

แผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา เคมีเพิ่มเติม รหัส ว30223

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

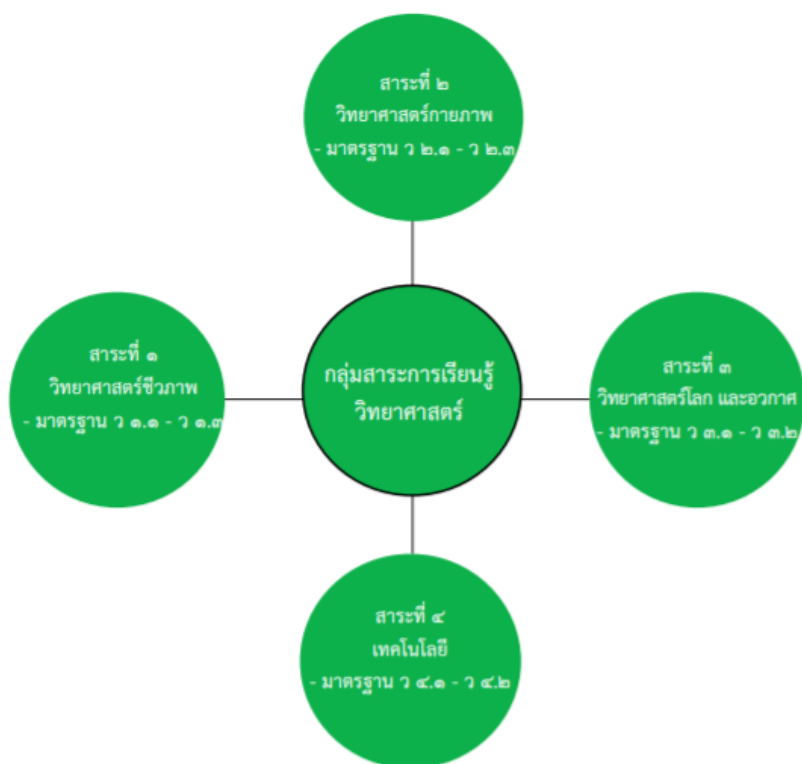


โดย

คุณครูอุษราภรณ์ สุวรรณ

โรงเรียนสตรีศึกษา

หลักสูตร
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
และเทคโนโลยี



วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

- สาระชีววิทยา
- สาระเคมี
- สาระฟิสิกส์
- สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

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 ทิศทางการลำเลียงสารในไซเล็ม และโฟลเอ็ม การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ และไม่อาศัยเพศของพืชดอก โครงสร้างของดอก การปฏิสนธิของพืช ดอก การเกิดผลและเมล็ด การกระจายเมล็ด และการงอกของเมล็ด ธาตุอาหารบางชนิดที่มีผลต่อการเจริญเติบโต เลือกใช้ปุ๋ยที่มีธาตุอาหาร วิธีการขยายพันธุ์พืช การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช สมบัติทางกายภาพบางประการของธาตุโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะคุณค่าของการใช้ธาตุโลหะ อโลหะกึ่งโลหะ ธาตุกัมมันตรังสี จุดเดือดจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม ความหนาแน่นของสารบริสุทธิ์และสารผสม ใช้เครื่องมือเพื่อวัดมวลและปริมาตรของสารบริสุทธิ์และสารผสม ความสัมพันธ์ระหว่างอะตอมธาตุและสารประกอบ โครงสร้างอะตอม แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค ความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร

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 เยื่อหุ้มเซลล์ไซโทพลาซึมนิวเคลียส แวคิวโอล ไมโทคอนเดรียและคลอโรพลาสต์
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 การเกิดผลและเมล็ดและการกระจายเมล็ด 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 สิ่งแวดล้อมเศรษฐกิจ และสังคม จากข้อมูลที่รวบรวมได้
21. ตระหนักถึงคุณค่าของการใช้ธาตุโลหะ โลหะกึ่งโลหะ ธาตุกัมมันตรังสีโดยเสนอแนวทางการใช้ธาตุอย่างปลอดภัย คุ้มค่า
22. เปรียบเทียบจุดเดือดจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสม โดยการวัดอุณหภูมิเขียนกราฟแปลความหมายข้อมูลจากกราฟ 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 ออกแบบเลือกใช้และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน 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. ใช้เทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิของสสาร
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 และ ค่านิยมที่เหมาะสม

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. ระบุวัยวะและบรรยายหน้าที่ของวัยวะที่เกี่ยวข้องในระบบหายใจ
2. อธิบายกลไกการหายใจเข้าและออก โดยใช้แบบจำลอง รวมทั้งอธิบายกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊ส
3. ตระหนักถึงความสำคัญของระบบหายใจโดยการบอกแนวทางในการดูแลรักษาวัยวะในระบบหายใจให้ทำงานเป็นปกติ
4. ระบุวัยวะและบรรยายหน้าที่ของวัยวะในระบบขับถ่ายในการกำจัดของเสียทางไต
5. ตระหนักถึงความสำคัญของระบบขับถ่ายในการกำจัดของเสียทางไต โดยการบอกแนวทางในการปฏิบัติตนที่ช่วยให้ระบบขับถ่ายทำหน้าที่ได้อย่างปกติ
6. บรรยายโครงสร้างและหน้าที่ของหัวใจหลอดเลือด และเลือด
7. อธิบายการทำงานของระบบหมุนเวียนเลือดโดยใช้แบบจำลอง
8. ออกแบบการทดลองและทดลอง ในการเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจ ขณะปกติและหลังทำกิจกรรม
9. ตระหนักถึงความสำคัญของระบบหมุนเวียนเลือดโดยการบอกแนวทางในการดูแลรักษาวัยวะในระบบหมุนเวียนเลือดให้ทำงานเป็นปกติ
10. ระบุวัยวะและบรรยายหน้าที่ของวัยวะในระบบประสาทส่วนกลางในการควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของร่างกาย
11. ตระหนักถึงความสำคัญของระบบประสาทโดยการบอกแนวทางในการดูแลรักษา รวมถึงการป้องกันการกระทบกระเทือนและอันตรายต่อสมองและไขสันหลัง
12. ระบุวัยวะและบรรยายหน้าที่ของวัยวะในระบบสืบพันธุ์ของเพศชายและเพศหญิงโดยใช้แบบจำลอง
13. อธิบายผลของฮอร์โมนเพศชายและเพศหญิงที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย เมื่อเข้าสู่วัยหนุ่มสาว
14. ตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงของร่างกายเมื่อเข้าสู่วัยหนุ่มสาว โดยการดูแลรักษาร่างกายและจิตใจของตนเองในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลง
15. อธิบายการตกไข่การมีประจำเดือนการปฏิสนธิและการพัฒนาของไซโกตจนคลอดเป็นทารก
16. เลือกวิธีการคุมกำเนิดที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนด
17. ตระหนักถึงผลกระทบของการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร โดยการประพฤติตนให้เหมาะสม
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 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการใช้ น้ำ 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. เปรียบเทียบแหล่งของสนามแม่เหล็กสนามไฟฟ้า 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. ตรวจสอบสมบัติบางประการของดิน โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมและนำเสนอแนวทางการใช้ประโยชน์ดินจากข้อมูลสมบัติของดิน
29. อธิบายปัจจัยและกระบวนการเกิดแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินจากแบบจำลอง
30. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการใช้น้ำ และนำเสนอแนวทางการใช้น้ำอย่างยั่งยืนในท้องถิ่นของตนเอง
31. สร้างแบบจำลองที่อธิบายกระบวนการเกิดและผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่งดินถล่ม หุ่นยุบ 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 ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสงโดย ทศนอุปกรณ์ แสงกับการมองเห็น

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

หน่วยการเรียนรู้

1. พอลิเมอร์ เซรามิก วัสดุผสม
2. ปฏิกิริยาเคมี
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. วิเคราะห์ปฏิกิริยาดูดความร้อน และปฏิกิริยาคายความร้อน จากการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนของปฏิกิริยา
6. อธิบายปฏิกิริยาการเกิดสนิมของเหล็ก ปฏิกิริยาของกรดกับโลหะ ปฏิกิริยาของกรดกับเบส และปฏิกิริยาของเบสกับโลหะ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และอธิบายปฏิกิริยาการเผาไหม้การเกิดฝนกรด การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้สารสนเทศ รวมทั้งเขียนสมการข้อความแสดงปฏิกิริยาดังกล่าว
7. ระบุประโยชน์และโทษของปฏิกิริยาเคมีที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และยกตัวอย่างวิธีการป้องกันและแก้ปัญหาที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน จากการสืบค้นข้อมูล
8. ออกแบบวิธีแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีโดยบูรณาการวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์
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. อธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง 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. อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากการผสมโดยพิจารณาลักษณะเดียวที่แอลลีลเด่นข่ม แอลลีลด้อยอย่างสมบูรณ์
13. อธิบายการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของลูกและคำนวณอัตราส่วนการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูก
14. อธิบายความแตกต่างของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส
15. บอกได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซมอาจทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรม พร้อมทั้งยกตัวอย่างโรคทางพันธุกรรม
16. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้เรื่องโรคทางพันธุกรรมโดยรู้มาก่อนแต่งงานควรปรึกษาแพทย์เพื่อตรวจและวินิจฉัยภาวะเสี่ยงของลูกที่อาจเกิดโรคทางพันธุกรรม
17. อธิบายการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม และผลกระทบที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้
18. ตระหนักถึงประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมโดยการเผยแพร่ความรู้ที่ได้จากการได้แย่งทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีข้อมูลสนับสนุน
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. สังเกตและอธิบายหลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย วงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่ายที่ประกอบขึ้นในของเล่น
3. ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องกลอย่างง่าย วงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่ายที่ประกอบขึ้นในของเล่นที่กำหนด
4. ออกแบบและประดิษฐ์ของเล่นโดยใช้เครื่องกลอย่างง่าย และไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่าย มีเจตคติที่ดีต่อหลักการทางวิทยาศาสตร์ในของเล่น

คำอธิบายรายวิชา

ทักษะการใช้และดูแลอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ รหัสวิชา ว21202 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

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 จากการใช้ เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการ ความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่ เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ดูแลรักษาสสิ่งมีชีวิตอื่น 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 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 20 ชั่วโมง จำนวน 0.5 หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์ และทดลองเกี่ยวกับกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ของเล่นพื้นบ้าน
 เชิงวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เริ่มต้นกับโครงงานวิทยาศาสตร์
 โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบค้นข้อมูล การอภิปราย กระบวนการสำรวจตรวจสอบและ
 กระบวนการฝึกปฏิบัติ เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ ใช้กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ สามารถ
 สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้มุ่งมั่นในการทำงาน มีความสามารถในการตัดสินใจ การใช้เทคโนโลยี เป็นผู้ใฝ่รู้ใฝ่เรียน มีจิต
 วิทยาศาสตร์ 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

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ

เวลา 20 ชั่วโมง

จำนวน 0.5 หน่วยกิต

ศึกษา สืบค้น วิเคราะห์ อธิบาย อภิปราย จำแนกสารออกเป็นกลุ่มตามเนื้อสารและขนาดของอนุภาค สัญลักษณ์และสมบัติของธาตุตามตารางธาตุ ทดลองและนำเสนอความรู้เกี่ยวกับสมบัติของสารประกอบกรด เบส เกลือ ปฏิกริยาระหว่างโลหะกับออกซิเจน 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 สืบค้นเกี่ยวกับปฏิกริยาระหว่างโลหะกับออกซิเจน โลหะกับน้ำ โลหะกับกรด กรดกับเบส กรดกับคาร์บอเนต และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
5. ใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารเคมีในบ้าน ผลของสารเคมีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ตระหนักถึงการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย ป้องกันและแก้ไขอย่างถูกต้อง

รายวิชาพื้นฐาน มัธยมศึกษาตอนปลาย

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (ฟิสิกส์)
ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
เวลา 60 ชั่วโมง

ศึกษาพลังงานนิวเคลียร์ฟิชชันและฟิวชัน และความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันและฟิวชัน การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานโดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน การแทรกสอด ความถี่ธรรมชาติ การสั่นพ้อง และผลที่เกิดขึ้นจากการสั่นพ้อง การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน การแทรกสอด และการรวมคลื่นของคลื่นเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงกับระดับเสียงและผลของความถี่กับระดับเสียงที่มีต่อการได้ยินเสียง การเกิดเสียงสะท้อนกลับปิด ดอปเพลอร์ 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 และความสัมพันธะระหว่างมวลกับพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันและฟิวชัน
2. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานโดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย
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 สำนวนตรวจสอบ ศึกษา วิเคราะห์ อภิปราย อธิบายและระบุข่าวสารเป็นธาตุหรือสารประกอบ และอยู่ในรูปอะตอม โมเลกุล หรือไอออนจากสูตรเคมี แบบจำลองอะตอมของโบร์กับแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก จำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอม และไอออนที่เกิดจากอะตอมเดียว สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ ไอโซโทป หมู่และคาบของธาตุ ธาตุโลหะ ธาตุโลหะ กึ่งโลหะ กลุ่มธาตุเรฟรีเซนเทฟ หรือกลุ่มธาตุแทรนซิชัน จากตารางธาตุ สมบัติการนำไฟฟ้า การให้และรับอิเล็กตรอนระหว่างธาตุในกลุ่มโลหะกับอโลหะ ประโยชน์และอันตรายที่เกิดจากธาตุเรฟรีเซนเทฟและธาตุแทรนซิชัน พันธะโคเวเลนต์ พันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม จำนวนคู่อิเล็กตรอนระหว่างอะตอมคู่ร่วมพันธะจากสูตรโครงสร้างสภาพขั้วของสารที่โมเลกุลประกอบด้วย ๒ อะตอม สารที่เกิดพันธะไฮโดรเจนได้จากสูตรโครงสร้าง ความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของสารโคเวเลนต์กับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลตามสภาพขั้วหรือการเกิดพันธะไฮโดรเจน สูตรเคมีของไอออนและสารประกอบไอออนิก สารเกิดการละลายแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัว สารละลายอิเล็กโทรไลต์หรือไม่นอิเล็กโทรไลต์ สารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอน สมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์ สมบัติความเป็นกรด-เบสของสารประกอบอินทรีย์ สมบัติการละลายในตัวทำละลายชนิดต่างๆ ของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติเทอร์มอพลาสติกและเทอร์โมเซตของพอลิเมอร์ 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 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. 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 พร้อมให้เหตุผลและระบุว่าสารละลายที่ได้เป็น สารละลาย อิเล็กโทรไลต์หรือนอนอิเล็กโทรไลต์(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
๒๓. อธิบายความหมายของปฏิกิริยารีดอกซ์
๒๔. อธิบายสมบัติของสารกัมมันตรังสีและคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี

๒๕. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์ของสารกัมมันตรังสีและการป้องกันอันตรายที่เกิดจากกัมมันตภาพรังสี

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาเคมีพื้นฐาน

รหัสวิชา ว ๓๐๑๐๒

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔

เวลา ๓ ชั่วโมง/สัปดาห์ เวลา ๖๐ ชั่วโมง/ภาคเรียน

ภาคเรียนที่ ๑

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

สืบค้นข้อมูล สำนวจตรวจสอบ ศึกษา วิเคราะห์ อภิปราย และอธิบายข้อปฏิบัติเบื้องต้นการใช้อุปกรณ์เครื่องมือแสดงถึงการปฏิบัติการเคมีเพื่อให้มีความปลอดภัยทั้งต่อตนเอง ผู้อื่นและ สิ่งแวดล้อม และเสนอแนวทางแก้ไขเมื่อเกิด อุบัติเหตุ แบบจำลองอะตอมของดอลตัน ทอมสัน รัทเทอร์ฟอร์ดแบบจำลองอะตอมของโบร์ คลื่นและสมบัติของคลื่นแสงสเปกตรัมของธาตุและการแปลความหมายแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก วิวัฒนาการของการสร้างตารางธาตุสมบัติของธาตุตามหมู่และตามคาบพันธะไอออนิก การเกิดพันธะ ไอออนิก โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบไอออนิกพลังงานกับการเกิด สารประกอบไอออนิก สมบัติสารประกอบไอออนิก ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก การเกิดพันธะโคเวเลนต์ชนิดของพันธะโคเวเลนต์ แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ สารโคผลึกร่างตาข่ายสมบัติของโลหะ พันธะโลหะความยาวพันธะและพลังงานพันธะสมบัติของสารประกอบของธาตุ ตามคาบปฏิกิริยาของธาตุและสารประกอบ ของธาตุตามหมู่สารประกอบของธาตุแทรนซิชันสมบัติของธาตุกัมมันตรังสีและการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี ความหมายของปฏิกิริยาฟิชชันปฏิกิริยาฟิวชันและปฏิกิริยาฟิวชันประโยชน์และโทษของธาตุและสารประกอบในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์การสืบเสาะหาความรู้การสำรวจตรวจสอบการสืบค้นข้อมูลและการอภิปรายเพื่อให้เกิดความรู้ความคิดความเข้าใจสามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้มีความสามารถในการตัดสินใจ รวมทั้งการบูรณาการ ความรู้ละทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์รักชาติศาสน์กษัตริย์ อยู่อย่างพอเพียงซื่อสัตย์มีวินัยใฝ่เรียนรู้มุ่งมั่นในการทำงานรักความเป็นไทยและมีจิตสาธารณะ

ตัวชี้วัด

ว 2.1 ม.4/1 – ม.4/24

รวมทั้งหมด 24 ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด

๑. บอกและอธิบายข้อปฏิบัติเบื้องต้น และปฏิบัติตนแสดงถึงในการทำปฏิบัติการเคมีเพื่อให้เกิดความปลอดภัยทั้งต่อตนเอง 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 และกึ่งโลหะของธาตุเรฟรีเซนเททีฟและธาตุ แทรนซิชันในตารางธาตุ
๙. วิเคราะห์ และบอกแนวโน้มสมบัติของธาตุ เรฟรีเซนเททีฟตามหมู่และตามคาบ
๑๐. บอกสมบัติของธาตุโลหะทรานซิชัน และ เปรียบเทียบสมบัติกับธาตุโลหะในกลุ่มธาตุ เรฟรีเซนเททีฟ
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. คาคคเนรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยใช้ ทฤษฎีการผลัก ระหว่างคู่อิเล็กตรอนตรอนในวงเวเลนซ์ และ ระบุสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์
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 การรักษาดุลยภาพของน้ำ 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

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะ หาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การอธิบาย การอภิปรายและสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิดความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเองและดูแลรักษาสิ่งมีชีวิตอื่นๆ 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. อธิบายหลักการถ่ายทอดลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศและมัลติเปิลแอลลีล
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 การลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่เข้าและออกจากเซลล์ด้วยการกระบวนการเอกโซไซโทซิสและเอนโดไซโทซิส 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 และการแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์และลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต
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. อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำผิวน้ำในมหาสมุทรและรูปแบบการหมุนเวียนของน้ำผิวน้ำในมหาสมุทร
22. อธิบายผลของการหมุนเวียนของอากาศและน้ำผิวน้ำในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะภูมิอากาศ ลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม
23. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก พร้อมทั้งนำเสนอแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก
24. แปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศ และนำข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ มาวางแผนการดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับสภาพลมฟ้าอากาศ

รายวิชาเพิ่มเติม มัธยมศึกษาตอนปลาย

คำอธิบายรายวิชา

ฟิสิกส์ เล่ม 1

รายวิชาเพิ่มเติม (ว30201)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เวลา 80 ชั่วโมง

ศึกษางานของแรงคงตัวจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง กำลังเฉลี่ย พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออก ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น ความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ งานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์ กฎการอนุรักษ์พลังงานกล ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล การทำงาน ประสิทธิภาพ การได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุลในการพิจารณา โมเมนตัมของวัตถุ การดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัม ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น การติดตัวแยกจากกันเป็นหนึ่งในมิติที่เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม สมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบ ผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ แผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุล สมดุลของแรงสามแรง สภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ และผลของศูนย์กลางที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ 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 กับ การเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกลได้
4. อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิด โดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุล รวมทั้งคำนวณประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลได้
5. อธิบายและคำนวณโมเมนตัมของวัตถุและการดลจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับเวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัมได้

6. ทดลอง อธิบาย และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติทั้งแบบยืดหยุ่น 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 และการเลี้ยวเบนของคลื่นผิวหน้ารวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง 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

ฟิสิกส์ เล่ม 4

รายวิชาเพิ่มเติม (ว30204)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ

เวลา 80 ชั่วโมง

ศึกษาเส้นสนามแม่เหล็ก ฟลักซ์แม่เหล็ก สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำเส้นตรง และโซเลนอยด์ แรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อเส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้า ผ่านและวางในสนามแม่เหล็ก รัศมีความโค้งของการเคลื่อนที่เมื่อประจุเคลื่อนที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก แรงระหว่างเส้นลวดตัวนำคู่ขนานที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน หลักการทำงานของแกลวนอมิเตอร์และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง การเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำกฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ความต่างศักย์อาร์เอ็มเอสและกระแสไฟฟ้าอาร์เอ็มเอส ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสการแปลงอีเอ็มเอฟของหม้อแปลง 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. อธิบายหลักการทำงานของแกลวนอมิเตอร์และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
4. สังเกต และอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำกฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งนำความรู้เรื่องอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า
5. อธิบาย และคำนวณความต่างศักย์อาร์เอ็มเอสและกระแสไฟฟ้าอาร์เอ็มเอส
6. อธิบายหลักการทำงานและประโยชน์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสการแปลงอีเอ็มเอฟของหม้อแปลง และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
7. อธิบายการเกิดและลักษณะเฉพาะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แสงไมโครเวฟ แสงโพลาไรส์เชิงเส้น และแผ่นโพลาไรซ์รวมทั้งอธิบายการนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้และหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
8. สืบค้น และอธิบายการสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่านสารสนเทศและเปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณแอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล

คำอธิบายรายวิชา ฟิสิกส์ เล่ม 5

รายวิชาเพิ่มเติม (ว30205)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
เวลา 80 ชั่วโมง

ศึกษาความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ ความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะและความร้อนที่เกิดจากการถ่ายโอนตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน สภาพยืดหยุ่นและลักษณะการยืดและหดตัวของวัสดุที่เป็นแท่ง เมื่อถูกกระทำด้วยแรงค่าต่าง ๆ ความเค้นตามยาว ความเครียดตามยาวและมอดูลัสของยัง สภาพยืดหยุ่น ความดันเกจ ความดันสมบูรณ์ 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 แรงนิวเคลียร์ เสถียรภาพของนิวเคลียส และพลังงานยึดเหนี่ยว ปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชันและฟิวชัน รวมทั้งคำนวณพลังงานนิวเคลียร์ ประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์และรังสี อันตรายและการป้องกันรังสีในด้านต่าง ๆ การค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค แบบจำลองมาตรฐานและการใช้ประโยชน์จากการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคด้านต่าง ๆ

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การอธิบาย การอธิบายและการสรุปผล

เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความคิด และความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตตนเอง ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่ถูกต้อง

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายและคำนวณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ ความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะและความร้อนที่เกิดจากการถ่ายโอนตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน
2. อธิบายสภาพยืดหยุ่นและลักษณะการยืดและหดตัวของวัสดุที่เป็นแท่ง เมื่อถูกกระทำด้วยแรงค่าต่าง ๆ รวมทั้งทดลอง อธิบายและคำนวณความเค้นตามยาว ความเครียดตามยาวและมอดูลัสของยัง และนำความรู้เรื่องสภาพยืดหยุ่นไปใช้ในชีวิตประจำวัน
3. อธิบายและคำนวณความดันเกจ ความดันสมบูรณ์ และความดันบรรยากาศ รวมทั้งอธิบายหลักการทำงานของแมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ และเครื่องอัดไฮโดรลิก
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 ที่เกี่ยวข้องกับ ความเข้มข้นของสารละลาย คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส คำนวณ ปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน ระบุสารกำหนดปริมาณ และคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจ ตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ เพื่อคุณค่าของการนำประโยชน์ไปใช้ในชีวิตรประจำวัน มีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ อยู่อย่างพอเพียง 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 ที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของสารละลาย
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 รวมทั้งคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุลของระบบถูกรบกวน โดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอร์

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 ของแก๊ส ที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎรวมแก๊ส การคำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวลของแก๊ส จากความสัมพันธ์ตามกฎของอาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ การคำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน การแพร่ของแก๊สโดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส การคำนวณและเปรียบเทียบอัตรา การแพร่ของแก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติ และกฎต่าง ๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม สืบค้น ทดลอง วิเคราะห์ เกี่ยวกับไฟฟ้าเคมี ปฏิกริยารีดอกซ์ การดุลสมการรีดอกซ์ เซลล์ไฟฟ้าเคมี เซลล์กัลวานิก การเขียนแผนภาพของเซลล์กัลวานิก ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์และศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ ประเภทของเซลล์ กัลวานิก 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 อาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ
๔. คำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน
๕. อธิบายการแพร่ของแก๊สโดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คำนวณและเปรียบเทียบอัตราการแพร่ของแก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม
๖. สืบค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่าง และอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม
๗. คำนวณเลขออกซิเดชัน และระบุปฏิกิริยาที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์
๘. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันและระบุตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ รวมทั้งเขียนครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์

๙. ทดลอง และเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ และเขียนแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์

๑๐. ดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา

๑๑. ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า และเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์

๑๒. คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า ชั่วไฟฟ้าและปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น

๑๓. อธิบายหลักการทำงาน และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ

๑๔. ทดลองชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า และอธิบายหลักการทำงานเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ และการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ

๑๕. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน

รวม ๑๕ ผลการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา เคมี ๔

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

ภาคเรียนที่ ๑

รหัสวิชา ว ๓๐๒๒๔

เวลา ๓ ชั่วโมง/สัปดาห์ เวลา ๖๐ ชั่วโมง/ภาคเรียน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาวิเคราะห์ พันธะของคาร์บอน การเขียนสูตรโครงสร้างสารประกอบอินทรีย์ไอโซเมอร์ซีมและ หมู่ฟังก์ชัน สมบัติบางประการของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน แอลเคน แอลคีน แอลไคน์ และอะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน สารประกอบอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ แอลกอฮอล์ ฟีนอล อีเทอร์ แอลดีไฮด์ และคีโตน กรดคาร์บอกซิลิก และเอสเทอร์ สารประกอบอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เอมีน สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนและไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เอไมด์ ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ ปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ ผลึกภัณฑ์จากพอลิเมอร์ ความก้าวหน้าทาง เทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์สังเคราะห์ การก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์สังเคราะห์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและ การอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้มีความสามารถในการตัดสินใจ เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

๑. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างสารประกอบ อินทรีย์ที่มีพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม ที่พบในชีวิตประจำวัน (สาระเคมีข้อ ๑,ม.๖/๑)
๒. เขียนสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ และสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารประกอบ อินทรีย์ (สาระเคมีข้อ ๑,ม.๖/๒)
๓. วิเคราะห์โครงสร้าง และระบุประเภท ของสารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน
๔. เขียนสูตรโครงสร้างและเรียกชื่อสารประกอบ อินทรีย์ประเภทต่างๆ ที่มีหมู่ฟังก์ชันไม่เกิน ๑ หมู่ ตามระบบ IUPAC (สาระเคมีข้อ ๑,ม.๖/๔)
๕. เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบ อินทรีย์ประเภทต่างๆ (สาระเคมีข้อ ๑,ม.๖/๕)
๖. วิเคราะห์และเปรียบเทียบจุดเดือดและ การละลายในน้ำของสารประกอบอินทรีย์ที่มี หมู่ฟังก์ชัน ขนาดโมเลกุล 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 (สาระเคมี ข้อ ๑,ม.๖/๙)
๑๐. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการนำ สารประกอบอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิต ประจำวัน และอุตสาหกรรม (สาระเคมีข้อ ๑,ม.๖/๑๐)
๑๑. ระบุประเภทของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ จากโครงสร้างของมอนอเมอร์หรือพอลิเมอร์ (สาระ เคมีข้อ 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 สํารวจตรวจสอบ 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 สารละลายอิเล็กโทรไลต์หรือไม่นออิเล็กโทรไลต์ 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 และระบุธาตุเป็นโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ กลุ่มธาตุเรฟรีเซนเททไฟหรือกลุ่มธาตุทรานซิชัน จากตารางธาตุ(ว ๒.๑,ม.๕/๕)
๖. เปรียบเทียบสมบัติการนำไฟฟ้า การให้และรับอิเล็กตรอนระหว่างธาตุในกลุ่มโลหะกับอโลหะ(ว ๒.๑,ม.๕/๖)
๗. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์และอันตรายที่เกิดจากธาตุเรฟรีเซนเททไฟและธาตุทรานซิชัน

(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 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(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 เจอนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-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. อธิบายการถ่ายตยีนบนโครโมโซมและยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ
6. สืบค้นข้อมูลอธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรมโครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของDNA และสรุปการจำลอง DNA
7. อธิบายและระบุขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของDNAและRNAแต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน
8. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรมแอลลีลโปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรมและเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล
9. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเกิดมิวเทชันระดับยีนและระดับโครโมโซมสาเหตุการเกิดมิวเทชันรวมทั้งยกตัวอย่างโรคและกลุ่มอาการที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน
10. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์

11. สืบค้นข้อมูลยกตัวอย่างและอธิบายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อมนิติวิทยาศาสตร์การแพทย์การเกษตรและอุตสาหกรรมและข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม

12. สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

13. อธิบายและเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของมองลามาร์กและทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาลส์ดาร์วิน

14. ระบุสาระสำคัญและอธิบายเงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลในประชากรพร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีลและจีโนไทป์ของประชากรโดยใช้หลักของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาชีววิทยา 2
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รหัสวิชา ว30242
เวลา 60 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษา อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช เปรียบเทียบโครงสร้างภายในของราก ลำต้น ใบของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช กลไกการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช ความสำคัญของธาตุอาหารของพืช การทดลองของ นักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง 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 ใฝ่เรียนรู้และพัฒนา สิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน 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 ทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับ กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
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 และอธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก

15. อธิบายการเกิดเมล็ดและการเกิดผลของพืชดอก โครงสร้างของเมล็ดและผล และยกตัวอย่าง การใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของเมล็ด และผล

16. ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มี ผลต่อการงอกของเมล็ด สภาพพักตัวของเมล็ด และบอกแนวทางในการแก้สภาพพักตัว ของเมล็ด

17. สืบค้นข้อมูล อธิบายบทบาทและหน้าที่ของ ออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก และอภิปรายเกี่ยวกับ การนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

18. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และอภิปรายเกี่ยวกับ สิ่งรบกวนที่มีผลต่อการเจริญเติบโต 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 หมูเลือด และหลักการให้และรับเลือด ส่วนประกอบและหน้าที่ของน้ำเหลือง ภูมิคุ้มกันของร่างกาย ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันที่ทำให้เกิดเอดส์ภูมิแพ้ โครงสร้างและหน้าที่ในการกำจัดของเสียของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของไต กลไกการทำงานของไตมนุษย์ ความผิดปกติของไตอันเนื่องมาจากโรคต่าง ๆ

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

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง และกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหาร สัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์และสัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์
2. สังเกต อธิบาย การกินอาหารของไฮดรา และพลาเนเรีย
3. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่และกระบวนการย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหารภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์
4. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง ที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สของฟองน้ำ ไฮดรา พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน แมลง ปลา กบ และนก
5. สังเกต และอธิบายโครงสร้างของปอดในสัตว์ เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม
6. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส และกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของมนุษย์
7. อธิบายการทำงานของปอด และทดลองวัด 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 เพลตเลต 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 ออกจากร่างกายของพองน้ำ ไฮโดรรา พลาสมาเรีย ไส้เดือนดิน แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง
19. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของไต และ โครงสร้างที่ใช้ลำเลียงปัสสาวะออกจาก ร่างกาย
20. อธิบายกลไกการทำงานของหน่วยไต ในการ กำจัดของเสียออกจากร่างกาย และเขียน แผนผังสรุปขั้นตอนการกำจัดของเสีย 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 สมอ่ง 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 พลานาเรีย 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 ยกตัวอย่างการทำงานของระบบประสาทไขมาติก 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 ของแมงกะพรุน 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 กลุ่มโพรติสต์ กลุ่มพืช กลุ่มฟังไจ และสิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์ การจำแนกสิ่งมีชีวิตจากหมวดหมู่ใหญ่ จนถึงหมวดหมู่ย่อย วิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ในลำดับขั้นสปีชีส์ การสร้างไดโคโตมีสคีย์ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ การเกิดไบโอแมกนีฟิเคชัน วัฏจักรไนโตรเจน กำมะถัน และฟอสฟอรัส ลักษณะของไบโอม ที่กระจายอยู่ตามเขตภูมิศาสตร์ต่างๆ การเปลี่ยนแปลงแทนที่ ลักษณะเฉพาะของประชากรของสิ่งมีชีวิต การเพิ่มของประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียล และการเพิ่มของประชากรแบบลอจิสติก ปัจจัยที่ควบคุมการเติบโตของประชากร ปัญหาการเกิดมลพิษทางน้ำ อากาศ ดิน ป่าไม้ การลดจำนวนสัตว์ป่า การจัดการ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

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

ผลการเรียนรู้

1. อภิปราย ความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และความเชื่อมโยงระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ
2. อธิบายการเกิดเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิตและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว
3. อธิบายลักษณะสำคัญ และยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตกลุ่มโพรติสต์ สิ่งมีชีวิตกลุ่มพืช สิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจ และสิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์
4. อธิบายและยกตัวอย่างการจำแนกสิ่งมีชีวิตจากหมวดหมู่ใหญ่จนถึงหมวดหมู่ย่อย และวิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ในลำดับขั้นสปีชีส์
5. สร้างไดโคโตมีสคีย์ในการระบุสิ่งมีชีวิตหรือตัวอย่างที่กำหนดออกเป็นหมวดหมู่
6. วิเคราะห์หรืออธิบาย และยกตัวอย่างกระบวนการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ
อธิบาย ยกตัวอย่างการเกิดไบโอแมกนีฟิเคชัน และบอกแนวทางในการลดการเกิดไบโอแมกนีฟิเคชัน
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. วิเคราะห์ภัยพิบัติ และสรุปปัญหา การขาดแคลนน้ำ การเกิดมลพิษทางน้ำ และ ผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้ง เสนอแนวทางการวางแผนการจัดการน้ำ และการแก้ไขปัญหา
14. วิเคราะห์ภัยพิบัติ และสรุปปัญหามลพิษทาง อากาศ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และ สิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไข ปัญหา
15. วิเคราะห์ภัยพิบัติ และสรุปปัญหาที่เกิดกับ ทรัพยากรดิน และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และ สิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไข ปัญหา
16. วิเคราะห์ภัยพิบัติ และสรุปปัญหา ผลกระทบ ที่เกิดจากการทำลายป่าไม้รวมทั้งเสนอ แนวทางในการป้องกันการทำลายป่าไม้และ การอนุรักษ์ป่าไม้
17. วิเคราะห์ภัยพิบัติ 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 ความสำคัญและความสัมพันธ์ในการทำงานของอวัยวะในระบบท่อหุ้มร่างกาย 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. อธิบายโครงสร้างของระบบท่อหุ้มร่างกาย ระบบโครงกระดูก ระบบกล้ามเนื้อ และระบบประสาทได้
4. อธิบายหลักการปฏิบัติตนอย่างถูกต้องในการที่จะบำรุงรักษาสุขภาพของร่างกายให้แข็งแรงสมบูรณ์
5. สรุปความสำคัญของการออกกำลังกายและการพักผ่อนต่อการทำงานของทุกระบบในร่างกาย
6. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างการหายใจ และการใช้พลังงานของร่างกายในการทำกิจกรรม
7. อธิบายหลักการอย่างง่ายในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานไฟฟ้าบางชนิด
8. สรุปขั้นตอนการทำงานอย่างง่ายของระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับชุมชน
9. สรุปขั้นตอนในการส่งพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งผลิตมายังผู้ใช้
10. บอกความสำคัญและหลักการนำอุปกรณ์ไฟฟ้าไปใช้กับวงจรไฟฟ้าภายในบ้าน
11. จำแนกประเภทและอธิบายหลักการทำงานอย่างง่ายของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด
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 ฟิล์มสีชนิดต่างๆ 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 สารปรุงแต่งอาหาร หรือสารเจือปนอาหาร 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 รังสีเอ็กซ์ 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 เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความคิดไปใช้ในชีวิตตนเอง ดูแลรักษาสีสิ่งมีชีวิตอื่น ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน และพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รังสีอัลตราไวโอเล็ต รังสีเอ็กซ์ 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 เลือกข้อมูลที่จำเป็น 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 และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็น 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 ด้านทรัพย์สินทางปัญญา
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

เวลาเรียน 20 ชั่วโมง จำนวน 0.5 หน่วยกิต

รหัสวิชา ว30214

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

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 และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็นภายใต้เงื่อนไข และทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยเทคนิคหรือวิธีการที่หลากหลาย โดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบ วางแผนขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหา
4. ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์และให้เหตุผลของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้กรอบเงื่อนไขหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผลการแก้ปัญหา พร้อมทั้งเสนอแนวทางการพัฒนาต่อยอด
5. ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา การออกแบบและเทคโนโลยี 2
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฯ
เวลาเรียน 20 ชั่วโมง จำนวน 0.5 หน่วยกิต

รหัสวิชา ว30215
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ภาคเรียนที่ 2

ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะจากศาสตร์ต่าง ๆ รวมทั้งทรัพยากรในการทำโครงการเพื่อแก้ปัญหา หรือ พัฒนางาน ออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุง แก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ผลการเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถบอกความหมาย และเห็นคุณค่าของโครงการเทคโนโลยี
2. นักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการทำโครงการเทคโนโลยีได้
3. นักเรียนสามารถจัดทำและนำเสนอข้อเสนอโครงการเทคโนโลยีได้
4. นักเรียนสามารถลงมือพัฒนาโครงการตามขั้นตอนที่วางแผนได้
5. นักเรียนสามารถอธิบายรูปแบบรายงานและเขียนรายงานโครงการเทคโนโลยีได้
6. นักเรียนสามารถนำเสนอโครงการและประเมินผลโครงการเทคโนโลยีได้

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 การเขียนโปรแกรมโครงสร้างภาษา การเขียนผังงานแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม กฎเกณฑ์ไวยากรณ์ภาษาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น

เข้าใจกระบวนการแก้ปัญหา สร้างชิ้นงานจากจินตนาการ ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในชีวิตประจำวันอย่างมีจิตสำนึกและรับผิดชอบ

เพื่อให้เข้าใจบทบาทและการนำเอาความรู้ด้านการเขียนโปรแกรมไปใช้ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และมีประสิทธิภาพ

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
เวลาเรียน 20 ชั่วโมง จำนวน 0.5 หน่วยกิต

รหัสวิชา ว30294
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
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 4 กรด-เบส

หน่วยการเรียนรู้ย่อย สารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์

ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ

ภาคเรียนที่ 2

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม (ว30223)

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

ทดลองอธิบายบอกสมบัติของสารละลายอิเล็กโทรไลต์พร้อมทั้งระบุไอออนที่ทำให้สารละลายมีสมบัติเป็นกรดหรือเบสได้

2. สาระสำคัญ

สารที่ละลายในน้ำและสามารถแตกตัวเป็นไอออนและนำไฟฟ้าได้เรียกว่าสารอิเล็กโทรไลต์และเรียกสารละลายนี้ว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ สารที่ละลายในน้ำแต่ไม่แตกตัวเป็นไอออนและไม่นำไฟฟ้าจัดเป็นสารนอนอิเล็กโทรไลต์และเรียกสารละลายนี้ว่า สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ สารละลายที่นำไฟฟ้าได้ดีจัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ ส่วนสารละลายที่นำไฟฟ้าได้น้อยจัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน ซึ่งสารละลายที่นำไฟฟ้าได้อาจมีสมบัติเป็นกรดเป็นเบส หรือเป็นกลาง และสามารถตรวจสอบได้โดยสังเกตการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัส

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

3.1 จำแนกประเภทของสารละลายโดยใช้การนำไฟฟ้าของสารละลายและการเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสเป็นเกณฑ์ได้ (K)

3.2 อธิบายเหตุผลที่สารละลายอิเล็กโทรไลต์และสารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์นำไฟฟ้าต่างกันได้ (K)

3.3 สรุปสมบัติของสารละลายอิเล็กโทรไลต์และสารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ได้พร้อมทั้งระบุสารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่อิเล็กโทรไลต์อ่อนหรือนอนอิเล็กโทรไลต์ได้ (K)

3.4 ทดลองเพื่อศึกษาสมบัติการนำไฟฟ้าของสารละลายและความเป็นกรด-เบสของสารละลายได้(P)

3.5 สร้างแบบจำลองและสร้างข้อโต้แย้งเพื่ออธิบายเหตุผลที่สารละลายนำไฟฟ้าต่างกันได้ (P)

3.6 มีความรับผิดชอบในการทำงานและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้ (A)

4. สารการเรียนรู้

4.1 สารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์

4.1.1 สารละลายอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte) หมายถึง สารที่ละลายในน้ำแล้วสามารถนำไฟฟ้าได้ เนื่องจากสามารถแตกตัวเป็นไอออนบวก และไอออนลบซึ่งเคลื่อนที่อยู่ในสารละลาย โดยที่สารละลายอิเล็กโทรไลต์นี้อาจเป็นสารละลายกรด เบส หรือเกลือก็ได้ ตัวอย่างเช่น สารละลายกรดไฮโดรคลอริก(HCl) สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และสารละลายโพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3) เป็นต้น โดยในสารละลายดังกล่าวประกอบด้วยไอออน H^+ , Cl^- , Na^+ , OH^- , K^+ และ NO_3^- ตามลำดับ

4.1.2 สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์(Non-electrolyte) หมายถึง สารที่ละลายในน้ำแล้วไม่สามารถนำไฟฟ้าได้เนื่องจากไม่สามารถแตกตัวเป็นไอออนได้ เช่น น้ำบริสุทธิ์ น้ำตาล แอลกอฮอล์ เป็นต้น

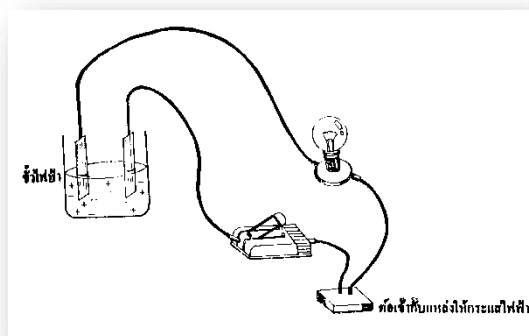
สารละลายอิเล็กโทรไลต์ต่าง ๆ นำไฟฟ้าได้ไม่เท่ากันเนื่องจากการแตกตัวเป็นไอออนของอิเล็กโทรไลต์ไม่เท่ากัน สารอิเล็กโทรไลต์ที่แตกตัวเป็นไอออนได้มากกว่าก็จะนำไฟฟ้าได้ดีกว่าสารอิเล็กโทรไลต์ที่แตกตัวเป็นไอออนได้น้อยกว่าอิเล็กโทรไลต์แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

1) สารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ (strong electrolyte) หมายถึง สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวเป็นไอออนได้มาก หรือแตกตัวได้ 100% และนำไฟฟ้าได้ดีมาก เช่น กรดแก่และเบสแก่ และเกลือบางชนิด เป็นต้น

2) สารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน (weak electrolyte) หมายถึง สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวเป็นไอออนได้บางส่วนและนำไฟฟ้าได้น้อย

4.2 การทดสอบการนำไฟฟ้าของสารละลาย

การทดสอบว่าสารละลายเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์หรือไม่ต้องสังเกตการนำไฟฟ้าของสารละลาย เราสามารถทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ง่าย ๆ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 อุปกรณ์วัดการนำไฟฟ้าของสารละลายอิเล็กโทรไลต์
(ที่มา :<http://lookpudjuku.blogspot.com/2009/09/1.html>)

สารละลายที่นำมาทดสอบการนำไฟฟ้า ได้แก่ สารละลายของกรด เบส และเกลือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วยขั้วไฟฟ้า 2 ขั้วต่อเข้ากับแหล่งให้พลังงานไฟฟ้า (ให้ศักย์ไฟฟ้า) หลอดไฟและสวิตช์ให้ครบวงจร

4.3 การทดสอบสมบัติอื่นๆ ของสารละลาย

เช่น การทดสอบความเป็นกรด-เบส จากการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัส ซึ่งสรุปได้ดังนี้

- 1) ถ้าสารละลายเป็นกรดจะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากน้ำเงินเป็นแดง
- 2) ถ้าสารละลายเป็นเบสจะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นน้ำเงิน
- 3) ถ้าสารละลายเป็นเกลือจะเปลี่ยนหรือ ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสก็ได้

นอกจากการใช้กระดาษลิตมัส อาจจะใช้อินดิเคเตอร์อื่นๆ เช่น เมทิลเรด ฟีนอล์ฟทาเลิน ก็ได้

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้:การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model based inquiry: MBI)

5.1 ขั้นก่อนการจัดการเรียนรู้: การจัดเตรียมพารามิเตอร์ (Setting the general parameters)

5.1.1 ผลการเรียนรู้

ต้องการให้นักเรียนศึกษาสมบัติการนำไฟฟ้าของสารละลายและการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกสารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์ และยังสามารถทราบถึงสารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ และสารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน

5.1.2 ขอบข่ายมโนคติ

สารที่ละลายในน้ำและสามารถแตกตัวเป็นไอออนและนำไฟฟ้าได้เรียกว่าสารละลายอิเล็กโทรไลต์ และสารที่ละลายในน้ำแต่ไม่แตกตัวและไม่นำไฟฟ้าจัดเป็นสารนอนอิเล็กโทรไลต์และสารละลายที่นำไฟฟ้าได้ดีจัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ ส่วนสารละลายที่นำไฟฟ้าได้น้อยจัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน ซึ่งสารละลายอิเล็กโทรไลต์อาจมีสมบัติเป็นกรดเป็นเบส หรือเป็นกลาง โดยสามารถตรวจสอบได้โดยสังเกตการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัส

5.1.3 ปรากฏการณ์ (Phenomenon)

สภาพดินเค็มมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชเนื่องจากทำให้พืชเกิดอาการขาดน้ำและมีการสะสมไอออนที่เป็นพิษในพืชมากเกินไปนอกจากนี้ยังทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารพืชด้วย ดังนั้นในการปลูกพืชจึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบสภาพความเค็มของดิน การตรวจสอบทำได้โดยการนำดินมาเตรียมเป็นสารละลายและตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าซึ่งเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณของเกลือในดิน คือ ถ้าค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินสูงแสดงว่าดินมีความเค็มมาก และค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินต่ำแสดงว่าดินมีความเค็มน้อย (ที่มา: http://www.dmr.go.th/ewt_news.php?nid=1096&filename=index)

5.2 ขั้นการจัดการเรียนรู้

5.2.1 การรวบรวมสิ่งที่นักเรียนรู้และสิ่งที่นักเรียนต้องการเรียนรู้ (Organizing what we know and what we want to know): 20 นาที

1) ครูนำเสนอภาพปัญหาดินเค็มให้นักเรียนดู จากนั้นให้นักเรียนบอกถึงผลเสียของการปลูกพืชในดินที่มีสภาพความเค็มสูงๆ มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นในการปลูกพืชจึงควรมีการตรวจสอบสภาพความเค็มของดิน โดยใช้คำถามกับนักเรียน ดังนี้



ภาพที่ 2 ภาพปัญหาดินเค็ม

(ที่มา: <http://cw.rmuti.ac.th/source/ความอุดมสมบูรณ์ของดิน/unit1001.>)

- นักเรียนคิดว่า ปัญหาสภาพดินเค็มเกิดจากสาเหตุอะไร
(แนวคำตอบ: เกิดจากเกลือชนิดต่างๆ ที่อยู่ในดินมีปริมาณมาก)
- เราจะมีวิธีการตรวจสอบสภาพความเค็มของดินได้อย่างไรบ้าง
(แนวคำตอบ: ตรวจสอบค่าการนำไฟฟ้า, ใช้ชุดทดสอบ หรือตามแนวคิดของนักเรียน)
- นักเรียนคิดว่า ดินที่มีสภาพความเค็มต่างกันจะมีสมบัติในการนำไฟฟ้าต่างกันหรือไม่ อย่างไร
(แนวคำตอบ: ต่างกันเนื่องจาก ดินที่มีปริมาณเกลือมาก จะมีไอออนมาก ทำให้นำไฟฟ้าได้ดีกว่าเกลือที่มีปริมาณเกลือน้อย)
- นักเรียนคิดว่านอกจากดินเค็ม จะมีดินลักษณะใดอีกที่เป็นสารละลายแล้วสามารถนำไฟฟ้าได้
(แนวคำตอบ: ดินที่มีสมบัติเป็นกรดหรือเบส ก็สามารถนำไฟฟ้าได้)
- นักเรียนคิดว่าการนำไฟฟ้าของดินที่มีสมบัติต่างกันจะเหมือน หรือแตกต่างกันหรือไม่
(แนวคำตอบ: แตกต่างกัน)
- เราจะมีวิธีพิสูจน์ได้อย่างไรว่า ดินที่มีสมบัติแตกต่างกัน จะมีความสามารถในการนำไฟฟ้าได้แตกต่างกัน
(แนวคำตอบ: หาดินที่มีสมบัติต่างกัน แล้วนำมาตรวจสอบสมบัติการนำไฟฟ้า)
- เนื่องจากการหาดินและเตรียมดินมีขั้นตอนที่ค่อนข้างที่ซับซ้อนและใช้เวลานาน นักเรียนคิดว่ามีวิธีการใดที่สามารถทดสอบปรากฏการณ์นี้อีกหรือไม่
(แนวคำตอบ: ทำการทดลอง โดยการตรวจสอบสารละลายที่มีสมบัติเป็นเกลือ กรด และเบส แทนการใช้สารละลายจากดินจริง)

2) ระบุปัญหาเพื่อนำเข้าสู่การทดลองเพื่อศึกษา สมบัติบางประการของสารละลาย ดังนี้

- ถ้านำสารละลายต่างชนิดกันเช่น สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) โพแทสเซียมไนเตรต (KNO₃) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) โพแทสเซียมไนเตรต (KNO₃) แอมโมเนีย (NH₃) โซเดียมแอสिटเรต (CH₃COONa) แอมโมเนียมคลอไรด์ (NH₄Cl) เอทานอล (C₂H₅OH) และ น้ำตาลซูโครส (C₁₂H₂₂O₁₁) ที่ มีความเข้มข้น 1 mol/dm³ ปริมาตร 4 cm³ มาทดสอบด้วยกระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงิน และทดสอบการนำไฟฟ้าด้วยเครื่องตรวจการนำไฟฟ้า นักเรียนคิดว่า จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (ให้นักเรียนวาดแบบจำลองและอธิบาย)

3) คุยกันตัวอย่างการสร้างแบบจำลองก่อนการทดลองใน Power point เพื่อเป็นแนวทางแก่นักเรียน

4) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างแบบจำลองก่อนการทดลอง โดยให้วาดแผนภาพและเขียนอธิบายแสดงลักษณะของสารละลายแต่ละชนิด ก่อนและหลังการทดสอบด้วยกระดาษลิตมัสและชุดตรวจการนำไฟฟ้า ลงในแบบบันทึกการสร้างแบบจำลอง

5) หลังจากที่ทุกกลุ่มทำการสร้างแบบจำลองก่อนการทดลองเสร็จ ครูสุ่มตัวแทนกลุ่ม 2 กลุ่มออกมานำเสนอแบบจำลองก่อนการทดลองของตนเอง

6) ครูถามนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงระหว่างแบบจำลองก่อนการทดลองที่นักเรียนสร้างขึ้นกับวัตถุประสงค์การทดลองที่จะทำในวันนี้

- นักเรียนคิดว่าจากแบบจำลองก่อนการทดลองเรื่องสมบัติบางประการของสารละลายที่นักเรียนได้สร้างขึ้น มีวัตถุประสงค์ในการทดลองอย่างไร

(แนวคำตอบ: 1. เพื่อศึกษาสมบัติการนำไฟฟ้าของสารละลายที่มีสมบัติต่างกัน

2. เพื่ออธิบายเหตุผลที่สารละลายสามารถนำไฟฟ้าได้แตกต่างกัน)

5.2.2 การตั้งสมมติฐานที่สามารถทดสอบได้ (Generating testable hypothesis): 10 นาที

1) จากตัวอย่างแบบจำลองครูอธิบายเกี่ยวกับตัวแปรต้นตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมดังนี้

ตัวแปรต้นหมายถึงสิ่งที่เราต้องการศึกษาหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ

ตัวแปรตามหมายถึงผลที่เกิดจากการกระทำของตัวแปรต้น

ตัวแปรควบคุมหมายถึงสิ่งที่นอกเหนือจากตัวแปรต้นซึ่งอาจมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามจึงต้องทำการควบคุมให้เท่าๆกัน

2) นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการกำหนดตัวแปรจากแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้น โดยครูใช้คำถามดังนี้

- ถ้าพิจารณาจากแบบจำลองนักเรียนคิดว่า ตัวแปรต้น คืออะไร

(แนวคำตอบ :ชนิดของสารละลาย)

- ถ้าพิจารณาจากแบบจำลองนักเรียนคิดว่า ตัวแปรตาม คืออะไร

(แนวคำตอบ : สมบัติการนำไฟฟ้าของสารละลายและสมบัติการเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส

- ถ้าพิจารณาจากแบบจำลองนักเรียนคิดว่า ตัวแปรควบคุม คืออะไร

(แนวคำตอบ : ความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลายแต่ละชนิด, ความลึกของขั้วไฟฟ้าที่จุ่มในสารละลาย)

3) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตั้งสมมติฐานสำหรับการทดลองเรื่องสมบัติบางประการของสารละลาย โดยใช้รูปแบบการตั้งสมมติฐาน ดังนี้

“ถ้า[ความสัมพันธ์จากแบบจำลองของนักเรียน], ดังนั้นเมื่อ[สังเกตหรือทดสอบภายใต้เงื่อนไข/สภาวะเหล่านี้] ควรจะสังเกตพบ[ผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น]”

- แนวทางการตั้งสมมติฐาน

(แนวคำตอบ : ถ้าสารละลายแต่ละชนิดมีสมบัติการนำไฟฟ้าที่แตกต่างกัน ดังนั้นเมื่อจุ่มขั้วไฟฟ้าลงในสารละลายแต่ละชนิด ควรจะพบว่าหลอดไฟสว่างแตกต่างกัน)

(แนวคำตอบ : ถ้าสารละลายที่มีสมบัติเป็นกรดสามารถนำไฟฟ้าได้ ดังนั้นเมื่อจุ่มขั้วไฟฟ้าลงในสารละลายที่มีสมบัติเป็นกรด ควรจะพบว่าหลอดไฟสว่าง)

