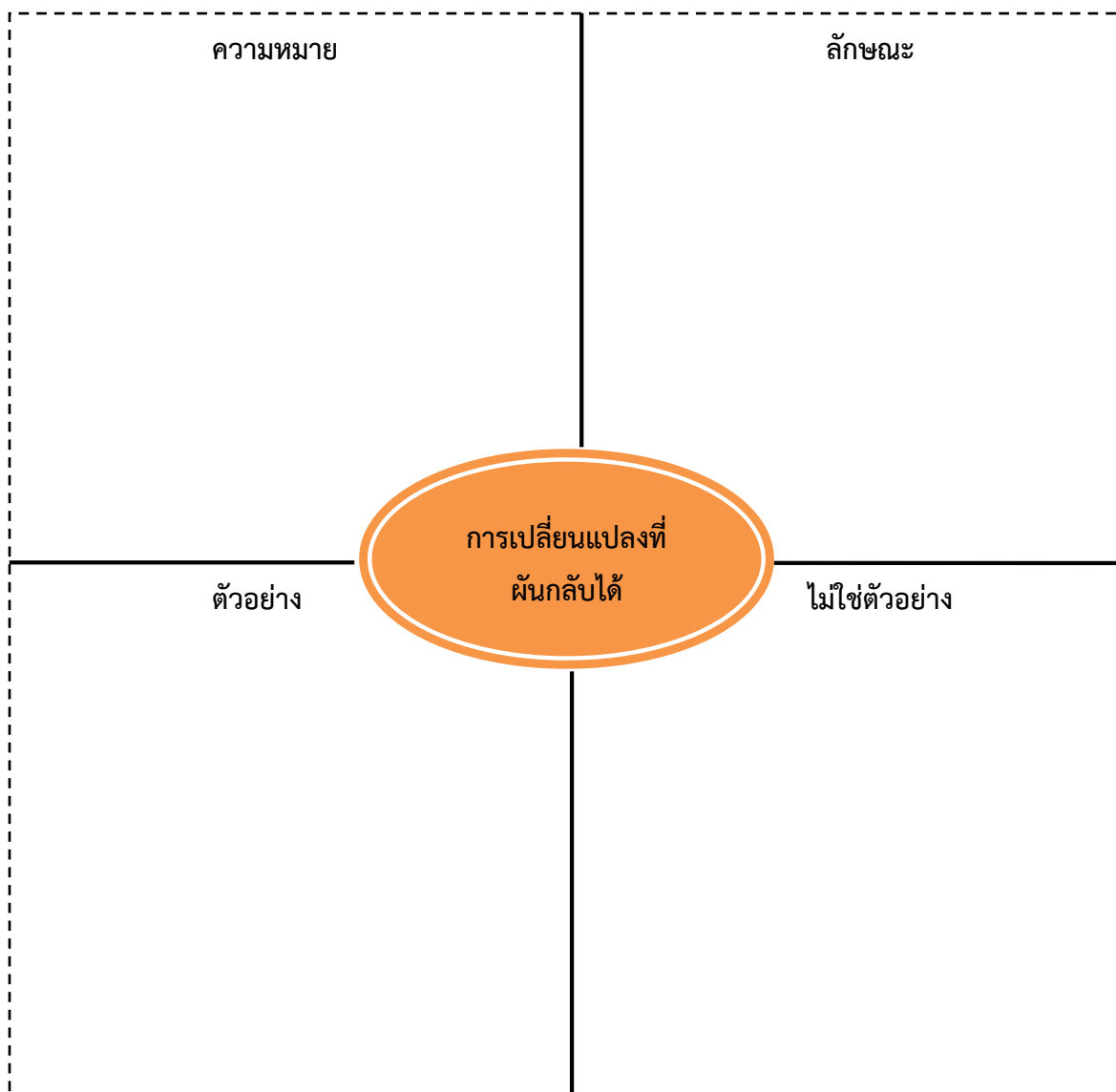
.....

แบบประเมินความเข้าใจ (Fayer Model)

รายวิชาเคมี เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

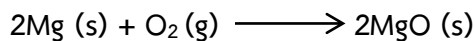
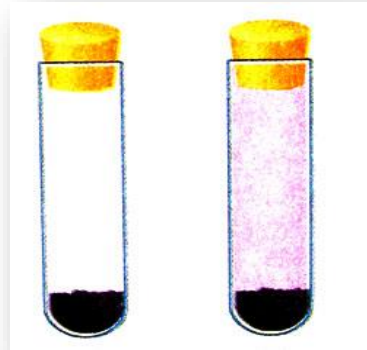
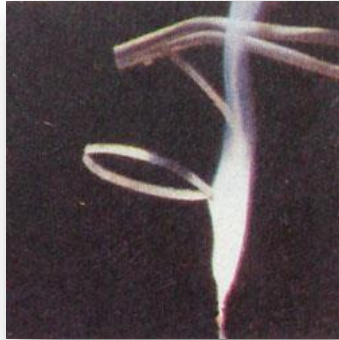
ชื่อ - สกุล ชั้น เลขที่

คำชี้แจง: จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุด (10 คะแนน)



ใบความรู้ที่ 7.1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

ปฏิกิริยาเคมีส่วนใหญ่เป็นปฏิกิริยาที่ดำเนินไปทิศทางเดียวคือจากสารตั้งต้นเปลี่ยนแปลงไปเป็นผลิตภัณฑ์และเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ เช่น การเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง ลวดแมกนีเซียม ปฏิกิริยาประเภทนี้จัดเป็น **ปฏิกิริยาที่ผันกลับไม่ได้ (Irreversible reaction)** แต่บางปฏิกิริยาเมื่อสารตั้งต้นทำปฏิกิริยากันแล้วผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นสามารถทำปฏิกิริยาย้อนกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้อีก ปฏิกิริยาประเภทนี้จัดเป็น **ปฏิกิริยาผันกลับได้ (Reversible reaction)**



รูปที่ 1 ปฏิกิริยาการเผาไหม้ลวดแมกนีเซียม

(การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้)



รูปที่ 2 การระเหยของไอโอดีนในภาชนะปิด

(การเปลี่ยนแปลงที่ผัน

กลับได้)

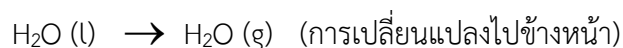
1. การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ (Reversible change)

การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้หมายถึงการเปลี่ยนแปลงที่เปลี่ยนแปลงไปแล้วสามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้อีกหรือหมายถึงการเปลี่ยนแปลงที่มีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับเช่นน้ำกลายเป็นไอน้ำเมื่อได้รับความร้อนและไอน้ำก็สามารถกลั่นตัวกลับมาเป็นน้ำได้อีกเมื่ออุณหภูมิลดลงการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ประกอบไปด้วยการเปลี่ยนแปลง 2 ลักษณะดังนี้

1.1 การเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าคือการเปลี่ยนแปลงจากสารตั้งต้นไปเป็นสารผลิตภัณฑ์หรือการเปลี่ยนแปลงใดเกิดขึ้นก่อนเรียกว่าการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้า

1.2 การเปลี่ยนแปลงย้อนกลับคือการเปลี่ยนแปลงจากสารผลิตภัณฑ์กลับมาเป็นสารตั้งต้นหรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทีหลังเรียกว่าการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ

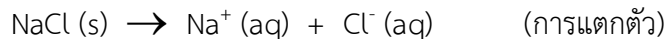
การเปลี่ยนแปลงบางอย่างเกิดขึ้นแล้ว สามารถย้อนกลับสู่สภาวะเดิมได้ ดังตัวอย่างการที่ของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นไอ และไอก็ควบแน่นกลับมาเป็นของเหลวอย่างเดิม การที่น้ำกลายเป็นไอน้ำเมื่อได้รับความร้อน และไอน้ำกลั่นตัวกลับมาเป็นน้ำเมื่ออุณหภูมิลดลงนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ซึ่งเราอาจจะเขียนแสดงการเปลี่ยนแปลงได้ดังนี้



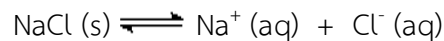
$\text{H}_2\text{O} (\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O} (\text{l})$ (การเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ)
ซึ่งสามารถเขียนลูกศรไปกลับ ($\rightleftharpoons$) แสดงการเปลี่ยนแปลงได้ดังนี้



นอกจากการเปลี่ยนแปลงผันกลับของน้ำที่กล่าวมาแล้วนี้ยังมีระบบอื่นๆอีกหลายระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงผันกลับได้ เช่น การที่เกลือแกง (NaCl) ซึ่งเป็นของแข็งละลายในน้ำ เกิดการแตกตัวเป็นโซเดียมไอออน (Na^+) และคลอไรด์ไอออน (Cl^-) และการตกผลึกของโซเดียมไอออนกับคลอไรด์ไอออนกลับมาเป็นโซเดียมคลอไรด์ ดังนี้



การเปลี่ยนแปลงนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงผันกลับของของแข็งไปเป็นของเหลว และของเหลวเปลี่ยนกลับมาเป็นของแข็ง เขียนแสดงได้ดังนี้

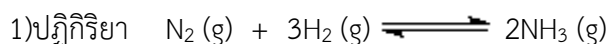


2. ปฏิกิริยาผันกลับได้ (Reversible reaction)

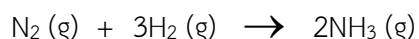
ในปฏิกิริยาเคมีหนึ่งๆนั้นเมื่อพิจารณาว่าปฏิกิริยาจะเกิดไปได้สิ้นสุดหรือไม่นั้นให้ถือว่าถ้าปฏิกิริยาเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องแล้วปฏิกิริยาจะเกิดสมบูรณ์ได้สารผลิตภัณฑ์แต่ในบางปฏิกิริยาเมื่อเกิดสารผลิตภัณฑ์แล้วสารผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้ ปฏิกิริยานี้เรียกว่า **ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้**

ปฏิกิริยาที่สารตั้งต้นเปลี่ยนไปเป็นสารผลิตภัณฑ์เราเรียกว่า ปฏิกิริยาไปข้างหน้า (Forward reaction) และปฏิกิริยาที่สารผลิตภัณฑ์เปลี่ยนมาเป็นสารตั้งต้นเรียกว่า ปฏิกิริยาย้อนกลับ (Reverse reaction)

ปฏิกิริยาไปข้างหน้าและปฏิกิริยาย้อนกลับนี้เขียนแทนด้วยลูกศรไปและกลับ ($\rightleftharpoons$) ซึ่งแสดงว่าเป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ เช่น



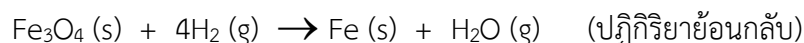
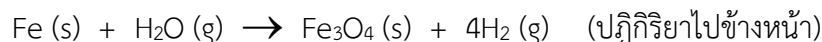
เป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ ปฏิกิริยาไปข้างหน้าคือ



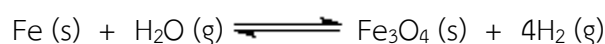
กล่าวคือ N_2 และ H_2 รวมตัวกันได้ NH_3 และปฏิกิริยาย้อนกลับคือ ปฏิกิริยาที่ NH_3 แยกสลายกลับไปเป็น N_2 และ H_2 ดังนี้คือ



2)ปฏิกิริยาของเหล็กกับน้ำ และปฏิกิริยาย้อนกลับของเหล็กออกไซด์กับไฮโดรเจน

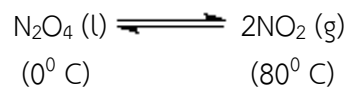


เขียนสมการรวมได้ดังนี้



สารตั้งต้น คือ เหล็ก (Fe) และไอน้ำ (H_2O) จะไม่หมดไปจากระบบไม่ว่าปฏิกิริยาจะดำเนินไปนานเพียงใดก็ตาม เพราะสารผลิตภัณฑ์คือ เหล็กออกไซด์ (Fe_3O_4) และ $\text{H}_2 (\text{g})$ จะเกิดปฏิกิริยาได้กลับมาเป็นสารตั้งต้น คือ เหล็กและน้ำ ได้เช่นกัน

3)ปฏิกิริยาที่ผันกลับของไดไนโตรเจนเตตระออกไซด์กับไนโตรเจนไดออกไซด์ เมื่ออุณหภูมิของระบบเปลี่ยนไป



N_2O_4 ซึ่งเป็นของเหลวที่อุณหภูมิ 0°C เมื่อได้รับความร้อนถึง 80°C จะเปลี่ยนไปเป็นก๊าซสีน้ำตาลแดงของก๊าซ NO_2 และก๊าซ NO_2 เมื่อทำให้เย็นลง ก็เปลี่ยนกลับมาเป็นของเหลวคือ N_2O_4

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 15

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี

หน่วยการเรียนรู้ย่อย การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล(1)

ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ

ภาคเรียนที่ 1

รายวิชาเคมี (ว30222)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 1 คาบ (55 นาที)

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

ทดลอง และอธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และผันกลับไม่ได้ พร้อมทั้งวิเคราะห์และเปรียบเทียบสมบัติของระบบ ณ ภาวะสมดุล

2. สาระสำคัญ

ภาวะสมดุลเป็นภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงผันกลับได้และสมบัติของระบบคงที่เกิดขึ้นในระบบปิด จำนวนโมลของสาร สีของสาร อุณหภูมิ และความดันของระบบคงที่ แต่ระบบไม่หยุดนิ่ง มีการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและย้อนกลับตลอดเวลาด้วยอัตราเร็วคงที่และเท่ากัน และจัดเป็นสมดุลไดนามิก

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

3.1 บอกสมบัติของระบบ ณ ภาวะสมดุลได้(K)

3.2 อธิบายการเกิดภาวะสมดุลระหว่างสถานะและสารละลายอิมตัวของสารในระบบได้ (K)

3.3 บอกวิธีทดสอบไอร์ออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) ไอร์ออน (II) ไอออน (Fe^{2+})และไอโอดีน (I_2) ได้(K)

3.4 สืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุลได้ (P)

3.5 ทำงานร่วมกับผู้อื่นและทำงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด (A)

4. สาระการเรียนรู้

4.1 ภาวะสมดุล (Equilibrium state)

เป็นภาวะของระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงผันกลับได้ คือ ในระบบมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า (forward reaction) เท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ (reverse reaction) จึงทำให้สมบัติของระบบ

คงที่ แต่ระบบไม่หยุดนิ่ง และระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและย้อนกลับเกิดขึ้นตลอดเวลาเรียกว่าสมดุลพลวัตหรือสมดุลไดนามิก(dynamic equilibrium) เขียนแทนด้วยลูกศรไป-กลับ ($\rightleftharpoons$)

ณ ภาวะสมดุล สมบัติของระบบคงที่ สังเกตได้ดังนี้

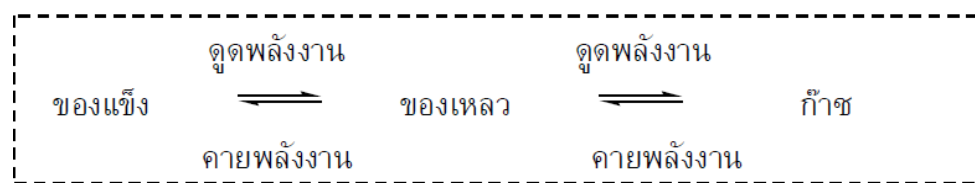
- 1) ปริมาณสารทุกสารในระบบคงที่
- 2) อุณหภูมิคงที่เสมอ
- 3) ถ้ามีความเป็นกรด-เบสเกี่ยวข้อง (H^+ และ OH^-) pH ของระบบจะคงที่
- 4) กรณีที่สารมีสี สังเกตได้จากสีของสารจะคงที่

ภาวะสมดุลนี้อาจแบ่งออกได้ตามลักษณะทางกายภาพและทางเคมีได้ 3 ประเภทดังนี้

- 1) ภาวะสมดุลระหว่างสถานะ
- 2) ภาวะสมดุลของการละลาย
- 3) ภาวะสมดุลเคมี

4.1.1 ภาวะสมดุลระหว่างสถานะ

สารต่างๆสามารถเปลี่ยนสถานะได้ โดยมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานควบคู่ไปด้วย
ดังแผนภาพนี้



รูปที่ 1 แสดงการเปลี่ยนสถานะของสาร

(ที่มา :<http://enchemcom2c.wordpress.com/2012/09/12/-chemical-equilibrium-2/>)

solid $\rightleftharpoons$ gas ; เช่น $I_2(s) \rightleftharpoons I_2(g)$ การระเหิดของเกิลต์ไอโอดีน

solid $\rightleftharpoons$ liquid; เช่น $H_2O(s) \rightleftharpoons H_2O(l)$ การละลายของน้ำ

liquid $\rightleftharpoons$ gas; เช่น $H_2O(l) \rightleftharpoons H_2O(g)$ การระเหยของน้ำ

4.1.2 ภาวะสมดุลในสารละลายอิ่มตัว

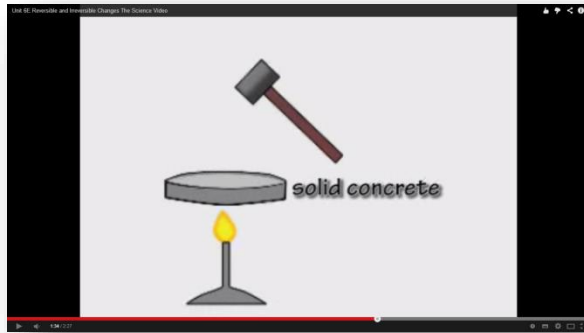
เมื่อให้ตัวถูกละลายละลายในตัวทำละลายตัวถูกละลายก็จะละลายได้เร็วในตอนแรกแล้วละลายได้ช้าลง และเมื่อเกิดสารละลายอิ่มตัวเราจะพบว่าตัวถูกละลายไม่ละลายต่อไปอีกไม่ว่าจะคนสารละลายเป็นเวลานานเท่าใดถ้าอุณหภูมิคงที่

5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ(Engagement)(5นาที)

- 1) ครุณาเสนอวิดีโอการเปลี่ยนแปลงแบบผันกลับได้ และผันกลับไม่ได้ แก่นักเรียน



รูปที่ 2 วิดีโอการเปลี่ยนแปลงแบบผันกลับได้ และผันกลับไม่ได้

เข้าถึงได้ที่: <http://www.youtube.com/watch?v=tHMOUkhwfsQ>

- 2) ครูถามนักเรียนเพื่อทบทวนความรู้เดิมในเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ ที่ได้เรียนในเรื่องที่ผ่านมา
- จากวิดีโอ มีสิ่งใดบ้างที่เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ และผันกลับไม่ได้

แนวคำตอบ: การระเหยของน้ำในภาชนะปิดฝาเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ และการแข็งตัวของปูนซีเมนต์เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้

- จากวิดีโอ การเปลี่ยนแปลงใดเป็นการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้า และการเปลี่ยนแปลงใดเป็นการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ

แนวคำตอบ : การเปลี่ยนแปลงของน้ำจากสถานะของเหลวไปเป็นสถานะแก๊สเป็นการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้า และการเปลี่ยนแปลงจากสถานะแก๊สมาเป็นสถานะของเหลว เป็นการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ

- นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นเมื่อในระบบมีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับใน

แนวคำตอบ: ระบบเกิดภาวะสมดุล

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (25นาที)

- 1) ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 5 - 6คนและแจกแบบประเมินความเข้าใจด้วยวิธี K-W-Lเรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล โดยให้นักเรียนเขียนลงในตารางช่อง What I know (รู้อะไร)

- 2) ครูแจกใบความรู้ที่ 7.2 เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล และให้นักเรียนร่วมกันสืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูลในประเด็นต่อไปนี้

- ภาวะสมดุลระหว่างสถานะ
- ภาวะสมดุลในสารละลายอิมัตว

- 3) ครูให้ตัวแทนของแต่ละกลุ่มนำเสนอความหมายของภาวะสมดุลระหว่างสถานะและภาวะสมดุลในสารละลายอิมัตว พร้อมยกตัวอย่าง

- 4) ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเพื่อนำเข้าสู่เนื้อหาในประเด็นถัดไป

- นักเรียนทราบแล้วว่าการเปลี่ยนสถานะของสารละลายและการละลายของสารจนได้สารละลายอิมัตว ระบบจะมีภาวะสมดุลเกิดขึ้น แต่ถ้าเป็นการเกิดปฏิกิริยาเคมีเราจะมีวิธีการตรวจสอบได้อย่างไรว่าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับได้หรือไม่

แนวคำตอบ : การวัดสี กลั่นความเข้มข้น สารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ในระบบ หรือตามแนวคิดของนักเรียน

5) ครูนำเสนอการทดลองที่ 7.2 เรื่อง การทดสอบไอออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) ไอออน (II) ไอออน (Fe^{2+}) และไอโอดีน (I_2) โดยนำเสนอผ่านโปรเจคเตอร์

6) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่องการทดสอบไอออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) ไอออน (II) ไอออน (Fe^{2+}) และไอโอดีน (I_2) ในประเด็นต่อไปนี้

- สารละลายที่ใช้ในการทดสอบ Fe^{3+} คือสารใดและเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

แนวคำตอบ: สารละลายแอมโมเนียมไทโอไซยาเนต (NH_4SCN) สารละลายแอมโมเนียมไทโอไซยาเนต (NH_4SCN), Fe^{3+} ทำปฏิกิริยากับ SCN^- จะได้สารละลายสีแดงสด ซึ่งเป็นปฏิกิริยาเฉพาะของ Fe^{3+}

- สารละลายที่ใช้ทดสอบ Fe^{2+} คือสารใด และเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

แนวคำตอบ: สารละลายโพแทสเซียมไซยาโนเฟอร์เรต (III) $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ โดยที่ Fe^{2+} ทำปฏิกิริยากับ $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ จะได้ตะกอนสีน้ำเงินของโพแทสเซียมไอออน (II) เฮกซะไซยาโนเฟอร์เรต (III) $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ซึ่งเรียกว่า Turnbull's blue

- สารที่ใช้ทดสอบ I_2 คือสารใด และเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

แนวคำตอบ: น้ำแป้งโดยที่ I_2 จะทำปฏิกิริยากับน้ำแป้งได้ตะกอนสีน้ำเงินเข้ม

- เมื่อเราทราบว่าสารตัวใดที่ใช้ทดสอบกับไอออนไหน เราสามารถที่จะตรวจสอบได้ว่าเมื่อนำสารตั้งต้นมาทำปฏิกิริยากันแล้ว ปฏิกิริยานี้เกิดภาวะสมดุลหรือไม่จากการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นหรือสารตั้งต้นที่หายไป โดยที่จะได้นำความรู้ในครั้งนี้ไปอธิบายในเรื่องที่จะเรียนในคาบต่อไป

5.3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)(10 นาที)

1) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแผนผังความคิดของกลุ่ม หน้าชั้นเรียนโดยให้เพื่อนกลุ่มอื่นๆ ชักถามเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนแนวคิดของแต่ละกลุ่ม

2) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปแผนผังความคิดของทุกกลุ่มเพื่อให้ได้แผนผังความคิดรวมของชั้นเรียน

5.4 ชั้นขยายความรู้ (Elaboration) (5 นาที)

1) ครูถามคำถามเพื่อเป็นการนำไปสู่การขยายแนวคิดของนักเรียนในเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล

- ลักษณะที่สี ความเข้มข้น ความดัน และปริมาณของสารคงที่ เรียกสมบัติว่าอย่างไร

แนวคำตอบ: สมบัติของสาร ณ ภาวะสมดุล

- ที่ภาวะสมดุล สมบัติต่างๆของสารในระบบเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ: สารทั้งสองชนิดมีความเข้มข้นมากแต่เมื่อสารทำปฏิกิริยากันความเข้มข้นจะลดลงเรื่อยๆจนสมบัติต่างๆคงที่

- เมื่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเข้าสู่สมดุล จะมีลักษณะอย่างไร

แนวคำตอบ: อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะสูง จากนั้นจะเกิดช้าลงแล้วคงที่เมื่อเข้าสู่ภาวะสมดุล ส่วนอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะเริ่มต้นจากศูนย์แล้วเกิดเร็วขึ้นเพราะเกิดผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นและจะคงที่ ณ ภาวะสมดุล ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ ณ ภาวะสมดุล

5.5 ชั้นประเมินผล (Evaluation) (10 นาที)

- 1) ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบทในใบกิจกรรมที่ 7.2 พร้อมกับเฉลยแบบฝึกหัดร่วมกับนักเรียน
- 2) ครูให้นักเรียนทำแบบประเมินความเข้าใจด้วยวิธี K-W-L เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุลโดยให้นักเรียนเขียนลงในตารางช่องที่เหลือ คือ What I want to know (ต้องการเรียนรู้อะไร) และ What I learned (รู้อะไรแล้วจากสิ่งที่เรียน)

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- 1) สื่อการนำเสนองาน Power Point
- 2) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หน้า 35 - 37
- 3) ใบความรู้ที่ 7.2 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล
- 4) วิดีโอเรื่องการเปลี่ยนแปลงแบบผันกลับได้และผันกลับไม่ได้ เข้าถึงได้ที่:
<http://www.youtube.com/watch?v=tHM0UkhwfsQ>
- 5) แบบประเมินความเข้าใจด้วยวิธี K-W-L เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล

สารเคมี

- สารละลายไอร์ออน (III) ไนเตรต $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 0.05 \text{ mol/dm}^3$
- สารละลายแอมโมเนียมไอร์ออน (II) ซัลเฟต $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 0.05 \text{ mol/dm}^3$
- สารละลายแอมโมเนียมไทโอไซยาเนต $\text{NH}_4\text{SCN} 0.5 \text{ mol/dm}^3$
- สารละลายโพแทสเซียมเฮกซะไซยาโนเฟอเรต (III) $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6 0.5 \text{ mol/dm}^3$
- น้ำแบ่งเข้มข้นร้อยละ 1
- สารละลายไอโอดีนในเอทานอล

อุปกรณ์

- หลอดทดลองขนาดเล็ก
- หลอดหยด

7.กระบวนการวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์ในการวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1) บอกสมบัติของระบบ ณ ภาวะสมดุลได้ 2) บอกสมบัติภาวะสมดุลระหว่างสถานะของระบบได้ 3) อธิบายการเกิดภาวะสมดุลระหว่างสถานะของสารในระบบได้ 4) อธิบายการเกิดภาวะสมดุลในสารละลายอิ่มตัวได้	- การตรวจคะแนนจากใบความรู้ที่ 7.2 เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล -การทำแบบประเมินความเข้าใจด้วยวิธี K-W-L เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล	- ใบความรู้ที่ 7.2 เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล -แบบประเมินความเข้าใจด้วยวิธี K-W-L เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล	-นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70ขึ้นไปของคะแนนทั้งหมด : ผ่านเกณฑ์ - นักเรียนทำแบบประเมินความเข้าใจด้วยวิธี K-W-L เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุลได้
ด้านทักษะกระบวนการ (P)5 สืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุลได้	- สังเกตจากพฤติกรรมการทำงานและจากงานที่ได้รับมอบหมาย	-แบบประเมินพฤติกรรมการทักษะการแสวงหาข้อมูลรายบุคคล/รายกลุ่ม	- ผลการประเมินเกณฑ์การผ่าน คือ ระดับดี ขึ้นไป
ด้านเจตคติ (A) 6) ทำงานร่วมกับผู้อื่นและทำงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด	-สังเกตจากการมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่มและการทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	-แบบประเมินพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม	- ผลการประเมินเกณฑ์การผ่าน คือ ระดับดี ขึ้นไป

แบบประเมินพฤติกรรมการณ์มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม

คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ – สกุล (กลุ่มที่)	รายการประเมิน												คะแนน รวม (12)
	ความสนใจ			การแสดง ความคิดเห็น			การตอบ คำถาม			การยอม รับฟัง ความคิดเห็น			
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1.													
2.													
3.													
4.													
5.													
6.													
7.													
8.													
9.													
10.													

เกณฑ์การประเมิน

ระดับคะแนน: 3 หมายถึง ดีมาก

2 หมายถึง ดี

1 หมายถึง พอใช้

ระดับคุณภาพ: คะแนนรวม 9 - 12 หมายถึง ดีมาก

คะแนนรวม 5 - 8 หมายถึง ดี

คะแนนรวม 1 - 4 หมายถึง พอใช้

ผลการประเมิน

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

เกณฑ์การประเมินการให้คะแนนพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคล/ราย
กลุ่ม

ตัวบ่งชี้พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
ความสนใจ	มีความสนใจในการเรียนตลอดเวลา	มีความสนใจในการเรียนเป็นครั้งคราว	ไม่มีความสนใจในการเรียน
การแสดงความคิดเห็น	แสดงความคิดเห็นสม่ำเสมอ	แสดงความคิดเห็นเป็นบางครั้ง	ไม่ค่อยแสดงความคิดเห็นนานๆ ครั้ง
การตอบคำถาม	ตอบคำถามสม่ำเสมอประมาณ 80-100 %	ตอบคำถามไม่สม่ำเสมอประมาณ 50-79 %	ตอบคำถามน้อยกว่า 50 %
การยอมรับฟังความคิดเห็น	ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่นสม่ำเสมอ	ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่นบ้าง	ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น

แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม
คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ - สกุล (กลุ่มที่)	รายการประเมิน																		รวม 12 คะแนน
	การวางแผนค้นคว้าแหล่งข้อมูล			การเก็บรวบรวมข้อมูล			การจัดกระทำข้อมูล			การนำเสนอข้อมูล			การสรุปผล			การเขียนรายงาน			
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1.																			
2.																			
3.																			
4.																			
5.																			
6.																			
7.																			
8.																			
9.																			
10.																			

เกณฑ์การประเมิน

ระดับคะแนน: 3 หมายถึง ดีมาก

2 หมายถึง ดี

1 หมายถึง พอใช้

ระดับคุณภาพ: คะแนนรวม 9 - 12 หมายถึง ดีมาก

คะแนนรวม 5 - 8 หมายถึง ดี

คะแนนรวม 1 - 4 หมายถึง พอใช้

ผลการประเมิน

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียน

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การวางแผนค้นคว้าแหล่งข้อมูล	มีการวางแผนที่จะค้นคว้าแหล่งข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เชื่อถือได้	มีการวางแผนที่จะค้นคว้าแหล่งข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ด้วยหลากหลายวิธี	มีการวางแผนที่จะค้นคว้าแหล่งข้อมูลเพียงแหล่งเดียวและได้ข้อมูลที่ตรงตามจุดประสงค์
2. การเก็บรวบรวมข้อมูล	มีการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนที่กำหนดทุกประการ	มีการคัดเลือกและ/หรือประเมินข้อมูล	มีการบันทึกข้อมูลเป็นระยะ
3. การจัดกระทำข้อมูล	มีการจัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบแยกแยะข้อมูล และจัดกลุ่มข้อมูลอย่างถูกต้อง ชัดเจน	มีการจัดเรียงลำดับข้อมูลถูกต้อง	ไม่มีการจัดกระทำข้อมูล
4. การนำเสนอข้อมูล	นำเสนอข้อมูลด้วยแบบนำเสนอต่างๆได้ถูกต้องกะทัดรัดชัดเจน และสื่อความหมาย	นำเสนอข้อมูลด้วยแบบนำเสนอต่าง ๆ แต่ยังไม่ถูกต้อง	นำเสนอข้อมูลที่ไม่สื่อความหมาย ไม่ถูกต้องและไม่ชัดเจน
5. การสรุปผล	สรุปผลได้อย่างถูกต้อง กระชับ และชัดเจน มีเหตุผลที่อ้างอิงจากการสืบค้นได้	สรุปผลได้กระชับ กะทัดรัดแต่ไม่ชัดเจน	สรุปผลโดยไม่ใช้ข้อมูลและไม่ถูกต้อง
6. การเขียนรายงาน	เขียนรายละเอียดตรงตามจุดประสงค์ ถูกต้อง และชัดเจน	เขียนรายงานโดยใช้ภาษาถูกต้อง	เขียนรายงานโดยสื่อความหมายได้

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....

.