(แนวคำตอบ : ถ้าสารละลายที่มีสมบัติเป็นเบสสามารถนำไฟฟ้าได้ ดังนั้นเมื่อจุ่มขั้วไฟฟ้าลงในสารละลายที่มีสมบัติเป็นเบส ควรจะพบว่าหลอดไฟสว่าง)

(แนวคำตอบ : ถ้าสารละลายที่มีสมบัติเป็นกลางสามารถนำไฟฟ้าได้ ดังนั้นเมื่อจุ่มขั้วไฟฟ้าลงในสารละลายที่มีสมบัติเป็นกลาง ควรจะพบว่าหลอดไฟจะสว่าง)

5.2.3 การค้นหาหลักฐาน(Seeking evidence: 25 นาที)

1) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนและออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานของกลุ่ม โดยครูกำหนดอุปกรณ์และสารเคมีมาให้ และบันทึกวิธีการทดลองลงในแบบบันทึกผลการทดลอง โดยครูใช้คำถามเพื่อเป็นแนวทาง ดังนี้

- ถ้านักเรียนต้องการตรวจสอบสมมติฐานของกลุ่ม นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไรโดยใช้อุปกรณ์และสารเคมีที่ครูกำหนดให้ ให้นักเรียนวาดภาพ/แผนผังคำอธิบายสั้นๆ เพื่อแสดงลำดับในการทำการทดลองลงในแบบบันทึกผลการทดลอง

(แนวคำตอบ: วิธีการทดลอง

1) ใส่สารละลาย HCl , CH_3COOH , NaCl , KNO_3 , NaOH , KOH , NH_3 , CH_3COONa , NH_4Cl , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, และ $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ที่มีความเข้มข้น 1 mol/dm^3 ปริมาตร 4 cm^3 ลงในหลอดทดลองขนาดเล็กหลอดละชนิด

2) ทดสอบการเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสทั้งสีแดง และสีน้ำเงิน ของสารละลายข้างต้น

3) ทดสอบการนำไฟฟ้าของสารละลายแต่ละชนิดโดยจุ่มลวดตัวนำของเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าให้ลึกเท่าๆ กัน สังเกตความสว่างของหลอดไฟ)

2) ครูชี้แจงข้อควรระวังในการทำการทดลองและอธิบายวิธีการสังเกตการทดลองเพิ่มเติม ดังนี้

- การทดสอบสารละลายด้วยกระดาษลิตมัส ทำการฉีกกระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงินวางใส่ในกระจกหน้าปัดนาฬิกา จากนั้นใช้แท่งแก้วจุ่มสารละลายแล้วนำมาแตะกับกระดาษลิตมัสทั้งสองสี และก่อนนำแท่งแก้วไปจุ่มสารละลายในหลอดต่อไป ต้องล้างและเช็ดให้แห้งทุกครั้ง

- การทดสอบการนำไฟฟ้าของสารละลาย ให้จุ่มลวดตัวนำลงในสารละลายให้ลึกเท่าๆ กัน และก่อนนำไปทดสอบกับสารอื่นต้องล้างให้สะอาดและเช็ดให้แห้งทุกครั้ง

3) ครูให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มรับอุปกรณ์การทดลอง และลงมือปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ และบันทึกผลการทดลองลงในแบบบันทึกผลการทดลองเรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย

4) ครูให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

5) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแลกเปลี่ยนข้อมูลและผลการทดลองกับเพื่อนกลุ่มอื่นๆ แล้วบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการทดลอง โดยครูใช้คำถามดังนี้

- ผลการทดลองของกลุ่มนักเรียน แตกต่างจากกลุ่มของเพื่อนหรือไม่ อย่างไร

6)นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง ในประเด็นต่อไปนี้

- เมื่อใช้สมบัติการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสเป็นเกณฑ์ เราสามารถจำแนกสารละลายออกได้เป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

(แนวคำตอบ: 3 ประเภท คือ

- สารละลายที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสน้ำเงินเป็นแดง แสดงว่ามีสมบัติเป็นกรด ได้แก่ สารละลาย HCl ,

CH_3COOH และ NH_4Cl

- สารละลายที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสแดงเป็นน้ำเงิน แสดงว่ามีสมบัติเป็นเบส ได้แก่ สารละลาย NaOH , KOH , NH_3 และ CH_3COONa
 - สารละลายที่ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสน้ำเงินและแดง แสดงว่ามีสมบัติเป็นกลาง ได้แก่ สารละลาย NaCl , KNO_3 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, และ $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
 - เมื่อใช้สมบัติการนำไฟฟ้าเป็นเกณฑ์จำแนกสารละลาย เราสามารถจำแนกสารละลายออกได้เป็น 3 ประเภท อะไรบ้าง
- (แนวคำตอบ: 2 ประเภท คือ
- สารละลายที่นำไฟฟ้า ได้แก่ สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรดและเบสทุกชนิด และสารละลายที่มีสมบัติเป็นกลางบางชนิด คือ NaCl และ KNO_3
 - สารละลายที่ไม่นำไฟฟ้า ได้แก่ สารละลายที่มีสมบัติเป็นกลางบางชนิด ได้แก่ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ และ $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
- สารละลายที่นำไฟฟ้าได้แต่ละชนิดจะนำไฟฟ้าได้แตกต่างกัน โดยสังเกตจากสิ่งใด และเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

(แนวคำตอบ: สังเกตจากหลอดไฟที่สว่างไม่เท่ากัน เนื่องจากสารละลายแตกตัวเป็นไอออนได้ต่างกัน)

- การนำไฟฟ้าที่ต่างกันของสารละลายแต่ละชนิด สามารถบอกสมบัติของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ สารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ และสารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน ได้อย่างไร
- สารละลายที่นำไฟฟ้าได้ดี สังเกตได้จากหลอดไฟสว่างมาก จัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ ได้แก่ HCl , NaOH , KOH , NaCl , KNO_3 , CH_3COONa และ NH_4Cl
- สารละลายที่นำไฟฟ้าได้น้อยหรือไม่นำไฟฟ้าได้ไม่ดี สังเกตได้จากหลอดไฟสว่างเพียงเล็กน้อย จัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน ได้แก่ CH_3COOH และ NH_3
- สารละลายที่ไม่นำไฟฟ้า สังเกตได้จากหลอดไฟไม่สว่าง จัดเป็นสารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ ได้แก่ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, และ $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$

-จากการทดลองครั้งนี้ นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

(แนวคำตอบ : - สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรดหรือเบสทุกชนิดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

- สารละลายที่มีสมบัติเป็นกลางมีทั้งนำไฟฟ้าและไม่นำไฟฟ้า

- สารละลายที่มีสมบัติเป็นกลางและนำไฟฟ้าได้จัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ และสารที่มีสมบัติเป็นกลางและไม่นำไฟฟ้าจัดเป็นสารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์)

5.2.4 การสร้างข้อโต้แย้ง (Constructing an argument): 55 นาที

1)ครูใช้คำถามนำการโต้แย้งจากกิจกรรมการทดลอง โดยใช้คำถามดัง ต่อไปนี้

-ข้อมูลที่นักเรียนเก็บรวบรวมได้จากการทดลองมีความสอดคล้องกับสมมติฐานก่อนการทดลองหรือไม่อย่างไร

(แนวคำตอบ : สอดคล้อง สมมติฐาน “ถ้าสารละลายแต่ละชนิดมีสมบัติการนำไฟฟ้าที่แตกต่างกัน ดังนั้นเมื่อจุ่มขั้วไฟฟ้าลงในสารละลาย ควรจะพบว่าหลอดไฟสว่างแตกต่างกัน”

“ถ้าสารละลายที่มีสมบัติเป็นกรดสามารถนำไฟฟ้าได้ ดังนั้นเมื่อจุ่มขั้วไฟฟ้าลงในสารละลายที่มีสมบัติเป็นกรด ควรจะพบว่าหลอดไฟสว่าง”

“ถ้าสารละลายที่มีสมบัติเป็นเบสสามารถนำไฟฟ้าได้ ดังนั้นเมื่อจุ่มขั้วไฟฟ้าลงในสารละลายที่มีสมบัติเป็นเบส ควรจะพบว่าหลอดไฟสว่าง”

“ถ้าสารละลายที่มีสมบัติเป็นกลางสามารถนำไฟฟ้าและไม่นำไฟฟ้า ดังนั้นเมื่อจุ่มขั้วไฟฟ้าลงในสารละลายที่มีสมบัติเป็นกลาง ควรจะพบว่าหลอดไฟอาจจะหรือไม่สว่างก็ได้”

2) ถ้าไม่สอดคล้องกับสมมติฐานก่อนการทดลอง ให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันปรับสมมติฐานการทดลอง โดยเขียนสมมติฐานการทดลองที่ปรับแก้แล้วด้วยปากกาสีอื่น ซึ่งแตกต่างจากปากกาที่เขียนสมมติฐานก่อนหน้านี้

3) ครูให้นักเรียนพิจารณาแบบจำลองก่อนการเรียนรู้พร้อมทั้งนำข้อมูลที่นักเรียนเก็บรวบรวมได้จากการทดลองมาใช้ในการปรับแบบจำลองหลังการเรียนรู้

(แนวคำตอบ: นักเรียนนำข้อมูลจากการศึกษามาใช้ในการปรับแบบจำลองหลังการเรียนรู้)

4) ครูนำเสนอแบบจำลองหลังการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยนำแบบจำลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มมาฉายขึ้นจอโปรเจคเตอร์ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาว่าแบบจำลองของกลุ่มตนเองยังมีส่วนใดที่ไม่สมบูรณ์ โดยให้เวลาในการดูแบบจำลองละ 1 นาที

5) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปแบบจำลองการเรียนรู้ของชั้นเรียน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปรับแก้แบบจำลอง(ถ้ามี) และร่วมกันสรุปผลการทดลองเรื่องสมบัติบางประการของสารละลาย ซึ่งควรสรุปได้ว่า (สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรดหรือเบสทุกชนิดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์และสามารถนำไฟฟ้าได้เนื่องจากสามารถแตกตัวเป็นไอออนได้ สารละลายที่มีสมบัติเป็นกลางมีทั้งนำไฟฟ้าและไม่นำไฟฟ้าโดยที่สารละลายที่มีสมบัติเป็นกลางและนำไฟฟ้าได้จัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ และสารที่มีสมบัติเป็นกลางและไม่นำไฟฟ้าจัดเป็นสารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ และสารละลายที่นำไฟฟ้าได้ดีจัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ สารละลายที่นำไฟฟ้าได้ไม่ดีจัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน)

6) ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่นำมาในขั้นแรก เพื่อนำนักเรียนเข้าสู่การโต้แย้งในเรื่องสมบัติบางประการของสารละลาย โดยใช้ความรู้ที่ได้จากการทำการทดลองมาตอบคำถาม ลงในแบบบันทึกการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติบางประการของสารละลาย

- นาย A เป็นนักเรียนโรงเรียนแห่งหนึ่ง เขาได้ทำโครงงานเรื่องการศึกษาดิน และนำตัวอย่างดินชนิดหนึ่งมาทำการวิเคราะห์ และพบว่าสารละลายของดินชนิดนี้เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นน้ำเงิน และเมื่อทดสอบการนำไฟฟ้าพบว่าหลอดไฟสว่าง นายเอจึงสรุปว่า สารละลายของดินชนิดนี้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ เพราะ สารละลายอิเล็กโทรไลต์เป็นสารที่มีสมบัติเป็นเบสเท่านั้น จากการสรุปของนาย A จงตอบคำถามต่อไปนี้

- นักเรียนเห็นด้วยกับนาย เอ หรือไม่ เพราะอะไร

(แนวคำตอบ: ไม่เห็นด้วย เพราะสารละลายอิเล็กโทรไลต์เป็นสารละลายที่สามารถนำไฟฟ้าได้ซึ่งอาจเป็นสารละลายที่มีสมบัติเป็นกรด หรือเบส ส่วนสารละลายที่เป็นกลางอาจจะเป็นได้ทั้งสารละลายอิเล็กโทรไลต์หรือนอนอิเล็กโทรไลต์)

- นักเรียนจะใช้ข้อมูลใดจากการทดลองเรื่องสมบัติบางประการของสารละลาย มาสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

(แนวคำตอบ: สารละลาย HCl, NaCl, ซึ่งมีสมบัติเป็นกรดและกลางสามารถนำไฟฟ้าได้ จึงถือว่า

สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรดและกลางสามารถเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ได้เช่นกัน

- ถ้ามีเพื่อนคนหนึ่งไม่เห็นด้วยกับเหตุผลของนักเรียนเนื่องจากเขามีเหตุผลอื่น นักเรียนคิดว่าเหตุผลที่เป็นไปได้ของเขาคืออะไร

(แนวคำตอบ: สารละลาย NaOH และ KOH สามารถนำไฟฟ้าได้ จึงถือว่าเป็นสารละลายที่มีสมบัติเป็นเบสเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์)

- จากผลการทดลองนักเรียนจะเสนอเหตุผลใดเพิ่มเติมเพื่อชักจูงให้เพื่อนของนักเรียนเห็นด้วยกับเหตุผลของนักเรียน

(แนวคำตอบ: สารละลายแต่ละประเภทนำไฟฟ้าได้แตกต่างกัน ซึ่งสังเกตได้จากหลอดไฟสว่างไม่เท่ากัน เนื่องจากสารละลายแตกตัวเป็นไอออนได้ต่างกัน คือ

- สารละลายที่นำไฟฟ้าได้ดี จัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ได้แก่ HCl, NaOH, KOH, NH_3 , NaCl, KNO_3 , CH_3COONa และ NH_4Cl

- สารละลายที่นำไฟฟ้าได้น้อยหรือไม่นำไฟฟ้าได้ไม่ดี จัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน ได้แก่ CH_3COOH และ NH_3

- สารละลายที่ไม่นำไฟฟ้า จัดเป็นสารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ ได้แก่ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, และ $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$

7) ครูใช้คำถามกับนักเรียน เพื่อเชื่อมโยงปรากฏการณ์เข้ากับการทดลอง ดังนี้

- จากการทดลองเรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย นักเรียนสามารถนำผลการทดลองที่ได้ไปอธิบายการตรวจสอบสมบัติความเค็มของดินได้หรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ: ได้/ไม่ได้ การตรวจวัดความเค็มของดินสามารถทำได้โดยการตรวจสอบค่าการนำไฟฟ้า เนื่องจาก ถ้าดินมีปริมาณของเกลือสูงเมื่อนำมาเปลี่ยนเป็นสารละลาย เกลือสามารถแตกตัวเป็นไอออน และสามารถนำไฟฟ้าได้ ซึ่งถือว่าเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ และการวัดสมบัติความเป็นกรด-เบส ของดินสามารถทำได้โดยใช้กระดาษลิตมัสในการตรวจสอบ ถ้าดินมีสมบัติเป็นกรดจะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากน้ำเงินเป็นแดง ถ้าดินมีสมบัติเป็นเบสจะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน)

8) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามข้อสงสัยเรื่องสารอิเล็กโทรไลต์และสารนอนอิเล็กโทรไลต์ครูอธิบายให้ความรู้ให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

6.1 หนังสือเรียนรายวิชาเคมี เพิ่มเติม เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 สสวท.

6.2 ใบกิจกรรม เรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์

6.3 Power Point

6.4 แบบบันทึกแบบจำลองการเรียนรู้

6.5 อุปกรณ์และสารเคมี

อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
สารเคมี 1. สารละลาย HCl, CH ₃ COOH, NaCl, KNO ₃ , NaOH, KOH, NH ₃ , CH ₃ COONa, NH ₄ Cl, C ₂ H ₅ OH, และ C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ เข้มข้น 1 mol/dm ³ 2. กระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงิน 3. น้ำกลั่น	ชนิดละ 4 cm ³ ชนิดละ 12 ชิ้น 20 cm ³
อุปกรณ์ 1. หลอดทดลองขนาดเล็ก 2. เครื่องตรวจการนำไฟฟ้า 3. กระบอกตวงขนาด 10 cm ³ 4. ที่ตั้งหลอดทดลอง 5. กระจกนาฬิกาหรือแผ่นกระจก 6. แท่งแก้วคน	12 หลอด 1 ชุด 1 ใบ 1 อัน 1 อัน หรือ 1 แผ่น 1 อัน

7. กระบวนการวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมินผล
1)จำแนกประเภทของสารละลายโดยใช้การนำไฟฟ้าของสารละลายและการเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสเป็นเกณฑ์ได้ (K)	- การตอบคำถาม	- คำถามหลังการทดลองข้อ 1, 2	- เกณฑ์การผ่านนักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป
2) อธิบายเหตุผลที่สารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์นำไฟฟ้าต่างกันได้ (K)	- การตอบคำถาม	- คำถามหลังการทดลอง ข้อ 3	- เกณฑ์การผ่านนักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป
3)สรุปสมบัติของสารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์ได้พร้อมทั้งระบุสารละลายอิเล็กโทรไลต์แก้อิเล็กโทรไลต์อ่อนหรือนอนอิเล็กโทรไลต์ได้ (K)	- การตอบคำถาม	- คำถามหลังการทดลอง ข้อ 4	- เกณฑ์การผ่านนักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป
4)ทดลองเพื่อศึกษาสมบัติการนำไฟฟ้าของสารละลายและความเป็นกรด-เบสของสารละลายได้(P)	- การทำกิจกรรม - การตรวจแบบบันทึกผลการทดลอง	- ใบกิจกรรม - แบบบันทึกผลการทดลอง	- เกณฑ์การผ่านอยู่ในระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป
5)สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายเหตุผลที่สารละลายนำไฟฟ้าต่างกันได้ (P)	- การตรวจแบบจำลอง	- แบบจำลอง	- ผลงานก่อนและหลังการเรียนรู้มีการพัฒนาขึ้น
6)อภิปรายโต้แย้งเพื่อแสดงความคิดเห็น มีความรับผิดชอบในการทำงานและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้ (A)	- การสังเกตพฤติกรรม	- แบบสังเกตพฤติกรรม	- เกณฑ์การผ่านอยู่ในระดับคุณภาพดี

แบบประเมินพฤติกรรมที่มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน รายกลุ่ม

คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ – สกุล (กลุ่มที่)	รายการประเมิน												คะแนน รวม (12)
	ความสนใจ			อภิปราย โต้แย้งและการ แสดงความ ความเห็น			การตอบ คำถาม			การยอม รับฟัง ความคิดเห็น			
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1.													
2.													
3.													
4.													
5.													
6.													

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

แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง

การทดลองเรื่องสมบัติบางประการของสารละลาย

คำชี้แจง สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองแล้วทำเครื่องหมาย / ในพฤติกรรมระดับคุณภาพ

ลำดับ พฤติกรรม/ ระดับคะแนน	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.....											

เกณฑ์การประเมิน

การสรุปผลการประเมินให้เป็นระดับคุณภาพ 0,1,2 ใช้เกณฑ์ดังนี้

ผลรวมของคะแนน 9-12 คะแนน ให้ระดับคุณภาพ 2 (ดี)

ผลรวมของคะแนน 4-8 คะแนน ให้ระดับคุณภาพ 1 (พอใช้)

ผลรวมของคะแนน 0-3 คะแนน ให้ระดับคุณภาพ 0 (ควรปรับปรุง)

เกณฑ์การผ่าน ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป

ผลการประเมิน

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุซราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

8. บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

9. ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

10. บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผลการจัดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์

.....

.....

.....

2) ผลการประเมินพฤติกรรมระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

3) ปัญหาและอุปสรรคในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

4) การปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนสตรีศึกษา

คำถามการทดลอง: สารละลายต่างชนิดกัน มีสมบัติการเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส และการนำไฟฟ้าแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

จุดประสงค์การทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

ตัวแปรต้น :

.....

.....

ตัวแปรตาม :

.....

ตัวแปรควบคุม :

.....

.....

สมมติฐานการทดลอง

ตัวอย่างการตั้งสมมติฐาน : “ถ้า[ความสัมพันธ์จากแบบจำลองของนักเรียน], ดังนั้นเมื่อ[สังเกตหรือทดสอบภายใต้เงื่อนไข/สภาวะเหล่านี้] ควรจะสังเกตพบ[ผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น]”

[illegible]

อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
สารเคมี 1. สารละลาย HCl, CH ₃ COOH, NaCl, KNO ₃ , NaOH, KOH, NH ₃ , CH ₃ COONa, NH ₄ Cl, C ₂ H ₅ OH, และ C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ เข้มข้น 1 mol/dm ³ 2. กระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงิน 3. น้ำกลั่น	ชนิดละ 4 cm ³ ชนิดละ 12 ชิ้น 20 cm ³
อุปกรณ์ 1. หลอดทดลองขนาดเล็ก 2. เครื่องตรวจการนำไฟฟ้า 3. กระจกบดขนาด 10 cm ³ 4. ที่ตั้งหลอดทดลอง 5. แท่งแก้วคน	12 หลอด 1 ชุด 1 ใบ 1 อัน 1 อัน

วิธีการทดลอง

ให้นักเรียนออกแบบการทดลองของกลุ่ม โดยเขียนเป็นแผนภาพ/แผนผัง/คำอธิบายสั้นๆ เพื่อให้ทราบถึงลำดับขั้นตอนในการทำการทดลอง

ผลการทดลอง

ให้นักเรียนออกแบบตารางแสดงผลการทดลองของกลุ่ม

คำถามท้ายการทดลอง

1. เมื่อใช้สมบัติการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสเป็นเกณฑ์ เราสามารถจำแนกสารละลายออกได้เป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. เมื่อใช้สมบัติการนำไฟฟ้าเป็นเกณฑ์จำแนกสารละลาย เราสามารถจำแนกสารละลายออกได้เป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

3. สารละลายที่นำไฟฟ้าได้แต่ละชนิดจะนำไฟฟ้าได้แตกต่างกัน โดยสังเกตจากสิ่งใด และเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

.....

.....

.....

4. การนำไฟฟ้าที่ต่างกันของสารละลายแต่ละชนิด สามารถบอกสมบัติของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ สารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ และสารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน ได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการเปรียบเทียบสมมติฐานกับผลการทดลอง

- ☐ สมมติฐานสอดคล้องกับผลการทดลอง
- ☐ สมมติฐานไม่สอดคล้องกับผลการทดลอง

สมมติฐานหลังการทดลอง (กรณีที่สมมติฐานไม่สอดคล้องกับผลการทดลอง)

.....

.....

.....

.....

แบบบันทึกการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย

คำชี้แจง :ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการทดลองมาใช้ในการตอบคำถามต่อไปนี้

“นาย A เป็นนักเรียนโรงเรียนแห่งหนึ่ง เขาได้ทำโครงการเรื่องการศึกษาดิน และนำตัวอย่างดินชนิดหนึ่งมาทำการวิเคราะห์ และพบว่าสารละลายของดินชนิดนี้เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน และเมื่อทดสอบการนำไฟฟ้าพบว่าหลอดไฟสว่าง นายเอจึงสรุปว่าสารละลายของดินชนิดนี้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ เพราะ สารละลายอิเล็กโทรไลต์เป็นสารที่มีสมบัติเป็นเบสเท่านั้น”

จากการสรุปของนาย A จงตอบคำถามต่อไปนี้

- 1. นักเรียนเห็นด้วยกับนาย เอ หรือไม่ เพราะอะไร
- 2. นักเรียนจะใช้ข้อมูลใดจากการทดลองเรื่องสมบัติบางประการของสารละลาย มาสนับสนุนคำตอบของนักเรียน
- 3.ถ้ามีเพื่อนคนหนึ่งไม่เห็นด้วยกับเหตุผลของนักเรียนเนื่องจากเขามีเหตุผลอื่น นักเรียนคิดว่าเหตุผลที่เป็นไปได้ของเขาคืออะไร
- 4. จากผลการทดลองนักเรียนจะเสนอเหตุผลใดเพิ่มเติมเพื่อชักจูงให้เพื่อนของนักเรียนเห็นด้วยกับเหตุผลของนักเรียน

แบบบันทึก การสร้างแบบจำลองการเรียนรู้
เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย

คำชี้แจง : ถ้าสารละลายต่างชนิดกันมีสมบัติการเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสและการนำไฟฟ้าต่างกัน เมื่อนำไปทดสอบ
ด้วยกระดาษลิตมัส และเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ให้นักเรียนเขียนแบบจำลองโดยการวาดภาพที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงเมื่อนำสารละลาย
ทดสอบด้วยกระดาษลิตมัสและเครื่องตรวจการนำไฟฟ้า

แบบจำลองก่อนการทดลอง

.....

.....

.....

This image shows a blank white page with three horizontal dotted lines positioned near the bottom margin. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page.

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องกรด-เบส

หน่วยการเรียนรู้ย่อย สารละลายกรดและสารละลายเบส

ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ

ภาคเรียนที่ 2

รายวิชาเคมี (ว30223)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 1 คาบ (55 นาที)

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สารที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2

เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

ทดลอง อธิบายบอกสมบัติของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ พร้อมทั้งระบุไอออนที่ทำให้สารละลายคุณสมบัติเป็นกรดหรือเบสได้

2. สารสำคัญ

สารละลายกรดทุกชนิดมีไอออนที่เหมือนกันคือไฮโดรเนียมไอออน(H_3O^+) ซึ่งเป็นไอออนที่แสดงสมบัติของกรด ทำให้สารละลายกรดเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดงส่วนในสารละลาย เบสทุกชนิดมีไอออนที่เหมือนกันคือไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-)ซึ่งเป็นไอออนที่แสดงสมบัติของเบส ทำให้สารละลายเบสเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

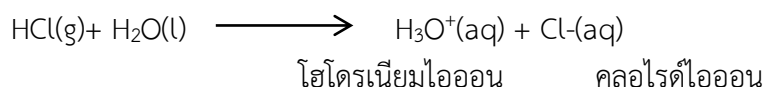
เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

- 3.1) บอกชนิดของไอออนที่ทำให้สารละลายแสดงสมบัติเป็นกรดหรือเบสได้ (K)
- 3.2) เขียนสมการการแตกตัวของกรดและเบสในน้ำได้ (K)
- 3.3) สืบค้นข้อมูลเรื่องสารละลายกรดและสารละลายเบสได้ (P)
- 3.4) มีความสนใจในกิจกรรม รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา (A)

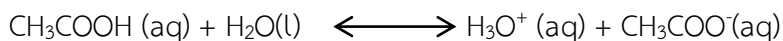
4. สารการเรียนรู้

4.1 ไอออนในสารละลายกรด

สารละลายกรดทุกชนิดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์และเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสี น้ำเงินเป็นสีแดง แสดงว่าในสารละลายกรดอาจจะมีไอออนบางชนิดเหมือนกัน ให้ศึกษาตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงของแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ในน้ำเกิดเป็นกรด ไฮโดรคลอริก เขียนสมการได้ดังนี้



สารละลายกรดแอซิดิกเป็นอิเล็กโทรไลต์อ่อนเนื่องจากแตกตัวเป็นไอออนได้น้อยและไอออนที่เกิดจากการแตกตัวสามารถเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้ การเปลี่ยนแปลงของกรดแอซิดิกในน้ำจึงเป็นปฏิกิริยาผันกลับ สมการที่ภาวะสมดุลเขียนได้ดังนี้



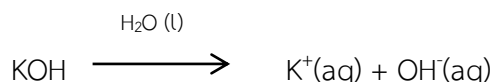
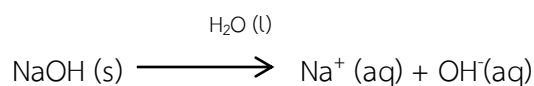
ไฮโดรเนียมไอออน

แอซิเตตไอออน

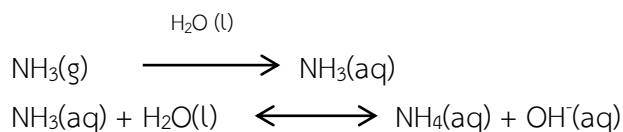
เมื่อ พิจารณาการเปลี่ยนแปลงของแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์และกรดแอซิดิกในน้ำ พบว่าในสารละลายกรดทั้ง 2 ชนิดมีไอออนที่เหมือนกันคือไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) กับไอออนลบที่แตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของกรด เนื่องจากไฮโดรเนียมไอออนไม่ได้อยู่เป็นไอออนเดี่ยว แต่จะมีโมเลกุลของน้ำหลาย โมเลกุลมาล้อมรอบอยู่ด้วย ในบางสถานะอาจอยู่ในรูปของ $\text{H}_9\text{O}_4^+(\text{H}_3\text{O}^+ \cdot 3\text{H}_2\text{O})$ แต่เพื่อความสะดวกจะเขียนเพียง (H_3O^+)

4.2 ไอออนในสารละลายเบส

สารละลายเบสทุกชนิดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์และเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดง เป็นสีน้ำเงิน แสดงว่าในสารละลายเบสต้องมีไอออนชนิดใดชนิดหนึ่งเหมือนกันแต่สารละลายเบสกับ สารละลายกรดเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสแตกต่างกัน ไอออนที่แสดงสมบัติของสารละลายทั้งสองชนิดน่าจะเป็นไอออนต่างชนิดกันสมบัติของเบสบางชนิดเช่นNaOHและKOH เมื่อละลายน้ำจะแตกตัวเป็นไอออนดังนี้



สำหรับสารละลาย NH_3 ซึ่งเป็นอิเล็กโทรไลต์อ่อน เขียนสมการที่ภาวะสมดุลได้ดังนี้



แสดงว่าเบสต่างชนิดกันละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน OH^- เหมือนกัน แต่มีไอออนบวกแตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของเบส

สรุปได้ว่าสารละลายกรดทุกชนิดมีไอออนที่เหมือนกันคือไฮโดรเนียมไอออน(H_3O^+) ซึ่งเป็นไอออนที่แสดงสมบัติของกรด ทำให้สารละลายกรดเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดงส่วนในสารละลาย เบสทุกชนิดมีไอออนที่เหมือนกันคือไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-)ซึ่งเป็นไอออนที่แสดงสมบัติของเบส ทำให้สารละลายเบสเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน

5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ(Engagement) (5 นาที)

5.1.1 ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องสมบัติบางประการของสารละลาย โดยใช้คำถาม ดังนี้

- จากการศึกษาในเรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย สารละลายกรดและสารละลายเบสสามารถนำไฟฟ้าได้หรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ: นำไฟฟ้าได้ เพราะมีไอออนอยู่ในสารละลาย)

- สารละลายที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากน้ำเงินเป็นแดงคือสารละลายใด

(แนวคำตอบ: สารละลายกรดทุกชนิด)

- สารละลายที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นน้ำเงินคือสารละลายใด

(แนวคำตอบ: สารละลายเบสทุกชนิด)

- นักเรียนคิดว่าในสารละลายกรดและสารละลายเบสน่าจะมีไอออนเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

(แนวคำตอบ: แตกต่าง/ไม่แตกต่าง เหตุผลตามแนวคิดของนักเรียน)

5.1.2 ครูชี้แจงว่าวันนี้เราจะทำการศึกษาว่าสารละลายกรดและสารละลายเบสเมื่อละลายน้ำจะมีไอออนที่เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร และทำการเขียนสมการการแตกตัวเป็นไอออนของกรดและเบสเมื่อละลายในน้ำ

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)(25 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 3-4 คน

5.2.2 ครูแจกใบความรู้เรื่องสารละลายกรดและสารละลายเบสและให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสืบค้นข้อมูลและระดมความคิดในประเด็นเรื่อง ไอออนที่แสดงสมบัติความเป็นกรดและเบสคืออะไร และเมื่อนำสารละลายกรดและเบสไปละลายในน้ำเราสามารถเขียนสมการการแตกตัวของกรดและเบสในน้ำได้อย่างไร

5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) (10 นาที)

5.3.1 ครูสุ่มตัวแทนกลุ่ม 5 กลุ่ม มานำเสนอผลการสืบค้นข้อมูลที่ได้รับมอบหมาย

5.3.2 ครูถามนักเรียนว่า มีกลุ่มไหนที่ได้ผลการสืบค้นที่แตกต่างจากเพื่อนที่นำเสนอหรือไม่ อย่างไร

5.3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเรื่องสารละลายกรดและสารละลายเบส เพื่อให้ได้ข้อสรุปของชั้นเรียน โดยครูใช้คำถาม ดังนี้

- เพราะเหตุใดสารละลายกรดกับสารละลายเบสจึงมีสมบัติแตกต่างกัน

(แนวคำตอบ: เพราะสารละลายกรดและเบสเมื่อละลายแล้วเกิดไอออนที่ต่างกัน)

- ไอออนในสารละลายที่แสดงสมบัติของกรดทุกชนิด คือไอออนใด

(แนวคำตอบ: ไฮโดรเนียมไอออน; H_3O^+)

- ไอออนในสารละลายที่แสดงสมบัติของเบสทุกชนิด คือไอออนใด

(แนวคำตอบ: ไฮดรอกไซด์ไอออน; OH^-)

- เมื่อนำ HCl ละลายในน้ำสามารถเขียนสมการการแตกตัวได้อย่างไร

(แนวคำตอบ: $HCl(g) + H_2O(l) \longrightarrow H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$)

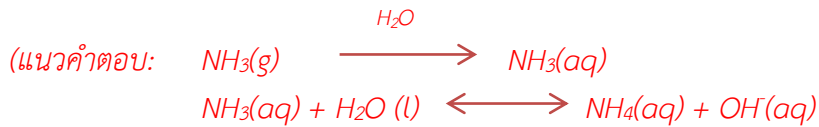
- เมื่อนำ CH_3COOH ละลายในน้ำสามารถเขียนสมการการแตกตัวได้อย่างไร

(แนวคำตอบ: $CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \longleftrightarrow H_3O^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$)

- เมื่อนำNaOHละลายในน้ำสามารถเขียนสมการแตกตัวได้อย่างไร



- เมื่อนำNH₃ละลายในน้ำสามารถเขียนสมการแตกตัวได้อย่างไร



5.4 ขยายความรู้ (Elaboration) (10 นาที)

5.4.1 ครูขยายความรู้ของนักเรียนในเรื่องการนำสารละลายกรดและสารละลายเบสไปใช้ประโยชน์ ดังนี้
- สารละลายกรด-เบสในชีวิตประจำวันชีวิตประจำวันในปัจจุบัน เราได้ใช้สารต่างๆที่มีสมบัติเป็นกรด-เบส ทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งใช้ในการเป็นยารักษาโรค (ยาลดกรดในกระเพาะอาหาร) กำจัดสิ่งสกปรก (สบู่ ผงซักฟอก) ประุงอาหาร (น้ำส้มสายชู) นอกจากนี้ ในร่างกายก็ประกอบด้วยสารที่มีสมบัติเป็นกรด-เบสเช่น กรดเกลือในกระเพาะอาหาร น้ำดีจากตับ มีสมบัติเป็นเบส เป็นต้นสารที่มีสมบัติเป็นกรด-เบสในชีวิตประจำวัน เช่น

1. สารทำความสะอาดเครื่องสุขภัณฑ์ซึ่งมักมีส่วนประกอบของกรดเกลือหรือกรดไฮโดรคลอริก (HCl) กรดไนตริก (HNO₃) ซึ่งมีสมบัติเป็นกรด

2. สารปรุงแต่งอาหารมีทั้งที่มีสมบัติเป็นกรดและเบส เช่น

- สารปรุงแต่งอาหารที่มีสมบัติเป็นกรด เช่น กรดแอสติกในน้ำส้มสายชู กรดซิตริกในน้ำมะนาว น้ำมะขาม กรดแอสคอร์บิกในวิตามินซี เป็นต้น

- สารปรุงแต่งอาหารที่มีสมบัติเป็นเบส เช่น น้ำปูนใส (Ca(OH)₂), น้ำซี้เถ้า (NaOH), ผงฟู (NaHCO₃) เป็นต้น

5.5 ประเมินผล (Evaluation) (5 นาที)

5.5.1 ครูประเมินจากการถามคำถามระหว่างการทำกิจกรรม

5.5.2 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่องสารละลายกรดและสารละลายเบสว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อการนำเสนอ Power Point

6.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

6.3 ใบความรู้เรื่องสารละลายกรดและสารละลายเบส

7. กระบวนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1) บอกชนิดของไอออนที่ทำให้สารละลายแสดงสมบัติเป็นกรดหรือเบสได้ 2) เขียนสมการการแตกตัวของกรดและเบสในน้ำได้ (K)	สังเกต/ ตรวจ - จากการนำเสนอความคิดรวบยอดและข้อสรุปของกลุ่ม - จากการถามคำถามระหว่างทำกิจกรรม	- รายงานสรุปความคิดรวบยอด - การถามคำถาม	- นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ - นักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 3) สืบค้นข้อมูลเรื่องสารละลายกรดและสารละลายเบสได้	สังเกต - จากการทำกิจกรรม	- แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียน	นักเรียนได้ผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านเจตคติ (A) 4) มีความสนใจในกิจกรรมรับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา	สังเกตจาก - ความสนใจในการทำกิจกรรม - การมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	นักเรียนแต่ละกลุ่ม ได้คะแนนอยู่ในระดับดีขึ้นไป

แบบประเมินพฤติกรรมที่มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน รายกลุ่ม

คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ – สกุล (กลุ่มที่)	รายการประเมิน												คะแนน รวม (12)
	ความสนใจ			อภิปราย โต้แย้งและการ แสดงความ ความเห็น			การตอบ คำถาม			การยอม รับฟัง ความคิดเห็น			
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1.													
2.													
3.													
4.													
5.													
6.													

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 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

8. บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

9. ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

10. บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผลการจัดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์

.....

.....

.....

2) ผลการประเมินพฤติกรรมระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

3) ปัญหาและอุปสรรคในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

4) การปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

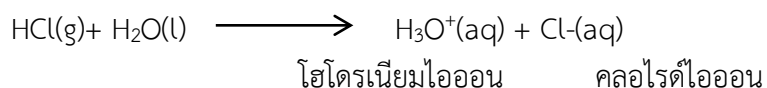
ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนสตรีศึกษา

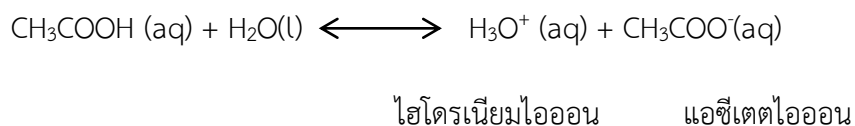
โรงเรียนสตรีศึกษา		
	ใบความรู้เรื่องสารละลายกรดและสารละลายเบส	
	ชื่อวิชา:ว 30223 เคมีเพิ่มเติม	หน่วยกิต: 1.5
	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

1 ไอออนในสารละลายกรด

สารละลายกรดทุกชนิดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์และเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสี น้ำเงินเป็นสีแดง แสดงว่าในสารละลายกรดอาจจะมีไอออนบางชนิดเหมือนกัน ให้ศึกษาตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงของแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์ในน้ำเกิดเป็นกรด ไฮโดรคลอริก เขียนสมการได้ดังนี้



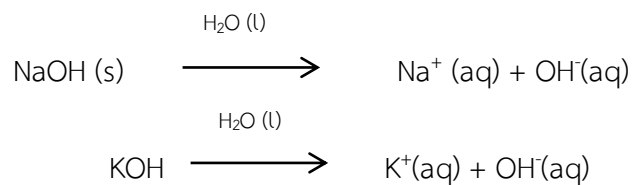
สารละลายกรดแอซิดิกเป็นอิเล็กโทรไลต์อ่อนเนื่องจากแตกตัวเป็นไอออนได้น้อยและไอออนที่เกิดจากการแตกตัวสามารถเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้ การเปลี่ยนแปลงของกรดแอซิดิกในน้ำจึงเป็นปฏิกิริยาผันกลับ สมการที่ภาวะสมดุลเขียนได้ดังนี้



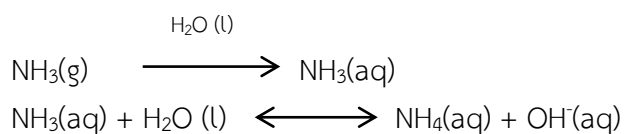
เมื่อ พิจารณาการเปลี่ยนแปลงของแก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์และกรดแอซิดิกในน้ำ พบว่าในสารละลายกรดทั้ง 2 ชนิดมีไอออนที่เหมือนกันคือไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+)กับไอออนลบที่แตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของกรด เนื่องจากไฮโดรเนียมไอออนไม่ได้อยู่เป็นไอออนเดี่ยว แต่จะมีโมเลกุลของน้ำหลาย โมเลกุลมาล้อมรอบอยู่ด้วย ในบางสถานะอาจอยู่ในรูปของ $\text{H}_9\text{O}_4^+(\text{H}_3\text{O}^+ \cdot 3\text{H}_2\text{O})$ แต่เพื่อความสะดวกจะเขียนเพียง (H_3O^+)

2 ไอออนในสารละลายเบส

สารละลายเบสทุกชนิดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์และเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดง เป็นสีน้ำเงิน แสดงว่าในสารละลายเบสต้องมีไอออนชนิดใดชนิดหนึ่งเหมือนกันแต่สารละลายเบสกับ สารละลายกรดเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสแตกต่างกัน ไอออนที่แสดงสมบัติของสารละลายทั้งสองชนิดน่าจะเป็นไอออนต่างชนิดกันสมบัติของเบสบางชนิดเช่นNaOHและKOH เมื่อละลายน้ำจะแตกตัวเป็นไอออนดังนี้



สำหรับสารละลาย NH_3 ซึ่งเป็นอิเล็กโทรไลต์อ่อน เขียนสมการที่ภาวะสมดุลได้ดังนี้



แสดงว่าเบสต่างชนิดกันละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน OH^- เหมือนกัน แต่มีไอออนบวกแตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของเบส

สรุปได้ว่าสารละลายกรดทุกชนิดมีไอออนที่เหมือนกันคือไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) ซึ่งเป็นไอออนที่แสดงสมบัติของกรด ทำให้สารละลายกรดเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดงส่วนในสารละลาย เบสทุกชนิดมีไอออนที่เหมือนกันคือไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) ซึ่งเป็นไอออนที่แสดงสมบัติของเบส ทำให้สารละลายเบสเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน

แบบฝึกหัด

เรื่อง สารละลายกรดและสารละลายเบส

คำชี้แจงจงเติมค่าลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. ไอออนที่แสดงสมบัติความเป็นกรดของสารละลายกรดคือ.....
2. ไอออนที่แสดงสมบัติความเป็นเบสของสารละลายเบสคือ.....
3. สารละลายที่มีสมบัติเป็นกลางต้องมีไอออนเฉพาะหรือไม่อย่างไร.....
4. จงเขียนชื่อและเขียนสมการการแตกตัวของกรด-เบสและเกลือต่อไปนี้

กรด	ชื่อ	การแตกตัวในน้ำ
H_2SO_4		
CH_3COOH		
$Sr(OH)_2$		
$CsOH$		
$MgSO_4$		
$Ca(NO_3)_2$		

จากสารละลายต่อไปนี้ $HClO_3$ $NaCl$ H_2S $NaOH$ CH_3COOH KNO_3 $C_{12}H_{22}O_{11}$ KCl $LiOH$ $Ca(OH)_2$ NH_4Cl
 $NH_2CO_2NH_2$ HCN $RbOH$

- 5.1 สารที่มีไอออนแสดงสมบัติความเป็นกรด.....
- 5.2 สารที่มีไอออนแสดงสมบัติความเป็นเบส.....
- 5.3 สารที่มีสมบัติเป็นเกลือ.....
- 5.4 สารที่ไม่แตกตัวเป็นไอออน.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องกรด-เบส

หน่วยการเรียนรู้ย่อย ทฤษฎีกรด-เบสและคู่กรด-เบส

ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ

ภาคเรียนที่ 2

รายวิชาเคมี (ว30223)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 3 คาบ (165 นาที)

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายความหมายพร้อมระบุโมเลกุลหรือไอออนตามทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียสและเบรินสเตด-ลาวรี ได้ พร้อมหาคู่กรด-เบสของสารหรือไอออนชนิดต่างๆ ได้

2. สาระสำคัญ

ทฤษฎีกรด-เบสอาร์เรเนียส กรดคือสารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ H^+ เบสคือสารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ OH^- ทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี กรดคือสารที่ให้โปรตอนแก่สารอื่น เบสคือสารที่รับโปรตอนจากสารอื่น ทฤษฎีกรด-เบสลิวิส กรดคือสารที่รับคู่อิเล็กตรอน เบสคือสารที่ให้คู่อิเล็กตรอน สารบางชนิดให้และรับโปรตอนได้จึงเป็นได้ทั้งกรดและเบสหรือสารแอมโฟเทอริกตามทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตด-ลาวรี และโมเลกุลหรือไอออนที่เป็นคู่กรด-เบสกัน จะมีโปรตอนต่างกันอยู่ 1 โปรตอน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

3.1 อธิบายความหมายของกรดและเบส ตามทฤษฎีกรด-เบสอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรีและลิวิสได้ (K)

3.2 บอกได้ว่าสารใดเป็นกรดสารใดเป็นเบสตามทฤษฎีกรด-เบสอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรีจากปฏิกิริยาที่กำหนดได้ (K)

3.3 อธิบายเหตุผลที่สารบางชนิดแสดงสมบัติเป็นทั้งกรดและเบส รวมทั้งเขียนสมการแสดงการถ่ายโอนโปรตอนได้ (K)

3.4 อธิบายความหมายของคู่กรด-เบส และระบุคู่กรด-เบสในปฏิกิริยาที่กำหนดให้ได้ (K)

3.5 สามารถสืบค้นข้อมูลเรื่อง ทฤษฎีกรด-เบสและคู่กรด-เบสได้ (P)

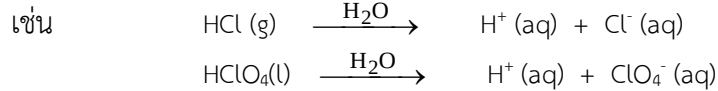
3.6 มีความสนใจในกิจกรรม รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา (A)

4. สารการเรียนรู้

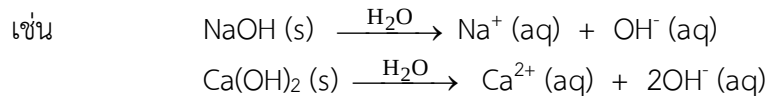
4.1 ทฤษฎีกรด-เบส

4.1.1 ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียสให้นิยามกรดไว้ว่า

“กรด คือ สารที่เมื่อละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออน”



“เบสคือ สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน”

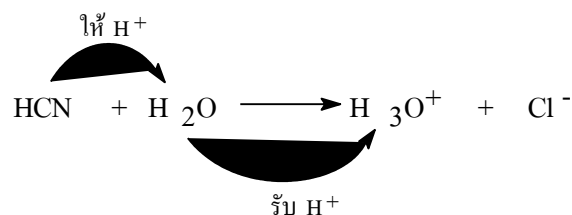


4.1.2 ทฤษฎีกรด-เบส ของเบรินสเตด-ลาวรี

กรดคือสารที่สามารถให้โปรตอนกับสารอื่นๆได้ (Proton donor)

เบสคือสารที่สามารถรับโปรตอนจากสารอื่นได้ (Proton acceptor)

เช่น



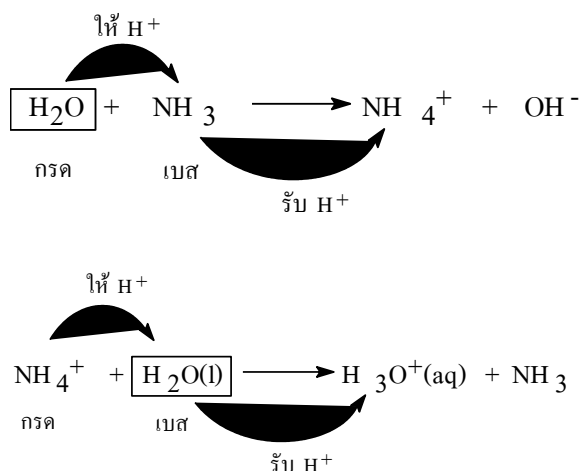
HClเป็นสารที่ให้โปรตอน (H⁺) ดังนั้นHClจึงเป็นกรด

H₂O เป็นสารที่รับโปรตอน(H⁺) ดังนั้น H₂O จึงเป็นเบส

สารที่เป็นได้ทั้งกรดและเบส (Amphoteric)

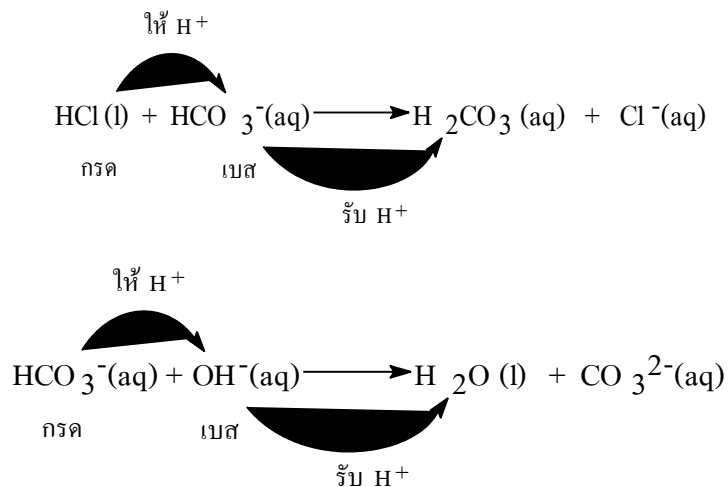
สารบางตัวทำหน้าที่เป็นทั้งกรด เมื่อทำปฏิกิริยากับสารตัวหนึ่ง และทำหน้าที่เป็นเบส เมื่อทำปฏิกิริยากับอีกสารหนึ่ง นั่นคือเป็นได้ทั้งกรดและเบส สารที่มีลักษณะนี้เรียกว่า สารแอมโฟเทอริก (Amphoteric) เช่น H₂O , HCO₃⁻ เป็นต้น

กรณีของ H₂O



ในกรณีนี้ H₂O เป็นกรดเมื่อทำปฏิกิริยากับ NH₃ และเป็นเบสเมื่อทำปฏิกิริยากับ NH₄⁺

กรณีของ HCO_3^-



ในกรณีนี้ HCO_3^- เป็นเบส
เมื่อทำปฏิกิริยากับ HCl และ
เป็นกรดเมื่อทำปฏิกิริยากับ
 OH^-

ดังนั้นอาจจะสรุปได้ว่า สารที่เป็นแอมโฟเทอริก ถ้าทำปฏิกิริยากับสารที่ให้โปรตอนได้ดีกว่า ตัวมันเองจะรับโปรตอน (ทำหน้าที่เป็นเบส) แต่ถ้าไปทำปฏิกิริยากับสารที่ให้โปรตอนได้ไม่ดี ตัวมันเองจะเป็นตัวให้โปรตอนกับสารนั้น (ทำหน้าที่เป็นกรด)

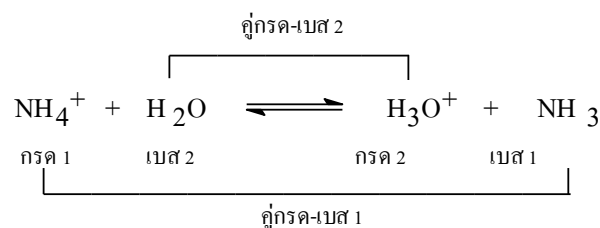
4.1.3 ทฤษฎีกรด-เบสของลิวอิส

กรด คือ สารที่สามารถรับอิเล็กตรอนคู่ จากเบส แล้วเกิดพันธะโคเวเลนต์

เบส คือ สารที่สามารถให้อิเล็กตรอนคู่ในการเกิดพันธะโคเวเลนต์

4.2 คู่กรด-เบส

จากปฏิกิริยาของกรดกับเบสที่กล่าวถึงแล้ว ตามทฤษฎีของเบรินสเตด-ลาวรี จะเห็นว่าในปฏิกิริยาหนึ่งๆ อาจจะจัดคู่กรด-เบสได้ 2 คู่ด้วยกัน ตัวอย่างเช่น



5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ(Engagement) (5 นาที)

5.1.1 ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์สารละลายกรดสารละลายเบส เพื่อกระตุ้นและนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถาม ดังนี้

- สารที่ละลายน้ำและนำไฟฟ้าได้เรียกว่าสารใด

(แนวคำตอบ: สารอิเล็กโทรไลต์)

- สารที่ละลายน้ำและไม่นำไฟฟ้าเรียกว่าสารใด

(แนวคำตอบ: สารนอนอิเล็กโทรไลต์)

- ในสารละลายกรด ไอออนใดที่แสดงสมบัติเป็นกรด

(แนวคำตอบ: ไฮโดรเนียมไอออน; H_3O^+)

ในสารละลายเบส ไอออนใดที่แสดงสมบัติเป็นเบส

(แนวคำตอบ: ไฮดรอกไซด์ไอออน; OH^-)

5.1.2 ครูชี้แจงกับนักเรียนว่าหลังจากที่เราทราบว่าสารที่มีสมบัติเป็นกรดหรือเบสเป็นอย่างไร ในวันนี้จะเรียนในเรื่องของคานิยามของกรด-เบสว่ามีผู้ให้นิยามไว้อย่างไรบ้าง

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)(55 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 5 - 6 คน

5.2.2 ครูแจกใบความรู้เรื่อง ทฤษฎีกรด-เบสและคู่กรด-เบส

5.2.3 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบความรู้และร่วมกันอภิปรายให้ได้เป็นข้อสรุปของกลุ่ม โดยครูให้แนวทางในการสืบค้นข้อมูลในประเด็นต่อไปนี้

- ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส
- ทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี
- ทฤษฎีกรด-เบสของลิวอิส
- สารที่เป็นได้ทั้งกรดและเบส
- คู่กรด-เบส

5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) (50 นาที)

5.3.1 ครูให้ตัวแทนกลุ่มแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นเรื่องทฤษฎีกรด-เบสและคู่กรด-เบส

5.3.2 ครูถามนักเรียนว่าแต่ละกลุ่มได้ผลการสืบค้นและผลการศึกษาเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร

5.3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการสืบค้น ให้เป็นข้อสรุปของห้องโดยใช้คำถามนำ ดังนี้

- ทฤษฎีกรด-เบสอาร์เรเนียสกล่าวอย่างไร

(แนวคำตอบ: กรดคือสารที่ละลายน้ำแล้วตัวให้ไฮโดรเจนไอออนและเบสคือสารที่ละลายแล้วแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน)

- ทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตดลาวรีกล่าวอย่างไร

(แนวคำตอบ: กรดคือสารที่ให้โปรตอนแก่สารอื่นและเบสคือสารที่รับโปรตอนจากสารอื่น)

- ทฤษฎีกรด-เบสลิวอิสกล่าวอย่างไร

(แนวคำตอบ: กรดคือสารที่รับคู่อิเล็กตรอนจากสารอื่นและเบสคือสารที่ให้อิเล็กตรอนจากสารอื่น)

- ทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตด-ลาวรีใช้อธิบายสมบัติของกรด-เบสได้กว้างกว่าทฤษฎีกรด-เบสอาร์เรเนียสอย่างไร

(แนวคำตอบ: เพราะพิจารณาความเป็นกรด-เบสของสารจากการถ่ายโอนโปรตอน รวมทั้งไม่จำเป็นต้องอยู่ในสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย)

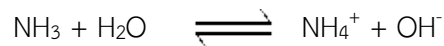
5.3.4 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการให้และรับโปรตอนของ H_2O ในปฏิกิริยาระหว่าง NH_4Cl กับ H_2O และ CH_3COONa กับ H_2O ตามทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตด-ลาวรี เพื่อให้ได้สรุปว่า H_2O สามารถให้และรับโปรตอน

ได้ จึงแสดงสมบัติเป็นได้ทั้งกรดและเบส โดยเน้นว่าสารใดจะเป็นกรดหรือเบสต้องพิจารณาจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น นอกจาก H_2O แล้วยังมีสารอื่นๆ อีกที่ทำหน้าที่เป็นได้ทั้งกรดและเบส ซึ่งเรียกสารเหล่านี้ว่าสารแอมโฟเทอริก

5.4 ขยายความรู้ (Elaboration) (45 นาที)

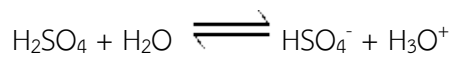
5.4.1 ครูอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนในเรื่องคู่กรด-เบสพร้อมกับยกตัวอย่างให้นักเรียนหาคู่กรดเบสบนกระดาน

สารที่เป็นคู่กรด-เบสกัน H^+ ต่างกัน 1 ตัว โดยที่ คู่กรดจะมี H^+ มากกว่าคู่เบส 1 ตัว เช่น



H_2O เป็นคู่กรดของเบส OH^-

NH_3 เป็นคู่เบสของกรด NH_4^+



H_2SO_4 เป็นคู่กรดของเบส HSO_4^-

H_2O เป็นคู่เบสของกรด H_3O^+

5.4.2 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม เรื่องทฤษฎีกรด-เบสและคู่กรด-เบส

5.5 ประเมินผล (Evaluation)(10นาที)

5.5.1 ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน จากการทำแบบฝึกหัดและการตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นในระหว่างทำกิจกรรม

5.5.2 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่องทฤษฎีกรด-เบสและคู่กรด-เบสว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อการนำเสนอ Power Point

6.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

6.3 ใบความรู้เรื่องทฤษฎีกรด-เบสและคู่กรด-เบส

7. กระบวนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1)อธิบายความหมายของกรดและเบส ตามทฤษฎีกรด-เบสอาร์เนียส เบรินส เตด-ลาวรีและลิวอิสได้ 2)บอกได้ว่าสารใดเป็นกรดสารใดเป็นเบสตามทฤษฎีกรด-เบสอาร์เนียส เบรินส เตด-ลาวรีจากปฏิกิริยาที่กำหนดได้ 3)อธิบายเหตุผลที่สารบางชนิดแสดงสมบัติเป็นทั้งกรดและเบส รวมทั้งเขียนสมการแสดงการถ่ายโอนโปรตอนได้ 4)อธิบายความหมายของคู่กรด-เบส และระบุคู่กรด-เบสในปฏิกิริยาที่กำหนดให้ได้	สังเกต/ ตรวจ - จากการนำเสนอความคิดรวบยอดและข้อสรุปของกลุ่ม - จากการถามคำถามระหว่างทำกิจกรรม - การทำแบบฝึกหัดเรื่องทฤษฎีกรด-เบสและคู่กรด-เบส	- รายงานสรุปความคิดรวบยอดเรื่อง ทฤษฎีกรด-เบสและคู่กรด-เบส - แบบฝึกหัดเรื่องทฤษฎีกรด-เบสและคู่กรด-เบส	- นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ - นักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 5) สามารถสืบค้นข้อมูลเรื่องทฤษฎีกรด-เบสและคู่กรด-เบสได้	สังเกต - จากการทำกิจกรรม	- แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียน	นักเรียนได้ผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านเจตคติ (A) 3) มีความสนใจในกิจกรรมรับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา	สังเกตจาก - ความสนใจในการทำกิจกรรม - การมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	นักเรียนแต่ละกลุ่ม ได้คะแนนอยู่ในระดับดีขึ้นไป

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

8. บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

9. ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

10. บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผลการจัดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์

.....