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในรายการที่ปฏิบัติ

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

หมายเหตุ

1. การให้คะแนน ✓ ถือเป็น 1 คะแนน
 2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)
- วิธีการให้คะแนน
- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
- ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
- ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
- ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
- ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
- ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

โรงเรียนสตรีศึกษา		
	ใบความรู้ที่ 7.2 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล	
	ชื่อวิชา:ว30222 เคมีเพิ่มเติม	หน่วยกิต: 1.5
	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

1. ภาวะสมดุล (Equilibrium state)

เป็นภาวะของระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงผันกลับได้ คือ ในระบบมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า (forward reaction) เท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ (reverse reaction) จึงทำให้สมบัติของระบบคงที่ แต่ระบบไม่หยุดนิ่ง และระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและย้อนกลับเกิดขึ้นตลอดเวลาเรียกว่า สมดุลพลวัตหรือสมดุลไดนามิก (dynamic equilibrium) เขียนแทนด้วยลูกศรไป-กลับ ($\rightleftharpoons$)

ณ ภาวะสมดุล สมบัติของระบบคงที่ สังเกตได้ดังนี้

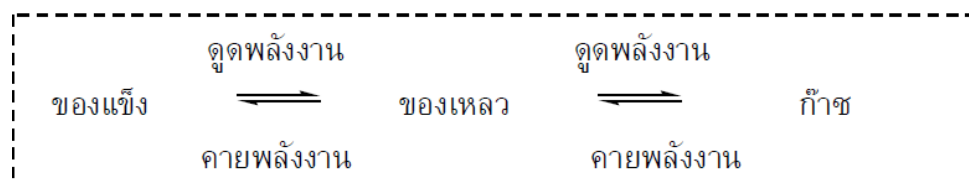
- 1) ปริมาณสารทุกสารในระบบคงที่
- 2) อุณหภูมิคงที่เสมอ
- 3) ถ้ามีความเป็นกรด-เบสเกี่ยวข้อง (H^+ และ OH^-) pH ของระบบจะคงที่
- 4) กรณีที่สารมีสี สังเกตได้จากสีของสารจะคงที่

ภาวะสมดุลนี้อาจแบ่งออกได้ตามลักษณะทางกายภาพและทางเคมีได้ 3 ประเภทดังนี้

- 1) ภาวะสมดุลระหว่างสถานะ
- 2) ภาวะสมดุลของการละลาย
- 3) ภาวะสมดุลเคมี

1.1 ภาวะสมดุลระหว่างสถานะ

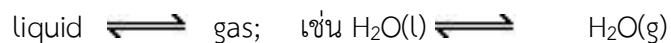
สารต่างๆสามารถเปลี่ยนสถานะได้ โดยมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานควบคู่ไปด้วย
ดังแผนภาพนี้



(ที่มารูป : <http://enchemcom2c.wordpress.com/2012/09/12/-chemical-equilibrium-2/>)

solid $\rightleftharpoons$ gas ; เช่น $I_2(s) \rightleftharpoons I_2(g)$ การระเหิดของไอโอดีน

solid $\rightleftharpoons$ liquid; เช่น $H_2O(s) \rightleftharpoons H_2O(l)$



เราสามารถสังเกตจากสีที่คงที่ หรือ สถานะของสารคงที่ดูเสมือนไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง แต่ความจริงแล้วระบบมิได้หยุดนิ่งและมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาเรียกการเกิดสภาวะแบบนี้ว่า “สมดุลไดนามิก” ดังนั้นภาวะสมดุลระหว่างสถานะ ก็เป็นสมดุลไดนามิก

1.2 ภาวะสมดุลในสารละลายอิ่มตัว

เมื่อให้ตัวถูกละลายละลายในตัวทำละลายตัวถูกละลายก็จะละลายได้เร็วในตอนแรกแล้วละลายได้ช้าลง และเมื่อเกิดสารละลายอิ่มตัวเราจะพบว่าตัวถูกละลายไม่ละลายต่อไปอีกไม่ว่าจะคนสารละลายเป็นเวลานานเท่าใดถ้าอุณหภูมิคงที่เช่นการนำเกลือแกง (NaCl) มาละลายน้ำจนได้สารละลายและละลายต่อจนได้สารละลายอิ่มตัวเมื่อตั้งสารละลายอิ่มตัวไว้จะเกิดผลึกของ NaCl เกิดขึ้นแล้วจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนในที่สุดผลึกคงที่เรา ยังดูเหมือนว่าไม่เกิดผลึกอีกแต่ในระบบผลึกยังคงเกิดขึ้นเรื่อยๆแล้วก็ละลายในสารละลายอีกด้วยดังนั้นภาวะสมดุลในสารละลายอิ่มตัวก็เป็นสมดุลไดนามิก

ใบกิจกรรมการทดลองที่ 7.2

เรื่อง การทดสอบไอร์ออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) ไอร์ออน (II) ไอออน (Fe^{2+}) และไอโอดีน (I_2)

จุดประสงค์การทดลอง

1. ทำการทดลองเพื่อทดสอบ Fe^{3+} Fe^{2+} และ I_2 ได้
2. บอกวิธีการทดสอบ Fe^{3+} Fe^{2+} และ I_2 ได้

สารเคมีและอุปกรณ์

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี 1. สารละลายไอร์ออน (II) ในเตรด 0.05 mol/dm^3 2. สารละลายแอมโมเนียมไอร์ออน (II) ซัลเฟต 0.05 mol/dm^3 3. สารละลายแอมโมเนียมไทโอไซยาเนต 0.5 mol/dm^3 4. สารละลายโพแทสเซียมเฮกซะไซยาโนเฟอร์เรต (III) 0.5 mol/dm^3 5. น้ำแป้งเข้มข้นร้อยละ 1 6. สารละลายไอโอดีนในเอทานอล	1 cm^3 1 cm^3 0.5 cm^3 0.5 cm^3 0.5 cm^3 1 cm^3
อุปกรณ์ 1. หลอดทดลองขนาดเล็ก 2. หลอดหยด	9 หลอด 3 อัน

วิธีการทดลอง 7.2 เรื่อง การทดสอบไอร์ออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) ไอร์ออน (II) ไอออน (Fe^{2+}) และไอโอดีน (I_2) และบันทึกผลการทดลอง ตามหนังสือเรียนวิชาเคมีเพิ่มเติมเล่ม 3 หน้า 37

ตัวอย่างผลการทดลอง

สารที่ทดสอบ	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้เมื่อเติมสารละลาย		
	NH_4SCN	$\text{K}_3 [\text{Fe} (\text{CN}_6)]$	น้ำแป้ง
$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$	สารละลายเปลี่ยนเป็นสีแดงสด	สารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแกมเขียว	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง
$(\text{NO}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง	มีตะกอนสีน้ำเงินเกิดขึ้นและสารละลายตอนบนใสไม่มีสี	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง
I_2	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง	มีสารละลายสีน้ำเงินเข้มเกิดขึ้น

แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 7.2 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล(1)

คำชี้แจงตอนที่ 1

- จงเติมข้อความลงในช่องว่างต่อไปนี้

- จงทำเครื่องหมาย✓หน้าข้อที่ถูกและทำเครื่องหมาย×หน้าข้อที่ผิด

1. เมื่อระบบอยู่ในภาวะสมดุล

1.1 สารผลิตภัณฑ์และสารตั้งต้นยังคงมีอยู่ในระบบ

1.2 ความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์และสารตั้งต้นเท่ากัน

1.3 ที่ภาวะสมดุลความเข้มข้นของสารทุกตัวในระบบคงที่แต่ไม่จำเป็นต้องเท่ากัน

1.4 ที่ภาวะสมดุลอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะเท่ากันและคงที่

1.5 ระบบที่มีสมบัติคงที่ไม่จำเป็นต้องอยู่ในภาวะสมดุลเสมอไปแต่ระบบที่อยู่ในภาวะ

สมดุลต้องมีสมบัติของระบบคงที่

1.6 สมดุลไดนามิกคือสมดุลที่มีการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและย้อนกลับตลอดเวลา

โดยสมดุลไม่ได้หยุดนิ่ง

2. ในสารละลาย $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ประกอบด้วยไอออน.....

3. ในสารละลาย NH_4SCN ประกอบด้วยไอออน.....

4. ในสารละลาย $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ ประกอบด้วยไอออน.....

5. ในปฏิกิริยา $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ ถ้าต้องการตรวจสอบภาวะสมดุลข้อใดถูกข้อใดผิด

5.1 เติม $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ เพื่อทดสอบ Fe^{2+}

5.2 เติม NH_4SCN เพื่อทดสอบ Fe^{3+}

5.3 เติมน้ำแบ่งลงไปเพื่อทดสอบไอโอดีน

5.4 สังเกตสมบัติของระบบคงที่

6. ถ้าปฏิกิริยาต่อไปนี้อยู่ในภาวะสมดุล $\text{Cu}(\text{s}) + 2\text{Ag}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Ag}(\text{s})$

ข้อสรุปใดถูกข้อใดผิด

6.1 ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์จะเท่ากัน

6.2 ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์จะคงที่

6.3 ความเข้มข้นของสารตั้งต้นจะเท่ากัน

6.4 ความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์จะเท่ากัน

ตอนที่ 2 จงเติมข้อความลงในช่องว่างต่อไปนี้

1. อัตราการระเหยเท่ากับอัตราการควบแน่นเป็นภาวะสมดุล.....

2. ถ้าทำให้เกิดการระเหิดของไอโอดีนในหลอดทดลองเปิดจะมีภาวะสมดุลเกิดขึ้นหรือไม่เพราะเหตุใด

.....

3. อัตราการละลายเท่ากับอัตราการตกผลึกเป็นภาวะสมดุล.....

4. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีย้อนกลับเป็นสมดุล.....

5. $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ เมื่อปฏิกิริยาลิ้นสุดลงจะพบสารใดบ้างใน

ระบบ.....

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 7.2 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล

คำชี้แจง ตอนที่ 1

- จงเติมข้อความลงในช่องว่างต่อไปนี้

- จงทำเครื่องหมาย✓หน้าข้อที่ถูกและทำเครื่องหมาย×หน้าข้อที่ผิด

1. เมื่อระบบอยู่ในภาวะสมดุล

✓ 1.1 สารผลิตภัณฑ์และสารตั้งต้นยังคงมีอยู่ในระบบ

× 1.2 ความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์และสารตั้งต้นเท่ากัน

✓ 1.3 ที่ภาวะสมดุลความเข้มข้นของสารทุกตัวในระบบคงที่แต่ไม่จำเป็นต้องเท่ากัน

✓ 1.4 ที่ภาวะสมดุลอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ

จะเท่ากันและคงที่

✓ 1.5 ระบบที่มีสมบัติคงที่ ไม่จำเป็นต้องอยู่ในภาวะสมดุลเสมอไป แต่ระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลต้องมีสมบัติของระบบคงที่

✓ 1.6 สมดุลไดนามิกคือสมดุลที่มีการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและย้อนกลับตลอดเวลา โดยสมดุลไม่ได้หยุดนิ่ง

2. ในสารละลาย $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ประกอบด้วยไอออน **แนวคำตอบ: Fe^{3+} และ NO_3^-**

3. ในสารละลาย NH_4SCN ประกอบด้วยไอออน **แนวคำตอบ: NH_4^+ และ SCN^-**

4. ในสารละลาย $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ ประกอบด้วยไอออน **แนวคำตอบ: NH_4^+ , Fe^{3+} และ SO_4^{2-}**

5. ในปฏิกิริยา $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ ถ้าต้องการตรวจสอบภาวะสมดุลข้อใดถูกข้อใดผิด

✓ 5.1 เติม $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ เพื่อทดสอบ Fe^{2+}

✓ 5.2 เติม NH_4SCN เพื่อทดสอบ Fe^{3+}

✓ 5.3 เติมน้ำแข็งลงไปเพื่อทดสอบไอโอดีน

✓ 5.4 สังเกตสมบัติของระบบคงที่

6. ถ้าปฏิกิริยาต่อไปนี้อยู่ในภาวะสมดุล $\text{Cu(s)} + 2\text{Ag}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Ag(s)}$

ข้อสรุปใดถูกข้อใดผิด

× 6.1 ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์จะเท่ากัน

✓ 6.2 ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์จะคงที่

× 6.3 ความเข้มข้นของสารตั้งต้นจะเท่ากัน

× 6.4 ความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์จะเท่ากัน

ตอนที่ 2 จงเติมข้อความลงในช่องว่างต่อไปนี้

1. อัตราการระเหยเท่ากับอัตราการควบแน่นเป็นภาวะสมดุล **แนวคำตอบ: การละลาย**

2. ถ้าทำให้เกิดการระเหิดของไอโอดีนในหลอดทดลองเปิดจะมีภาวะสมดุลเกิดขึ้นหรือไม่เพราะเหตุใด
แนวคำตอบ: ไม่เกิดภาวะสมดุลเนื่องจากไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ

3. อัตราการละลายเท่ากับอัตราการตกผลึกเป็นภาวะสมดุล *แนวคำตอบ: สารละลายอิ่มตัว*

4. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีย้อนกลับ *แนวคำตอบ: เป็นสมดุลเคมี*

5. $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ เมื่อปฏิกิริยาล้มเหลวจะพบสารใดบ้างในระบบ *แนวคำตอบ: $\text{N}_2(\text{g})$, $\text{H}_2(\text{g})$ และ $\text{NH}_3(\text{g})$*

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 16

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี

หน่วยการเรียนรู้ย่อยการเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล (2)

ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ

ภาคเรียนที่ 1

รายวิชาเคมี (ว30222)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 2 คาบ (110 นาที)

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายและเขียนความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ณ ภาวะสมดุล

2. สาระสำคัญ

ภาวะที่ระบบมีสมบัติคงที่ ซึ่งระบบยังคงมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับเรียกว่าสมดุลไดนามิก และสมดุลเคมีเป็นสมดุลไดนามิก

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

3.1 อธิบายการเกิดสมดุลในปฏิกิริยาเคมีได้ (K)

3.2 อธิบายความหมายของภาวะสมดุลและสมดุลไดนามิกได้ (K)

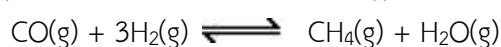
3.3 สืบค้นข้อมูลเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุลได้ (P)

3.4 มีความสนใจในกิจกรรม รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา (A)

4. สาระการเรียนรู้

4.1 ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี

ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อเป็นปฏิกิริยาผันกลับได้และเกิดปฏิกิริยาในระบบปิด



ถ้าเริ่มต้นเราใส่ CO จำนวน 1.0 โมลและ H₂ จำนวน 3.0 โมลลงในภาชนะขนาด 10.0 ลิตรที่ 1200 K อัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง CO กับ H₂ ขึ้นกับความเข้มข้นของ CO และ H₂ คือตอนแรกๆ สารทั้งสองชนิดมีความเข้มข้นมาก แต่เมื่อสารทำปฏิกิริยากันความเข้มข้นจะลดลงเรื่อยๆ นั่นคืออัตราการเกิดปฏิกิริยาจะสูงในช่วงแรกๆ แล้วจะค่อยๆ ลดลงในขณะที่มีความเข้มข้นของผลผลิต (ที่มีค่าเท่ากับศูนย์ในตอนแรก) จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นและมีค่าคงที่เมื่อถึงภาวะสมดุล

4.2 อัตราการเกิดปฏิกิริยากับการดำเนินเข้าสู่ภาวะสมดุล

เมื่อเริ่มต้นเกิดปฏิกิริยาเคมีประเภทผันกลับได้ อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะสูง จากนั้นจะเกิดช้าลงแล้วคงที่เมื่อเข้าสู่ภาวะสมดุล ส่วนอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะเริ่มต้นจากศูนย์แล้วเกิดเร็วขึ้นเพราะเกิดผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นและจะคงที่ ณ ภาวะสมดุล ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ ณ ภาวะสมดุล

ที่สมดุลปริมาณสารทุกตัวจะคงที่แต่ไม่จำเป็นว่าจะต้องเท่ากันทุกสารสารบางตัวอาจมีมากบางตัวอาจมีน้อยก็ได้แต่ปริมาณที่มีนั้นต้องคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงและสารทุกตัวในระบบจะไม่หมดไปจากระบบแม้ว่าจะทิ้งไว้นานเท่าใดก็ตาม

5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ(Engagement)(10นาที)

5.1.1 ครูแสดงภาพผลิตภัณฑ์ลูกเหม็น และนักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้



ที่มา: <http://www.bloggang.com/viewdiary.php?id=lifewater&month=04-2010&date=10&group=8&gblog=50>

- ถ้าตั้งผลิตภัณฑ์การบูรตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อเวลาผ่านไปนักเรียนคิดว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ เกิดการเปลี่ยนแปลง คือ ลูกเหม็นจะเกิดการระเหิด และสังเกตเห็นผงของลูกเหม็นเกาะบริเวณถุงพลาสติก ซึ่งเป็นการเกิดภาวะสมดุลของลูกเหม็นที่มีสถานะแก๊สกับสถานะของแข็งในระบบปิดที่อุณหภูมิห้อง โดยมีการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้า คือ ลูกเหม็นบางส่วนเปลี่ยนเป็นไอ ส่วนการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ คือ การที่ไอของลูกเหม็นบางส่วนรวมตัวกันและเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง ซึ่งระบบมีทั้งการระเหิดและตกผลึกเกิดขึ้นตลอดเวลา

- นักเรียนคิดว่าการระเหิดและตกผลึกเกิดขึ้นตลอดเวลาของลูกเหม็น เป็นภาวะสมดุลหรือไม่และเป็นภาวะสมดุลแบบใด

แนวคำตอบ เป็นภาวะสมดุล คือ ภาวะสมดุลระหว่างสถานะ

- การระเหิดของการบูรที่มีถุงพลาสติกปิดไว้นั้น จัดเป็นระบบเปิดหรือระบบปิด เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ ระบบปิด เพราะมีถุงพลาสติกปิดไว้ สารไม่สามารถระเหิดสู่ภายนอกได้

- ถ้าเอาถุงพลาสติกออก จะมีภาวะสมดุลเกิดขึ้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ จะไม่เกิดภาวะสมดุล เพราะ ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและย้อนกลับ หรือระบบไม่มีการระเหิดและตกผลึกเกิดขึ้น ทำให้ไม่เกิดภาวะสมดุล

5.1.2 ครูสาธิต นำเกลือโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (KMnO_4) หรือต่างหีบห่อใส่ลงในบีกเกอร์ที่มีเอทานอล และนักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

- ถ้าใส่เกลือโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (KMnO_4) หรือต่างหีบห่อลงในบีกเกอร์ที่มีเอทานอล และเขย่า จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ เกิดสารละลายสีม่วง เพราะ เกลือโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (KMnO_4) หรือต่างหีบห่อละลายในเอทานอล

- ถ้าคนสารและเขย่าต่อไปเรื่อยๆ นักเรียนคิดว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ สีของสารละลายจะเข้มข้นเรื่อยๆ จนความเข้มข้นของสีคงที่ และในสารละลายมีเกลือโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (KMnO_4) เหลืออยู่ เพราะ สารละลายอิ่มตัวและอยู่ในภาวะสมดุล

- จากที่ครูสาธิต นักเรียนคิดว่าเป็นภาวะสมดุลเป็นแบบใด

แนวคำตอบ ภาวะสมดุลในสารละลายอิ่มตัว

5.1.3 นอกจากภาวะสมดุลระหว่างสถานะ ภาวะสมดุลในสารละลายอิ่มตัว นักเรียนคิดว่ามีภาวะสมดุลแบบอื่นอีกหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบมี คือ ภาวะสมดุลในปฏิกิริยา

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (60 นาที)

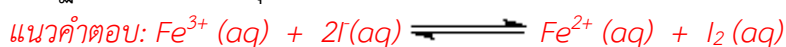
5.2.1 ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบว่าครูจะสาธิตการทดลองที่ 7.3 เรื่อง การทดสอบภาวะสมดุลระหว่างไอร์ออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) ไอร์ออน (II) ไอออน

5.2.2 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 5 - 6 คนและแจกใบความรู้ที่ 7.2 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล (2) และให้นักเรียนร่วมกันสืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูล

5.3.3 ครูสาธิตการทดลองที่ 7.3 เรื่อง การทดสอบภาวะสมดุลระหว่างไอร์ออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) ไอร์ออน (II) ไอออน (Fe^{2+})

5.3.4 ครูให้นักเรียนสืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูลในใบความรู้ที่ 7.2 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่สภาวะสมดุล (2) อีกครั้ง เพื่อนำข้อมูลมาประกอบการอธิบายผลการทดลองที่ครูสาธิต แล้วให้แต่ละกลุ่มสรุปออกมาเป็นของกลุ่มในประเด็นต่อไปนี้

- จากการทดลองเกี่ยวกับการเกิดภาวะสมดุลของปฏิกิริยาระหว่างไอร์ออน (III) ไอออนกับไอโอด์ ไอออน (I) ปฏิกิริยาที่ภาวะสมดุลคือ



- ปฏิกิริยาไปข้างหน้าเขียนอย่างไร



- ปฏิกิริยาไปย้อนกลับเขียนอย่างไร



- การทดสอบว่าปฏิกิริยาข้างต้นผันกลับได้จริงทำได้อย่างไร

แนวคำตอบ: อาศัยการทดสอบไอออนต่างๆที่มีอยู่ในสารละลายว่าเกิดขึ้นจริงหรือไม่ ดังนั้น จากปฏิกิริยาข้างต้นก็ต้องทดสอบ Fe^{3+} , Fe^{2+} , I_2 , และ I^-

- เราสามารถสรุปผลจากการทดลองได้อย่างไร

แนวคำตอบ: 1. ปฏิกิริยาเริ่มต้นจากสารตั้งต้น Fe^{3+} และ I^- เมื่อทำปฏิกิริยากันได้เป็น I_2 และ Fe^{2+} ซึ่งตรวจพบได้จริง

2. ปฏิกิริยาย้อนกลับเกิดขึ้นด้วย เพราะเราตรวจพบ Fe^{3+} จำนวนโมล Fe^{3+} และ $I^- (aq)$ เท่ากัน การตรวจพบ Fe^{3+} จึงยืนยันว่า Fe^{3+} ได้จากปฏิกิริยาย้อนกลับ ไม่ได้เกิดจากสารตั้งต้นเหลืออยู่ นั่นคือปฏิกิริยาไปข้างหน้าและปฏิกิริยาย้อนกลับเกิดขึ้นพร้อมกัน

5.3.5 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปเนื้อหาที่ได้จากการทดลองและศึกษาเพิ่มเติมจากใบความรู้ที่ 7.2 เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล (2)

เป็นแผนผังความคิดในประเด็นต่อไปนี้

- การเข้าสู่สมดุลของปฏิกิริยาเคมี

5.3 ขั้วอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)(15 นาที)

5.3.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบการสาธิตที่ครูได้สาธิต

แนวทางการอภิปราย: ในสารละลายมี Fe^{2+} เมื่อเติมลงในสารละลายโพแทสเซียมเฮกซะไซยาไนด์เฟอร์ไรต์ (III) ($K_3Fe(CN)_6$) จะทำปฏิกิริยากับ K^+ และ $[Fe(CN)_6]^{3-}$ ได้ตะกอนสีน้ำเงินของโพแทสเซียมไอร์ออน (II) เฮกซะไซยาไนด์เฟอร์ไรต์ (III) ($KFe[Fe(CN)_6]$)

- ในสารละลายมี Fe^{3+} เมื่อเติมลงในสารละลายแอมโมเนียมไทโอไซยาเนต (NH_4SCN) จะทำปฏิกิริยากับ SCN^- ได้สารละลายสีแดงของไทโอไซยาเนตไอร์ออน (III) ไอออน ($[FeSCN]^{2+}$)

5.4 ขยายความรู้ (Elaboration) (15 นาที)

5.4.1 ครูให้นักเรียนตอบคำถามแบบฝึกหัดในใบความรู้ที่ 7.2 เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล (2)

5.5 ประเมินผล (Evaluation) (10 นาที)

5.5.1 ครูถามนักเรียนว่าใครมีข้อสงสัยหรือไม่และทำการเฉลยแบบฝึกหัดในใบความรู้ที่ 7.2 เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล (2)

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

6.1.1 สื่อการนำเสนอ Power Point

6.1.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

6.1.3 ใบความรู้ที่ 7.2 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล (2)

6.1.4 ใบกิจกรรมการทดลองที่ 7.3 เรื่องการทดสอบภาวะสมดุลระหว่างไอร์ออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) ไอร์ออน (II) ไอออน

สารเคมี

- สารละลายไอร์ออน (III)ไนเตรต $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 0.05 \text{ mol/dm}^3$
- สารละลายแอมโมเนียมไอร์ออน (II) ซัลเฟต $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 0.05 \text{ mol/dm}^3$
- สารละลายแอมโมเนียมไทโอไซยาเนต $\text{NH}_4\text{SCN} 0.5 \text{ mol/dm}^3$
- สารละลายโพแทสเซียมเฮกซะไซยาโนเฟอร์เรต (III) $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6 0.5 \text{ mol/dm}^3$
- น้ำแบ่งเข้มข้นร้อยละ 1
- สารละลายไอโอดีนในเอทานอล

อุปกรณ์

- หลอดทดลองขนาดเล็ก
- หลอดหยด

7.กระบวนการวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์ในการวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1) บอกสมบัติของระบบ ณ ภาวะสมดุลได้ 2) บอกสมบัติภาวะสมดุลระหว่างสถานะของระบบได้ 3) อธิบายการเกิดภาวะสมดุลระหว่างสถานะของสารในระบบได้ 4) อธิบายการเกิดภาวะสมดุลในสารละลายอิ่มตัวได้	- การตรวจคะแนนจากใบความรู้ที่ 7.2 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล(2)	- ใบความรู้ที่ 7.2 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล(2)	- นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70ขึ้นไปของคะแนนทั้งหมด : ผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P)5 สืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุลได้	- สังเกตจากพฤติกรรมการทำงานและจากงานที่ได้รับมอบหมาย	-แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลรายบุคคล/รายกลุ่ม	- ผลการประเมินเกณฑ์การผ่าน คือ ระดับดี ขึ้นไป
ด้านเจตคติ (A) 6) ทำงานร่วมกับผู้อื่นและทำงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด	-สังเกตจากการมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่มและการทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	-แบบประเมินพฤติกรรม การมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม	- ผลการประเมินเกณฑ์การผ่าน คือ ระดับดี ขึ้นไป

แบบประเมินพฤติกรรมที่มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม

คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ – สกุล (กลุ่มที่)	รายการประเมิน												คะแนน รวม (12)
	ความสนใจ			การแสดง ความคิดเห็น			การตอบ คำถาม			การยอม รับฟัง ความคิดเห็น			
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1.													
2.													
3.													
4.													
5.													
6.													
7.													
8.													
9.													
10.													

เกณฑ์การประเมิน

ระดับคะแนน: 3 หมายถึง ดีมาก

2 หมายถึง ดี

1 หมายถึง พอใช้

ระดับคุณภาพ: คะแนนรวม 9 - 12 หมายถึง ดีมาก

คะแนนรวม 5 - 8 หมายถึง ดี

คะแนนรวม 1 - 4 หมายถึง พอใช้

ผลการประเมิน

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

เกณฑ์การประเมินการให้คะแนนพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคล/ราย
กลุ่ม

ตัวบ่งชี้พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ การสอน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
ความสนใจ	มีความสนใจ ในการเรียน ตลอดเวลา	มีความสนใจใน การเรียนเป็นครั้งคราว	ไม่มีความสนใจ ในการเรียน
การแสดงความคิดเห็น	แสดงความคิดเห็น สม่ำเสมอ	แสดงความคิดเห็น เป็นบางครั้ง	ไม่ค่อยแสดง ความคิดเห็นนานๆ ครั้ง
การตอบคำถาม	ตอบคำถาม สม่ำเสมอประมาณ 80-100 %	ตอบคำถามไม่สม่ำเสมอ ประมาณ 50-79 %	ตอบคำถามน้อยกว่า 50 %
การยอมรับฟัง ความคิดเห็น	ยอมรับฟัง ความคิดเห็นผู้อื่น สม่ำเสมอ	ยอมรับฟังความคิดเห็น ผู้อื่นบ้าง	ไม่ยอมรับฟัง ความคิดเห็นผู้อื่น

แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม
คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ - สกุล (กลุ่มที่)	รายการประเมิน																		รวม 12 คะแนน
	การวางแผนค้นคว้าแหล่งข้อมูล			การเก็บรวบรวมข้อมูล			การจัดกระทำข้อมูล			การนำเสนอข้อมูล			การสรุปผล			การเขียนรายงาน			
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1.																			
2.																			
3.																			
4.																			
5.																			
6.																			
7.																			
8.																			
9.																			
10.																			

เกณฑ์การประเมิน

ระดับคะแนน: 3 หมายถึง ดีมาก

2 หมายถึง ดี

1 หมายถึง พอใช้

ระดับคุณภาพ: คะแนนรวม 9 - 12 หมายถึง ดีมาก

คะแนนรวม 5 - 8 หมายถึง ดี

คะแนนรวม 1 - 4 หมายถึง พอใช้

ผลการประเมิน

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียน

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การวางแผนค้นคว้าแหล่งข้อมูล	มีการวางแผนที่จะค้นคว้าแหล่งข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เชื่อถือได้	มีการวางแผนที่จะค้นคว้าแหล่งข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ด้วยหลากหลายวิธี	มีการวางแผนที่จะค้นคว้าแหล่งข้อมูลเพียงแหล่งเดียวและได้ข้อมูลที่ตรงตามจุดประสงค์
2. การเก็บรวบรวมข้อมูล	มีการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนที่กำหนดทุกประการ	มีการคัดเลือกและ/หรือประเมินข้อมูล	มีการบันทึกข้อมูลเป็นระยะ
3. การจัดกระทำข้อมูล	มีการจัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบแยกแยะข้อมูล และจัดกลุ่มข้อมูลอย่างถูกต้อง ชัดเจน	มีการจัดเรียงลำดับข้อมูลถูกต้อง	ไม่มีการจัดกระทำข้อมูล
4. การนำเสนอข้อมูล	นำเสนอข้อมูลด้วยแบบนำเสนอต่างๆได้ถูกต้อง กระชับรัดชัดเจน และสื่อความหมาย	นำเสนอข้อมูลด้วยแบบนำเสนอต่าง ๆ แต่ยังไม่ถูกต้อง	นำเสนอข้อมูลที่ไม่สื่อความหมาย ไม่ถูกต้อง และไม่ชัดเจน
5. การสรุปผล	สรุปผลได้อย่างถูกต้อง กระชับ และชัดเจน มีเหตุผลที่อ้างอิงจากการสืบค้นได้	สรุปผลได้กระชับ กระชับแต่ไม่ชัดเจน	สรุปผลโดยไม่ใช้ข้อมูล และไม่ถูกต้อง
6. การเขียนรายงาน	เขียนรายละเอียดตรงตามจุดประสงค์ ถูกต้อง และชัดเจน	เขียนรายงานโดยใช้ภาษาถูกต้อง	เขียนรายงานโดยสื่อความหมายได้

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....

.

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในรายการที่ปฏิบัติ

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

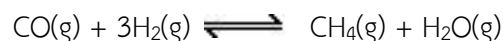
หมายเหตุ

1. การให้คะแนน ✓ ถือเป็น 1 คะแนน
 2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)
- วิธีการให้คะแนน
- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
- ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
- ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
- ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
- ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
- ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

โรงเรียนสตรีศึกษา		
	ใบความรู้ที่ 7.2 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล(2)	
	ชื่อวิชา:ว30222 เคมีเพิ่มเติม	หน่วยกิต: 1.5
	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

1. ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี

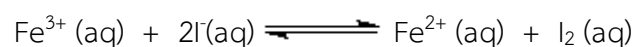
ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อเป็นปฏิกิริยาผันกลับได้และเกิดปฏิกิริยาในระบบปิด



ถ้าเริ่มต้นเราใส่CO จำนวน 1.0 โมลและH₂จำนวน 3.0 โมลลงในภาชนะขนาด 10.0ลิตรที่ 1200 K อัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่างCO กับH₂ขึ้นกับความเข้มข้นของCO และH₂คือตอนแรกๆสารทั้งสองชนิดมีความเข้มข้นมากแต่เมื่อสารทำปฏิกิริยากันความเข้มข้นจะลดลงเรื่อยๆนั่นคืออัตราการเกิดปฏิกิริยาจะสูงในช่วงแรกๆแล้วจะค่อยๆลดลงในขณะที่ความเข้มข้นของผลผลิต (ที่มีค่าเท่ากับศูนย์ในตอนแรก) จะค่อยๆเพิ่มขึ้นและมีค่าคงที่เมื่อถึงภาวะสมดุลหรือกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่าตอนแรกๆอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับมีค่าเป็นศูนย์แล้วค่อยๆเพิ่มขึ้นจนเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเมื่อถึงสมดุลที่ภาวะสมดุลความเข้มข้นของสารต่างๆมีค่าคงที่และเราจะไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงใดๆอีกถึงแม้ว่าปฏิกิริยายังคงดำเนินไปดังนั้นในปฏิกิริยาใดจะเกิดสมดุลได้จะต้อง

- เกิดในระบบปิด
- มีสมดุลไดนามิก
- ยังมีสารตั้งต้นเหลืออยู่
- ระบบสามารถเข้าสู่สมดุลได้ไม่ว่าจะเริ่มต้นจากไปข้างหน้าหรือย้อนกลับ
- เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้
- ความเข้มข้น, ความดันและอุณหภูมิมีผลต่อภาวะสมดุล

การเปลี่ยนแปลงในปฏิกิริยาเคมีนั้น สามารถตรวจสอบได้จากการทดลองและดูการเปลี่ยนแปลงต่างๆของระบบ เช่น คูสีของสารละลายที่เปลี่ยนไป ดูตะกอนที่อาจจะเกิดขึ้น เป็นต้น นอกจากนั้น เราอาจใช้วิธีการวิเคราะห์ตรวจสอบ สารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นหรือสารตั้งต้นที่หายไป ตัวอย่างเช่น การทดลองเกี่ยวกับการเกิดภาวะสมดุลของปฏิกิริยาระหว่างไอโรออน (III) ไอออนกับไอโอไดต์ไอออน (I⁻) ซึ่งปฏิกิริยาเขียนได้ดังนี้



สีเหลือง

ปฏิกิริยาไปข้างหน้าคือ $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 2\text{I}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{I}_2(\text{aq})$

ปฏิกิริยาย้อนกลับคือ $\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{I}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 2\text{I}^-(\text{aq})$

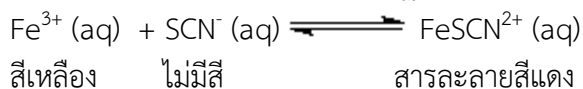
ดังนั้น ถ้าระบบเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้ามากขึ้น จะได้ Fe²⁺ มากขึ้น

ถ้าระบบเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับมากขึ้นจะได้ Fe³⁺ มากขึ้น

การทดสอบว่าปฏิกิริยาข้างต้นผันกลับได้จริงต้องอาศัยการทดสอบไอออนต่างๆที่มีอยู่ในสารละลายว่าเกิดขึ้นจริงหรือไม่ ดังนั้น จากปฏิกิริยาข้างต้นก็ต้องทดสอบ Fe^{3+} , Fe^{2+} , I_2 , และ I^-

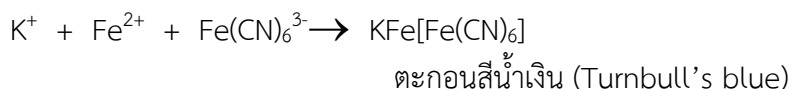
การทดสอบไอรอน(III) ไอออน (Fe^{3+})

สารละลายที่ใช้ในการทดสอบ Fe^{3+} คือ สารละลายแอมโมเนียมไทโอไซยาเนต (NH_4SCN) Fe^{3+} ทำปฏิกิริยากับ SCN^- จะได้สารละลายสีแดงสด ซึ่งเป็นปฏิกิริยาเฉพาะของ Fe^{3+}



การทดสอบไอรอน (II) ไอออน (Fe^{2+})

สารละลายที่ใช้ทดสอบ Fe^{2+} คือสารละลายโพแทสเซียมไซยาโนเฟอร์เรต (III) $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ Fe^{2+} ทำปฏิกิริยากับ $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ จะได้ตะกอนสีน้ำเงินของโพแทสเซียมไอรอน (II) เฮกซะไซยาโนเฟอร์เรต (II) $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ซึ่งเรียกว่า Turnbull's blue



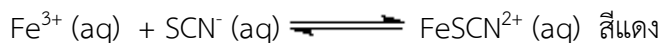
การทดสอบไอโอดีน (I_2)

สารที่ใช้ทดสอบ I_2 คือน้ำแป้ง I_2 จะทำปฏิกิริยากับน้ำแป้งได้ตะกอนสีน้ำเงินเข้ม

จากปฏิกิริยาระหว่าง Fe^{3+} กับ I^- ได้สีเหลืองเข้มขึ้นน้ำจะเป็นสีของ I_2



เมื่อทดสอบสารละลายผสมของ Fe^{3+} และ I^- ด้วยน้ำแป้ง ถ้าได้ตะกอนสีน้ำเงิน แสดงว่ามี I_2 จริง และ การทดสอบสารละลายผสมของ Fe^{3+} และ I^- ด้วยสารละลาย NH_4SCN ถ้าได้สารละลายสีแดงแสดงว่ามี Fe^{2+}



เราสามารถสรุปได้ว่า

1. ปฏิกิริยาเริ่มต้นจากสารตั้งต้น Fe^{3+} และ I^- เมื่อทำปฏิกิริยากันได้เป็น I_2 และ Fe^{2+} ซึ่งตรวจพบได้จริง
2. ปฏิกิริยาย้อนกลับเกิดขึ้นด้วย เพราะเราตรวจพบ Fe^{3+} จำนวนโมล Fe^{3+} และ $\text{I}^-(\text{aq})$ เท่ากัน การตรวจพบ Fe^{3+} จึงยืนยันว่า Fe^{3+} ได้จากปฏิกิริยาย้อนกลับ ไม่ได้เกิดจากสารตั้งต้นเหลืออยู่ นั่นคือปฏิกิริยาไปข้างหน้า และปฏิกิริยาย้อนกลับเกิดขึ้นพร้อมกัน

การศึกษาสมดุลเคมี เมื่อปฏิกิริยาเริ่มต้นเป็น Fe^{2+} และ I_2

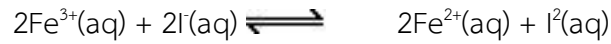
นำสารละลาย Fe^{2+} และ I_2 ที่มีจำนวนโมลเท่าๆ กันมาทำปฏิกิริยากัน แล้วทดสอบสารต่างๆ คือ Fe^{3+} , Fe^{2+} , และ I_2 ว่ามีอยู่หรือไม่ โดยทำการทดสอบเช่นเดียวกับการทดสอบไอออนต่างๆ เมื่อปฏิกิริยาเริ่มต้นเป็น Fe^{3+} และ I^- ถ้าปฏิกิริยาเข้าสู่ภาวะสมดุล เราก็จะตรวจสอบว่ามี Fe^{3+} , Fe^{2+} และ I_2 อยู่ทั้ง 3 สาร

1) อัตราการเกิดปฏิกิริยากับการดำเนินเข้าสู่ภาวะสมดุล

เมื่อเริ่มต้นเกิดปฏิกิริยาเคมีประเภทผันกลับได้ อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะสูง จากนั้นจะเกิดช้าลงแล้วคงที่เมื่อเข้าสู่ภาวะสมดุล ส่วนอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะเริ่มต้นจากศูนย์แล้วเกิดเร็วขึ้นเพราะเกิด

ผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นและจะคงที่ ณ ภาวะสมดุล ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ ณ ภาวะสมดุล

ตัวอย่างเช่นปฏิกิริยาระหว่าง Fe^{3+} กับ I^-



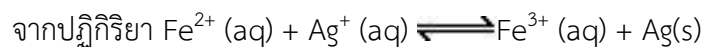
- ในตอนแรกปฏิกิริยาไปข้างหน้าเกิดมากเพราะ **แนวคำตอบ: ความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีมาก**
แต่ปฏิกิริยาย้อนกลับเกิดน้อยเพราะ **แนวคำตอบ: ความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีน้อย**
- ต่อมาปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะลดลงเพราะ **แนวคำตอบ: ความเข้มข้นของสารตั้งต้นลดลง**
ในขณะที่ปฏิกิริยาย้อนกลับเพิ่มเพราะ **แนวคำตอบ: ความเข้มข้นของสารตั้งต้นเพิ่มขึ้น**

ในที่สุด ปฏิกิริยาไปข้างหน้า = ปฏิกิริยาย้อนกลับทำให้ระบบมีสมบัติคงที่ คือ ปริมาณสารทุกตัวมีปริมาณคงตัวตลอดเวลาภาวเช่นนี้เรียกว่า ภาวะ**สมดุล**และเนื่องจาก เป็นสมดุลที่เกิดกับปฏิกิริยาเคมี จึงเรียกอีกอย่างว่า **แนวคำตอบ: สมดุลเคมี**

หมายเหตุ1) ที่สมดุลปริมาณสารทุกตัวจะคงที่แต่ไม่จำเป็นว่าจะต้องเท่ากันทุกสารสารบางตัวอาจมีมากบางตัวอาจมีน้อยก็ได้แต่ปริมาณที่มีนั้นต้องคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง

2) สารทุกตัวในระบบจะไม่หมดไปจากระบบแม้ว่าจะทิ้งไว้นานเท่าใดก็ตาม

คำถามชวนคิดที่ 1 (ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ถูกหรือ ผิด ตามความคิด)



✓1) ในช่วงแรกปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะเกิดขึ้นเร็วเพราะสารตั้งต้นมีความเข้มข้นสูงแต่ปฏิกิริยาย้อนกลับจะเกิดช้าเพราะผลิตภัณฑ์มีความเข้มข้นต่ำ

✓2) ต่อมาปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะช้าลงแต่ปฏิกิริยาย้อนกลับจะเร็วขึ้นจนในที่สุดอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า = อัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ
เรียกว่าระบบเข้าสู่ภาวะสมดุล

✗3) ในภาวะสมดุลระบบจะนิ่งไม่มีการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำถามชวนคิดที่ 2

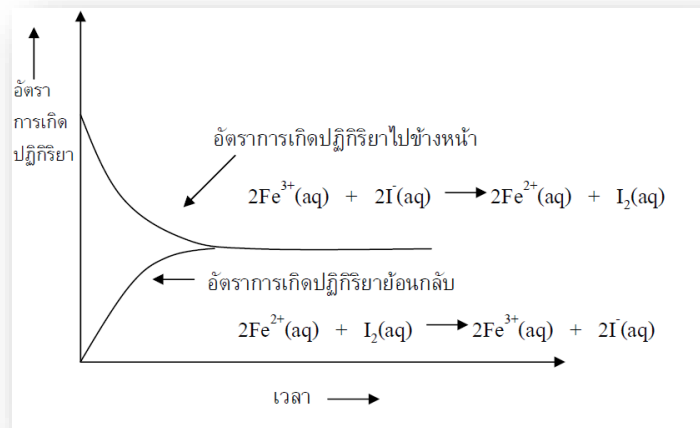
✓1) ในภาวะสมดุลปริมาณสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์จะมีค่าคงตัว

✗2) ในภาวะสมดุลปริมาณสารตั้งต้น = ปริมาณผลิตภัณฑ์

✗3) หากทิ้งระบบไว้นานๆสารตั้งต้นจะหมดไปเหลือแต่ผลิตภัณฑ์

2) การเขียนกราฟแสดงการเกิดภาวะสมดุลเขียนได้ 2 ลักษณะคือ

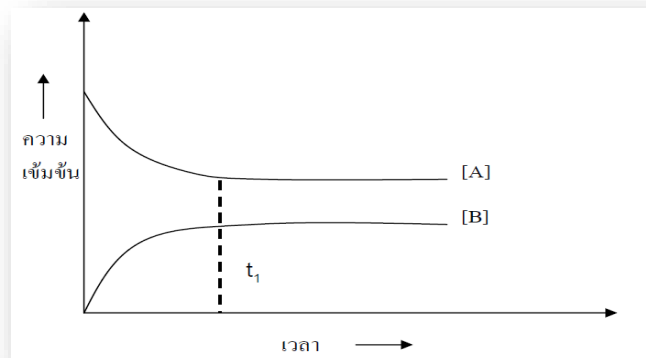
- กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยากับเวลา



ที่มา: <http://enchemcom2c.wordpress.com/2012/09/12/-chemical-equilibrium-2/>

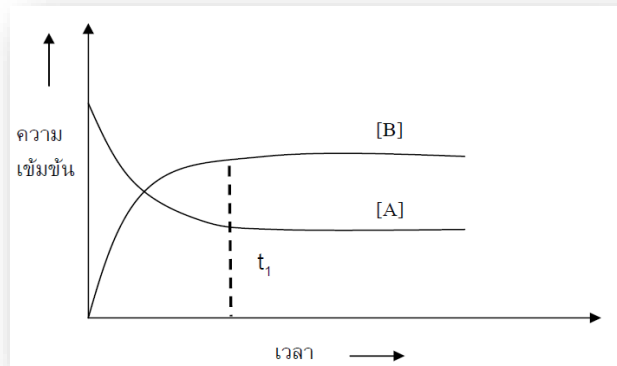
- กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลา

ก. ที่ภาวะสมดุลที่เวลา t_1 ความเข้มข้นของสาร A มากกว่าความเข้มข้นของสาร B (ความเข้มข้นของสารตั้งต้นมากกว่าความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์)

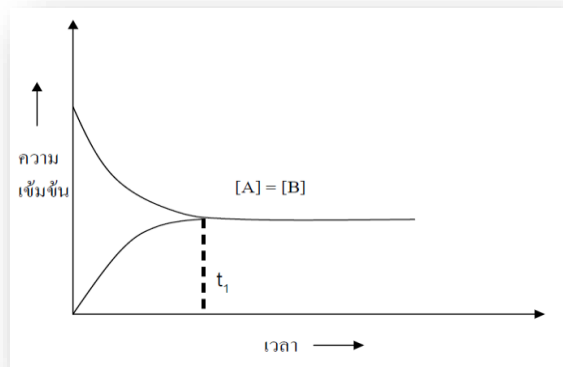


ที่มา: <http://enchemcom2c.wordpress.com/2012/09/12/-chemical-equilibrium-2/>

ข. ที่ภาวะสมดุลที่เวลา t_1 ความเข้มข้นของสาร A น้อยกว่าความเข้มข้นของสาร B (ความเข้มข้นของสารตั้งต้นน้อยกว่าความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์)



ที่มา: <http://enchemcom2c.wordpress.com/2012/09/12/-chemical-equilibrium-2/>
 ค.ที่ภาวะสมดุลที่เวลา t_1 ความเข้มข้นของสาร A เท่ากับความเข้มข้นของสาร B (ความเข้มข้นของสารตั้งต้นเท่ากับความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์)



ที่มา: <http://enchemcom2c.wordpress.com/2012/09/12/-chemical-equilibrium->

ใบกิจกรรมการทดลองที่ 7.3

การทดลอง 7.3 การทดสอบภาวะสมดุลระหว่าง Fe^{3+} และ Fe^{2+}

การทดลองนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาภาวะสมดุลของปฏิกิริยาระหว่าง Fe^{3+} กับ I^- และ Fe^{2+} กับ I_2

จุดประสงค์การทดลอง

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาภาวะสมดุลระหว่าง Fe^{3+} กับ I^- และ Fe^{2+} กับ I_2
2. ทดสอบปฏิกิริยาไปข้างหน้าและปฏิกิริยาย้อนกลับ พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงภาวะสมดุลได้

สารเคมีและอุปกรณ์

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี 1. สารละลายไอโอรอน (II) ไนเตรต 0.05 mol/dm^3 2. สารละลายแอมโมเนียมไอโอรอน (II) ซัลเฟต 0.05 mol/dm^3 3. สารละลายแอมโมเนียมไทโอไซยาเนต 0.5 mol/dm^3 4. สารละลายโพแทสเซียมเฮกซะไซยาโนเฟอร์เรต (III) 0.5 mol/dm^3 5. สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ 0.05 mol/dm^3 6. น้ำแป้งสุก 7. สารละลายไอโอดีนในเอทานอล	1 cm^3 1.5 cm^3 1 cm^3 0.5 cm^3 2 cm^3 0.5 cm^3 1.5 cm^3
อุปกรณ์ 1. หลอดทดลองขนาดเล็กพร้อมจุกปิด 2. หลอดหยด 3. หลอดทดลองขนาดเล็ก	1 หลอด 5 อัน 6 หลอด

วิธีการการทดลอง 7.3 การทดสอบภาวะสมดุลระหว่าง Fe^{3+} และ Fe^{2+} ตามหนังสือเรียนเคมีเพิ่มเติม เล่ม 3 หน้า 39

ตัวอย่างผลการทดลองตอนที่ 1

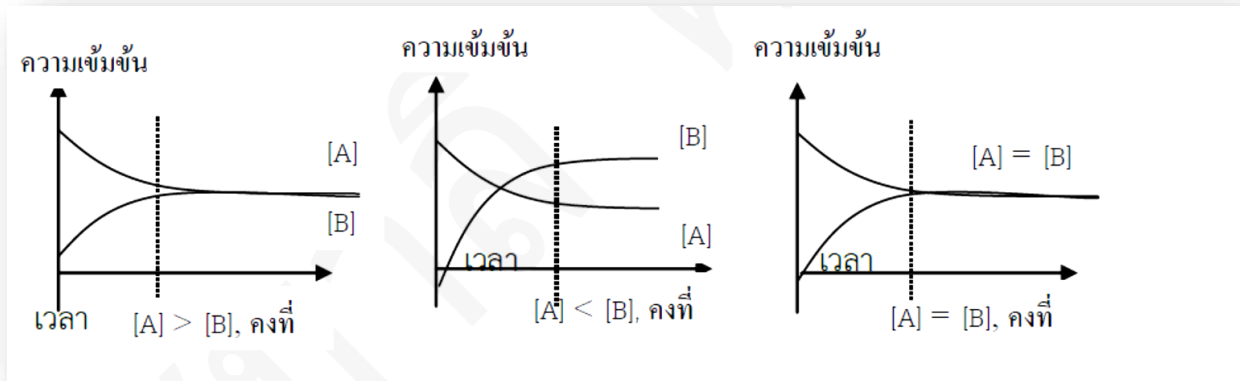
หลอดที่	สารที่ผสมกัน	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้
1	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{KI}$	สารละลายสีเหลืองเข้ม
2	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{KI} + \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	ตะกอนสีน้ำเงิน
3	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{KI} + \text{น้ำแป้งสุก}$	สารละลายสีน้ำเงิน
4	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{KI} + \text{NH}_4\text{SCN}$	สารละลายสีแดง

ตัวอย่างผลการทดลองตอนที่ 2

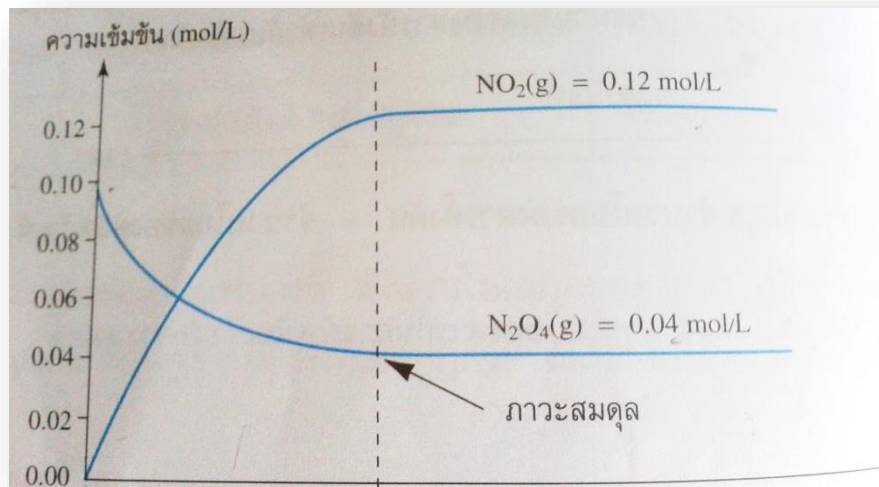
การทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้
หดรสารละลาย I_2 ในเอทานอลลงในสารละลาย $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$	สารละลายสีน้ำตาลแกมเหลือง (แตกต่างจากสีของ I_2 ในเอทานอลเล็กน้อย)
เติมสารละลาย NH_4SCN ลงในสารละลายผสมของ $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ และ I_2 ในเอทานอล	สารละลายสีแดง

แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 7.2 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล(2)

จากกราฟใช้ตอบคำถามข้อ 1-3



1. จากกราฟจงเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์การเกิดภาวะสมดุล.....
2. ที่ภาวะสมดุลถ้าความเข้มข้นของสารตั้งต้นเท่ากับความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์จะได้กราฟมีลักษณะตามกราฟที่.....
3. ที่ภาวะสมดุลถ้าความเข้มข้นของสารตั้งต้นน้อยกว่าความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์จะได้กราฟมีลักษณะกราฟที่.....
4. ศึกษาข้อมูลที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามให้ถูกต้อง



จงวิเคราะห์ข้อมูลจากกราฟที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามให้ถูกต้อง

1) สารตั้งต้นคือสารใดมีความเข้มข้น

เท่าใด.....

2) ใช้ N_2O_4 ไป

เท่าใด.....

3) ณ ภาวะสมดุล มี N_2O_4 เหลืออยู่ในระบบ

เท่าใด.....

4) ณ ภาวะสมดุล มี NO_2 เกิดขึ้น

เท่าใด.....

5) จงเขียนสมการเคมี ณ ภาวะสมดุลจากปฏิกิริยาเคมีที่

เกิดขึ้น.....

6) จงเขียนสมการแสดงอัตราส่วนระหว่างสารตั้งต้นกับผลิตภัณฑ์

.....

.....

เมื่อปฏิกิริยาเข้าสู่ภาวะสมดุล จงตอบคำถามต่อไปนี้

6) สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์มีจำนวนโมลเท่าใด จำนวนโมลของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เป็นอย่างไร

.....

7) ทิศทางของปฏิกิริยาเคมีเป็น

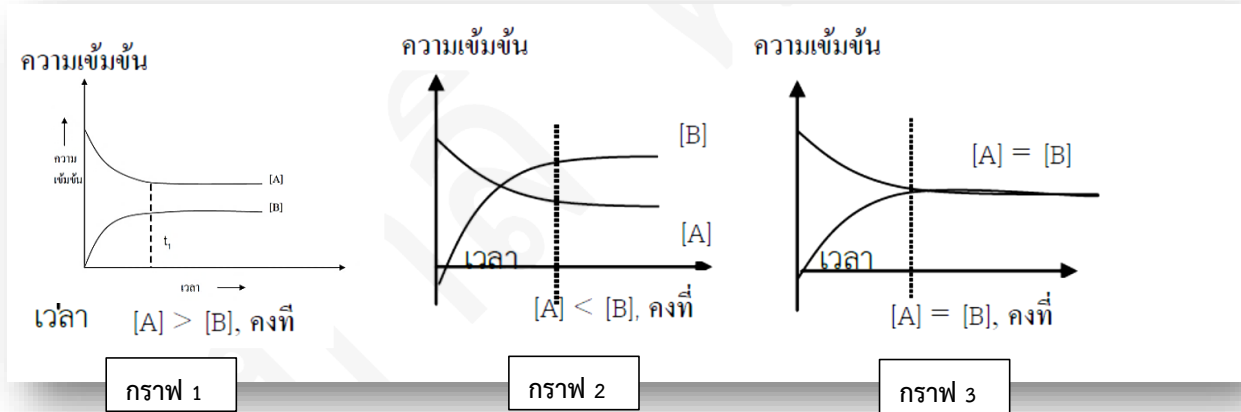
อย่างไร.....

8) อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีไปข้างหน้าและอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับเป็น

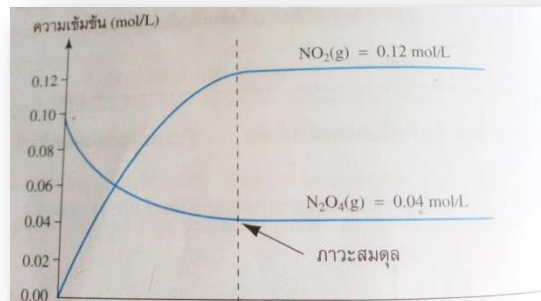
อย่างไร.....

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 7.2 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล(2)

จากกราฟใช้ตอบคำถามข้อ 1-3



1. จากกราฟจงเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์การเกิดภาวะสมดุล $A \rightleftharpoons B$
2. ที่ภาวะสมดุลถ้าความเข้มข้นของสารตั้งต้นเท่ากับความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์จะได้กราฟมีลักษณะตามกราฟที่ **กราฟที่ 3**
3. ที่ภาวะสมดุลถ้าความเข้มข้นของสารตั้งต้นน้อยกว่าความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์จะได้กราฟมีลักษณะ **กราฟที่ 2**
4. ศึกษาข้อมูลที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามให้ถูกต้อง



จงวิเคราะห์ข้อมูลจากกราฟที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามให้ถูกต้อง

- 1) สารตั้งต้นคือสารใดมีความเข้มข้นเท่าใด N_2O_4 มีความเข้มข้น 0.04 mol/L
- 2) เมื่อถึงภาวะสมดุลใช้ N_2O_4 ไปเท่าใด $0.1 - 0.04 = 0.06$ mol
- 3) ณ ภาวะสมดุล มี N_2O_4 เหลืออยู่ในระบบเท่าใด 0.04 mol
- 4) ณ ภาวะสมดุล มี NO_2 เกิดขึ้นเท่าใด 0.12 mol
- 5) จงเขียนสมการเคมี ณ ภาวะสมดุลจากปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น $N_2O_4(g) \rightleftharpoons NO_2(g)$
- 6) จงเขียนสมการแสดงอัตราส่วนระหว่างสารตั้งต้นกับผลิตภัณฑ์

เมื่อปฏิกิริยาเข้าสู่ภาวะสมดุล จงตอบคำถามต่อไปนี้

- 7) สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์มีจำนวนโมลเท่าใด จำนวนโมลของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เป็นอย่างไร
สารตั้งต้น 0.04 mol สารผลิตภัณฑ์ 0.12 mol
- 8) ทิศทางของปฏิกิริยาเคมีเป็นอย่างไรก่อนภาวะสมดุลทิศทางการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าดีกว่าการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ (เกิดสารผลิตภัณฑ์มากกว่าสารตั้งต้น)
- 9) อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีไปข้างหน้าและอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับเป็นอย่างไร มีอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 17

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาเคมี (ว30222)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ย่อยความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล

ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ

จำนวน 1 คาบ (55 นาที)

ภาคเรียนที่ 1

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายและเขียนความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ณ สมดุล

2. สาระสำคัญ

ค่าคงที่สมดุลเป็นความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้น ณ ภาวะสมดุลโดยพิจารณาจากสมการที่ดุลแล้วสมดุลของปฏิกิริยาที่สารทั้งหมดอยู่ในวัฏภาคเดียวกันเรียกว่า สมดุลเอกพันธ์ ส่วนสมดุลของปฏิกิริยาที่สารในปฏิกิริยาอยู่ในวัฏภาคที่ต่างกันเรียกว่า สมดุลวิวิธพันธ์

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

3.1 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีที่ภาวะสมดุลได้ (K)

3.3 สืบค้นข้อมูลเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีที่ภาวะสมดุลได้ (P)

3.4 มีความสนใจในกิจกรรม รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา (A)

4. สาระการเรียนรู้

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล

เมื่อระบบเข้าสู่ภาวะสมดุลความเข้มข้นของสารต่างๆที่อยู่ในภาวสมดุลจะมีค่าคงที่เช่น ระบบสมดุลของปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไฮโดรเจนและไอของไอโอดีน ณ อุณหภูมิ 425.4 องศาเซลเซียส

ตั้งสมการของปฏิกิริยาสมดุล คือ



จากสมการจะได้ว่า

- แก๊ส H_2 จำนวน 1 โมลทำปฏิกิริยากับไอของไอโอดีนจำนวน 1 โมล ได้แก๊ส HI จำนวน 2 โมล
- จำนวนโมลของ $\text{H}_2 =$ จำนวนโมลของ $\text{I}_2 = \frac{1}{2}$ จำนวนโมลของ HI

เมื่อใช้แก๊ส H_2 ไอของไอโอดีน และแก๊ส HI ที่มีความเข้มข้นต่างๆ มาทำปฏิกิริยาและปล่อยให้ระบบเข้าสู่ภาวะสมดุล

จากนั้นวัดความเข้มข้นของสารทุกตัวในระบบดังตารางต่อไปนี้

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ [] หมายถึง ความเข้มข้นของสารเป็นโมลต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (mol/dm^3)

ตารางแสดงความเข้มข้นความเข้มข้นของ H_2 , I_2 และ HI ณ อุณหภูมิ 425.4 องศาเซลเซียส

การทดลอง	ความเข้มข้นเริ่มต้น (mol/dm^3)			ความเข้มข้นที่ภาวะสมดุล (mol/dm^3)		
	$[\text{H}_2]$	$[\text{I}_2]$	$[\text{HI}]$	$[\text{H}_2]$	$[\text{I}_2]$	$[\text{HI}]$
1	2	2	0	0.428	0.428	3.144
2	2	3	0	0.200	1.200	3.600
3	0	0	2	0.214	0.214	1.572
4	1	1	1	0.321	0.321	2.358

จากตารางพบว่า การทดลองที่ 1 และ 2 เริ่มต้นด้วยแก๊ส H_2 และแก๊ส I_2 เท่านั้น ส่วนการทดลองที่ 3 เริ่มต้นด้วยแก๊ส HI จากสมการของปฏิกิริยาสมดุล ถ้าแก๊ส H_2 1 โมล ทำปฏิกิริยาพอดีกับแก๊ส I_2 1 โมล เกิดแก๊ส HI 2 โมล จากข้อมูลในตาราง จะได้ว่า แก๊ส H_2 หรือ I_2 ทำปฏิกิริยาเกิดแก๊ส HI จำนวนโมล เป็น 2 เท่าของจำนวนโมลของ H_2 หรือ I_2 ที่ใช้ไป และแก๊ส HI สลายให้แก๊ส H_2 และแก๊ส I_2 ที่มีจำนวนโมลเท่ากัน

สามารถสรุปได้ว่า “ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ ไม่ว่าจะเริ่มต้นจากสารตั้งต้นที่มีความเข้มข้นเท่าใดก็ตาม ถ้าระบบเข้าสู่ภาวะสมดุล ความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ในระบบจะมีค่าคงที่ ซึ่งนำความเข้มข้นของสารต่าง ๆ มาหาความสัมพันธ์กัน พบว่า อัตราส่วนระหว่างผลคูณของความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดยกกำลัง ด้วยตัวเลขบอกจำนวนโมลของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ กับผลคูณของความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่เหลือแต่ละชนิดยกกำลัง ด้วยตัวเลขบอกจำนวนโมลของสารตั้งต้นนั้น จะได้ค่าคงที่เสมอ ณ อุณหภูมิคงที่ เรียกว่า ค่าคงที่สมดุล”

สมดุลของปฏิกิริยามี 2 แบบดังนี้

1. สมดุลเอกพันธ์ หรือสมดุลของปฏิกิริยาเนื้อเดียว (Homogeneous equilibrium) สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์อยู่ในวัฏภาคเดียวกัน ความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์และสารตั้งต้นที่เหลืออยู่ในภาวะสมดุลจะถูกนำมาใช้หาค่าคงที่สมดุลทุกสาร

2. สมดุลวิวิธพันธ์ หรือสมดุลของปฏิกิริยาเนื้อผสม (Heterogeneous equilibrium) สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์มีมากกว่า 1 วัฏภาค และในภาวะสมดุลของปฏิกิริยาเนื้อผสมจะรวมค่าความเข้มข้นของของแข็ง

และของเหลวบริสุทธิ์เข้าไว้กับค่าคงที่แล้ว (เนื่องจากความเข้มข้นของของแข็งและของเหลวบริสุทธิ์ในปฏิกิริยาสมดุลมีค่าคงที่) ดังนั้นจึงไม่แทนค่าความเข้มข้นของของแข็งและของเหลวบริสุทธิ์ในสมการค่าคงที่สมดุล

5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ(Engagement)(5นาที)

5.1.1 ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องของปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบที่ทำให้ปฏิกิริยาเคมีอยู่ในภาวะสมดุลโดยใช้คำถามต่อไปนี้

1) ปัจจัยอะไรบ้าง ที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี

แนวคำตอบ: - ต้องเกิดปฏิกิริยาที่ผันกลับได้

- ปฏิกิริยาต้องเกิดในระบบปิดที่อุณหภูมิคงที่

- อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและย้อนกลับต้องเท่ากัน

5.1.2 ครูแจ้งนักเรียนว่า เราทราบแล้วว่าการเกิดภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี มีปัจจัยอะไรบ้าง และนักเรียนทราบแล้วว่าความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาอย่างไร วันนี้เราจะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ภาวะสมดุลตลอดจนคำนวณค่าคงที่สมดุลและความเข้มข้นของสารต่างๆในภาวะสมดุล

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (25 นาที)

5.2.1 ครูให้แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม 5-6 คน และแจกใบกิจกรรมที่ 7.3 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ภาวะสมดุล

5.2.2 ครูให้นักเรียนศึกษาความเข้มข้นของสารที่ภาวะเริ่มต้นและที่ภาวะสมดุลจากการทดลองที่ 1 2 3 และ 4 ในตารางที่ 7.1 ในใบกิจกรรมที่ 7.3 แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปว่าความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลของแก๊สทั้งสามชนิดทั้งปฏิกิริยาไปข้างหน้าและปฏิกิริยาย้อนกลับเป็นไปตามปริมาณสัมพันธ์ของสมการหรือไม่โดยในแต่ละการทดลองให้อภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

1) ความเข้มข้นเริ่มต้น ความเข้มข้นที่ใช้ไป และความเข้มข้นที่เกิดขึ้นในภาวะสมดุลของ H_2 , I_2 และ HI ในการทดลองที่ 1, 2 และ 3

2) การทดลองแต่ละการทดลองมีความสัมพันธ์ของ H_2 , I_2 และ HI เป็นไปตามปริมาณสารสัมพันธ์ของสมการหรือไม่

5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)(10 นาที)

5.3.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาเพื่อนำเสนอผลการอภิปรายของกลุ่ม

5.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเป็นข้อสรุปรวมเป็นของชั้นเรียนอีกครั้ง โดยใช้คำถามต่อไปนี้

1) ในการทดลองที่ 1 ใช้ H_2 ไปเท่าใด

แนวคำตอบ: 1.572 mol/dm^3

2) ในการทดลองที่ 1 ใช้ I_2 ไปเท่าใด

แนวคำตอบ: 1.572 mol/dm^3

3) ความเข้มข้นของ HI ณ ภาวะสมดุลมีค่าเท่าใด

แนวคำตอบ: 3.144 mol/dm^3 และจะเห็นว่า จะเห็นได้ว่าปริมาณของ HI ที่เกิดขึ้นมีปริมาณเป็น 2 เท่าของ H_2 และ I_2

5.3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลของการทดลองที่เหลือ

5.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) (10 นาที)

5.4.1 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่อยู่ในใบกิจกรรมที่ 7.3 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ณ ภาวะสมดุล

5.5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) (5 นาที)

5.5.1 ครูให้ประเมินความเข้าใจของนักเรียนโดยตรวจการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนในใบกิจกรรมที่ 7.3 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ณ ภาวะสมดุล

5.5.2 ครูถามนักเรียนว่ามีข้อสงสัยในประเด็นที่เรียนในวันนี้หรือไม่

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

6.1) สื่อการนำเสนองาน Power Point

6.2) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

6.3) ใบกิจกรรมที่ 7.3 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ณ ภาวะสมดุล

7.กระบวนการวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์ในการวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีที่ภาวะสมดุลได้	- การตรวจคะแนนจากใบกิจกรรมที่ 7.3 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆภาวะสมดุล	-ใบกิจกรรมที่ 7.3 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆภาวะสมดุล	-นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70ขึ้นไปของคะแนนทั้งหมด : ผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 2) สืบค้นข้อมูลเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีที่ภาวะสมดุลได้	- สังเกตจากพฤติกรรมการทำงานและจากงานที่ได้รับมอบหมาย	-แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลรายบุคคล/รายกลุ่ม	- ผลการประเมินเกณฑ์การผ่าน คือ ระดับดี ขึ้นไป
ด้านเจตคติ (A) 3) มีความสนใจในกิจกรรมรับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา	-สังเกตจากการมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่มและการทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	-แบบประเมินพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม	- ผลการประเมินเกณฑ์การผ่าน คือ ระดับดี ขึ้นไป

แบบประเมินพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม

คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ – สกุล (กลุ่มที่)	รายการประเมิน												คะแนน รวม (12)
	ความสนใจ			การแสดง ความคิดเห็น			การตอบ คำถาม			การยอม รับฟัง ความคิดเห็น			
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1.													
2.													
3.													
4.													
5.													
6.													
7.													
8.													
9.													
10.													

เกณฑ์การประเมิน

ระดับคะแนน: 3 หมายถึง ดีมาก

2 หมายถึง ดี

1 หมายถึง พอใช้

ระดับคุณภาพ: คะแนนรวม 9 - 12 หมายถึง ดีมาก

คะแนนรวม 5 - 8 หมายถึง ดี

คะแนนรวม 1 - 4 หมายถึง พอใช้

ผลการประเมิน

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

เกณฑ์การประเมินการให้คะแนนพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคล/ราย
กลุ่ม

ตัวบ่งชี้พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ การสอน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
ความสนใจ	มีความสนใจ ในการเรียน ตลอดเวลา	มีความสนใจใน การเรียนเป็นครั้งคราว	ไม่มีความสนใจ ในการเรียน
การแสดงความคิดเห็น	แสดงความคิดเห็น สม่ำเสมอ	แสดงความคิดเห็น เป็นบางครั้ง	ไม่ค่อยแสดง ความคิดเห็นนานๆ ครั้ง
การตอบคำถาม	ตอบคำถาม สม่ำเสมอประมาณ 80-100 %	ตอบคำถามไม่สม่ำเสมอ ประมาณ 50-79 %	ตอบคำถามน้อยกว่า 50 %
การยอมรับฟัง ความคิดเห็น	ยอมรับฟัง ความคิดเห็นผู้อื่น สม่ำเสมอ	ยอมรับฟังความคิดเห็น ผู้อื่นบ้าง	ไม่ยอมรับฟัง ความคิดเห็นผู้อื่น

แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม
คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ - สกุล (กลุ่มที่)	รายการประเมิน																		รวม 12 คะแนน
	การวางแผนค้นคว้าแหล่งข้อมูล			การเก็บรวบรวมข้อมูล			การจัดกระทำข้อมูล			การนำเสนอข้อมูล			การสรุปผล			การเขียนรายงาน			
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1.																			
2.																			
3.																			
4.																			
5.																			
6.																			
7.																			
8.																			
9.																			
10.																			

เกณฑ์การประเมิน

ระดับคะแนน: 3 หมายถึง ดีมาก

2 หมายถึง ดี

1 หมายถึง พอใช้

ระดับคุณภาพ: คะแนนรวม 9 - 12 หมายถึง ดีมาก

คะแนนรวม 5 - 8 หมายถึง ดี

คะแนนรวม 1 - 4 หมายถึง พอใช้

ผลการประเมิน

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียน

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การวางแผนค้นคว้าแหล่งข้อมูล	มีการวางแผนที่จะค้นคว้าแหล่งข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เชื่อถือได้	มีการวางแผนที่จะค้นคว้าแหล่งข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ด้วยหลากหลายวิธี	มีการวางแผนที่จะค้นคว้าแหล่งข้อมูลเพียงแหล่งเดียวและได้ข้อมูลที่ตรงตามจุดประสงค์
2. การเก็บรวบรวมข้อมูล	มีการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนที่กำหนดทุกประการ	มีการคัดเลือกและ/หรือประเมินข้อมูล	มีการบันทึกข้อมูลเป็นระยะ
3. การจัดกระทำข้อมูล	มีการจัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบแยกแยะข้อมูล และจัดกลุ่มข้อมูลอย่างถูกต้อง ชัดเจน	มีการจัดเรียงลำดับข้อมูลถูกต้อง	ไม่มีการจัดกระทำข้อมูล
4. การนำเสนอข้อมูล	นำเสนอข้อมูลด้วยแบบนำเสนอต่างๆได้ถูกต้องกะทัดรัดชัดเจน และสื่อความหมาย	นำเสนอข้อมูลด้วยแบบนำเสนอต่าง ๆ แต่ยังไม่ถูกต้อง	นำเสนอข้อมูลที่ไม่สื่อความหมาย ไม่ถูกต้องและไม่ชัดเจน
5. การสรุปผล	สรุปผลได้อย่างถูกต้อง กระชับ และชัดเจน มีเหตุผลที่อ้างอิงจากการสืบค้นได้	สรุปผลได้กระชับ กะทัดรัดแต่ไม่ชัดเจน	สรุปผลโดยไม่ใช้ข้อมูลและไม่ถูกต้อง
6. การเขียนรายงาน	เขียนรายละเอียดตรงตามจุดประสงค์ ถูกต้องและชัดเจน	เขียนรายงานโดยใช้ภาษาถูกต้อง	เขียนรายงานโดยสื่อความหมายได้

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....