.....

.....

2) ผลการประเมินพฤติกรรมระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

3) ปัญหาและอุปสรรคในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

4) การปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนสตรีศึกษา

โรงเรียนสตรีศึกษา		
	ใบความรู้เรื่องทฤษฎีกรด-เบส	
	ชื่อวิชา:ว 30223 เคมีเพิ่มเติม	หน่วยกิต: 1.5
	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

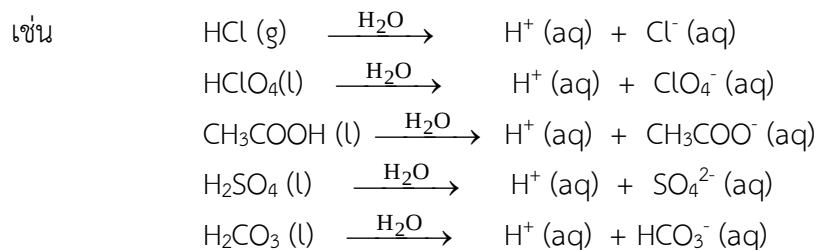
1. ทฤษฎีกรด-เบส

ในการที่จะให้นิยามของกรด-เบส และในการจำแนกสารต่างๆ ว่าเป็นกรดหรือเบสนั้น ได้มีนักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาและตั้งทฤษฎีกรด-เบส ขึ้นหลายทฤษฎีด้วยกัน ทฤษฎีกรด-เบสที่สำคัญมีดังนี้

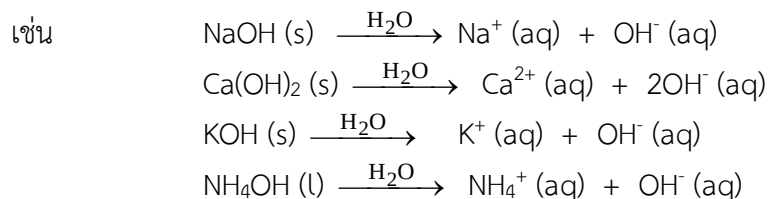
1.1 ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส

อาร์เรเนียส เป็นนักวิทยาศาสตร์ชาวสวีเดน ได้ตั้งทฤษฎีกรด-เบส ในปี ค.ศ. 1887 (พ.ศ. 2430) อาร์เรเนียสศึกษาสารที่ละลายน้ำ (Aqueous solution) และการนำไฟฟ้าของสารละลายนั้น เขาพบว่าสารอิเล็กโทรไลต์จะแตกตัวเป็นไอออน เมื่อละลายอยู่ในน้ำ และให้นิยามกรดไว้ว่า

“กรด คือ สารที่เมื่อละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออน”



“เบสคือ สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน”



ข้อจำกัดของทฤษฎีกรด-เบส อาร์เรเนียส

- 1) ทฤษฎีกรด-เบส อาร์เรเนียส จะเน้นเฉพาะการแตกตัวในน้ำ ให้เป็น H^+ และ OH^- ไม่รวมถึงตัวทำละลายอื่นๆ ทำ

ให้อธิบายความเป็นกรด-เบสได้จำกัด

- 2) สารที่จะเป็นกรดได้ต้องมี H^+ อยู่ในโมเลกุล และสารที่จะเป็นเบสได้ก็ต้องมี OH^- อยู่ในโมเลกุล

3) ทฤษฎีนี้ไม่สามารถครอบคลุมความหมายของ H^+ ที่แตกตัวออกมาจากกรดในน้ำได้ เนื่องจากน้ำเป็นโมเลกุลที่มีขั้ว ไอออนต่างๆที่อยู่ในน้ำจะมีน้ำมาล้อมรอบเสมอ เรียกว่า ไฮเดรตไอออน (Hydrated ion) จำนวนโมเลกุลของน้ำที่ไปล้อมรอบไอออนต่าง ๆ นั้นไม่เท่ากัน แล้วแต่ชนิดของไอออน และจะมีโมเลกุลของน้ำไปล้อมรอบโมเลกุลของไฮโดรเจน แสดงว่า H^+ ไม่เป็นไอออนอิสระตามทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส

1.2 ทฤษฎีกรด-เบส ของเบรินสเตด-ลาวรี

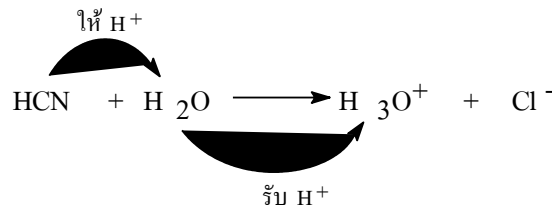
โจฮันส์ นิโคลัส เบรินสเตด นักเคมีชาวเดนมาร์ก และ โทมัส มาร์ติน ลาวรี นักเคมีชาวอังกฤษ ได้ศึกษาการให้และรับโปรตอนของสาร เพื่อใช้ในการอธิบายและจำแนกกรด-เบสได้กว้างขึ้น และได้ตั้งทฤษฎีกรด-เบสขึ้นในปี ค.ศ.1923 (พ.ศ.2466)

กรด คือ สารที่สามารถให้โปรตอนกับสารอื่นๆ ได้ (Proton donor)

เบส คือ สารที่สามารถรับโปรตอนจากสารอื่นได้ (Proton acceptor)

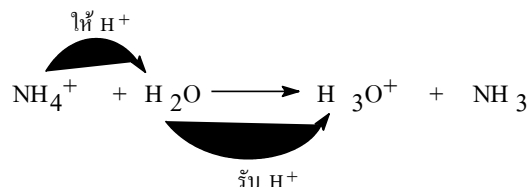
พิจารณาตัวอย่างต่อไปนี้

1.



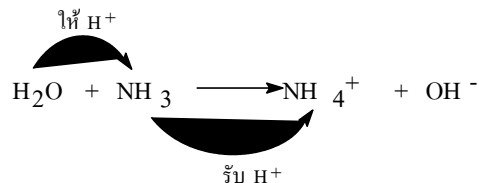
HCl เป็นสารที่ให้โปรตอน (H^+) ดังนั้น HCl จึงเป็นกรด
 H_2O เป็นสารที่รับโปรตอน (H^+) ดังนั้น H_2O จึงเป็นเบส

2.



NH_4^+ เป็นสารที่ให้โปรตอน (H^+) ดังนั้น NH_4^+ จึงเป็นกรด
 H_2O เป็นสารที่รับโปรตอน (H^+) ดังนั้น H_2O จึงเป็นเบส

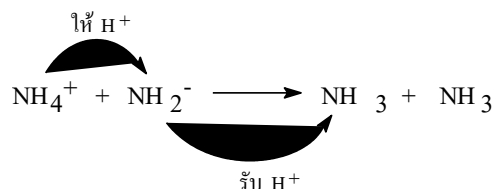
3.



H_2O เป็นสารที่ให้โปรตอน (H^+) ดังนั้น H_2O จึงเป็นกรด
 NH_3 เป็นสารที่รับโปรตอน (H^+) ดังนั้น NH_3 จึงเป็นเบส

จากปฏิกิริยาทั้ง 3 ปฏิกิริยา จะมีสารที่ให้และรับโปรตอนในแต่ละปฏิกิริยา และมี H_3O^+ และ OH^- เกิดขึ้น แต่บางปฏิกิริยาอาจจะไม่มีสารทั้งสองชนิดนี้เลย ทฤษฎีนี้ก็ยังคงอธิบายได้ เช่น

4.



NH_4^+ เป็นกรด
 NH_2^- เป็นเบส

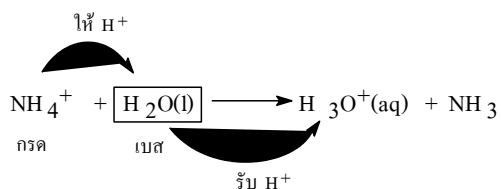
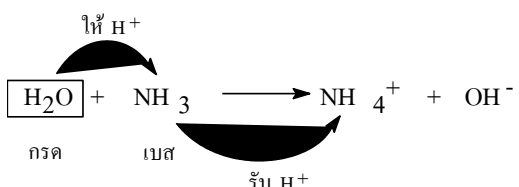
ข้อจำกัดของทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี

ทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี ใช้อธิบายสมบัติของกรด-เบส ได้กว้างกว่าทฤษฎีของอาร์เรเนียส แต่ยังมีข้อจำกัดคือ สารที่จะทำหน้าที่เป็นกรดจะต้องมีโปรตอนอยู่ในสารนั้น

สารที่เป็นได้ทั้งกรดและเบส (Amphoteric)

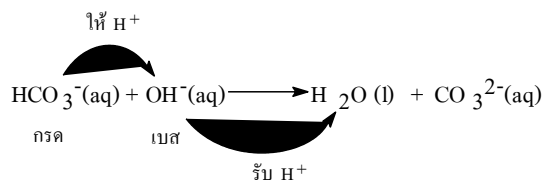
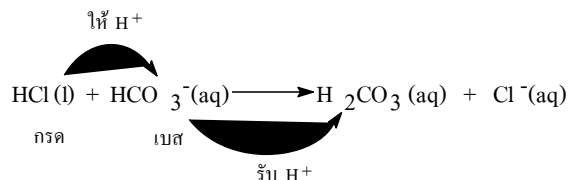
สารบางตัวทำหน้าที่เป็นทั้งกรด เมื่อทำปฏิกิริยากับสารตัวหนึ่ง และทำหน้าที่เป็นเบส เมื่อทำปฏิกิริยากับอีกสารหนึ่ง นั่นคือเป็นได้ทั้งกรดและเบส สารที่มีลักษณะนี้เรียกว่า สารแอมโฟเทอริก (Amphoteric) เช่น H_2O , HCO_3^- เป็นต้น

กรณีของ H_2O



ในกรณีนี้ H_2O เป็นกรดเมื่อทำปฏิกิริยากับ NH_3 และเป็นเบสเมื่อทำปฏิกิริยากับ NH_4^+

กรณีของ HCO_3^-



ในกรณีนี้ HCO_3^- เป็นเบสเมื่อทำปฏิกิริยากับ HCl และเป็นกรดเมื่อทำปฏิกิริยากับ OH^-

ดังนั้นอาจจะสรุปได้ว่า สารที่เป็นแอมโฟเทอริก ถ้าทำปฏิกิริยากับสารที่ให้โปรตอนได้ดีกว่า ตัวมันเองจะรับโปรตอน (ทำหน้าที่เป็นเบส) แต่ถ้าไปทำปฏิกิริยากับสารที่ให้โปรตอนได้ไม่ดี ตัวมันเองจะเป็นตัวให้โปรตอนกับสารนั้น (ทำหน้าที่เป็นกรด)

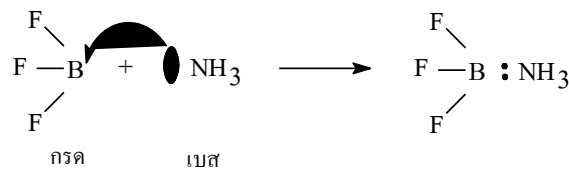
1.3 ทฤษฎีกรด-เบสของลิวอิส

ในปี ค.ศ. 1923 (พ.ศ. 2466) ลิวอิสไดเสนอนิยามของกรดและเบสดังนี้

กรด คือ สารที่สามารถรับอิเล็กตรอนคู่ จากเบส แล้วเกิดพันธะโคเวเลนต์

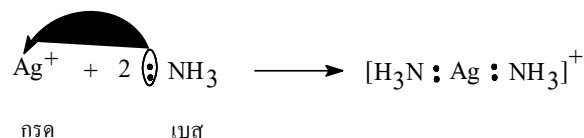
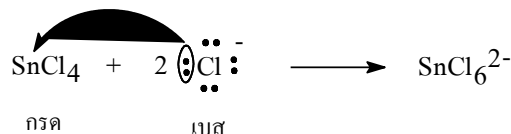
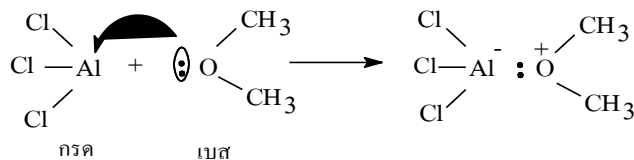
เบส คือ สารที่สามารถให้อิเล็กตรอนคู่ในการเกิดพันธะโคเวเลนต์

ปฏิกิริยาระหว่างกรด-เบส ตามทฤษฎีนี้ อธิบายในเทอมที่มีการใช้อิเล็กตรอนคู่ร่วมกัน กรดรับอิเล็กตรอนเรียกว่าเป็น Electrophile และเบสให้อิเล็กตรอนเรียกว่าเป็น Nucleophile และตามทฤษฎีนี้สารที่เป็นเบสต้องมีอิเล็กตรอนคู่อิสระ เช่น



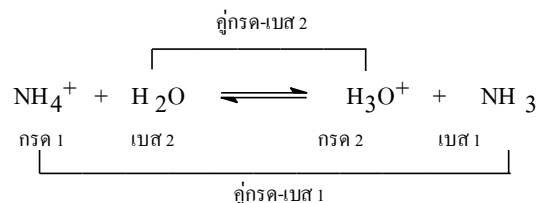
ในกรณีนี้ NH_3 เป็นเบส มีอิเล็กตรอนคู่ 1 คู่ จะให้อิเล็กตรอนคู่กับกรดในการเกิดพันธะโคเวเลนต์ และ BF_3 รับอิเล็กตรอนจาก NH_3 BF_3 จึงเป็นกรด

ทฤษฎีของลิวอิสนี้มีข้อดีคือ สามารถจำแนกกรด-เบส ที่ไม่มีทั้ง H หรือ OH^- ในสารนั้น และแม้ว่าสารนั้นไม่ได้อยู่ในรูปสารละลาย แต่อยู่ในสถานะก๊าซก็สามารถใช้ทฤษฎีลิวอิสอธิบายความเป็นกรดเบสได้ ตัวอย่างอื่นๆ เช่น



2. คู่กรด-เบส

จากปฏิกิริยาของกรดกับเบสที่กล่าวถึงแล้ว ตามทฤษฎีของเบรินสเตด-ลาวรี จะเห็นว่าในปฏิกิริยาหนึ่งๆ อาจจะจัดคู่กรด-เบสได้ 2 คู่ด้วยกัน ตัวอย่างเช่น



ปฏิกิริยาตัวอย่างนี้ ปฏิกิริยาไปข้างหน้า NH_4^+ ทำหน้าที่เป็นกรด เพราะให้ H^+ กับ H_2O แล้วได้เป็น NH_3 และ H_2O รับ H^+ ทำหน้าที่เป็นเบส ส่วนปฏิกิริยาย้อนกลับ H_3O^+ เป็นกรด เพราะให้ H^+ กับ NH_3 ซึ่งเป็นเบส แล้วได้ H_2O และ NH_4^+ ตามลำดับ

เรียก NH_4^+ ว่าคู่กรดของ NH_3 (เบส)

H_2O ว่าคู่เบสของ H_3O^+ (กรด)

NH_3 ว่าคู่เบสของ NH_4^+

H_3O^+ ว่าคู่กรดของ H_2O

จะเห็นได้ว่า คู่กรด-เบสนั้นจะมีจำนวนโปรตอน (H) ต่างกัน 1 ตัว หรืออาจกล่าวได้ว่า จำนวนโปรตอนของคู่กรด จะมากกว่าโปรตอนคู่เบสอยู่ 1 ตัวเสมอ

ตัวอย่าง ให้เขียนคู่กรด-เบสของสารต่อไปนี้

ก. คู่เบสของ H_2O และ HNO_3

ข. คู่กรดของ SO_4^{2-} และ $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$

วิธีทำ

ก. คู่เบสของ H_2O และ HNO_3 คือ OH^- และ NO_3^- ตามลำดับ

ข. คู่กรดของ SO_4^{2-} และ $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$ คือ HSO_4^- และ $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ ตามลำดับ

แบบฝึกหัด
เรื่อง ทฤษฎีกรด-เบสและคู่กรด-เบส

1. จงอธิบายทฤษฎีกรด-เบสต่อไปนี้(2คะแนน)

1.1 ทฤษฎีกรด - เบสอาร์เรเนียส (Arrhenius)

กรด คือ.....

เบส คือ.....

ข้อจำกัด คือ.....

1.2 ทฤษฎีกรด - เบส เบรินสเตด-ลาวรี (Bronsted-Lowry)

กรด คือ.....

เบส คือ.....

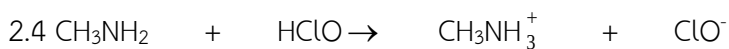
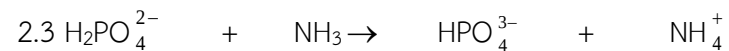
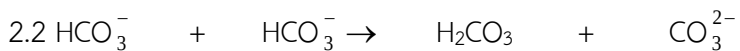
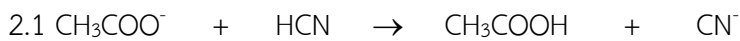
ข้อจำกัด คือ.....

1.3 ทฤษฎีกรด - เบส ลิวอิส (Lewis)

กรด คือ.....

เบส คือ.....

2. จงระบุว่าสารใดเป็นกรด-เบส ในสมการ



3. จงบอกคู่เบสของสารต่อไปนี้(1คะแนน)

3.1 HSO_4^-

3.2 HClO

3.3 H_3PO_4

3.4 NH_4^+

4. จงบอกคู่กรดของสารต่อไปนี้(1คะแนน)

4.1 CO_3^{2-}

4.2 PO_4^{2-}

4.3 SO_3^{2-}

4.4 HPO_4^{2-}

เฉลยแบบฝึกหัด

เรื่อง ทฤษฎีกรด-เบสและคู่กรด-เบส

1. จงอธิบายทฤษฎีกรด-เบสต่อไปนี้ (2 คะแนน)

1.1 ทฤษฎีกรด - เบสอาร์เรเนียส (Arrhenius)

กรด คือ สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออน H^+ หรือ H_3O^+

เบส คือ สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน OH^-

ข้อจำกัด คือสารที่จะเป็นกรดได้ต้องมี H^+ อยู่ในโมเลกุล และสารที่จะเป็นเบสได้

ก็ต้องมี OH^- อยู่ในโมเลกุล

1.2 ทฤษฎีกรด - เบส เบรินสเตด-ลาวรี (Bronsted-Lowry)

กรด คือ สารที่ให้โปรตอนแก่ สารอื่น

เบส คือ สารที่รับโปรตอนจากสารอื่น

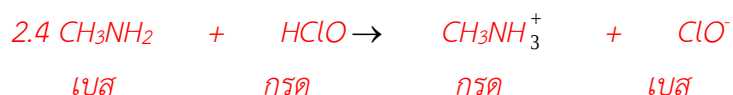
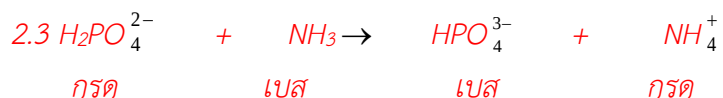
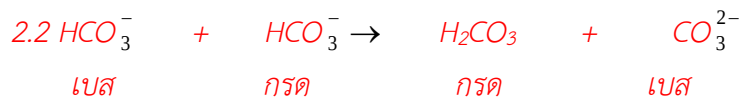
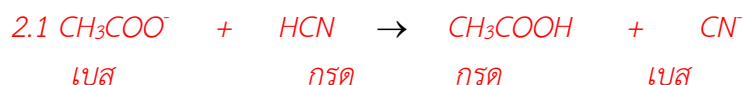
ข้อจำกัด คือสารที่จะทำหน้าที่เป็นกรดจะต้องมีโปรตอนอยู่ในสารนั้น

1.3 ทฤษฎีกรด - เบส ลิวิส (Lewis)

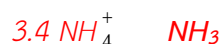
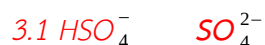
กรด คือ สารที่สามารถรับอิเล็กตรอนคู่ จากเบส แล้วเกิดพันธะโคเวเลนต์

เบส คือ สารที่สามารถให้อิเล็กตรอนคู่ในการเกิดพันธะโคเวเลนต์

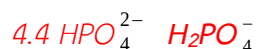
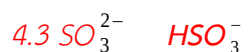
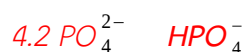
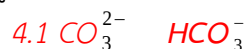
2. จงระบุว่าสารใดเป็นกรด-เบส ในสมการ



3. จงบอกคู่เบสของสารต่อไปนี้ (1 คะแนน)



4. จงบอกคู่กรดของสารต่อไปนี้ (1 คะแนน)



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องกรด-เบส

หน่วยการเรียนรู้ย่อย การแตกตัวของกรด-เบส

ผู้สอนครูศุภราภรณ์ สุวรรณ

ภาคเรียนที่ 2

รายวิชาเคมี (ว30223)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 3 คาบ (165 นาที)

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายการแตกตัวของกรดแก่ เบสแก่ กรดอ่อน เบสอ่อน และหาร้อยละการแตกตัวของกรดพร้อมทั้งสามารถคำนวณหาค่าคงที่ของกรดและเบสได้

2. สาระสำคัญ

กรดแก่และเบสแก่เป็นอิเล็กโทรไลต์แก่เมื่อละลายน้ำแตกตัวเป็นไอออนได้ดี แตกตัวได้เกือบหมด 100% ซึ่งถือว่าแตกตัวได้หมดจึงเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าอย่างเดี่ยว ดังนั้นถ้าทราบความเข้มข้นของกรดแก่หรือ เบสแก่ ก็สามารคำนวณหาความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- ในสารละลายได้ สำหรับกรดอ่อนและเบสอ่อน แตกตัวได้น้อยหรือแตกตัวได้บางส่วน ปริมาณการแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน อาจบอกเป็นค่าคงที่หรือร้อยละการแตกตัวของกรดหรือเบส ค่าคงที่การแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน สามารถใช้เปรียบเทียบความสามารถในการแตกตัวของกรดอ่อนหรือเบสอ่อน และใช้คำนวณหาความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- ในสารละลายกรดหรือเบส

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

3.1) อธิบายการแตกตัวของกรดแก่ เบสแก่ กรดอ่อน เบสอ่อน รวมทั้งคำนวณหาร้อยละของการแตกตัวและค่าคงที่การแตกตัวของกรดหรือเบสได้ (K)

3.2) เปรียบเทียบปริมาณการแตกตัวของกรดหรือเบส และคำนวณหาความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- โดยใช้ค่าคงที่การแตกตัวของกรดและเบสได้ (K)

3.3) สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องการแตกตัวของกรด-เบส ได้(P)

3.4) มีความสนใจในกิจกรรม รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา (A)

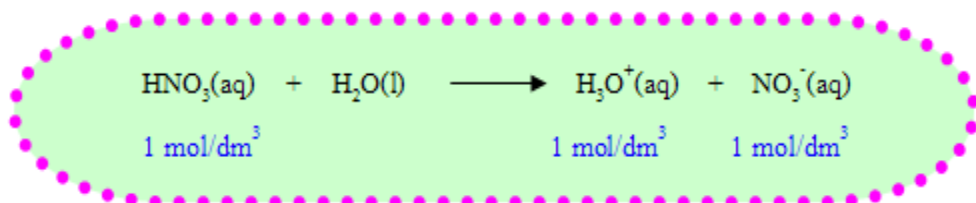
4. สารละลายเรียนรู้

4.1 การแตกตัวของกรดแก่และเบสแก่

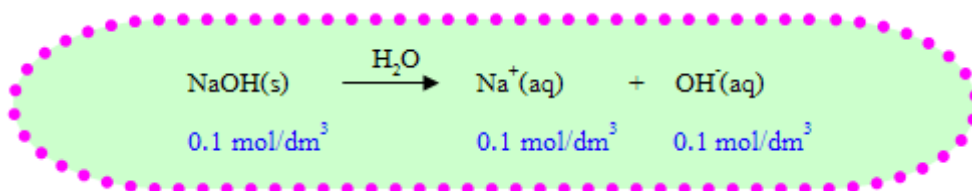
การแตกตัวของกรดแก่และเบสแก่จะแตกตัวได้หมด 100% หมายถึง การแตกตัวของกรดแก่และเบสแก่เป็นไอออนได้หมดในตัวทำละลายซึ่งส่วนใหญ่เป็นน้ำ เช่น การแตกตัวของกรด HCl จะได้ H^+ หรือ H_3O^+ และ Cl^- ไม่มี HCl เหลืออยู่ หรือการแตกตัวของเบส เช่น NaOH ได้ Na^+ และ OH^- ไม่มี NaOH เหลืออยู่

การแตกตัวของกรดแก่และเบสแก่เขียนแทนด้วยลูกศร ซึ่งแสดงการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าเพียงอย่างเดียว ไม่ผันกลับ ดังนั้นการคำนวณจะใช้วิธีคำนวณเหมือนสมการเคมีธรรมดา เช่น

1. สารละลาย HNO_3 เข้มข้น 1 mol/dm^3 จะแตกตัวให้ H_3O^+ และ NO_3^- อย่างละ 1 mol/dm^3



2. สารละลายเบสแก่ NaOH เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 จะแตกตัวให้ Na^+ และ OH^- เข้มข้น อย่างละ 0.1 mol/dm^3



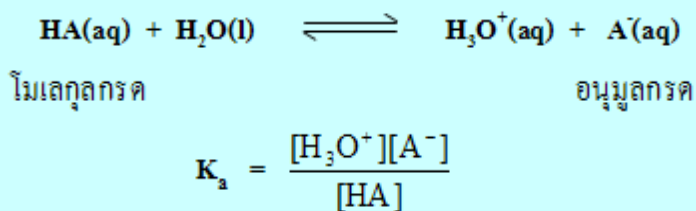
4.2 การแตกตัวของกรดอ่อน – เบสอ่อน

กรดอ่อนและเบสอ่อนจัดเป็นอิเล็กโทรไลต์อ่อน เมื่อละลายน้ำจึงแตกตัวได้ไม่หมด แตกตัวได้เพียงบางส่วนและเป็นส่วนที่น้อยมากเมื่อเทียบกับความเข้มข้นเริ่มต้นของกรดอ่อนหรือเบสอ่อน การแตกตัวของกรดอ่อน และเบสอ่อนจึงเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

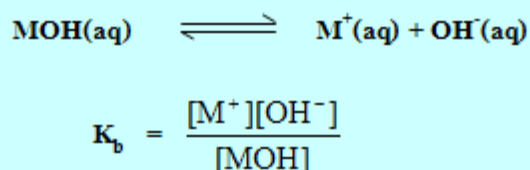
การบอกความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- ที่เกิดจากการแตกตัวของ กรดอ่อนและเบสอ่อน นิยมบอกเป็นร้อยละเรียกว่า ร้อยละการแตกตัว (percent ionization : α) เช่น กรดอ่อน HA เข้มข้น 1 mol/dm^3 แตกตัวได้ร้อยละ 5 หมายความว่าในสารละลายปริมาตร 1 dm^3 มีกรด HA ละลายอยู่ 1 mol และเมื่อถึงสมดุลกรด HA แตกตัวไปเพียง 0.05 mol และเหลืออยู่ 0.95 mol

$$\text{ร้อยละการแตกตัวของกรดหรือเบส} = \frac{\text{จำนวนโมลของกรดหรือเบสที่แตกตัว}}{\text{จำนวนโมลของกรดหรือเบสทั้งหมด}} \times 100$$

ปริมาณการแตกตัวของกรดอ่อน นอกจากจะบอกเป็นร้อยละแล้ว ยังสามารถบอกโดยใช้ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาได้ เรียกว่า ค่าคงที่สมดุลของกรด หรือ ค่าคงที่การแตกตัวของกรด (acid ionization constant : K_a)



ส่วนเบสอ่อน เรียกว่า ค่าคงที่สมดุลของเบส หรือ ค่าคงที่การแตกตัวของเบส (base ionization constant : K_b) เช่น ถ้า MOH เป็นเบสอ่อน



ค่าคงที่การแตกตัวของกรด (K_a) และค่าคงที่การแตกตัวของเบส (K_b) เป็นค่าที่บอกให้ทราบว่ากรดอ่อน หรือเบสอ่อนนั้นแตกตัวเป็นไอออนได้มากน้อยเพียงใด กรดที่มีค่า K_a สูงจะแตกตัวเป็นไอออนได้มากกว่ากรดที่มีค่า K_a ต่ำ และเบสที่มีค่า K_b สูงจะแตกตัวเป็นไอออนได้มากกว่าเบสที่มีค่า K_b ต่ำ กรดอ่อนที่มี H 1 อะตอม ใน 1 โมเลกุล เช่น HA เรียกกรดประเภทนี้ว่า กรดโมนोโปรติก (monoprotic) ได้แก่ CH_3COOH , HCOOH , HF , HCN เป็นต้นกรดที่มีโปรตอนมากกว่าหนึ่งตัวและสามารถแตกตัวให้ H^+ ได้มากกว่า 1 ตัวเรียกว่า กรดพอลิโปรติก (polyprotic acid) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ กรดที่แตกตัวได้ H^+ 2 ตัว เรียกว่า กรดไดโปรติก เช่น H_2CO_3 , H_2S , $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ เป็นต้น และกรดที่แตกตัวให้ H^+ ได้ 3 ตัว เรียกว่า กรดไตรโปรติก เช่น H_3PO_4 , H_3PO_3

5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (5 นาที)

5.1.1 ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องสมบัติของสารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ อิเล็กโทรไลต์อ่อน และนำเข้าสู่การทบทวนความหมายของกรดแก่ เบสแก่ และกรดอ่อน เบสอ่อน โดยใช้คำถาม ดังนี้

- สารที่ละลายน้ำแล้วสามารถแตกตัวเป็นไอออนและนำไฟฟ้าได้ดี เรียกว่าอะไร

(แนวคำตอบ: สารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่)

- สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวเป็นไอออนได้บางส่วนและนำไฟฟ้าได้ไม่ดี เรียกว่าอะไร

(แนวคำตอบ: สารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน)

- สารละลายของกรดและเบสนำไฟฟ้าได้หรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ: นำไฟฟ้าได้ เพราะสารละลายกรดและเบสเมื่อละลายน้ำสามารถแตกตัวเป็นไอออนได้)

- ไอออนในสารละลายที่แสดงสมบัติของกรดทุกชนิด คือไอออนใด

(แนวคำตอบ: ไฮโดรเนียมไอออน; H_3O^+)

- ไอออนในสารละลายที่แสดงสมบัติของเบสทุกชนิด คือไอออนใด

(แนวคำตอบ: ไฮดรอกไซด์ไอออน; OH^-)

- นักเรียนคิดว่าเราสามารถคำนวณหาความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออนในสารละลายกรด เบส ได้หรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ: ได้/ไม่ได้ เหตุผลตามแนวความคิดของนักเรียน)

5.1.2 ครูชี้แจงกับนักเรียนว่าวันนี้จะเรียนในเรื่องการแตกตัวของกรดและเบส ความหมายและการคำนวณหาความเข้มข้นของไอออนในสารละลายกรดและเบส ซึ่งจะเริ่มจากการแตกตัวของกรดแก่ และเบสแก่

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)(50 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 3-4 คน

5.2.2 ครูแจกใบความรู้เรื่องการแตกตัวของกรด-เบสและให้นักเรียนศึกษาในประเด็นดังต่อไปนี้

- การแตกตัวของกรดแก่-เบสแก่

- การคำนวณหาความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออนในสารละลายกรดแก่ เบสแก่

5.2.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากข้อมูลที่สืบค้น ในประเด็นเรื่องการแตกตัวของกรดแก่-เบสแก่ และการคำนวณหาความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออนในสารละลายกรดแก่ เบสแก่ ในใบความรู้เรื่องการแตกตัวของกรด-เบส

5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) (50 นาที)

5.3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการแตกตัวของกรดอ่อนในน้ำเปรียบเทียบกับ การแตกตัวของกรดแก่และให้ความรู้เกี่ยวกับการบอกปริมาณการแตกตัวเป็นไอออนของกรดอ่อน รวมทั้งตัวอย่างการคำนวณตามรายละเอียดในใบความรู้ แล้วอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับการแตกตัวของกรดอ่อนการแปลความหมายของค่า K_a การเปรียบเทียบค่า K_a ชั้นต่างๆ ซึ่งควรจัดได้ข้อสรุปดังนี้

- กรดอ่อนแตกตัวเป็นไอออนได้น้อย การแตกตัวของกรดอ่อนเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ ในสารละลายจึงมีทั้งโมเลกุลของกรดอ่อนกับไอออนที่เกิดการแตกตัว

- ความสามารถในการแตกตัวของกรดอ่อน อาจบอกเป็นร้อยละหรือบอกเป็นค่าคงที่การแตกตัวของกรด (K_a)

- กรดมอนอโปรติกแตกตัวขั้นเดียว มีค่า K_a เพียงค่าเดียว กรดไดโปรติกแตกตัวได้สองขั้น มีค่า K_a ได้ 2 ค่า ส่วนกรดพอลิโปรติกแตกตัวได้หลายขั้นมีค่า K_a หลายค่าเท่ากับจำนวนขั้นที่แตกตัวได้

- ค่าคงที่การแตกตัวของกรดขั้นแรกจะมีค่าสูงกว่าค่าคงที่การแตกตัวในขั้นต่อไปตามลำดับ

- ในการเปรียบเทียบปริมาณการแตกตัวเป็นไอออนของกรด ถ้า K_{a1} สูงกว่า K_{a2} มากประมาณ

10^3 เท่า อนุโลมให้ใช้ K_{a1} เพียงค่าเดียว

- กรดที่มีค่า K_a สูง เป็นกรดแก่กว่ากรดที่มีค่า K_a ต่ำ

5.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) (50 นาที)

5.4.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการแตกตัวของเบสอ่อนเปรียบเทียบกับเบสแก่ความสามารถ ในการแตกตัวของเบสอ่อน พร้อมทั้งยกตัวอย่างการคำนวณตามรายละเอียดในใบความรู้เรื่องการแตกตัวของกรด-เบส และร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุป ดังนี้

- การแตกตัวของเบสอ่อนเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ ในสารละลายเบสจึงมีทั้งโมเลกุลของเบสอ่อนและไอออนที่เกิดจากการแตกตัว

- ความสามารถในการแตกตัวของเบสอ่อน อาจบอกเป็นร้อยละหรือบอกเป็นค่าคงที่การแตกตัวของเบส (K_b)

- เบสที่มีค่า K_b สูงเป็นเบสแก่กว่าเบสที่มีค่า K_b ต่ำ

5.4.2 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่องการแตกตัวของกรดและเบส

5.5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) (10 นาที)

5.5.1 ครูประเมินจากการถามคำถามระหว่างการทำกิจกรรม

5.5.2 ครูประเมินจากที่นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่องการแตกตัวของกรดและเบส

5.5.3 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่องการแตกตัวของกรดและเบสว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อการนำเสนองาน Power Point

6.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

6.3 ใบความรู้เรื่องการแตกตัวของกรด-เบส

6.4 แบบฝึกหัดเรื่องการแตกตัวของกรด-เบส

7. กระบวนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1) อธิบายการแตกตัวของกรดแก่ เบสแก่ กรดอ่อน เบสอ่อน รวมทั้งคำนวณหาร้อยละของการแตกตัวและค่าคงที่การแตกตัวของกรดหรือเบสได้ 2) เปรียบเทียบปริมาณการแตกตัวของกรดหรือเบสและคำนวณหาความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- โดยใช้ค่าคงที่การแตกตัวของกรดและเบสได้	สังเกต/ ตรวจ - จากการถามคำถามระหว่างทำกิจกรรม - การทำแบบฝึกหัด	- การถามคำถาม - แบบฝึกหัด	- นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ - นักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 3) สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องการแตกตัวของกรด-เบส ได้	สังเกต - จากการทำกิจกรรม	- แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียน	นักเรียนได้ผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านเจตคติ (A) 4) มีความสนใจในกิจกรรม รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา	สังเกตจาก - ความสนใจในการทำกิจกรรม - การมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	นักเรียนแต่ละกลุ่ม ได้คะแนนอยู่ในระดับดีขึ้นไป

แบบประเมินพฤติกรรมที่มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน รายกลุ่ม

คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ – สกุล (กลุ่มที่)	รายการประเมิน												คะแนน รวม (12)
	ความสนใจ			อภิปราย โต้แย้งและการ แสดงความ ความเห็น			การตอบ คำถาม			การยอม รับฟัง ความคิดเห็น			
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1.													
2.													
3.													
4.													
5.													
6.													

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

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

8. บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

9. ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

10. บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผลการจัดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์

.....

.....

.....

2) ผลการประเมินพฤติกรรมระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

3) ปัญหาและอุปสรรคในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

4) การปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ครูชำนาญการพิเศษ

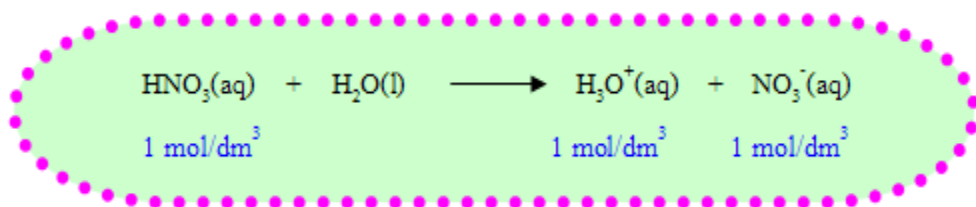
โรงเรียนสตรีศึกษา

โรงเรียนสตรีศึกษา		
	ใบความรู้เรื่องการแตกตัวของกรดและเบส	
	ชื่อวิชา:ว 30223 เคมีเพิ่มเติม	หน่วยกิต: 1.5
	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

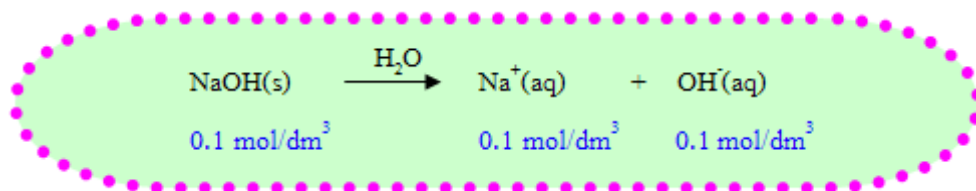
1. การแตกตัวของกรดแก่และเบสแก่

กรดแก่และเบสแก่เป็นอิเล็กโทรไลต์แก่เมื่อละลายน้ำแตกตัวเป็นไอออนได้ดี แตกตัวได้เกือบหมด 100% ซึ่งถือว่าแตกตัวได้หมดจึงเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าอย่างเดียว ดังนั้นถ้าทราบความเข้มข้นของกรดแก่หรือเบสแก่ ก็สามารถคำนวณหาความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- ในสารละลายได้ เช่น

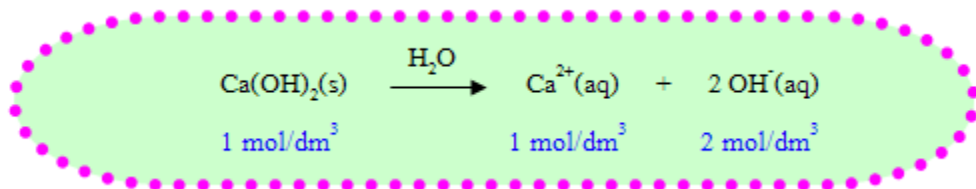
1. สารละลาย HNO_3 เข้มข้น 1 mol/dm^3 จะแตกตัวให้ H_3O^+ และ NO_3^- อย่างละ 1 mol/dm^3



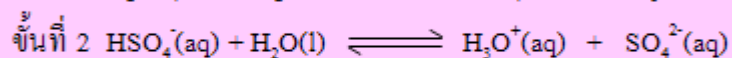
2. สารละลายเบสแก่ NaOH เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 จะแตกตัวให้ Na^+ และ OH^- เข้มข้น อย่างละ 0.1 mol/dm^3



3. สารละลายเบสแก่ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ เข้มข้น 1 mol/dm^3 จะแตกตัวให้ Ca^{2+} 1 mol/dm^3 แต่ให้ OH^- 2 mol/dm^3



หมายเหตุ: H_2SO_4 แยกตัวได้ 2 ขั้น ดังนี้



** เฉพาะการแตกตัวขั้นที่ 1 เท่านั้นที่เป็นกรดแก่

2. การแตกตัวของกรดอ่อน-เบสอ่อน

กรดอ่อนและเบสอ่อนจัดเป็นอิเล็กโทรไลต์อ่อน เมื่อละลายน้ำจึงแตกตัวได้ไม่หมด แตกตัวได้เพียงบางส่วนและเป็นส่วนที่น้อยมากเมื่อเทียบกับความเข้มข้นเริ่มต้นของกรดอ่อนหรือเบสอ่อน การแตกตัวของกรดอ่อน และเบสอ่อนจึงเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ ณ ภาวะสมดุลจึงมีทั้งโมเลกุลของกรดอ่อนหรือเบสอ่อน และไอออน ที่เกิดจากการแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน การบอกความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- ที่เกิดจากการแตกตัวของ กรดอ่อนและเบสอ่อน นิยมบอกเป็นร้อยละเรียกว่า ร้อยละการแตกตัว(percent ionization : α) เช่น กรดอ่อน HA เข้มข้น 1 mol/dm^3 แตกตัวได้ร้อยละ 5 หมายความว่าในสารละลายปริมาตร 1 dm^3 มีกรด HA ละลายอยู่ 1 mol และเมื่อถึงสมดุลกรด HA แตกตัวไปเพียง 0.05 mol และเหลืออยู่ 0.95 mol

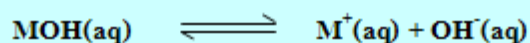
$$\text{ร้อยละการแตกตัวของกรดหรือเบส} = \frac{\text{จำนวนโมลของกรดหรือเบสที่แตกตัว}}{\text{จำนวนโมลของกรดหรือเบสทั้งหมด}} \times 100$$

ปริมาณการแตกตัวของกรดอ่อน นอกจากจะบอกเป็นร้อยละแล้ว ยังสามารถบอกโดยใช้ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาได้ เรียกว่า ค่าคงที่สมดุลของกรด หรือ ค่าคงที่การแตกตัวของกรด (acid ionization constant : K_a)



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

ส่วนเบสอ่อน เรียกว่า ค่าคงที่สมดุลของเบส หรือ ค่าคงที่การแตกตัวของเบส (base ionization constant : K_b) เช่น ถ้า MOH เป็นเบสอ่อน

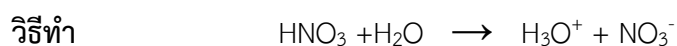


$$K_b = \frac{[\text{M}^+][\text{OH}^-]}{[\text{MOH}]}$$

ค่าคงที่การแตกตัวของกรด (K_a) และค่าคงที่การแตกตัวของเบส (K_b) เป็นค่าที่บอกให้ทราบว่ากรดอ่อน หรือเบสอ่อนนั้นแตกตัวเป็นไอออนได้มากน้อยเพียงใด กรดที่มีค่า K_a สูงจะแตกตัวเป็นไอออนได้มากกว่ากรดที่มีค่า K_a ต่ำ และเบสที่มีค่า K_b สูงจะแตกตัวเป็นไอออนได้มากกว่าเบสที่มีค่า K_b ต่ำ กรดอ่อนที่มี H 1 อะตอม ใน 1 โมเลกุล เช่น HA เรียกกรดประเภทนี้ว่า กรดโมนोโปรติก (monoprotic) ได้แก่ CH_3COOH , HCOOH , HF , HCN เป็นต้นกรดที่มีโปรตอนมากกว่าหนึ่งตัวและสามารถแตกตัวให้ H^+ ได้มากกว่า 1 ตัวเรียกว่า กรดพอลิโปรติก (polyprotic acid) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ กรดที่แตกตัวได้ H^+ 2 ตัว เรียกว่า กรดไดโปรติก เช่น H_2CO_3 , H_2S , $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ เป็นต้น และกรดที่แตกตัวให้ H^+ ได้ 3 ตัว เรียกว่า กรดไตรโปรติก เช่น H_3PO_4 , H_3PO_3

3. ตัวอย่างการคำนวณเกี่ยวกับการแตกตัวของกรดแก่และเบสแก่

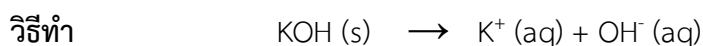
ตัวอย่างที่ 1 จงคำนวณหา $[\text{H}_3\text{O}^+]$, $[\text{NO}_3^-]$ ในสารละลาย 0.015 M HNO_3



0.015

เพราะฉะนั้น $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{NO}_3^-] = 0.015$ โมล/ ลิตร

ตัวอย่างที่ 2 ถ้า KOH 0.1 โมล ละลายน้ำและสารละลายมีปริมาตร 2 ลิตร ในสารละลายจะมีไอออนใดบ้างอย่างละกี่โมลต่อลิตร



0.1 โมล/ 2 ลิตร

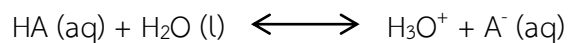
สารละลาย KOH 2 ลิตร มี KOH 0.1 โมล

สารละลาย KOH 1 ลิตร มี KOH = 0.05 โมล/ ลิตร

ดังนั้น KOH จะแตกตัวให้ K^+ และ OH^- อย่างละ 0.05 โมล/ ลิตร

ตัวอย่างที่ 3 จงคำนวณเปอร์เซ็นต์การแตกตัวของกรด HA 1 โมล/ลิตร ซึ่งมี H_3O^+ 0.05 โมล/ ลิตร

วิธีทำ

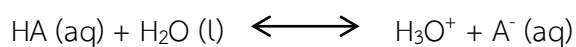


เริ่มต้น	1 โมล/ ลิตร	0	0
ภาวะสมดุล	1 - 0.05	0.05	0.05 โมล/ ลิตร

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์การแตกตัวของกรดอ่อน} &= \frac{\text{จำนวน โมลของกรดที่แตกตัว}}{\text{จำนวน โมลของกรดทั้งหมด}} \times 100 \\ &= \frac{0.05}{1} \times 100 = 5.0 \% \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 4 สารละลายกรด HA มีค่า K_a เป็น 6.8×10^{-4} สารละลายกรดนี้มีความเข้มข้น 1 โมล/ ลิตร สารละลายกรดนี้ จะมีความเข้มข้นของ H_3O^+ เท่าใด

วิธีทำ



เริ่มต้น	1	0	0
ภาวะสมดุล	1 - x	x	x

$$\begin{aligned} K_a &= \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \\ 6.8 \times 10^{-4} &= \frac{x^2}{1-x} \\ 1-x &= 1 \quad (c \gg K_a) \\ \text{ดังนั้น} \quad x^2 &= 6.8 \times 10^{-4} \\ x &= 0.0261 \text{ โมล/ลิตร} \\ \text{เพราะฉะนั้น } [\text{H}_3\text{O}^+] &= 0.0261 \text{ โมล/ลิตร} \end{aligned}$$

เรื่อง การแตกตัวของกรด-เบส

เรื่อง การแตกตัวของกรด-เบส

2. จงอธิบายการแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน

3. ค่าคงที่การแตกตัวของกรด (K_a) และค่าคงที่การแตกตัวของเบส (K_b) เป็นค่าที่บอกให้ทราบถึงอะไรบ้าง
จงอธิบาย

4. ที่ 25°C กรดแอซติก (CH_3COOH) เข้มข้น 0.1 โมล/ลิตร แตกตัวได้ 1.34 % จงคำนวณหาความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออน แอซิเตตไอออน และ K_a

5. จงคำนวณหาความเข้มข้นของ H^+ , SO_4^{2-} , และ HSO_4^- ของสารละลายกรด H_2SO_4 เข้มข้น 0.05 โมล/ ลิตร
กำหนดค่า $K_{a2} = 1.26 \times 10^{-2}$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. จงคำนวณหาความเข้มข้นของ OH^- ในสารละลายแอมโมเนียเข้มข้น 0.200 โมล/ ลิตร กำหนดค่า $K_b = 1.77 \times 10^{-5}$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เจลยแบบฝึกหัด

เรื่อง การแตกตัวของกรด-เบส

1. จงอธิบายการแตกตัวของกรดแก่และเบสแก่

(คำตอบ: กรดแก่และเบสแก่เป็นอิเล็กโทรไลต์แก่เมื่อละลายน้ำแตกตัวเป็นไอออนได้ดี แตกตัวได้เกือบหมด 100% ซึ่งถือว่าแตกตัวได้หมดจึงเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าอย่างเดียว ดังนั้นถ้าทราบความเข้มข้นของกรดแก่หรือเบสแก่ ก็สามารถคำนวณหาความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- ในสารละลายได้)

2. จงอธิบายการแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน

(คำตอบ: กรดอ่อนและเบสอ่อนจัดเป็นอิเล็กโทรไลต์อ่อน เมื่อละลายน้ำจึงแตกตัวได้ไม่หมด แตกตัวได้เพียงบางส่วนและเป็นส่วนที่น้อยมากเมื่อเทียบกับความเข้มข้นเริ่มต้นของกรดอ่อนหรือเบสอ่อน การแตกตัวของกรดอ่อน และเบสอ่อนจึงเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ ณ ภาวะสมดุลจะมีทั้งโมเลกุลของกรดอ่อนหรือเบสอ่อนและไอออน ที่เกิดจากการแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน การบอกความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- ที่เกิดจากการแตกตัวของ กรดอ่อนและเบสอ่อน นิยมบอกเป็นร้อยละเรียกว่า ร้อยละการแตกตัว(percent ionization : α) เช่น กรดอ่อน HA เข้มข้น 1 mol/dm^3 แตกตัวได้ร้อยละ 5 หมายความว่าในสารละลายปริมาตร 1 dm^3 มีกรด HA ละลายอยู่ 1 mol และเมื่อถึงสมดุลกรด HA แตกตัวไปเพียง 0.05 mol และเหลืออยู่ 0.95 mol)

3. ค่าคงที่การแตกตัวของกรด (K_a) และค่าคงที่การแตกตัวของเบส (K_b) เป็นค่าที่บอกให้ทราบถึงอะไรบ้าง จงอธิบาย

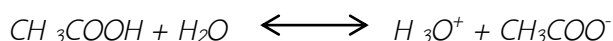
(คำตอบ: ค่าคงที่การแตกตัวของกรด (K_a) และค่าคงที่การแตกตัวของเบส (K_b) เป็นค่าที่บอกให้ทราบว่ากรดอ่อน หรือเบสอ่อนนั้นแตกตัวเป็นไอออนได้มากน้อยเพียงใด กรดที่มีค่า K_a สูงจะแตกตัวเป็นไอออนได้มากกว่ากรดที่มีค่า K_a ต่ำ และเบสที่มีค่า K_b สูงจะแตกตัวเป็นไอออนได้มากกว่าเบสที่มีค่า K_b ต่ำ กรดอ่อนที่มี H 1 อะตอม ใน 1 โมเลกุล เช่น H_A เรียกกรดประเภทนี้ว่า กรดโมนโพรติก (monoprotic) ได้แก่ CH_3COOH , $HCOOH$, HF , HCN เป็นต้น)