.

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในรายการที่ปฏิบัติ

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

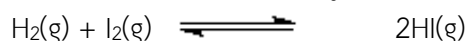
หมายเหตุ

1. การให้คะแนน ✓ ถือเป็น 1 คะแนน
 2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)
- วิธีการให้คะแนน
- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
- ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
- ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
- ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
- ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
- ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

โรงเรียนสตรีศึกษา		
	ใบกิจกรรมที่ 7.3 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล	
	ชื่อวิชา:ว30222 เคมีเพิ่มเติม	หน่วยกิต: 1.5
	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

1. ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล

เมื่อระบบเข้าสู่ภาวะสมดุลความเข้มข้นของสารต่างๆที่อยู่ในภาวสมดุลจะมีค่าคงที่ เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจ เราลองมาพิจารณาว่าระบบที่มีสมบัติคงที่ในแง่ของความเข้มข้นนั้นเป็นอย่างไร โดยจะอาศัยระบบสมดุลของปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไฮโดรเจนและไอของไอโอดีน ณ อุณหภูมิ 425.4 องศาเซลเซียส



จากสมการจะได้ว่า

➤ แก๊ส H_2 จำนวน 1 โมลทำปฏิกิริยากับไอของไอโอดีนจำนวน 1 โมล ได้แก๊ส HI จำนวน 2 โมล

➤ จำนวนโมลของ $\text{H}_2 =$ จำนวนโมลของ $\text{I}_2 = \frac{1}{2}$ จำนวนโมลของ HI

เมื่อใช้แก๊ส H_2 ไอของไอโอดีน และแก๊ส HI ที่มีความเข้มข้นต่างๆ มาทำปฏิกิริยาและปล่อยให้ระบบเข้าสู่ภาวะสมดุล จากนั้นวัดความเข้มข้นของสารทุกตัวในระบบดังตารางต่อไปนี้

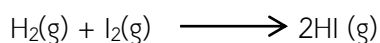
หมายเหตุ :สัญลักษณ์ [] หมายถึง ความเข้มข้นของสารเป็นโมลต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (mol/dm^3)

ตารางที่ 7.1 แสดงความเข้มข้นความเข้มข้นของ H_2 , I_2 และ HI ณ อุณหภูมิ 425.4 องศาเซลเซียส

การทดลอง	ความเข้มข้นเริ่มต้น (mol/dm^3)			ความเข้มข้นที่ภาวะสมดุล (mol/dm^3)		
	$[\text{H}_2]$	$[\text{I}_2]$	$[\text{HI}]$	$[\text{H}_2]$	$[\text{I}_2]$	$[\text{HI}]$
1	2	2	0	0.428	0.428	3.144
2	2	3	0	0.200	1.200	3.600
3	0	0	2	0.214	0.214	1.572
4	1	1	1	0.321	0.321	2.358

➤ จากข้อมูลในตาราง แสดงว่าการทดลองที่ 1 – 2 ใช้ H_2 และ I_2 เป็นสารตั้งต้นและจะได้ HI เป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถคำนวณความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่ถูกใช้ไปและผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น ณ ภาวะสมดุล ได้ดังนี้

สมการแสดงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น



การทดลองที่ 1

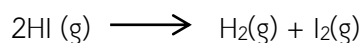
การทดลองที่ 2

สรุป

.....

- **พิจารณาการทดลองที่ 3** เป็นปฏิกิริยาย้อนกลับของปฏิกิริยาในการทดลองที่ 1 และ 2 คือแก๊ส HI สลายเป็นแก๊ส H₂ และแก๊ส I₂

สมการแสดงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ดังนี้



- **พิจารณาการทดลองที่ 4** นำทั้ง H₂, I₂ และ HI มาผสมกันจนเกิดปฏิกิริยาเข้าสู่ภาวะสมดุล

[HI] ที่เกิดขึ้น ณ ภาวะสมดุล =

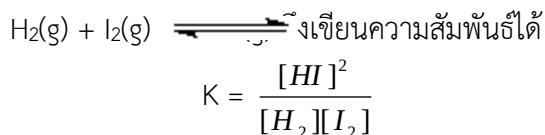
แต่ [HI] เริ่มต้นมีอยู่ 1.00 mol/dm³

ดังนั้น ณ ภาวะสมดุลจึงมี [HI]=

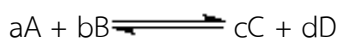
- ลองนำความเข้มข้นของ H₂, I₂ และ HI ณ ภาวะสมดุล มาคำนวณหาอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ [HI] ต่อความเข้มข้นของสารตั้งต้น [H₂] กับ [I₂] ในรูปแบบต่างๆ ดังนี้

การทดลองที่	$\frac{[\text{HI}]}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$	$\frac{2[\text{HI}]}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$	$\frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$
1	17.17	34.35	53.9
2	2.50	5.00	54
3	34.33	68.65	54
4	22.88	45.77	54

จะเห็นว่าตัวเลขสัมประสิทธิ์แสดงจำนวนโมลของสารในสมการเคมีที่ดุลแล้ว เกี่ยวข้องกับอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้น ณ ภาวะสมดุลของผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้นทั้ง 3 แบบ พบว่าแบบ $\frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$ ได้ผลที่มีค่าใกล้เคียงกันมากและมีค่าคงที่ จึงเรียกอัตรส่วนระหว่างความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้น ณ ภาวะสมดุลนี้ว่า **ค่าคงที่สมดุล** แทนด้วยสัญลักษณ์ K ส่วนตัวเลขยกกำลังคือสัมประสิทธิ์แสดงจำนวนโมลของสารในสมการเคมีที่ดุลแล้ว ดังนั้น ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา



ในปฏิกิริยาเคมีทั่วไป เมื่อสาร A จำนวน a โมลทำปฏิกิริยากับสาร B จำนวน b โมล เกิดสาร C จำนวน c โมล และสาร D จำนวน d โมล ขณะที่ปฏิกิริยานี้อยู่ในภาวะสมดุลดังสมการ



จะได้ความสัมพันธ์อย่างง่าย ๆ ระหว่างความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์และความเข้มข้นของสารตั้งต้น ณ ภาวะสมดุล ดังนี้

$$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \text{ ณ อุณหภูมิหนึ่ง}$$

เมื่อ a, b, c, d เป็นจำนวนโมลของสารในปฏิกิริยา

สมการข้างต้นแสดงถึงอัตราส่วนระหว่างผลคูณของความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดยกกำลังด้วยตัวเลขบอกจำนวนโมล ของผลิตภัณฑ์นั้นๆ กับผลคูณของความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่เหลือแต่ละชนิดยกกำลังด้วยตัวเลขบอกจำนวนโมลของสารตั้งต้นนั้นๆ ในสมการที่ดุลแล้วในบางครั้งเรียกสมการนี้ว่า **กฎของสมดุลเคมี (law of chemical equilibrium)** ซึ่งบอกถึงภาวะสมดุลนั่นเอง

ที่ภาวะสมดุลนี้ความเข้มข้นของสารแต่ละชนิดไม่จำเป็นต้องเท่ากัน แต่อัตราส่วนในสมการนี้ที่ภาวะสมดุลต้องมีค่าคงที่เสมอที่อุณหภูมิคงที่

ความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุลที่นำมาแทนค่าลงในสมการค่าคงที่สมดุลมีข้อกำหนดดังนี้

สารละลาย ณ ภาวะสมดุลความเข้มข้นของสารละลายมีการเปลี่ยนแปลงไปจากความเข้มข้นเริ่มต้น จึง ต้องนำมาคิดในสมการค่าคงที่สมดุล

แก๊ส ณ ภาวะสมดุลความเข้มข้นของแก๊สมีการเปลี่ยนแปลงไปจากความเข้มข้นเริ่มต้นจึง ต้องนำมาคิดในสมการค่าคงที่สมดุล

ของแข็ง ความเข้มข้นของของแข็งในปฏิกิริยามีค่าคงที่เสมอ เนื่องจากมีความหนาแน่นคงที่ จึง ไม่ต้องนำมาคิดในสมการค่าคงที่สมดุล

ของเหลว ของเหลวบริสุทธิ์จะมีความหนาแน่นคงที่ ทำให้ความเข้มข้นคงที่จึง ไม่ต้องนำมาคิดในสมการค่าคงที่สมดุล

สมดุลของปฏิกิริยามี 2 แบบดังนี้

แบบที่ 1 สมดุลเอกพันธ์ หรือสมดุลของปฏิกิริยาเนื้อเดียว(Homogeneous equilibrium) สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์อยู่ในวัฏภาคเดียวกัน ความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์และสารตั้งต้นที่เหลืออยู่ในภาวะสมดุลจะถูกนำมาใช้หาค่าคงที่สมดุลทุกสาร

ปฏิกิริยา	ค่าคงที่สมดุล (K)
$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ $2\text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ $\text{HNO}_3(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$	

แบบที่ 2 สมดุลวิวิธพันธ์ หรือสมดุลของปฏิกิริยาเนื้อผสม(Heterogeneous equilibrium) สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์มีมากกว่า 1 วัฏภาค และในภาวะสมดุลของปฏิกิริยาเนื้อผสมจะรวมค่าความเข้มข้นของของแข็งและของเหลวบริสุทธิ์เข้าไว้กับค่าคงที่แล้ว (เนื่องจากความเข้มข้นของของแข็งและของเหลวบริสุทธิ์ในปฏิกิริยาสมดุลมีค่าคงที่) ดังนั้นจึงไม่แทนค่าความเข้มข้นของของแข็งและของเหลวบริสุทธิ์ในสมการค่าคงที่สมดุล

ปฏิกิริยา	ค่าคงที่สมดุล (K)
$\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ $4\text{CuO}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{Cu}_2\text{O}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g})$ $2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ $2\text{SO}_3(\text{g}) + \text{S}(\text{s}) \rightleftharpoons 3\text{SO}_2(\text{g})$	

โรงเรียนสตรีศึกษา		
	เฉลยใบกิจกรรมที่ 7.3 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล	
	ชื่อวิชา:ว 30222 เคมีเพิ่มเติม	หน่วยกิต: 1.5
	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

1. ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล

เมื่อระบบเข้าสู่สภาวะสมดุลความเข้มข้นของสารต่างๆที่อยู่ในภาวสมดุลจะมีค่าคงที่ เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจ เราลองมาพิจารณาว่าระบบที่มีสมบัติคงที่ในแง่ของความเข้มข้นนั้นเป็นอย่างไร โดยจะอาศัยระบบสมดุลของปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไฮโดรเจนและไอของไอโอดีน ณ อุณหภูมิ 425.4 องศาเซลเซียส



จากสมการจะได้ว่า

- แก๊ส H_2 จำนวน 1 โมลทำปฏิกิริยากับไอของไอโอดีนจำนวน 1 โมล ได้แก๊ส HI จำนวน 2 โมล
- จำนวนโมลของ $\text{H}_2 = \text{จำนวนโมลของ } \text{I}_2 = \frac{1}{2} \text{จำนวนโมลของ HI}$

เมื่อใช้แก๊ส H_2 ไอของไอโอดีน และแก๊ส HI ที่มีความเข้มข้นต่างๆ มาทำปฏิกิริยาและปล่อยให้ระบบเข้าสู่ภาวะสมดุล จากนั้นวัดความเข้มข้นของสารทุกตัวในระบบดังตารางต่อไปนี้

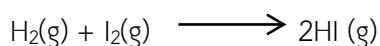
หมายเหตุ :สัญลักษณ์ [] หมายถึง ความเข้มข้นของสารเป็นโมลต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (mol/dm^3)

ตารางที่ 7.1 แสดงความเข้มข้นความเข้มข้นของ H_2 , I_2 และ HI ณ อุณหภูมิ 425.4 องศาเซลเซียส

การทดลอง	ความเข้มข้นเริ่มต้น (mol/dm^3)			ความเข้มข้นที่ภาวะสมดุล (mol/dm^3)		
	$[\text{H}_2]$	$[\text{I}_2]$	$[\text{HI}]$	$[\text{H}_2]$	$[\text{I}_2]$	$[\text{HI}]$
1	2	2	0	0.428	0.428	3.144
2	2	3	0	0.200	1.200	3.600
3	0	0	2	0.214	0.214	1.572
4	1	1	1	0.321	0.321	2.358

- จากข้อมูลในตาราง แสดงว่าการทดลองที่ 1 – 2 ใช้ H_2 และ I_2 เป็นสารตั้งต้นและจะได้ HI เป็น

ผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถคำนวณความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่ถูกใช้ไปและผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น ณ ภาวะสมดุล ได้ดังนี้
สมการแสดงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ดังนี้



การทดลองที่ 1

$$\begin{aligned}[H_2] \text{ ที่ใช้ไป} &= [H_2] \text{ เริ่มต้น} - [H_2] \text{ ที่ภาวะสมดุล} \\ &= 2 - 0.428 \\ &= 1.572 \text{ mol/dm}^3 \\ [I_2] \text{ ที่ใช้ไป} &= [I_2] \text{ เริ่มต้น} - [I_2] \text{ ที่ภาวะสมดุล} \\ &= 2 - 0.428 \\ &= 1.572 \text{ mol/dm}^3 \\ [H_2] \text{ ที่เกิดขึ้นที่ภาวะสมดุล} &= 3.144 \text{ mol/dm}^3 \\ \text{จะเห็นว่า } [H_2] \text{ ที่เกิดขึ้นมีปริมาณเป็น 2 เท่าของ } H_2 \text{ และ } I_2\end{aligned}$$

การทดลองที่ 2

$$\begin{aligned}[H_2] \text{ ที่ใช้ไป} &= [H_2] \text{ เริ่มต้น} - [H_2] \text{ ที่ภาวะสมดุล} \\ &= 2 - 0.2 \\ &= 1.8 \text{ mol/dm}^3 \\ [I_2] \text{ ที่ใช้ไป} &= [I_2] \text{ เริ่มต้น} - [I_2] \text{ ที่ภาวะสมดุล} \\ &= 3 - 1.2 \\ &= 1.8 \text{ mol/dm}^3 \\ [H_2] \text{ ที่เกิดขึ้นที่ภาวะสมดุล} &= 3.6 \text{ mol/dm}^3 \\ \text{จะเห็นว่า } [H_2] \text{ ที่เกิดขึ้นมีปริมาณเป็น 2 เท่าของ } H_2 \text{ และ } I_2\end{aligned}$$

สรุปการทดลองที่ 1 และ 2 แสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์ของแก๊ส H_2 , I_2 และ HI เป็นไปตามปริมาณสารสัมพันธ์ของสมการ

➤ **พิจารณาการทดลองที่ 3** เป็นปฏิกิริยาย้อนกลับของปฏิกิริยาในการทดลองที่ 1 และ 2 คือแก๊ส HI สลายเป็นแก๊ส H_2 และแก๊ส I_2

สมการแสดงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ดังนี้



$$\begin{aligned}[HI] \text{ ที่สลายไป} &= [HI] \text{ เริ่มต้น} - [HI] \text{ ที่ภาวะสมดุล} \\ &= 2 - 1.572 \\ &= 0.428 \text{ mol/dm}^3\end{aligned}$$

นั่นคือ HI สลายให้ H_2 และ I_2 อย่างละ 0.214 mol/dm^3

➤ พิจารณาการทดลองที่ 4 นำทั้ง H_2 , I_2 และ HI มาผสมกันจนเกิดปฏิกิริยาเข้าสู่ภาวะสมดุล

$$[H_2] \text{ ที่ใช้ไป} = [H_2] \text{ เริ่มต้น} - [H_2] \text{ ที่ภาวะสมดุล}$$

$$= 1 - 0.321$$

$$= 0.679 \text{ mol/dm}^3$$

$$[I_2] \text{ ที่ใช้ไป} = [I_2] \text{ เริ่มต้น} - [I_2] \text{ ที่ภาวะสมดุล}$$

$$= 1 - 0.321$$

$$= 0.679 \text{ mol/dm}^3$$

$$[HI] \text{ ที่เกิดขึ้น ณ ภาวะสมดุล} = 2(0.679) \text{ mol/dm}^3$$

แต่ $[HI]$ เริ่มต้นมีอยู่ 1.00 mol/dm^3

$$\text{ดังนั้น ณ ภาวะสมดุลจึงมี } [HI] = 1 + 1.358 = 2.358 \text{ mol/dm}^3$$

➤ ลองนำความเข้มข้นของ H_2 , I_2 และ HI ณ ภาวะสมดุล มาคำนวณหาอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ $[HI]$ ต่อความเข้มข้นของสารตั้งต้น $[H_2]$ กับ $[I_2]$ ในรูปแบบต่างๆ ดังนี้

การทดลองที่	$\frac{[HI]}{[H_2][I_2]}$	$\frac{2[HI]}{[H_2][I_2]}$	$\frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$
1	17.17	34.35	53.9
2	2.50	5.00	54
3	34.33	68.65	54
4	22.88	45.77	54

จะเห็นว่าตัวเลขสัมประสิทธิ์แสดงจำนวนโมลของสารในสมการเคมีที่ดุลแล้ว เกี่ยวข้องกับอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้น ณ ภาวะสมดุลของผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้นทั้ง 3 แบบ พบว่าแบบ $\frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$ ได้ผลที่มีค่า

ใกล้เคียงกันมากและมีค่าคงที่ จึงเรียกอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้น ณ ภาวะสมดุลนี้ว่า **ค่าคงที่สมดุล** แทนด้วยสัญลักษณ์ K ส่วนตัวเลขยกกำลังคือสัมประสิทธิ์แสดงจำนวนโมลของสารในสมการเคมีที่ดุลแล้ว

ดังนั้น ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ จึงเขียนความสัมพันธ์ได้

$$K = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$$

ในปฏิกิริยาเคมีทั่วไป เมื่อสาร A จำนวน a โมลทำปฏิกิริยากับสาร B จำนวน b โมล เกิดสาร C จำนวน c โมล และสาร D จำนวน d โมล ขณะที่ปฏิกิริยานี้อยู่ในภาวะสมดุลดังสมการ



จะได้ความสัมพันธ์อย่างง่าย ๆ ระหว่างความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์และความเข้มข้นของสารตั้งต้น ณ ภาวะสมดุล ดังนี้

$$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \text{ ณ อุณหภูมิหนึ่ง}$$

เมื่อ a, b, c, d เป็นจำนวนโมลของสารในปฏิกิริยา

สมการข้างต้นแสดงถึงอัตราส่วนระหว่างผลคูณของความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดยกกำลังด้วยตัวเลขบอกจำนวนโมล ของผลิตภัณฑ์นั้นๆกับผลคูณของความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่เหลือแต่ละชนิดยกกำลังด้วยตัวเลขบอกจำนวนโมลของสารตั้งต้นนั้นๆ ในสมการที่ดุลแล้วในบางครั้งเรียกสมการนี้ว่า **กฎของสมดุลเคมี (law of chemical equilibrium)** ซึ่งบอกถึงภาวะสมดุลนั่นเอง

ที่ภาวะสมดุลนี้ความเข้มข้นของสารแต่ละชนิดไม่จำเป็นต้องเท่ากัน แต่อัตราส่วนในสมการนี้ที่ภาวะสมดุลต้องมีค่าคงที่เสมอที่อุณหภูมิคงที่

ความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุลที่นำมาแทนค่าลงในสมการค่าคงที่สมดุลมีข้อกำหนดดังนี้

สารละลาย ณ ภาวะสมดุลความเข้มข้นของสารละลายมีการเปลี่ยนแปลงไปจากความเข้มข้นเริ่มต้น จึง ต้องนำมาคิดในสมการค่าคงที่สมดุล

แก๊ส ณ ภาวะสมดุลความเข้มข้นของแก๊สมีการเปลี่ยนแปลงไปจากความเข้มข้นเริ่มต้นจึง ต้องนำมาคิดในสมการค่าคงที่สมดุล

ของแข็ง ความเข้มข้นของของแข็งในปฏิกิริยามีค่าคงที่เสมอ เนื่องจากมีความหนาแน่นคงที่ จึง ไม่ต้องนำมาคิดในสมการค่าคงที่สมดุล

ของเหลว ของเหลวบริสุทธิ์จะมีความหนาแน่นคงที่ ทำให้ความเข้มข้นคงที่จึง ไม่ต้องนำมาคิดในสมการค่าคงที่สมดุล

สมดุลของปฏิกิริยามี 2 แบบดังนี้

แบบที่ 1 สมดุลเอกพันธ์ หรือสมดุลของปฏิกิริยาเนื้อเดียว (Homogeneous equilibrium) สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์อยู่ในวัฏภาคเดียวกัน ความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์และสารตั้งต้นที่เหลืออยู่ในภาวะสมดุลจะถูกนำมาใช้หาค่าคงที่สมดุลทุกสาร

ปฏิกิริยา	ค่าคงที่สมดุล (K)
$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$	$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$
$2CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g) + O_2(g)$	$K = \frac{[CO]^2[O]}{[CO_2]^2}$
$H_2O(g) + CH_4(g) \rightleftharpoons CO(g) + 3H_2(g)$	$K = \frac{[CO][H_2]^3}{[H_2O][CH_4]}$
$HNO_3(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + NO_3^-(aq)$	$K = \frac{[H^+][NO_3^-]}{[HNO_3]}$

แบบที่ 2 สมดุลวิวิธพันธุ์ หรือสมดุลของปฏิกิริยาเนื้อผสม(Heterogeneous equilibrium) สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์มีมากกว่า 1 วัฏภาค และในภาวะสมดุลของปฏิกิริยาเนื้อผสมจะรวมค่าความเข้มข้นของของแข็งและของเหลวบริสุทธิ์เข้าไว้กับค่าคงที่แล้ว (เนื่องจากความเข้มข้นของของแข็งและของเหลวบริสุทธิ์ในปฏิกิริยาสมดุลมีค่าคงที่) ดังนั้นจึงไม่แทนค่าความเข้มข้นของของแข็งและของเหลวบริสุทธิ์ในสมการค่าคงที่สมดุล

ปฏิกิริยา	ค่าคงที่สมดุล (K)
$C(s) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2(g)$	$K = \frac{[CO][H_2]}{[H_2O]}$
$4CuO(s) \rightleftharpoons 2Cu_2O(s) + O_2(g)$	$K = [O_2]$
$2Fe(s) + 3H_2O(g) \rightleftharpoons Fe_2O_3(s) + 3H_2(g)$	$K = \frac{[H_2]^3}{[H_2O]^3}$
$2SO_3(g) + S(s) \rightleftharpoons 3SO_2(g)$	$K = \frac{[SO_2]^3}{[SO_3]^2}$

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 18

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี
หน่วยการเรียนรู้ย่อย ค่าคงที่สมดุล
ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ
ภาคเรียนที่ 1

รายวิชาเคมี (ว30222)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 2 คาบ (110 นาที)
โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

คำนวณค่าคงที่สมดุลและความเข้มข้นของสารต่างๆ ณภาวะสมดุล

2. สาระสำคัญ

เมื่ออุณหภูมิคงที่ ผลคูณของความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์หารด้วยผลคูณของความเข้มข้นของสารตั้งต้น ณภาวะสมดุลจะมีค่าคงที่เสมอ เรียกว่า “ค่าคงที่สมดุล (K)”

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

- 3.1 แปลความหมายของค่าคงที่สมดุลได้ (K)
- 3.2 คำนวณหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาและความเข้มข้นของสารในปฏิกิริยาที่ภาวะสมดุลได้ (K)
- 3.3 สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องค่าคงที่สมดุลได้ (P)
- 3.4 มีความสนใจในกิจกรรม รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา (A)

4. สาระการเรียนรู้

4.1 นิยามของค่าคงที่สมดุล

ผลคูณของความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ที่ยกกำลังด้วยสัมประสิทธิ์บอกจำนวนโมลสารผลิตภัณฑ์หารด้วยผลคูณของความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่ยกกำลังด้วยสัมประสิทธิ์บอกจำนวนโมลสารตั้งต้นจะมีค่าคงที่ ที่อุณหภูมิหนึ่งซึ่งคือค่าคงที่สมดุล (Equilibrium constant) และมีสัญลักษณ์เป็น K หรือ K_c

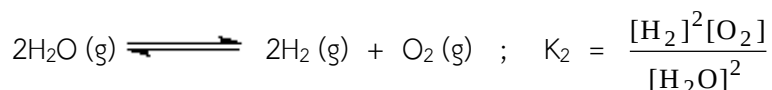
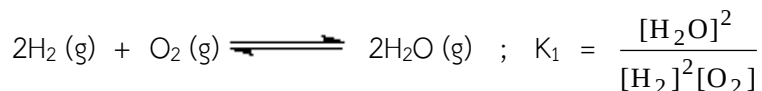
ตัวอย่างเช่น
$$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$$

$$\text{จะได้ว่า } K = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$$

4.2 หลักการที่ควรทราบเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล

1) ถ้าสมการเป็นสมการที่กลับข้างสมการเดิมค่า K จะเป็นส่วนกลับค่า K ของสมการเดิม

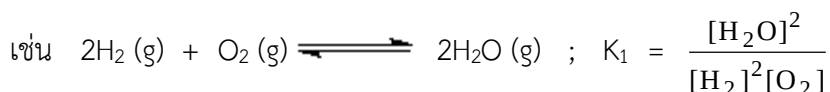
$$(K_{\text{ใหม่}} = \frac{1}{K_{\text{เดิม}}}) \text{ เช่น}$$



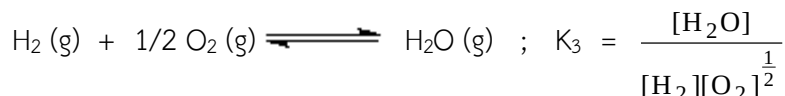
$$K_1 \cdot K_2 = \frac{[\text{H}_2\text{O}]^2}{[\text{H}_2]^2[\text{O}_2]} \cdot \frac{[\text{H}_2]^2[\text{O}_2]}{[\text{H}_2\text{O}]^2} = 1$$

$$\text{จะได้ว่า } K_2 = \frac{1}{K_1}$$

2) ถ้าสมการใหม่ได้จากการคูณสมการเดิมด้วย n ค่า K ของสมการใหม่จะเท่ากับค่า K ของสมการเดิมยกกำลังด้วย n (n อาจจะเป็นเลขจำนวนเต็มหรือ เศษส่วนก็ได้) $K_{\text{ใหม่}} = K_{\text{เดิม}}^n$



ถ้าคูณสมการนี้ด้วย $1/2$ จะได้สมการใหม่เป็นดังนี้

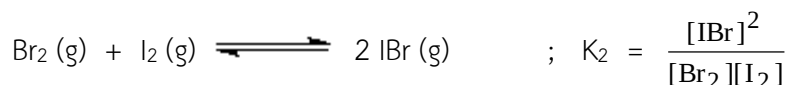
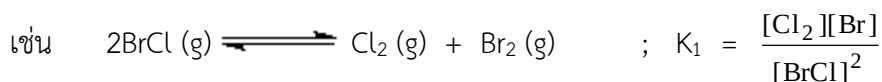


เมื่อพิจารณา K_1 และ K_3 จะได้ว่า

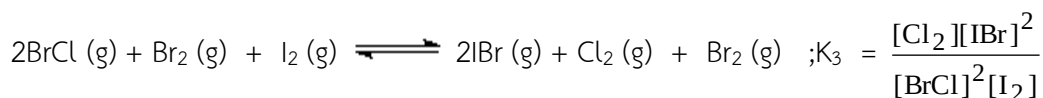
$$K_3 = \left[\frac{[\text{H}_2\text{O}]^2}{[\text{H}_2]^2[\text{O}_2]} \right]^{1/2} = (K_1)^{1/2}$$

3) ถ้าสมการใหม่ได้จากการรวมสมการ 2 สมการ (สมมติมีค่า K เป็น K_1 และ K_2 ตามลำดับ) เข้าด้วยกัน ค่า K ของสมการใหม่ จะเท่ากับผลคูณของค่า K ของสมการเดิม

$$K_{\text{ใหม่}} = K_1 \cdot K_2$$



เมื่อรวมสมการทั้งสองเข้าด้วยกัน จะได้



$$K_3 = \frac{[\text{Cl}_2][\text{IBr}]^2}{[\text{BrCl}]^2[\text{I}_2]} = \frac{[\text{Cl}_2][\text{Br}]}{[\text{BrCl}]^2} \cdot \frac{[\text{IBr}]^2}{[\text{Br}_2][\text{I}_2]}$$

$$K_3 = K_1 \cdot K_2$$

4) ถ้าสมการใหม่ได้จากการลบสมการที่ 2 ออกจากสมการที่ 1 ค่า K ของสมการใหม่เท่ากับค่า K ของสมการที่ 1 หาดด้วยค่า K ของสมการที่ 2 $K_{\text{ใหม่}} = \frac{K_1}{K_2}$

4.3 การทำนายทิศทางของปฏิกิริยาโดยใช้ค่าคงที่สมดุล (K)

เมื่อระบบเข้าสู่ภาวะสมดุล ปริมาณสารผลิตภัณฑ์และสารตั้งต้นจะมีค่าคงที่ ค่าคงที่สมดุล (K) ก็จะเป็นค่าที่แน่นอนจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปฏิกิริยา และค่า K จะบอกให้ทราบถึงอัตราส่วนปริมาณสารผลิตภัณฑ์ต่อสารตั้งต้น ซึ่งจะทำให้ทราบว่าปฏิกิริยาดำเนินไปในทิศทางใด

- ถ้า $K > 1$ ความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์มีค่ามากกว่าความเข้มข้นของสารตั้งต้น ตำแหน่งของภาวะสมดุลจะอยู่ไปทางด้านขวา (ไปทางด้านสารผลิตภัณฑ์)
- ถ้า $K < 1$ ความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์มีค่าน้อยกว่าความเข้มข้นของสารตั้งต้น ตำแหน่งของภาวะสมดุลจะอยู่ไปทางด้านซ้าย (ไปทางด้านสารตั้งต้น)
- ถ้า $K = 1$ ความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์และความเข้มข้นของสารตั้งต้นจะใกล้เคียงกัน

4.4 การคำนวณค่าคงที่สมดุล

มีขั้นตอนการคำนวณดังนี้

- 1) เขียนสมการของปฏิกิริยาพร้อมดุลสมการนั้น
- 2) หาความเข้มข้นของสารเมื่อเริ่มต้นปฏิกิริยา ในหน่วย mol/dm^3
- 3) หาความเข้มข้นของสารที่เปลี่ยนแปลงไปในหน่วย mol/dm^3
- 4) หาความเข้มข้นของสารณจุดสมดุลโดยนำข้อ 2 + ข้อ 3 ในหน่วย mol/dm^3
- 5) แทนค่าความเข้มข้นในสมการค่า K และคำนวณหา K

4.5 การคำนวณหาความเข้มข้นของสาร ณ ภาวะสมดุล

- 1) เขียนสมการค่า K จากสมการที่ดุลแล้ว
- 2) ทราบค่า K หรือข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (ความเข้มข้นของสาร)
- 3) แทนค่าต่างๆลงในสมการ
- 4) คำนวณหาตัวแปรที่ต้องการ

4.6 ลักษณะโจทย์ในการคำนวณค่าคงที่สมดุล

มีทั้งหมด 3 แนวทาง

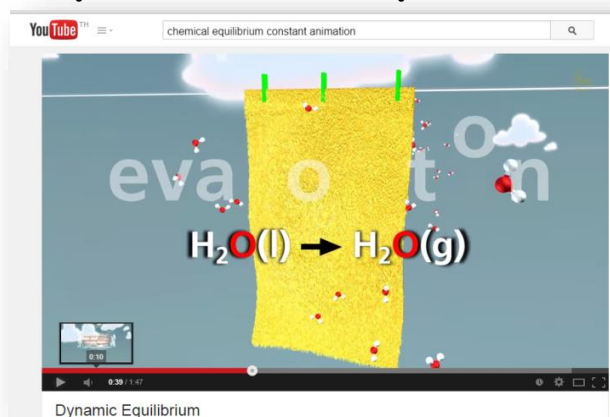
- 1) ให้หาค่าคงที่สมดุลโดยกำหนดความเข้มข้นให้ทุกค่า
- 2) ให้หาค่าคงที่สมดุลโดยกำหนดความเข้มข้นให้บางค่าส่วนค่าที่เหลือหาจากสมการเคมี
- 3) กำหนดค่าคงที่สมดุลให้และหาความเข้มข้นของสารแต่ละตัว

5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ(Engagement)(10นาที)

5.1.1 ครูให้นักเรียนดูวิดีโอทัศน์เรื่องสมดุลไดนามิก เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในเนื้อหาที่จะเรียนและเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องค่าคงที่สมดุล โดยครูถามคำถามหลังจากนักเรียนดูวิดีโอทัศน์จบ



รูปที่ 1 แสดงวิดีโอทัศน์เรื่องสมดุลไดนามิก

ที่มา: <http://www.youtube.com/watch?v=JsoawKguU6A>

1) วิดีทัศน์ที่นักเรียนได้ดูเกี่ยวกับเรื่องอะไร

แนวคำตอบ: สมดุลไดนามิก

2) สมดุลไดนามิกมีลักษณะอย่างไร

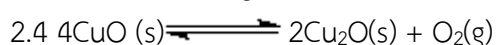
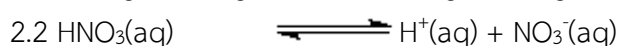
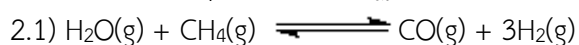
แนวคำตอบ: มีการเปลี่ยนแปลงของสารตั้งต้นไปเป็นสารผลิตภัณฑ์และสารผลิตภัณฑ์ไปเป็นสารตั้งต้นอยู่ตลอดเวลาอยู่ตลอดเวลา

5.1.2 จากนั้นครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนที่เรียนในคาบที่ผ่านมาในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ภาวะสมดุล และประเภทของสมดุลปฏิกิริยาเคมี ด้วยคำถามต่อไปนี้

1) นักเรียนทราบแล้วว่าการเกิดสมดุลมีลักษณะอย่างไร นักเรียนคิดว่าเมื่อสารทำปฏิกิริยากันอยู่ในภาวะสมดุลแล้ว ความเข้มข้นของสารในระบบจะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

แนวคำตอบ: ความเข้มข้นของสารทุกตัวจะมีค่าคงที่

2) ปฏิกิริยาเคมีที่ภาวะสมดุลต่อไปนี้ เป็นปฏิกิริยาเคมีเนื้อเดียวหรือปฏิกิริยาเคมีเนื้อผสม



แนวคำตอบ: ข้อ 2.1 เป็นปฏิกิริยาเคมีเนื้อเดียว

ข้อ 2.2 เป็นปฏิกิริยาเคมีเนื้อเดียว

ข้อ 2.3 เป็นปฏิกิริยาเคมีเนื้อผสม

ข้อ 2.4 เป็นปฏิกิริยาเคมีเนื้อผสม

5.1.3 ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบว่าหลังจากที่เราได้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารในภาวะดุล และได้ทราบถึงประเภทของสมดุลในปฏิกิริยาเคมีแล้ว วันนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล การแปลความหมายจากค่าคงที่สมดุล เพื่อให้ทราบว่าค่าคงที่สามารถบอกอะไรเราได้บ้าง รวมไปถึงการคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุลว่ามีขั้นตอนอย่างไร

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (40 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มกลุ่มละ 4-5 คน โดยให้โต๊ะที่อยู่ใกล้กันอยู่กลุ่มเดียวกัน จากนั้นครูแจกใบกิจกรรมเรื่อง ค่าคงที่สมดุลให้นักเรียนทุกคน

5.2.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุลที่ได้จากสมการเคมีต่างๆ พร้อมทั้งแสดงตัวอย่างการคำนวณตลอดจนการแปลความหมายของค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเคมี เพื่อบอกให้ทราบถึงทิศทางของการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและย้อนกลับตามรายละเอียดในบทเรียนและใบกิจกรรม จนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุลดังนี้

- 1) ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาย้อนกลับเป็นส่วนกลับกับค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาไปข้างหน้า
- 2) ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเดียวกันอาจแตกต่างกันได้ ถ้าตัวเลขที่ใช้ในการดุลสมการเคมีแตกต่างกัน
- 3) ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยารวม มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาย่อยในแต่ละขั้น
- 4) ค่าคงที่สมดุลบอกให้ทราบถึงทิศทางของการเกิดปฏิกิริยา กล่าวคือถ้าค่าคงที่สมดุลมีมากกว่า 1 แสดงว่าปฏิกิริยาไปข้างหน้าไปข้างหน้ามากกว่าปฏิกิริยาย้อนกลับ ณ ภาวะสมดุล จึงมีผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นมาก ถ้าค่าคงที่สมดุลมีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่าเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับมากกว่าปฏิกิริยาไปข้างหน้า ณ ภาวะสมดุลมีผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นน้อย

5.2.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการคำนวณค่าคงที่สมดุลเมื่อทราบความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุลหรือคำนวณหาค่าความเข้มข้น หรือจำนวนโมลของสาร ณ ภาวะสมดุลเมื่อทราบค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาตามตัวอย่างในบทเรียนและใบกิจกรรม ซึ่งมีหลักและขั้นตอนในการคำนวณหาค่าคงที่สมดุลดังต่อไปนี้

- 1) ต้องทราบชนิดของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยา และดุลสมการให้ถูกต้อง
- 2) ทราบความเข้มข้นของสารต่างๆ ที่อยู่ในภาวะสมดุล
- 3) ความเข้มข้นที่นำมาแทนค่าจะต้องมีหน่วยเป็น mol/dm^3
- 4) คำนวณโดยแทนค่าในสูตร

5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)(20 นาที)

5.3.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปแผนผังความคิดเรื่องค่าคงที่สมดุล ที่ครูได้จัดเตรียมไว้ให้ (ใช้เวลา 5 นาที)

5.3.2 ครูสุ่มให้ตัวแทนของกลุ่ม 3 กลุ่มให้ยืนขึ้นเพื่อนำเสนอแผนผังความคิดที่นักเรียนได้สรุปร่วมกัน

5.3.3 ครูนำสรุปในประเด็นต่างๆ ที่นักเรียนได้นำเสนออีกครั้งเพื่อเป็นข้อสรุปของชั้นเรียนโดยใช้คำถามต่อไปนี้

- 1) ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเคมี (K) ได้มาอย่างไร

แนวคำตอบ: ได้มาจากผลคูณของความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ที่ยกกำลังด้วยสัมประสิทธิ์บอกจำนวนโมลสารผลิตภัณฑ์หารด้วยผลคูณของความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่ยกกำลังด้วยสัมประสิทธิ์บอกจำนวนโมลสารตั้งต้น

- 2) ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่างๆที่มีความสัมพันธ์กัน อาจเกิดจากสิ่งใดได้บ้าง

แนวคำตอบ: อาจเกิดจากการนำค่า K ของปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องมาคูณ หรือหาร หรือยกกำลังก่อนการคูณ หรือหารก็ได้

3) เราจะทราบทิศทางของปฏิกิริยาเคมีที่ภาวะสมดุลได้อย่างไร

แนวคำตอบ: ดูจากค่า K

4) ถ้าสมดุลไปทางขวา มีผลิตภัณฑ์มากกว่าสารตั้งต้นค่า K ของปฏิกิริยามีค่าเป็นอย่างไรอย่างไร

แนวคำตอบ: ค่า K มากกว่า 1

5) ถ้าสมดุลเลื่อนไปทางซ้ายมีผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นน้อยค่า K ของปฏิกิริยามีค่าเป็นอย่างไรอย่างไร

แนวคำตอบ: ค่า K น้อยกว่า 1

6) ในการคำนวณหาค่าคงที่สมดุล มีขั้นตอนอย่างไรบ้าง

แนวคำตอบ: 1) เขียนสมการของปฏิกิริยาพร้อมดุลสมการนั้น

2) หาความเข้มข้นของสารเมื่อเริ่มต้นปฏิกิริยาในหน่วย mol/dm^3

3) หาความเข้มข้นของสารที่เปลี่ยนแปลงไปในหน่วย mol/dm^3

4) หาความเข้มข้นของสารณจุดสมดุลโดยนำข้อ 2 + ข้อ 3 ในหน่วย mol/dm^3

5) แทนค่าความเข้มข้นในสมการค่า K และคำนวณหา K

7) การคำนวณความเข้มข้นของสาร ณ ภาวะสมดุลมีขั้นตอนอย่างไรบ้าง

แนวคำตอบ: 1) เขียนสมการค่า K จากสมการที่ดุลแล้ว

2) ทราบค่า K หรือข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (ความเข้มข้นของสาร)

3) แทนค่าต่าง ๆ ลงในสมการ

4) คำนวณหาตัวแปรที่ต้องการ

5.4 ขยายความรู้ (Elaboration) (30 นาที)

5.4.1 ครูให้ตัวแทนของแต่ละกลุ่มออกมาจับฉลากเพื่อเลือกโจทย์ในการคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่และแจ้งว่าหลังจากได้รับฉลากแล้วให้แต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อแก้โจทย์ปัญหาที่ได้รับลงในใบกิจกรรมเสริมทักษะเรื่องค่าคงที่สมดุล (โจทย์ปัญหาแต่ละข้อจะมีคะแนนแตกต่างกัน) พร้อมเตรียมให้ตัวแทน 2-3 คน ออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนโดยลำดับในการออกมานำเสนอให้แต่ละกลุ่มจับฉลากเลือกลำดับการนำเสนอตนเอง

5.4.2 หลังจากที่มีหนึ่งกลุ่มออกมาเฉลยโจทย์ปัญหาเสร็จ ให้เพื่อนกลุ่มที่เหลือเป็นคนตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ สำหรับกลุ่มที่ออกมาเฉลยโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องครูจะให้คะแนนตามที่กำกับไว้ในโจทย์แต่ละข้อ และสำหรับคำตอบที่คลาดเคลื่อนครูจะเป็นคนให้คะแนนตามความเหมาะสม

5.5 ประเมินผล (Evaluation) (10 นาที)

5.5.1 ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน จากการตอบคำถาม แผนผังความคิดที่นักเรียนได้นำเสนอของแต่ละกลุ่ม และประเมินจากการทำโจทย์ปัญหาที่แต่ละกลุ่มได้รับมอบหมาย

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

6.1) สื่อการนำเสนอ Power Point

6.2) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

6.3) ใบกิจกรรมเรื่องค่าคงที่สมดุล

6.4) แผนผังความคิดเรื่อง ค่าคงที่สมดุล

6.5) ใบกิจกรรมเสริมทักษะ เรื่องค่าคงที่สมดุล

6.6) วิดีทัศน์เรื่องสมดุลไดนามิกเข้าถึงได้จาก <http://www.youtube.com/watch?v=JsoawKguU6A>

7.กระบวนการวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์ในการวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1) แปลความหมายของค่าคงที่สมดุลได้ 2) คำนวณหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาและความเข้มข้นของสารในปฏิกิริยาที่ภาวะสมดุลได้	- ให้คะแนนจากการสรุปแผนผังความคิด เรื่อง สมดุลเคมี - ให้คะแนนจากการตอบโจทย์ปัญหาหน้าชั้นเรียน	-แผนผังความคิดเรื่อง สมดุลเคมี -ใบกิจกรรมเสริมทักษะเรื่อง สมดุลเคมี	-นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70ขึ้นไปของคะแนนทั้งหมด : ผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 3) สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องค่าคงที่สมดุลได้	- สังเกตจากพฤติกรรมการทำงานและจากงานที่ได้รับมอบหมาย	-แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลรายบุคคล/รายกลุ่ม	- ผลการประเมินเกณฑ์การผ่าน คือ ระดับดี ขึ้นไป
ด้านเจตคติ (A) 4) มีความสนใจในกิจกรรมรับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา	-สังเกตจากการมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่มและการทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	-แบบประเมินพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม	- ผลการประเมินเกณฑ์การผ่าน คือ ระดับดี ขึ้นไป

แบบประเมินพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม

คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ – สกุล (กลุ่มที่)	รายการประเมิน												คะแนน รวม (12)
	ความสนใจ			การแสดง ความคิดเห็น			การตอบ คำถาม			การยอม รับฟัง ความคิดเห็น			
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1.													
2.													
3.													
4.													
5.													
6.													
7.													
8.													
9.													
10.													

เกณฑ์การประเมิน

ระดับคะแนน: 3 หมายถึง ดีมาก

2 หมายถึง ดี

1 หมายถึง พอใช้

ระดับคุณภาพ: คะแนนรวม 9 - 12 หมายถึง ดีมาก

คะแนนรวม 5 - 8 หมายถึง ดี

คะแนนรวม 1 - 4 หมายถึง พอใช้

ผลการประเมิน

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม
คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ - สกุล (กลุ่มที่)	รายการประเมิน																		รวม 12 คะแนน
	การวางแผนค้นคว้าแหล่งข้อมูล			การเก็บรวบรวมข้อมูล			การจัดกระทำข้อมูล			การนำเสนอข้อมูล			การสรุปผล			การเขียนรายงาน			
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1.																			
2.																			
3.																			
4.																			
5.																			
6.																			
7.																			
8.																			
9.																			
10.																			

เกณฑ์การประเมิน

ระดับคะแนน: 3 หมายถึง ดีมาก

2 หมายถึง ดี

1 หมายถึง พอใช้

ระดับคุณภาพ: คะแนนรวม 9 - 12 หมายถึง ดีมาก

คะแนนรวม 5 - 8 หมายถึง ดี

คะแนนรวม 1 - 4 หมายถึง พอใช้

ผลการประเมิน

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....

.

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในรายการที่ปฏิบัติ

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

หมายเหตุ

1. การให้คะแนน ✓ ถือเป็น 1 คะแนน
 2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)
- วิธีการให้คะแนน
- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
- ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
- ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
- ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
- ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
- ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

โรงเรียนสตรีศึกษา		
	ใบกิจกรรมเรื่อง ค่าคงที่สมดุล	
	ชื่อวิชา:ว30222 เคมีเพิ่มเติม	หน่วยกิต: 1.5
	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

1.นิยามของค่าคงที่สมดุล

ผลคูณของความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ที่ยกกำลังด้วยสัมประสิทธิ์บอกจำนวนโมลสารผลิตภัณฑ์หารด้วยผลคูณของความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่ยกกำลังด้วยสัมประสิทธิ์บอกจำนวนโมลสารตั้งต้นจะมีค่าคงที่ ที่อุณหภูมิหนึ่งซึ่งคือค่าคงที่สมดุล (Equilibrium constant) และมีสัญลักษณ์เป็นK หรือK_c

ตัวอย่างเช่น
$$\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$$

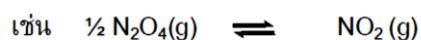
$$\text{จะได้ว่า } K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$$

2.หลักการที่ควรทราบเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล

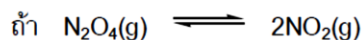
1) ค่า K ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิคือเมื่ออุณหภูมิคงที่ค่า K ก็คงที่ แต่ถ้าอุณหภูมิเปลี่ยนค่า K ก็จะเปลี่ยนด้วย ดังนั้นเมื่อกล่าวถึงค่า K ต้องอ้างอุณหภูมิเสมอ

2) ค่า K ในปฏิกิริยาต่างชนิดกันส่วนใหญ่มักจะมีหน่วยต่างกันและบางปฏิกิริยาไม่มีหน่วยขึ้นกับสถานะของสาร

3) ค่า K ขึ้นอยู่กับลักษณะของสมการที่เขียนคือถ้าเขียนสัดส่วนของจำนวนโมลของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ในสมการต่างกันค่า K ไม่เท่ากันดังนั้นเมื่อกล่าวถึงค่า K จะต้องอ้างอิงถึงสมการด้วยเสมอ



$$K_1 = \frac{[\text{NO}_2]}{[\text{N}_2\text{O}_4]^{1/2}} = 0.60 \quad (\text{ที่ } 100^\circ\text{C})$$



$$K_2 = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = 0.36 \quad (\text{ที่ } 100^\circ\text{C})$$

$$K_2 = (K_1)^2$$

4) ถ้าเขียนสมการกลับข้างกันค่าK ก็กลับกันด้วย



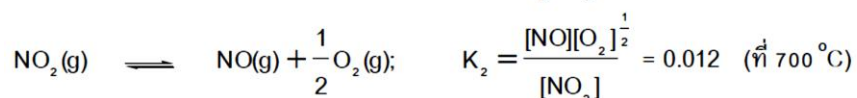
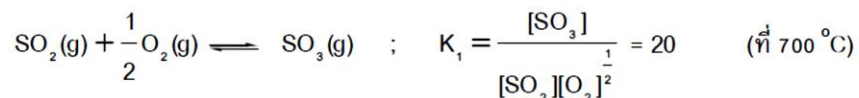
$$K_1 = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = 0.36 \quad (\text{ที่ } 100^\circ\text{C})$$



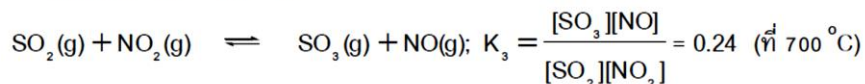
$$K_2 = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2} = 2.8 \quad (\text{ที่ } 100^\circ\text{C})$$

$$K_2 = \frac{1}{K_1}$$

5) ในกรณีปฏิกิริยาเกิดขึ้นหลายขั้นตอนถ้าปฏิกิริยาย่อยๆบวกกันแล้วเป็นปฏิกิริยารวมค่าK ของปฏิกิริยารวมจะเท่ากับผลคูณของปฏิกิริยาย่อยๆเช่น



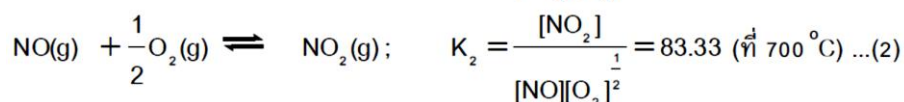
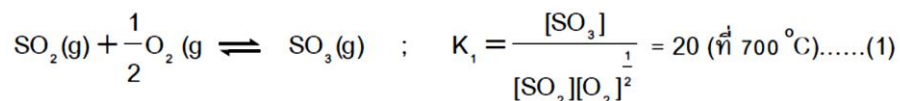
ดังนั้น เมื่อ (1) + (2) จะได้



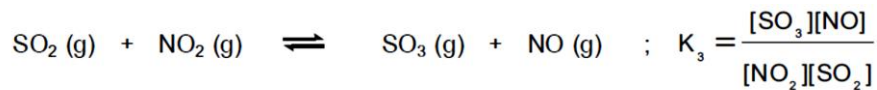
$$\text{ดังนั้น } K_3 = K_1 \times K_2 = 20 \times 0.012$$

$$K_3 = K_1 \times K_2$$

6) ถ้าปฏิกิริยารวมได้จากปฏิกิริยาย่อยลบกันค่าK รวมก็เท่ากับค่าK ย่อยหารกัน เช่น



$$(1) - (2) = (3)$$

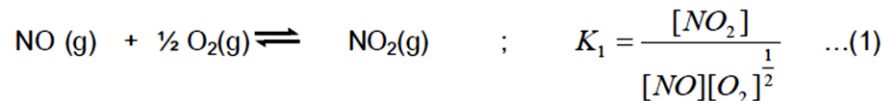


$$= 0.24 \quad (\text{ที่ } 700^\circ\text{C})$$

$$\therefore K_3 = \frac{K_1}{K_2} = \frac{20}{83.33} = 0.24$$

$$K_3 = \frac{K_1}{K_2}$$

7) ถ้าสมการใหม่ได้จากการคูณสมการเดิมด้วย n ค่า K ของสมการใหม่จะเท่ากับ K ของสมการเดิมยกกำลังด้วย n (n อาจจะเป็นเลขจำนวนเต็มหรือ เศษส่วนก็ได้)



$$K_2 = K_1^2$$

ดังนั้นสรุปได้ว่า

- | | |
|----------------------------|-------------|
| 1) ถ้ากลับสมการ | ค่า K |
| 2) ถ้านำสมการมารวมกัน | ค่า K |
| 3) ถ้านำเอาเลขคูณทั้งสมการ | ค่า K |
| 4) ถ้านำสมการมาลบกัน | ค่า K |

3. การทำนายทิศทางของปฏิกิริยาโดยใช้ค่าคงที่ (K)

เมื่อระบบเข้าสู่ภาวะสมดุล ปริมาณสารผลิตภัณฑ์และสารตั้งต้นจะมีค่าคงที่ ค่าคงที่สมดุล (K) ก็จะเป็นค่าที่ค่านี้จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปฏิกิริยา และค่า K จะบอกให้ทราบถึงอัตราส่วนปริมาณสารผลิตภัณฑ์ต่อสารตั้งต้น ซึ่งจะทำให้ทราบว่าปฏิกิริยาดำเนินไปในทิศทางใด

- ถ้า $K > 1$ ความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์มีค่ามากกว่าความเข้มข้นของสารตั้งต้น ตำแหน่งของภาวะสมดุลจะอยู่ไปทางด้านขวา (ไปทางด้านสารผลิตภัณฑ์)
- ถ้า $K < 1$ ความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์มีค่าน้อยกว่าความเข้มข้นของสารตั้งต้น ตำแหน่งของภาวะสมดุลจะอยู่ไปทางด้านซ้าย (ไปทางด้านสารตั้งต้น)
- ถ้า $K = 1$ ความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์และความเข้มข้นของสารตั้งต้นจะใกล้เคียงกัน

4. การคำนวณค่าคงที่สมดุล

มีขั้นตอนการคำนวณดังนี้

- 1) เขียนสมการของปฏิกิริยาพร้อมดุลสมการนั้น
- 2) หาความเข้มข้นของสารเมื่อเริ่มต้นปฏิกิริยา ในหน่วย mol/dm^3
- 3) หาความเข้มข้นของสารที่เปลี่ยนแปลงไปในหน่วย mol/dm^3
- 4) หาความเข้มข้นของสารณจุดสมดุลโดยนำข้อ 2 + ข้อ 3 ในหน่วย mol/dm^3
- 5) แทนค่าความเข้มข้นในสมการค่า K และคำนวณหา K

5. การคำนวณหาความเข้มข้นของสาร ณ ภาวะสมดุล

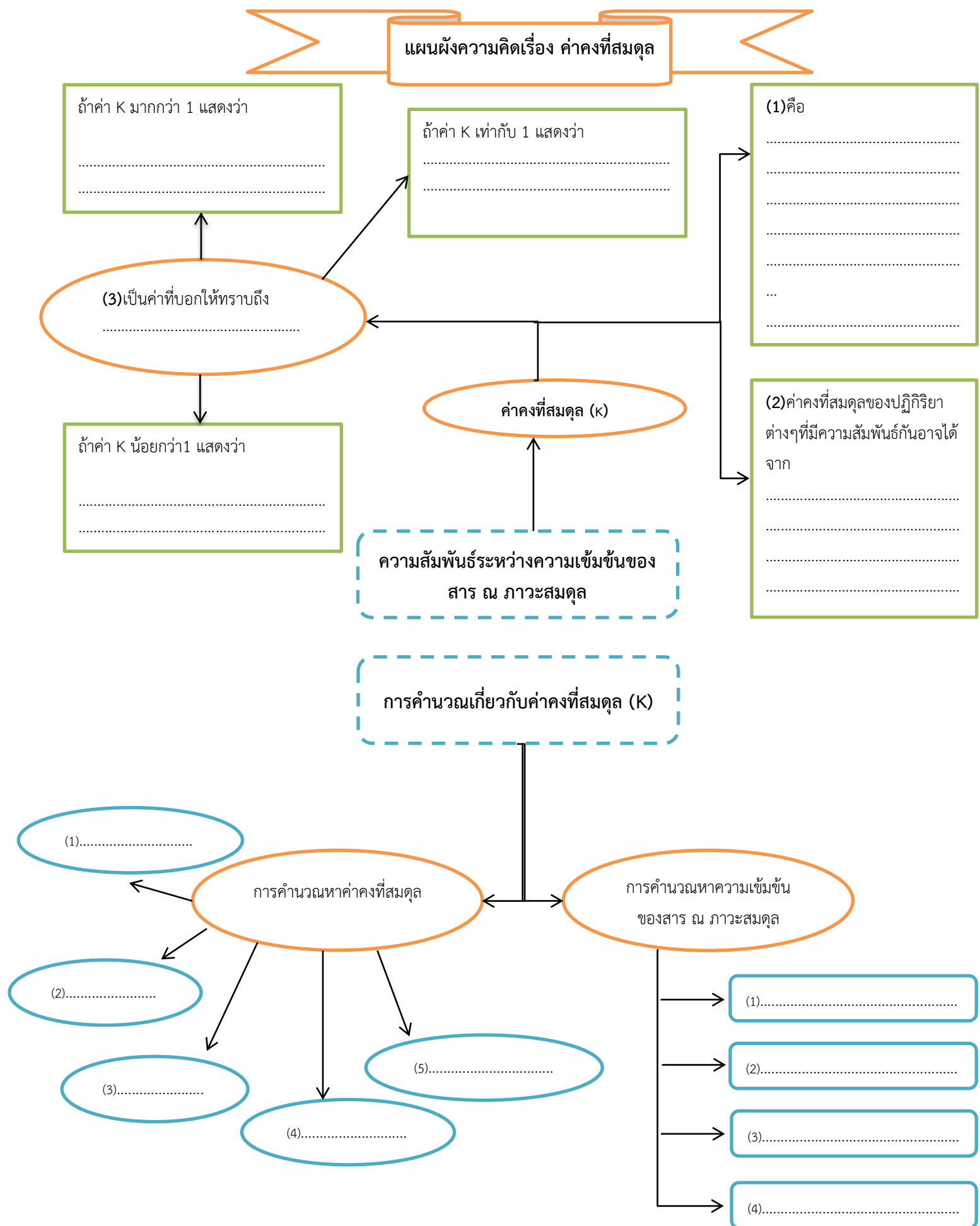
มีขั้นตอนการคำนวณดังนี้

- 1) เขียนสมการค่า K จากสมการที่ดุลแล้ว
- 2) ทราบค่า K หรือข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (ความเข้มข้นของสาร)
- 3) แทนค่าต่างๆลงในสมการ
- 4) คำนวณหาตัวแปรที่ต้องการ

6) ลักษณะโจทย์ในการคำนวณค่าคงที่สมดุล

มีทั้งหมด 4 แนวทาง

- 1) ให้หาค่าคงที่สมดุลโดยกำหนดความเข้มข้นให้ทุกค่า
- 2) ให้หาค่าคงที่สมดุลโดยกำหนดความเข้มข้นให้บางค่าส่วนค่าที่เหลือหาจากสมการเคมี
- 3) กำหนดค่าคงที่สมดุลให้และหาความเข้มข้นของสารแต่ละตัว



เฉลย แผนผังความคิดเรื่อง ค่าคงที่สมดุล

ถ้าค่า K มากกว่า 1 แสดงว่า
สมดุลไปทางขวา มีผลิตภัณฑ์มากกว่า
สารตั้งต้น

ถ้าค่า K เท่ากับ 1 แสดงว่า
ความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์และความ
เข้มข้นของสารตั้งต้นจะใกล้เคียงกัน

(1) คือ ผลคูณของความเข้มข้น
ของสารผลิตภัณฑ์ที่ยกกำลังด้วย
สัมประสิทธิ์บอกจำนวนโมลสาร
ผลิตภัณฑ์หารด้วยผลคูณของ
ความเข้มข้นของสารตั้งต้น ที่ยก
กำลังด้วยสัมประสิทธิ์บอก
จำนวนโมลสารตั้งต้น

(3) เป็นค่าที่บอกให้ทราบถึง
ทิศทางของภาวะสมดุล

ถ้าค่า K น้อยกว่า 1 แสดงว่า
สมดุลไปทางซ้าย มีผลิตภัณฑ์น้อยกว่าสารตั้ง
ต้นเหลือ

ค่าคงที่สมดุล (K)

ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ
สาร ณ ภาวะสมดุล

การคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล (K)

(2) ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา
ต่างๆที่มีความสัมพันธ์กันอาจได้
จากการนำค่า K ของปฏิกิริยาที่
เกี่ยวข้องมาคูณหรือหาร หรือยก
กำลังก่อนคูณหรือหารก็ได้

(1) เขียน
สมการเคมี
...

การคำนวณหาค่าคงที่สมดุล

การคำนวณหาความเข้มข้น
ของสาร ณ ภาวะสมดุล

(2) หาความเข้มข้นของที่
เริ่มต้นในหน่วย mol/dm^3

(3) หาความเข้มข้นของที่เปลี่ยนแปลง
ไป ในหน่วย mol/dm^3

(5) เขียนสมการค่า K
และแทนค่าหาค่า K

(4) หาความเข้มข้นของที่ภาวะ
สมดุลไป ในหน่วย mol/dm^3

(1) เขียนสมการค่า K จากสมการที่
ดุลแล้ว

(2) ทราบค่า K หรือข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
(ความเข้มข้นของสาร)

(3) แทนค่าต่างๆลงในสมการ

(4) คำนวณหาตัวแปรที่ต้องการ

ใบกิจกรรมเสริมทักษะเรื่องค่าคงที่สมดุล

ชื่อ - สกุล.....	ชั้น.....	เลขที่.....
ชื่อ - สกุล.....	ชั้น.....	เลขที่.....
ชื่อ - สกุล.....	ชั้น.....	เลขที่.....
ชื่อ - สกุล.....	ชั้น.....	เลขที่.....
ชื่อ - สกุล.....	ชั้น.....	เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนแสดงวิธีการคำนวณหาค่าคงที่สมดุล (K) หรือหาความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุลตามข้อที่จับฉลากได้ และเตรียมตัวแทน 2-3 คนออกไปนำเสนอหน้าชั้นเรียน (ระบุข้อ ไม่ต้องเขียนโจทย์)

ข้อที่.....

วิธีทำ

โจทย์ปัญหาสำหรับใบกิจกรรมเสริมทักษะ

ข้อที่ 1 จงคำนวณหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ ถ้าผสมสาร A 1 โมล กับสาร B 1.5 โมล ลงในภาชนะขนาด 2 ลิตร เมื่อถึงภาวะสมดุลแล้ว ความเข้มข้นของ C เท่ากับ 0.35 โมลต่อลิตร (10 คะแนน)

ข้อที่ 2 ปฏิกิริยาระหว่างแก๊ส XO_2 กับแก๊ส YO_2 อย่างละ 2 โมล ในภาชนะปิดขนาด 2 ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ 700 เคลวิน เป็นไปตามสมการ $XO_2(g) + YO_2(g) \rightleftharpoons XO_3(g) + YO(g)$ เมื่อถึงภาวะสมดุลพบว่ามีแก๊ส YO เกิดขึ้น 1.3 โมล จากข้อมูลข้างต้นนี้ ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยานี้มีค่าเท่าใด (15 คะแนน)

ข้อที่ 3 ปฏิกิริยา $A(aq) + 2B(aq) \rightleftharpoons C(aq) + 2D(aq)$ เริ่มต้นผสม A เข้มข้น 0.4 mol/dm^3 100 cm^3 กับ B เข้มข้น 0.8 mol/dm^3 100 cm^3 ที่สมดุลพบ A 0.1 mol/dm^3 จงคำนวณหาค่าคงที่สมดุล (10 คะแนน)

ข้อที่ 4 สำหรับปฏิกิริยา $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$ ที่ภาวะสมดุลความเข้มข้นของ N_2 , O_2 และ NO มีค่า 2, 8 และ 2 mol ตามลำดับในภาชนะ 2 dm^3 และเมื่อทำการทดลองใหม่ โดยใช้เฉพาะ NO จำนวน 4 mol ลงในภาชนะ 2 dm^3 จงหาจำนวนโมลของสารทุกตัวในภาชนะที่สมดุลใหม่ (20 คะแนน)

ข้อที่ 5 จากปฏิกิริยา $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ มีค่าคงที่เท่ากับ 2 ที่อุณหภูมิ 252 °C ถ้าใช้ $CaCO_3$ 3 mol ในภาชนะที่มีความจุ 1 dm^3 ที่สมดุลพบว่ามี $CaCO_3$ เหลืออยู่ 1 mol และจะมี CO_2 กี่ mol (10 คะแนน)

ข้อที่ 6 นำ H_2 มาจำนวน 44.8 dm^3 ที่ STP ทำปฏิกิริยากับ I_2 จำนวน 44.8 cm^3 ที่ STP ในภาชนะ 2.0 ลิตร ที่ภาวะสมดุลมีค่า K_c เท่ากับ 4.0 จงหาความเข้มข้นของ H_2 , I_2 และ HI ณ ภาวะสมดุล (15 คะแนน)

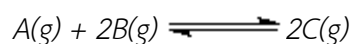
ข้อที่ 7 ที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส เมื่อนำ N_2 จำนวน 2.00 mol มาทำปฏิกิริยากับ H_2 จำนวน 2.00 mol ในภาชนะปิด 2.00 ลิตร ภาวะสมดุลมีก๊าซแอมโมเนียเกิดขึ้นจำนวน 1.00 mol จงหาค่า K_c (10 คะแนน)

เฉลย โจทย์ปัญหาสำหรับใบกิจกรรมเสริมทักษะ

ข้อที่ 1 จงคำนวณหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ ถ้าผสมสาร A 1 โมล กับสาร B 1.5 โมล ลงในภาชนะขนาด 2 ลิตร เมื่อถึงภาวะสมดุลแล้ว ความเข้มข้นของ C เท่ากับ 0.35 โมลต่อลิตร (10 คะแนน)

วิธีทำ

$$K = \frac{[C]^2}{[A][B]^2}$$



$$K = \frac{[0.35]^2}{[A][B]^2}$$

เริ่มต้น	0.5	0.75	0
เปลี่ยนแปลง	0.175	0.35	0.35
สมดุล	0.325	0.40	0.35

หา A ที่เปลี่ยนแปลง

เกิด C 2

โมลใช้ A 1 โมล

เกิด C 3.5

โมล ใช้ A = $\frac{0.35 \times 1}{2} = 0.175$ โมล

หา B ที่เปลี่ยนแปลง

เกิด C 2

โมลใช้ B 2 โมล

เกิด C 3.5

โมล ใช้ B = $\frac{0.35 \times 2}{2} = 0.35$ โมล

นำค่าของ A และ B ที่สมดุลมาแทนค่าในสมการ

$$K = \frac{[0.35]^2}{[0.325][0.4]^2} = 2.36$$

ดังนั้นค่าคงที่ของปฏิกิริยานี้คือ

2.36

ตอบ

ข้อที่ 2 ปฏิกริยาระหว่างแก๊ส XO_2 กับแก๊ส YO_2 อย่างละ 2 โมล ในภาชนะปิดขนาด 2 ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ 700 เคลวิน เป็นไปตามสมการ $\text{XO}_2(\text{g}) + \text{YO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{XO}_3(\text{g}) + \text{YO}(\text{g})$ เมื่อถึงภาวะสมดุลพบว่ามีแก๊ส YO เกิดขึ้น 1.3 โมล จากข้อมูลข้างต้นนี้ ค่าคงที่สมดุลของปฏิกริยานี้มีค่าเท่าใด (15 คะแนน)

วิธีทำ

	$\text{XO}_2(\text{g}) + \text{YO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{XO}_3(\text{g}) + \text{YO}(\text{g})$			
เริ่มต้น	1	1	0	0
เปลี่ยนแปลง	-x	-x	+x	0.65
สมดุล	1-x	1-x	+x	0.65

$$K = \frac{[\text{XO}_3][\text{YO}]}{[\text{XO}_2][\text{YO}_2]} = \frac{x^2}{(1-x)^2}$$

$$K = \left(\frac{0.65}{0.35} \right)^2 = 3.45$$

ดังนั้น ค่าคงที่ของปฏิกริยานี้คือ 3.4

ตอบ

ข้อที่ 3 ปฏิกริยา $\text{A}(\text{aq}) + 2\text{B}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{aq}) + 2\text{D}(\text{aq})$ เริ่มต้นผสม A เข้มข้น 0.4 mol/dm^3 100 cm^3 กับ B เข้มข้น 0.8 mol/dm^3 100 cm^3 ที่สมดุลพบ A 0.1 mol/dm^3 จงคำนวณหาค่าคงที่สมดุล (15 คะแนน)

วิธีทำ เมื่อผสมความเข้มข้นสารละลายมีปริมาตรเป็น 200 cm^3 [A] หลังผสมสารละลายคำนวณจาก

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$(0.4)(100) = (C_2)(200)$$

ดังนั้น $C_2 = [\text{A}] = 0.2 \text{ mol/dm}^3$

	$\text{A}(\text{aq}) + 2\text{B}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{aq}) + 2\text{D}(\text{aq})$			
เริ่มต้น	0.2	0.4	0	0
เปลี่ยนแปลง	-x	-2x	+x	+2x
สมดุล	0.2-0.1	0.4-2(0.1)	0.1	2(0.1)

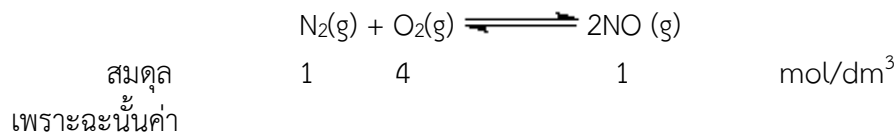
$$K = \frac{[\text{C}][\text{D}]^2}{[\text{A}][\text{B}]^2} = \frac{[0.1][0.2]^2}{[0.1][0.2]^2} = 1$$

ดังนั้น ค่าคงที่ของปฏิกริยานี้คือ 1

ตอบ

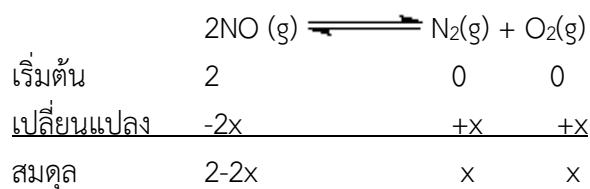
ข้อที่ 4 สำหรับปฏิกิริยา $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g})$ ที่ภาวะสมดุลความเข้มข้นของ N_2 , O_2 และ NO_2 มีค่า 2, 8 และ 2 mol ตามลำดับในภาชนะ 2 dm³ และเมื่อทำการทดลองใหม่ โดยใส่เฉพาะ NO จำนวน 4 mol ลงในภาชนะ 2 dm³ จงหาจำนวนโมลของสารทุกตัวในภาชนะที่สมดุลใหม่ (20 คะแนน)