4. ที่ 25°C กรดแอซติก (CH_3COOH) เข้มข้น 0.1 โมล/ลิตร แตกตัวได้ 1.34 % จงคำนวณหาความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออน แอซิเตตไอออน และ K_a

คำตอบ: 0.1 mol/dm^3 CH_3COOH แตกตัวได้ 1.34 % หมายความว่า

$$CH_3COOH \text{ } 100 \text{ mol/dm}^3 \text{ แตกตัวได้} = 1.34 \text{ mol/dm}^3$$

$$CH_3COOH \text{ } 0.1 \text{ mol/dm}^3 \text{ แตกตัวได้} = \frac{1.34 \times 0.1}{100} = 0.00134 \text{ mol/dm}^3$$



เริ่มต้น	0.1	0	0
ภาวะสมดุล	$0.1 - 0.00134$	0.00134	0.00134

$$\begin{aligned}
 K_a &= \frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} \\
 &= \frac{(0.00134)(0.00134)}{0.0987} \\
 &= 1.82 \times 10^{-5}
 \end{aligned}$$

ดังนั้นความเข้มข้นของ CH_3COO^- และ $H_3O^+ = 0.00134$ หรือ 1.34×10^{-3} โมล/ลิตร

5. จ และค่า $K_a = 1.82 \times 10^{-5}$

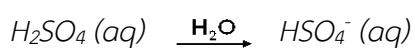
ลิตร

กำหนดค่า $K_{a2} = 1.26 \times 10^{-2}$

(คำตอบ:

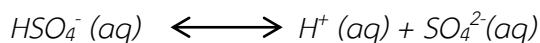
วิธีทำ

กรด H_2SO_4 เป็นกรดแก่แตกตัวได้ 100 % ในขั้นที่ 1



0.50 โมล/ ลิตร

ขั้นที่ 2 $HSO_4^-(aq)$ แตกตัวให้ H^+ และ $SO_4^{2-}(aq)$ ดังนี้



เริ่มต้น 0.50 0.50 0 (ความเข้มข้นของ HSO_4^- และ H^+ ได้จากการแตกตัวขั้นที่ 1)

ภาวะสมดุล 0.50-x 0.50+x x

$$\begin{aligned}
 K_{a2} &= \frac{[H^+][SO_4^{2-}]}{[HSO_4^-]} \\
 1.26 \times 10^{-2} &= \frac{(0.50+x)(x)}{(0.5-x)}
 \end{aligned}$$

$$0.0063 - 0.0126x = 0.5x + x^2$$

$$x^2 + 0.513x - 0.0063 = 0$$

ใช้สมการควอดราติกแก้สมการ

$$\begin{aligned}
 x &= \frac{-0.513 \pm \sqrt{(0.513)^2 - 4(1)(-0.0063)}}{2(1)} \\
 &= \frac{-0.513 \pm 0.537}{2} = 0.012 \text{ (ค่าที่เป็นลบไม่ใช้)}
 \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้น $[H^+] = 0.012$ โมล/ลิตร

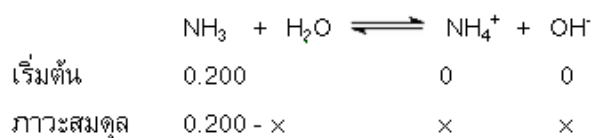
$[SO_4^{2-}] = 0.012$ โมล/ลิตร

6. จงค่า
 10^{-5}

$[HSO_4^-] = 0.50 - 0.012 = 0.488$ โมล/ลิตร

กำหนดค่า $K_b = 1.77 \times$

คำตอบ: วิธีทำ



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 กรด-เบส

หน่วยการเรียนรู้ย่อย การแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ

ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ

ภาคเรียนที่ 2

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม (ว30223)

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

ทดลอง อธิบายความสัมพันธ์ของค่าคงที่การแตกตัวของน้ำ ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนกับไฮดรอกไซด์ไอออนในน้ำบริสุทธิ์ที่ 25 °C และบอกความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการแตกตัวของน้ำบริสุทธิ์กับอุณหภูมิได้

2. สาระสำคัญ

น้ำบริสุทธิ์ เช่น น้ำกลั่นนำไฟฟ้าได้น้อยมากจนไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วยเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าชนิดที่มีหลอดไฟ แต่เมื่อใช้แอมมิเตอร์ช่วยในการตรวจสอบ เข็มของแอมมิเตอร์จะเบนเล็กน้อย แสดงว่าน้ำบริสุทธิ์แตกตัวได้เป็นไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) กับไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) ได้น้อยมากและเมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น น้ำบริสุทธิ์จะแตกตัวเป็นไอออนได้มากขึ้นและสามารถนำไฟฟ้าได้มากขึ้น

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

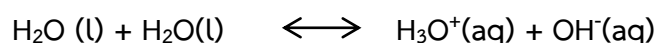
เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

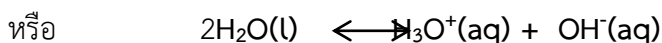
- 3.1 บอกความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการแตกตัวของน้ำบริสุทธิ์กับอุณหภูมิได้ (K)
- 3.2 ทดลองเพื่อตรวจสอบการนำไฟฟ้าของน้ำได้ (P)
- 3.3 สร้างแบบจำลองและสร้างข้อโต้แย้งเพื่ออธิบายเหตุผลการนำไฟฟ้าของน้ำได้ (P)
- 3.4 มีความรับผิดชอบในการทำงานและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้ (A)

4. สาระการเรียนรู้

4.1 การแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ

น้ำบริสุทธิ์ เช่น น้ำกลั่นเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ที่อ่อนมาก น้ำบริสุทธิ์จึงแตกตัวเป็นไอออนได้น้อยมากดังนั้นการนำไฟฟ้าของน้ำบริสุทธิ์จะน้อยมาก จนไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วยเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าชนิดที่มีหลอดไฟ แต่สามารถตรวจได้ด้วยเครื่องแอมมิเตอร์ โดยการแตกตัวเป็นไอออนของน้ำบริสุทธิ์จะให้ไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) และไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) ดังสมการ





น้ำที่อุณหภูมิสูงนำไฟฟ้าได้ดีกว่าที่อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากน้ำที่อุณหภูมิสูงสามารถแตกตัวเป็นไอออนได้มากกว่าที่อุณหภูมิต่ำจึงทำให้น้ำที่อุณหภูมิสูงสามารถนำไฟฟ้าได้ดีกว่าที่อุณหภูมิต่ำ

ตัวอย่างการวัดการนำไฟฟ้าของน้ำชนิดต่างๆได้แก่ น้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้อง น้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 60 - 70 องศาเซลเซียส น้ำคลอง น้ำประปา และน้ำฝนจะได้ผลดังตาราง

น้ำชนิดต่าง ๆ	เครื่องตรวจการนำไฟฟ้า	วัดด้วยแอมมิเตอร์ (μA)
น้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้อง	หลอดไฟไม่สว่าง	40
น้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 60-70 °C	หลอดไฟไม่สว่าง	80
น้ำคลอง	หลอดไฟไม่สว่าง	90
น้ำประปา	หลอดไฟไม่สว่าง	85
น้ำฝน	หลอดไฟไม่สว่าง	80

ตาราง ตัวอย่างการนำไฟฟ้าของน้ำชนิดต่างๆ

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้:การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model based inquiry: MBI)

5.1 ขั้นก่อนการจัดการเรียนรู้: การจัดเตรียมพารามิเตอร์ (Setting the general parameters)

5.1.1 ผลการเรียนรู้

ต้องการให้นักเรียนศึกษา ความสัมพันธ์ของค่าคงที่การแตกตัวของน้ำ ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนกับไฮดรอกไซด์ไอออนในน้ำบริสุทธิ์ที่ 25 °C และบอกความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการแตกตัวของน้ำบริสุทธิ์กับอุณหภูมิ

5.1.2 ขอบข่ายมโนคติ

น้ำบริสุทธิ์ เช่น น้ำกลั่นแตกตัวได้เป็นไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+)และไฮดรอกไซด์ไอออน(OH^-)ได้น้อยมาก ปริมาณการแตกตัวเป็นไอออนของน้ำขึ้นกับอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 25 °C น้ำบริสุทธิ์แตกตัวให้ไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+)และ ไฮดรอกไซด์ไอออน(OH^-) ในจำนวนโมลที่เท่ากัน

5.1.3 ปรากฏการณ์(Phenomenon)

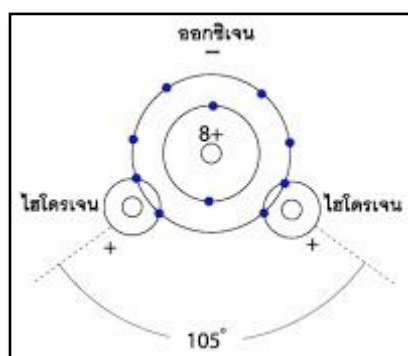
นักเรียนคนหนึ่งต้องการทราบว่าน้ำบริสุทธิ์สามารถนำไฟฟ้าได้หรือไม่ เขาจึงทำการทดลองโดยการนำเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าชนิดหลอดไฟมาตรวจสอบ ผลปรากฏว่าหลอดไฟของเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าไม่สว่าง จากนั้นเขาจึงใช้เครื่องแอมมิเตอร์ในการตรวจสอบผลปรากฏว่าเข็มของแอมมิเตอร์เบนเล็กน้อย จากนั้นเขาได้ทำการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำแล้วทำการวัด ผลปรากฏว่าเข็มของแอมมิเตอร์เบนเพิ่มมากขึ้นตามอุณหภูมิของน้ำที่สูงขึ้น

5.2 ชั้นการจัดการเรียนรู้

5.2.1 การรวบรวมสิ่งที่นักเรียนรู้และสิ่งที่นักเรียนต้องการเรียนรู้ (Organizing what we know and what we want to know): 20 นาที

1) ครูทบทวนในเรื่องสมบัติของน้ำ ดังนี้

- น้ำ 1 โมเลกุล (H_2O) ประกอบด้วย ไฮโดรเจน 2 อะตอม และออกซิเจน 1 อะตอม เชื่อมต่อกันด้วย พันธะโควาเลนต์ (Covalent bonds) น้ำเป็นสารประกอบที่มีขั้วและเป็นตัวทำละลายที่ดี แต่นำไฟฟ้าได้ไม่ดี



ภาพ โมเลกุลของน้ำ

ที่มา : <http://www.lesa.biz/earth/hydrosphere/water-properties>

2) ครูนำเสนอสถานการณ์ของนักเรียนที่ต้องการทราบการนำไฟฟ้าของน้ำบริสุทธิ์ เช่น น้ำกลั่นและใช้คำถามนำนักเรียนเข้าสู่กิจกรรม ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำกลั่น จะมีผลต่อการนำไฟฟ้าของน้ำหรือไม่

(แนวคำตอบ: มีผล/ไม่มีผล)

- เรามีวิธีพิสูจน์ได้อย่างไรว่า น้ำบริสุทธิ์จะนำไฟฟ้าได้มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น

(แนวคำตอบ: ทำการทดลอง โดยใช้เครื่องตรวจการนำไฟฟ้าและเครื่องแอมมิเตอร์มาตรวจสอบการนำไฟฟ้าของน้ำกลั่น ที่อุณหภูมิต่างๆ)

2) ครูระบุปัญหาเพื่อนำเข้าสู่การทดลองเพื่อศึกษาเรื่องการแตกตัวของน้ำบริสุทธิ์ ดังนี้

- ถ้าเรานำน้ำบริสุทธิ์ เช่น น้ำกลั่น ที่มีอุณหภูมิต่างกัน คือ อุณหภูมิห้อง ที่ 60°C และที่ 70°C มาตรวจสอบการนำไฟฟ้าด้วยเครื่องตรวจการนำไฟฟ้า และเครื่องแอมมิเตอร์ นักเรียนคิดว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

3) ครูแจกแบบบันทึก การสร้างแบบจำลองการเรียนรู้แก่นักเรียน และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างแบบจำลองก่อนการทดลอง โดยครูยกตัวอย่างการสร้างแบบจำลองก่อนการทดลองใน Power point เพื่อเป็นแนวทางแก่นักเรียน

4) ครูให้นักเรียนวาดแผนภาพและเขียนอธิบายแสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของเครื่องตรวจการนำไฟฟ้า และเครื่องแอมมิเตอร์ ก่อนและหลังการทดสอบกับน้ำกลั่นที่อุณหภูมิต่างกัน ลงในแบบบันทึกการสร้างแบบจำลอง

5) หลังจาก que ทุกกลุ่มทำการสร้างแบบจำลองก่อนการทดลองเสร็จ ครูสุ่มตัวแทนกลุ่ม 2 กลุ่มออกมา นำเสนอแบบจำลองก่อนการทดลองของตนเอง

6) ครูถามนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงระหว่างแบบจำลองก่อนการทดลองที่นักเรียนสร้างขึ้นกับวัตถุประสงค์การทดลองที่จะทำในวันนี้ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าจากแบบจำลองก่อนการทดลองเรื่อง การแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นมีวัตถุประสงค์ในการทดลองอย่างไร

(แนวคำตอบ: เพื่อศึกษาการนำไฟฟ้าของน้ำกลั่นที่อุณหภูมิต่างกัน)

5.2.2 การตั้งสมมติฐานที่สามารถทดสอบได้ (Generating testable hypothesis): 10 นาที

1) จากตัวอย่างแบบจำลองครูอธิบายเกี่ยวกับตัวแปรต้นตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมดังนี้

ตัวแปรต้นหมายถึงสิ่งที่เราต้องการศึกษาหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ

ตัวแปรตามหมายถึงผลที่เกิดจากการกระทำของตัวแปรต้น

ตัวแปรควบคุมหมายถึงสิ่งที่นอกเหนือจากตัวแปรต้นซึ่งอาจมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามจึงต้องทำการควบคุมให้เท่าๆกัน

2) นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการกำหนดตัวแปรจากแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้น โดยครูใช้คำถามดังนี้

- ถ้าพิจารณาจากแบบจำลองนักเรียนคิดว่า ตัวแปรต้น คืออะไร

(แนวคำตอบ : อุณหภูมิของน้ำกลั่น)

- ถ้าพิจารณาจากแบบจำลองนักเรียนคิดว่า ตัวแปรตาม คืออะไร

(แนวคำตอบ : ความสว่างของหลอดไฟและค่าการนำไฟฟ้าจากเครื่องแอมมิเตอร์)

- ถ้าพิจารณาจากแบบจำลองนักเรียนคิดว่า ตัวแปรควบคุม คืออะไร

(แนวคำตอบ : ปริมาณน้ำกลั่น, ความลึกของขั้วไฟฟ้าที่จุ่มลงในน้ำกลั่น)

3) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตั้งสมมติฐานสำหรับการทดลองเรื่องการแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ โดยใช้รูปแบบการตั้งสมมติฐาน ดังนี้

“ถ้า[ความสัมพันธ์จากแบบจำลองของนักเรียน], ดังนั้นเมื่อ[สังเกตหรือทดสอบภายใต้เงื่อนไข/สภาวะเหล่านี้] ควรจะสังเกตพบ[ผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น]”

- แนวทางการตั้งสมมติฐาน

(แนวคำตอบ: - ถ้าอุณหภูมิสูงทำให้น้ำกลั่นนำไฟฟ้าได้ดี ดังนั้นเมื่อจุ่มขั้วไฟฟ้าลงในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิสูง ควรสังเกตพบว่าหลอดไฟสว่าง/ไม่สว่าง)

(- ถ้าอุณหภูมิสูงทำให้น้ำกลั่นนำไฟฟ้าได้ดีขึ้น ดังนั้นเมื่อจุ่มขั้วไฟฟ้าลงในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิสูง ควรสังเกตพบว่าเข็มของเครื่องแอมมิเตอร์จะเบนเพิ่มมากขึ้น)

4) ครูสุ่มให้นักเรียน 2 กลุ่ม นำเสนอสมมติฐานการทดลอง

5.2.3 การค้นหาหลักฐาน(Seeking evidence: 25 นาที)

1) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนและออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานของกลุ่ม โดยครูกำหนดอุปกรณ์และสารเคมีมาให้ และบันทึกวิธีการทดลองลงในแบบบันทึกผลการทดลอง โดยครูใช้คำถามเพื่อเป็นแนวทาง ดังนี้

- ถ้านักเรียนต้องการตรวจสอบสมมติฐานของกลุ่ม นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไรโดยใช้อุปกรณ์และสารเคมีที่ครูกำหนดให้ ให้นักเรียนวาดภาพ/แผนผังคำอธิบายสั้นๆ เพื่อแสดงลำดับในการทำการทดลองลงในแบบบันทึกผลการทดลอง

(แนวคำตอบ: วิธีการทดลอง)

1. ใส่ น้ำกลั่น 6 cm^3 ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง ทดสอบการนำไฟฟ้าด้วยเครื่องตรวจการนำไฟฟ้า สังเกตความสว่างของหลอดไฟ

2. ต่อแอมมิเตอร์ชนิดที่แสดงค่ากระแสไฟฟ้าได้เป็นไมโครแอมป์เข้ากับเครื่องตรวจการนำไฟฟ้า แล้วจุ่มลวดตัวนำของเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าลงในน้ำกลั่น อ่านค่ากระแสไฟฟ้า บันทึกผล

3. อุ่นน้ำกลั่นให้ร้อนประมาณ อุณหภูมิ 60°C และอุณหภูมิ 70°C แล้วทดสอบการนำไฟฟ้าเช่นเดียวกับข้อ 2

2) ครูชี้แจงข้อควรระวังในการทำการทดลองและอธิบายวิธีการสังเกตการทดลองเพิ่มเติม ดังนี้

- ครูฉายภาพการต่อวงจรและสายไฟให้นักเรียนดู และบอกวิธีการต่อวงจรพอสังเขป

- เมื่อจุ่มลวดตัวนำไฟฟ้าลงในน้ำ ให้สังเกตหลอดไฟว่าสว่างหรือไม่ และอ่านค่ากระแสไฟฟ้าในขณะที่มี

ค่าสูงสุดจากเข็มบนหน้าปัด

- ใช้ น้ำกลั่นประมาณ 6 cm^3 ต่อหลอดทดลอง 1 หลอด

3) ครูให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มรับอุปกรณ์การทดลอง และลงมือปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ และบันทึกผลการทดลองลงในแบบบันทึกผลการทดลองเรื่อง การแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ

4) ครูให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

5) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแลกเปลี่ยนข้อมูลและผลการทดลองกับเพื่อนกลุ่มอื่นๆ แล้วบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการทดลองที่สร้างขึ้น โดยครูใช้คำถามดังนี้

- ผลการทดลองของกลุ่มนักเรียน แตกต่างจากกลุ่มของเพื่อนหรือไม่ อย่างไร

6) ให้นักเรียนตอบคำถามท้ายการทดลอง เพื่อนำเข้าสู่การอภิปรายผลการทดลอง

7) นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง ในประเด็นต่อไปนี้

- เมื่อนำเครื่องตรวจการนำไฟฟ้า จุ่มลงในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิต่างกัน เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(แนวคำตอบ: หลอดไฟไม่สว่าง)

- เมื่อนำเครื่องแอมมิเตอร์จุ่มลงในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิต่างกัน เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(แนวคำตอบ: เข็มของแอมมิเตอร์เบนมากขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น)

- จากการทดลองครั้งนี้ นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

แนวคำตอบ: 1. น้ำบริสุทธิ์เช่น น้ำกลั่นนำไฟฟ้าได้น้อยมากจนไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วยเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าชนิดที่มีหลอดไฟ แต่เมื่อใช้แอมมิเตอร์ช่วยในการทดสอบ เข็มของแอมมิเตอร์เบนเล็กน้อยแสดงว่าน้ำบริสุทธิ์แตกตัวให้ไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) และไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) น้อยมาก

2. น้ำบริสุทธิ์เช่น น้ำกลั่นที่อุณหภูมิสูงนำไฟฟ้าได้ดีกว่าที่อุณหภูมิต่ำ แสดงว่าน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิสูงสามารถแตกตัวเป็นไอออนได้มากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ

5.2.4 การสร้างข้อโต้แย้ง (Constructing an argument): 55 นาที

1) ครูใช้คำถามนำการโต้แย้งจากกิจกรรมการทดลอง โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

-ข้อมูลที่นักเรียนเก็บรวบรวมได้จากการทดลองมีความสอดคล้องกับสมมติฐานก่อนการทดลองหรือไม่
อย่างไร

(แนวคำตอบ : สอดคล้อง/ไม่สอดคล้อง สมมติฐาน “ถ้าอุณหภูมิสูงทำให้น้ำบริสุทธิ์เช่นน้ำกลั่นนำไฟฟ้าได้ดี
ดังนั้นเมื่อจุ่มขั้วไฟฟ้าลงในน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิสูงควรสังเกตพบว่าหลอดไฟสว่าง/ไม่สว่าง”

“ถ้าอุณหภูมิสูงทำให้น้ำบริสุทธิ์ เช่น น้ำกลั่นนำไฟฟ้าได้ดีขึ้น ดังนั้นเมื่อจุ่มขั้วไฟฟ้าลงในน้ำ
บริสุทธิ์ที่อุณหภูมิสูง ควรสังเกตพบว่าเข็มของเครื่องแอมมิเตอร์จะเบนเพิ่มมากขึ้น”

2) ถ้าไม่สอดคล้องกับสมมติฐานก่อนการทดลอง ให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันปรับสมมติฐานการทดลอง โดย
เขียนสมมติฐานการทดลองที่ปรับแก้แล้วด้วยปากกาสีอื่น ซึ่งแตกต่างจากปากกาสีที่เขียนสมมติฐานก่อนหน้านี้

3) ครูให้นักเรียนพิจารณาแบบจำลองก่อนการเรียนรู้พร้อมทั้งนำข้อมูลที่นักเรียนเก็บรวบรวมได้จากการ
ทดลองมาใช้ในการปรับแบบจำลองหลังการเรียนรู้

(แนวคำตอบ: นักเรียนนำข้อมูลจากการศึกษามาใช้ในการปรับแบบจำลองหลังการเรียนรู้)

4) ครูนำเสนอแบบจำลองหลังการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยนำแบบจำลองของนักเรียนแต่ละกลุ่ม
มาฉายขึ้นจอโปรเจคเตอร์ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดูว่าแบบจำลองของตัวเองยังมีส่วนใดที่ไม่สมบูรณ์ โดยให้
เวลาในการดูแบบจำลองละ 1 นาที

5) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปแบบจำลองการเรียนรู้ของชั้นเรียน

6) ครูและนักเรียนสรุปผลการทดลองเรื่อง การแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ ดังนี้

น้ำบริสุทธิ์นำไฟฟ้าได้น้อยมากจนไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วยเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าชนิดที่มีหลอดไฟแต่
เมื่อใช้แอมมิเตอร์ช่วยในการทดสอบ เข็มของแอมมิเตอร์จะเบนเล็กน้อยแสดงว่าน้ำบริสุทธิ์แตกตัวให้ไฮโดรเนียม
ไอออน(H_3O^+) และไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) ได้น้อยมากการแตกตัวของน้ำบริสุทธิ์เป็นดังสมการ



และน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิสูงนำไฟฟ้าได้ดีกว่าที่อุณหภูมิต่ำ แสดงว่าน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิสูงสามารถแตกตัว
เป็นไอออนได้มากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ

7) ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่นำมาในชั้นแรก เพื่อนำนักเรียนเข้าสู่การโต้แย้ง
ในเรื่องการแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ โดยใช้ความรู้ที่ได้จากการทำการทดลองมาตอบคำถาม ลงในแบบฝึกหัดการ
โต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ

- นาย เอ ต้องการทราบว่าน้ำบริสุทธิ์ เช่น น้ำกลั่นสามารถนำไฟฟ้าได้หรือไม่ เขาจึงทำการทดลองโดยการ
นำเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าชนิดที่มีหลอดไฟมาตรวจสอบ ผลปรากฏว่าหลอดไฟของเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าไม่
สว่าง จากนั้นเขาได้ทำการให้ความร้อนเพื่อเพิ่มอุณหภูมิของน้ำบริสุทธิ์ แล้วทำการวัดอีกครั้ง แต่ผลการทดลองยัง
พบว่าหลอดไฟไม่สว่าง นาย เอ จึงสรุปว่า การเพิ่มอุณหภูมิไม่มีผลต่อการนำไฟฟ้าของน้ำบริสุทธิ์

- นักเรียนเห็นด้วยกับนาย เอ หรือไม่ เพราะอะไร

(แนวคำตอบ: ไม่เห็นด้วย เพราะน้ำบริสุทธิ์นำไฟฟ้าได้น้อยมาก จนไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วย
เครื่องตรวจการนำไฟฟ้าชนิดที่มีหลอดไฟ)

- นักเรียนจะใช้ข้อมูลใดจากการทดลองเรื่องการแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ มาสนับสนุนคำตอบของ
นักเรียน

(แนวคำตอบ: เมื่อทดสอบการนำไฟฟ้าของน้ำบริสุทธิ์ด้วยเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าชนิดหลอดไฟ พบว่าหลอดไฟไม่สว่าง แต่เมื่อทดสอบการนำไฟฟ้าด้วยแอมมิเตอร์ พบว่าเข็มของเครื่องแอมมิเตอร์เบนเล็กน้อย และเบนเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิของน้ำบริสุทธิ์ ครูสูงขึ้น)

- ถ้ามีเพื่อนคนหนึ่งไม่เห็นด้วยกับเหตุผลของนักเรียนเนื่องจากเขามีเหตุผลอื่น นักเรียนคิดว่าเหตุผลที่เป็นไปได้ของเขาคืออะไร

(แนวคำตอบ: อุณหภูมิไม่มีผลเนื่องจากเมื่อเพิ่มอุณหภูมิของน้ำแล้วแต่หลอดไฟไม่สว่าง

- จากผลการทดลองนักเรียนจะเสนอเหตุผลใดเพิ่มเติมเพื่อชักจูงให้เพื่อนของนักเรียนเห็นด้วยกับเหตุผลของนักเรียน

น้ำบริสุทธิ์นำไฟฟ้าได้น้อยมากจนไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วยเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าชนิดที่มีหลอดไฟแต่เมื่อใช้แอมมิเตอร์ช่วยในการทดสอบการนำไฟฟ้า เข็มของแอมมิเตอร์เบนเล็กน้อยแสดงว่าน้ำบริสุทธิ์แตกตัวให้ไฮโดรเนียมไอออน(H_3O^+) และไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) ได้น้อยมาก และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิของน้ำให้สูงขึ้นน้ำจะแตกตัวให้อิออนทั้งสองได้มากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ จึงทำให้น้ำบริสุทธิ์สามารถนำไฟฟ้าได้ดีกว่าที่อุณหภูมิต่ำ เข็มของเครื่องแอมมิเตอร์จึงเบนเพิ่มขึ้น

8) ครูใช้คำถามกับนักเรียน เพื่อเชื่อมโยงปรากฏการณ์เข้ากับการทดลอง ดังนี้

- จากการทดลองเรื่องการแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ นักเรียนสามารถนำผลการทดลองที่ได้ไปอธิบายการนำไฟฟ้าของน้ำบริสุทธิ์ได้หรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ: ได้/ไม่ได้ น้ำบริสุทธิ์นำไฟฟ้าได้น้อยมากจนไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วยเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าชนิดหลอดไฟแต่เมื่อใช้แอมมิเตอร์ช่วยในการทดสอบ เข็มของแอมมิเตอร์เบนเล็กน้อยแสดงว่าน้ำบริสุทธิ์แตกตัวให้ไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) และไฮดรอกไซด์ไอออน(OH^-) น้อยมาก และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิของน้ำให้สูงขึ้นน้ำจะแตกตัวเป็นไอออนทั้งสองได้มากกว่าที่อุณหภูมิต่ำทำให้น้ำกลั่นสามารถนำไฟฟ้าได้ดีกว่าที่อุณหภูมิต่ำ เข็มของเครื่องแอมมิเตอร์จึงเบนเพิ่มขึ้น

9) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่องการแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 6.1 หนังสือเรียนรายวิชาเคมี เพิ่มเติม เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 สสวท.
- 6.2 แบบฝึกหัด การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ
- 6.3 Power Point
- 6.4 แบบบันทึกแบบจำลองการเรียนรู้ เรื่องการแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ
- 6.5 แบบบันทึกผลการทดลอง เรื่องการแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ

อุปกรณ์และสารเคมี

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
สารเคมี 1. น้ำกลั่น	6cm ³
อุปกรณ์ 1. ชุดเครื่องตรวจการนำไฟฟ้า 3. แอมมิเตอร์ (0-100 μ A) 4. ที่ตั้งหลอดทดลอง 5. หลอดทดลองขนาดกลาง 6. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm ³ 7. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้น ลมและตะแกรงลวด	1 ชุด 1 เครื่อง 1 อัน 1 หลอด 1 อัน 1 ชุด

7. กระบวนการวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมินผล
1) บอกความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการแตกตัวของน้ำบริสุทธิ์กับอุณหภูมิได้ (K)	- การตอบคำถาม	- ใช้คำถาม	- เกณฑ์การผ่านนักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป
2) ทดลองเพื่อตรวจสอบการนำไฟฟ้าของน้ำได้ (P)	- การทำกิจกรรม - การตรวจแบบบันทึกผลการทดลอง	- แบบบันทึกผลการทดลอง - แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง	- เกณฑ์การผ่านอยู่ในระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป
3) สร้างแบบจำลองและสร้างข้อโต้แย้งเพื่ออธิบายเหตุผลการนำไฟฟ้าของน้ำได้ (P)	- การตรวจแบบจำลอง - การตรวจแบบฝึกหัดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ	- แบบบันทึกแบบจำลองการเรียนรู้ เรื่อง การแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ - แบบบันทึกการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ	- ผลงานก่อนและหลังการเรียนรู้มีการพัฒนาขึ้น
4) มีความรับผิดชอบในการทำงานและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้ (A)	- การสังเกตพฤติกรรม	- แบบสังเกตพฤติกรรม	- เกณฑ์การผ่านอยู่ในระดับคุณภาพดี

แบบประเมินพฤติกรรมที่มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน รายกลุ่ม

คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ – สกุล (กลุ่มที่)	รายการประเมิน												คะแนน รวม (12)
	ความสนใจ			อภิปราย โต้แย้งและการ แสดงความ คิดเห็น			การตอบ คำถาม			การยอม รับฟัง ความคิดเห็น			
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1.													
2.													
3.													
4.													
5.													
6.													

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

แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง

การทดลองเรื่องการแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ

คำชี้แจง สังกัดพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองแล้วทำเครื่องหมาย / ในพฤติกรรมระดับคุณภาพ

พฤติกรรม/ ระดับคะแนน ลำดับ	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.....											

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

8. บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

9. ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

10. บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผลการจัดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์

.....

.....

.....

2) ผลการประเมินพฤติกรรมระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

3) ปัญหาและอุปสรรคในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

4) การปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนสตรีศึกษา

กลุ่มที่.....ชั้น.....
เลขที่.....เลขที่.....เลขที่.....
เลขที่.....เลขที่.....เลขที่.....

แบบบันทึกผลการทดลอง
เรื่อง การแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ

คำถามการทดลอง: เมื่ออุณหภูมิของน้ำกลั่นสูงขึ้น จะมีผลต่อการนำไฟฟ้าของน้ำกลั่นหรือไม่
อย่างไร

จุดประสงค์การทดลอง

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

ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

ตัวแปรต้น :

.....
.....

ตัวแปรตาม :

.....
.....

ตัวแปรควบคุม :

.....
.....

สมมติฐานการทดลอง

ตัวอย่างการตั้งสมมติฐาน : “ถ้า[ความสัมพันธ์จากแบบจำลองของนักเรียน], ดังนั้นเมื่อ[สังเกตหรือทดสอบภายใต้เงื่อนไข/สภาวะเหล่านี้] ควรจะสังเกตพบ[ผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น]”

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

อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
สารเคมี	
1. น้ำกลั่น	6cm ³
อุปกรณ์	
1. ชุดเครื่องตรวจการนำไฟฟ้า	1 ชุด
3. แอมมิเตอร์ (0-100 μ A)	1 เครื่อง
4. ที่ตั้งหลอดทดลอง	1 อัน
5. หลอดทดลองขนาดกลาง	1 หลอด
6. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm ³	1 อัน
7. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลมและตะแกรง	1 ชุด
ลวด	

วิธีการทดลอง

ให้นักเรียนออกแบบการทดลองของกลุ่ม โดยเขียนเป็นแผนภาพ/แผนผัง/คำอธิบายสั้นๆ เพื่อให้ทราบถึงลำดับขั้นตอนในการทำการทดลอง

กลุ่มที่.....ชั้น.....
เลขที่.....เลขที่.....เลขที่.....
เลขที่.....เลขที่.....เลขที่.....

ผลการทดลอง

ให้นักเรียนออกแบบตารางแสดงผลการทดลองของกลุ่ม

คำถามท้ายการทดลอง

1. เมื่อนำเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าจุ่มลงในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิต่างกันเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

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

2. เมื่อนำเครื่องแอมมิเตอร์จุ่มลงในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิต่างกัน เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

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

สรุปผลการทดลอง

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

ผลการเปรียบเทียบสมมติฐานกับผลการทดลอง

☐ สมมติฐานสอดคล้องกับผลการทดลอง

☐ สมมติฐานไม่สอดคล้องกับผลการทดลอง

สมมติฐานหลังการทดลอง (กรณีที่สมมติฐานไม่สอดคล้องกับผลการทดลอง)

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

แบบบันทึก การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง การแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ

คำชี้แจง :ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการทดลองมาใช้ในการตอบคำถามต่อไปนี้

“นาย เอ ต้องการทราบว่าน้ำบริสุทธิ์เช่น น้ำกลั่นสามารถนำไฟฟ้าได้หรือไม่ เขาจึงทำการทดลองโดยการนำเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าชนิดที่มีหลอดไฟมาตรวจสอบ ผลปรากฏว่าหลอดไฟของเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าไม่สว่าง จากนั้นเขาได้ทำการให้ความร้อนเพื่อเพิ่มอุณหภูมิของน้ำ แล้วทำการวัดอีกครั้ง แต่ผลการทดลองยังพบว่าหลอดไฟไม่สว่าง นาย เอ จึงสรุปว่า การเพิ่มอุณหภูมิของน้ำกลั่นไม่มีผลต่อการนำไฟฟ้าของน้ำกลั่น”
จากการสรุปของนาย A จงตอบคำถามต่อไปนี้

- 1. นักเรียนเห็นด้วยกับนาย เอ หรือไม่ เพราะอะไร
.....
.....
.....
- 2. นักเรียนจะใช้ข้อมูลใดจากการทดลองเรื่องการแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ มาสนับสนุนคำตอบของนักเรียน
.....
.....
.....
.....
- 3.ถ้ามีเพื่อนคนหนึ่งไม่เห็นด้วยกับเหตุผลของนักเรียนเนื่องจากเขามีเหตุผลอื่น นักเรียนคิดว่าเหตุผลที่เป็นไปได้ของเขาคืออะไร
.....
.....
.....
.....
- 4. จากผลการทดลองนักเรียนจะเสนอเหตุผลใดเพิ่มเติมเพื่อชักจูงให้เพื่อนของนักเรียนเห็นด้วยกับเหตุผลของนักเรียน
.....
.....
.....
.....

กลุ่มที่.....ชั้น.....
เลขที่.....เลขที่.....เลขที่.....
เลขที่.....เลขที่.....เลขที่.....

แบบบันทึก การสร้างแบบจำลองการเรียนรู้ เรื่อง การแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ

คำชี้แจง : ถ้าอุณหภูมิมีผลต่อการนำไฟฟ้าของน้ำ เมื่อนำเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าชนิดที่มีหลอดไฟ และเครื่องแอมมิเตอร์ จุ่มลงในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิต่างกัน จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ให้นักเรียนเขียนแบบจำลองโดยการวาดภาพที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงเมื่อนำเครื่องตรวจการนำไฟฟ้า และเครื่องแอมมิเตอร์ จุ่มลงในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิต่างกัน

แบบจำลองก่อนการทดลอง

A large rectangular box with a thin black border, intended for drawing a pre-experiment model. At the bottom of the box, there are three horizontal dotted lines for writing.

This image shows a blank white page with three horizontal dotted lines positioned near the bottom margin. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page.

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องกรด-เบส
หน่วยการเรียนรู้ย่อย pH ของสารละลาย
ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ
ภาคเรียนที่ 2

รายวิชาเคมี (ว30223)
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

คำนวณค่า pH ของสารละลายกรด-เบส เมื่อทราบความเข้มข้นของ H_3O^+ , OH^- , และสามารถใช้ค่า pH บอกความเป็นกรดและเบสของสารละลายได้

2. สาระสำคัญ

การบอกความเป็นกรด-เบสของสารละลาย อาจใช้ $[\text{H}_3\text{O}^+]$ หรือ $[\text{OH}^-]$ เป็นเกณฑ์ได้แต่เพื่อความสะดวกนิยมระบุเป็นค่า pH เมื่อทราบ $[\text{H}_3\text{O}^+]$ ในสารละลายสามารถคำนวณหา pH ได้โดยใช้ความสัมพันธ์ $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$ pH ของสารละลายอาจวัดด้วย pH มิเตอร์ กระดาษ pH หรือใช้อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

3.1 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนได้ (K)

3.2 คำนวณหา pH ของสารละลายเมื่อทราบความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออน และใช้ pH ระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายได้ (K)

3.3 สามารถสืบค้นข้อมูลเรื่อง pH ของสารละลายได้ (P)

3.4 มีความสนใจในกิจกรรม รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา (A)

4. สาระการเรียนรู้

ในสารละลายกรดหรือเบสจะมีทั้งไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) และไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) อยู่ในปริมาณที่ต่างกันไปจึงใช้ความเข้มข้นของ H_3O^+ หรือ OH^- ในสารละลายเป็นเกณฑ์บอกความเป็นกรด-เบสของสารละลายได้เพื่อความสะดวกจึงกำหนดให้ใช้ความเข้มข้นของ H_3O^+ เป็นเกณฑ์โดยสารละลายกรดจะมี H_3O^+ มากกว่าเนื่องจากความเข้มข้นของ H_3O^+ มีค่าน้อยมากไม่สะดวกต่อการนำมาใช้ จึงได้มีนักชีวเคมีชาวสวีเดนชื่อ ซอเรสซัน

ได้เสนอเปลี่ยนค่าความเข้มข้นของ H_3O^+ ให้อยู่ในรูปที่ใช้งานได้สะดวก โดยการหาค่า $\log$ ของความเข้มข้น H_3O^+ แล้วคูณด้วย -1 ทำให้เกิดเป็นค่าใหม่เรียกว่า pH กำหนดให้ pH มีค่าเท่ากับ $-\log[\text{H}_3\text{O}^+]$ ดังนี้

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ หรือ } [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

โดยที่ $[\text{H}_3\text{O}^+]$ คือ ความเข้มข้นของ H_3O^+ หรือ H^+ เป็นโมล/ลิตร

น้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 25°C จะมี $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-7}$ โมล/ลิตร

ดังนั้น $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log [1 \times 10^{-7}] = 7$

นั่นคือ pH ของน้ำบริสุทธิ์ ที่อุณหภูมิ 25°C เท่ากับ 7 ถือว่ามีสภาพเป็นกลางคือไม่มีความเป็นกรดหรือเบส

ถ้า $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-5}$; $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log [1 \times 10^{-5}] = 5$ (เป็นกรด)

ถ้า $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-9}$; $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log [1 \times 10^{-9}] = 9$ (เป็นเบส)

ดังนั้นสรุปว่า

$\text{pH} < 7$ สารละลายเป็นกรด, $\text{pH} = 7$ สารละลายเป็นกลาง, $\text{pH} > 7$ สารละลายเป็นเบส

นอกจากจะบอกความเป็นกรดเป็นเบสของสารละลายด้วยค่า pH แล้วยังสามารถบอกค่าความเป็นกรด-เบสได้โดยใช้ค่า pOH ของสารละลาย คือค่าที่บอกความเข้มข้นของ OH^-

$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$ โดย $\text{pH} + \text{pOH} = 14$

5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (5 นาที)

5.1.1 ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องไอออนในสารละลายกรดสารละลายเบส เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่อง pH ของสารละลายโดยใช้คำถามดังนี้

- ไอออนที่แสดงความเป็นกรดและเบสคืออะไร

(แนวคำตอบ: $[\text{H}_3\text{O}^+]$ แสดงความเป็นกรดและ OH^- แสดงความเป็นเบส)

- ถ้าสารละลายมีความเป็นกรด หมายความว่าอย่างไร

(แนวคำตอบ: แสดงว่าในสารละลายมี H_3O^+ อยู่มากกว่า OH^-)

- ถ้าสารละลายมีความเป็นเบส หมายความว่าอย่างไร

(แนวคำตอบ: แสดงว่าในสารละลายมี OH^- อยู่มากกว่า H_3O^+)

- นักเรียนคิดว่ามีวิธีการอื่น ในการบอกถึงสภาพความเป็นกรด เบสอีกหรือไม่

(แนวคำตอบ: มี/ไม่มี หรือตามแนวคิดของนักเรียน)

5.1.2 ครูแจ้งนักเรียนว่าวันนี้จะเรียนในเรื่อง pH ของสารละลาย

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)(25 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม และแจกใบความรู้เรื่อง pH ของสารละลายให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม

5.2.2 ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลโดยครูให้แนวทางและประเด็นในการสืบค้นข้อมูล ดังนี้

- ค่า pH บอกถึงอะไร
- ค่า pH มีความสัมพันธ์กับไฮโดรเนียมไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออนอย่างไร
- เราสามารถระบุความเป็นกรดหรือเบสโดยใช้ค่า pH ได้อย่างไร
- เราสามารถคำนวณหาค่า pH ของสารละลายจากความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนได้อย่างไร

ไฮดรอกไซด์ไอออนได้อย่างไร

5.2.3 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือสืบค้นข้อมูลตามประเด็นที่ครูได้ให้เป็นแนวทางไว้

5.3 ขั้้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) (15 นาที)

5.3.1 ครูสุ่มนักเรียน 3 กลุ่มให้ออกมานำเสนอผลการสืบค้นข้อมูลเรื่อง pH ของสารละลาย และให้กลุ่มที่เหลือเตรียมคำถามจากการที่ฟังเพื่อนนำเสนออย่างน้อย 1 คำถาม โดยครูจะสุ่มเลือกกลุ่มที่จะถาม 2 กลุ่ม ต่อการนำเสนอ 1 ครั้ง

5.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายให้ได้ข้อสรุปของชั้นเรียน โดยใช้คำถามดังนี้

- ค่า pH คืออะไร มีความสัมพันธ์กับไฮโดรเนียมไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออนอย่างไร

(แนวคำตอบ: pH เป็นค่าที่ใช้บอก $[H_3O^+]$ ในสารละลาย โดยหนดให้ $pH = -\log [H_3O^+]$ ผลการคำนวณจะได้ค่าตัวเลขที่ไม่ซับซ้อนและสะดวกในการนำไปใช้)

- เราสามารถระบุความเป็นกรดหรือเบสโดยใช้ค่า pH ได้อย่างไร

(แนวคำตอบ: สารละลายกรดมี pH ต่ำกว่า 7 สารละลายที่เป็นกลางมี pH เท่ากับ 7 ส่วนสารละลายที่เป็นเบสมี pH สูงกว่า 7)

- เราสามารถคำนวณหาค่า pH ของสารละลายจากความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนได้อย่างไร

(แนวคำตอบ: เนื่องจากผลคูณของ $[H_3O^+]$ กับ $[HO^-]$ เป็นค่าคงที่กับ 1.0×10^{-14} ที่อุณหภูมิ $25^\circ C$ ดังนั้นสารละลายที่มี $[HO^-]$ มากจะมี $[H_3O^+]$ น้อย และสารละลายที่มี $[HO^-]$ น้อย จะมี $[H_3O^+]$ มาก

- สารละลาย $[H_3O^+]$ มากจะมีความเป็นกรดมาก pH จะมีค่าต่ำ แต่ถ้าสารละลายมี $[H_3O^+]$ น้อย จะมีความเป็นกรดน้อย pH จะมีค่าสูง

- pH ของสารละลายอาจมีค่าต่ำกว่า 0 หรือสูงกว่า 14 ก็ได้

5.3.3 ครูอธิบายเพิ่มเติมในวิธีการคำนวณหา pH ของสารละลาย และยกตัวอย่างการคำนวณ ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 ให้หาค่า pH ของสารละลายที่มี H_3O^+ เท่ากับ 1×10^{-11} และ 6×10^{-4} โมล/ลิตร

วิธีทำ

$$[H_3O^+] = 1 \times 10^{-11}$$

$$\begin{aligned} pH &= -\log[H_3O^+] \\ &= -\log[1 \times 10^{-11}] \\ &= -(\log 1 + \log 10^{-11}) = 11 \end{aligned}$$

$$[H_3O^+] = 6 \times 10^{-4}$$

$$\begin{aligned} pH &= -\log[H_3O^+] \\ &= -\log[6 \times 10^{-4}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= -(\log 6 + \log 10^{-4}) \\
 &= 4 - 0.78 \\
 &= 3.22
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 2 จงหา pH ของสารละลายที่มีความเข้มข้นของ $\text{H}_3\text{O}^+ = 4.8 \times 10^{-13}$ โมล/ลิตร

วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 \text{pH} &= -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \\
 &= -\log[4.8 \times 10^{-13}] \\
 &= 13 - \log 4.8 = 13 - 0.68 \\
 &= 12.32
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 3 สารละลายชนิดหนึ่งมี pH = 4.00 จะมีความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนเป็นเท่าใด

วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 \text{pH} &= -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \\
 4 &= -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \\
 [\text{H}_3\text{O}^+] &= 10^{-4} = 1 \times 10^{-4}
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 4 จงคำนวณหา $[\text{OH}^-]$ และ pOH ในสารละลายซึ่งมี pH = 8.37

วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 \text{pH} &= -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \\
 8.37 &= -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \\
 \text{จาก } [\text{H}_3\text{O}^+] &= \text{antilog } -\text{pH} = 10^{-\text{pH}} \\
 [\text{H}_3\text{O}^+] &= 10^{-8.37} = 4.3 \times 10^{-9} \text{ โมล/ลิตร} \\
 [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] &= 1 \times 10^{-14} \\
 [\text{OH}^-] &= 2.33 \times 10^{-6} \text{ โมล/ลิตร} \\
 \text{จาก } \text{pOH} + \text{pH} &= 14 \\
 \text{pOH} &= 14 - \text{pH} = 14 - 8.37 = 5.63
 \end{aligned}$$

5.4 ขยายความรู้ (Elaboration) (5 นาที)

5.4.1 ครูขยายความรู้ในเรื่องของการวัดค่า pH ในห้องปฏิบัติการและการทดลองว่าสามารถทำได้โดยวิธีใดบ้างโดยครูใช้คำถามนำเข้าสู่การอภิปรายร่วมกัน

- นักเรียนคิดว่าการวัดค่า pH ของสารละลายสามารถทำได้โดยวิธีใดบ้าง

(แนวคำตอบ: การบอกค่า pH ของสารละลายทำได้โดยใช้สารที่เรียกว่า อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส ใช้กระดาษ pH และใช้เครื่องมือที่เรียกว่า พีเอซมิเตอร์)

- ครูชี้แจงว่ารายละเอียดในเรื่องการเลือกใช้อินดิเคเตอร์เรียนในคาบต่อไป

5.5 ประเมินผล (Evaluation) (10 นาที)

5.5.1 ครูประเมินจากการถามคำถามระหว่างการทำกิจกรรม

5.5.2 ครูประเมินจากที่นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่อง pH ของสารละลาย

5.5.3 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง pH ของสารละลาย ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 6.1 หนังสือเรียนรายวิชาเคมี เพิ่มเติม เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 สสวท.
- 6.2 แบบฝึกหัด การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ
- 6.3 Power Point
- 6.4 แบบบันทึกแบบจำลองการเรียนรู้ เรื่องการแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ
- 6.5 แบบบันทึกผลการทดลอง เรื่องการแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ
- 6.6 อุปกรณ์และสารเคมี

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
สารเคมี 1. น้ำกลั่น	6cm ³
อุปกรณ์ 1. ชุดเครื่องตรวจการนำไฟฟ้า 3. แอมมิเตอร์ (0-100 μ A) 4. ที่ตั้งหลอดทดลอง 5. หลอดทดลองขนาดกลาง 6. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm ³ 7. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลมและตะแกรงลวด	1 ชุด 1 เครื่อง 1 อัน 1 หลอด 1 อัน 1 ชุด

7. กระบวนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1) บอกความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนได้ 2) คำนวณหา pH ของสารละลายเมื่อทราบความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออนและใช้ pH ระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายได้	สังเกต/ ตรวจ - จากการถามคำถามระหว่างทำกิจกรรม - การทำแบบฝึกหัด	- การถามคำถาม - แบบฝึกหัด	- นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ - นักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 3) สามารถสืบค้นข้อมูลเรื่อง pH ของสารละลายได้	สังเกต - จากการทำกิจกรรม	- แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียน	นักเรียนได้ผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านเจตคติ (A) 4) 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.....

(นางดุซราภรณ์ 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

8. บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

9. ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

10. บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผลการจัดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์

.....

.....

.....

2) ผลการประเมินพฤติกรรมระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

3) ปัญหาและอุปสรรคในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

4) การปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนสตรีศึกษา

โรงเรียนสตรีศึกษา		
	ใบความรู้เรื่อง pH ของสารละลาย	
	ชื่อวิชา:ว30223 เคมีเพิ่มเติม	หน่วยกิต: 1.5
	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

1. pHของสารละลาย

pHย่อมาจากคำว่า positive potential of the hydrogen ions คือ ค่าที่แสดงถึงความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H^+) หรือไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) ใช้บอกความเป็นกรดหรือเบสของสารละลายโดยค่า pH ของสารละลายเป็นค่าลอการิทึมของความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน ดังนี้

$$pH = -\log [H_3O^+]$$

หรือ $[H_3O^+] = 10^{-pH}$ โดยที่ $[H_3O^+]$ คือ ความเข้มข้นของ H_3O^+ หรือ H^+ เป็นโมล/ลิตร

น้ำบริสุทธิ์ ที่อุณหภูมิ 25 °C จะมี $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-7}$ โมล/ลิตร

$$\text{ดังนั้น } pH = -\log [H_3O^+] = -\log [1 \times 10^{-7}] = 7$$

นั่นคือ pH ของน้ำบริสุทธิ์ ที่อุณหภูมิ 25 °C เท่ากับ 7 ถือว่ามีสภาพเป็นกลาง คือไม่มีความเป็นกรดหรือเบส

$$\text{ถ้า } [H_3O^+] = 1 \times 10^{-5} \quad ; \quad pH = -\log [H_3O^+] = -\log [1 \times 10^{-5}] = 5 \quad (\text{เป็นกรด})$$

$$\text{ถ้า } [H_3O^+] = 1 \times 10^{-9} \quad ; \quad pH = -\log [H_3O^+] = -\log [1 \times 10^{-9}] = 9 \quad (\text{เป็นเบส})$$

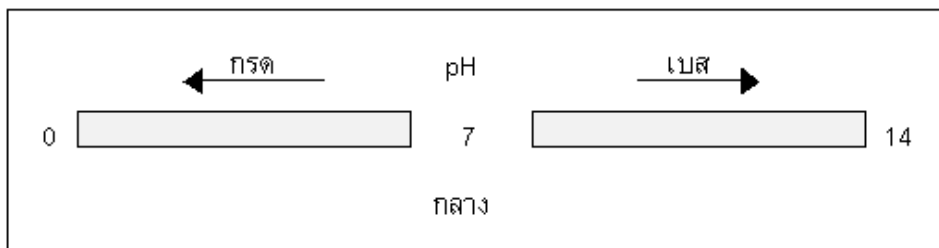
ดังนั้นสรุปว่า

pH < 7 สารละลายเป็นกรด

pH = 7 สารละลายเป็นกลาง

pH > 7 สารละลายเป็นเบส

หรืออาจจะเขียนเป็นสเกลได้ดังนี้



นอกจากจะบอกความเป็นกรดเป็นเบสของสารละลายด้วยค่า pH แล้วยังสามารถบอกค่าความเป็นกรด-เบส ได้โดยใช้ค่า pOHของสารละลายคือ ค่าที่บอกความเข้มข้นของ OH^-

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

$$\text{โดย } \text{pH} + \text{pOH} = 14$$

สามารถเขียนตารางความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH กับความเข้มข้นของ $[\text{H}_3\text{O}^+]$ และ $[\text{OH}^-]$ ได้ดังนี้

$[\text{H}_3\text{O}^+]$ โมล/ลิตร	pH	$[\text{OH}^-]$ โมล/ลิตร	pOH
1×10^0	0	1×10^{-14}	14
1×10^{-1}	1	1×10^{-13}	13
1×10^{-2}	2	1×10^{-12}	12
1×10^{-3}	3	1×10^{-11}	11
1×10^{-4}	4	1×10^{-10}	10
1×10^{-5}	5	1×10^{-9}	9
1×10^{-6}	6	1×10^{-8}	8
1×10^{-7}	7	1×10^{-7}	7
1×10^{-8}	8	1×10^{-6}	6
1×10^{-9}	9	1×10^{-5}	5
1×10^{-10}	10	1×10^{-4}	4
1×10^{-11}	11	1×10^{-3}	3
1×10^{-12}	12	1×10^{-2}	2
1×10^{-13}	13	1×10^{-1}	1
1×10^{-14}	14	1×10^0	0



ตารางแสดง สเกล pH ของสารละลายที่มีความเข้มข้นต่างกัน

(ที่มา: <http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/acid-base/C7.HTM#1>)

2. วิธีวัด pH ของสารละลาย

2.1 วิธีเปรียบเทียบสีวิธีนี้เป็นการวัด pH โดยประมาณ (มีความถูกต้อง 0.5 หน่วย pH) ซึ่งทำได้โดยเติมอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมลงในสารละลายที่ต้องการวัด pH แล้วเปรียบเทียบกับสารละลาย ทำได้โดยเติมอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมลงในสารละลายที่ต้องการวัด pH แล้วเปรียบเทียบกับสารละลายบัฟเฟอร์ที่ทราบค่า pH แน่แน่นอน ซึ่งได้เติมอินดิเคเตอร์ชนิดเดียวกันไปแล้วหรือใช้กระดาษชุบอินดิเคเตอร์ (กระดาษ pH) จุ่มลงไปแล้วเปรียบเทียบกับสีมาตรฐาน

2.2 วิธีวัดความต่างศักย์ วิธีนี้วัด pH ได้อย่างละเอียด (มีความถูกต้อง 0.01 หน่วย pH) โดยการใช้เครื่องมือที่เรียกว่า พีเอซมิเตอร์ซึ่งวัด pH ของสารละลายได้โดยการวัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว

แบบฝึกหัด เรื่อง pH ของสารละลาย

1. ให้หาค่า pH ของสารละลายที่มี H_3O^+ เท่ากับ 1×10^{-11} และ 6×10^{-14} โมล/ลิตร

.....

.....

.....

.....

.....