วิธีทำ



$$K = \frac{[\text{N}]^2}{[\text{N}_2][\text{O}_2]} = \frac{(1)^2}{(1)(4)} = \frac{1}{4}$$

เมื่อทำการทดลองที่อุณหภูมิภาวะเดิม ค่า K คงที่ เมื่อกลับสมการค่า K เป็นส่วนกลับของค่า K เดิม ทำการทดลองใหม่ใส่เฉพาะ NO_2 2 mol/dm³



$$K = \frac{[\text{N}_2][\text{O}_2]}{[\text{N}]^2} = \frac{(x)^2}{(2-2x)^2} = 4$$

$$\frac{(x)}{(2-2x)} = 2$$

$$x = 4 - 4x$$

$$5x = 4$$

$$x = \frac{4}{5} = 0.8 \text{ mol/dm}^3$$

ที่สมดุลใหม่ $[\text{NO}] = 2-2(0.8) = 0.4 \text{ mol/dm}^3$, $[\text{N}_2] = [\text{O}_2] = 0.8 \text{ mol/dm}^3$

ดังนั้นที่สมดุลใหม่ $[\text{NO}] = 0.4 \text{ mol/dm}^3$

$$[\text{N}_2] = [\text{O}_2] = 0.8 \text{ mol/dm}^3$$

ตอบ

ข้อที่ 5 จากปฏิกิริยา $\text{CaCO}_3 (\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO} (\text{s}) + \text{CO}_2 (\text{g})$ มีค่าคงที่เท่ากับ 2 ที่อุณหภูมิ 252 °C ถ้าใช้ CaCO_3 3 mol ในภาชนะที่มีความจุ 1 dm³ ที่สมดุลพบว่า มี CaCO_3 เหลืออยู่ 1 mol และจะมี CO_2 กี่ mol (10 คะแนน)

วิธีทำ

	$\text{CaCO}_3 (\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO} (\text{s}) + \text{CO}_2 (\text{g})$		
เริ่มต้น	3	0	0
เปลี่ยนแปลง	2	+2	+2
สมดุล	1	2	2

โดยค่า K ของปฏิกิริยานี้ = $[\text{CO}_2] = 2 \text{ mol/1 dm}^3$

ดังนั้น ปฏิกิริยานี้เหลือ $[\text{CO}_2] = 2 \text{ mol/dm}^3$

ตอบ

ข้อที่ 6 นำ H_2 มาจำนวน 44.8 dm³ ที่ STP ทำปฏิกิริยากับ I_2 จำนวน 44.8 cm³ ที่ STP ในภาชนะ 2.0 ลิตร ที่ภาวะสมดุลมีค่า K_c เท่ากับ 4.0 จงหาความเข้มข้นของ H_2 , I_2 และ HI ณ ภาวะสมดุล (15 คะแนน)

วิธีทำ

	$\text{H}_2 (\text{g}) + \text{I}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI} (\text{g})$		
จำนวนโมลเริ่มต้น	$\frac{44.8}{22.4} = 2$	$\frac{44.8}{22.4} = 2$	0.00 mol
เปลี่ยนเป็นความเข้มข้น	$\frac{2}{2} = 1$	$\frac{2}{2} = 1$	0.00 mol/dm ³
เปลี่ยนแปลง	-x	-x	+2X
สมดุล	1-x	1-x	2X mol/dm ³

นำความเข้มข้นที่ภาวะสมดุลมาแทนในสมการหาค่าคงที่

$$K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{2(x)^2}{(1-x)^2} = 4$$

$$\frac{2(x)}{(1-x)} = 2$$

$$2x = 2 - 2x$$

$$4x = 2$$

$$x = 0.5$$

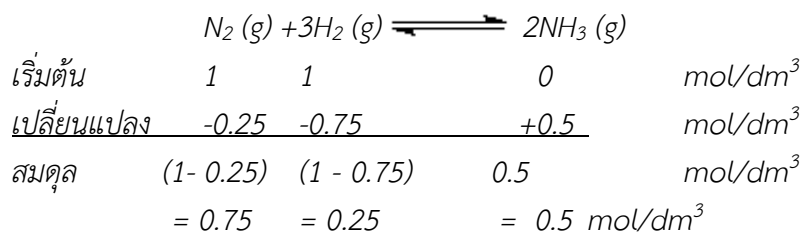
$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } [\text{H}_2] = [\text{I}_2] = (1 - x) &= 1 - 0.5 \\ &= 0.5 \text{ mol/dm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [\text{HI}] &= 2X \\ &= 2(0.5) = 1 \text{ mol/dm}^3 \end{aligned}$$

ตอบ

ข้อที่ 7 ที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียสเมื่อนำ N_2 จำนวน 2.00 mol มาทำปฏิกิริยากับ H_2 จำนวน 2.00 mol ในภาชนะปิด 2.00 ลิตรภาวะสมดุลมีก๊าซแอมโมเนียเกิดขึ้นจำนวน 1.00mol จงหาค่า K_c

วิธีทำ



$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{[0.5]^2}{[0.75][0.25]^3} = 21.33$$

ดังนั้น ค่า K_c ของปฏิกิริยานี้คือ 21.33 ตอบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 19

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี

หน่วยการเรียนรู้ย่อย การศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ

ภาคเรียนที่ 1

รายวิชาเคมี (ว30222)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 1 คาบ (55 นาที)

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูลทดลองและอธิบายผลของการทดลองพร้อมทั้งระบุปัจจัยและวิเคราะห์เหตุผลที่ทำให้ภาวะสมดุลค่าคงที่สมดุลเปลี่ยนไป

2. สาระสำคัญ

การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร ทำให้ภาวะสมดุลของระบบเกิดการเปลี่ยนแปลง แต่ไม่มีผลต่อค่าคงที่สมดุล

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

3.1 อธิบายการเปลี่ยนแปลงของระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลเมื่อถูกรบกวนได้ (K)

3.2 เปรียบเทียบปริมาณสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในระบบ ณ ภาวะสมดุลเดิมกับภาวะสมดุลครั้งใหม่ได้ (K)

3.3 สรุปผลการรบกวนภาวะสมดุลของระบบที่มีต่อค่าคงที่สมดุลได้ (K)

3.4 ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของการเปลี่ยนความเข้มข้นที่มีต่อภาวะสมดุลของระบบได้ (P)

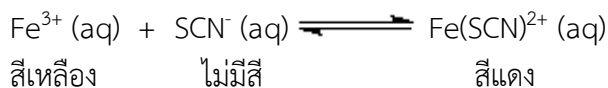
3.5 มีความสนใจในกิจกรรม รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา (A)

4. สาระการเรียนรู้

4.1 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นกับภาวะสมดุล

เมื่อความเข้มข้นเปลี่ยนไป อาจจะโดยการเติมสารตั้งต้นหรือสารผลิตภัณฑ์ หรือการดึงเอาสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์ออกจากระบบอย่างใดอย่างหนึ่ง ระบบเสียสมดุล และระบบจะปรับเข้าสู่ภาวะสมดุลใหม่ สมดุลของปฏิกิริยาจะเลื่อนไปทางด้านสารที่มีความเข้มข้นน้อยลง

ตัวอย่างปฏิกิริยาของเหล็ก (III) ไนเตรตกับแอมโมเนียมไทโอไซยาเนต (NH_4SCN) ทำปฏิกิริยากันในหลอดทดลองจนถึงภาวะสมดุล ดังสมการ



ปฏิกิริยานี้เราสามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงได้จากสีของสาร สารตั้งต้น $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$ มีสีเหลืองอ่อน และสารผลิตภัณฑ์ $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}(\text{aq})$ มีสีแดง

ถ้า Fe^{3+} และ SCN^- มีปริมาณน้อย ก็จะได้ผลผลิต $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}(\text{aq})$ น้อย สารละลายจะมีสีเหลืองอ่อน เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ Fe^{3+} หรือ SCN^- สีของสารละลายจะแดงเข้มมากขึ้น ซึ่งจะแสดงให้เห็นได้ดังนี้

1. เติม $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ลงในสารละลายที่มี Fe^{3+} และ SCN^- อยู่แล้วที่ภาวะสมดุล

ผลที่สังเกตได้ สารละลายมีสีแดงเข้มขึ้นและคงที่

อธิบายได้ว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น Fe^{3+} ระบบจะมีการเปลี่ยนแปลงซึ่งเห็นได้จากสีแดงที่เข้มขึ้น หมายความว่า ระบบเสียสมดุลและระบบจะปรับตัวใหม่ โดยพยายามลดความเข้มข้นของสารตั้งต้น โดยที่ Fe^{3+} จะทำปฏิกิริยากับ SCN^- และได้ FeSCN^{2+} มากขึ้น ทำให้สมดุลเลื่อนไปทางขวามากขึ้น (ไปข้างหน้า)

2. เติม NH_4SCN ลงในสารละลายที่มี Fe^{3+} และ SCN^- อยู่แล้วที่ภาวะสมดุล

ผลที่สังเกตได้ สารละลายมีสีแดงเข้มขึ้น

อธิบายได้ว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น SCN^- ระบบจะมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเห็นได้จากสีแดงที่เข้มขึ้น แสดงว่าเกิดสารผลิตภัณฑ์ $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$ มากขึ้น สมดุลเลื่อนไปทางขวามากขึ้น (ไปข้างหน้า)

3. เติม AgNO_3 ลงในสารละลายที่มี Fe^{3+} และ SCN^- อยู่ที่ภาวะสมดุล

ผลที่สังเกตได้ สารละลายสีแดงอ่อนลง

อธิบายได้ว่า Ag^+ ที่เติมลงไปจะทำปฏิกิริยากับ SCN^- ได้เป็นตะกอน AgSCN ปริมาณ SCN^- ลดลง ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงสมดุลเห็นได้จากสีสารละลายอ่อนลง ระบบปรับตัวใหม่ โดยพยายามเพิ่มความเข้มข้นของ SCN^- สมดุลจะเลื่อนมาทางซ้ายมากขึ้น (ย้อนกลับ)

4. เติม Na_2HPO_4 ลงในสารละลายที่มี Fe^{3+} และ SCN^- อยู่แล้วที่ภาวะสมดุล

ผลที่สังเกตได้ สารละลายมีสีเหลืองอ่อนลง

อธิบายได้ว่า HPO_4^{2-} ที่เติมลงไปนั้น จะทำปฏิกิริยากับ Fe^{3+} ทำให้ Fe^{3+} ในสารละลายลดลงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงสมดุล ระบบปรับตัวใหม่ โดยพยายามเพิ่มความเข้มข้นของ Fe^{3+} ทำให้ปฏิกิริยาย้อนกลับมากขึ้น สีแดงจึงอ่อนลง หรือกล่าวได้ว่าสมดุลของระบบเลื่อนมาทางซ้าย (ย้อนกลับ) มากขึ้น

จากการเติมสารตั้งต้น หรือการลดปริมาณสารตั้งต้นให้น้อยลง ภาวะสมดุลของปฏิกิริยาจะเปลี่ยนไป เราอาจเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น หรือลดความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ ผลจะทำให้สมดุลของระบบเลื่อนมาทางขวา (ไปข้างหน้ามากขึ้น) แต่ในทางตรงกันข้าม ถ้าลดความเข้มข้นของสารตั้งต้น หรือเพิ่มความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ ผลจะทำให้สมดุลของระบบเลื่อนมาทางซ้าย (ย้อนกลับ) มากขึ้น แต่ในที่สุดปฏิกิริยาก็ปรับเข้าสู่ภาวะสมดุลใหม่

5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ(Engagement)(5นาที)

5.1.1 ครูทบทวนสมบัติต่างๆของระบบณ ภาวะสมดุล โดยให้นักเรียนดูภาพของไอโอดีนที่อยู่ในภาชนะปิดและถามคำถามต่อไปนี้



รูป การระเหิดของไอโอดีนในภาชนะปิด

ที่มา: <http://suwannaramwittayakom.com/science/anocha/ppt/matter/m2.htm#slide0211.htm>

1) นักเรียนคิดว่า ณ ตอนนี ไอโอดีนมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่

แนวคำตอบ: มี

2) ถ้าไอโอดีนมีการเปลี่ยนแปลง ทำไมสีของไอโอดีนคงที่

แนวคำตอบ: เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของไอโอดีนอยู่ในสภาวะสมดุล

3) ที่ภาวะสมดุลสมบัติของระบบเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ: ความเข้มข้น ความดัน สี และอุณหภูมิคงที่

4) นักเรียนคิดว่าถ้าสมบัติเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงจะส่งผลต่อภาวะสมดุลของระบบหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ : มี อาจทำให้สมดุลเลื่อนไปข้างใดข้างหนึ่งของปฏิกิริยา

5.1.2 ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบว่าวันนี้จะทำการทดลองที่ 7.4 เรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (30นาที)

5.2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 5 - 6คน โดยแต่ละคนต้องมีหน้าที่รับผิดชอบเป็นของตัวเอง เช่น คนจดบันทึกผล คนทำการทดลอง คนจับเวลา คนรับอุปกรณ์ และคนนำเสนอ เป็นต้น จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันศึกษากิจกรรมการทดลองที่ 7.4 เรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

5.2.2 ครูให้ตัวแทนของแต่ละกลุ่มออกมาอธิบายใบกิจกรรมการทดลองที่ 7.4 เรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุลและให้เวลาในการศึกษาวิธีการทดลอง 5 นาที

5.2.3 ครูชี้แจงข้อควรระวังในการทำการทดลองและวิธีในการใช้อุปกรณ์ให้ถูกต้อง

5.2.4 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนถามข้อสงสัยในการทำกิจกรรมการทดลองและให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุลตามขั้นตอนในใบกิจกรรมที่ 7.4 เรื่อง

การศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุลโดยใช้เวลาในการทดลอง 25 นาทีโดยมีครูดูแลและให้คำแนะนำในระหว่างนักเรียนทำการทดลอง และให้นักเรียนทำการบันทึกผลการทดลองลงในแบบบันทึกผลการทดลองหลังจากทำการทดลองเสร็จ

5.3 ขั้นตอนิบายและลงข้อสรุป (explanation)(10 นาที)

5.3.1 ครูแจ้งนักเรียนว่าจะสรุปผลการทดลองโดยครูให้ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการทดลองของแต่ละกลุ่มที่ได้หน้าชั้นเรียน

5.3.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการทดลองอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้เป็นข้อสรุปของชั้นเรียน

5.3.3 ตัวอย่างผลการทดลองของนักเรียน เป็นดังนี้

หลอดที่	สารละลายผสม	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้
1	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NH}_4\text{SCN}$	สารละลายสีแดง
2	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NH}_4\text{SCN} + \text{Fe}(\text{NO}_3)_3$	สารละลายสีแดงเข้มข้น แล้วความเข้มของสีคงที่
3	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NH}_4\text{SCN} + \text{NH}_4\text{SCN}$	สารละลายสีแดงเข้มข้น แล้วความเข้มของสีคงที่
4	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NH}_4\text{SCN} + \text{N}_2\text{HPO}_4$	มีตะกอนสีขาวเกิดขึ้นเล็กน้อย สารละลายมีสีจางลงมากแล้วสีคงที่

5.3.4 เมื่อเราเติม สารละลาย $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ทำปฏิกิริยากับสารละลาย NH_4SCN ได้สารละลายสีแดงเกิดขึ้น นักเรียนคิดว่าตะกอนที่เกิดขึ้นเป็นของสารใด

แนวคำตอบ: $[\text{Fe SCN}]^{2+}$

5.3.5 เมื่อเราปล่อยสารละลายไว้สักระยะหนึ่งจะสังเกตเห็นว่าสีแดงที่เกิดขึ้นเริ่มคงที่ นักเรียนคิดว่าเกิดจากอะไร

แนวคำตอบ: แสดงว่าระบบเข้าสู่ภาวะสมดุล

5.3.6 เมื่อเติมสารละลาย Fe^{3+} ลงในระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

แนวคำตอบ: ความเข้มข้นของ Fe^{3+} ในระบบจะเพิ่มขึ้นและสารละลายผสมมีสีแดงเข้มขึ้น แสดงว่าในระบบมี $[\text{Fe SCN}]^{2+}$ เกิดเพิ่มขึ้น ในที่สุดความเข้มของสีคงที่ แสดงว่าระบบเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง

5.3.7 เมื่อเติมสารละลายที่มี SCN^- ลงในระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

แนวคำตอบ: ความเข้มข้นของ SCN^- ในระบบจะเพิ่มขึ้นและสารละลายผสมมีสีแดงเข้มขึ้น แสดงว่ามี $[\text{Fe SCN}]^{2+}$ เพิ่มขึ้น ในที่สุดความเข้มของสีคงที่ แสดงว่าระบบเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง

5.3.8 เมื่อเติมสารละลายที่มี HPO_4^{2-} เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

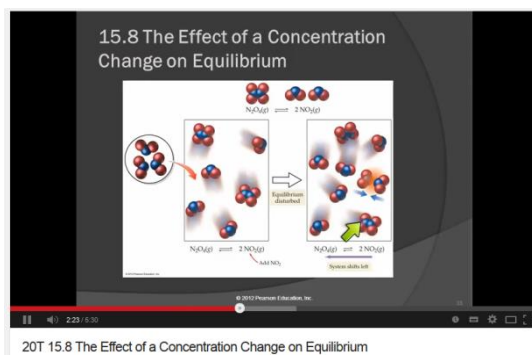
แนวคำตอบ: HPO_4^{2-} จะทำปฏิกิริยากับ Fe^{3+} เกิดตะกอนขาวของ FePO_4 การเติม HPO_4^{2-} ลงในระบบจึงเป็นการลดความเข้มข้นของ Fe^{3+} และยังพบว่าสารละลายมีสีจางลง แสดงว่า $[\text{Fe SCN}]^{2+}$ เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับโดยสลายตัวได้ Fe^{3+} และ SCN^-

5.3.8 จากการทดลอง นักเรียนสรุปได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ: การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตั้งต้นทำให้ภาวะสมดุลเปลี่ยนแปลงไป ระบบเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง ความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุลจะแตกต่างจากความเข้มข้นที่ภาวะสมดุลเดิม

5.4 ขยายความรู้ (Elaboration) (5นาที)

5.4.1 ครูให้นักเรียนดูวิดีโอในเรื่องผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล



รูป ผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

เข้าถึงได้ที่: <http://www.youtube.com/watch?v=3puB2TROQ0E>

5.4.2 ครูถามนักเรียนว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของไนโตรเจนไดออกไซด์จะเกิดอะไรขึ้น

แนวคำตอบ: ปฏิกิริยาจะดำเนินไปในทิศทางที่จะลดความเข้มข้นของไนโตรเจนไดออกไซด์คือไนโตรเจนไดออกไซด์จะทำปฏิกิริยากันเกิดเป็นไนโตรเจนเตตระออกไซด์

5.5 ประเมินผล (Evaluation) (5นาที)

5.5.1 ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน จากการตอบคำถามและการแสดงความคิดเห็นในระหว่างทำกิจกรรม

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

6.1) สื่อการนำเสนอ Power Point

6.2) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

6.3) ใบกิจกรรมการทดลองที่ 7.4 เรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

6.4) วิดีทัศน์ผลของอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงของ NO_2 และ N_2O_4 เข้าถึงได้จาก

<http://www.youtube.com/watch?v=tlGrBcgANSY>

สารเคมี

- สารละลายไอโรออน(III) ไนเตรต 0.05mol/dm^3
- สารละลายแอมโมเนียมไทโอไซยาเนต 0.05mol/dm^3
- สารละลายไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต 0.05mol/dm^3
- น้ำกลั่น

อุปกรณ์

- หลอดทดลองขนาดเล็ก
- หลอดหยด
- ปีกเกอร์ขนาด 50 cm³
- ที่ตั้งหลอดทดลอง
- แท่งแก้วคน

7. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1) อธิบายการเปลี่ยนแปลงของระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลเมื่อถูกรบกวนได้ 2) เปรียบเทียบปริมาณสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในระบบ ภาวะสมดุลเดิมกับภาวะสมดุลครั้งใหม่ได้ 3) สรุปผลการรบกวนภาวะสมดุลของระบบที่มีต่อค่าคงที่สมดุลได้	สังเกต/ ตรวจ - การสรุปผลการทดลองที่ 7.4 เรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล - คำถามท้ายบท	- ใบกิจกรรมการทดลองที่ 7.4 เรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล - แบบฝึกหัดท้ายบท	- นักเรียนสรุปและตอบคำถามได้ถูกต้องและได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 4) ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของการเปลี่ยนความเข้มข้นความดันและอุณหภูมิที่มีต่อภาวะสมดุลของระบบได้	สังเกตจาก - การลงมือทำกิจกรรมการทดลอง	- แบบประเมินการทำปฏิบัติการทดลองเรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล	- นักเรียนได้คะแนนอยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป
ด้านเจตคติ (A) 3) ทำงานร่วมกับผู้อื่นและทำงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด	สังเกตจาก - ความสนใจในการทำกิจกรรม - การมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	นักเรียนแต่ละกลุ่มได้คะแนนอยู่ในระดับดีขึ้นไป

แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างของนักเรียนที่ปฏิบัติพฤติกรรมนั้นๆ

ข้อที่	รายการที่สังเกต	กลุ่มที่							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม								
2	แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล								
3	รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในชั้นเรียน								
4	ความตรงต่อเวลา								
5	รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย								
รวม									
ระดับคุณภาพ									

เกณฑ์การประเมิน

ระดับ 3 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 4-5 รายการ

ระดับ 2 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 2-3 รายการ

ระดับ 1 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 1 รายการ

เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียนตามกลุ่ม ระดับคุณภาพที่ประเมิน

ระดับ 3 เท่ากับ ดีมาก

ระดับ 2 เท่ากับ ดี

ระดับ 1 เท่ากับ พอใช้

ผลการประเมิน

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง

การทดลอง การศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

คำชี้แจง สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองแล้วทำเครื่องหมาย / ในพฤติกรรมระดับคุณภาพ

ที่ พฤติกรรม/ ระดับคะแนน ชื่อ-สกุล	การใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือ			การดูแลและ เก็บอุปกรณ์/ เครื่องมือ			การนำเสนอผล การทดลอง			รวม	ระดับ คุณภาพ
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	12	
กลุ่มที่.....											
กลุ่มที่.....											
กลุ่มที่.....											
กลุ่มที่.....											
กลุ่มที่.....											
กลุ่มที่.....											
กลุ่มที่.....											
กลุ่มที่.....											

เกณฑ์การประเมิน

การสรุปผลการประเมินให้เป็นระดับคุณภาพ 0,1,2 ใช้เกณฑ์ดังนี้

ผลรวมของคะแนน 9-12 คะแนนให้ระดับคุณภาพ 2 (ดี)

ผลรวมของคะแนน 4-8 คะแนนให้ระดับคุณภาพ 1 (พอใช้)

ผลรวมของคะแนน 0-3 คะแนนให้ระดับคุณภาพ 0 (ควรปรับปรุง)

เกณฑ์การผ่าน ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป

ผลการประเมิน

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....

.

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในรายการที่ปฏิบัติ

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

หมายเหตุ

1. การให้คะแนน ✓ ถือเป็น 1 คะแนน
 2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)
- วิธีการให้คะแนน
- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
 - ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
 - ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
 - ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
 - ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
 - ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

ใบกิจกรรมที่ 7.4

เรื่อง การศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

รายชื่อผู้ปฏิบัติการทดลอง

ชื่อ – สกุล เลขที่ หน้าที่.....
ชื่อ – สกุล เลขที่ หน้าที่.....
ชื่อ – สกุล เลขที่ หน้าที่.....
ชื่อ – สกุล เลขที่ หน้าที่.....
ชื่อ – สกุล เลขที่ หน้าที่.....

จุดประสงค์การทดลอง

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุลของระบบได้
2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระบบเมื่อเพิ่มหรือลดความเข้มข้นของสารตั้งต้นนั้นได้

สารเคมีและอุปกรณ์

สารเคมี

- สารละลายไอร์ออน(III) ไนเตรต 0.05 mol/dm^3
- สารละลายแอมโมเนียมไทโอไซยาเนต 0.05 mol/dm^3
- สารละลายไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต 0.05 mol/dm^3
- น้ำกลั่น

อุปกรณ์

- หลอดทดลองขนาดเล็ก
- หลอดหยด
- ปีกเกอร์ขนาด 50 cm^3
- ที่ตั้งหลอดทดลอง
- แท่งแก้วคน

วิธีทำ

- 1) ใส่น้ำกลั่นลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก 4 หลอด หลอดละ 5 หยด แล้วหยดสารละลาย $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 0.05 mol/dm^3 และสารละลาย NH_4SCN 0.5 mol/dm^3 ชนิดละ 1 หยด ลงไปในแต่ละหลอด เขย่าจนเป็นเนื้อเดียวกัน
- 2) นำสารในข้อ 1 มาทดลองต่อโดย
หลอดที่ 1 เก็บไว้สำหรับเปรียบเทียบสี
หลอดที่ 2 หยดสารละลาย $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 0.05 mol/dm^3
หลอดที่ 3 หยดสารละลาย NH_4SCN 0.5 mol/dm^3
หลอดที่ 4 หยดสารละลาย Na_2HPO_4 0.05 mol/dm^3
สังเกตการเปลี่ยนแปลงสี โดยเปรียบเทียบกับหลอดที่ 1 บันทึกผล

ตารางบันทึกผลการทดลอง

หลอดที่	สารละลายผสม	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้
1	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NH}_4\text{SCN}$	
2	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NH}_4\text{SCN} + \text{Fe}(\text{NO}_3)_3$	
3	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NH}_4\text{SCN} + \text{NH}_4\text{SCN}$	
4	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NH}_4\text{SCN} + \text{N}_2\text{HPO}_4$	

สรุปผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบฝึกหัด

1. จงเติมข้อความที่อยู่ในช่องว่างให้ถูกต้อง

การรบกวนสมดุลของระบบ $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{SCN}^{-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})^{2+}(\text{aq})$	ทิศทางการเลื่อน ไปของปฏิกิริยา	ปริมาณสาร (มากกว่าหรือน้อยกว่าสมดุลเดิม)
เพิ่ม $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3(\text{aq})$ หรือ.....		$[\text{Fe}^{3+}]$ $[\text{SCN}^{-}]$ $[\text{FeSCN}^{-}]$
เพิ่ม $\text{NH}_4\text{SCN}(\text{aq})$ หรือ.....		$[\text{Fe}^{3+}]$ $[\text{SCN}^{-}]$ $[\text{FeSCN}^{-}]$
เพิ่ม $\text{Na}_2\text{HPO}_4(\text{aq})$ หรือ.....		$[\text{Fe}^{3+}]$ $[\text{SCN}^{-}]$ $[\text{FeSCN}^{-}]$

เฉลย แบบฝึกหัด

1. จงเติมข้อความที่อยู่ในช่องว่างให้ถูกต้อง

การรบกวนสมดุลของระบบ $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{SCN}^{-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})^{2+}(\text{aq})$	ทิศทางการเลื่อน ไปของปฏิกิริยา	ปริมาณสาร (มากกว่าหรือน้อยกว่าสมดุลเดิม)
เพิ่ม $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3(\text{aq})$ หรือ Fe^{3+}		$[\text{Fe}^{3+}]$ มากกว่าสมดุลเดิม $[\text{SCN}^{-}]$ น้อยกว่าสมดุลเดิม $[\text{FeSCN}^{-}]$ มากกว่าสมดุลเดิม
เพิ่ม $\text{NH}_4\text{SCN}(\text{aq})$ หรือ SCN^{-}		$[\text{Fe}^{3+}]$ น้อยกว่าสมดุลเดิม $[\text{SCN}^{-}]$ มากกว่าสมดุลเดิม $[\text{FeSCN}^{-}]$ มากกว่าสมดุลเดิม
เพิ่ม $\text{Na}_2\text{HPO}_4(\text{aq})$ หรือ HPO_4^{2-}		$[\text{Fe}^{3+}]$ น้อยกว่าสมดุลเดิม $[\text{SCN}^{-}]$ มากกว่าสมดุลเดิม $[\text{FeSCN}^{-}]$ น้อยกว่าสมดุลเดิม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 20

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาเคมี (ว30222)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ย่อย การศึกษาผลของความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล

ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ

จำนวน 1 คาบ (55 นาที)

ภาคเรียนที่ 1

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูลทดลองและอธิบายผลของการทดลองพร้อมทั้งระบุปัจจัยและวิเคราะห์เหตุผลที่ทำให้ภาวะสมดุลค่าคงที่สมดุลเปลี่ยนไป และอุ

2. สาระสำคัญ

การเปลี่ยนแปลงความดันมีผลต่อภาวะสมดุลของระบบที่เป็นแก๊สซึ่งมีจำนวนโมลของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในสมการเคมีไม่เท่ากัน แต่ไม่มีผลต่อค่าคงที่สมดุล และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจะทำให้ภาวะสมดุลของระบบเปลี่ยนแปลง โดยค่าคงที่สมดุลจะมีค่าคงที่ ณ อุณหภูมิหนึ่ง และจะเปลี่ยนแปลงไปเมื่อเปลี่ยนอุณหภูมิ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 อธิบายการเปลี่ยนแปลงภาวะสมดุลของระบบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิของระบบได้ (K)

3.2 อธิบายการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่สมดุลที่สมดุลของปฏิกิริยาคายความร้อนหรือปฏิกิริยาดูดความร้อนเมื่อมีการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิของระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลได้ (K)

3.3 ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุลได้ (P)

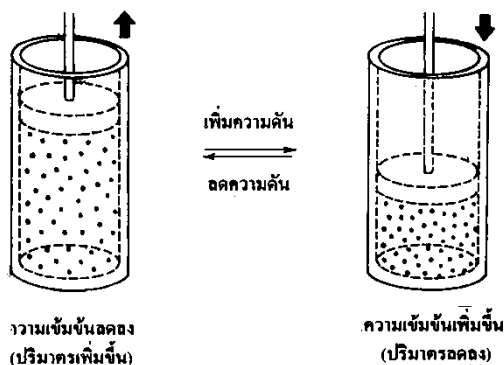
3.4 มีความสนใจในกิจกรรม รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา (A)

4. สาระการเรียนรู้

4.1 การเปลี่ยนความดันกับภาวะสมดุล

การเปลี่ยนความดันจะมีผลต่ออัตราของปฏิกิริยา เมื่อสารตั้งต้นหรือสารผลิตภัณฑ์สารหนึ่งหรือมากกว่าเป็นก๊าซถ้าสารเป็นของแข็งหรือของเหลวความดันจะไม่มีผลต่อภาวะสมดุล ในกรณีของก๊าซผลของความดันที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารมีผลกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา ทิศทางของปฏิกิริยา เช่นเดียวกับผลของความเข้มข้นของสาร ที่มีต่อภาวะสมดุลของปฏิกิริยา

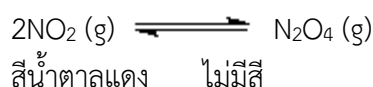
4.2 ความดันจะแปรผกผันกับปริมาตร หมายความว่า การเพิ่มความดันให้กับระบบ จะทำให้ปริมาตรของระบบลดลง เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของสารหรือการลดความดันให้กับระบบก็มีผลทำให้ปริมาตรเพิ่มขึ้น เป็นการลดความเข้มข้นของสาร



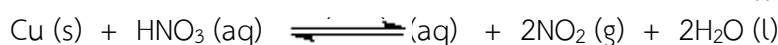
รูปที่ 1 แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับความดัน

4.1.1 ความดันแปรตามจำนวนโมล การเพิ่มหรือลดความดันจะมีผลกับจำนวนโมลของก๊าซในระบบด้วย กล่าวคือ ก๊าซที่มีจำนวนโมลมากกว่าจะมีความดันมากกว่า ก๊าซที่มีจำนวนโมลน้อย (เมื่อปริมาตรเท่ากัน)

การทดลอง เพื่อศึกษาผลของความดัน ที่มีต่อภาวะสมดุลของระบบก๊าซโดยใช้ปฏิกิริยา



1) เตรียมก๊าซ NO_2 โดยใช้โลหะทองแดง (Cu) กับกรดไนตริก (HNO_3) ปฏิกิริยาเป็นดังนี้



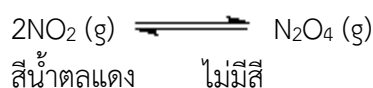
บรรจุก๊าซ NO_2 (มีสีน้ำตาลแดง) ลงในกระบอกฉีดยาพลาสติกจนเต็ม

2) กดลูกสูบกระบอกฉีดยาลงไปเป็นการลดปริมาตรของก๊าซและเพิ่มความดันให้ก๊าซ NO_2 สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสี

3) เลื่อนลูกสูบกระบอกฉีดยาขึ้น เป็นการเพิ่มปริมาตรและลดความดันของก๊าซ ให้สังเกตสีของก๊าซในกระบอกฉีดยา

ผลการทดลอง เมื่อกดลูกสูบกระบอกฉีดยาลงไป สีน้ำตาลของก๊าซจะเข้มขึ้น และชั่วขณะหนึ่งสีจะจางลงเล็กน้อยแล้วคงที่ เมื่อเลื่อนหลอดฉีดยาขึ้น สีของก๊าซจะค่อยๆ จางลงและค่อยๆ เข้มขึ้นจนคงที่

อธิบาย ปฏิกิริยาของก๊าซ NO_2 - N_2O_4 เป็นดังนี้



1) เมื่อเพิ่มความดันโดยการลดปริมาตรของก๊าซ NO_2 ทำให้ความเข้มข้นของ $\text{NO}_2 (\text{g})$ มากขึ้น สีจึงเข้มขึ้นในตอนแรก แต่สีจะจางลง เมื่อทิ้งไว้ชั่วขณะหนึ่ง แสดงว่าปฏิกิริยาปรับเข้าสู่สมดุลใหม่ โดยการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้ามากขึ้น (กลายเป็น N_2O_4 ซึ่งไม่มีสี) จนกระทั่งสีคงที่ (ภาวะสมดุลใหม่)

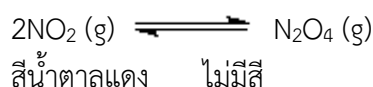
2) เมื่อลดความดันโดยการเลื่อนหลอดฉีดยาขึ้น สีจะจางลง ทั้งนี้เพราะ ปริมาตรเพิ่มขึ้น ทำให้ความเข้มข้นของก๊าซลดลง เมื่อเวลาผ่านไปชั่วขณะหนึ่ง ปฏิกิริยาพยายามปรับเข้าสู่ภาวะสมดุลใหม่โดยพบว่าระบบมีสี