2. จงหา pH ของสารละลายที่มีความเข้มข้นของ $\text{H}_3\text{O}^+ = 4.8 \times 10^{-13}$ โมล/ลิตร

.....

.....

.....

.....

.....

3. สารละลายชนิดหนึ่งมี $\text{pH} = 4.00$ จะมีความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนเป็นเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

4.จงคำนวณหา $[H^+]$, $[OH^-]$, pH, และ pOH ของสารละลายที่มีกรดแก่ HX 0.01 โมลในน้ำ 500 cm^3

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

เฉลย แบบฝึกหัด เรื่อง pH ของสารละลาย

1. ให้หาค่า pH ของสารละลายที่มี H_3O^+ เท่ากับ 1×10^{-11} และ 6×10^{-4} โมล/ลิตร

วิธีทำ

$$[H_3O^+] = 1 \times 10^{-11}$$

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log[1 \times 10^{-11}] = 11$$

$$[H_3O^+] = 6 \times 10^{-4}$$

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log[6 \times 10^{-4}] = 4 - \log 6 = 4 - 0.78 = 3.22$$

2. จงหา pH ของสารละลายที่มีความเข้มข้นของ $H_3O^+ = 4.8 \times 10^{-13}$ โมล/ลิตร

วิธีทำ

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

$$= -\log[4.8 \times 10^{-13}]$$

$$= 13 - \log 4.8$$

$$= 12.32$$

3. สารละลายชนิดหนึ่งมี pH = 4.00 จะมีความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนเป็นเท่าใด

วิธีทำ

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

$$4 = -\log[H_3O^+]$$

$$[H_3O^+] = 10^{-4}$$

$$= 1 \times 10^{-4}$$

4. จงคำนวณหา $[H^+]$, $[OH^-]$, pH, และ pOH ของสารละลายที่มีกรดแก่ HX 0.01 โมลในน้ำ 500 cm³

วิธีทำ

กรดแก่ HX แตกตัวได้ 100 %

$$[HX] = 0.1 \text{ โมล/ลิตร} = 0.02 \text{ โมล/ลิตร}$$



$$0.02 \text{ โมล/ลิตร} \quad 0.02 \text{ โมล/ลิตร}$$

เพราะฉะนั้น $[H^+] = 0.02$ โมล/ลิตร

$$\text{จาก} \quad [H^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14} \text{ โมล/ลิตร}$$

$$[OH^-] = 5.0 \times 10^{-13}$$

เพราะฉะนั้น $[OH^-] = 5.0 \times 10^{-13}$ โมล/ลิตร

$$pH = -\log[H^+] = -\log(0.02) = 1.70$$

$$pH + pOH = 14$$

$$pOH = 14 - pH = 14 - 1.70 = 12.30$$

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาเคมี (ว30223)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องกรด-เบส

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ย่อยอินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส

จำนวน 1 คาบ (55 นาที)

ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ

ภาคเรียนที่ 2

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

คำนวณค่า pH ของสารละลายกรด-เบส เมื่อทราบความเข้มข้นของ H_3O^+ , OH^- , และสามารถหาค่า pH บอกความเป็นกรดและเบสของสารละลายได้

2. สาระสำคัญ

การบอกค่า pH ของสารละลายทำได้โดยใช้สารที่เรียกว่า อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส ใช้กระดาษ pH และใช้เครื่องมือที่เรียกว่า พีเอชมิเตอร์ การใช้อินดิเคเตอร์เพียงชนิดเดียวจะบอก pH ได้เป็นช่วงกว้าง แต่ถ้าใช้อินดิเคเตอร์หลายชนิดมาผสมกันจะบอก pH ได้ละเอียดและถูกต้องยิ่งขึ้น เรียกว่ายูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ ซึ่งอินดิเคเตอร์บางชนิดสามารถสกัดสีจากส่วนต่างๆ ของพืช

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

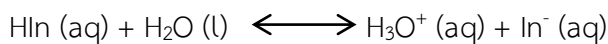
- 3.1 อธิบายเหตุผลที่ทำให้อินดิเคเตอร์เปลี่ยนสีได้ (K)
- 3.2 ทำนายสีของสารละลายเมื่อทราบ pH ของสารละลายและชนิดของอินดิเคเตอร์ที่ใช้ทดสอบ (K)
- 3.3 ประมาณค่า pH และบอกความเป็นกรด-เบสของสารละลาย เมื่อทราบสีที่เปลี่ยนและช่วง pH ที่เปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ได้ (K)
- 3.4 สามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องอินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบสได้ (P)
- 3.5 มีความสนใจในกิจกรรม รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา (A)

4. สาระการเรียนรู้

4.1 อินดิเคเตอร์สำหรับกรด – เบส

อินดิเคเตอร์เป็นสารที่ใช้บอกความเป็นกรด-เบสของสารละลายส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ประเภทสีย้อม

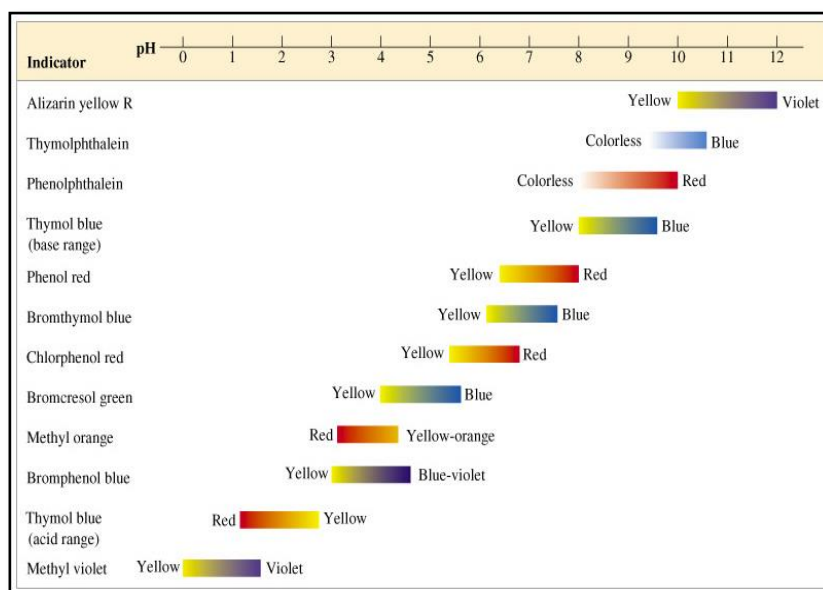
และมีสีต่างกันมีสูตรโครงสร้างที่ซับซ้อนและมีสมบัติเป็นกรดอ่อนเพื่อความสะดวกจึงสมมุติให้มีสูตรเป็นHInอินดิเคเตอร์ชนิดหนึ่งๆจะมีโครงสร้าง2 แบบซึ่งมีสีแตกต่างกันเมื่ออินดิเคเตอร์ละลายน้ำหรืออยู่ในสารละลายจะมีการแตกตัวเป็นไอออนการที่มีสมบัติเป็นกรดอ่อนจึงทำให้มีภาวะสมดุลเกิดขึ้นเขียนแสดงได้ด้วยสมการดังนี้



รูปกรด

รูปเบส

ในปฏิกิริยาจะพบว่าHInและIn⁻เป็นคู่กรด-เบสซึ่งกันและกันHInมีโครงสร้างเป็นกรดจึงเรียกว่ารูปกรดในขณะที่คู่เบสคือIn⁻ เป็นโครงสร้างที่แสดงสมบัติเป็นเบสจึงเรียกว่ารูปเบสโครงสร้างของรูปกรดและรูปเบสสำหรับอินดิเคเตอร์ชนิดหนึ่งๆจะมีสีไม่เหมือนกันและมีปริมาณอยู่ในสารละลายต่างกันจึงทำให้สีของสารละลายเปลี่ยนแปลงไปได้ในสารละลายถ้ามีโครงสร้างของรูปใดมากกว่าสารละลายจะมีสีตามรูปนั้นการที่จะมีรูปกรดหรือรูปเบสมากกว่ากันจะขึ้นอยู่กับปริมาณของH₃O⁺ในสารละลายหรือขึ้นอยู่กับpHของสารละลายนั่นเองดังนั้นอินดิเคเตอร์จึงมีสีเปลี่ยนแปลงไปตามค่าpH ของสารละลายทำให้สามารถบอกความเป็นกรด-เบสของสารละลายจากการดูที่สีของอินดิเคเตอร์



ภาพที่ 1 แสดงสีของอินดิเคเตอร์แต่ละชนิด

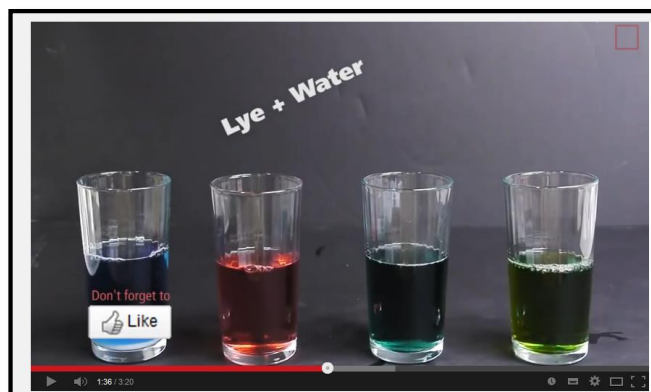
(ที่มา : <http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/acid-base/C8.HTM>)

5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (5 นาที)

5.1.1 ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยการใช้วิธีทัศนเกี่ยวกับการเปลี่ยนสีของกะหล่ำมวง เมื่อนำมาผสมกับสารละลายต่างชนิดกัน



ภาพที่ 1 แสดงวีดิทัศน์การเปลี่ยนสีของกะหล่ำม่วงในสารละลาย
(ที่มา: <http://www.youtube.com/watch?v=m1m3YKla8-o>)

5.1.2 ครูใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนเข้าสู่เรื่องที่จะเรียนในวันนี้ ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าทำไมเมื่อนำน้ำกะหล่ำม่วงใส่ลงในสารละลายถึงมีสีที่ไม่เหมือนกัน

(แนวคำตอบ: สารละลายมีสมบัติที่แตกต่างกัน)

- นักเรียนคิดว่าสมบัติใดบ้างของสารละลายที่น่าจะมีผลต่อการเปลี่ยนสีของน้ำกะหล่ำม่วง

(แนวคำตอบ: ความเข้มข้น, pH, หรือตอบตามแนวคิดของนักเรียน)

- นักเรียนคิดว่าเรามีวิธีการตรวจสอบสารละลายที่มีค่า pH แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ: มี เหตุผล ตามแนวคิดของนักเรียน)

- ครูชี้แจงกับนักเรียนว่าวันนี้จะศึกษาว่าเราจะมียุทธวิธีตรวจสอบค่า pH ของสารละลายอย่างไร

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)(25 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม และแจกใบความรู้เรื่อง อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบสให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม

5.2.2 ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลในเรื่องอินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส โดยครูให้แนวทางหรือประเด็นในการสืบค้นดังนี้

- อินดิเคเตอร์ คืออะไร มีสมบัติเป็นอย่างไร

- การใช้อินดิเคเตอร์บอก pH ของสารละลาย

- ช่วง pH ที่เปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์แต่ละชนิดเป็นอย่างไร

5.2.3 ครูชี้แจงว่าหลังจากนักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลแล้ว ให้แต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเป็นความรู้ของกลุ่ม

5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) (15 นาที)

5.3.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มยืนยันขึ้นที่กลุ่มและนำเสนอข้อสรุปของกลุ่มที่ได้จากการสืบค้น

5.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการสืบค้น เพื่อให้ได้เป็นข้อสรุปของห้องโดยใช้คำถามนำในการสรุปดังนี้

- อินดิเคเตอร์ คืออะไร มีสมบัติเป็นอย่างไร

(แนวคำตอบ: อินดิเคเตอร์เป็นสารอินทรีย์ประเภทสีย้อมและมีสีต่างๆกัน มีสูตรโครงสร้างที่ซับซ้อนและมีสมบัติเป็นกรดอ่อน เป็นสารที่ใช้บอกความเป็นกรด-เบสของสารละลาย)

- ถ้าสารละลายที่มี pH 6.5 ถ้าหยดเมทิลเรดลงไป สารละลายจะมีสีใด

(แนวคำตอบ: สารละลายจะมีสีเหลือง)

- ถ้าหยดโบรโมไทมอลบลู สารละลายจะมีสีใด

(แนวคำตอบ : สารละลายจะมีสีเขียวซึ่งเป็นสีผสมระหว่างสีเหลืองกับสีน้ำเงิน)

- ถ้าหยดฟีนอล์ฟทาลีนลงในสารละลายไม่มีสี ปรากฏว่าสารละลายยังไม่มีสีเกิดขึ้น เราสามารถอธิบายได้ว่าอย่างไร

(แนวคำตอบ: แสดงว่าสารละลายนั้นมีค่า pH ต่ำกว่า 8.3 ซึ่งอาจเป็นกรดเป็นกลางหรือเป็นเบสก็ได้)

- เมื่อนำสารละลาย X มาเติมอินดิเคเตอร์ชนิดต่างๆ ได้ผลการทดลองดังตารางต่อไปนี้

อินดิเคเตอร์	ช่วง pH	การเปลี่ยนสี	สีที่สังเกตได้
ฟีนอล์ฟทาลีน	8.3-10	ไม่มีสี-แดงชมพู	ไม่มีสี
เมทิลออเรนจ์	3.1-4.4	แดง-เหลือง	สี A
โบรโมไทมอลบลู	6.2-7.6	เหลือง-น้ำเงิน	เขียว
ฟีนอลเรด	6.7-8.3	เหลือง-แดง	ส้ม
เมทิลเรด	4.4-6.2	แดง-เหลือง	เหลือง

สารละลาย X ควรมี pH ในช่วงใด และสี A คืออะไร

(แนวคำตอบ: ค่า pH 6.7-7.6 และสารละลาย A มีสีเหลือง)

5.4 ขยายความรู้ (Elaboration) (10 นาที)

5.4.1 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อขยายความรู้ในเรื่องของการวัดค่า pH ในห้องปฏิบัติการและการทดลองว่านอกจากการใช้อินดิเคเตอร์แล้ว นักเรียนคิดว่าสามารถทำได้โดยวิธีใดบ้างโดยครูใช้คำถามนำเข้าสู่การอภิปรายร่วมกัน

(แนวคำตอบ: การบอกค่า pH ของสารละลายทำได้โดยใช้สารที่เรียกว่า อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส ใช้กระดาษ pH และใช้เครื่องมือที่เรียกว่า พีเอชมิเตอร์)

5.4.2 ให้นักเรียนยกตัวอย่างพืชที่นำมาใช้เป็นอินดิเคเตอร์ได้

(แนวคำตอบ: อัญชัน, กระจับ, ขมิ้นชัน, ขบถชัน, ดาวเรืองเหลือง, กล้วยไม้เหลือง, ทองกวาว)

5.5 ประเมินผล (Evaluation) (5 นาที)

5.5.1 ครูประเมินจากการถามคำถามระหว่างการทำกิจกรรม

5.5.2 ครูประเมินจากที่นักเรียนได้เขียนสรุปในระหว่างทำกิจกรรมและแบบฝึกหัดท้ายบท

5.5.3 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบสว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 6.1 หนังสือเรียนรายวิชาเคมี เพิ่มเติม เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 สสวท.
- 6.2 แบบฝึกหัด การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ
- 6.3 Power Point
- 6.4 แบบบันทึกแบบจำลองการเรียนรู้ เรื่องการแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ
- 6.5 แบบบันทึกผลการทดลอง เรื่องการแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ
- 6.6 อุปกรณ์และสารเคมี

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
สารเคมี 1. น้ำกลั่น	6cm ³
อุปกรณ์ 1. ชุดเครื่องตรวจการนำไฟฟ้า 3. แอมมิเตอร์ (0-100 μ A) 4. ที่ตั้งหลอดทดลอง 5. หลอดทดลองขนาดกลาง 6. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm ³ 7. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลมและตะแกรงลวด	1 ชุด 1 เครื่อง 1 อัน 1 หลอด 1 อัน 1 ชุด

7. กระบวนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1) อธิบายเหตุผลที่ทำให้อินดิเคเตอร์เปลี่ยนสีได้ 2) ทำนายสีของสารละลายเมื่อทราบ pH ของสารละลายและชนิดของอินดิเคเตอร์ที่ใช้ทดสอบ 3) ประมาณค่า pH และบอกความเป็นกรด-เบสของสารละลาย เมื่อทราบสีที่เปลี่ยนและช่วง pH ที่เปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ได้	สังเกต/ ตรวจ - จากการถามคำถามระหว่างทำกิจกรรม - การเขียนสรุปจากการทำกิจกรรมกลุ่มและทำแบบฝึกหัดท้ายบท	- การถามคำถาม - แบบบันทึกการเรียนรู้ - แบบฝึกหัด	- นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ - นักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 4) สามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องอินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบสได้	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

8. บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

9. ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

10. บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผลการจัดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์

.....

.....

.....

2) ผลการประเมินพฤติกรรมระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

3) ปัญหาและอุปสรรคในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

4) การปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ครูชำนาญการพิเศษ

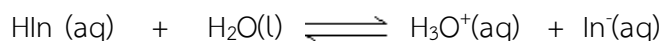
โรงเรียนสตรีศึกษา

โรงเรียนสตรีศึกษา		
	ใบความรู้เรื่อง อินดิเคเตอร์สำหรับกรด - เบส	
ชื่อวิชา: ว30223 เคมีเพิ่มเติม	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2	

1. อินดิเคเตอร์สำหรับกรด - เบส

อินดิเคเตอร์เป็นสารที่ใช้บอกความเป็นกรด - เบสของสารละลาย ส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ประเภทสีย้อม และมีสีต่างๆ กัน มีสูตรโครงสร้างที่ซับซ้อน และมีสมบัติเป็นกรดอ่อน เพื่อความสะดวกจึงสมมุติให้มีสูตรเป็น HIn อินดิเคเตอร์ชนิดหนึ่ง ๆ จะมีโครงสร้าง 2 แบบ ซึ่งมีสีแตกต่างกัน

เมื่ออินดิเคเตอร์ละลายน้ำหรืออยู่ในสารละลาย จะมีการแตกตัวเป็นไอออน การที่มีสมบัติเป็นกรดอ่อน จึงทำให้มีภาวะสมดุลเกิดขึ้น เขียนแสดงได้ด้วยสมการ ดังนี้



รูปกรด

รูปเบส

ในปฏิกิริยาจะพบว่า HIn และ In^- เป็นคู่กรด-เบส ซึ่งกันและกัน HIn มีโครงสร้างเป็นกรด จึงเรียกว่า **รูปกรด** ในขณะที่คู่เบส คือ In^- เป็นโครงสร้างที่แสดงสมบัติเป็นเบส จึงเรียกว่า **รูปเบส**

โครงสร้างของรูปกรดและรูปเบส สำหรับอินดิเคเตอร์ชนิดหนึ่งๆ จะมีสีไม่เหมือนกัน และมีปริมาณอยู่ในสารละลายต่างกัน จึงทำให้สีของสารละลายเปลี่ยนแปลงไปได้

ในสารละลาย ถ้ามีโครงสร้างของรูปใดมากกว่า สารละลายจะมีสีตามรูปนั้น การที่จะมีรูปกรด หรือรูปเบสมากกว่ากัน จะขึ้นอยู่กับปริมาณของ H_3O^+ ในสารละลาย หรือขึ้นอยู่กับ pH ของสารละลาย นั่นเอง

ดังนั้นอินดิเคเตอร์จึงมีสีเปลี่ยนแปลงไปตามค่า pH ของสารละลาย ทำให้สามารถบอกความเป็นกรด - เบส ของสารละลายจากการดูที่สีของอินดิเคเตอร์

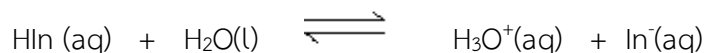
2. การเปลี่ยนสีตามค่า pH ของสารละลาย

เมื่อเติมกรดหรือเบสลงในสารละลายของอินดิเคเตอร์ จะทำให้ความเข้มข้นของ H_3O^+ เปลี่ยนไป ซึ่งเป็นผลทำให้ระบบเสียสมดุล ระบบจะพยายามปรับตัวให้กลับเข้าสู่สมดุลใหม่ ทำให้ความเข้มข้นของ HIn และ In^- เปลี่ยนแปลง สีจึงเปลี่ยนไปด้วย



ก. เมื่อเติมกรดลงในสารละลาย จะทำให้ H_3O^+ เพิ่มขึ้น ระบบจะปรับตัวเพื่อลด H_3O^+ โดยการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ มีผลให้ HIn มากขึ้น In^- ลดลง

ถ้า HIn มีสีแดง In^- มีสีเหลือง การเติมกรดจะทำให้มีสีแดงเข้มขึ้นในขณะที่สีเหลืองจางลงยิ่งเติมกรดลงไปมากเท่าใดสีแดงจะยิ่งเข้มและสีเหลืองจะยิ่งจางลง เมื่อ HIn มากกว่า In^- ประมาณ 10 เท่าขึ้นไป สารละลายจะแสดงสีของ HIn เพียงอย่างเดียว



ข. เมื่อเติมเบสลงไปในการละลาย จะไปเพิ่ม OH^- ให้แก่ระบบ ซึ่ง OH^- จะทำปฏิกิริยากับ H_3O^+ ในระบบ ทำให้ความเข้มข้นของ H_3O^+ ลดลง ระบบจะปรับตัวเพื่อเพิ่ม H_3O^+ โดยการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า มีผลให้ HIn ลดลง และ In^- เพิ่มขึ้น

ยิ่งสารละลายเป็นเบสมาก จะยิ่งเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้ามากขึ้น สีเหลืองของ In^- จะเข้มมากขึ้น และสีแดงของ HIn จะจางลง และเมื่อ HIn น้อยกว่า In^- ประมาณ 10 เท่า สารละลายจะแสดงสีของ In^- เพียงอย่างเดียว

ในกรณีที่สารละลายมีรูปกรดและรูปเบส ในปริมาณที่ใกล้เคียงกันหรือต่างกันไม่ถึง 10 เท่า สารละลายจะมีสีผสมของทั้งรูปกรดและรูปเบส ในช่วง pH ที่สารละลายมีสีผสมระหว่างรูปกรดและรูปเบส เรียกว่า ช่วง pH ของการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์

ตัวอย่างอินดิเคเตอร์ และช่วง pH ของการเปลี่ยนสี

อินดิเคเตอร์	ช่วง pH ของการเปลี่ยนสี	สีที่เปลี่ยน
เมทิลออเรนจ์	3.2 - 4.4	แดง - เหลือง
เมทิลเรด	4.2 - 6.3	แดง - เหลือง
ลิตมัส	5.0 - 8.0	แดง - น้ำเงิน
โบรโมไทมอลบลู	6.0 - 7.6	เหลือง - น้ำเงิน
ฟีนอล์ฟทาลีน	8.3 - 10.0	ไม่มีสี - ชมพูเข้ม

3. การแปลความหมายของช่วง pH ของอินดิเคเตอร์

การกำหนดอินดิเคเตอร์ที่สมบูรณ์จะต้องกำหนดทั้งช่วง pH และช่วงของการเปลี่ยนสี เช่น เมทิลออเรนจ์ มีช่วง pH 3.1 - 4.4 และช่วงของการเปลี่ยนสี แดง - เหลือง หมายความว่า

ถ้าเติมเมทิลออเรนจ์ลงในสารละลายที่มี pH < 3.1 จะได้สีแดง สารละลายที่มี pH > 4.4 จะได้สีเหลือง และถ้าสารละลายมี pH ระหว่าง 3.1 - 4.4 จะได้สีส้ม

- **ลิตมัส** มีช่วง pH 4.5 - 8.3 และช่วงของการเปลี่ยนสี แดง - น้ำเงิน ถ้าเติมลิตมัสลงในสารละลายปรากฏว่า

ถ้าสารละลายมีสีม่วง แสดงว่า สารละลายมี pH อยู่ระหว่าง 4.5 - 8.3

ถ้าสารละลายมีสีแดง แสดงว่า สารละลายมี pH < 4.5

ถ้าสารละลายมีสีน้ำเงิน แสดงว่า สารละลายมี pH > 8.3

- **ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์** ในกรณีที่ต้องการค่า pH ที่ละเอียดถูกต้อง ต้องใช้เครื่องมือที่เรียกว่า pH มิเตอร์ หรืออาจใช้ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ก็ได้ ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ เกิดจากการนำอินดิเคเตอร์หลายชนิดที่เปลี่ยนสีในช่วง pH ต่างกันมาผสมกันในสัดส่วนที่เหมาะสม

แบบฝึกหัด

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงบอกสมบัติของอินดิเคเตอร์สำหรับกรด - เบส

.....

2. จงเขียนสมการแสดงการแตกตัวของอินดิเคเตอร์

.....

3. จงยกตัวอย่างอินดิเคเตอร์สำหรับกรด - เบส มา 4 ตัวอย่าง

.....

4. จงอธิบายสาเหตุที่อินดิเคเตอร์เปลี่ยนสี

.....

5. ให้นักเรียนใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถาม โดยเขียนคำตอบลงในช่องว่าง

ฟีนอลเรด มีช่วง pH 6.7 - 8.3 และช่วงเปลี่ยนสี เหลือง - แดง

สีของสารละลายเมื่อหยดฟีนอลเรด	pH
เหลือง	
.....	5
แดง	
ส้ม	
.....	7

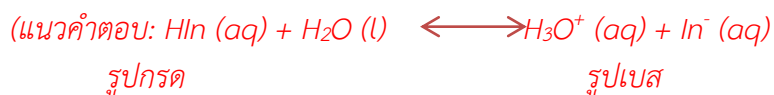
เฉลยแบบฝึกหัด

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงบอกสมบัติของอินดิเคเตอร์สำหรับกรด - เบส

(แนวคำตอบ : อินดิเคเตอร์มีสมบัติเป็นกรดอ่อน)

2. จงเขียนสมการแสดงการแตกตัวของอินดิเคเตอร์



3. จงยกตัวอย่างอินดิเคเตอร์สำหรับกรด - เบส มา 4 ตัวอย่าง

(แนวคำตอบ: ฟีนอล์ฟทาไลน์, เมทิลออเรนจ์, โบรโมไทมอลบลู, ฟีนอลเรด)

4. จงอธิบายสาเหตุที่อินดิเคเตอร์เปลี่ยนสี

(แนวคำตอบ: ในปฏิกิริยาจะพบว่า HIn และ In^- เป็นคู่กรด-เบสซึ่งกันและกัน HIn มีโครงสร้างเป็นกรดจึงเรียกว่า รูปกรด ในขณะที่คู่เบสคือ In^- เป็นโครงสร้างที่แสดงสมบัติเป็นเบสจึงเรียกว่ารูปเบสโครงสร้างของรูปกรดและรูปเบสสำหรับอินดิเคเตอร์ชนิดหนึ่งๆ จะมีสีไม่เหมือนกันและมีปริมาณอยู่ในสารละลายต่างกันจึงทำให้สีของสารละลายเปลี่ยนแปลงไปได้ในสารละลายถ้ามีโครงสร้างของรูปใดมากกว่าสารละลายจะมีสีตามรูปนั้นการที่จะมีรูปกรดหรือรูปเบสมากกว่ากันจะขึ้นอยู่กับปริมาณของ H_3O^+ ในสารละลายหรือขึ้นอยู่กับ pH ของสารละลายนั่นเองดังนั้นอินดิเคเตอร์จึงมีสีเปลี่ยนแปลงไปตามค่า pH ของสารละลายทำให้สามารถบอกความเป็นกรด-เบสของสารละลายจากการดูที่สีของอินดิเคเตอร์)

5. ให้นักเรียนใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถาม โดยเขียนคำตอบลงในช่องว่าง

ฟีนอลเรด มีช่วง pH 6.7 - 8.3 และช่วงเปลี่ยนสี เหลือง - แดง

สีของสารละลายเมื่อหยดฟีนอลเรด	pH
เหลือง	> 6.3
ส้ม	5
แดง	< 4.2
ส้ม	ประมาณ 5.2
เหลือง	7

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 กรด-เบส
หน่วยการเรียนรู้ย่อย ปฏิริยาการสะเทิน
ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ
ภาคเรียนที่ 2

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม (ว30223)
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

ทดลอง บอกความหมายของเกลือปฏิกิริยาการสะเทินและสารละลายมาตรฐานพร้อมยกตัวอย่างได้อย่างระมัดระวัง อันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่

2. สาระสำคัญ

ปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส หรือกรดหรือเบสกับสารบางชนิด จะได้ผลิตภัณฑ์คือเกลือกับน้ำ หรือเกลือเพียงอย่างเดียว ปฏิกิริยาที่เกิดจาก H_3O^+ กับ OH^- ได้ H_2O เรียกว่าปฏิกิริยาการสะเทิน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

3.1 อธิบายความหมายของเกลือและปฏิกิริยาการสะเทินได้ (K)

3.2 อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของปฏิกิริยาการสะเทินของกรดซัลฟิวริกทำปฏิกิริยากับแบเรียมไฮดรอกไซด์พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้ (K)

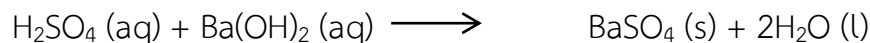
3.3 ทดลองเพื่อศึกษาปฏิกิริยาการสะเทินของกรดซัลฟิวริกกับแบเรียมไฮดรอกไซด์ได้ (P)

3.4 สร้างแบบจำลองและสร้างข้อโต้แย้งเพื่ออธิบายการเกิดปฏิกิริยาการสะเทินของกรดซัลฟิวริกกับแบเรียมไฮดรอกไซด์กับได้ (P)

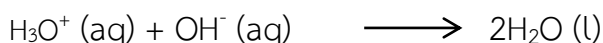
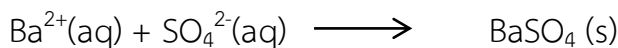
3.5 มีความรับผิดชอบในการทำงานและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้ (A)

4. สาระการเรียนรู้

จากทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรีกรดคือสารที่ให้โปรตอนและเบสคือสารที่รับโปรตอนเมื่อกรดทำปฏิกิริยากับเบสจึงมีการถ่ายโอนโปรตอนระหว่างกรดและเบสนั้นเองตัวอย่างเช่น ปฏิกิริยาระหว่างกรดซัลฟิวริกกับแบเรียมไฮดรอกไซด์จะได้ตะกอน BaSO_4 กับน้ำ



H_2SO_4 เป็นกรดจะให้โปรตอน (H^+) กับเบส $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ได้เกลือ BaSO_4 กับน้ำ โปรตอนถ่ายโอนจากกรด H_2SO_4 ไปให้กับเบส $\text{Ba}(\text{OH})_2$ เมื่อเขียนสมการไอออนิกสุทธิระหว่างกรดและเบสจะได้ดังนี้



สารละลาย H_2SO_4 และสารละลาย $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ต่างนำไฟฟ้าได้แต่เมื่อนำมาผสมเข้าด้วยกันแล้วความสามารถในการนำไฟฟ้าของสารละลายจะลดลงเพราะเกิด BaSO_4 เป็นของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยมากจึงมีไอออนที่จะนำไฟฟ้าได้น้อยมากซึ่งไอออนที่เกิดขึ้นอาจเกิดขึ้นเนื่องจากการแตกตัวของน้ำทำให้สารละลายผสมสามารถนำไฟฟ้าได้เล็กน้อยแต่ไม่สามารถทำให้หลอดไฟของเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าสว่างได้

ปฏิกิริยาระหว่างไฮโดรเนียมไอออน(H_3O^+)จากสารละลายกรดกับไฮดรอกไซด์ไอออน(OH^-)จากสารละลายเบสเกิดเป็นโมเลกุลของน้ำ (H_2O)เรียกว่า ปฏิกิริยาสะเทิน (Neutralization reaction) และปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบสส่วนใหญ่จะได้เกลือกับน้ำแต่จะมีบางปฏิกิริยาที่ได้เกลือเพียงอย่างเดียว เช่น ปฏิกิริยาระหว่าง HCl กับ NH_3 ได้เกลือ NH_4Cl ซึ่งเกลือ NH_4Cl จะแตกตัวให้ NH_4^+ และ Cl^- ทำให้สารละลายนำไฟฟ้าได้

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้:การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

(Model based inquiry: MBI)

5.1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้: การจัดเตรียมพารามิเตอร์ (Setting the general parameters)

5.1.1 ผลการเรียนรู้

ต้องการให้นักเรียนศึกษา ความหมายของปฏิกิริยาการสะเทินและการเกิดเกลือโดยทำการทดลองปฏิกิริยาระหว่างเบสแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์กับกรดซัลฟิวริก และเขียนสมการแสดงการเกิดปฏิกิริยา

5.1.2 ขอบข่ายมโนคติ

ปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส หรือกรดหรือเบสกับสารบางชนิด จะได้ผลิตภัณฑ์คือเกลือกับน้ำ หรือเกลือเพียงอย่างเดียว และปฏิกิริยาระหว่างไฮโดรเนียมไอออน(H_3O^+)จากสารละลายกรดกับไฮดรอกไซด์ไอออน(OH^-) จากสารละลายเบสเกิดเป็นโมเลกุลของน้ำ (H_2O) เรียกว่า ปฏิกิริยาสะเทิน (Neutralization reaction)

5.1.3 ปรากฏการณ์(Phenomenon)

โรคกระเพาะเป็นโรคที่พบบ่อยในคนทั่วไป ที่เกิดจากการมีกรดในกระเพาะอาหารและทำให้เรารู้สึกปวดท้อง และเมื่อเราไปพบแพทย์อาจใช้วิธีการรักษาโดยให้ทานยาลดกรดที่มีส่วนผสมของเบส เช่น แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ ($\text{Mg}(\text{OH})_2$)เมื่อเรทานยาลดกรดที่มีส่วนผสมของเบสลงไปแล้ว เบสจะทำปฏิกิริยากับกรดในกระเพาะอาหารเกิดเป็นผลิตภัณฑ์เกลือกับน้ำทำให้ฤทธิ์ของกรดที่หลั่งออกมาเบาบาง และมีความเป็นกลางเพิ่มขึ้น จนช่วยบรรเทาอาการปวดท้องจากกรดที่หลั่งออกมา

(ที่มา: <http://haamor.com/th/ยาออลมิล/#article103>)

5.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

5.2.1 การรวบรวมสิ่งที่นักเรียนรู้และสิ่งที่นักเรียนต้องการเรียนรู้ (Organizing what we know and what we want to know): 20 นาที

1) ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับไอออนที่แสดงสมบัติของกรดและเบส ซึ่งได้แก่ไฮโดรเนียมไอออนและ ไฮดรอกไซด์ไอออน โดยใช้คำถามดังนี้

- ไอออนที่แสดงสมบัติของกรดคืออะไร

(แนวคำตอบ: ไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+))

- ไอออนที่แสดงสมบัติของเบสคืออะไร

(แนวคำตอบ: ไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-))

2) ครูทบทวนเพิ่มเติมในเรื่องการถ่ายโอนโปรตอนระหว่างกรดกับเบสตามทฤษฎีกรด-เบส เบรินสเตด-ลาวรี เพื่อนำนักเรียนเข้าสู่กิจกรรมที่จะเรียนว่าเมื่อผสมสารละลายกรดและสารละลายเบสเข้าด้วยกัน ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นน่าจะเป็นอย่างไร โดยใช้คำถามดังนี้

- ตามทฤษฎีกรด-เบส เบรินสเตด-ลาวรีให้นิยามกรด-เบสไว้อย่างไร

(แนวคำตอบ: กรดคือสารที่ให้โปรตอน เบสคือสารที่รับโปรตอน)

- เมื่อผสมสารละลายกรดและสารละลายเบสเข้าด้วยกันนักเรียนคิดว่าเกิดปฏิกิริยาอย่างไร

(แนวคำตอบ: ตามแนวคิดของนักเรียน)

3) ครูนำเสนอสถานการณ์เกี่ยวกับองค์ประกอบของยาลดกรดที่เรานานเมื่อเกิดอาการปวดท้องจากกรดเกินในกระเพาะอาหารและนำเสนอภาพผลึกยาลดกรดยี่ห้อต่างๆ ให้นักเรียนพิจารณาว่ามียาองค์ประกอบใดบ้างที่เหมือนกัน เช่น แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ ($Mg(OH)_2$) และใช้คำถามกับนักเรียน ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าอาการกรดเกินในกระเพาะอาหารเกิดจากสาเหตุใด

(แนวคำตอบ: การทานอาหารไม่ตรงเวลาแล้วทำให้เกิดกรดขึ้นในกระเพาะอาหารมากเกินไป)

- นักเรียนคิดว่าองค์ประกอบใดบ้างในยาลดกรดที่เหมือนกัน

(แนวคำตอบ: ($Mg(OH)_2$ / $Al(OH)_3$ หรือ สารประเภทเบส))

- เมื่อเรานานยาลดกรดสามารถช่วยบรรเทาอาการปวดท้องที่เกิดจากกรดเกินได้อย่างไร

(แนวคำตอบ: ในยาลดกรดมีส่วนประกอบของสารที่มีสมบัติเป็นเบสบางตัว เมื่อทานเข้าไปจึงช่วยลดความเป็นกรดในกระเพาะอาหารได้)

-นักเรียนคิดว่าเราจะมีวิธีการทดสอบได้อย่างไรว่ายาลดกรดมีสมบัติความเป็นกรด-เบสเป็นอย่างไร และยาลดกรดสามารถช่วยลดความเป็นกรดในกระเพาะอาหารได้อย่างไร

(แนวคำตอบ: ยาลดกรดมีสมบัติเป็นเบส เราสามารถนำยาลดกรดชนิดที่มีเบสเป็นส่วนประกอบ มาผสมกับกรดไฮโดรคลอริก (ซึ่งเป็นกรดที่พบอยู่ในกระเพาะอาหาร) จากนั้นวัดค่า pH ของสารละลายผสม)

- ครูชี้แจงว่าการนำยาลดกรดที่มีสมบัติเป็นเบส มาทดสอบกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกจะทำให้เห็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นไม่ชัดเจน ดังนั้นเราสามารถทำการผสมสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์ กับสารละลายกรดซัลฟิวริกเพื่อตรวจสอบ แทนยาลดกรดกับกรดไฮโดรคลอริก

4) ครูระบุปัญหาเพื่อนำเข้าสู่การทดลอง ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์กับสารละลายกรดซัลฟิวริก เพื่อศึกษาปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส ดังนี้

- ถ้านำสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 ปริมาตร 40 cm^3 มาหยดด้วยกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2 mol/dm^3 ลงไปเรื่อยๆ แล้วทำการทดสอบด้วยยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์และตรวจการนำไฟฟ้าด้วย

เครื่องตรวจการนำไฟฟ้าชนิดที่มีหลอดไฟ นักเรียนคิดว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (ให้นักเรียนวาดแบบจำลองและอธิบาย)

5) ครูแจกแบบบันทึก การสร้างแบบจำลองการเรียนรู้แก่นักเรียน และชี้แจงว่าจะให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างแบบจำลองก่อนการทดลอง โดยตัวอย่างการสร้างแบบจำลองที่เคยใช้จากการเรียนในคาบที่แล้ว

6) ครูเพิ่มเติมข้อมูลการเปลี่ยนสีของยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ที่ค่า pH ต่างๆ ตามรายละเอียดต่อไปนี้

pH สารละลาย	สี
3	แดง
4	ส้มแดง
5	ส้ม
6	ส้มเหลือง
7	เหลืองเขียว
8	เขียว
9	น้ำเงินเขียว
10	ม่วง
11	ม่วงแดง

ตาราง แสดงการเปลี่ยนสีของยูนิเวอร์ซัล

อินดิเคเตอร์

(ที่มา: <http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/acid-base/C8.HTM>)

7) ครูให้นักเรียนวาดแผนภาพและเขียนอธิบายแสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสารละลายและเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าชนิดที่มีหลอดไฟ ก่อนและหลังการหยดสารละลายกรดซัลฟิวริก ลงในแบบบันทึกการสร้างแบบจำลอง

8) หลังจากที่ทุกกลุ่มทำการสร้างแบบจำลองก่อนการทดลองเสร็จ ครูสุ่มตัวแทนกลุ่ม 2 กลุ่มออกมานำเสนอแบบจำลองก่อนการทดลองของตนเอง

9) ครูถามนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงระหว่างแบบจำลองก่อนการทดลองที่นักเรียนสร้างขึ้นกับวัตถุประสงค์การทดลองที่จะทำในวันนี้ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าจากแบบจำลองก่อนการทดลองเรื่องปฏิกิริยาระหว่างสารละลายเบสเรียมไฮดรอกไซด์กับสารละลายกรดซัลฟิวริกที่นักเรียนได้สร้างขึ้นมีวัตถุประสงค์ในการทดลองอย่างไร

(แนวคำตอบ: เพื่อศึกษาปฏิกิริยาระหว่างกรดเบสที่เกิดขึ้น)

5.2.2 การตั้งสมมติฐานที่สามารถทดสอบได้ (Generating testable hypothesis): 10 นาที

1) จากตัวอย่างแบบจำลองครูอธิบายเกี่ยวกับตัวแปรต้นตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมดังนี้

ตัวแปรต้นหมายถึงสิ่งที่เราต้องการศึกษาหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ

ตัวแปรตามหมายถึงผลที่เกิดจากการกระทำของตัวแปรต้น

ตัวแปรควบคุมหมายถึงสิ่งทีนอกเหนือจากตัวแปรต้นซึ่งอาจมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามจึงต้องทำการควบคุมให้เท่าๆกัน

2) นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการกำหนดตัวแปรจากแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้น โดยครูใช้คำถามดังนี้

- ถ้าพิจารณาจากแบบจำลองนักเรียนคิดว่า ตัวแปรต้น คืออะไร

(แนวคำตอบ :จำนวนหยดของสารละลายกรดซัลฟิวริก)

- ถ้าพิจารณาจากแบบจำลองนักเรียนคิดว่า ตัวแปรตาม คืออะไร

(แนวคำตอบ :การเปลี่ยนสีของยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์และการนำไฟฟ้าของเครื่องตรวจการนำไฟฟ้า)

- ถ้าพิจารณาจากแบบจำลองนักเรียนคิดว่า ตัวแปรควบคุม คืออะไร

(แนวคำตอบ :ความเข้มข้นของสารละลายเบเรียมไฮดรอกไซด์และกรดซัลฟิวริก, ปริมาตรของสารละลายเบเรียมไฮดรอกไซด์, จำนวนหยดของยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์)

3) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตั้งสมมติฐานสำหรับการทดลองเรื่องปฏิกิริยาระหว่างเบเรียมไฮดรอกไซด์และกรดซัลฟิวริกโดยใช้รูปแบบการตั้งสมมติฐาน ดังนี้

“ถ้า[ความสัมพันธ์จากแบบจำลองของนักเรียน], ดังนั้นเมื่อ[สังเกตหรือทดสอบภายใต้เงื่อนไข/สภาวะเหล่านี้] ควรจะสังเกตพบ[ผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น]”

- แนวทางการตั้งสมมติฐาน

(- ถ้ากรดกับเบสทำปฏิกิริยากันแล้วได้เกลือกับน้ำ ดังนั้นเมื่อหยดกรดซัลฟิวริกลงในสารละลายเบเรียมไฮดรอกไซด์จะทำให้ pH ของสารละลายเปลี่ยนแปลง เราควรสังเกตพบว่าสีของยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์จะเปลี่ยนแปลง)

(- ถ้ากรดกับเบสทำปฏิกิริยากันแล้วได้เกลือกับน้ำ ดังนั้นเมื่อหยดกรดซัลฟิวริกลงอย่างต่อเนื่องลงในสารละลายเบเรียมไฮดรอกไซด์แล้วจะเกิดเกลือกับน้ำ เราควรสังเกตพบว่าหลอดไฟไม่สว่าง)

4) ครูสุ่มให้นักเรียน 2 กลุ่ม นำเสนอสมมติฐานการทดลอง

5.2.3 การค้นหาหลักฐาน(Seeking evidence: 25 นาที)

1) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนและออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานของกลุ่ม โดยครูกำหนดอุปกรณ์และสารเคมีมาให้ และบันทึกวิธีการทดลองลงในแบบบันทึกผลการทดลอง โดยครูใช้คำถามเพื่อเป็นแนวทาง ดังนี้

- ถ้านักเรียนต้องการตรวจสอบสมมติฐานของกลุ่ม นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไรโดยใช้อุปกรณ์และสารเคมีที่ครูกำหนดให้ ให้นักเรียนวาดภาพ/แผนผังคำอธิบายสั้นๆ เพื่อแสดงลำดับในการทำการทดลองลงในแบบบันทึกผลการทดลอง

(แนวคำตอบ: วิธีการทดลอง

1. ใส่สารละลายเบเรียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 ปริมาตร 40 cm^3 ลงในบีกเกอร์

2. หยดยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ 3-4 หยด

3. ต่อเครื่องตรวจการนำไฟฟ้า แล้วจุ่มลวดตัวนำของเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าลงในสารละลาย (สังเกตสีของสารละลายและความสว่างของหลอดไฟ บันทึกผล)

4. หยดสารละลายกรดซัลฟิวริกต่อไปเรื่อยๆ (สังเกตสังเกตสีของสารละลาย, ความสว่างของหลอดไฟและการเปลี่ยนแปลงอื่นๆ บันทึกผล)

2) ครูชี้แจงข้อควรระวังในการทำการทดลองและอธิบายวิธีการสังเกตการทดลองเพิ่มเติม ดังนี้

- ครูแสดงภาพการต่อวงจรและสายไฟให้นักเรียนดู และบอกวิธีการต่อวงจรพอสังเขป
- ปริมาตรของสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้คือ 40 cm^3
- ใช้ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ 3-4 หยด
- ในระหว่างที่วัดการนำไฟฟ้า ให้ใช้แท่งแก้วคนสารละลายตลอดเวลา
- ให้หยุดการทดลองเมื่อหลอดไฟไม่สว่างหรือเมื่อสารละลายเป็นสีเหลืองเขียว

3) ครูให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มรับอุปกรณ์การทดลอง และลงมือปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ และบันทึกผลการทดลองลงในแบบบันทึกผลการทดลองเรื่อง ปฏิกริยาระหว่างสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์กับสารละลายกรดซัลฟิวริก

4) ครูให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน (ใช้โปรเจคเตอร์ในการนำเสนอ)

5) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแลกเปลี่ยนข้อมูลและผลการทดลองกับเพื่อนกลุ่มอื่นๆ แล้วบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการทดลองที่สร้างขึ้น โดยครูใช้คำถามดังนี้

- ผลการทดลองของกลุ่มนักเรียน แตกต่างจากกลุ่มของเพื่อนหรือไม่ อย่างไร

6) ให้นักเรียนตอบคำถามท้ายการทดลอง เพื่อนำเข้าสู่การอภิปรายผลการทดลอง

7) นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง ในประเด็นต่อไปนี้

- สารละลายกรดซัลฟิวริกกับแบเรียมไฮดรอกไซด์นำไฟฟ้าได้หรือไม่

(แนวคำตอบ: นำไฟฟ้าได้ดี)

- เมื่อหยดสารละลายกรดซัลฟิวริกลงในสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์ การนำไฟฟ้าและสารละลายเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(แนวคำตอบ: การนำไฟฟ้าของสารละลายจะลดลงเรื่อยๆ จนหลอดไฟดับ และสารละลายเปลี่ยนสีเป็นม่วง, ฟ้ำ, เขียว)

- ตะกอนที่เกิดขึ้นคืออะไร

(แนวคำตอบ: BaSO_4 ตามสมการ $\text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{BaSO}_4(\text{s})$)

- จากการทดลองครั้งนี้ นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

(แนวคำตอบ: 1. สารละลายกรดซัลฟิวริกและสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์ นำไฟฟ้าได้ดีแสดงว่าในสารละลายทั้งสองชนิดนี้มีความเข้มข้นของไอออนมาก

2. เมื่อหยดสารละลายกรดซัลฟิวริกลงในสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์ การนำไฟฟ้าของสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์ลดลง เนื่องจาก Ba^{2+} และ OH^- จากแบเรียมไฮดรอกไซด์ ทำปฏิกิริยากับ SO_4^{2-} และ H_3O^+ จากกรดซัลฟิวริก ตามลำดับ ทำให้การนำไฟฟ้าของสารละลายลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งหลอดไฟดับ (หรือหรี่ลงมาก) เพราะไม่มีไอออนเหลืออยู่หรือมีอยู่น้อยมาก เนื่องจากเกิดเป็นตะกอนเกลือ BaSO_4 ที่ไม่ละลายน้ำ และสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเขียว แสดงว่าสารละลายหลังผสมมีสมบัติเป็นกลาง เนื่องจากเป็นภาวะที่ OH^- จากเบสกับ H_3O^+ จากกรดทำปฏิกิริยาพอดีกันแล้วเกิดเป็นโมเลกุลของ H_2O ทำให้ค่า pH ลดลงและเกิดการเปลี่ยนแปลงสีของยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์

5.2.4 การสร้างข้อโต้แย้ง (Constructing an argument): 55 นาที

1) ครูใช้คำถามนำการโต้แย้งจากกิจกรรมการทดลอง โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- ข้อมูลที่นักเรียนเก็บรวบรวมได้จากการทดลองมีความสอดคล้องกับสมมติฐานก่อนการทดลองหรือไม่
อย่างไร

แนวคำตอบ: สอดคล้อง/ไม่สอดคล้องกับ สมมติฐาน

“ถ้ากรดกับเบสทำปฏิกิริยากันแล้วได้เกลือกับน้ำ ดังนั้นเมื่อหยดกรดซัลฟิวริกลงในสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์จะทำให้ pH ของสารละลายเปลี่ยนแปลง เราควรสังเกตพบว่าสีของยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์จะเปลี่ยนแปลง”

“ถ้ากรดกับเบสทำปฏิกิริยากันแล้วได้เกลือกับน้ำ ดังนั้นเมื่อหยดกรดซัลฟิวริกลงในสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์แล้วจะเกิดเกลือกับน้ำ เราควรสังเกตพบว่าหลอดไฟไม่สว่าง”

2) ถ้าไม่สอดคล้องกับสมมติฐานก่อนการทดลอง ให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันปรับสมมติฐานการทดลอง โดยเขียนสมมติฐานการทดลองที่ปรับแก้แล้วด้วยปากกาสีอื่น ซึ่งแตกต่างจากปากกาสีที่เขียนสมมติฐานก่อนหน้านี้

3) ครูให้นักเรียนพิจารณาแบบจำลองก่อนการเรียนรู้พร้อมทั้งนำข้อมูลที่นักเรียนเก็บรวบรวมได้จากการทดลองมาใช้ในการปรับแบบจำลองหลังการเรียนรู้

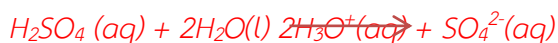
(แนวคำตอบ: นักเรียนนำข้อมูลจากการศึกษามาใช้ในการปรับแบบจำลองหลังการเรียนรู้)

4) ครูนำเสนอแบบจำลองหลังการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยนำแบบจำลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มมาฉายขึ้นจอโปรเจกเตอร์ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดูว่าแบบจำลองของตนเองยังมีส่วนใดที่ไม่สมบูรณ์ โดยให้เวลาในการดูแบบจำลองละ 1 นาที

5) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปแบบจำลองการเรียนรู้ของชั้นเรียน

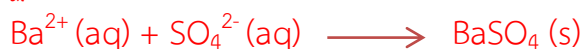
6) ครูและนักเรียนสรุปผลการทดลองเรื่อง ปฏิกิริยาของกรดกับเบส ดังนี้

(แนวคำตอบ: 1. สารละลายกรดซัลฟิวริกและสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์ นำไฟฟ้าได้ดีแสดงว่าสารทั้งสองชนิดนี้มีการแตกตัวเป็นไอออนได้มากในสารละลาย เขียนสมการแสดงได้ดังนี้



2. เมื่อหยดสารละลายกรดซัลฟิวริกลงในสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์ การนำไฟฟ้าของสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์ลดลง เนื่องจาก Ba^{2+} และ OH^- จากแบเรียมไฮดรอกไซด์ ทำปฏิกิริยากับ SO_4^{2-} และ H_3O^+ จากกรดซัลฟิวริก ทำให้การนำไฟฟ้าของสารละลายลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งหลอดไฟดับ (หรือหรี่ลงมาก) เพราะไม่มี SO_4^{2-} และ H_3O^+ ไอออนเหลืออยู่หรือมีอยู่น้อยมาก เนื่องจากเกิดเป็นตะกอนเกลือ BaSO_4 ที่ไม่ละลายน้ำ และสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์เปลี่ยนเป็นสีชมพู เนื่องจากเป็นภาวะที่ OH^- จากเบสกับ H_3O^+ จากกรดทำปฏิกิริยาพอดีกันแล้วเกิดเป็นโมเลกุลของ H_2O ทำให้ค่า pH ลดลงและเกิดการเปลี่ยนแปลงสีของยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์

สมการแสดงการเกิดปฏิกิริยา



ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า ปฏิกิริยาระหว่างไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) จากสารละลายกรดกับไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) จากสารละลายเบสเกิดเป็นโมเลกุลของน้ำ (H_2O) เรียกว่า ปฏิกิริยาสะเทิน (Neutralization reaction) และปฏิกิริยาระหว่างไอออนบวกจากเบสกับไอออนลบจากกรดจะได้เกลือ ดังนั้น ปฏิกิริยาระหว่างกรด

กับเบส จะได้เกลือกับน้ำเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเกลือที่เกิดขึ้นมีทั้งชนิดที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำถ้าเกิดเกลือที่ละลายน้ำได้สารละลายจะยังคงนำไฟฟ้าได้ดี แต่ถ้าเกิดเกลือที่ไม่ละลายน้ำ สารละลายที่ได้ก็จะไม่นำไฟฟ้าหรือนำไฟฟ้าได้น้อยมาก (เมื่อกรดกับเบสทำปฏิกิริยาพอดีกัน) และจะมีบางปฏิกิริยาที่ได้เกลือเพียงอย่างเดียว เช่น ปฏิกิริยาระหว่าง HCl กับ NH_3 ได้เกลือ NH_4Cl ซึ่งเกลือ NH_4Cl จะแตกตัวให้ NH_4^+ และ Cl^- ทำให้สารละลายนำไฟฟ้าได้

7) ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่นำมาในชั้นแรก เพื่อนำนักเรียนเข้าสู่การโต้แย้งในเรื่องปฏิกิริยาของกรดกับเบส โดยใช้ความรู้ที่ได้จากการทำการทดลองมาตอบคำถาม ลงในแบบฝึกหัดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาของกรดกับเบส

- สมชาย เป็นนักเรียนที่ช่างสังเกต วันหนึ่งเขาไปซื้อยาลดกรดจากร้านขายยา ระหว่างเดินกลับบ้านเมื่อเขาอ่านส่วนประกอบของยาลดกรดพบว่ามีส่วนประกอบของ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ซึ่งเป็นเบส เขาจึงคิดว่า เมื่อเราทานยาลดกรดที่เป็นเบสเข้าไปน่าจะทำให้เกิดปฏิกิริยาการสะเทินกับกรดในกระเพาะอาหารแล้วทำให้ความเป็นกรดในกระเพาะอาหารลดลง เพราะปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบสทุกปฏิกิริยา เป็นปฏิกิริยาการสะเทิน

- นักเรียนเห็นด้วยกับสมชาย หรือไม่ เพราะอะไร

(แนวคำตอบ: ไม่เห็นด้วย เพราะ ปฏิกิริยาการสะเทินเป็นปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบสและได้ผลิตภัณฑ์เป็นน้ำซึ่งบางปฏิกิริยาของกรดกับเบสอาจไม่ได้ผลิตภัณฑ์เป็นน้ำ

- นักเรียนจะใช้ข้อมูลใดจากการศึกษาเรื่องปฏิกิริยาของกรดกับเบส มาสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

(แนวคำตอบ: ปฏิกิริยาระหว่างแอมโมเนียกับกรดไฮโดรคลอริกได้ผลิตภัณฑ์เป็นเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียวไม่ได้น้ำ ตามสมการ $\text{NH}_3 (\text{g}) + \text{HCl} (\text{g}) \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl} (\text{s})$

- ถ้ามีเพื่อนคนหนึ่งไม่เห็นด้วยกับเหตุผลของนักเรียนเนื่องจากเขามีเหตุผลอื่น นักเรียนคิดว่าเหตุผลที่เป็นไปได้ของเขาคืออะไร

(แนวคำตอบ: ปฏิกิริยาระหว่าง H_2SO_4 กับ $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ได้ผลิตภัณฑ์เป็นน้ำ ดังนั้นปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส จึงเป็นปฏิกิริยาการสะเทิน)

-นักเรียนจะเสนอเหตุผลใดเพิ่มเติมเพื่อชักจูงให้เพื่อนของนักเรียนเห็นด้วยกับเหตุผลของนักเรียน

(แนวคำตอบ: ปฏิกิริยาการสะเทิน เป็นปฏิกิริยาระหว่างไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) จากกรด และ ไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) จากเบสเกิดได้ผลิตภัณฑ์เป็นน้ำ ซึ่งมีปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบสบางปฏิกิริยาอาจไม่ได้น้ำเป็นผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงไม่อาจกล่าวได้ว่าปฏิกิริยาของกรดเบสเป็นปฏิกิริยาการสะเทินเสมอไป)

8) ครูใช้คำถามกับนักเรียน เพื่อเชื่อมโยงปรากฏการณ์เข้ากับการทดลอง ดังนี้

- จากการทดลองเรื่องปฏิกิริยาของกรดกับเบส นักเรียนสามารถนำผลจากการศึกษาที่ได้ไปอธิบายการออกฤทธิ์ของยาลดกรดที่เราทานได้หรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ: ได้/ไม่ได้ เพราะ เมื่อเราทานยาลดกรดที่มีส่วนผสมของเบสลงไปแล้ว เบสจะทำปฏิกิริยากับกรดในกระเพาะอาหารเกิดเป็นผลิตภัณฑ์เกลือกับน้ำทำให้ฤทธิ์ของกรดที่หลั่งออกมาเบาบาง และมีความเป็นกลางเพิ่มขึ้น จนช่วยบรรเทาอาการปวดท้องจากกรดที่หลั่งออกมา

9) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่องปฏิกิริยาระหว่างสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์กับสารละลายกรดซัลฟิวริกว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

6.1 หนังสือเรียนรายวิชาเคมี เพิ่มเติม เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 สสวท.

6.2 แบบฝึกหัด การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิกิริยาระหว่างสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์กับสารละลายกรดซัลฟิวริก

6.3 Power Point

6.4 แบบบันทึกแบบจำลองการเรียนรู้ เรื่องปฏิกิริยาระหว่างสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์กับสารละลายกรดซัลฟิวริก

6.5 แบบบันทึกผลการทดลอง เรื่องปฏิกิริยาระหว่างสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์กับสารละลายกรดซัลฟิวริก

6.6 อุปกรณ์และสารเคมี

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. สารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2 mol/dm^3	4 cm^3
2. สารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 mol/dm^3	40 cm^3
3. ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์	4 หยด

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
อุปกรณ์	
1. ปีกเกอร์	2 ใบ
2. ชุดตรวจการนำไฟฟ้า	1 เส้น
3. ปีกเกอร์ขนาด 50 cm^3	2 ใบ
4. หลอดหยด	1 อัน
5. แท่งแก้วคนสาร	1 อัน
6. ขาดั่งพร้อมที่จับหลอดทดลอง	1 ชุด

7. กระบวนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมินผล
1) อธิบายความหมายของเกลือและปฏิกิริยาการสะเทินได้ (K)	- การตรวจแบบทักการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	- แบบบันทึกการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	- เกณฑ์การผ่านนักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป
2) อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของปฏิกิริยาการสะเทินของกรดซัลฟิวริกทำปฏิกิริยากับแบเรียม-ไฮดรอกไซด์พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้ (K)	- การตอบคำถาม	- คำถามหลังการทดลอง	- เกณฑ์การผ่านนักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป
3) ทดลองเพื่อศึกษาปฏิกิริยาการสะเทินของกรดซัลฟิวริกกับแบเรียมไฮดรอกไซด์ได้ (P)	- การทำกิจกรรม - การตรวจแบบบันทึกผลการทดลอง	- แบบบันทึกผลการทดลอง - แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง	- เกณฑ์การผ่านอยู่ในระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป
4) สร้างแบบจำลองและสร้างข้อโต้แย้งเพื่ออธิบายการเกิดปฏิกิริยาการสะเทินของแบเรียมไฮดรอกไซด์กับกรดซัลฟิวริกได้ (P)	- การตรวจแบบจำลอง - การตรวจแบบฝึกหัดท้ายบท	- แบบบันทึกแบบจำลองการเรียนรู้ - แบบบันทึกการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	- ผลงานก่อนและหลังการเรียนรู้มีการพัฒนาขึ้น
5) มีความรับผิดชอบในการทำงานและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้ (A)	- การสังเกตพฤติกรรม	- แบบสังเกตพฤติกรรม	- เกณฑ์การผ่านอยู่ในระดับคุณภาพดี

แบบประเมินพฤติกรรมที่มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน รายกลุ่ม

คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ – สกุล (กลุ่มที่)	รายการประเมิน												คะแนน รวม (12)
	ความสนใจ			อภิปราย โต้แย้งและการ แสดงความ ความเห็น			การตอบ คำถาม			การยอม รับฟัง ความคิดเห็น			
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1.													
2.													
3.													
4.													
5.													
6.													

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

แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง

การทดลองเรื่องปฏิกิริยาระหว่างสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์กับสารละลายกรดซัลฟิวริก

คำชี้แจง สังกัดพฤติกรรมกรรมการปฏิบัติการทดลองแล้วทำเครื่องหมาย / ในพฤติกรรมระดับคุณภาพ

พฤติกรรม/ ระดับคะแนน ลำดับ	การใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือ			การดูแลและ เก็บอุปกรณ์/ เครื่องมือ			การนำเสนอผล การทดลอง			รวม	ระดับ คุณภาพ
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	9	
กลุ่มที่.....											
กลุ่มที่.....											
กลุ่มที่.....											
กลุ่มที่.....											
กลุ่มที่.....											
กลุ่มที่.....											

เกณฑ์การประเมิน

การสรุปผลการประเมินให้เป็นระดับคุณภาพ 0,1,2 ใช้เกณฑ์ดังนี้

ผลรวมของคะแนน 8-9คะแนนให้ระดับคุณภาพ 2 (ดี)

ผลรวมของคะแนน 4-7คะแนนให้ระดับคุณภาพ 1 (พอใช้)

ผลรวมของคะแนน 0-3 คะแนนให้ระดับคุณภาพ 0 (ควรปรับปรุง)

เกณฑ์การผ่าน ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป

ผลการประเมิน

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

8. บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

9. ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

10. บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผลการจัดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์

.....

.....

.....

2) ผลการประเมินพฤติกรรมระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

3) ปัญหาและอุปสรรคในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

4) การปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนสตรีศึกษา

แบบบันทึกผลการทดลอง
เรื่อง ปฏิกริยาระหว่างสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์กับ
สารละลายกรดซัลฟิวริก

กลุ่มที่.....ชั้น.....
เลขที่.....เลขที่.....เลขที่.....
เลขที่.....เลขที่.....เลขที่.....

คำถามการทดลอง: เมื่อเติมสารละลายกรดซัลฟิวริกลงในสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์แล้วทำการทดสอบด้วยยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์และเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าชนิดที่มีหลอดไฟ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

จุดประสงค์การทดลอง

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

ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

ตัวแปรต้น :

.....
.....

ตัวแปรตาม :

.....
.....

ตัวแปรควบคุม :

.....
.....

สมมติฐานการทดลอง

ตัวอย่างการตั้งสมมติฐาน : “ถ้า[ความสัมพันธ์จากแบบจำลองของนักเรียน], ดังนั้นเมื่อ[สังเกตหรือทดสอบภายใต้เงื่อนไข/สภาวะเหล่านี้] ควรจะสังเกตพบ[ผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น]”

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

อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
สารเคมี	
1. สารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2 mol/dm^3	4 cm^3
2. สารละลายเบเรียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 mol/dm^3	40 cm^3
3. ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์	4 หยด
อุปกรณ์	
1. ชุดตรวจการนำไฟฟ้า	2 ใบ
2. ปีกเกอร์ขนาด 50 cm^3	1 เส้น
3. หลอดหยดสาร	2 ใบ
4. แท่งแก้วคน	1 อัน
5. ขาดังพร้อมที่จับหลอดทดลอง	1 อัน
	1 ชุด

วิธีการทดลอง

ให้นักเรียนออกแบบการทดลองของกลุ่ม โดยเขียนเป็นแผนภาพ/แผนผัง/คำอธิบายสั้นๆ เพื่อให้ทราบถึงลำดับขั้นตอนในการทำการทดลอง

กลุ่มที่.....ชั้น.....
เลขที่.....เลขที่.....เลขที่.....
เลขที่.....เลขที่.....เลขที่.....

ผลการทดลอง

ให้นักเรียนออกแบบตารางแสดงผลการทดลองของกลุ่ม

คำถามท้ายการทดลอง

1. สารละลายกรดซัลฟิวริกกับแบเรียมไฮดรอกไซด์นำไฟฟ้าได้หรือไม่

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

2. เมื่อหยดสารละลายกรดซัลฟิวริกลงในสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์ การนำไฟฟ้าและสารละลายเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

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

3. ตะกอนที่เกิดขึ้นคือสารใด จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

.....
.....

สรุปผลการทดลอง

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

ผลการเปรียบเทียบสมมติฐานกับผลการทดลอง

☐ สมมติฐานสอดคล้องกับผลการทดลอง

☐ สมมติฐานไม่สอดคล้องกับผลการทดลอง

สมมติฐานหลังการทดลอง (กรณีที่สมมติฐานไม่สอดคล้องกับผลการทดลอง)

.....
.....

แบบบันทึก การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง ปฏิกริยาระหว่างสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์กับ
สารละลายกรดซัลฟิวริก

คำชี้แจง :ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการทดลองมาใช้ในการตอบคำถามต่อไปนี้

สมชายเป็นนักเรียนที่ช่างสังเกตวันหนึ่งเขาไปซื้อยาลดกรดจากร้านขายยาระหว่างเดินกลับบ้านเมื่อเขาอ่านส่วนประกอบของยาลดกรดพบว่ามีส่วนประกอบของ $Mg(OH)_2$ ซึ่งเป็นเบสเขาจึงคิดว่าเมื่อเราทานยาลดกรดที่เป็นเบสเข้าไปน่าจะเกิดปฏิกิริยาการสะเทินกับกรดในกระเพาะอาหารแล้วทำให้ความเป็นกรดในกระเพาะอาหารลดลงเพราะปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบสทุกปฏิกิริยาเป็นปฏิกิริยาการสะเทิน

จากการสรุปของนาย A จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนเห็นด้วยกับ สมชาย หรือไม่ เพราะอะไร

.....

.....

.....

2. นักเรียนจะใช้ข้อมูลใดจากการศึกษาเรื่องปฏิกิริยาของกรดกับเบส มาสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

.....

.....

.....

3.ถ้ามีเพื่อนคนหนึ่งไม่เห็นด้วยกับเหตุผลของนักเรียนเนื่องจากเขามีเหตุผลอื่น นักเรียนคิดว่าเหตุผลที่เป็นไปได้ของเขาคืออะไร

.....

.....

.....

4. จากผลการทดลองนักเรียนจะเสนอเหตุผลใดเพิ่มเติมเพื่อชักจูงให้เพื่อนของนักเรียนเห็นด้วยกับเหตุผลของนักเรียน

.....

.....

.....

แบบบันทึก การสร้างแบบจำลองการเรียนรู้
เรื่อง ปฏิริยาระหว่างสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์กับ
สารละลายกรดซัลฟิวริก

คำชี้แจง : ถ้าปฏิริยาระหว่างกรดกับเบสได้เกลือกับน้ำ เมื่อเติมสารละลายกรดซัลฟิวริกลงในสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์แล้วทำการทดสอบด้วยยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์และเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าชนิดที่มีหลอดไฟ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ให้นักเรียนเขียนแบบจำลองโดยการวาดภาพที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของสารละลายและเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าชนิดที่มีหลอดไฟ ที่คิดว่าจะเกิดขึ้น

แบบจำลองก่อนการทดลอง

.....

.....

.....

This image shows a blank white page with three horizontal dotted lines positioned near the bottom margin. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page.

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาเคมี (ว30223)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องกรด-เบส

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ย่อยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส

จำนวน 1 คาบ (55 นาที)

ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ

ภาคเรียนที่ 2

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

บอกความสัมพันธ์ของสารละลายกรด-เบส บอกความหมายของปฏิกิริยาการสะเทินและปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสพร้อมยกตัวอย่างได้ บอกหลักการไทเทรต และอธิบายการไทเทรต การเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรตได้

2. สาระสำคัญ

เกลือเป็นสารประกอบไอออนิกซึ่งประกอบด้วยไอออนบวกกับไอออนลบ เกลือมีทั้งที่ละลายได้ในน้ำและไม่ละลายในน้ำ เกลือที่ละลายในน้ำ บางชนิดเกิดปฏิกิริยากับน้ำได้สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรด เบส หรือเป็นกลาง ปฏิกิริยานี้เรียกว่า ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

3.1 อธิบายความหมายของปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสได้ (K)

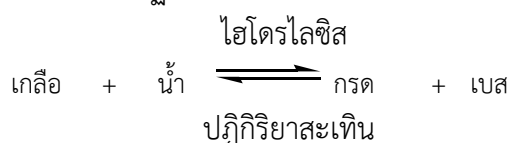
3.2 ระบุได้ว่าเกลือชนิดใดเป็นปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส พร้อมทั้งบอกสมบัติความเป็นกรด-เบสของสารละลายของเกลือชนิดนั้นได้ (K)

3.3 เขียนสมการของปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสได้ (P)

3.4 มีความสนใจในกิจกรรม รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา (A)

4. สารการเรียนรู้

ไฮโดรไลซิสโดยทั่วไปหมายถึงปฏิกิริยาของสารกับน้ำ ซึ่งปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสจัดเป็นปฏิกิริยาผันกลับของปฏิกิริยาสะเทินที่เกิดขึ้นจากกรดที่ทำปฏิกิริยากับเบส ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ดังนี้



ไฮโดรไลซิสของเกลือ หมายถึงปฏิกิริยาของเกลือกับน้ำแล้วทำให้สารละลายของเกลือนั้นมีสมบัติเป็นกรดอ่อนหรือเป็นเบสอ่อนเพราะไอออนบางชนิดที่แตกตัวออกจากเกลือเมื่อเป็นสารละลายจะไปทำปฏิกิริยากับน้ำแล้วให้ H_3O^+ หรือ OH^- เมื่อนำเกลือมาละลายน้ำ จะทำให้ pH เปลี่ยนแปลงหรือไม่นั้นเกิดจากเกลือที่เกิดขึ้นนั้นสามารถทำปฏิกิริยากับน้ำได้หรือไม่ เมื่อทำปฏิกิริยาแล้วทำให้เกิดไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนเกิดขึ้น ถ้าเกิดไฮโดรเนียมไอออนขึ้นจะทำให้สารละลายเป็นกรดและถ้าเกิดไฮดรอกไซด์ไอออนจะเป็นเบสเกิดขึ้นซึ่งสามารถสรุปได้ว่า

- เกลือที่ได้จากกรดแก่เบสแก่ นำไปละลายน้ำจะได้สารละลายที่เป็นกลาง
- เกลือที่ได้จากกรดแก่กับเบสอ่อน นำไปละลายน้ำจะได้สารละลายที่เป็นกรด
- เกลือที่ได้จากกรดอ่อนกับเบสแก่ นำไปละลายน้ำจะได้สารละลายที่เป็นเบส
- เกลือที่ได้จากกรดอ่อนกับเบสอ่อน สารละลายที่ได้อาจเป็นกรด เบส หรือ กลางก็ได้

5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (5 นาที)

5.1.1 ครูทบทวนความรู้นักเรียนเกี่ยวกับปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบสจากการทดลองในคาบที่ผ่านมา โดยใช้คำถามดังนี้

- ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส คืออะไร

(แนวคำตอบ: เกลือ กับน้ำ)

- เกลือที่เกิดขึ้นมีกี่ประเภทหลักๆ

(แนวคำตอบ: เกลือที่เกิดขึ้นมี 2 ประเภทหลักๆคือ เกลือที่ละลายในน้ำและเกลือที่ไม่ละลายในน้ำ)

- นักเรียนคิดว่าถ้านำเกลือชนิดต่างๆ มาละลายในน้ำแล้ว pH ของสารละลายจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร

(แนวคำตอบ: ตอบตามแนวคิดและความเข้าใจของนักเรียน)

- ครูชี้แจงกับนักเรียนว่าในวันนี้เราจะศึกษาในเรื่อง ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)(25นาที)

5.2.1 ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 6 กลุ่มๆละ 5 คน

5.2.2 ครูแจกใบความรู้เรื่อง ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ลงมือสืบค้นข้อมูล โดยครูให้แนวทางในการสืบค้น ดังนี้

- ความหมายของปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส

- ความหมายของเกลือ และชนิดของเกลือ
- ประเภทของปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส
- การคำนวณค่าคงที่ของปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส

5.2.3 หลังจากการสืบค้นข้อมูลครูให้นักเรียนยกตัวอย่างเกลือที่ละลายในน้ำ และไม่ละลายในน้ำที่ได้เรียนมาแล้ว และนำอภิปรายต่อไปเกี่ยวกับสมบัติความเป็นกรด-เบสของเกลือที่ละลายในน้ำ

5.2.4 ครูยกตัวอย่างเกลือที่นำมาละลายในน้ำแล้วถามนักเรียนว่า เมื่อนำเกลือเหล่านี้มาละลายแล้วจะได้สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรด เบส หรือกลางดังนี้

- เกลือ CH_3COONa

(แนวคำตอบ: เมื่อนำเกลือ CH_3COONa มาละลายในน้ำจะได้สารละลายที่มีสมบัติเป็นเบส)

- เกลือ NH_4Cl

(แนวคำตอบ: เมื่อนำเกลือ NH_4Cl มาละลายในน้ำจะได้สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรด)

- เกลือ NaCl

(แนวคำตอบ: เมื่อนำเกลือ NaCl มาละลายในน้ำจะได้สารละลายที่มีสมบัติเป็นกลาง)

5.2.5 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลการสืบค้นในเรื่อง ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส

5.3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) (15 นาที)

5.3.1 ครูให้ตัวแทนของนักเรียนในกลุ่มออกมานำเสนอผลการสืบค้น

5.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการสืบค้นเป็นข้อสรุปของชั้น โดยใช้คำถามดังนี้

- ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสหมายความว่าอย่างไร

(แนวคำตอบ: ปฏิกิริยาของสารกับน้ำ ซึ่งปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสจัดเป็นปฏิกิริยาผันกลับของปฏิกิริยาสะเทินที่เกิดขึ้นจากกรดที่ทำปฏิกิริยากับเบส)

- ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ หมายความว่าอย่างไร

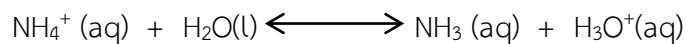
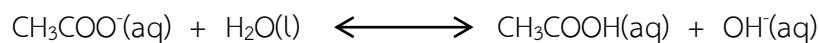
(แนวคำตอบ: หมายถึงปฏิกิริยาของเกลือกับน้ำแล้วทำให้สารละลายของเกลือนั้นมีสมบัติเป็นกรดอ่อนหรือเป็นเบสอ่อนเพราะไอออนบางชนิดที่แตกตัวออกจากเกลือเมื่อเป็นสารละลายจะไปทำปฏิกิริยากับน้ำแล้วให้ H_3O^+ หรือ OH^-)

- เกลือบางชนิดเมื่อนำไปละลายน้ำจะทำให้ pH ของน้ำเปลี่ยนแปลงได้อย่างไร

(แนวคำตอบ: ปฏิกิริยาของเกลือกับน้ำแล้วทำให้สารละลายของเกลือนั้นมีสมบัติเป็นกรดอ่อนหรือเป็นเบสอ่อนเพราะไอออนบางชนิดที่แตกตัวออกจากเกลือเมื่อเป็นสารละลายจะไปทำปฏิกิริยากับน้ำแล้วให้ H_3O^+ หรือ OH^- เมื่อนำเกลือมาละลายน้ำ จะทำให้ pH เปลี่ยนแปลงหรือไม่ขึ้นเกิดจากเกลือที่เกิดขึ้นนั้นสามารถทำปฏิกิริยากับน้ำได้หรือไม่ เมื่อทำปฏิกิริยาแล้วทำให้เกิดไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนเกิดขึ้น ถ้าเกิดไฮโดรเนียมไอออนขึ้นจะทำให้สารละลายเป็นกรดและถ้าเกิดไฮดรอกไซด์ไอออนจะเป็นเบสเกิดขึ้น)

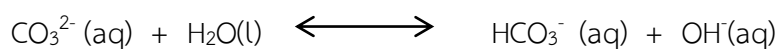
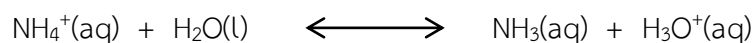
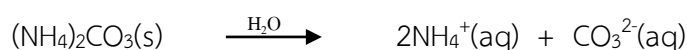
ครูอธิบายเพิ่มเติมในส่วนของเกลือ $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ เกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้ เนื่องจาก $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ละลายน้ำจะแตกตัวได้ CH_3COO^- กับ NH_4^+ และไอออนทั้งสองทำปฏิกิริยากับน้ำได้ เขียนสมการได้ดังนี้





เมื่อพิจารณาค่า K_a ของสารละลาย CH_3COOH มีค่า 1.8×10^{-5} และ K_b ของสารละลาย NH_3 มีค่าเท่ากับ 1.8×10^{-5} ซึ่งมีค่าเท่ากัน ดังนั้นสารละลายจึงมีสมบัติเป็นกลาง

ส่วน $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ก็เกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้ เนื่องจาก $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ละลายน้ำแตกตัวให้ NH_4^+ กับ CO_3^{2-} และไอออนทั้งสองทำปฏิกิริยากับน้ำได้ เขียนสมการได้ดังนี้



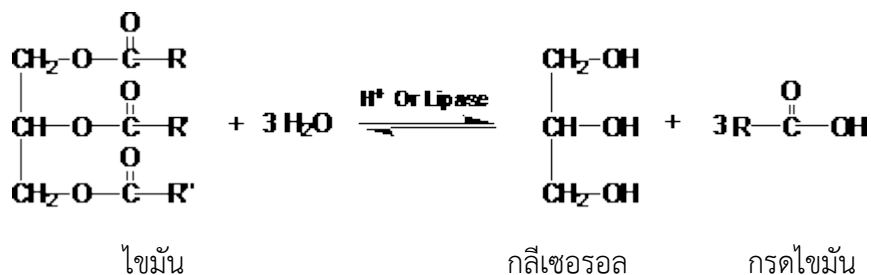
เมื่อพิจารณาค่า K_{a1} ของสารละลาย H_2CO_3 มีค่า 4.4×10^{-7} และ K_b ของสารละลาย NH_3 มีค่าเท่ากับ 1.8×10^{-5} K_{a1} มีค่าน้อยกว่า K_b ละลายจึงมีสมบัติเป็นเบส

5.3.3 ครูนำอภิปรายต่อไปเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า เกลือที่เกิดจากไอออนของกรดแก่กับไอออนของเบสแก่จะไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ จึงไม่เกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส ส่วนเกลือที่เกิดจากไอออนของกรดอ่อนหรือเบสอ่อนจะทำปฏิกิริยากับน้ำ จึงเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้

5.4 ขยายความรู้ (Elaboration) (10 นาที)

5.4.1 ครูอภิปรายเพื่อขยายความรู้เพิ่มเติมให้นักเรียนในเรื่องของปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของไขมันหรือน้ำมัน ดังนี้

- ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของไขมันและน้ำมันเกิดได้ทั้งในสภาวะกรดและเบสเมื่อทำการไฮโดรลิซิสไขมันหรือน้ำมันโดยใช้กรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาจะได้กลีเซอรอลและกรดไขมัน 3 โมเลกุลในการย่อยอาหารพวกไขมันก็จะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสเช่นเดียวกันโดยใช้เอนไซม์ไลเปส (lipase) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาสมการทั่วไปของการไฮโดรลิซิสไขมันหรือน้ำมันโดยใช้กรดหรือเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นดังนี้



5.5 ชั้นประเมินผล (Evaluation) (5 นาที)

5.5.1 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่อง ปฏิกริยาไฮโดรไลซิส

5.5.2 ครูประเมินจากการถามคำถามระหว่างการทำกิจกรรม

5.5.3 ครูประเมินจากที่นักเรียนได้เขียนสรุปในระหว่างทำกิจกรรมและแบบฝึกหัดท้ายบท

5.5.4 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบสว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

7. กระบวนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1) อธิบายความหมายของ ปฏิกริยาไฮโดรไลซิสได้ 2) ระบุได้ว่าเกลือชนิดใด เป็นปฏิกริยาไฮโดรไลซิส พร้อมทั้งบอกสมบัติความเป็นกรด-เบสของสารละลายของเกลือชนิดนั้นได้	สังเกต/ ตรวจ - จากการถามคำถามระหว่างทำกิจกรรม - การเขียนสรุปจากการทำกิจกรรมกลุ่มและทำแบบฝึกหัดท้ายบท	- การถามคำถาม - แบบบันทึกการเรียนรู้ - แบบฝึกหัด	- นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ - นักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 3) เขียนสมการของปฏิกริยาไฮโดรไลซิสได้	สังเกต - จากการทำกิจกรรม	- แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียน	นักเรียนได้ผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านเจตคติ (A) 5) มีความสนใจในกิจกรรม รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม 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

8. บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

9. ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

10. บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผลการจัดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์

.....

.....

.....

2) ผลการประเมินพฤติกรรมระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

3) ปัญหาและอุปสรรคในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

4) การปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

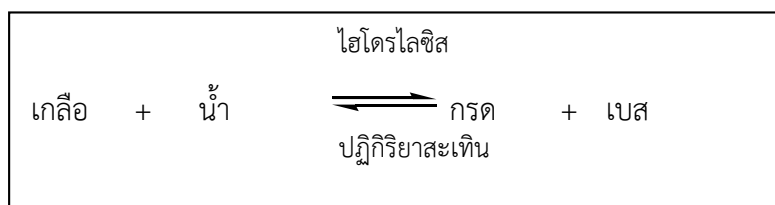
ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนสตรีศึกษา

โรงเรียนสตรีศึกษา		
	ใบความรู้เรื่องปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส	
	ชื่อวิชา: ว30223 เคมีเพิ่มเติม	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

1. ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส

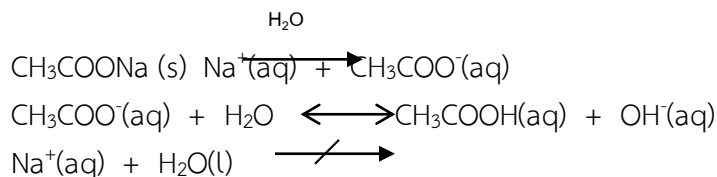
ไฮโดรไลซิสโดยทั่วไปหมายถึงปฏิกิริยาของสารกับน้ำ ซึ่งปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสจัดเป็นปฏิกิริยาผันกลับของปฏิกิริยาสะเทินที่เกิดขึ้นจากกรดที่ทำปฏิกิริยากับเบส ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ดังนี้



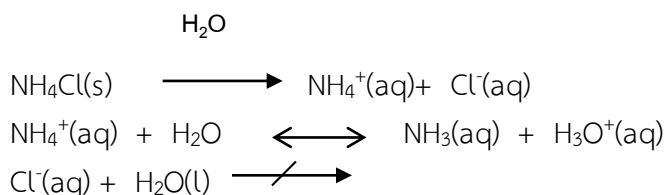
1.1 ไฮโดรไลซิสของเกลือ หมายถึงปฏิกิริยาของเกลือกับน้ำแล้วทำให้สารละลายของเกลือนั้นมีสมบัติเป็นกรดอ่อนหรือเป็นเบสอ่อนเพราะไอออนบางชนิดที่แตกตัวออกจากเกลือเมื่อเป็นสารละลายจะไปทำปฏิกิริยากับน้ำแล้วให้ H_3O^+ หรือ OH^-

เมื่อนำเกลือมาละลายน้ำ จะทำให้ pH เปลี่ยนแปลงหรือไม่นั้นเกิดจากเกลือที่เกิดขึ้นนั้นสามารถทำปฏิกิริยากับน้ำได้หรือไม่ เมื่อทำปฏิกิริยาแล้วทำให้เกิดไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนเกิดขึ้น ถ้าเกิดไฮโดรเนียมไอออนขึ้นจะทำให้สารละลายเป็นกรดและถ้าเกิดไฮดรอกไซด์ไอออนจะเป็นเบสเกิดขึ้นดังตัวอย่าง เช่น

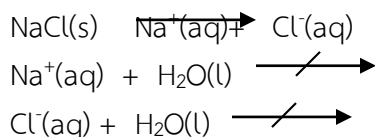
ตัวอย่างที่ 1 เมื่อนำเกลือ CH_3COONa ไปละลายน้ำจะแตกตัวให้ โซเดียมไอออนและอะซิเตตไอออน จากนั้นอะซิเตตไอออนสามารถเกิดไฮโดรไลซิสกับน้ำเป็นอะซิติกและไฮดรอกไซด์ไอออนเกิดขึ้น ทำให้สารละลายที่ได้มีสมบัติเป็นเบส ส่วนโซเดียมไอออนจะไม่เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสเกิดขึ้นเพราะมาจากเบสแก่ซึ่งแตกตัวได้ 100 % แล้วจึงไม่มีผลต่อปฏิกิริยา



ตัวอย่างที่ 2 เมื่อนำเกลือ NH_4Cl มาละลายน้ำ ทำให้เกิดการแตกตัวเป็นแอมโมเนียมไอออนและคลอไรด์ไอออน พบว่า แอมโมเนียมไอออนสามารถเกิดไฮโดรไลซิสกับน้ำเกิดไฮโดรเนียมไอออนขึ้น ทำให้สารละลายที่ได้มีสภาพเป็นกรด



ตัวอย่างที่ 3 เมื่อนำ NaCl มาละลายน้ำจะสามารถแตกตัวได้โซเดียมไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออนเกิดขึ้น ทั้งโซเดียมไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออน ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสขึ้นจึงทำให้สารละลายที่ได้มีสภาวะเป็นกลาง



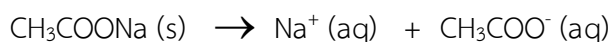
จากตัวอย่างสารข้างต้นเราสามารถสรุปได้ว่า

- เกลือที่ได้จากการแตกเบสแก่ นำไปละลายน้ำจะได้สารละลายที่เป็นกลาง
- เกลือที่ได้จากการแตกกับเบสอ่อน นำไปละลายน้ำจะได้สารละลายที่เป็นกรด
- เกลือที่ได้จากการแตกอ่อนกับเบสแก่ นำไปละลายน้ำจะได้สารละลายที่เป็นเบส
- เกลือที่ได้จากการแตกอ่อนกับเบสอ่อน สารละลายที่ได้อาจเป็นกรด เบส หรือ กลางก็ได้

1.2 ตัวอย่างการคำนวณปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส

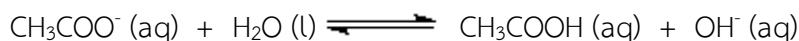
ข้อที่ 1 จงเขียนสมการแสดงการละลายน้ำของเกลือโซเดียมแอสเตต และให้บอกว่าสารละลายเป็นกรดหรือเบส

วิธีทำ เกลือโซเดียมแอสเตต มีสูตรโมเลกุลเป็น CH_3COONa เมื่อละลายน้ำจะแตกตัวให้ Na^+ และ CH_3COO^- สมการ



Na^+ ไอออน ไม่เกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส

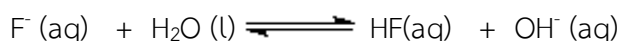
CH_3COO^- เกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส โดย CH_3COO^- รับโปรตอนจากน้ำได้เป็นกรดแอซติก



จะเห็นว่าผลจากการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้ OH^- ดังนั้นสารละลายของเกลือโซเดียมแอสเตตจึงมีสมบัติเป็นเบส

ข้อที่ 2 F^- ไอออนเกิดปฏิกิริยาการไฮโดรลิซิสหรือไม่ ถ้าเกิดสารละลายเป็นกรดหรือเบส

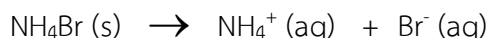
วิธีทำ F^- ไอออนเป็นไอออนลบของเกลือที่เกิดจากการอ่อน HF ดังนั้น F^- ไอออนเป็นคู่เบสที่มีความแรงเมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำจึงสามารถรับโปรตอนจากน้ำได้เป็น HF และ OH^- ดังสมการ



จะเห็นว่าผลจากการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของ F^- จะได้ OH^- ดังนั้นสารละลายจึงแสดงสมบัติความเป็นเบส

ข้อที่ 3 NH_4Br เมื่อละลายน้ำจะมีผลต่อค่า pH ของสารละลายอย่างไร ?

วิธีทำ NH_4Br ละลายในน้ำจะแตกตัวให้ NH_4^+ และ Br^-



Br^- มาจากกรดแก่ HBr จึงไม่เกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส

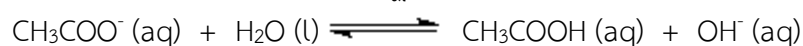
NH_4^+ เกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้ H_3O^+ ทำให้สารละลายแสดงสมบัติความเป็นกรดโดย ให้ H^+ กับน้ำได้ $\text{NH}_3(\text{aq})$ และ $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ ดังนี้



ข้อที่ 4 เกลือ CH_3COONa จำนวน 0.100 โมลละลายในน้ำ 1 ลิตร สารละลายจะมี pH เท่าใด (K_a ของ CH_3COOH เท่ากับ 1.76×10^{-5})

วิธีทำ $K_h = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.76 \times 10^{-5}} = 5.7 \times 10^{-10}$

เมื่อ $\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$ ที่แตกตัวจากกรดเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส ซึ่งสมมติให้เกิดเท่ากับ x โมล/ลิตร



ความเข้มข้นเริ่มต้น 0.1 0 0 โมล/ลิตร

ความเข้มข้นที่เปลี่ยนแปลง $-x$ $+x$ $+x$ โมล/ลิตร

ความเข้มข้นที่ภาวะสมดุล $0.1-x$ $+x$ $+x$ โมล/ลิตร

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = \frac{x^2}{0.1-x}$$

$$\frac{x^2}{0.1-x} = 5.7 \times 10^{-10}$$

$$(\because 0.1 - x \approx 0.1) \therefore x = 5.7 \times 10^{-6} \text{ M}$$

$$x = [\text{OH}^-] = 5.7 \times 10^{-6} \text{ M}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{5.7 \times 10^{-6}} = 1.3 \times 10^{-9} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log 1.3 \times 10^{-9} = 8.89$$

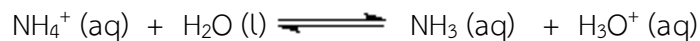
หมายเหตุ ถ้าโจทย์กำหนด K_b ของ CH_3COO^- มาให้ให้แทนค่า $K_b = K_h$ ได้เลย

$$K_b = K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

ข้อที่ 5 ให้หาค่า pH ของสารละลาย 0.10 M NH_4Cl (กำหนด K_b ของ $\text{NH}_3 = 1.8 \times 10^{-5}$)

วิธีทำ $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$

$$K_h = \frac{K_w}{K_b} = K_a = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.8 \times 10^{-5}} = 5.5 \times 10^{-10}$$



ความเข้มข้นเริ่มต้น 0.10 0 0

ความเข้มข้นที่ภาวะสมดุล 0.10 - x +x +x

$$K_h = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]}$$

$$5.5 \times 10^{-10} = \frac{x^2}{0.1 - x}$$

$$x = \sqrt{0.1 \times 5.5 \times 10^{-10}} = 7.45 \times 10^{-6} = [\text{H}_3\text{O}^+] = 7.45 \times 10^{-6}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log [7.45 \times 10^{-6}] = 5.12$$

หมายเหตุ ถ้าทราบค่า K_a ของ NH_4^+ (เท่ากับ 5.5×10^{-10}) ก็แทนค่า K_a ได้โดยตรงจากความสัมพันธ์

$$K_h = K_a = \frac{x^2}{0.1 - x} = 5.5 \times 10^{-10}$$

$$x = 7.45 \times 10^{-6} = [\text{H}_3\text{O}^+] = 7.45 \times 10^{-6}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log [7.45 \times 10^{-6}] = 5.12$$

ข้อที่ 6 จงหา pH ของสารละลาย 0.1 โมล/ลิตรของ NH_4CN กำหนดให้ K_a ของ $\text{HCN} = 4 \times 10^{-10}$ K_b ของ $\text{NH}_4\text{OH} = 1.8 \times 10^{-5}$

วิธีทำ จากสูตร $[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{\frac{K_w \cdot K_a}{K_b}}$

$$= \sqrt{\frac{(1.0 \times 10^{-14})(4.0 \times 10^{-10})}{1.8 \times 10^{-5}}} = 4.7 \times 10^{-10}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log [4.7 \times 10^{-10}] = -0.67 + 10 = 9.33$$

ข้อที่ 7 ให้คำนวณหา pH ของสารละลายที่เกิดจากการไฮโดรลิซิสของเกลือ Na_2S เข้มข้น 0.020 โมล/ลิตร (สำหรับ H_2S $K_{a1} = 1.0 \times 10^{-7}$, $K_{a2} = 1.0 \times 10^{-15}$)

วิธีทำ $\text{Na}_2\text{S} \rightarrow 2\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{S}^{2-}(\text{aq})$

ความเข้มข้นเริ่มต้น 0.020 0 0

ความเข้มข้นที่เปลี่ยนแปลง -x +x +x

ความเข้มข้นที่ภาวะสมดุล 0.020 - x +x +x

$$K_h = \frac{K_w}{K_{a2}(\text{H}_2\text{S})} = K_{b(\text{S}^{2-})} = \frac{[\text{HS}^-][\text{OH}^-]}{[\text{S}^{2-}]}$$

$$\frac{K_w}{K_{a_2}(\text{H}_2\text{S})} = \frac{[\text{HS}^-][\text{OH}^-]}{[\text{S}^{2-}]}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-15}} = \frac{x^2}{0.020 - x}$$

$$x^2 + 10x - 0.02 = 0$$

$$x = \frac{-10 \pm \sqrt{10^2 - 4(-0.02)(1)}}{2(1)} = 0.002 = [\text{OH}^-] = 0.002$$

$$\text{เนื่องจาก } K_h \text{ ในชั้นที่ 2} = \frac{K_w}{K_{a_1}} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-7}} = 1.0 \times 10^{-7}$$

ซึ่งมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับ K_h ในชั้นที่ 1 ดังนั้น $[\text{OH}^-]$ คิดจากชั้นที่ 1 เพียงชั้นเดียว

$$\text{pOH} = -\log(0.002) = 2.70$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2.70 = 11.30$$

1.จงคำนวณหา pH และร้อยละของการไฮโดรไลซิสของเกลือ NH_4Cl เข้มข้น 0.10 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร (K_b ของ $\text{NH}_3 = 1.0 \times 10^{-5}$)

[illegible][illegible]

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue or grey ruling lines, typical of notebook paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 กรด-เบส
หน่วยการเรียนรู้ย่อยจุดยุติ-จุดสมมูล
ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ
ภาคเรียนที่ 2

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม (ว30223)
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

ทดลอง บอกความหมายของเกลือปฏิกิริยาการสะเทินและสารละลายมาตรฐานพร้อมยกตัวอย่างได้

2. สาระสำคัญ

จุดยุติ เป็นภาวะที่ใกล้เคียงกับจุดที่กรดและเบสทำปฏิกิริยาพอดีกัน จุดยุติอาจพิจารณาได้จากการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ และภาวะที่กรดกับเบสทำปฏิกิริยาพอดีกัน และจุดสมมูลคือ ภาวะที่ไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) ทำปฏิกิริยาพอดีกับไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) ด้วยจำนวนโมลที่เท่ากัน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

3.1 บอกความหมายของการไทเทรต สารละลายมาตรฐาน จุดยุติและจุดสมมูลได้ (K)

3.2 คำนวณหาปริมาณกรดหรือเบสที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน โดยใช้ข้อมูลจากจุดยุติ และจุดสมมูลของการไทเทรตได้ (K)

3.3 ทำการไทเทรตเพื่อหาจุดยุติและจุดสมมูลได้ (P)

3.4 สร้างแบบจำลองและสร้างข้อโต้แย้งเพื่ออธิบายการไทเทรตเพื่อหาจุดยุติและจุดสมมูลได้ (P)

3.5 มีความรับผิดชอบในการทำงานและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้ (A)

4. สาระการเรียนรู้

การไทเทรตกรด-เบส หมายถึง กระบวนการหาปริมาณสาร โดยวิธีใช้สารละลายมาตรฐานที่ทราบค่าความเข้มข้นที่แน่นอน ให้ทำปฏิกิริยากับสารตัวอย่าง โดยอาศัยหลักการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบสที่เข้าทำปฏิกิริยากันพอดี ทำให้คำนวณหาความเข้มข้นหรือปริมาณของสารตัวอย่างดังกล่าวได้

ในการไทเทรตจำเป็นต้องทราบความเข้มข้นของสารละลายหนึ่งแล้วคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายอีกชนิดหนึ่ง สารละลายที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนเรียกว่า **สารละลายมาตรฐาน** นอกจากนี้ต้องทราบภาวะที่กรดกับเบสทำปฏิกิริยาพอดีกันซึ่งพิจารณาจากการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ที่เติมลงไปดังนั้นการเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมช่วยให้ไทเทรตได้ผลถูกต้องมากที่สุดการไทเทรตระหว่างสารละลาย HCl กับสารละลาย NaOH จะได้ NaCl และ H_2O เป็นผลิตภัณฑ์ภาวะที่กรดกับเบสทำปฏิกิริยากันพอดีเรียกว่า **จุดสมมูล** และได้ทราบมาแล้วว่าสารละลาย NaCl มีสมบัติเป็นกลางเมื่อสิ้นสุดการไทเทรตสารละลายผสมจึงควรมี pH เท่ากับ 7 แต่จากการทดลองภาวะที่อินดิเคเตอร์เปลี่ยนสีซึ่งเป็น **จุดยุติ** วัด pH ของสารละลายได้ประมาณ 7-8

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้:การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model based inquiry: MBI)

5.1 ขั้นก่อนการจัดการเรียนรู้: การจัดเตรียมพารามิเตอร์ (Setting the general parameters)

5.1.1 ผลการเรียนรู้

ต้องการให้นักเรียนศึกษาความหมายการไทเทรต สารละลายมาตรฐาน จุดยุติและจุดสมมูล โดยทำการไทเทรตหาจุดยุติและจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่

5.1.2 ขอบข่ายมโนคติ

การไทเทรต คือ การหาปริมาณของสารในสารละลายตัวอย่างโดยให้ทำปฏิกิริยากับสารละลายที่ทราบความเข้มข้นหรือเรียกว่าสารละลายมาตรฐาน และวัดปริมาตรของสารละลายทั้งสองที่ทำปฏิกิริยากันพอดี เพื่อนำมาคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง

จุดยุติ เป็นภาวะที่ใกล้เคียงกับจุดที่กรดกับเบสทำปฏิกิริยาพอดีกัน จุดยุติอาจพิจารณาได้จากการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ และจุดสมมูลคือ ภาวะที่ไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) ทำปฏิกิริยาพอดีกับไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) ด้วยจำนวนโมลที่เท่ากัน เรียกว่า จุดสมมูล

5.1.3 ปรากฏการณ์(Phenomenon)

น้ำส้มสายชูที่เราใช้ปรุงอาหารมีกรดแอสซิติคผสมอยู่ 5 % สามารถช่วยให้อาหารมีรสเปรี้ยวโดยปริมาณของกรดแอสซิติคในน้ำส้มสายชูเราสามารถหาได้จากวิธีการไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน โซเดียมไฮดรอกไซด์โดยอาศัยการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ในการบอกจุดยุติหรือใช้วิธีการติดตามค่า pH ในระหว่างการไทเทรตและนำค่า pH ที่ได้มาสร้างกราฟเพื่อหาจุดสมมูลของการทดลองแล้วนำปริมาตรของสารที่ใช้ไทเทรตไปคำนวณหาความเข้มข้นของกรดแอสซิติคในน้ำส้มสายชู

(ที่มา :<http://www.authorstream.com/Presentation/aSGuest53016-432214-7-online-Entertainment-ppt-powerpoint/>)

5.2 ขั้นการจัดการเรียนรู้

5.2.1 การรวบรวมสิ่งที่นักเรียนรู้และสิ่งที่นักเรียนต้องการเรียนรู้ (Organizing what we know and what we want to know): 20 นาที

1) ครูแสดงภาพขวดน้ำส้มสายชูให้นักเรียนดูและใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าน้ำส้มสายชูเป็นกรดหรือเบส

(แนวคำตอบ: เป็นกรด)

- นักเรียนคิดว่าองค์ประกอบหลักของน้ำส้มสายชูมีอะไรบ้าง

(แนวคำตอบ: กรดแอซติก (CH_3COOH))

- จากขวดน้ำส้มสายชู ปริมาณกรดแอซติกในน้ำส้มสายชูมีเท่าใด

(แนวคำตอบ: ประมาณ 5 %)

- นักเรียนคิดว่าถ้าเราต้องการหาความเข้มข้นของกรดแอซติกในน้ำส้มสายชูเพื่อยืนยันความเข้มข้นที่แน่นอน สามารถทำได้หรือไม่อย่างไร

(แนวคำตอบ: ได้/ไม่ได้ โดยการทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือตอบตามแนวคิดของนักเรียน)

- ครูชี้แจงว่าในการความเข้มข้นของกรดแอซติกโดยใช้การทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮดรอกไซด์อาจทำให้เห็นปฏิกิริยาได้ไม่ชัดเจน ดังนั้นในวันนี้จะใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกโซเดียมไฮดรอกไซด์แทน โดยจะทำการทดลอง 2 การทดลองคือ ดูการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์และการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลาย

2) ครูระบุปัญหาเพื่อนำเข้าสู่การทดลองการไทเทรตหาจุดยุติและจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่ ดังนี้

คำถามที่ 1

- ถ้านำสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาหยดด้วยฟีนอล์ฟทาลีนแล้วนำมาหยดต่อด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 นักเรียนคิดว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

คำถามที่ 2

- ถ้านำสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาหยดด้วยยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์แล้วนำมาหยดต่อด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 นักเรียนคิดว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (ให้นักเรียนวาดแบบจำลองและอธิบาย)

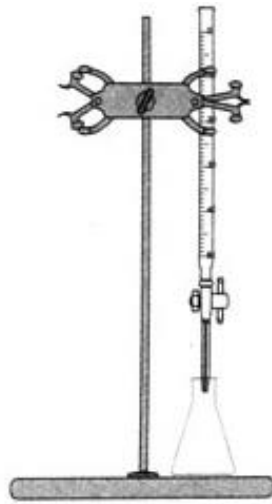
3) ครูเพิ่มเติมข้อมูลการเปลี่ยนสีของยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ที่ค่า pH ต่างๆ และลักษณะการตั้งชุดการทดลองตามรายละเอียดต่อไปนี้

pH สารละลาย	สี
3	แดง
4	ส้มแดง
5	ส้ม
6	ส้มเหลือง
7	เหลืองเขียว
8	เขียว
9	น้ำเงินเขียว
10	ม่วง
11	ม่วงแดง

ตาราง แสดงการเปลี่ยนสีของยูนิเวอร์

ซัลอินดิเคเตอร์

(ที่มา: <http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/acid-base/C8.HTM>)



ภาพ แสดงการจัดชุดการทดลอง

(ที่มา: <http://www.vcharkarn.com/lesson/view.php?id=1452>)

4) ครูให้นักเรียนวาดแผนภาพและเขียนอธิบายแสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสารละลายและค่า pH ก่อนและหลังการหยดสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ลงในแบบบันทึกการสร้างแบบจำลอง

5) หลังจากที่ทำทุกกลุ่มทำการสร้างแบบจำลองก่อนการทดลองเสร็จ ครูสุ่มตัวแทนกลุ่ม 2 กลุ่มออกมา นำเสนอแบบจำลองก่อนการทดลองของตนเอง

6) ครูถามนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงระหว่างแบบจำลองก่อนการทดลองที่นักเรียนสร้างขึ้นกับวัตถุประสงค์การทดลองที่จะทำในวันนี้ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าจากแบบจำลองก่อนการทดลองเรื่อง การไทเทรตหาจุดยุติและจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่ มีวัตถุประสงค์เพื่ออะไร

(แนวคำตอบ: เพื่อศึกษาจุดที่สารละลายกรดและเบสทำปฏิกิริยาพอดีกัน)

5.2.2 การตั้งสมมติฐานที่สามารถทดสอบได้ (Generating testable hypothesis): 10 นาที

1) จากตัวอย่างแบบจำลองครูอธิบายเกี่ยวกับตัวแปรต้นตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมดังนี้

ตัวแปรต้นหมายถึงสิ่งที่เราต้องการศึกษาหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ

ตัวแปรตามหมายถึงผลที่เกิดจากการกระทำของตัวแปรต้น

ตัวแปรควบคุมหมายถึงสิ่งทีนอกเหนือจากตัวแปรต้นซึ่งอาจมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามจึงต้องทำการควบคุมให้เท่าๆกัน

2) นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการกำหนดตัวแปรจากแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้น โดยครูใช้คำถามดังนี้

- ถ้าพิจารณาจากแบบจำลองนักเรียนคิดว่า ตัวแปรต้น คืออะไร

(แนวคำตอบ : ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์)

- ถ้าพิจารณาจากแบบจำลองนักเรียนคิดว่า ตัวแปรตาม คืออะไร

(แนวคำตอบ : การเปลี่ยนสีของฟีนอล์ฟทาลีนและการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลาย)

- ถ้าพิจารณาจากแบบจำลองนักเรียนคิดว่า ตัวแปรควบคุม คืออะไร

(แนวคำตอบ : ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์, ปริมาตรของ

สารละลายกรดไฮโดรคลอริก, จำนวนหยดของฟีนอล์ฟทาลีน)

3) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตั้งสมมติฐานสำหรับการทดลองเรื่องการไทเทรตหาจุดยุติและจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่โดยใช้รูปแบบการตั้งสมมติฐาน ดังนี้

“ถ้า[ความสัมพันธ์จากแบบจำลองของนักเรียน], ดังนั้นเมื่อ[สังเกตหรือทดสอบภายใต้เงื่อนไข/สภาวะเหล่านี้] ควรจะสังเกตพบ[ผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น]”

- แนวทางการตั้งสมมติฐาน

(- ถ้ากรดแก่กับเบสแก่ทำปฏิกิริยาพอดีกันแล้วได้สารละลายที่เป็นกลาง ดังนั้นเมื่อหยดสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกได้สารละลายที่เป็นกลาง ควรสังเกตพบว่าสีของฟีนอล์ฟทาลีนจะเปลี่ยนเป็นสีชมพู)

(- ถ้ากรดแก่กับเบสแก่ทำปฏิกิริยาพอดีกันแล้วได้สารละลายที่เป็นกลาง ดังนั้นเมื่อหยดสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกได้สารละลายที่เป็นกลาง ควรสังเกตพบว่าค่า pH ของสารละลายประมาณ 7)

- ครูแนะนำการใช้ปิเปตและบิวเรตในการไทเทรตกรดกับเบส

- ให้นักเรียนต้องการตรวจสอบสมมติฐานของกลุ่ม นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไรโดยใช้อุปกรณ์และสารเคมีที่ครูกำหนดให้ ให้นักเรียนวาดภาพ/แผนผังคำอธิบายสั้นๆ เพื่อแสดงลำดับในการทำการทดลองลงในแบบบันทึกผลการทดลอง

การทดลองที่ 1

1.ปิเปตต์สารละลาย HCl 10.0 cm^3 ใส่ในขวดรูปกรวยขนาด 100 cm^3 วัด pH ของสารละลาย HCl โดยใช้กระดาษ pH บันทึกผลแล้วหยดฟีนอล์ฟทาลีนลงไป 2-3 หยด

2. บรรจุสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.1 ในบิวเรตต์ ใส่สารละลายให้เต็มปลายล่างของบิวเรตต์ และปรับระดับของสารละลายให้ตรงกับขีดใดขีดหนึ่ง บันทึกปริมาตรเริ่มต้นไว้

3.หยดสารละลาย NaOH จากบิวเรตต์ลงในสารละลาย HCl ที่อยู่ในขวดรูปกรวยทีละหยดพร้อมกับเขย่าขวดให้สารละลายผสมกันทำเช่นนี้จนกระทั่งสารละลายเริ่มเปลี่ยนสีเป็นสีชมพูอ่อนอย่างถาวรบันทึกปริมาตรของสารละลาย NaOH ที่ใช้และวัด pH ของสารละลายผสมด้วยกระดาษ pH

4. หาปริมาตรของสารละลาย NaOH ที่ใช้ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลาย HCl

การทดลองที่ 2

1.ปิเปตต์สารละลายไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 mol/dm^3 25 cm^3 ใส่ในขวดรูปกรวยขนาด 100 cm^3

2. หยดยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ 5 หยด เขย่าแล้วนำมาเปรียบเทียบกับสียูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ในสารละลายที่มี pH ต่างๆ บันทึกค่า pH ของสารละลาย

3. ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 จากบิวเรตต์ลงในสารละลายข้อ 2 ครั้งละ 5 cm^3 4 ครั้ง บันทึกค่า pH ของสารละลายผสมทุกครั้งที่ได้เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไป

4. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อไปอีกครั้งละ 1 cm^3 บันทึกค่า pH ทุกครั้งที่เติมและไทเทรตต่อไปจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินวัด pH ของสารละลาย

5. หลังจากจุดยุติแล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ครั้งละ 1 cm^3 ต่อไปอีก 3 ครั้ง บันทึกค่า pH

6. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH ของสารละลายกับปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมลงไป

4) ครูชี้แจงข้อควรระวังและคำแนะนำเพิ่มเติมในการทำการทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1

- ปริมาตรของสารละลายไฮโดรคลอริกที่ใช้ คือ 10.0 cm^3

- ฟีนอล์ฟทาเลอินที่ใช้ 2-3 หยด

- บรรจุสารละลาย NaOH ลงในบิวเรตต์ ใช้สารละลายให้เต็มปลายล่างของบิวเรตต์ (ไม่ควรให้มีฟองอากาศอยู่ในบิวเรตต์) และปรับระดับของสารละลายให้ตรงกับขีดใดขีดหนึ่ง บันทึกปริมาตรเริ่มต้นไว้

- หยดสารละลายลงเรื่อยๆ และหยุดการไทเทรตเมื่ออินดิเคเตอร์เปลี่ยนสีเป็นสีชมพูอ่อนอย่างถาวร

การทดลองที่ 2

- ปริมาตรของสารละลายไฮโดรคลอริกที่ใช้ คือ 25 cm^3

- ยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์ที่ใช้ 4-5 หยด

- ใช้สารละลายครั้งละ 5 cm^3 4 ครั้ง และเติมต่อไปเรื่อยๆ ครั้งละ 1 cm^3 จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน และบันทึกค่า pH ทุกครั้งที่เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไป

- หลังจากสารละลายเปลี่ยนสีน้ำเงิน ให้เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ครั้งละ 1 cm^3 ต่อไปอีก 3 ครั้ง บันทึกค่า pH

- นำข้อมูลที่ได้ไปสร้างกราฟ โดยให้แกน X เป็นค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงไปของสารละลายและแกน Y เป็นปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้

5) ครูให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มรับอุปกรณ์การทดลอง และลงมือปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ และบันทึกผลการทดลองลงในแบบบันทึกผลการทดลองเรื่องการไทเทรตหาจุดยุติและจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่

6) ครูให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน (ใช้โปรเจคเตอร์ในการนำเสนอ)

7) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแลกเปลี่ยนข้อมูลและผลการทดลองกับเพื่อนกลุ่มอื่นๆ แล้วบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการทดลองที่สร้างขึ้น โดยครูใช้คำถามดังนี้

- ผลการทดลองของกลุ่มนักเรียน แตกต่างจากกลุ่มของเพื่อนหรือไม่ อย่างไร

8) ให้นักเรียนเขียนกราฟและตอบคำถามท้ายการทดลอง เพื่อนำเข้าสู่การอภิปรายผลการทดลอง

9) นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง ในประเด็นต่อไปนี้

การทดลองที่ 1

- หลังจากหยดฟีนอล์ฟทาลีนลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(แนวคำตอบ: ไม่มีการเปลี่ยนแปลง)

- ขณะที่เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในกรดไฮโดรคลอริกอย่างต่อเนื่องเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(แนวคำตอบ: สารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อนอย่างถาวร)

- ณ จุดที่สารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้มีปริมาตรเท่าใด

(แนวคำตอบ: ประมาณ 10 cm^3)

การทดลองที่ 2

- ถ้าแบ่งครึ่งเส้นกราฟส่วนที่ชันที่สุดแล้วลากเส้นจากจุดแบ่งครึ่งตั้งฉากกับแกนนอนได้ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้เท่าใด

(แนวคำตอบ: ประมาณ 25 cm^3)

- ถ้าแบ่งครึ่งเส้นกราฟส่วนที่ชันที่สุดแล้วลากเส้นจากจุดแบ่งครึ่งตั้งฉากกับแกนตั้งได้ค่า pH ของสารละลายเท่าใด

- ค่า pH ที่ได้จากการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ: ไม่เท่ากัน ค่า pH ของการทดลองที่ 1 มีค่าประมาณ 8 ค่า pH ของการทดลองที่ 2 มีค่าประมาณ 7)

- ความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่คำนวณได้จากทั้งสองการทดลองมีค่าเท่าใด

(แนวคำตอบ: ประมาณ 0.1 mol/dm^3)

8. ครูให้นักเรียนสรุปผลการทดลองเป็นของกลุ่ม

9. ครูสุ่มให้นักเรียน 2 กลุ่ม นำเสนอการสรุปผลการทดลอง

5.2.4 การสร้างข้อโต้แย้ง (Constructing an argument): 55 นาที

1) ครูใช้คำถามนำการโต้แย้งจากกิจกรรมการทดลอง โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- ข้อมูลที่นักเรียนเก็บรวบรวมได้จากการทดลองมีความสอดคล้องกับสมมติฐานก่อนการทดลองหรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ: สอดคล้อง/ไม่สอดคล้องกับ สมมติฐาน)

- ถ้ากรดแก่กับเบสแก่ทำปฏิกิริยาพอดีกันแล้วได้สารละลายที่เป็นกลาง ดังนั้นเมื่อหยดสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในสารละลายไฮโดรคลอริกได้สารละลายที่เป็นกลาง ควรสังเกตพบว่าสีของฟีนอล์ฟทาลีนจะเปลี่ยนเป็นสีชมพู)

- ถ้ากรดแก่กับเบสแก่ทำปฏิกิริยาพอดีกันแล้วได้สารละลายที่เป็นกลาง ดังนั้นเมื่อหยดสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกได้สารละลายที่เป็นกลาง ควรสังเกตพบว่าค่า pH ของสารละลายประมาณ 7)

2) ถ้าไม่สอดคล้องกับสมมติฐานก่อนการทดลอง ให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันปรับสมมติฐานการทดลอง โดยเขียนสมมติฐานการทดลองที่ปรับแก้แล้วด้วยปากกาสีอื่น ซึ่งแตกต่างจากปากกาสีที่เขียนสมมติฐานก่อนหน้านี้นี้

3) ครูให้นักเรียนพิจารณาแบบจำลองก่อนการเรียนรู้พร้อมทั้งนำข้อมูลที่นักเรียนเก็บรวบรวมได้จากการ

ทดลองมาใช้ในการปรับแบบจำลองหลังการเรียนรู้

(แนวคำตอบ: นักเรียนนำข้อมูลจากการศึกษามาใช้ในการปรับแบบจำลองหลังการเรียนรู้)

4) ครูนำเสนอแบบจำลองหลังการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยนำแบบจำลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มมาฉายขึ้นจอโปรเจกเตอร์ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดูว่าแบบจำลองของตัวเองยังมีส่วนใดที่ไม่สมบูรณ์ โดยให้เวลาในการดูแบบจำลองละ 1 นาที

5) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปแบบจำลองการเรียนรู้ของชั้นเรียน

6) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลองเรื่อง การไทเทรตหาจุดยุติและจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่ ดังนี้

(แนวคำตอบ: 1. ในภาวะเริ่มต้นจะพบว่าฟีนอล์ฟทาลีนไม่เปลี่ยนสีเนื่องจากอยู่ในสารละลายกรด

2. เมื่อหยดสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไป จะทำให้ความเป็นกรดของกรดไฮโดรคลอริกลดลง pH ของระบบจึงเพิ่มขึ้นจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อนอย่างถาวร แสดงว่ากรดไฮโดรคลอริก เข้าทำปฏิกิริยาหมดและหยุดการไทเทรตซึ่งเราเรียกว่า จุดยุติ ซึ่งจุดยุติของการไทเทรตสารละลายกรดไฮโดรคลอริกกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ควรมีค่า $\text{pH} = 7$ แต่ในการทดลองนี้ใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ ซึ่งเปลี่ยนสีในช่วง $\text{pH} 8.3-10$ แสดงว่าสารละลายผสมมีเบสเกินไปเล็กน้อย เมื่อวัดค่า pH ที่จุดยุติพบว่ามีความประมาณ 8 เพราะฉะนั้น จุดยุติที่ได้จากการทดลองนี้จึงเป็นภาวะที่ใกล้เคียงกับสารละลายกรดและสารละลายเบสทำปฏิกิริยาพอดีกัน แต่อาจจะใช้หรือไม่ใช้ภาวะที่สารละลายกรดและสารละลายเบสทำปฏิกิริยาพอดีกัน)

3. จากกราฟการไทเทรตจะได้ค่า pH ประมาณ 7 ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับจุดที่สารละลายกรดแก่และสารละลายเบสแก่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน ซึ่งเรียกว่าจุดสมมูล

ครูอธิบายเพิ่มเติมในเรื่องของการคำนวณหาความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกโดยการนำปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ได้จากการไทเทรตทั้งสองการทดลองมาคำนวณ

ครูสรุปอีกครั้งหนึ่งว่า จากการทดลองทั้งสองการทดลองจะเห็นได้ว่าจุดยุติ คือจุดที่สารละลายผสมเปลี่ยนสี และเราหยุดการไทเทรต ซึ่งเป็นภาวะที่ใกล้เคียงกับสารละลายกรดและสารละลายเบสทำปฏิกิริยาพอดีกัน แต่อาจจะใช้หรือไม่ใช้ภาวะที่สารละลายกรดและสารละลายเบสทำปฏิกิริยาพอดีกัน และจุดสมมูลคือจุดที่กรดกับเบสทำปฏิกิริยาพอดีกันซึ่งเราสามารถหาได้จากกราฟของการไทเทรต และจุดยุติอาจใกล้เคียงกับจุดสมมูลเมื่อเราเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสม

7) ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่นำมาในขั้นแรก เพื่อนำนักเรียนเข้าสู่การโต้แย้งในเรื่องการไทเทรตหาจุดยุติและจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่ โดยใช้ความรู้ที่ได้จากการทำการทดลองมาตอบคำถาม ลงในแบบฝึกหัดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตหาจุดยุติและจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่

สมศักดิ์เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งกำลังทำการทดลองเรื่องการไทเทรตกรดเบส แต่ยังไม่มีความสงสัยในเรื่องของจุดยุติ และจุดสมมูล จึงไปถาม สมควร ซึ่งเป็นนักเรียนรุ่นพี่ ซึ่งสมควรได้อธิบายให้สมศักดิ์ว่า

“จุดยุติกับจุดสมมูล เป็นจุดที่เรา นำข้อมูลไปใช้ในการคำนวณหาความเข้มข้นของสารเหมือนกัน ดังนั้นจุดยุติกับจุดสมมูล จึงเป็นจุดเดียวกัน”

- นักเรียนเห็นด้วยกับสมควร หรือไม่ เพราะอะไร

(แนวคำตอบ: ไม่เห็นด้วย เพราะจุดยุติเป็นจุดที่อินดิเคเตอร์เปลี่ยนสีซึ่งจะมีช่วง pH ของการเปลี่ยนสีที่ใกล้เคียงกับจุดที่กรดและเบสทำปฏิกิริยาพอดีกัน แต่จุดสมมูลเป็นจุดของ pH ที่กรดและเบสทำปฏิกิริยาพอดีกัน

- นักเรียนจะใช้ข้อมูลใดจากการศึกษาเรื่องการไทเทรตหาจุดยุติและจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่ มาสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

(แนวคำตอบ: การทดลองที่ 1 ใช้การเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์บอกจุดยุติ การทดลองที่ 2 พิจารณาจุดสมมูลจากกราฟการไทเทรต

- ถ้ามีเพื่อนคนหนึ่งไม่เห็นด้วยกับเหตุผลของนักเรียนเนื่องจากเขามีเหตุผลอื่น นักเรียนคิดว่าเหตุผลที่เป็นไปได้ของเขาคืออะไร

(แนวคำตอบ: จุดยุติกับจุดสมมูลเป็นจุดเดียวกัน เพราะเป็นจุดที่เรานำข้อมูลไปใช้ในการคำนวณหาความเข้มข้นของสารเหมือนกัน)

-นักเรียนจะเสนอเหตุผลใดเพิ่มเติมเพื่อชักจูงให้เพื่อนของนักเรียนเห็นด้วยกับเหตุผลของนักเรียน

(แนวคำตอบ: จุดยุติจะพิจารณาปริมาตรของสารละลายมาตรฐานจากการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ แต่จุดสมมูลพิจารณาปริมาตรของสารละลายมาตรฐานจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH ของสารที่วิเคราะห์กับปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน โดยแบ่งครึ่งเส้นกราฟในช่วงที่ชันที่สุด ซึ่งจุดยุติและจุดสมมูลอาจเป็นภาวะที่ใกล้เคียงกันหรือภาวะเดียวกันก็ได้ถ้าใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสม)

8) ครูใช้คำถามกับนักเรียน เพื่อเชื่อมโยงปรากฏการณ์เข้ากับการทดลอง ดังนี้

จากการทดลองเรื่อง การไทเทรตหาจุดยุติและจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่ นักเรียนสามารถนำไปอธิบายการหาปริมาณของกรดแอซติกในน้ำส้มสายชูโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ได้หรือไม่

(แนวคำตอบ: ได้ เนื่องจากการหาปริมาณของกรดแอซติกในน้ำส้มสายชูอาศัยการทำปฏิกิริยาพอดีกันระหว่างกรดกับเบส จึงสามารถใช้ความรู้ในเรื่องการไทเทรตหาจุดยุติและจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่ไปใช้ได้ แต่เนื่องจากกรดแอซติกเป็นกรดอ่อนและโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นเบสแก่ จุดสมมูลของการไทเทรตที่ได้จะมีค่า pH แตกต่างกัน คือค่า pH จะมากกว่า 7

9) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่องการไทเทรตหาจุดยุติและจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

6.1 หนังสือเรียนรายวิชาเคมี เพิ่มเติม เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 สสวท.

6.2 แบบฝึกหัด การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการไทเทรตหาจุดยุติและจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่

6.3 Power Point

6.4 แบบบันทึกแบบจำลองการเรียนรู้ เรื่องการไทเทรตหาจุดยุติและจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่

6.5 แบบบันทึกผลการทดลอง เรื่องการไทเทรตหาจุดยุติและจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่

6.6 อุปกรณ์และสารเคมี

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. สารละลาย HCl เข้มข้น 0.1 mol/dm^3	60 cm^3
2. สารละลาย NaOH เข้มข้น 0.1 mol/dm^3	100 cm^3
3. ฟีนอล์ฟทาลีน	3 หยด
4. ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์	3 หยด
อุปกรณ์	
1. กระจกบอแก้ว ขนาด 50 cm^3	2 อัน
2. บิวเรตต์ ขนาด 50 cm^3	1 อัน
3. ขวดรูปกรวย ขนาด 100 cm^3	2 ใบ
4. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm^3	2 ใบ
5. หลอดหยดสาร	2 อัน
6. กรวยแก้ว	1 อัน
7. ขาดั่งพร้อมที่จับหลอดทดลอง	1 ชุด

7. กระบวนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมินผล
1) บอกความหมายของการไทเทรต สารละลายมาตรฐาน จุดยุติและจุดสมมูลได้ (K)	- การตรวจแบบทีกการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	- แบบบันทึกการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	- เกณฑ์การผ่านนักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป
2) คำนวณหาปริมาณกรดหรือเบสที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน โดยใช้ข้อมูลจากจุดยุติและจุดสมมูลของการไทเทรตได้ (K)	- การตอบคำถาม	- คำถามหลังการทดลอง	- เกณฑ์การผ่านนักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป
3) ทำการไทเทรตเพื่อหาจุดยุติและจุดสมมูลได้ (P)	- การทำกิจกรรม - การตรวจแบบบันทึกผลการทดลอง	- แบบบันทึกผลการทดลอง - แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง	- เกณฑ์การผ่านอยู่ในระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป
4) สร้างแบบจำลองและสร้างข้อโต้แย้งเพื่ออธิบายการไทเทรตเพื่อหาจุดยุติและจุดสมมูลได้ (P)	- การตรวจแบบจำลอง - การตรวจแบบฝึกหัดท้ายบท	- แบบบันทึกแบบจำลองการเรียนรู้ - แบบบันทึกการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	- ผลงานก่อนและหลังการเรียนรู้มีการพัฒนาขึ้น
5) มีความรับผิดชอบในการทำงานและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้ (A)	- การสังเกตพฤติกรรม	- แบบสังเกตพฤติกรรม	- เกณฑ์การผ่านอยู่ในระดับคุณภาพดี

แบบประเมินพฤติกรรมที่มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน รายกลุ่ม

คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ – สกุล (กลุ่มที่)	รายการประเมิน												คะแนน รวม (12)
	ความสนใจ			อภิปราย โต้แย้งและการ แสดงความ ความเห็น			การตอบ คำถาม			การยอม รับฟัง ความคิดเห็น			
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1.													
2.													
3.													
4.													
5.													
6.													

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

แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง

การทดลองเรื่องการไทเทรตหาจุดยุติและจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่
คำชี้แจง สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองแล้วทำเครื่องหมาย / ในพฤติกรรมระดับคุณภาพ

พฤติกรรม/ ระดับคะแนน ลำดับ	การใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือ			การดูแลและ เก็บอุปกรณ์/ เครื่องมือ			การนำเสนอผล การทดลอง			รวม	ระดับ คุณภาพ
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	9	
กลุ่มที่.....											
กลุ่มที่.....											
กลุ่มที่.....											
กลุ่มที่.....											
กลุ่มที่.....											
กลุ่มที่.....											

เกณฑ์การประเมิน

การสรุปผลการประเมินให้เป็นระดับคุณภาพ 0,1,2 ใช้เกณฑ์ดังนี้

ผลรวมของคะแนน 8-9คะแนนให้ระดับคุณภาพ 2 (ดี)

ผลรวมของคะแนน 4-7คะแนนให้ระดับคุณภาพ 1 (พอใช้)

ผลรวมของคะแนน 0-3 คะแนนให้ระดับคุณภาพ 0 (ควรปรับปรุง)

เกณฑ์การผ่าน ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป

ผลการประเมิน

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุซราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

8. บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

9. ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

10. บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผลการจัดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์

.....

.....

.....

2) ผลการประเมินพฤติกรรมระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

3) ปัญหาและอุปสรรคในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

4) การปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนสตรีศึกษา

แบบบันทึกผลการทดลอง
เรื่อง การไทเทรตหาจุดยุติและจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่าง
กรดแก่เบสแก่

กลุ่มที่.....ชั้น.....
เลขที่.....เลขที่.....เลขที่.....
เลขที่.....เลขที่.....เลขที่.....

คำถามการทดลอง:

- ถ้านำสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาหยดด้วยฟีนอล์ฟทาเลินแล้วนำมาหยดต่อด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 นักเรียนคิดว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
- ถ้าวานำสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาหยดด้วยยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์แล้วนำมาหยดต่อด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 นักเรียนคิดว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

จุดประสงค์การทดลอง

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

ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

การทดลองที่ 1

ตัวแปรต้น :

.....

ตัวแปรตาม :

.....

ตัวแปรควบคุม :

.....

การทดลองที่ 2

ตัวแปรต้น :

.....

ตัวแปรตาม :

.....

ตัวแปรควบคุม :

.....

สมมติฐานการทดลอง

ตัวอย่างการตั้งสมมติฐาน : “ถ้า[ความสัมพันธ์จากแบบจำลองของนักเรียน], ดังนั้นเมื่อ[สังเกตหรือทดสอบภายใต้เงื่อนไข/สภาวะเหล่านี้] ควรจะสังเกตพบ[ผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น]”

.....

.....

.....

.....

.....

.....

อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. สารละลาย HCl เข้มข้น 0.1 mol/dm^3	60 cm^3
2. สารละลาย NaOH เข้มข้น 0.1 mol/dm^3	100 cm^3
3. ฟีนอล์ฟทาลีน	3 หยด
4. ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์	3 หยด
อุปกรณ์	
1. กระจกตวง ขนาด 50 cm^3	2 อัน
2. บิวเรตต์ ขนาด 50 cm^3	1 อัน
3. ขวดรูปกรวย ขนาด 100 cm^3	2 ใบ
4. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm^3	2 ใบ
5. หลอดหยดสาร	2 อัน
6. กรวยแก้ว	1 อัน
7. ขาดังพร้อมที่จับหลอดทดลอง	1 ชุด

วิธีการทดลอง

ให้นักเรียนออกแบบการทดลองของกลุ่ม โดยเขียนเป็นแผนภาพ/แผนผัง/คำอธิบายสั้นๆ เพื่อให้ทราบถึงลำดับขั้นตอนในการทำการทดลอง

การทดลองที่ 1

การทดลองที่ 2

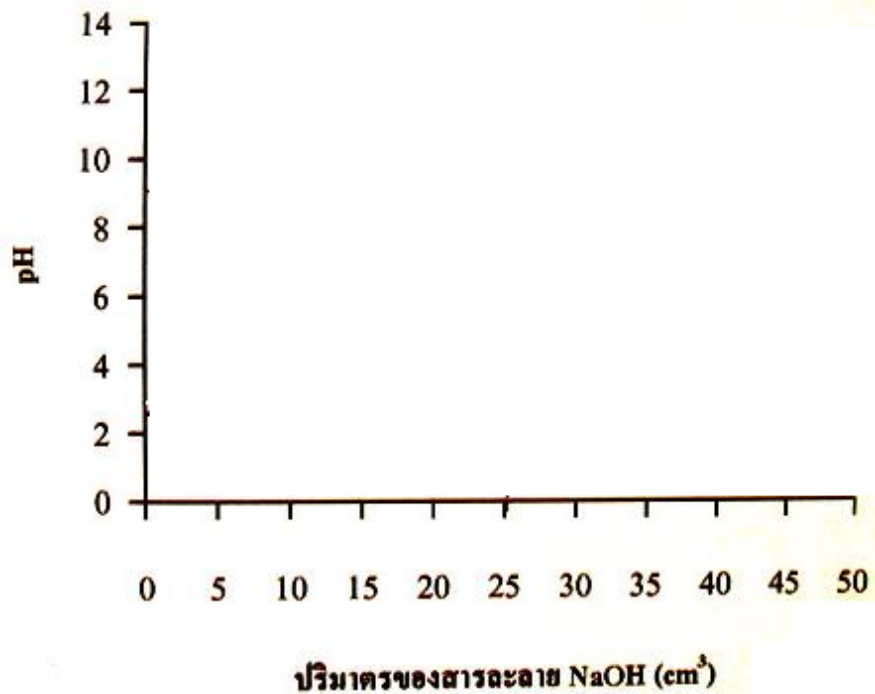
ผลการทดลอง

ให้นักเรียนออกแบบตารางแสดงผลการทดลองของกลุ่ม
การทดลองที่ 1

การทดลองที่ 2

ตารางบันทึก

กราฟการไทเทรต



คำถามท้ายการทดลอง

การทดลองที่ 1

1. หลังจากหยดฟีนอล์ฟทาลีนลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

2. ขณะที่เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในกรดไฮโดรคลอริกอย่างต่อเนื่องเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

3. ณ จุดที่สารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้มีปริมาตรเท่าใด

.....

.....

การทดลองที่ 2

4. ถ้าแบ่งครึ่งเส้นกราฟส่วนที่ชันที่สุดแล้วลากเส้นจากจุดแบ่งครึ่งตั้งฉากกับแกนนอนได้ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้เท่าใด

.....

.....

5. ถ้าแบ่งครึ่งเส้นกราฟส่วนที่ชันที่สุดแล้วลากเส้นจากจุดแบ่งครึ่งตั้งฉากกับแกนตั้งได้ค่า pH ของสารละลายเท่าใด

.....

.....

6. ค่า pH ที่ได้จากการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

7. ความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่คำนวณได้จากทั้งสองการทดลองมีค่าเท่าใด

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการเปรียบเทียบสมมติฐานกับผลการทดลอง

☐ สมมติฐานสอดคล้องกับผลการทดลอง

☐ สมมติฐานไม่สอดคล้องกับผลการทดลอง

สมมติฐานหลังการทดลอง (กรณีที่มีสมมติฐานไม่สอดคล้องกับผลการทดลอง)

.....

.....

.....

แบบบันทึก การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง การไทเทรตหาจุดยุติและจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่เบสแก่

คำชี้แจง :ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการทดลองมาใช้ในการตอบคำถามต่อไปนี้

สมศักดิ์เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งกำลังทำการทดลองเรื่องการไทเทรตกรดเบส แต่ยังมีความสงสัยในเรื่องของจุดยุติ และจุดสมมูล จึงไปถาม สมควร ซึ่งเป็นนักเรียนรุ่นพี่ ซึ่งสมควรได้อธิบายให้สมศักดิ์ว่า

“จุดยุติกับจุดสมมูล เป็นจุดที่เรา นำข้อมูลไปใช้ในการคำนวณหาความเข้มข้นของสารเหมือนกัน ดังนั้นจุดยุติกับจุดสมมูล จึงเป็นจุดเดียวกัน”

จากการสรุปของนาย A จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนเห็นด้วยกับ สมศักดิ์ หรือไม่ เพราะอะไร

.....

.....

.....

2. นักเรียนจะใช้ข้อมูลใดจากการศึกษาเรื่องการไทเทรตหาจุดยุติและจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่ มาสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

.....

.....

.....

3.ถ้ามีเพื่อนคนหนึ่งไม่เห็นด้วยกับเหตุผลของนักเรียนเนื่องจากเขามีเหตุผลอื่น นักเรียนคิดว่าเหตุผลที่เป็นไปได้ของเขาคืออะไร

.....

.....

.....

4. จากผลการทดลองนักเรียนจะเสนอเหตุผลใดเพิ่มเติมเพื่อชักจูงให้เพื่อนของนักเรียนเห็นด้วยกับเหตุผลของนักเรียน

.....

.....

.....

กลุ่มที่.....ชั้น.....
เลขที่.....เลขที่.....เลขที่.....
เลขที่.....เลขที่.....เลขที่.....

แบบบันทึก การสร้างแบบจำลองการเรียนรู้
เรื่อง การไทเทรตหาจุดยุติและจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่เบสแก่

คำชี้แจง : ถ้านำสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาหยดด้วยฟีนอล์ฟทาไลน์แล้วนำมาหยดต่อด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 นักเรียนคิดว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ถ้าเรานำสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาหยดด้วยยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์แล้วนำมาหยดต่อด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 นักเรียนคิดว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ให้นักเรียนเขียนแบบจำลองโดยการวาดภาพที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของสารละลายและค่า pH ของสารละลายที่คาดว่าจะเกิดขึ้น ที่คิดว่าจะเกิดขึ้น

แบบจำลองก่อนการทดลอง

<u>การทดลองที่ 1</u>	<u>การทดลองที่ 2</u>

การทดลองที่ 1	การทดลองที่ 2

การทดลองที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาเคมี (ว30223)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องกรด-เบส

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ย่อย อินดิเคเตอร์กับการไทเทรตกรด-เบส

จำนวน 3 คาบ (165 นาที)

และการประยุกต์ใช้วิธีการไทเทรตในชีวิตประจำวัน

ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ

ภาคเรียนที่ 2

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2

เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

บอกหลักการอธิบายวิธีการไทเทรตและเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทเทรตเพื่อให้ได้จุดยุติที่ใกล้เคียงกับจุดสมมูลมากที่สุดได้

2. สาระสำคัญ

อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทเทรตกรด-เบส คืออินดิเคเตอร์ที่เปลี่ยนสีในช่วง pH ตรงกับหรือใกล้เคียงกับ pH ของสารละลายของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากกรดกับเบสคู่กันนั้นๆ การไทเทรตสามารถนำไปใช้หาปริมาณสารหรือองค์ประกอบที่มีอยู่ในสารบางชนิดได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

3.1 เลือกอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมกับการไทเทรตกรด-เบสแต่ละคู่ที่กำหนดให้และบอกเหตุผลได้ (K)

3.2 บอกการนำหลักการไทเทรตกรด-เบสไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ (K)

3.3 สามารถสืบค้นข้อมูลเรื่องการเลือกอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมกับการไทเทรตกรด-เบสได้ (P)

3.4 มีความสนใจในกิจกรรม รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา (A)

4. สาระการเรียนรู้

อินดิเคเตอร์กรด-เบสที่เหมาะสมกับปฏิกิริยาการไทเทรตจะต้องมีค่า pH ที่จุดกึ่งกลางช่วงการเปลี่ยนสีใกล้เคียงหรือเท่ากับ pH ที่จุดสมมูลของปฏิกิริยานอกจากนี้การเลือกใช้อินดิเคเตอร์กรด-เบสต้องพิจารณาสีที่ปรากฏจะต้องมีความเข้มมากพอที่จะมองเห็นได้ง่ายหรือเห็นการเปลี่ยนสีได้ชัดเจนช่วงการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์จะเกิดขึ้นในช่วง 2 หน่วย pH

ตัวอย่างเช่นการไทเทรตกรดแก่กับเบสแก่ pH ของสารละลายผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาการไทเทรตเมื่อถึงจุดสมมูลมีค่าใกล้เคียง 7 ก็ควรเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่มีช่วง pH ของการเปลี่ยนสีใกล้เคียงกับ 7 เช่นอาจใช้โบรโมไทมอลบลูหรือฟีนอล์ฟทาลีนซึ่งจะเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพูในช่วง pH 8.20-10.00 เป็นต้นดังนั้นถ้าทราบ pH ของสารละลายที่จุดสมมูลของปฏิกิริยาการไทเทรตก็สามารถเลือกอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมได้

การเลือกอินดิเคเตอร์ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบสเพราะที่จุดสมมูลของแต่ละปฏิกิริยานั้นมีค่า pH ที่ต่างกัน

การไทเทรตกรด-เบสใช้ประยุกต์หาปริมาณสารที่เป็นสารอินทรีย์สารอนินทรีย์และสารชีวโมเลกุลได้ ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ได้แก่การหาปริมาณกรดอ่อนในน้ำส้ม น้ำมะนาว และในไวน์ การหาปริมาณเบส $Mg(OH)_2$, MgO ในยาลดกรด หรือการหาปริมาณโปรตีนในอาหาร

5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (5 นาที)

5.1.1 ครูทบทวนความรู้ในเรื่องการไทเทรตเพื่อหาจุดยุติของปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่-เบสแก่ โดยใช้คำถาม ดังนี้

- ในการไทเทรตเพื่อหาจุดยุติระหว่างกรดแก่-เบสแก่เราใช้อินดิเคเตอร์ใดในการบอกจุดยุติของการไทเทรต

(แนวคำตอบ: ฟีนอล์ฟทาลีน)

- ที่จุดยุติ ฟีนอล์ฟทาลีนเปลี่ยนเป็นสีอะไร

(แนวคำตอบ: สีชมพูอ่อน)

- ที่จุดยุติใช้ปริมาตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์เท่าไร

(แนวคำตอบ: 10 cm^3)

- นักเรียนคิดว่าถ้าเราใช้อินดิเคเตอร์ชนิดอื่นที่ไม่ใช่ฟีนอล์ฟทาลีน จะได้จุดยุติตรงกันหรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ: ตรง/ไม่ตรง เหตุผลตามแนวคิดของนักเรียน)

5.1.2 ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบว่าเราจะศึกษาในเรื่องอินดิเคเตอร์กับการไทเทรตกรด-เบส และการประยุกต์ใช้วิธีการไทเทรตในชีวิตประจำวัน โดยในคาบนี้จะศึกษาในเรื่องอินดิเคเตอร์กับการไทเทรตกรด-เบส

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)(55 นาที)

5.2.1 ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 6 กลุ่มๆละ 5-6คนและให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล โดยทำการศึกษาค้นคว้าเรื่อง 8.9 เรื่อง การเลือกอินดิเคเตอร์ในการไทเทรตกรด-เบส ในหนังสือเรียน เคมี เล่ม 3 และใบความรู้เรื่อง การเลือกอินดิเคเตอร์ในการไทเทรตกรด-เบสและทำการสรุปเป็นความรู้ของกลุ่ม โดยครูให้แนวทางในการสืบค้น ดังนี้

- ในการทดลองนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาอะไร
- ในการทดลองนี้มีวิธีการทดลองอย่างไร
- ผลการทดลองในครั้งนี้เป็นอย่างไร

5.3 ขั้้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) (50 นาที)

5.3.1 ครูสุ่มให้ตัวแทนกลุ่ม 2 กลุ่มออกมานำเสนอผลการสืบค้นเรื่องการศึกษาในเรื่องอินดิเคเตอร์กับการไทเทรตกรด-เบส

5.3.2 ครูถามนักเรียนว่ากลุ่มอื่นๆ ได้ผลการสืบค้นและผลการศึกษาเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร

5.3.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการสืบค้น ให้เป็นข้อสรุปของห้องโดยใช้คำถามนำ ดังนี้

- จากการที่ได้ศึกษาข้อมูลเรื่องอินดิเคเตอร์กับการไทเทรตกรด-เบส วัตถุประสงค์ของการทดลองคืออะไร
(แนวคำตอบ: เพื่อศึกษาว่าควรเลือกใช้อินดิเคเตอร์ชนิดใดในการไทเทรตกรดกับเบสจึงจะได้จุดยุติใกล้เคียงกับจุดสมมูลมากที่สุด)

- ในการทดลองที่เราได้ศึกษาข้อมูลได้ผลการทดลองอย่างไร
(แนวคำตอบ: สารละลาย CH_3COOH กับสารละลาย NaOH ทำปฏิกิริยาพอดีกันด้วยจำนวนโมลที่เท่ากัน ดังสมการ



ในการทดลองนี้ใช้สารละลายกรดและเบสที่มีความเข้มข้นเท่ากัน ปริมาตรของสารละลายที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันจะต้องเท่ากัน จึงจะทำให้จำนวนโมลของสารทั้งสองเท่ากัน คือสารละลาย NaOH 0.1 mol/dm^3 10 cm^3 ควรทำปฏิกิริยากับสารละลาย CH_3COOH 0.1 mol/dm^3 10 cm^3

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เมื่อฟีนอล์ฟทาลีนซึ่งเปลี่ยนสีในช่วง pH 8.3-10.0 เป็นอินดิเคเตอร์ พบว่าเปลี่ยนสีเมื่อใช้สารละลาย NaOH 9.8 cm^3 แต่เมื่อใช้เมทิลออเรนจ์ซึ่งมีช่วงการเปลี่ยนแปลง 3.2-4.4 เป็นอินดิเคเตอร์ ปรากฏว่าเปลี่ยนสีเมื่อใช้สารละลาย NaOH เพียง 3.6 cm^3 แสดงว่าการใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ จะบอกจุดยุติได้ใกล้เคียงจุดสมมูลมากกว่าการใช้เมทิลออเรนจ์เป็นอินดิเคเตอร์ของการไทเทรตกรด-เบสคู่นี้)

- จากผลการทดลองที่ได้ศึกษาข้อมูล ได้ข้อสรุปว่าอย่างไร

(แนวคำตอบ: เมื่อใช้อินดิเคเตอร์ต่างชนิดกันการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์แต่ละชนิดขณะไทเทรตใช้สารละลายเบสในปริมาตรไม่เท่ากัน (เมื่อไทเทรตกับสารละลายกรดปริมาตรเดียวกัน) แสดงว่าการไทเทรตกรด-เบสแต่ละคู่จำเป็นต้องเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมจึงจะบอกจุดยุติที่ใกล้เคียงกับจุดสมมูลมากที่สุด)

5.3.4 ครูอธิบายเพิ่มเติมว่าในการไทเทรตจำเป็นต้องเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสม โดยมีหลักการดังนี้

- เลือกอินดิเคเตอร์ที่มีช่วง pH ของการเปลี่ยนสีตรงกับหรือใกล้เคียงกับ pH ของสารละลายของสารผลิตภัณฑ์

- พิจารณาจากกราฟของการไทเทรตกรด-เบส โดยดูช่วงการเปลี่ยน pH ตรงส่วนที่ชันที่สุดว่ามีค่าเท่าใดแล้วเลือกอินดิเคเตอร์ที่เปลี่ยนสีในช่วง pH นั้น

- ครูให้นักเรียนร่วมกันพิจารณารูป 8.14 ในหนังสือเรียน ซึ่งเป็นกราฟของการไทเทรต CH_3COOH ด้วยสารละลาย NaOH ซึ่งจากกราฟตรงส่วนที่ชันที่สุดที่ค่า pH 6-11 อินดิเคเตอร์เหมาะสมสำหรับการไทเทรตกรดอ่อน-เบส จะต้องเป็นอินดิเคเตอร์ที่เปลี่ยนสีในช่วง pH 6-11 ได้แก่

- เมทิลเรด เปลี่ยนสีในช่วง pH 4.2-6.3

- โบรโมไทมอลบลู เปลี่ยนสีในช่วง pH 6.0-7.6

- ไทมอลบลู เปลี่ยนสีในช่วง pH 8.0-9.6
- ฟีนอล์ฟทาลีน เปลี่ยนสีในช่วง pH 8.3-10.0

5.4 ขยายความรู้ (Elaboration) (45 นาที)

5.4.1 ครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่องอินดิเคเตอร์กับการไทเทรตกรด-เบส และการประยุกต์ใช้วิธีการไทเทรตในชีวิตประจำวัน

5.4.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายการนำการไทเทรตมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันเช่นการหาปริมาณกรดแอซติกในน้ำส้มสายชูหรือการหาปริมาณสารลดกรดชนิดต่างๆในยาลดกรดโดยใช้คำถาม ดังนี้

- การไทเทรตหาปริมาณกรดแอซติกในน้ำส้มสายชูได้อย่างไร

(แนวคำตอบ: การหาปริมาณกรดอ่อนในน้ำส้มสายชู ทำได้โดยการปิบน้ำส้มสายชูเจือจางด้วยน้ำกลั่นประมาณ 5 เท่า แล้วไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน NaOHเข้มข้น 0.1000 M โดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ ไทเทรตจนสารละลายเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพูแล้วคำนวณหาร้อยละของกรดแอซติก (CH_3COOH) โดยมวลต่อปริมาตร)

- การหาปริมาณกรดอ่อนในมะนาวและในไวน์ได้อย่างไร

(แนวคำตอบ: ทำได้โดยวิธีเดียวกับการหาปริมาณกรดแอซติกในน้ำส้ม การรายงานผล จะรายงานเป็นร้อยละของกรดซิตริก (ในน้ำมะนาว) และกรดทาร์ทาริก (ในไวน์))

- นอกจากที่กล่าวมา สามารถนำความรู้เรื่องการไทเทรตไปใช้ประโยชน์ในด้านใดอีก

(แนวคำตอบ: การหาปริมาณโปรตีนในอาหาร ต้องใช้วิธีทางอ้อมในการวิเคราะห์ โดยการหาปริมาณไนโตรเจนที่อยู่ในเอมีน ซึ่งเป็นกรดอะมิโนในโปรตีน การหาปริมาณไนโตรเจนนี้ทำได้โดยการเปลี่ยนไนโตรเจนให้อยู่ในรูปของ NH_3 แล้วไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน

วิธีการวิเคราะห์ เริ่มจากการย่อยสลายสารอาหารตัวอย่างด้วยกรด จากนั้นก็กลั่นเอา NH_3 ออกจากสารละลายที่ย่อยสลายแล้ว NH_3 ที่กลั่นออกมาจะถูกผสมกับกรดมาตรฐาน HCl ที่มากเกินไป แล้วจึงไทเทรตกรดที่เหลือด้วยสารละลายเบส NaOHมาตรฐาน วิธีการไทเทรตแบบนี้เรียกว่า Back-titration)

5.4.3 ครูอธิบายเพิ่มเติมในเรื่อง การหาปริมาณสารลดกรดในยาลดกรดบางชนิด

- การหาปริมาณสารลดกรดในยาลดกรดบางชนิด ทำได้โดยการนำยาลดกรดมาบดให้ละเอียด แล้วชั่งประมาณ 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 20 cm^3 ในปิกรเกอร์ขนาด 100 cm^3 เติมกรด HClเข้มข้น 1.0 mol/dm^3 ครึ่งละ 1 cm^3 เขย่าจนไม่มีฟองก๊าซเกิดขึ้น เติม HClลงไปอีก 1 cm^3 เขย่า บันทึกปริมาตร HClที่ใช้ทั้งหมด จากนั้นอุ่นสารละลายให้ร้อน 1 นาที กรองแล้วล้างด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย ของเหลวที่กรองได้ใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 cm^3 ปรับด้วยน้ำกลั่น จนมีปริมาตร 100 cm^3 ปิเปิดสารละลายที่กรองได้ 10 cm^3 แล้วไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน NaOH 0.1 โมล/ลิตร ใช้เมทิลออเรนจ์เป็นอินดิเคเตอร์ บันทึกปริมาตร NaOHแล้วคำนวณปริมาณร้อยละของ CaCO_3 ในยาลดกรด โดยมวล

5.5 ประเมินผล (Evaluation) (10 นาที)

5.5.1 ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน จากการตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นในระหว่างทำกิจกรรม

5.5.2 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่องการนำการไทเทรตมาใช้ประโยชน์ว่ามีส่วนไหนที่ยัง

ไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อการนำเสนองาน Power Point

6.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

6.3 ใบความรู้เรื่อง อินดิเคเตอร์กับการไทเทรตกรด-เบส และการประยุกต์ใช้วิธีการไทเทรตในชีวิตประจำวัน

7. กระบวนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1) เลือกอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมกับการไทเทรตกรด-เบสแต่ละคู่ที่กำหนดให้ และบอกเหตุผลได้ 2) บอกการนำหลักการไทเทรตกรด-เบสไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	สังเกต/ ตรวจ - จากการนำเสนอ ความคิดรวบยอดและ ข้อสรุปของกลุ่ม - จากการถามคำถาม ระหว่างทำกิจกรรม	- รายงานสรุปความคิด รวบยอดเรื่อง อินดิเค เตอร์กับการไทเทรต กรด-เบส และการ ประยุกต์ใช้วิธีการ ไทเทรตในชีวิตประจำวัน - การถามคำถาม	- นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ - นักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 3) สามารถสืบค้นข้อมูลเรื่องการเลือกอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมกับการไทเทรตกรด-เบสได้	สังเกต - จากการทำกิจกรรม	- แบบประเมิน พฤติกรรมทักษะการ แสวงหาข้อมูลของ นักเรียน	นักเรียนได้ผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านเจตคติ (A) 4) มีความสนใจในกิจกรรมรับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา	สังเกตจาก - ความสนใจในการทำ กิจกรรม - การมีส่วนร่วมในการ ทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	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

8. บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

ลงชื่อ.....

(นางบรรจบ ไชยชาติ)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

9. ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

10. บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผลการจัดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์

.....

.....

.....

2) ผลการประเมินพฤติกรรมระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

3) ปัญหาและอุปสรรคในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

4) การปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนสตรีศึกษา

โรงเรียนสตรีศึกษา		
	ใบความรู้เรื่อง อินดิเคเตอร์กับการไทเทรตกรด-เบส และการประยุกต์ใช้วิธีการไทเทรตในชีวิตประจำวัน	
	ชื่อวิชา: ว30223 เคมีเพิ่มเติม	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

1. อินดิเคเตอร์กับการไทเทรตกรด-เบส

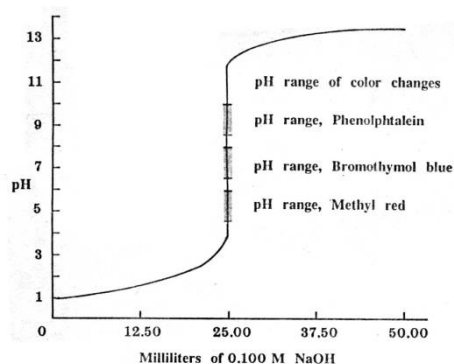
อินดิเคเตอร์กรด-เบส ที่เหมาะสมกับปฏิกิริยาการไทเทรตจะต้องมีค่า pH ที่จุดกึ่งกลางช่วงการเปลี่ยนสี ใกล้เคียงหรือเท่ากับ pH ที่จุดสมมูลของปฏิกิริยา นอกจากนี้ การเลือกใช้อินดิเคเตอร์กรด-เบส ต้องพิจารณาสีที่ปรากฏ จะต้องมีความเข้มมากพอที่จะมองเห็นได้ง่าย หรือเห็นการเปลี่ยนสีได้ชัดเจน ช่วงการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ จะเกิดขึ้นในช่วง 2 หน่วย pH

ตัวอย่างเช่น การไทเทรตกรดแก่กับเบสแก่ pH ของสารละลายผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาการไทเทรต เมื่อถึงจุดสมมูลมีค่าใกล้เคียง 7 ก็ควรเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่มีช่วง pH ของการเปลี่ยนสีใกล้เคียงกับ 7 เช่น อาจใช้ โบรโมไทมอลบลูหรือ ฟีนอล์ฟทาเลิน ซึ่งจะเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพู ในช่วง pH 8.20-10.00 เป็นต้น ดังนั้น ถ้าทราบ pH ของสารละลายที่จุดสมมูลของปฏิกิริยาการไทเทรตก็สามารถเลือกอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมได้

การเลือกอินดิเคเตอร์ ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส เพราะที่จุดสมมูลของแต่ละปฏิกิริยานั้น มีค่า pH ที่ต่างกัน

การพหของการไทเทรตจะช่วยให้ในการเลือกอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมได้ดี เพราะกราฟจะแสดงค่า pH ของสารละลายขณะไทเทรต ตั้งแต่ก่อนจุดสมมูล ที่จุดสมมูล และหลังจุดสมมูล จุดที่ pH ของสารละลายเปลี่ยนแปลงมาก ซึ่งเป็นจุดสมมูลนั้น จะบอกช่วง pH ของอินดิเคเตอร์ที่จะเลือกใช้ ในการพิจารณาเลือกอินดิเคเตอร์ จากกราฟของการไทเทรต จะแบ่งออกตามชนิดของปฏิกิริยาดังนี้

1.อินดิเคเตอร์สำหรับปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่

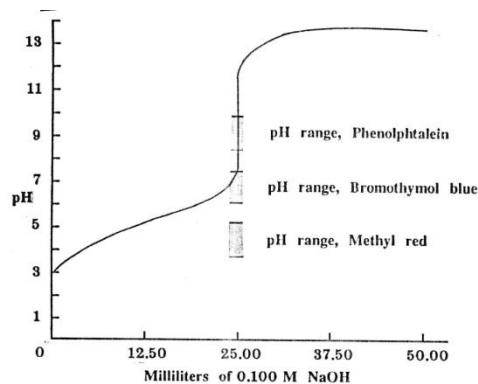


รูปที่ 1 กราฟการไทเทรตระหว่างกรดแก่และเบสแก่ จะแสดง pH ที่จุดสมมูลอยู่ที่ pH ใกล้เคียง 7

จากกราฟ จะเห็นว่าค่า pH เปลี่ยนแปลงรวดเร็วที่จุดใกล้ๆ จุดยุติ (ตั้งแต่ pH 4-10) ดังนั้นอินดิเคเตอร์ที่มีช่วง pH ของการเปลี่ยนแปลงสีระหว่าง 4 ถึง 10 ก็สามารถนำมาใช้ได้ ซึ่งอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมที่อาจใช้ได้ ได้แก่ เมทิลเรด (4.4-6.2) โบรโมไทมอลบลู (6.0-7.5) และฟีนอล์ฟทาลีน (8.2-10.0) ดังแสดงในภาพ แต่เรามักจะนิยมใช้ฟีนอล์ฟทาลีน เพราะสังเกตการเปลี่ยนแปลงสีได้ชัดเจน สำหรับ โบรโมคลีซอล กรีน (3.8-5.4) ไม่เหมาะสมที่จะใช้เป็นอินดิเคเตอร์สำหรับกรดแก่และเบสแก่ เพราะช่วงเปลี่ยนสีที่เป็นรูปเบสของอินดิเคเตอร์ จะเกิดก่อนจุดสมมูล ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการบอกจุดยุติ

2. อินดิเคเตอร์สำหรับปฏิกิริยาระหว่างกรดอ่อนกับเบสแก่

การเลือกอินดิเคเตอร์สำหรับการไทเทรตกรดอ่อน เช่น กรดแอซิดิก กับเบสแก่ เช่น NaOH จะมีข้อจำกัดมากกว่าที่จุดสมมูลของการไทเทรต สารละลายจะมีไฮเดียมแอซิดेट ทำให้สารละลายเป็นเบส มี pH มากกว่า 7

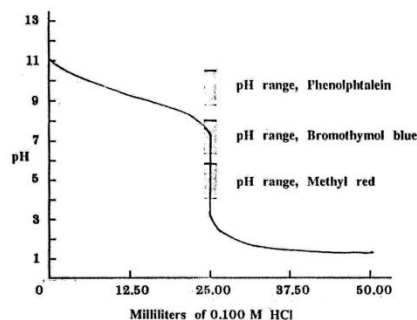


รูปที่ 2 กราฟแสดงการไทเทรตระหว่างกรดอ่อนกับเบสแก่และอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสม

จากกราฟจะเห็นได้ว่า เมทิลเรด จะเปลี่ยนสีก่อนจุดสมมูลจึงไม่เหมาะที่จะใช้เป็นอินดิเคเตอร์สำหรับกรดแอซิดิกกับ NaOH (เข้มข้น 0.100 M) ฟีนอล์ฟทาลีนเปลี่ยนสีในช่วงจุดสมมูลพอดี โบรโมไทมอลบลู อาจจะใช้เป็นอินดิเคเตอร์ได้ดี เมื่อใช้สีมาตรฐานเทียบ

3. อินดิเคเตอร์สำหรับปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสอ่อน

การเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายขณะไทเทรตเบสอ่อน เช่น NH_3 กับกรดแก่ เช่น HCl จะค่อยๆ ลดลง เมื่อใช้ HCl เป็นสารมาตรฐาน ที่จุดยุติจะได้เกลือ NH_4Cl และ $\text{pH} < 7$ ในการไทเทรต 0.100 M NH_3 กับ 0.100 M HCl จะได้กราฟของการไทเทรต (ดังภาพ)



รูปที่ 3 กราฟของการไทเทรตระหว่าง 0.1000 M NH_3 กับ 0.1000 M HCl

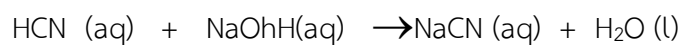
จากกราฟ เราสามารถพิจารณาช่วง pH 3-7.5 ในการเลือกอินดิเคเตอร์ ซึ่งเราอาจใช้โบรโมไทมอลบลู หรือเมทิลเรดได้ แต่ไม่ควรใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเพราะช่วง pH ของฟีนอล์ฟทาลีนมากกว่า 7 ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการบอกจุดสมมูล

ตัวอย่างที่ 1 กำหนดช่วง pH ของอินดิเคเตอร์ให้ดังนี้

อินดิเคเตอร์	ช่วง pH
เมทิลไวโอเลต	-0.3-1.8
เมทิลออเรนจ์	2.8-3.8
คองโกเรด	2.8-4.8
เมทิลเรด	3.8-6.1
โบรโมไทมอลบลู	6.0-7.9
ลิตมัส	5.0-8.1
ฟีนอลเรด	6.8-8.6
ครีซอลเรด	7.0-9.1
ไทมอลบลู	0.5-1.8 และ 7.6-9.2
ฟีนอล์ฟทาลีน	8.0-9.6
ไทมอลทาลีน	10.2-11.7
โทรฟิโอลีนโอ	11.1-12.6

จงเลือกอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดในการไทเทรตระหว่างสารละลาย 0.1 โมล/ลิตร HCN จำนวน 50 cm³ กับ 0.1 โมล/ลิตร จำนวน 50 cm³ กำหนดค่า K_a ของกรด HCN = 7.2 × 10⁻¹⁰ ที่ 25 °C และ log 8.4 = 0.92

วิธีทำ



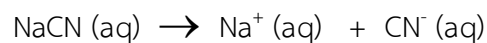
$$\text{เพราะฉะนั้นจำนวนโมลของ HCN} = \frac{0.1 \times 50}{1000} = 5 \times 10^{-3} \text{ โมล}$$

$$\text{เพราะฉะนั้นจำนวนโมลของ NaOH} = \frac{0.1 \times 50}{1000} = 5 \times 10^{-3} \text{ โมล}$$

ดังนั้นสารละลายทั้งสองทำปฏิกิริยากันพอดีด้วยจำนวนโมลเท่ากันได้ผลิตภัณฑ์เป็น NaCN = 5 × 10⁻³ โมล ในปริมาตร 50 + 50 = 100 cm³

$$\text{เพราะฉะนั้น [NaCN]} = \frac{1000}{100} \times 5 \times 10^{-3} = 0.05 \text{ โมล/ลิตร}$$

NaCN แตกตัวได้ 100 % ดังนี้



$$0.05 \qquad \qquad 0.05 \qquad \qquad 0.05 \text{ โมล/ลิตร}$$



ความเข้มข้นเริ่มต้น	0.05	0	0
ความเข้มข้นที่เปลี่ยนไป	-x	+x	+x
ความเข้มข้นที่ภาวะสมดุล	0.05-x	x	x

$$K_h = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{7.2 \times 10^{-10}} = \frac{[\text{HCN}][\text{OH}^-]}{[\text{CN}^-]}$$

$$1.4 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0.05 - x}$$

$$1.4 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0.05} \quad (\because x \text{ มีค่าน้อยมาก } 0.05 - x \approx 0.05)$$

$$x = 8.4 \times 10^{-4} = [\text{OH}^-]$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log[8.4 \times 10^{-4}] = -0.92 + 4 = 3.08$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 3.08 = 10.92$$

เนื่องจาก pH ของสารละลายหลังไทเทรตเท่ากับ 10.92 ดังนั้นจะต้องเลือกใช้อินดิเคเตอร์ไทมอลทาลีน ซึ่งมีช่วงการเปลี่ยนแปลง pH อยู่ระหว่าง 10.2-11.7 จึงจะเหมาะสมที่สุด

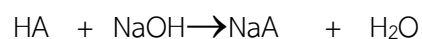
ตัวอย่างที่ 2 นำสารละลาย HA ซึ่งเป็นกรดอ่อนชนิดหนึ่งปริมาตร 50.00 cm³ ไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน NaOH เข้มข้น 0.15 โมล/ลิตร พบว่าเมื่อเติม NaOH ลงไป 12.00 cm³ จะทำให้สารละลายที่ได้มี pH 7 และเมื่อเติม NaOH ลงไป 16.00 cm³ จะถึงจุดยุติพอดี สารละลายกรด HA มีความเข้มข้นเริ่มต้นเท่าใด และการไทเทรตกรด-เบสนี้ควรใช้อินดิเคเตอร์ชนิดใด (กำหนด K_a ของกรดอ่อน HA = 1.7 × 10⁻⁶) กำหนดให้

อินดิเคเตอร์	ช่วง pH
เมทิลออเรนจ์	2.1-4.4
เมทิลเรด	4.2-6.2
โบรโมไทมอลบลู	6.0-7.8
ฟีนอล์ฟทาลีน	8.3-10