เข้มข้น แล้วคงที่ แสดงว่าปฏิกิริยาปรับตัวเข้าสู่ภาวะสมดุลใหม่ โดยการเกิดปฏิกิริยาไปย้อนกลับ (สีเข้มข้น แสดงว่าเกิด NO_2 มากขึ้น)

4.3 การเปลี่ยนอุณหภูมิกับภาวะสมดุล

อุณหภูมิมีผลต่อภาวะสมดุลของระบบ ทำให้อัตราของปฏิกิริยาเปลี่ยนไป การเพิ่มอุณหภูมิโดยทั่วไปจะไปเพิ่มอัตราของปฏิกิริยา เพราะไปทำให้โมเลกุลหรืออะตอมของสารมีพลังงานมากขึ้น มีการชนกันมากขึ้น แต่เราก็ไม่สามารถสรุปได้ว่า อัตราของปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเพราะสารบางตัว อาจเกิดการแยกสลายหรือถูกทำลายไป ได้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการก็เป็นได้

การเพิ่มหรือลดอุณหภูมิมีผลต่อปฏิกิริยาต่างกัน ขึ้นอยู่กับว่าปฏิกิริยานั้นเป็นประเภทดูดความร้อนหรือคายความร้อนการศึกษาผลของอุณหภูมิต่อภาวะสมดุลของปฏิกิริยาของก๊าซ NO_2 (สีน้ำตาลแดง) เปลี่ยนเป็น N_2O (ไม่มีสี)



1) นำหลอดทดลองที่บรรจุก๊าซ NO_2 หลอดหนึ่งจุ่มลงในอ่างน้ำร้อน และหลอดทดลองบรรจุก๊าซ NO_2 อีกหลอดหนึ่งจุ่มลงในอ่างน้ำแข็งสังเกตสีที่เปลี่ยนแปลง

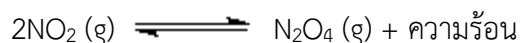
2) นำหลอดทดลองที่จุ่มในอ่างน้ำร้อน มาจุ่มในอ่างน้ำแข็ง และหลอดทดลองที่จุ่มอยู่ในอ่างน้ำแข็งมาจุ่มในอ่างน้ำร้อนสลับกัน สังเกตการเปลี่ยนแปลง

3) นำหลอดทดลองทั้งสองจุ่มในอ่างน้ำที่อุณหภูมิห้อง

ผลการทดลองพบว่าหลอดที่บรรจุก๊าซ NO_2 ที่จุ่มอยู่ในอ่างน้ำร้อนสีจะเข้มข้น แสดงว่าที่ NO_2 มากขึ้น ส่วนหลอดที่จุ่มในน้ำแข็ง ก๊าซในหลอดจะมีสีจางลงจนไม่มีสี และเมื่อสลับหลอดที่จุ่ม พบว่าสีเปลี่ยนไปในทางตรงข้ามคือ หลอดที่มีสีจาง เมื่อนำไปจุ่มในอ่างน้ำร้อน สีจะเข้มข้น ส่วนหลอดที่มีสีเข้มเมื่อจุ่มในอ่างน้ำแข็งสีจะจางหายไป ที่อุณหภูมิห้องสีของทั้งสองหลอดจะเท่ากันและคงที่

อธิบาย ปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงก๊าซ $2\text{NO}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4 (\text{g})$ นั้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิต่ำ N_2O_4 จะเกิดมากขึ้น หมายถึง เกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้ามากขึ้น สังเกตได้จากสีที่อ่อนลง

ถ้าอุณหภูมิสูง ปฏิกิริยาย้อนกลับเกิดขึ้น ซึ่งจะได้ผลเป็น $\text{NO}_2 (\text{g})$ มากขึ้น สังเกตจากสีที่เข้มข้น แต่ในที่สุดสีจะคงที่ เมื่อระบบปรับสู่สมดุลอีกครั้งหนึ่ง แสดงว่าปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อนเขียนสมการได้ดังนี้



5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ(Engagement)(5นาที)

5.1.1 ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องที่เรียนผ่านมา คือเรื่องผลของความเข้มข้นของสารต่อภาวะสมดุล โดยการถามคำถามดังนี้

1) เมื่อปฏิกิริยาเคมีอยู่ในภาวะสมดุล แล้วเราทำการเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น ปฏิกิริยาจะมีการปรับตัวอย่างไร และทิศทางของปฏิกิริยา ณ ภาวะสมดุลใหม่จะเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ: ปฏิกริยาจะพยายามปรับสมดุลโดยการลดความเข้มข้นของสารตั้งที่เพิ่มขึ้น โดยการทำปฏิกริยา อัตราการเกิดปฏิกริยาไปข้างหน้าจะเพิ่มขึ้น และทำให้ความเข้มข้นของสารตั้งต้นลดลงในขณะเดียวกัน ความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้น โดยทิศทางของปฏิกริยาจะเลื่อนจากซ้ายไปขวา (ด้านสารผลิตภัณฑ์)

2) นักเรียนคิดว่านอกจากอุณหภูมิที่มีผลต่อภาวะสมดุลแล้ว จะมีปัจจัยอื่นที่มีผลต่อภาวะสมดุลอีกหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ: มี เช่น อุณหภูมิ และความดัน

5.1.2 ครูแจ้งนักเรียนว่าวันนี้เราจะทำการทดลองที่ 7.5 เรื่องการศึกษาผลของความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล โดยครูจะเป็นคนสาธิตการทดลอง เนื่องจากการทดลองที่ค่อนข้างอันตราย

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (25 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 5 - 6คนและครูแจกใบกิจกรรมการทดลองที่ 7.5 เรื่องการศึกษาผลของความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุลให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อบันทึกผลการสังเกตจากที่ครูได้สาธิตการทดลอง

5.2.2 ครูนำอภิปรายก่อนการทดลอง เพื่อแนะนำเกี่ยวกับการทดลอง ดังนี้

1) การทดลองนี้ใช้แก๊ส NO_2 ซึ่งเป็นแก๊สพิษ จึงให้สาธิตและให้นักเรียนสังเกตเฉพาะผลการทดลองเท่านั้น
2) วิธีการเตรียมแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) สมการแสดงดังปฏิกริยาระหว่างโลหะทองแดงและกรดไนตริกเข้มข้น

3) เนื่องจาก NO_2 ละลายน้ำได้ กระจกนิตยาและหลอดทดลองที่ใช้ต้องแห้ง

4) การเตรียมแก๊ส NO_2 ในกระจกนิตยาและหลอดทดลองต้องทำอย่างรวดเร็ว เมื่อแก๊สเต็มหลอดแล้วให้รีบปิดทันที เพราะแก๊ส NO_2 มีกลิ่นเหม็นและเป็นอันตรายมาก

5) ระบบที่ใช้ทดลองนี้เป็นแก๊ส NO_2 ซึ่งมีสีน้ำตาลแดงปนอยู่กับแก๊ส N_2O_4 ซึ่งไม่มีสี ความเข้มข้นของสีจึงบอกให้ทราบถึงความเข้มข้นของแก๊ส NO_2 ได้

6) ครูแนะนำให้ให้นักเรียนสังเกตสีของแก๊สในแต่ละหลอดขณะที่ทำการทดลองอย่างละเอียดโดยเปรียบเทียบกับสีของแก๊สในหลอดที่ 3 ซึ่งเป็นหลอดควบคุม

5.2.3 ครูทำการสาธิตการทดลองตามรายละเอียดการทดลอง 7.5 เรื่อง การศึกษาผลของความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล ให้นักเรียนสังเกตและบันทึกผลการทดลอง

5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)(15นาที)

5.3.1 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปและอภิปรายเกี่ยวกับผลการทดลอง

5.3.2 ตัวอย่างผลการทดลอง เป็นดังนี้

ตอนที่ 1 ตัวอย่างผลของความดันต่อสภาวะสมดุล

ครั้งที่	ลักษณะสีของแก๊ส		
	เริ่มต้น	เมื่อกดกระบอกฉีดยา (เมื่อเวลาผ่านไป 15 วินาที)	เมื่อดึงกระบอกฉีดยากลับที่ ตำแหน่งเริ่มต้น (เมื่อเวลาผ่านไป 15 วินาที)
1	น้ำตาลแดง	สีน้ำตาลเข้มขึ้นชั่วขณะแล้วจางลง จนคงที่	สีน้ำตาลจางลงชั่วขณะแล้วเข้ม ขึ้นและคงที่
2	น้ำตาลแดง	สีน้ำตาลเข้มขึ้นชั่วขณะแล้วจางลง จนคงที่	สีน้ำตาลจางลงชั่วขณะแล้วเข้ม ขึ้นและคงที่
3	น้ำตาลแดง	สีน้ำตาลเข้มขึ้นชั่วขณะแล้วจางลง จนคงที่	สีน้ำตาลจางลงชั่วขณะแล้วเข้ม ขึ้นและคงที่

ตอนที่ 2 ตัวอย่างผลของอุณหภูมิต่อสภาวะสมดุล

หลอดที่	ลักษณะสีของแก๊ส		
	เริ่มต้น	แช่น้ำแข็ง	แช่น้ำร้อน
1	สีน้ำตาลแดง	สีน้ำตาลอ่อน	สีน้ำตาลเข้ม
2	สีน้ำตาลแดง	สีน้ำตาลอ่อน	สีน้ำตาลเข้ม
3	สีน้ำตาลแดง	สีน้ำตาลอ่อน	สีน้ำตาลเข้ม

5.3.3 ครูใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่การสรุปและอภิปรายผลการทดลอง ดังนี้

1) แก๊สที่เตรียมได้คือแก๊สอะไร

แนวคำตอบ: แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)

2) เมื่อกดก้านกระบอกฉีดยาลงไปแล้วเกิดผลอย่างไร

แนวคำตอบ: เมื่อกดก้านกระบอกฉีดยาลงไปอย่างรวดเร็วให้ปริมาตรลดลงครึ่งหนึ่งหรือน้อยกว่า
สังเกตเห็นสีน้ำตาลแดงเข้มขึ้นชั่วขณะหนึ่งแล้วสีจางลงเล็กน้อย

3) เพราะเหตุใดสีของสารถึงจางลงและคงที่

แนวคำตอบ: เพราะเกิดปฏิกิริยาเป็นแก๊ส N_2O_4 เพิ่มขึ้นหลังจากนั้นสีจะเข้มขึ้นขึ้นแล้วคงที่แสดงว่าระบบ
เข้าสู่สภาวะสมดุลอีกครั้งหนึ่ง

4) จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ: การเปลี่ยนแปลงความดันของระบบ ทำให้สมดุลของระบบถูกรบกวนและในที่สุดระบบก็
จะปรับตัวเพื่อเข้าสู่สภาวะสมดุลอีกครั้ง

5) เมื่อลดอุณหภูมิ เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

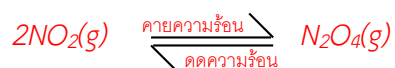
แนวคำตอบ: แก๊สมีสีจางลงและคงที่

6) เมื่อเพิ่มอุณหภูมิแล้วทำให้แก๊สมีสีเข้มขึ้นและคงที่หมายความว่าอย่างไร

แนวคำตอบ: ภาวะสมดุลเปลี่ยนแปลงไปโดยเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับทำให้มีแก๊ส NO_2 เกิดมากขึ้นสีจึงเข้มขึ้นและคงที่แสดงว่าระบบเข้าสู่สมดุลอีกครั้งณอุณหภูมินั้น

7) เมื่อเพิ่มอุณหภูมิแล้วทำให้แก๊สมีสีเข้มขึ้น ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน หรือดูดความร้อน เพราะเหตุใดพร้อมอธิบายสมการของปฏิกิริยา

แนวคำตอบ: เมื่อเพิ่มอุณหภูมิแล้วเกิดแก๊ส NO_2 มากขึ้น แสดงว่าการเกิดแก๊ส NO_2 เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน แต่เมื่อลดอุณหภูมิแก๊ส NO_2 จะลดลง เกิดแก๊ส N_2O_4 มากขึ้นเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน เขียนสมการแสดงภาวะสมดุลได้ดังนี้



จึงสรุปได้ว่าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิสูงเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อนในทางกลับกันปฏิกิริยาคายความร้อนจะเกิดได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิต่ำ

8) จากการทดลองผลของอุณหภูมิสรุปได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ: เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงทำให้ภาวะสมดุลของระบบเปลี่ยนแปลงและระบบจะเข้าสู่สมดุลอีกครั้งจึงกล่าวได้ว่าอุณหภูมิมิผลต่อภาวะสมดุลของระบบ

5.4 ขยายความรู้ (Elaboration) (5นาที)

5.4.1 ครูให้นักเรียนดูวิดีโอที่สนเรื่องการเปลี่ยนแปลงของ NO_2 และ N_2O_4 เมื่ออุณหภูมิต่างกัน



รูป วิดีทัศน์ผลของอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงของ NO_2 และ N_2O_4

ที่มา <http://www.youtube.com/watch?v=tlGrBcgANSY>

5.4.2 ครูถามนักเรียนว่าจากวิดีโอที่นักเรียนคิดว่าทำสีของแก๊สเปลี่ยนแปลงได้อย่างไร

แนวคำตอบ: เมื่อเพิ่มอุณหภูมิจะทำให้สมดุลเกิดการเปลี่ยนแปลงและทำให้เกิด แก๊ส NO_2 ได้สีน้ำตาลเข้ม ในขณะที่เมื่อทำการลดอุณหภูมิจะทำให้สมดุลเปลี่ยนแปลงไปเช่นกันโดยทำให้เกิดเป็นแก๊ส N_2O_4 ได้แก๊สที่มีสีน้ำตาลอ่อน

5.5 ประเมินผล (Evaluation) (5นาที)

5.5.1 ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน จากการตอบคำถามและการแสดงความคิดเห็นในระหว่างทำกิจกรรม

5.5.2 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่องการเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิกับภาวะสมดุลว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อการนำเสนองาน Power Point

6.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

6.3 ใบกิจกรรมการทดลองที่ 7.5 เรื่อง การศึกษาผลของความดันและอุณหภูมิ ต่อภาวะสมดุล

6.4 วิดีทัศน์ผลของอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุลของ NO_2 และ N_2O_4 เข้าถึงได้จาก

<http://www.youtube.com/watch?v=tlGrBcgANSY>

สารเคมี

- ทองแดง
- กรดไนตริกเข้มข้น

อุปกรณ์

- หลอดทดลองขนาดใหญ่พร้อมจุกยางเจาะรูที่เสียบหลอดนำแก๊สซึ่งต่อกับสารยางและมีคลิปหนีบ
- หลอดทดลองขนาดเล็ก
- จุกยางปิดหลอดทดลองขนาดเล็ก
- กระบอกฉีดยาปลายปิดขนาด 20 cm^3
- ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมตะแกรงลวดและที่กั้นลม
- ที่ตั้งหลอดทดลอง

7. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1) อธิบายการเปลี่ยนแปลงภาวะสมดุลของระบบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิของระบบได้ 2) อธิบายการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่สมดุลที่สมดุลของปฏิกิริยาคายความร้อนหรือปฏิกิริยาดูดความร้อนเมื่อมีการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิของระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลได้	สังเกต/ ตรวจ - การสรุปผลการทดลองเรื่อง การศึกษาผลของความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล - การสรุปความคิดรวบยอด	- ใบกิจกรรมการทดลองที่ 7.5 เรื่อง การศึกษาผลของความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล - การสรุปความคิดรวบยอด	- นักเรียนสรุปและตอบคำถามได้ถูกต้องและได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 3) ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุลได้	สังเกตจาก - การลงมือทำกิจกรรมการทดลอง	-แบบประเมินการทำปฏิบัติการทดลองเรื่อง การศึกษาผลของความดันและอุณหภูมิ ต่อภาวะสมดุล	- นักเรียนได้คะแนนอยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป
ด้านเจตคติ (A) 3) ทำงานร่วมกับผู้อื่นและทำงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด	สังเกตจาก - ความสนใจในการทำกิจกรรม - การมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	นักเรียนแต่ละกลุ่ม ได้คะแนนอยู่ในระดับดีขึ้นไป

แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างของนักเรียนที่ปฏิบัติพฤติกรรมนั้นๆ

ข้อที่	รายการที่สังเกต	กลุ่มที่							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม								
2	แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล								
3	รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในชั้นเรียน								
4	ความตรงต่อเวลา								
5	รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย								
รวม									
ระดับคุณภาพ									

เกณฑ์การประเมิน

ระดับ 3 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 4-5 รายการ

ระดับ 2 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 2-3 รายการ

ระดับ 1 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 1 รายการ

เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียนตามกลุ่ม ระดับคุณภาพที่ประเมิน

ระดับ 3 เท่ากับ ดีมาก

ระดับ 2 เท่ากับ ดี

ระดับ 1 เท่ากับ พอใช้

ผลการประเมิน

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง

การทดลอง การศึกษาผลของความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล

คำชี้แจง สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองแล้วทำเครื่องหมาย / ในพฤติกรรมระดับคุณภาพ

ที่	พฤติกรรม/ ระดับคะแนน ชื่อ-สกุล	การใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือ			การดูแลและ เก็บอุปกรณ์/ เครื่องมือ			การนำเสนอผล การทดลอง			รวม	ระดับ คุณภาพ
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	12	
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											

เกณฑ์การประเมิน

การสรุปผลการประเมินให้เป็นระดับคุณภาพ 0,1,2 ใช้เกณฑ์ดังนี้

ผลรวมของคะแนน 9-12 คะแนนให้ระดับคุณภาพ 2 (ดี)

ผลรวมของคะแนน 4-8 คะแนนให้ระดับคุณภาพ 1 (พอใช้)

ผลรวมของคะแนน 0-3 คะแนนให้ระดับคุณภาพ 0 (ควรปรับปรุง)

เกณฑ์การผ่าน ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป

ผลการประเมิน

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....

.

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในรายการที่ปฏิบัติ

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

หมายเหตุ

1. การให้คะแนน ✓ ถือเป็น 1 คะแนน
 2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)
- วิธีการให้คะแนน
- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
- ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
- ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
- ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
- ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
- ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

ใบกิจกรรมที่ 7.5

เรื่อง การศึกษาผลของความดันและอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล

รายชื่อผู้ปฏิบัติการทดลอง

ชื่อ – สกุล เลขที่ หน้าที่.....
ชื่อ – สกุล เลขที่ หน้าที่.....
ชื่อ – สกุล เลขที่ หน้าที่.....
ชื่อ – สกุล เลขที่ หน้าที่.....
ชื่อ – สกุล เลขที่ หน้าที่.....

จุดประสงค์การทดลอง

- 1.อธิบายวิธีเตรียมแก๊ส NO_2 และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้
- 2.ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิที่มีต่อภาวะสมดุลระบบได้
- 3.อธิบายการเปลี่ยนแปลงภาวะสมดุลของระบบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิของระบบได้
- 4.ใช้ผลการทดลองเป็นเกณฑ์ในการระบุว่าปฏิกิริยาใดดูดหรือคายความร้อนได้
- 5.อธิบายการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาดูดหรือคายความร้อนเมื่อมีการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิของระบบที่อยู่ ณ ภาวะสมดุลได้

สารเคมีและอุปกรณ์

สารเคมี

- ทองแดง
- กรดไนตริกเข้มข้น

อุปกรณ์

- หลอดทดลองขนาดใหญ่พร้อมจุกยางเจาะรูที่เสียบหลอดนำแก๊สซึ่งต่อกับสารยางและมีคลิปหนีบ
- หลอดทดลองขนาดเล็ก
- จุกยางปิดหลอดทดลองขนาดเล็ก
- กระบอกฉีดยาปลายปิดขนาด 20 cm^3
- ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมตะแกรงลวดและที่กั้นลม
- ที่ตั้งหลอดทดลอง

วิธีการทดลอง

ขั้นตอนการทดลองตามหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตอนที่ 1 ผลของความดันต่อสภาวะสมดุล

ครั้งที่	ลักษณะสีของแก๊ส		
	เริ่มต้น	เมื่อกดกระบอกฉีดยา (เมื่อเวลาผ่านไป 15 วินาที)	เมื่อดึงกระบอกฉีดยากลับที่ ตำแหน่งเริ่มต้น (เมื่อเวลาผ่านไป 15 วินาที)
1	น้ำตาลแดง	สีน้ำตาลเข้มขึ้นชั่วขณะแล้วจางลง จนคงที่	
2	น้ำตาลแดง	สีน้ำตาลเข้มขึ้นชั่วขณะแล้วจางลง จนคงที่	
3	น้ำตาลแดง	สีน้ำตาลเข้มขึ้นชั่วขณะแล้วจางลง จนคงที่	

ตอนที่ 2 ตัวอย่างผลของอุณหภูมิต่อสภาวะสมดุล

หลอดที่	ลักษณะสีของแก๊ส		
	เริ่มต้น	แช่น้ำแข็ง	แช่น้ำร้อน
1			
2			
3			

สรุปผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 21

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สมดุลเคมี

หน่วยการเรียนรู้ย่อย หลักของเลอชาเตอลิเอและการใช้ประโยชน์

ผู้สอน ครูศุภรารักษ์ สุวรรณ

ภาคเรียนที่ 1

รายวิชาเคมี (ว30222)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 2 คาบ (110 นาที)

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายการปรับตัวของระบบเมื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลใหม่และการเลือกภาวะที่เหมาะสมในการผลิตสารเคมีในวงการอุตสาหกรรมโดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอ โดยอธิบายเป็นภาษาอาเซียน

2. สาระสำคัญ

เมื่อภาวะสมดุลของระบบถูกรบกวนระบบจะปรับตัวเพื่อลดผลของการรบกวน ในที่สุดระบบจะเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง ข้อสรุปนี้เรียกว่า หลักของเลอชาเตอลิเอ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

3.1 อธิบายหลักของเลอชาเตอลิเอได้ (K)

3.2 อธิบายการปรับตัวของระบบเมื่อสมดุลของระบบถูกรบกวนโดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอได้ (K)

3.3 อธิบายการนำหลักของเลอชาเตอลิเอมาใช้ในกระบวนการอุตสาหกรรมได้ (K)

3.4 สืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องหลักของเลอชาเตอลิเอได้ (P)

3.5 มีความสนใจในกิจกรรม รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา (A)

4. สาระการเรียนรู้

4.1 หลักของเลอชาเตอลิเอ (The Principle of Le Chatelier)

พ.ศ. 2427 (ค.ศ.1884) นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ชื่อ อองรี ลูย เลอ ชาเตอลิเอ (Henri Louis Le Chatelier) ได้ศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อภาวะสมดุล และการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ภาวะสมดุลใหม่ไว้ เรียกว่า “หลักของเลอ ชาเตอลิเอ” ซึ่งมีใจความสำคัญดังนี้

“เมื่อภาวะสมดุลถูกรบกวน ระบบจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่จะลดผลของการรบกวนนั้น เพื่อให้ระบบเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง”

เมื่อปฏิกิริยาเคมีเป็นชนิดผันกลับได้ และเกิดสมดุลไดนามิก ปฏิกิริยาก็จะอยู่ในภาวะสมดุล ภาวะสมดุลของระบบอาจจะถูกรบกวนด้วยปัจจัยหลายๆ อย่าง ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว คือความเข้มข้น ความดัน และอุณหภูมิ เมื่อระบบถูกรบกวนด้วยปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ ผลที่เกิดขึ้นระบบจะเสียสมดุล เนื่องจากความเข้มข้นของสารด้านใด ด้านหนึ่งของปฏิกิริยามากขึ้น ดังนั้น ระบบก็พยายามปรับเข้าสู่ภาวะสมดุลใหม่ โดยการเปลี่ยนแปลงจากซ้ายไปขวาเพื่อให้เกิดสารผลิตภัณฑ์มากขึ้น หรือ เกิดการเปลี่ยนแปลงจากขวาไปซ้าย เพื่อให้ผลผลิตน้อยลง

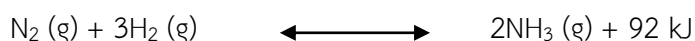
หลักของ เลอ ชาเตอลิเอนี้มีความสำคัญต่อสมดุลในปฏิกิริยาเคมีมาก สามารถใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงของภาวะสมดุลเนื่องจากการรบกวนจากสิ่งแวดล้อม ใช้ทำนายผลของการเปลี่ยนแปลงภาวะในปฏิกิริยาเคมี และยังใช้เป็นแนวทางในการเลือกภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการอุตสาหกรรมหลายๆ ชนิด เพื่อให้ได้ผลผลิตมากที่สุด

4.2 การใช้หลักของเลอชาเตอลิเอน์ในอุตสาหกรรม

หลักของเลอชาเตอลิเอน์ สามารถนำไปใช้ในกระบวนการอุตสาหกรรมหลายชนิด เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกภาวะที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลผลิตมากที่สุด การที่จะให้ได้ผลผลิตในทางอุตสาหกรรมมากขึ้น ก็ หมายความว่า ต้องเลือกภาวะต่างๆ ได้แก่ ความเข้มข้น ความดัน และอุณหภูมิ เพื่อให้ปฏิกิริยาเปลี่ยนไปในทิศทางที่ต้องการมากขึ้น

ในวงการอุตสาหกรรม ผู้ผลิตจะเลือกกรรมวิธีผลิตที่สามารถเปลี่ยนวัตถุดิบหรือสารตั้งต้นให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ได้มากที่สุด โดยเสียเวลาและค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด จึงมีการนำหลักของเลอชาเตอลิเอน์มาใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น

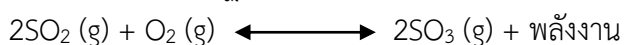
การผลิตแอมโมเนีย เพื่อใช้เป็นในการผลิตปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต พลาสติก หรือสีย้อม การผลิตแก๊สแอมโมเนียใช้สารตั้งต้นคือ แก๊สไนโตรเจนที่แยกจากอากาศทำปฏิกิริยากับแก๊สไฮโดรเจนที่ได้จากแก๊สธรรมชาติ ดังสมการ



ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อนและผันกลับได้ ณ ภาวะสมดุล จึงมีสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ทุกชนิดผสมกัน

ถ้าต้องการเตรียมแก๊สแอมโมเนียให้ได้ปริมาณมาก ควรเตรียมที่อุณหภูมิต่ำและความดันสูงและควรใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อช่วยให้เกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น ดังนั้นการเตรียมแก๊สแอมโมเนียในอุตสาหกรรมจึงใช้แก๊สไนโตรเจนทำปฏิกิริยากับแก๊สไฮโดรเจนที่อุณหภูมิ 500 °C ความดัน 350 บรรยากาศ โดยมีเหล็กเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา กระบวนการสังเคราะห์ดังกล่าวนี้ถูกค้นพบในปี ค.ศ. 1912 โดยนักเคมีชาวเยอรมันชื่อ ฟรีดริช ฮาเบอร์ จึงเรียกกระบวนการนี้ว่า **กระบวนการฮาเบอร์**

สำหรับการเตรียมแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เพื่อใช้เป็นสารตั้งต้นในการเตรียมกรดซัลฟิวริก โดยให้แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจน ดังสมการ



ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน ดังนั้นถ้าต้องการได้ผลิตภัณฑ์มาก ควรลดอุณหภูมิและเพิ่มความดัน

สำหรับอุตสาหกรรมการผลิตแก๊สฟอสจีน (COCl_2) เพื่อใช้เป็นสารตั้งต้นในการเตรียมพลาสติกชนิดพอลีคาร์บอเนต ซึ่งมีสมบัติแข็งแรงและใส ทนความร้อนได้ดี นำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ขวดนมเด็ก ฝาครอบคอมพิวเตอร์ ไฟฟ้า พลาสติกชนิดพอลิยูรีเทน ซึ่งมีสมบัติยืดหยุ่น ทนการขีดข่วนได้ดี ใช้ทำนํ้ายาเคลือบผิว ล้อรถเข็น ชุดว่ายน้ำ

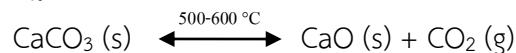
การเตรียมแก๊สฟอสจีนเริ่มต้นจากปฏิกิริยาระหว่างแก๊ส CO กับแก๊ส Cl₂ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น ดังสมการ
$$\text{CO (g)} + \text{Cl}_2 \text{ (g)} + \text{พลังงาน} \rightleftharpoons \text{COCl}_2 \text{ (g)}$$

ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคูดความร้อน ดังนั้นถ้าต้องการผลิตภัณฑ์มาก ควรเพิ่มอุณหภูมิและเพิ่มความดัน
อุตสาหกรรมการสังเคราะห์เพชรจากแกรไฟต์ ซึ่งเพชรและแกรไฟต์เป็นธาตุคาร์บอน แต่ปรากฏอยู่ในรูป
ต่างกัน นักวิทยาศาสตร์ได้ทดลองสังเคราะห์เพชรจากแกรไฟต์ สมการแสดงการเปลี่ยนแปลงเขียนได้ดังนี้



เนื่องจากเพชรมีความหนาแน่นสูงกว่าแกรไฟต์ การอัดแกรไฟต์ภายใต้ความดันสูงมากจะมีผลทำให้แกรไฟต์
เปลี่ยนเป็นเพชรได้มาก ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคูดความร้อน การเพิ่มความร้อนทำให้ได้ปริมาณของผลิตภัณฑ์
เพิ่มมากขึ้น ถึงแม้จะใช้อุณหภูมิและความดันสูงก็ต้องใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม เช่น โครเมียม เหล็ก หรือ
แพลทินัม

การผลิตแคลเซียมออกไซด์หรือปูนดิบ ทำได้โดยการเผาหินปูน เปลือกหอย ซึ่งมีองค์ประกอบส่วนใหญ่
เป็น CaCO₃ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้



ปูนดิบเป็นวัสดุสำคัญในการผลิตสารเคมีหลายชนิด เช่น แคลเซียมคาร์ไบด์ ใช้ในอุตสาหกรรม
เหล็กกล้าเพื่อกำจัดสารเจือปนที่เป็นกรดในแร่เหล็ก และเนื่องจากค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยานี้ขึ้นอยู่กับความ
เข้มข้นของ CO₂ ดังนั้นจึงต้องมีการถ่ายเทหรือระบายแก๊ส CO₂ ออกจากปฏิกิริยา เพื่อให้ปฏิกิริยาดำเนินไปใน
ทิศทางที่ทดแทนปริมาณ CO₂ ที่หายไป จึงทำให้ได้ CaO มากขึ้น

5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ(Engagement) (10 นาที)

5.5.1 ครูทบทวนความรู้เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล โดยใช้คำถามต่อไปนี้

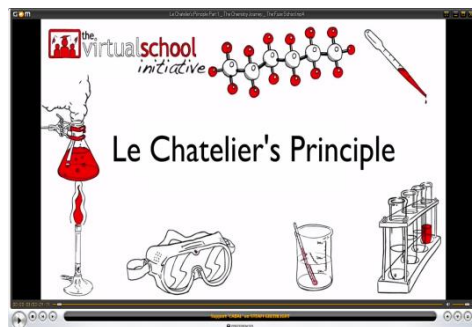
1) ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลมีอะไรบ้าง

(แนวคำตอบ: - การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล

- การเปลี่ยนแปลงความดันต่อภาวะสมดุล

- การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล)

2) ครูให้นักเรียนชมวิดีโอเรื่อง หลักของเลอชาเตอริเอ พร้อมบอกประวัติคร่าวๆของเลอชาเตอริเอ



ภาพ วิดีทัศน์หลักของเลอชาเตอริเอ

(ที่มา:<http://www.youtube.com/watch?v=7zuUV455zFs>)

3) นักเรียนคิดว่าหลักของเลอชาเตอริเอมีประโยชน์หรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ: มีประโยชน์เนื่องจากสามารถนำมาประยุกต์ในทางอุตสาหกรรมได้)

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (50 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 5 - 6 คนครูชี้แจงกับนักเรียนว่าในวันนี้จะเรียนเรื่องหลักของเลอชาเตอริเอและการใช้ประโยชน์

5.2.2 ครูแจกใบความรู้เรื่องหลักของเลอชาเตอริเอและการใช้ประโยชน์ จากนั้นครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้และสรุปเป็นแผนผังความคิดในเรื่องหลักของเลอชาเตอริเอและการใช้ประโยชน์ โดยให้ครูใช้คำถามนำเป็นแนวทางในการเขียนแผนผังความคิดของนักเรียน

- หลักของเลอชาเตอริเอกล่าวไว้ว่าอย่างไร

(แนวคำตอบ: เมื่อภาวะสมดุลถูกรบกวนระบบจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่จะลดผลของการรบกวนนั้นเพื่อให้ระบบเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง)

- เราสามารถนำหลักของเลอชาเตอริเอสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมได้อย่างไร

(แนวคำตอบ: การผลิตแก๊สแอมโมเนียซัลเฟอร์ไดออกไซด์ฟอสฟอรัสสังเคราะห์และปูนขาว)

5.2.3 ครูให้นักเรียนแลกเปลี่ยนแผนผังความคิดของตนเองกับเพื่อนที่นั่งข้างกัน

5.2.4 ครูให้นักเรียนตรวจสอบแผนผังความคิดของเพื่อนว่ามีส่วนใดที่เหมือนหรือแตกต่างจากแผนผังความคิดของตนเอง

5.2.5 ครูให้นักเรียนเปลี่ยนแผนผังความคิดกลับ และให้นักเรียนแก้ไขเพิ่มเติมแผนผังความคิดของตนเองในส่วนที่คิดว่ายังไม่สมบูรณ์

5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)(30 นาที)

5.3.1 ครูสุ่มตัวแทนนักเรียน 5 คน ออกมานำเสนอแผนผังความคิดของตัวเอง

5.3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในเรื่องหลักของเลอชาเตอริเอและการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม

- ถ้าเราต้องการเพิ่มปริมาณการผลิตแก๊สแอมโมเนียในอุตสาหกรรมจะต้องทำอย่างไร

(แนวคำตอบ: 1. เพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น

2. เพิ่มความดันให้กับระบบ

3. ลดอุณหภูมิของระบบ)

- ถ้าเราต้องการผลิตแคลเซียมออกไซด์หรือปูนดิบให้ได้ปริมาณมากในทางอุตสาหกรรม จะทำได้ได้อย่างไร

(แนวคำตอบ: ต้องมีการถ่ายเทหรือระบายแก๊ส CO_2 ออกจากปฏิกิริยาเพื่อให้ปฏิกิริยาดำเนินไปในทิศทางที่ทดแทนปริมาณ CO_2 ที่หายไปจึงทำให้ได้ CaO มากขึ้น)

5.4 ขยายความ (Elaboration) (15 นาที)

5.4.1 ครูให้นักเรียนเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาโจทย์เกี่ยวกับการใช้หลักเลอชาเตอลิเอร์ในอุตสาหกรรม

5.4.2 ครูให้นักเรียนแนวคิดในการนำความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้หลักเลอชาเตอลิเอร์ในอุตสาหกรรมไปใช้ประโยชน์

5.5 ประเมินผล (Evaluation) (5 นาที)

5.5.1 ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน จากการตอบคำถามและการแสดงความคิดเห็นในระหว่างทำกิจกรรม

5.5.2 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่องหลักของเลอชาเตอลิเอร์และการใช้ประโยชน์ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อการนำเสนอ Power Point

6.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

6.3 ใบความรู้เรื่อง หลักของเลอชาเตอลิเอร์และการใช้ประโยชน์

6.4 วิดีทัศน์เรื่องหลักของเลอชาเตอลิเอร์ ที่มา: <http://www.youtube.com/watch?v=7zuUV455zFs>

7. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1) อธิบายหลักของเลอชาเตอลิเอด์ 2) อธิบายการปรับตัวของระบบเมื่อสมดุลของระบบถูกรบกวนโดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอด์ 3) อธิบายการนำหลักของเลอชาเตอลิเอด์มาใช้ในกระบวนการอุตสาหกรรมได้	สังเกต/ ตรวจ - จากแผนผังความคิดเรื่อง หลักของเลอชาเตอลิเอด์และการใช้ประโยชน์ - การตอบคำถามระหว่างทำกิจกรรม	- แผนผังความคิดเรื่องหลักของเลอชาเตอลิเอด์และการใช้ประโยชน์	- นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 4) สืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องหลักของเลอชาเตอลิเอด์	สังเกต - จากการทำกิจกรรม	- แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียน	นักเรียนได้ผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านเจตคติ (A) 5) มีความสนใจในกิจกรรมรับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา	สังเกตจาก - ความสนใจในการทำกิจกรรม - การมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	นักเรียนแต่ละกลุ่ม ได้คะแนนอยู่ในระดับดีขึ้นไป

แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างของนักเรียนที่ปฏิบัติพฤติกรรมนั้นๆ

ข้อที่	รายการที่สังเกต	กลุ่มที่							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม								
2	แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล								
3	รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในชั้นเรียน								
4	ความตรงต่อเวลา								
5	รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย								
รวม									
ระดับคุณภาพ									

เกณฑ์การประเมิน

ระดับ 3 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 4-5 รายการ

ระดับ 2 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 2-3 รายการ

ระดับ 1 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 1 รายการ

เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียนตามกลุ่ม ระดับคุณภาพที่ประเมิน

ระดับ 3 เท่ากับ ดีมาก

ระดับ 2 เท่ากับ ดี

ระดับ 1 เท่ากับ พอใช้

ผลการประเมิน

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม
คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ - สกุล (กลุ่มที่)	รายการประเมิน																		รวม 18 คะแนน
	การวางแผนค้นคว้าแหล่งข้อมูล			การเก็บรวบรวมข้อมูล			การจัดกระทำข้อมูล			การนำเสนอข้อมูล			การสรุปผล			การเขียนรายงาน			
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1.																			
2.																			
3.																			
4.																			
5.																			
6.																			
7.																			
8.																			
9.																			
10.																			

เกณฑ์การประเมิน

ระดับคะแนน: 3 หมายถึง ดีมาก

2 หมายถึง ดี

1 หมายถึง พอใช้

ระดับคุณภาพ: คะแนนรวม 13 - 18 หมายถึง ดีมาก

คะแนนรวม 7 - 12 หมายถึง ดี

คะแนนรวม 1 - 6 หมายถึง พอใช้

ผลการประเมิน

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....

.

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในรายการที่ปฏิบัติ

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

หมายเหตุ

1. การให้คะแนน ✓ ถือเป็น 1 คะแนน
 2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)
- วิธีการให้คะแนน
- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
- ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
- ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
- ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
- ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
- ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

โรงเรียนสตรีศึกษา		
	ใบความรู้ที่ 9 เรื่องการใช้หลักของเลอชาเตอลีเอนในอุตสาหกรรม	
	ชื่อวิชา:ว30222 เคมีเพิ่มเติม	หน่วยกิต: 1.5
	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

1. หลักของเลอชาเตอลีเอน

พ.ศ. 2427 (ค.ศ.1884) นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ชื่อ อองรี ลุย เลอ ชาเตอลีเอน (Henri Louis Le Chatelier) ได้ศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อภาวะสมดุล และการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ภาวะสมดุลใหม่ไว้ เรียกว่า “หลักของเลอ ชาเตอลีเอน” ซึ่งมีความสำคัญดังนี้

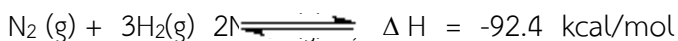
“เมื่อภาวะสมดุลถูกรบกวน ระบบจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่จะลดผลของการรบกวนนั้น เพื่อให้ระบบเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง”

เมื่อปฏิกิริยาเคมีเป็นชนิดผันกลับได้ และเกิดสมดุลไดนามิก ปฏิกิริยาก็จะอยู่ในภาวะสมดุล ภาวะสมดุลของระบบอาจจะถูกรบกวนด้วยปัจจัยหลายๆ อย่าง ดังที่ได้กล่าวมาแล้วคือความเข้มข้น ความดัน และอุณหภูมิ เมื่อระบบถูกรบกวนด้วยปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ ผลที่เกิดขึ้นคือระบบจะเสียสมดุล เนื่องจากความเข้มข้นของสารด้านใดด้านหนึ่งของปฏิกิริยามากขึ้น ดังนั้น ระบบก็พยายามปรับเข้าสู่ภาวะสมดุลใหม่ โดยการเปลี่ยนแปลงจากซ้ายไปขวาเพื่อให้เกิดสารผลิตภัณฑ์มากขึ้น หรือ เกิดการเปลี่ยนแปลงจากขวาไปซ้าย เพื่อให้ผลลิตน้อยลง

หลักของ เลอ ชาเตอลีเอน นี้มีความสำคัญต่อสมดุลในปฏิกิริยาเคมีมาก สามารถใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงของภาวะสมดุลเนื่องจากการรบกวนจากสิ่งแวดล้อม ใช้ทำนายผลของการเปลี่ยนแปลงภาวะในปฏิกิริยาเคมี และยังใช้เป็นแนวทางในการเลือกภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการอุตสาหกรรมหลายๆ ชนิด เพื่อให้ได้ผลผลิตมากที่สุด

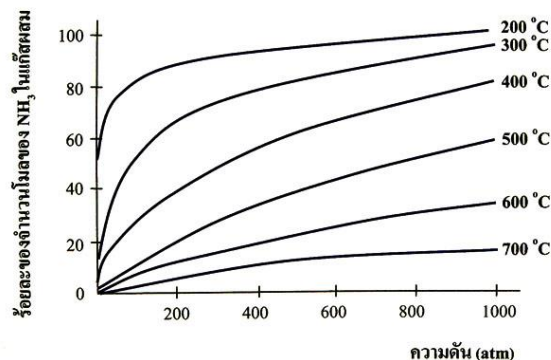
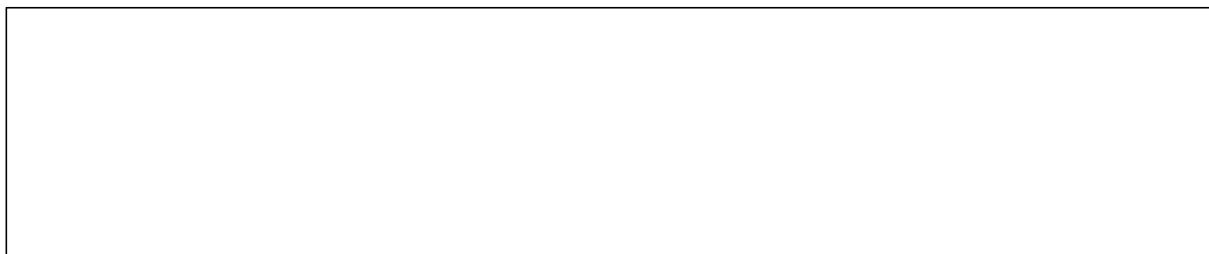
1.1 การใช้หลักของเลอชาเตอลีเอนในอุตสาหกรรม

ในวงการอุตสาหกรรมผู้ผลิตจะเลือกกรรมวิธีผลิตที่สามารถเปลี่ยนวัตถุดิบหรือสารตั้งต้นให้เกิด เป็นผลิตภัณฑ์ได้มากที่สุด โดยเสียเวลาและค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด จึงมีการนำหลักของเลอชาเตอลีเอนมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น การผลิตแก๊สแอมโมเนีย เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต พลาสติกหรือสีย้อม การผลิตแก๊สแอมโมเนียใช้สารตั้งต้นคือแก๊สไนโตรเจนที่ได้จากแก๊สธรรมชาติ ปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไนโตรเจนกับแก๊สไฮโดรเจนเกิดขึ้น ดังสมการ



ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อนและผันกลับได้ ณ ภาวะสมดุล จึงมีทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ทุกชนิดผสมกัน

- ให้นักเรียนหาแนวทางในการผลิตแก๊สแอมโมเนียให้ได้ปริมาณมากๆ โดยอาศัยหลักของเลอชาเตอลิเอร์



กราฟแสดงปริมาณของแก๊สแอมโมเนียที่ผลิตได้ ณ อุณหภูมิและความดันต่าง ๆ เมื่อใช้แก๊สไนโตรเจนและแก๊สไฮโดรเจนผสมกันในอัตราส่วน 1:3 โดยปริมาตร

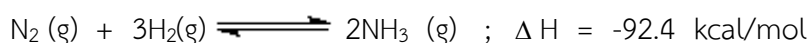
จากกราฟแสดงให้เห็นว่าความดันหนึ่งถ้าผลิตแก๊สแอมโมเนียที่อุณหภูมิต่ำจะได้ปริมาณแก๊สแอมโมเนียมากกว่าเมื่อผลิตที่อุณหภูมิสูงนักเรียนคิดว่าการได้แก๊สแอมโมเนียน้อยลงเมื่อเพิ่มอุณหภูมิเป็นไปตามหลักของเลอชาเตอลิเอร์หรือไม่อย่างไร

เนื่องจากปฏิกิริยาการผลิตแก๊สแอมโมเนียเป็นปฏิกิริยาคายความร้อนการลดอุณหภูมิจึงมีผลทำให้ระบบปรับตัวไปในทิศทางที่เกิดแก๊สแอมโมเนียมากขึ้นซึ่งเป็นไปตามหลักของเลอชาเตอลิเอร์

ณอุณหภูมิใดอุณหภูมิหนึ่งเมื่อเพิ่มความดันจะได้แก๊สแอมโมเนียมากขึ้นอธิบายได้ว่าเมื่อใช้แก๊สไนโตรเจน 1 โมลทำปฏิกิริยากับแก๊สไฮโดรเจน 3 โมล (รวมทั้งหมด 4 โมล) จะได้แก๊สแอมโมเนีย 2 โมลแสดงว่าการเกิดแก๊สแอมโมเนียทำให้จำนวนโมลรวมของแก๊สในระบบลดลงโดยที่ปริมาตรคงเดิมเป็นผลให้ความดันของแก๊สในระบบลดลงถ้าต้องการให้ได้แก๊สแอมโมเนียปริมาณมากขึ้นจึงทำได้โดยการเพิ่มความดันให้แก่ระบบ

ตัวอย่างของการนำหลักของ เลอชาเตอลิเอร์ไปใช้ในอุตสาหกรรมได้แก่ อุตสาหกรรมการผลิตแอมโมเนีย (NH₃) ซึ่งใช้ในอุตสาหกรรมปุ๋ย วัตถุระเบิด ฯลฯ

การเตรียมแอมโมเนีย (NH₃) ในอุตสาหกรรม จะใช้ก๊าซไนโตรเจน ทำปฏิกิริยากับก๊าซไฮโดรเจน ดังสมการ



ก๊าซ NH₃ เป็นผลผลิตที่ต้องการ ซึ่งอยู่ด้านขวาของสมการ การที่จะให้ได้ก๊าซ NH₃ มากขึ้นก็คือ การทำให้ปฏิกิริยาไปข้างหน้าเกิดมากขึ้น ซึ่งอาจจะทำได้ดังนี้

1. เพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น คือ N_2 และ H_2 จะทำให้ปฏิกิริยาไปข้างหน้ามากขึ้น ได้ก๊าซแอมโมเนียมากขึ้น

2. เพิ่มความดันให้กับระบบ เมื่อเพิ่มความดันให้กับระบบ ปฏิกิริยาจะดำเนินไปในทิศทางที่จะลดความดันลงคือเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้ามากขึ้น (ด้านที่มีจำนวนโมลน้อยกว่า) ทำให้ได้ก๊าซแอมโมเนียมากขึ้น

3. ลดอุณหภูมิของระบบ เนื่องจากปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน (ปฏิกิริยาไปข้างหน้า) ดังนั้นถ้าลดอุณหภูมิ คือการการระบายความร้อน ปฏิกิริยาที่คายความร้อนก็จะเกิดขึ้นได้ดี ดังนั้นการลดอุณหภูมิจึงทำให้ได้ผลิตภัณฑ์คือ แอมโมเนียมากขึ้น

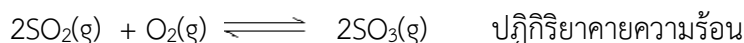
ฟรีตซ์ ฮาเบอร์ เป็นนักเคมีชาวเยอรมัน พบว่าภาวะเหมาะที่จะผลิต $NH_3(g)$ ในอุตสาหกรรมคือ ใช้ อุณหภูมิ $500^\circ C$ ความดัน 350 atm และมี Fe เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาโดยให้ $N_2(g)$ และ $H_2(g)$ ทำปฏิกิริยากัน พบว่า เกิด $NH_3(g)$ เพียง 30% เท่านั้นแล้วแยกก๊าซ NH_3 ออก ส่วนก๊าซ N_2 และ H_2 นำกลับไปใช้ผลิตใหม่ กระบวนการผลิต $NH_3(g)$ นี้เรียกว่า กระบวนการฮาเบอร์ (Haber process)

การเตรียมแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์

อุตสาหกรรม การผลิตสารเคมีอื่น ๆ ที่นำหลักของเลอชาเตอลิเอมาใช้ เช่น การเตรียมแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพื่อใช้เป็นสารตั้งต้นในการเตรียมกรด ซัลฟิวริก โดยให้แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจนดังสมการ

แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เป็นสารตั้งต้นในการเตรียมกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ทำได้โดย

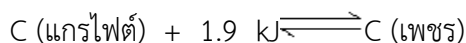
อาศัยปฏิกิริยาระหว่าง SO_2 กับ O_2 ดังสมการ



ตามหลักของเลอชาเตอลิเอระบบจะให้ผลิตภัณฑ์มากๆ คือจะต้องทำให้ปฏิกิริยาเกิดในทิศทางไปข้างหน้า นั่นคือ ภาวะที่ต้องเพิ่มความดัน และลดอุณหภูมิภาวะที่เหมาะสมในอุตสาหกรรม คือ ใช้ อุณหภูมิ $450^\circ C$ ความดัน 330 atm และใช้วานาเดียมเพนตะออกไซด์ (V_2O_5) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

การสังเคราะห์เพชรจากแกรไฟต์

อุตสาหกรรมอีกประเภทหนึ่ง ที่ใช้หลักของเลอชาเตอลิเอ เพื่อเพิ่มผลผลิต คือกระบวนการสังเคราะห์เพชรจากแกรไฟต์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ทำสำเร็จในปี พ.ศ. 2497 เขียนสมการได้ดังนี้



เนื่องจากเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน การเพิ่มอุณหภูมิจะทำให้เกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า มีผลิตภัณฑ์เกิดมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า เพชรมีความหนาแน่นมากกว่าแกรไฟต์ ปริมาตรต่อโมลของเพชรจึงน้อยกว่าของแกรไฟต์ การอัดแกรไฟต์ภายใต้ความดันที่สูงมากๆ จะทำให้ปริมาตรต่อโมลลดลง บางส่วนของแกรไฟต์จะเปลี่ยนเป็นเพชร

จากการศึกษาพบว่า ภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์เพชร คือ อุณหภูมิประมาณ $2000^\circ C$ ความดันระหว่าง $50,000 - 100,000\text{ atm}$ และใช้ โครเมียม เหล็ก หรือ แพลทินัม เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 22

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาเคมี (ว30222)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สมดุลเคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ย่อยสมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ

จำนวน 1 คาบ (55 นาที)

ภาคเรียนที่ 1

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายการปรับตัวของระบบเมื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลใหม่และการเลือกภาวะที่เหมาะสมในการผลิตสารเคมีในวงจรอุตสาหกรรมโดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอร์

2. สาระสำคัญ

กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิต ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติที่สิ่งแวดล้อมบางอย่างสามารถอธิบายได้ด้วยหลักการของสมดุลเคมี

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

3.1 นำหลักการของสมดุลเคมีมาใช้อธิบายกระบวนการและปฏิกิริยาต่างๆที่เกิดขึ้นในร่างกายของสิ่งมีชีวิตและอธิบายปรากฏการณ์ในธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้ (K)

3.2 สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการนำหลักการของสมดุลเคมีมาใช้อธิบายกระบวนการและปฏิกิริยาต่างๆที่เกิดขึ้นในร่างกายของสิ่งมีชีวิตและอธิบายปรากฏการณ์ในธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (P)

3.3 มีความสนใจในกิจกรรม รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา (A)

4. สาระการเรียนรู้

4.1 สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4.1.1 กระบวนการหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊สในระบบหมุนเวียนเลือด

การดำรงชีวิตของมนุษย์จะเกี่ยวข้องกับการหายใจและแลกเปลี่ยนแก๊สในระบบหมุนเวียนเลือดในภาวะปกติลักษณะของสมดุลไดนามิก เช่นกระบวนการหายใจและแลกเปลี่ยนแก๊สในระบบหมุนเวียนเลือดในภาวะปกติขณะที่ร่างกายพักผ่อนกระบวนการหายใจเป็นกระบวนการที่ฮีโมโกลบินรับแก๊สออกซิเจนที่แพร่ผ่านเนื้อเยื่อของกล้ามเนื้อเข้าสู่เส้นเลือดฝอย แล้วรวมกับฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงได้ออกซิฮีโมโกลบินขณะหายใจเข้า ความดัน

ของ O_2 ในถุงลมปอดสูงกว่าในเส้นเลือดฝอย ปฏิกริยาจึงดำเนินไปข้างหน้า จึงเกิดออกซิโมโกลบินมาก ซึ่งจะไหลเวียนไปสู่เซลล์ต่างๆ ของร่างกายเพื่อนำ O_2 ไปสันดาปกับสารอาหารในเซลล์ ผลจากการสันดาปอาหารจะได้แก๊ส CO_2 กับน้ำ และพลังงาน

4.1.2 ภาวะสมดุลของแคลเซียมในร่างกาย

ในร่างกายประกอบด้วยกระดูกซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำคัญของร่างกาย ทำให้คนรูปร่างแตกต่างกันไปตามลักษณะโครงกระดูกที่มีทั้งกระดูกแกนกลางและกระดูกยางค์ ซึ่งมีธาตุแคลเซียมเป็นองค์ประกอบสำคัญประมาณร้อยละ 98-99 ที่เหลืออีกร้อยละ 1-2 จะอยู่ในเนื้อเยื่อและกระแสเลือดโดยการรักษาภาวะสมดุลของธาตุแคลเซียมที่มีอยู่ในกระแสเลือดกับปริมาณธาตุแคลเซียมในกระดูกโดยมีวิตามินดีและฮอร์โมนจากต่อมพาราไทรอยด์ช่วยควบคุม ทำให้การทำงานของระบบต่างๆ ของร่างกายเป็นไปตามปกติ

5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ(Engagement) (5 นาที)

5.1.1 ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องหลักของเลอชาเตอริเอและการนำไปใช้ประโยชน์ โดยใช้คำถามต่อไปนี้

- หลักของเลอชาเตอริเอกล่าวอย่างไร

(แนวคำตอบ: เมื่อภาวะสมดุลถูกรบกวนระบบจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่จะลดผลของการรบกวนนั้นเพื่อให้ระบบเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง)

- มีการนำหลักของเลอชาเตอริเอไปประยุกต์ใช้ในด้านใดบ้าง

(แนวคำตอบ: การผลิตแก๊สแอมโมเนีย ชัลเฟอร์ไดออกไซด์ฟอสฟอรัสสังเคราะห์และปูนขาว)

5.1.2 ครูเชื่อมโยงความรู้ในเรื่องหลักของเลอชาเตอริเอและเรื่องสมดุลเคมีทั้งหมด และถามนักเรียนว่านักเรียนคิดว่าในสิ่งแวดล้อมหรือในร่างกายของเราจะมีสภาวะสมดุลเกิดขึ้นหรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ: มี เช่น ระบบการหายใจ ระบบแคลเซียมในร่างกาย เป็นต้น)

5.1.3 ครูชี้แจงนักเรียนว่าวันนี้เราจะเรียนในเรื่องการนำหลักการของสมดุลเคมีมาใช้อธิบายกระบวนการและปฏิกิริยาต่างๆ ที่เกิดในร่างกายของสิ่งมีชีวิตและอธิบายปรากฏการณ์ในธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)(25 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 5 - 6คน

5.2.2 ครูแจกใบความรู้เรื่องสมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมให้นักเรียน

5.2.3 ครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้และร่วมกันอภิปรายให้ได้เป็นข้อสรุปของกลุ่ม

5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)(10 นาที)

5.3.1 ครูให้ตัวแทนกลุ่มแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นเรื่องสมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

5.3.2 ครูถามนักเรียนว่า แต่ละกลุ่มได้ผลการสืบค้นและผลการศึกษาเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด โดยครูใช้คำถามนำสรุปในประเด็นต่อไปนี้

- ตัวอย่างสมดุลเคมีที่อยู่ในร่างกายของเรามีอะไรบ้าง

(แนวคำตอบ: กระบวนการหายใจและแลกเปลี่ยนแก๊สในระบบหมุนเวียนเลือด และสมดุลของแคลเซียมในร่างกาย)

- ในกระบวนการหายใจเกี่ยวข้องกับสมดุลของปฏิกิริยาข้างต้นอย่างไร

(แนวคำตอบ: ขณะที่หายใจเข้า O_2 จะผ่านหลอดลมและเข้าสู่ถุงลมปอด ความดันของ O_2 ในถุงลมปอดจะสูงกว่าความดันในเส้นเลือดฝอยและรวมตัวกับฮีโมโกลบินที่เม็ดเลือดแดงกลายเป็นออกซีสีโมโกลบิน ปฏิกิริยาจะดำเนินไปข้างหน้าจึงเกิดออกซีสีโมโกลบินมาก ซึ่งจะไหลเวียนไปสู่เซลล์ต่างๆ ของร่างกายเพื่อนำ O_2 ไปสันดาปกับสารอาหารในเซลล์)

- ความดันของระบบต่างๆในร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่และมีปัจจัยใดบ้างที่เกี่ยวข้องนักเรียนจะใช้หลักของเลอชาเตอลีเยออธิบายอาการไอพอกเซียได้อย่างไร

- ตัวอย่างสมดุลเคมีในสิ่งแวดล้อมมีอะไรบ้าง

- ความเป็นกรดของน้ำในธรรมชาติมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไร

5.3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความคิดรวบยอดเป็นของห้องในเรื่องสมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

5.4 ขยายความรู้ (Elaboration) (10 นาที)

5.4.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวคิดในการนำความเข้าใจเกี่ยวเรื่องสมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมไปใช้ประโยชน์

5.4.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเชื่อมโยงความคิดเกี่ยวกับเรื่องสมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

5.5 ประเมินผล (Evaluation) (5 นาที)

5.5.1 ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน จากการตอบคำถามและการแสดงความคิดเห็นในระหว่างทำกิจกรรม

5.5.2 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่องสมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อการนำเสนองาน Power Point

6.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

6.3 ใบความรู้เรื่อง สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

7. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1) นำหลักการของสมดุลเคมีมาใช้อธิบายกระบวนการและปฏิกิริยาต่างๆที่เกิดขึ้นในร่างกายของสิ่งมีชีวิตและอธิบายปรากฏการณ์ในธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้	สังเกต/ ตรวจ - จากการนำเสนอความคิดรวบยอดและข้อสรุปของกลุ่ม - จากการถามคำถามระหว่างทำกิจกรรม	- รายงานสรุปความคิดรวบยอดเรื่อง สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	- นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 2) สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการนำหลักการของสมดุลเคมีมาใช้อธิบายกระบวนการและปฏิกิริยาต่างๆที่เกิดขึ้นในร่างกายของสิ่งมีชีวิตและอธิบายปรากฏการณ์ในธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	สังเกต - จากการทำกิจกรรม	- แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียน	นักเรียนได้ผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านเจตคติ (A) 3) มีความสนใจในกิจกรรมรับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา	สังเกตจาก - ความสนใจในการทำกิจกรรม - การมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	นักเรียนแต่ละกลุ่ม ได้คะแนนอยู่ในระดับดีขึ้นไป

แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างของนักเรียนที่ปฏิบัติพฤติกรรมนั้นๆ

ข้อที่	รายการที่สังเกต	กลุ่มที่							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม								
2	แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล								
3	รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในชั้นเรียน								
4	ความตรงต่อเวลา								
5	รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย								
รวม									
ระดับคุณภาพ									

เกณฑ์การประเมิน

ระดับ 3 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 4-5 รายการ

ระดับ 2 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 2-3 รายการ

ระดับ 1 หมายถึง มีพฤติกรรมตามรายการที่ประเมิน 1 รายการ

เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียนตามกลุ่ม ระดับคุณภาพที่ประเมิน

ระดับ 3 เท่ากับ ดีมาก

ระดับ 2 เท่ากับ ดี

ระดับ 1 เท่ากับ พอใช้

ผลการประเมิน

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม
คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ - สกุล (กลุ่มที่)	รายการประเมิน																		รวม 18 คะแนน
	การวางแผนค้นคว้าแหล่งข้อมูล			การเก็บรวบรวมข้อมูล			การจัดกระทำข้อมูล			การนำเสนอข้อมูล			การสรุปผล			การเขียนรายงาน			
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1.																			
2.																			
3.																			
4.																			
5.																			
6.																			
7.																			
8.																			
9.																			
10.																			

เกณฑ์การประเมิน

ระดับคะแนน: 3 หมายถึง ดีมาก

2 หมายถึง ดี

1 หมายถึง พอใช้

ระดับคุณภาพ: คะแนนรวม 13 - 18 หมายถึง ดีมาก

คะแนนรวม 7 - 12 หมายถึง ดี

คะแนนรวม 1 - 6 หมายถึง พอใช้

ผลการประเมิน

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....

.

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....อนุญาต.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. พฤติกรรมนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมผู้สอน

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางการแก้ไข/ข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

..... / /

แบบบันทึกการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรม

คำชี้แจง : ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในรายการที่ปฏิบัติ

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

หมายเหตุ

1. การให้คะแนน ✓ ถือเป็น 1 คะแนน
 2. การสรุปและประเมินผลให้ระดับคุณภาพ 1, 2, 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ปฏิบัติได้ 0-2 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 1 (ปรับปรุง)
ปฏิบัติได้ 3-4 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 2 (ดี)
ปฏิบัติได้ 5-6 คะแนน ให้คุณภาพระดับ 3 (ดีมาก)
- วิธีการให้คะแนน
- ข้อ 1 นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ
- ข้อ 2 นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
- ข้อ 3 ทุกคนในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ
- ข้อ 4 นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม
- ข้อ 5 นักเรียนทุกคนมีความซื่อสัตย์
- ข้อ 6 นักเรียนทุกคนร่วมกันรักษาความสะอาดผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

ภาวะสมดุลของแคลเซียมในร่างกาย

แคลเซียมจัดเป็นธาตุที่มีปริมาณมากที่สุดในร่างกายของมนุษย์โดยคิดเป็นร้อยละ 1.5 – 2 ของน้ำหนัก ร่างกายผู้ใหญ่ปริมาณแคลเซียมในร่างกายร้อยละ 98-99 เป็นองค์ประกอบของฟันและกระดูกส่วนที่เหลือจะอยู่ในเนื้อเยื่อและกระแสเลือด

1. ความสำคัญของธาตุแคลเซียมที่มีต่อระบบการทำงานของร่างกาย

- สร้างและซ่อมแซมกระดูกและฟัน
- ทำงานร่วมกับเอนไซม์
- การหดตัวของกล้ามเนื้อ
- การบีบตัวคลายตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ
- การแข็งตัวของเลือด
- มีส่วนร่วมในกระบวนการเมแทบอลิซึมของวิตามินอี

จะเห็นได้ว่าธาตุแคลเซียมมีประโยชน์มีประโยชน์ต่อระบบการทำงานของร่างกาย ดังนั้นการรักษาภาวะสมดุลของธาตุแคลเซียมที่อยู่ในกระแสเลือดกับปริมาณธาตุแคลเซียมในกระดูกโดยวิตามินดีและฮอร์โมนจากต่อมพาราไทรอยด์ช่วยควบคุม ทำให้การทำงานของระบบต่างๆ ของร่างกายเป็นไปตามปกติ การลดปริมาณแคลเซียมในเลือดเพียงเล็กน้อยจะไปกระตุ้นให้มีการปลดปล่อยแคลเซียมจากกระดูกเพิ่มการดูดซึมแคลเซียมจากลำไส้ พร้อมกับลดการสูญเสียทางปัสสาวะหรือขณะที่ร่างกายอยู่ภาวะที่มีการซ่อมแซมกระดูกที่แตกหักก็จะเกิดการดูดซึมแคลเซียมเข้าไปในกระแสเลือดเพิ่มมากขึ้นกระบวนการที่เกิดขึ้นตามที่กล่าวมาแล้วมีลักษณะของสมดุลไดนามิกทั้งสิ้น

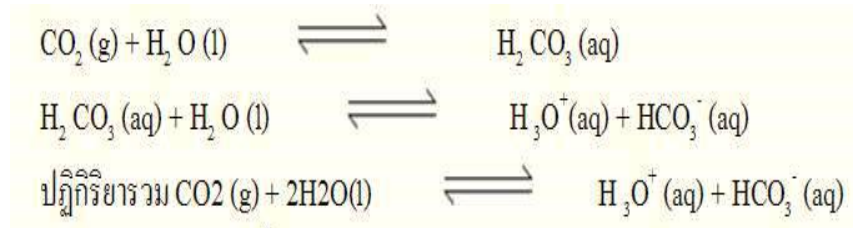
2 ภาวะสมดุลในสิ่งแวดล้อม

ปรากฏการณ์ในธรรมชาติเกิดเป็นวัฏจักรที่ส่งผลให้เกิดภาวะสมดุลของกระบวนการทางเคมีในสิ่งแวดล้อมทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต ดังนี้

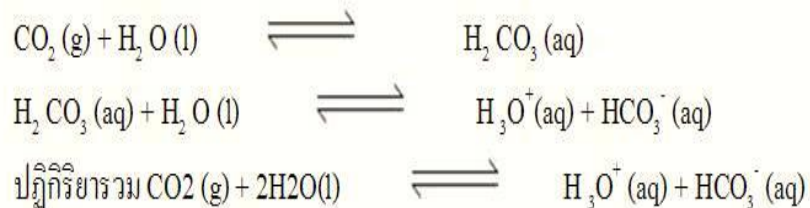
➤ ภาวะสมดุลของวัฏจักรคาร์บอน

วัฏจักรของคาร์บอน อะตอมของคาร์บอนมีบทบาทสำคัญในกระบวนการทางเคมีต่างๆ ทั้งในสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต ทำให้เกิดสารประกอบของคาร์บอนจำนวนมาก สารประกอบของคาร์บอนอาจจะสะสมในรูปของมวลชีวภาพ สารอินทรีย์ที่ตกตะกอนทับถมกัน หรือในรูปของคาร์บอนเนตในหินปูนในเปลือกหอยและปะการัง สารประกอบของคาร์บอนจะมีการหมุนเวียนกลับสู่บรรยากาศและแหล่งน้ำได้โดยกระบวนการหายใจ การเผาไหม้และการเน่าเปื่อย เมื่อ CO_2 ถูกปล่อยออกมาในบรรยากาศ บางส่วนจะคงอยู่ในบรรยากาศ บางส่วนจะละลายลงในแหล่งน้ำ มหาสมุทร หรือละลายในน้ำฝนแล้วซึมลงดิน ปริมาณของแก๊ส CO_2 ในบรรยากาศกับในแหล่งน้ำบนพื้นโลกจะอยู่ในภาวะสมดุลกันการเพิ่มปริมาณ CO_2 ให้กับบรรยากาศจะมีผลให้เกิดการละลายของ CO_2 ลงในแหล่งน้ำมากขึ้น เพื่อลดผลของการรบกวนสมดุลตามหลักของเลอชาเตอลิเอร์ ซึ่งในที่สุดก็จะปรับเข้าสู่สมดุลใหม่ การละลายน้ำของแก๊ส CO_2 เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้น้ำในธรรมชาติมีสภาพเป็นกรด ปัจจุบันแก๊ส CO_2 ในบรรยากาศมีปริมาณเพิ่มขึ้น เพราะว่ามี การเผาไหม้เชื้อเพลิงจำนวนมากในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม การขับเคลื่อนยานพาหนะที่ใช้สัจจอร์ และในการดำรงชีวิตประจำวัน รวมทั้งการทำลายป่า มีผลทำให้ฝนที่ตกลง

มาและน้ำในแหล่งต่างๆมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น ปฏิกิริยาจากการละลายของ CO_2 ที่ทำให้มีสภาพความเป็นกรดเป็นดังนี้



สภาพความเป็นกรดของน้ำในสิ่งแวดล้อมทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่างๆ ตัวอย่างที่พบเห็นในธรรมชาติ เช่น การเกิดหินงอกและหินย้อย ซึ่งเกิดจากน้ำที่มีสภาพความเป็นกรดไหลซึมผ่านพื้นดินและทำปฏิกิริยากับหินปูน จะได้ผลิตภัณฑ์เป็นแคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต แคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตจะละลายในน้ำที่ซึมผ่านจนอิ่มตัวและอาจมีความเข้มข้นถึง 200 ppm เมื่อน้ำไหลซึมผ่านเข้าไปในถ้ำซึ่งมี CO_2 ในบรรยากาศเข้มข้นประมาณร้อยละ 0.04 สารละลายดังกล่าวจะอยู่ในภาวะสมดุลกับบรรยากาศภายในถ้ำ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้



ในปฏิกิริยารวมข้างต้นนี้ ปฏิกิริยาไปข้างหน้าถึงการละลายน้ำของ CO_2 จากอากาศหรือจากการเน่าเปื่อยของซากพืชและสัตว์ในดิน ทำให้น้ำมีสภาพเป็นกรด ถ้าสารละลายมีความเป็นกรดสูงจะละลาย CaCO_3 จากแหล่งหินปูนได้ดี หินปูนจึงเกิดการผุกร่อนเป็นโพรงหรือถ้ำได้ เมื่อสารละลายไหลไปตามผนังหรือหยดลงบนพื้นถ้ำและน้ำหรือ CO_2 สามารถแยกตัวออกจากสารละลายได้ ปฏิกิริยาจะเกิดย้อนกลับ เป็นผลให้มี CaCO_3 ตกผลึกแยกออกมาเกิดเป็นหินย้อยตามเพดานหรือหินงอกบนผนังภายในถ้ำ ปฏิกิริยาย้อนกลับเกิดได้ช้ามาก ต้องใช้เวลานานหลายร้อยหลายพันปีกว่าจะได้หินย้อยและหินงอกที่มีสภาพใหญ่โตและสวยงาม