วิธีทำ

$$\text{ที่จุดยุติจำนวนโมล NaOH} = 0.1500 \times \frac{16.00}{1000} \text{ mol}$$

$$\text{สมมติความเข้มข้นเริ่มต้นของ HA} = X \text{ โมล/ลิตร}$$



$$\text{จำนวนโมล HA : NaOH} = 1 : 1$$

$$\text{เพราะฉะนั้นจำนวนโมล HA} = 0.1500 \times \frac{16.00}{1000} \text{ ด้วย}$$

$$= X \left(\frac{50}{1000} \right)$$

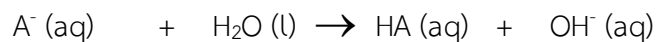
$$X \left(\frac{50}{1000} \right) = 0.1500 \times \frac{16.00}{1000}$$

$$X = 0.048$$

ความเข้มข้นเริ่มต้น = 0.048 โมล/ลิตร

เพราะฉะนั้นความเข้มข้นของ NaA = 0.048 โมล/ลิตร

การไทเทรตกรดอ่อนกับเบสแก่ที่จุดยุติ มี NaA ซึ่งแตกตัวให้ A^-



ความเข้มข้นเริ่มต้น	0.048	0	0
ความเข้มข้นที่เปลี่ยนไป	-x	+x	+x
ความเข้มข้นที่ภาวะสมดุล	0.048-x	x	x

$$K_h = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.7 \times 10^{-6}} = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]}$$

$$5.88 \times 10^{-9} = \frac{x^2}{0.048 - x}$$

$$1.4 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0.05} \quad (\because x \text{ มีค่าน้อยมาก } 0.048 - x \approx 0.048)$$

$$x = 1.68 \times 10^{-5} = [OH^-]$$

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log[1.68 \times 10^{-5}] = 4.77$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 4.77 = 9.22$$

ดังนั้น ควรใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์

2. การประยุกต์การไทเทรตกรด-เบสเพื่อหาปริมาณสารในชีวิตประจำวัน

การไทเทรตกรด-เบส ใช้ประยุกต์หาปริมาณสารที่เป็นสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ และสารชีวโมเลกุลได้ ตัวอย่าง การประยุกต์ใช้ ได้แก่ การหาปริมาณกรดอ่อนในน้ำส้ม น้ำมะนาว และในไวน์ การหาปริมาณเบส $Mg(OH)_2$, MgO ในยาลดกรด หรือการหาปริมาณโปรตีนในอาหาร

- การหาปริมาณกรดอ่อนในน้ำส้ม ทำได้โดยการปิเปตต์น้ำส้มเจือจางด้วยน้ำกลั่นประมาณ 5 เท่า แล้วไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน NaOH เข้มข้น 0.1000 M โดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ ไทเทรตจนสารละลายเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพู แล้วคำนวณหาร้อยละของกรดแอสซิติค (CH_3COOH) โดยมวลต่อปริมาตร

- การหาปริมาณกรดอ่อนในมะนาวและในไวน์ ก็ทำได้โดยวิธีเดียวกับการหาปริมาณกรดแอสซิติคในน้ำส้ม การรายงานผล จะรายงานเป็นร้อยละของกรดแอสซิติค (ในน้ำมะนาว) และกรดทาร์ทาริก (ในไวน์)

- การหาปริมาณ $Mg(OH)_2$ ก็ทำได้โดยการไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโดยตรง เช่น ไทเทรตกับกรด HCl สำหรับการหาปริมาณ MgO จะต้องเปลี่ยนให้เป็น $Mg(OH)_2$ โดยใช้เบส แล้วค่อยไทเทรตกับสารละลายกรดมาตรฐาน

- การหาปริมาณโปรตีนในอาหาร ต้องใช้วิธีทางอ้อมในการวิเคราะห์ โดยการหาปริมาณไนโตรเจนที่อยู่ในเอมีน ซึ่งเป็นกรดอะมิโนในโปรตีน การหาปริมาณไนโตรเจนนี้ทำได้โดยการเปลี่ยนไนโตรเจนให้อยู่ในรูปของ NH_3 แล้วไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน

- วิธีการวิเคราะห์ เริ่มจากการย่อยสลายสารอาหารตัวอย่างด้วยกรด จากนั้นก็กลั่นเอา NH_3 ออกจากสารละลายที่ย่อยสลายแล้ว NH_3 ที่กลั่นออกมาจะถูกผสมกับกรดมาตรฐาน HCl ที่มากเกินไป แล้วจึงไทเทรตกรดที่เหลือด้วยสารละลายเบส NaOH มาตรฐาน วิธีการไทเทรตแบบนี้เรียกว่า Back-titration

- การหาปริมาณสารลดกรดในยาลดกรดบางชนิด

การหาปริมาณสารลดกรดในยาลดกรดบางชนิด ทำได้โดยการนำยาลดกรดมาบดให้ละเอียด แล้วชั่งประมาณ 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 20 cm^3 ในปิกรอร์ขนาด 100 cm^3 เติมกรด HCl เข้มข้น 1.0 mol/dm^3 ครึ่งละ 1 cm^3 เขย่าจนไม่มีฟองก๊าซเกิดขึ้น เติม HCl ลงไปอีก 1 cm^3 เขย่า บันทึกปริมาตร HCl ที่ใช้ทั้งหมด จากนั้นอุ่นสารละลายให้ร้อน 1 นาที กรองแล้วล้างด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย ของเหลวที่กรองได้ใส่ขวดเชิงปริมาตรขนาด 100 cm^3 ปรับด้วยน้ำกลั่น จนรวมปริมาตร 100 cm^3 ปิเปตต์สารละลายที่กรองได้ 10 cm^3 แล้วไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน NaOH 0.1 โมล/ลิตร ใช้เมทิลออเรนจ์เป็นอินดิเคเตอร์ บันทึกปริมาตร NaOH แล้วคำนวณปริมาณร้อยละของ CaCO_3 ในยาลดกรด โดยมวล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม (ว30223)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 กรด-เบส

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ย่อย สารละลายบัฟเฟอร์

จำนวน 2 คาบ (110 นาที)

ผู้สอน ครูศุขราภรณ์ สุวรรณ

ภาคเรียนที่ 2

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายความหมายสารละลายบัฟเฟอร์การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายบัฟเฟอร์เมื่อเติมกรดหรือเบสลงไปได้

2. สาระสำคัญ

สารละลายบัฟเฟอร์ หมายถึง สารละลายของกรดอ่อนกับเกลือของกรดอ่อนหรือคู่เบสของกรดอ่อนหรือสารละลายของเบสอ่อนกับเกลือของเบสอ่อน หรือคู่กรดของเบสอ่อนนั้นสมบัติของสารละลายบัฟเฟอร์ คือ สามารถรักษาสภาพ pH ของสารละลายเอาไว้โดยจะเกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อเติมกรดแก่หรือเบสแก่จำนวนเล็กน้อยลงไป ระบบบัฟเฟอร์มีทั้งในธรรมชาติและในสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

3.1 บอกส่วนประกอบของสารละลายบัฟเฟอร์(K)

3.2 อธิบายสมบัติของสารละลายบัฟเฟอร์ได้ (K)

3.3 ทำการทดลองเพื่อศึกษา pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ เมื่อเติมกรดหรือเบสลงไปเพียงเล็กน้อยได้ (P)

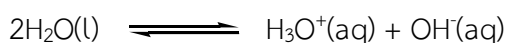
3.4 สร้างแบบจำลองและสร้างข้อโต้แย้งเพื่ออธิบาย pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ เมื่อเติมกรดหรือเบสลงไปเพียงเล็กน้อยได้ (P)

3.5 มีความรับผิดชอบในการทำงานและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้ (A)

4. สารละลายบัฟเฟอร์

4.1 สารละลายบัฟเฟอร์(buffer solution) หมายถึงสารละลายของกรดอ่อนกับเกลือของกรดอ่อนหรือคู่เบสของกรดอ่อนหรือสารละลายของเบสอ่อนกับเกลือของเบสอ่อน หรือคู่กรดของเบสอ่อนนั้นสมบัติของสารละลายบัฟเฟอร์ คือ สามารถรักษาสภาพ pH ของสารละลายเอาไว้โดยจะเกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อเติมกรดแก่หรือเบสแก่จำนวนเล็กน้อยลงไป

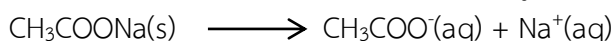
น้ำบริสุทธิ์ที่ 25 องศาเซลเซียส จะแตกตัวให้ไฮโดรเนียมไอออน และไฮดรอกไซด์ไอออนในปริมาณที่เท่ากันคือคือ $1.0 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$ การเติมกรดหรือเบสลงในน้ำทำให้สมดุลถูกรบกวนตามหลักของเลอชาเตอลิเอร์ และทำให้ pH ของน้ำนั้นเปลี่ยนไป



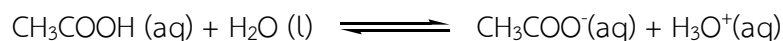
ในขณะที่สารละลายบัฟเฟอร์มีโมเลกุลของกรดแอซีติกและโซเดียมแอซีเตตผสมอยู่ซึ่งกรดแอซีติกเป็นกรดอ่อนที่แตกตัวให้ CH_3COO^- และ H_3O^+ จำนวนหนึ่ง แต่โมเลกุลส่วนใหญ่ยังเป็น CH_3COOH ดังสมการ



โซเดียมแอซีเตตนั้นสามารถแตกตัวได้ทั้งหมดจึงมี Na^+ และมี CH_3COO^- อยู่เป็นจำนวนมาก



เมื่อนำสารละลายกรดแอซีติกและโซเดียมแอซีเตตมาผสมกัน ในสารละลายจึงมีโมเลกุลของกรดแอซีติกกับแอซีเตตไอออนอยู่ในภาวะสมดุล ดังสมการ (ไม่นำ Na^+ มาคิดรวมด้วยเนื่องจากไม่เกิดไฮโดรลิซิส จึงไม่มีผลต่อ pH) ในสารละลายผสมของกรดแอซีติกและโซเดียมแอซีเตตซึ่งเป็นบัฟเฟอร์ มีคู่กรด-เบสที่ช่วยควบคุมคือ $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$



ดังนั้นเมื่อเติมกรด เช่น HCl ลงไปเล็กน้อย ตามหลักการของเลอชาเตอลิเอร์ ระบบจะกำจัด H^+ ที่เพิ่มขึ้นมา โดยที่ CH_3COO^- จะรวมตัวกับ H^+ และเกิดเป็น CH_3COOH ทำให้ความเข้มข้นของ H_3O^+ มีค่าคงที่หรือเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ค่า pH คงที่หรือเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย เช่นเดียวกับการเติมเบส เช่น NaOH ลงไป CH_3COOH จะให้โปรตอนแก่ OH^- จาก NaOH และได้ CH_3COO^- และน้ำ ดังนั้นความเข้มข้นโดยรวมของ H_3O^+ มีค่าเท่าเดิมหรือเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จึงเห็นได้ว่ากรดที่เติมลงไปในบัฟเฟอร์ถูกกำจัดด้วยคู่เบส และเบสที่เติมลงไปในบัฟเฟอร์ถูกกำจัดด้วยคู่กรดนอกจากสารละลายบัฟเฟอร์ที่เป็นสารละลายผสมระหว่างกรดอ่อนกับเกลือของกรดอ่อนแล้ว ยังมีบัฟเฟอร์ที่เกิดจากสารละลายผสมระหว่างเบสอ่อนกับเกลือของเบสอ่อน เช่น สารละลาย NH_3 ผสมกับ $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq})$

4.2 ชนิดของบัฟเฟอร์ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

4.2.1 บัฟเฟอร์กรดคือ บัฟเฟอร์ที่เกิดจากกรดอ่อนกับเกลือของกรดอ่อน $\text{pH} < 7$

4.2.1 บัฟเฟอร์เบส คือบัฟเฟอร์ที่เกิดจากเบสอ่อนกับเกลือของเบสอ่อน $\text{pH} > 7$

4.3 สารละลายบัฟเฟอร์ในธรรมชาติ

น้ำทะเล เป็นบัฟเฟอร์ที่มีองค์ประกอบซับซ้อนมาก สารและไอออนที่มีบทบาทสำคัญในการควบคุม pH ของน้ำทะเลได้แก่กรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) ไฮโดรเจนคาร์บอเนต ไอออน (HCO_3^-) และคาร์บอเนตไอออน (CO_3^{2-})

4.4 สารละลายบัฟเฟอร์ในสิ่งมีชีวิต

4.4.1 ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ $\text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-}$ จะเกี่ยวข้องกับการทำงานของไต เมื่อเราออกกำลังกายนาน ๆ จะมีกรดเกิดขึ้นทำให้ pH ของ เลือดเปลี่ยนไป ระบบบัฟเฟอร์ $\text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-}$ ในเลือดจะเข้าทำปฏิกิริยาเพื่อลดความเข้มข้นของกรดได้ H_2PO_4^- จะถูกกำจัดออกมาทางปัสสาวะ

4.4.2 ระบบ $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ จะควบคุม pH ของพลาสมาในเลือดให้มีค่าอยู่ระหว่าง 7.35-7.45

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้:การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model based inquiry: MBI)

5.1 ขั้นก่อนการจัดการเรียนรู้: การจัดเตรียมพารามิเตอร์ (Setting the general parameters)

5.1.1 ผลการเรียนรู้

ต้องการให้นักเรียนศึกษาความหมายสารละลายบัฟเฟอร์การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายบัฟเฟอร์เมื่อเติมกรดหรือเบสลงไปได้

5.1.2 ขอบข่ายมโนคติ

สารละลายบัฟเฟอร์(buffer solution) หมายถึงสารละลายของกรดอ่อนกับเกลือของกรดอ่อนหรือคู่เบสของกรดอ่อนหรือสารละลายของเบสอ่อนกับเกลือของเบสอ่อน หรือคู่กรดของเบสอ่อนนั้นสมบัติของสารละลายบัฟเฟอร์ คือ สามารถรักษาสภาพ pH ของสารละลายเอาไว้โดยจะเกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อเติมกรดแก่หรือเบสแก่จำนวนเล็กน้อยลงไป

5.1.3 ปรากฏการณ์(Phenomenon)

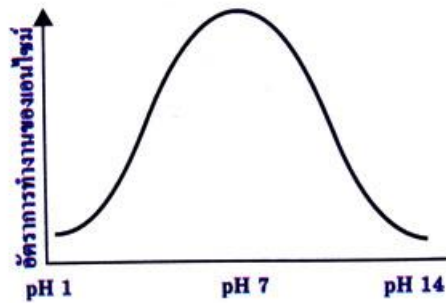
การทำงานของอวัยวะต่างๆในร่างกายมนุษย์ เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ ซึ่งอาศัยกระบวนการควบคุมหลายอย่าง เช่น การควบคุมค่า pH ของระบบเลือดในร่างกายโดยถ้า pH เปลี่ยนแปลงจะทำให้ระบบเลือดในร่างกายทำงานผิดปกติดังนั้นในร่างกายจึงมีระบบหนึ่งที่คอยควบคุมการเปลี่ยนแปลงค่า pH ให้อยู่ที่ประมาณ 7.35-7.45 และทนต่อการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีกรดหรือเบสเข้ามาในระบบ ปริมาณน้อยๆนั้นคือระบบบัฟเฟอร์ในร่างกาย

5.2 ขั้นการจัดการเรียนรู้

5.2.1 การรวบรวมสิ่งที่นักเรียนรู้และสิ่งที่นักเรียนต้องการเรียนรู้ (Organizing what we know and what we want to know): 20 นาที

1) ครูนำเสนอข้อมูลในเรื่องของสำคัญของค่า pH ในร่างกาย และถามคำถามเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมดังนี้

“ปฏิกิริยาเคมีเกือบทั้งหมดที่เกิดขึ้นในร่างกายของเราถูกควบคุมโดยเอนไซม์โดยเอนไซม์แต่ละชนิดจะทำงานได้ในสภาวะแวดล้อมที่ต่างกัน จากการศึกษาอัตราจากการทำงานของเอนไซม์ชนิดหนึ่งของร่างกายพบว่าระดับความเป็นกรด-เบสมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ดังกล่าว”



ภาพกราฟแสดงอัตราการทำงานของเอนไซม์ชนิดหนึ่งที่มีค่า pH ต่างๆ

(ที่มา: <http://www.vcharkarn.com/lesson/view.php?id=1047>)

2) ให้นักเรียนอธิบายอัตราการทำงานของเอนไซม์นี้ที่ pH ต่างๆ

(แนวคำตอบ: ประสิทธิภาพในการทำงานของเอนไซม์จะสูงในค่า pH ที่เหมาะสมช่วงหนึ่ง จะดีมากในช่วง pH ใกล้เคียงกับ 7 กับค่า pH สูงหรือต่ำเกินไปประสิทธิภาพของเอนไซม์จะลดลง)

- นักเรียนคิดว่าการเปลี่ยนแปลงค่า pH ภายในร่างกายมีผลต่อร่างกายหรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ: มีผล ทำให้ระบบต่างๆ ของร่างกายทำงานผิดปกติ)

- นักเรียนคิดว่าการเปลี่ยนแปลงค่า pH ภายในร่างกาย มีผลมาจากสิ่งใดได้บ้าง

(แนวคำตอบ: การกินอาหาร การออกกำลังกาย)

- เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง pH ในร่างกาย นักเรียนคิดว่าในร่างกายมีระบบที่ทำหน้าที่ควบคุมค่า pH ในร่างกายหรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ: มี เหตุผลตามแนวคิดของนักเรียน)

- ครูชี้แจงว่าเนื่องจากในการพิสูจน์ว่าในร่างกายของมนุษย์มีระบบที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงค่า pH หรือไม่นั้นทำได้ยาก ในวันนี้จึงจะทำการทดสอบการควบคุมค่า pH ของสารละลายบางชนิดว่าสามารถทำได้หรือไม่ อย่างไร

2) ครูระบุปัญหาเพื่อนำเข้าสู่การทดลองเรื่อง การเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายบางชนิด ดังนี้

- ถ้านำน้ำกลั่น สารละลายผสมของกรดแอสติกกับโซเดียมแอสเตต และน้ำมะพร้าวสด มาหยดด้วยยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ แล้วแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 นำมาหยดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก และส่วนที่ 2 หยดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ นักเรียนคิดว่าสารละลายจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ทั้งก่อนและหลังหยดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

3) ครูเพิ่มเติมข้อมูลความสัมพันธ์การเปลี่ยนสีของยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์กับค่า pH ต่างๆ ตามตาราง

pH สารละลาย	สี
3	แดง
4	ส้มแดง
5	ส้ม
6	ส้มเหลือง
7	เหลืองเขียว
8	เขียว
9	น้ำเงินเขียว
10	ม่วง
11	ม่วงแดง

ตาราง แสดงการเปลี่ยนสีของยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์

(ที่มา: <http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/acid-base/C8.HTM>)

4) ครูให้นักเรียนวาดแผนภาพและเขียนอธิบายแสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสารละลายที่กำหนดให้ ก่อนและหลังการหยดสารละลายกรดไฮโดรคลอริก และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ลงในแบบบันทึกการสร้างแบบจำลอง

5) หลังจากที่ทำทุกกลุ่มทำการสร้างแบบจำลองก่อนการทดลองเสร็จ ครูสุ่มตัวแทนกลุ่ม 2 กลุ่มออกมา นำเสนอแบบจำลองก่อนการทดลองของตนเอง

6) ครูถามนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงระหว่างแบบจำลองก่อนการทดลองที่นักเรียนสร้างขึ้นกับวัตถุประสงค์การทดลองที่จะทำในวันนี้ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าจากแบบจำลองก่อนการทดลองเรื่อง การเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายบางชนิดมีวัตถุประสงค์เพื่ออะไร

(แนวคำตอบ: เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายบางชนิด เมื่อเติมกรดหรือเบสลงไป)

5.2.2 การตั้งสมมติฐานที่สามารถทดสอบได้ (Generating testable hypothesis): 10 นาที

1) จากตัวอย่างแบบจำลองครูอธิบายเกี่ยวกับตัวแปรต้นตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมดังนี้

ตัวแปรต้นหมายถึงสิ่งที่เราต้องการศึกษาหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ

ตัวแปรตามหมายถึงผลที่เกิดจากการกระทำของตัวแปรต้น

ตัวแปรควบคุมหมายถึงสิ่งที้นอกเหนือจากตัวแปรต้นซึ่งอาจมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามจึงต้องทำการควบคุมให้เท่าๆกัน

2) นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการกำหนดตัวแปรจากแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้น โดยครูใช้คำถามดังนี้

- ถ้าพิจารณาจากแบบจำลองนักเรียนคิดว่า ตัวแปรต้น คืออะไร

(แนวคำตอบ : จำนวนหยดของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์)

- ถ้าพิจารณาจากแบบจำลองนักเรียนคิดว่า ตัวแปรตาม คืออะไร

(แนวคำตอบ : การเปลี่ยนสีของยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์(pH ของสารละลาย)

- ถ้าพิจารณาจากแบบจำลองนักเรียนคิดว่า ตัวแปรควบคุม คืออะไร

(แนวคำตอบ : ความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้นของสารละลาย

โซเดียมไฮดรอกไซด์, ปริมาตรของน้ำกลั่น ปริมาตรของสารละลายผสมของกรดแอซิดิกกับโซเดียมแอซเตต และ ปริมาตรของน้ำมะพร้าว, จำนวนหยดของยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์)

3) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตั้งสมมติฐานสำหรับการทดลองเรื่อง การเปลี่ยนแปลง pH ของ สารละลายบางชนิดโดยใช้รูปแบบการตั้งสมมติฐาน ดังนี้

“ถ้า[ความสัมพันธ์จากแบบจำลองของนักเรียน], ดังนั้นเมื่อ[สังเกตหรือทดสอบภายใต้เงื่อนไข/สภาวะ เหล่านี้] ควรจะสังเกตพบ[ผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น]”

- แนวทางการตั้งสมมติฐาน

(- ถ้าน้ำกลั่น สารละลายผสมของกรดแอซิดิกกับโซเดียมแอซเตต และน้ำมะพร้าว มีสมบัติทนต่อการ เปลี่ยนแปลงค่า pH ดังนั้นเมื่อนำสารละลายทั้ง 3 ชนิด มาหยดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกและสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ ควรสังเกตพบว่า สีของสารละลายไม่เปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

4) ครูสุ่มให้นักเรียน 2กลุ่ม นำเสนอสมมติฐานการทดลอง

5.2.3 การค้นหาหลักฐาน(Seeking evidence: 25 นาที)

1) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนและออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานของกลุ่ม โดยครู กำหนดอุปกรณ์และสารเคมีมาให้ และบันทึกวิธีการทดลองลงในแบบบันทึกผลการทดลอง โดยครูใช้คำถามเพื่อ เป็นแนวทาง ดังนี้

- ถ้านักเรียนต้องการตรวจสอบสมมติฐานของกลุ่ม นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไรโดยใช้อุปกรณ์ และสารเคมีที่ครูกำหนดให้ ให้นักเรียนวาดภาพ/แผนผังคำอธิบายสั้นๆ เพื่อแสดงลำดับในการทำการทดลองลงใน แบบบันทึกผลการทดลอง

(วิธีการทดลอง: 1. ใช้หลอดทดลองขนาดกลาง 6 หลอด

2. - หลอดที่ 1 และ 2 ใส่ น้ำกลั่นหลอดละ 4 cm³

- หลอดที่ 3 และ 4 ใส่สารละลายผสมของกรดแอซิดิกเข้มข้น 0.3 mol/dm³ 2 cm³ และโซเดียมแอซเตต 0.3 mol/dm³ 2 cm³ ลงไปทั้ง 2 หลอด

- หลอดที่ 5และ 6 น้ำมะพร้าวสด 8 cm³

3. หยดสารละลายยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ลงไปทุกหลอด หลอดละ 2-3 หยด สังเกตสีของ สารละลายในแต่ละหลอด

4. - หลอดที่ 1, 3 และ 5 หยดสารละลายHCl0.1 mol/dm³ จำนวน1 หยด

- หลอดที่ 2, 4 และ 6 หยดสารละลายNaOH0.1 mol/dm³จำนวน1 หยด

5. สังเกตการเปลี่ยนสีของสารละลายแต่ละหลอดและบันทึกผล)

2) ครูชี้แจงข้อควรระวังและคำแนะนำเพิ่มเติมในการทำการทดลอง ดังนี้

- เตรียมหลอดทดลองของสารชนิดละ 2 หลอด

- ใช้น้ำกลั่นหลอดละ 4 cm³

- การเตรียมสารละลายผสม ใช้กรดแอสติกเข้มข้น 0.3 mol/dm^3 2 cm^3 และโซเดียมแอสเตต 0.3 mol/dm^3 2 cm^3 ผสมในหลอด

- สารละลายยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ที่ใช้ คือ 2-3 หยดต่อหลอดทดลอง 1 หลอด

- สารละลาย NaOH 0.1 mol/dm^3 จำนวน 1 หยดต่อหลอดทดลอง 1 หลอด

- สารละลาย HCl 0.1 mol/dm^3 จำนวน 1 หยดต่อหลอดทดลอง 1 หลอด

3) ครูให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มรับอุปกรณ์การทดลอง และลงมือปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ และบันทึกผลการทดลองลงในแบบบันทึกผลการทดลองเรื่องการเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายบางชนิด

4) ครูให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน (ใช้โปรเจคเตอร์ในการนำเสนอ)

5) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแลกเปลี่ยนข้อมูลและผลการทดลองกับเพื่อนกลุ่มอื่นๆ แล้วบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการทดลองที่สร้างขึ้น โดยครูใช้คำถามดังนี้

- ผลการทดลองของกลุ่มนักเรียน แตกต่างจากกลุ่มของเพื่อนหรือไม่ อย่างไร

6) ให้นักเรียนตอบคำถามท้ายการทดลอง เพื่อนำเข้าสู่การสรุปและอภิปรายผลการทดลอง ดังนี้

- เมื่อเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์หรือกรดไฮโดรคลอริกจำนวน 1 หยด ลงในสารละลายทั้ง 3 ชนิด สารละลายเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(แนวคำตอบ: - เมื่อเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ สีของน้ำกลั่นจะเป็นสีม่วง แต่เมื่อเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกจะเปลี่ยนเป็นสีชมพู

- เมื่อเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และสารละลายกรดไฮโดรคลอริกในสารละลายผสมของกรดแอสติกกับโซเดียมแอสเตตและน้ำมะพร้าวสด พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง)

- เมื่อเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์หรือกรดไฮโดรคลอริกมากกว่า 1 หยด ลงในสารละลายทั้ง 3 ชนิด สารละลายเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(แนวคำตอบ: -เมื่อเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในน้ำ สีของน้ำกลั่นจะเป็นสีชมพู แต่เมื่อเติมกรดไฮโดรคลอริก สีของน้ำกลั่นจะเป็นสีแดง

- เมื่อเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ลงในสารละลายผสมของกรดแอสติกกับโซเดียมแอสเตตจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองแต่เมื่อเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกลงในสารละลายผสมของกรดแอสติกกับโซเดียมแอสเตตจะเปลี่ยนจะเป็นสีชมพูเข้ม

- เมื่อเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ลงในน้ำมะพร้าวสดจะเป็นสีฟ้าอ่อน เมื่อเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกลงในน้ำมะพร้าวสดน้ำมะพร้าวสดจะเป็นสีชมพู

7) ครูให้นักเรียนสรุปผลการทดลองเป็นของกลุ่ม

8) ครูสุ่มให้นักเรียน 2 กลุ่ม นำเสนอการสรุปผลการทดลอง

9) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปและอภิปรายผลการทดลองของชั้นเรียน ในประเด็นต่อไปนี้

- เมื่อเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และกรดไฮโดรคลอริกลงในสารละลายตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด pH ของสารละลายเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ทราบได้อย่างไร

(แนวคำตอบ: การเติมกรดหรือเบส ในน้ำกลั่นเพียง 1 หยด จะทำให้ pH ของน้ำกลั่นมีการเปลี่ยนแปลงทราบได้จากการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ แต่การเติมกรดหรือเบส 1 หยด pH ลงในสารละลายผสมของกรดแอซิดิกกับโซเดียมแอสเตตและน้ำมะพร้าวสดไม่เปลี่ยนแปลง สังเกตจากสีของอินดิเคเตอร์ที่ไม่เปลี่ยนแปลง (แต่ถ้าเติมกรดหรือเบสเป็นจำนวนมาก จะทำให้ pH ของสารละลายเปลี่ยนแปลงได้)

- สารละลายผสมของกรดแอซิดิกกับโซเดียมแอสเตตและน้ำมะพร้าวสดมีสมบัติอย่างไร

(แนวคำตอบ: จากการทดลองพบว่า เมื่อใช้ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์หยดลงในสารละลายผสมของกรดแอซิดิกกับโซเดียมแอสเตตและน้ำมะพร้าวสดยังคงเป็นสีชมพูและสีเหลืองเหมือนเดิม ทั้งๆที่เติม NaOH และ HCl ลงไป แสดงว่า pH ของสารละลายไม่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณของกรดและเบสที่เติมลงไปเพราะถ้าใส่ NaOH หรือ HCl จะทำให้ pH สูงขึ้นหรือต่ำลง สีของสารละลายต้องเปลี่ยนแปลง แต่จากการสังเกตพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง แสดงว่าสารละลายผสมของกรดแอซิดิกกับโซเดียมแอสเตตและน้ำมะพร้าวสด สามารถควบคุม pH ไว้ได้เมื่อหยดกรดหรือเบสลงไปเล็กน้อย)

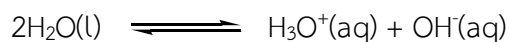
ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า สารละลายที่มีสมบัติเช่นนี้ เรียกว่า สารละลายบัฟเฟอร์

- น้ำมะพร้าวสดสามารถควบคุมการเปลี่ยนแปลง pH ได้ดีเพียงใดเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำกลั่น และสารละลายผสมของกรดแอซิดิกกับโซเดียมแอสเตต

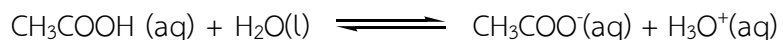
(แนวคำตอบ: น้ำมะพร้าวสามารถควบคุมค่า pH ได้เช่นเดียวกับสารละลายผสมของกรดแอซิดิกกับโซเดียมแอสเตต แสดงว่าน้ำมะพร้าวสดมีสมบัติเป็นบัฟเฟอร์)

ครูอธิบายเหตุผลเพิ่มเติมที่สารละลายผสมกรดแอซิดิกกับโซเดียมแอสเตตในน้ำสามารถควบคุม pH ไว้ได้เมื่อเติมกรดหรือเบสลงไปเล็กน้อย พร้อมยกตัวอย่างสารละลายบัฟเฟอร์คู่อื่นๆ ดังนี้

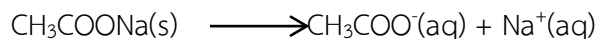
น้ำบริสุทธิ์ที่ 25 องศาเซลเซียส จะแตกตัวให้ไฮโดรเนียมไอออน และไฮดรอกไซด์ไอออนในปริมาณที่เท่ากันคือ $1.0 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$ การเติมกรดหรือเบสลงในน้ำทำให้สมดุลถูกรบกวนตามหลักของเลอชาเตอลิเยร์ และทำให้ pH ของน้ำนั้นเปลี่ยนไป



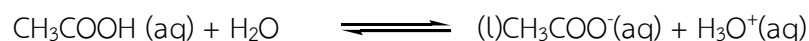
ในขณะที่สารละลายบัฟเฟอร์มีโมเลกุลของกรดแอซิดิกและโซเดียมแอสเตตผสมอยู่ซึ่งกรดแอซิดิกเป็นกรดอ่อนที่แตกตัวให้ CH_3COO^- และ H_3O^+ จำนวนหนึ่ง แต่โมเลกุลส่วนใหญ่ยังเป็น CH_3COOH ดังสมการ



โซเดียมแอสเตตนั้นสามารถแตกตัวได้ทั้งหมดจึงมี Na^+ และมี CH_3COO^- อยู่เป็นจำนวนมาก



เมื่อนำสารละลายกรดแอซิดิกและโซเดียมแอสเตตมาผสมกัน ในสารละลายจึงมีโมเลกุลของกรดแอซิดิกกับแอสเตตไอออนอยู่ในภาวะสมดุล ดังสมการ (ไม่นำ Na^+ มาพิจารณาด้วยเนื่องจากไม่เกิดไฮโดรลิซิส จึงไม่มีผลต่อ pH) ในสารละลายผสมของกรดแอซิดิกและโซเดียมแอสเตตซึ่งเป็นบัฟเฟอร์ มีคู่กรด-เบสที่ช่วยควบคุมคือ $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$



ดังนั้นเมื่อเติมกรด เช่น HCl ลงไปเล็กน้อย ตามหลักการของเลอชาเตอลิเยร์ ระบบจะกำจัด H^+ ที่เพิ่มขึ้นมาโดยที่ CH_3COO^- จะรวมตัวกับ H^+ และเกิดเป็น CH_3COOH ทำให้ความเข้มข้นของ H_3O^+ มีค่าคงที่หรือเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ค่า pH คงที่หรือเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย เช่นเดียวกับการเติมเบส เช่น NaOH ลงไป CH_3COOH จะให้

โปรตอนแก่ OH^- จาก NaOH และได้ CH_3COO^- และน้ำ ดังนั้นความเข้มข้นโดยรวมของ H_3O^+ มีค่าเท่าเดิมหรือเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จึงเห็นได้ว่ากรดที่เติมลงไปในบัฟเฟอร์ถูกกำจัดด้วยคู่เบส และเบสที่เติมลงไปในบัฟเฟอร์ถูกกำจัดด้วยคู่กรด นอกจากสารละลายบัฟเฟอร์ที่เป็นสารละลายผสมระหว่างกรดอ่อนกับเกลือของกรดอ่อนแล้ว ยังมีบัฟเฟอร์ที่เกิดจากสารละลายผสมระหว่างเบสอ่อนกับเกลือของเบสอ่อน เช่น สารละลาย NH_3 ผสมกับ NH_4Cl (aq)

ครูและนักเรียนอภิปรายต่อในเรื่องบัฟเฟอร์ในธรรมชาติ เช่น ระบบบัฟเฟอร์ในน้ำทะเล และระบบบัฟเฟอร์ในร่างกายมนุษย์ ตามรายละเอียดในหนังสือเรียนเคมี เล่ม 3 หน้า 153-154 และเพิ่มเติมในเรื่องของการเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์กรดและบัฟเฟอร์เบส พร้อมยกตัวอย่าง

5.2.4 การสร้างข้อโต้แย้ง (Constructing an argument): 55 นาที

1) ครูใช้คำถามนำการโต้แย้งจากกิจกรรมการทดลอง โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- ข้อมูลที่นักเรียนเก็บรวบรวมได้จากการทดลองมีความสอดคล้องกับสมมติฐานก่อนการทดลองหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ: สอดคล้อง/ไม่สอดคล้องกับ สมมติฐาน

(- ถ้าน้ำกลั่น สารละลายผสมของกรดแอสติกกับโซเดียมแอสเตต และน้ำมะนาว มีสมบัติทนต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ดังนั้นเมื่อนำสารทั้ง 3 ชนิด มาหยดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ควรสังเกตพบว่า สีของสารละลายเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

2) ถ้าไม่สอดคล้องกับสมมติฐานก่อนการทดลอง ให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันปรับสมมติฐานการทดลอง โดยเขียนสมมติฐานการทดลองที่ปรับแก้แล้วด้วยปากกาสีอื่น ซึ่งแตกต่างจากปากกาสีที่เขียนสมมติฐานก่อนหน้า

3) ครูให้นักเรียนพิจารณาแบบจำลองก่อนการเรียนรู้พร้อมทั้งนำข้อมูลที่นักเรียนเก็บรวบรวมได้จากการทดลองมาใช้ในการปรับแบบจำลองหลังการเรียนรู้

(แนวคำตอบ: นักเรียนนำข้อมูลจากการศึกษามาใช้ในการปรับแบบจำลองหลังการเรียนรู้)

4) ครูนำเสนอแบบจำลองหลังการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยนำแบบจำลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มมาฉายขึ้นจอโปรเจกเตอร์ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดูว่าแบบจำลองของตนเองยังมีส่วนใดที่ไม่สมบูรณ์ โดยให้เวลาในการดูแบบจำลองละ 1 นาที

5) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปแบบจำลองการเรียนรู้ของชั้นเรียน

7) ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่นำมาในขั้นแรก เพื่อนำนักเรียนเข้าสู่การโต้แย้งในเรื่อง การเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายบางชนิด โดยใช้ความรู้ที่ได้จากการเรียนและทำการทดลองในวันนี้ มาตอบคำถาม ลงในแบบฝึกหัดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายบางชนิด

“สมคิดกับสมหมายได้สนทนากันในเรื่องการควบคุม pH ในร่างกายว่า ระบบต่างๆ ของร่างกายจะมีค่า pH เฉพาะที่เหมาะสมกับการทำงานของระบบนั้นๆ เช่นในระบบเลือดจะมีไบคาร์บอเนตบัฟเฟอร์ (H_2CO_3) ทำหน้าที่ควบคุมค่า pH ของเลือดให้อยู่ประมาณ pH 7.4 ซึ่งอาศัยสมดุลระหว่าง H_2CO_3 และ HCO_3^- เนื่องจากสารละลายบัฟเฟอร์เกิดจากกรดอ่อนและเกลือของกรดอ่อนเท่านั้น”

- นักเรียนเห็นด้วยกับสมคิดกับสมหมาย หรือไม่ เพราะอะไร

(แนวคำตอบ: ไม่เห็นด้วยเพราะ สารละลายบัฟเฟอร์ อาจเป็นสารละลายของกรดอ่อนกับเกลือของกรดอ่อนหรือสารละลายของเบสอ่อนกับเกลือของเบสอ่อน)

- นักเรียนจะใช้ข้อมูลใดจากการศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายบางชนิด มาสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

(แนวคำตอบ: แนวคำตอบ: สารละลายน้ำทะเล และ CH_3COOH กับ CH_3COONa เป็นสารละลายบัฟเฟอร์กรด สารละลาย NH_3 กับ NH_4Cl เป็นสารละลายบัฟเฟอร์เบส)

- ถ้ามีเพื่อนคนหนึ่งไม่เห็นด้วยกับเหตุผลของนักเรียนเนื่องจากเขามีเหตุผลอื่น นักเรียนคิดว่าเหตุผลที่เป็นไปได้ของเขาคืออะไร

(แนวคำตอบ: ค่า pH ของสารละลายกรดอ่อนกับเกลือของกรดอ่อนเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเมื่อเติมกรดแก่หรือเบสแก่ปริมาณเล็กน้อยลงไป จึงถือว่าเป็นสารละลายบัฟเฟอร์)

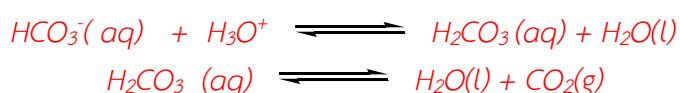
-นักเรียนจะเสนอเหตุผลใดเพิ่มเติมเพื่อชักจูงให้เพื่อนของนักเรียนเห็นด้วยกับเหตุผลของนักเรียน

(แนวคำตอบ: สารละลายบัฟเฟอร์ อาจเป็นสารละลายของกรดอ่อนกับเกลือของกรดอ่อนหรือสารละลายของเบสอ่อนกับเกลือของเบสอ่อนการควบคุมค่า pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ ถ้าเติมกรดลงไปในสารละลาย H^+ จากกรด จะถูกสะเทินด้วยคู่เบส ถ้าเติมเบสลงไป OH^- จากสารละลายเบสจะถูกสะเทินด้วยคู่กรด ดังนั้น สารละลายบัฟเฟอร์จึงมีสมบัติในการรักษาสภาพ pH ของสารละลายเอาไว้โดย pH จะไม่เปลี่ยนแปลงหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อเติมกรดแก่หรือเบสแก่จำนวนเล็กน้อยลงไป)

8) ครูใช้คำถามกับนักเรียน เพื่อเชื่อมโยงปรากฏการณ์เข้ากับการทดลอง ดังนี้

จากการเรียนและการทดลองเรื่อง การเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายบางชนิด ในวันนี้ สามารถนำมาอธิบายการควบคุม pH ของระบบเลือดในร่างกายได้หรือไม่

(แนวคำตอบ: ได้ การควบคุม pH ของระบบเลือด ในร่างกายอาศัยระบบบัฟเฟอร์คือ $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ จะควบคุม pH ของพลาสมาในเลือดให้มีค่าอยู่ที่ 7.3-7.4 เช่นเมื่อออกกำลังกายเป็นเวลานานจะมีกรดชนิดต่างๆ เกิดขึ้น ซึ่งทำให้ pH ของเลือดเปลี่ยนแปลงไป ระบบบัฟเฟอร์ในเลือดก็จะเข้าทำปฏิกิริยาเพื่อลดความเข้มข้นของกรด ดังนี้



แก๊ส CO_2 ที่เกิดขึ้นจะถูกขับออกจากเลือดทางปอด โดยการหายใจออก

9) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่องการเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายบางชนิด ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

6) สื่อและแหล่งการเรียนรู้

6.1 หนังสือเรียนรายวิชาเคมี เพิ่มเติม เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 สสวท.

6.2 แบบฝึกหัด การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายบางชนิด

6.3 Power Point

6.4 แบบบันทึกแบบจำลองการเรียนรู้ เรื่องการเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายบางชนิด

6.5 แบบบันทึกผลการทดลอง เรื่องการเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายบางชนิด

6.6 อุปกรณ์และสารเคมี

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. สารละลายกรดแอสซิติคเข้มข้น 0.3 mol/dm ³	4 cm ³
2. สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 mol/dm ³	25 cm ³
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 mol/dm ³	25 cm ³
4. สารละลายโซเดียมแอสซิติเตตเข้มข้น 0.3 mol/dm ³	4 cm ³
5. ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์	1 cm ³
6. น้ำกลั่น	20cm ³
7. น้ำมันพรัวสด	8cm ³
อุปกรณ์	
1. หลอดทดลองขนาดกลาง	6 หลอด
2. หลอดหยด	2 อัน
3. กระบอกตวงขนาด 10 cm ³	1 ใบ

7. กระบวนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมินผล
1) บอกส่วนประกอบของสารละลายบัฟเฟอร์ได้(K)	- การตรวจแบบทีกการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	- แบบบันทึกการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	- เกณฑ์การผ่านนักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป
2) อธิบายสมบัติของสารละลายบัฟเฟอร์ได้ (K)	- การตอบคำถาม	- คำถามหลังการทดลอง	- เกณฑ์การผ่านนักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป
3) ทำการทดลองเพื่อศึกษา pH ของสารละลายบัฟเฟอร์เมื่อเติมกรดหรือเบสลงไปได้ (P)	- การทำกิจกรรม - การตรวจแบบบันทึกผลการทดลอง	- แบบบันทึกผลการทดลอง - แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง	- เกณฑ์การผ่านอยู่ในระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป
4) สร้างแบบจำลองและสร้างข้อโต้แย้งเพื่ออธิบาย pH ของสารละลายบัฟเฟอร์เมื่อเติมกรดหรือเบสลงไปได้ (P)	- การตรวจแบบจำลอง - การตรวจแบบฝึกหัดท้ายบท	- แบบบันทึกแบบจำลองการเรียนรู้ - แบบบันทึกการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	- ผลงานก่อนและหลังการเรียนรู้มีการพัฒนาขึ้น
5) มีความรับผิดชอบในการทำงานและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้ (A)	- การสังเกตพฤติกรรม	- แบบสังเกตพฤติกรรม	- เกณฑ์การผ่านอยู่ในระดับคุณภาพดี

แบบประเมินพฤติกรรมที่มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน รายกลุ่ม

คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ – สกุล (กลุ่มที่)	รายการประเมิน												คะแนน รวม (12)
	ความสนใจ			อภิปราย โต้แย้งและการ แสดงความ ความเห็น			การตอบ คำถาม			การยอม รับฟัง ความคิดเห็น			
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1.													
2.													
3.													
4.													
5.													
6.													

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

แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง

การทดลองเรื่องการเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายบางชนิด

คำชี้แจง สังกัดพฤติกรรมกรปฏิบัติการทดลองแล้วทำเครื่องหมาย / ในพฤติกรรมระดับคุณภาพ

พฤติกรรม/ ระดับคะแนน ลำดับ	การใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือ			การดูแลและ เก็บอุปกรณ์/ เครื่องมือ			การนำเสนอผล การทดลอง			รวม	ระดับ คุณภาพ
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	9	
กลุ่มที่.....											
กลุ่มที่.....											
กลุ่มที่.....											
กลุ่มที่.....											
กลุ่มที่.....											
กลุ่มที่.....											

เกณฑ์การประเมิน

การสรุปผลการประเมินให้เป็นระดับคุณภาพ 0,1,2 ใช้เกณฑ์ดังนี้

ผลรวมของคะแนน 8-9คะแนนให้ระดับคุณภาพ 2 (ดี)

ผลรวมของคะแนน 4-7คะแนนให้ระดับคุณภาพ 1 (พอใช้)

ผลรวมของคะแนน 0-3 คะแนนให้ระดับคุณภาพ 0 (ควรปรับปรุง)

เกณฑ์การผ่าน ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป

ผลการประเมิน

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

8. บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

9. ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

10. บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผลการจัดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์

.....

.....

.....

2) ผลการประเมินพฤติกรรมระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

3) ปัญหาและอุปสรรคในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

4) การปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนสตรีศึกษา

แบบบันทึกผลการทดลอง
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงpH ของสารละลายบางชนิด

คำถามการทดลอง:

ถ้าใช้น้ำกลั่น สารละลายผสมของกรดแอสติกกับโซเดียมแอสเตต และน้ำมะพร้าวสด มาหยดด้วยยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ แล้วแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 นำมาหยดด้วยสารละลายกรด ไฮโดรคลอริก และส่วนที่ 2 หยดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ นักเรียนคิดว่าสารละลายจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ทั้งก่อนและหลังหยดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

จุดประสงค์การทดลอง

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

ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

ตัวแปรต้น :

.....
.....

ตัวแปรตาม :

.....
.....

ตัวแปรควบคุม :

.....
.....

สมมติฐานการทดลอง

ตัวอย่างการตั้งสมมติฐาน : “ถ้า[ความสัมพันธ์จากแบบจำลองของนักเรียน], ดังนั้นเมื่อ[สังเกตหรือทดสอบภายใต้เงื่อนไข/สภาวะเหล่านี้] ควรจะสังเกตพบ[ผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น]”

.....
.....

อุปกรณ์และสารเคมี

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี 1. สารละลายกรดแอสติกเข้มข้น 0.3 mol/dm^3 2. สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 mol/dm^3 3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 4. สารละลายโซเดียมแอสเตตเข้มข้น 0.3 mol/dm^3 5. ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ 6. น้ำกลั่น 7. น้ำมะพร้าวสด	4 cm^3 25 cm^3 25 cm^3 4 cm^3 1 cm^3 20 cm^3 8 cm^3
อุปกรณ์ 1. หลอดทดลองขนาดกลาง 2. หลอดหยด 3. กระบอกตวงขนาด 10 cm^3	6 หลอด 2 อัน 1 ใบ

วิธีการทดลอง

ให้นักเรียนออกแบบการทดลองของกลุ่ม โดยเขียนเป็นแผนภาพ/แผนผัง/คำอธิบายสั้นๆ เพื่อให้ทราบถึงลำดับขั้นตอนในการทำการทดลอง

กลุ่มที่.....ชั้น.....
เลขที่.....เลขที่.....เลขที่.....
เลขที่.....เลขที่.....เลขที่.....

ผลการทดลอง

ให้นักเรียนออกแบบตารางแสดงผลการทดลองของกลุ่ม
การทดลองที่ 1

คำถามท้ายการทดลอง

1. เมื่อเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์หรือกรดไฮโดรคลอริกจำนวน 1 หยด ลงในสารละลายทั้ง 3 ชนิด สารละลายเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. เมื่อเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์หรือกรดไฮโดรคลอริกมากกว่า 1 หยด ลงในสารละลายทั้ง 3 ชนิด สารละลายเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

ผลการเปรียบเทียบสมมติฐานกับผลการทดลอง

☐ สมมติฐานสอดคล้องกับผลการทดลอง

☐ สมมติฐานไม่สอดคล้องกับผลการทดลอง

สมมติฐานหลังการทดลอง (กรณีที่ไม่สมมติฐานไม่สอดคล้องกับผลการทดลอง)

.....

.....

.....

แบบบันทึก การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง การเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายบางชนิด

คำชี้แจง :ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการทดลองมาใช้ในการตอบคำถามต่อไปนี้

“สมมติกับสมหมายได้สนทนากันในเรื่องการควบคุม pH ในร่างกายว่า ระบบต่างๆ ของร่างกายจะมีค่า pH เฉพาะที่เหมาะสมกับการทำงานของระบบนั้นๆ เช่นในระบบเลือดจะมีไบคาร์บอเนตบัฟเฟอร์ (H_2CO_3) ทำหน้าที่ควบคุมค่า pH ของเลือดให้อยู่ประมาณ pH 7.4 ซึ่งอาศัยสมดุลระหว่าง H_2CO_3 และ HCO_3^- เนื่องจากสารละลายบัฟเฟอร์เกิดจากการด่อนและเกลือของกรดอ่อนเท่านั้น”

1. นักเรียนเห็นด้วยกับสมมติกับสมหมาย หรือไม่ เพราะอะไร

.....

.....

.....

2. นักเรียนจะใช้ข้อมูลใดจากการศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายบางชนิด มาสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

.....

.....

.....

3. ถ้ามีเพื่อนคนหนึ่งไม่เห็นด้วยกับเหตุผลของนักเรียนเนื่องจากเขามีเหตุผลอื่น นักเรียนคิดว่าเหตุผลที่เป็นไปได้ของเขาคืออะไร

.....

.....

.....

4. นักเรียนจะเสนอเหตุผลใดเพิ่มเติมเพื่อชักจูงให้เพื่อนของนักเรียนเห็นด้วยกับเหตุผลของนักเรียน

.....

.....

.....

แบบบันทึก การสร้างแบบจำลองการเรียนรู้
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงpH ของสารละลายบางชนิด

คำชี้แจง :ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการทดลองมาใช้ในการตอบคำถามต่อไปนี้

ถ้านำน้ำกลั่น สารละลายผสมของกรดแอสติคกับโซเดียมแอสเตต และน้ำมะพร้าวสด มาหยดด้วย
ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ แล้วแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 นำมาหยดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก และส่วนที่ 2
หยดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ นักเรียนคิดว่าสารละลายจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ทั้งก่อนและหลัง
หยดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

แบบจำลองก่อนการทดลอง

.....
--

This image shows a blank white page with three horizontal dotted lines positioned near the bottom margin. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page.

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เคมีไฟฟ้า

เรื่อง ปฏิกริยารีดอกซ์

ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ

ภาคเรียนที่ 2

รายวิชาเคมี (ว30223)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 3 คาบ (165 นาที)

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

ทดลอง และอธิบายความหมายของปฏิกิริยาออกซิเดชัน รีดักชัน ปฏิกริยารีดอกซ์ ตัวรีดิวซ์ตัวออกซิไดส์ พร้อมทั้งดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชันและปฏิกิริยาครีงเซลล์ได้

2. สาระสำคัญ

ปฏิกิริยาที่อะตอม โมเลกุล หรือไอออน มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอน ซึ่งเกิดได้ระหว่างสารที่เข้าทำปฏิกิริยากันโดยสารหนึ่งเป็นฝ่ายเสียอิเล็กตรอนและอีกสารหนึ่งเป็นฝ่ายรับอิเล็กตรอน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน ของอะตอม โมเลกุล หรือไอออน เรียกปฏิกิริยานี้ว่า ปฏิกริยารีดอกซ์

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

3.1 อธิบายการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่างโลหะกับโลหะไอออนในปฏิกิริยาได้ (K)

3.2 อธิบายความหมายของปฏิกิริยาออกซิเดชัน, รีดักชัน, รีดอกซ์, ตัวรีดิวซ์, และตัวออกซิไดส์ได้ (K)

3.3 ทำการทดลองเพื่อศึกษาปฏิกิริยาและการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่างโลหะกับสารละลายของโลหะได้ (P)

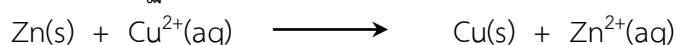
3.4 เปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวออกซิไดส์และตัวรีดิวซ์ได้ (P)

3.5 เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาออกซิเดชัน, รีดักชัน, รีดอกซ์, ตัวรีดิวซ์, และตัวออกซิไดส์ได้ (P)

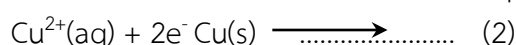
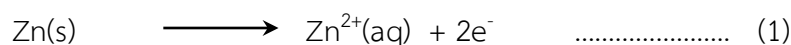
3.6 มีความสนใจในกิจกรรม รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา (A)

4. สาระการเรียนรู้

ปฏิกิริยาเคมีจำนวนมากเกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอนจากสารหนึ่งไปสู่อีกสารหนึ่ง เช่นปฏิกิริยาระหว่างโลหะสังกะสีกับ Cu^{2+} ซึ่งเกิดปฏิกิริยา ดังสมการ

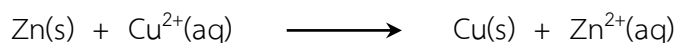


และขั้นตอนในการเสียและรับอิเล็กตรอนของโลหะสังกะสีกับ Cu^{2+} ในสารละลายเป็นดังนี้



ปฏิกิริยา (1) และ (2) จะเกิดขึ้นพร้อมกันเสมอ โดยปฏิกิริยา (1) เป็นการเสียอิเล็กตรอนแล้วมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้นเรียกว่า **ปฏิกิริยาออกซิเดชัน** และเรียกสารที่เสียอิเล็กตรอนให้กับสารอื่นระหว่างเกิดปฏิกิริยาว่า **ตัวรีดิวซ์** ส่วนปฏิกิริยา (2) เป็นการรับอิเล็กตรอนแล้วมีเลขออกซิเดชันลดลงเรียกว่า **ปฏิกิริยารีดักชัน** และเรียกสารที่รับอิเล็กตรอนจากสารอื่นระหว่างเกิดปฏิกิริยาว่า **ตัวออกซิไดส์**

ปฏิกิริยาออกซิเดชันและปฏิกิริยารีดักชันนี้เรียกว่า ครึ่งปฏิกิริยาเมื่อนำครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน และครึ่งปฏิกิริยารีดักชันมารวมกันแบบพีชคณิต จะได้ปฏิกิริยารวมเรียกว่า ปฏิกิริยาออกซิเดชัน – รีดักชันหรือเรียกสั้น ๆ ว่า **ปฏิกิริยารีดอกซ์** ดังสมการ



ปฏิกิริยารีดอกซ์ที่พบทั่วไปอาจเกิดขึ้นระหว่างธาตุกับธาตุธาตุกับสารประกอบหรือสารประกอบกับสารประกอบพิจารณาว่าปฏิกิริยาใดเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์หรือไม่ทำได้โดยการเปรียบเทียบเลขออกซิเดชันของธาตุและไอออนทุกชนิดที่เป็นสารตั้งต้นกับผลิตภัณฑ์ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันก็แน่ใจว่าเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์

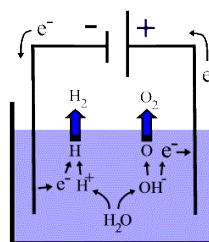
5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

คาบที่ 1-2

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (10 นาที)

5.1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนใน โดยนำเสนอภาพเกี่ยวกับปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีและใช้คำถามดังนี้



1. แบตเตอรี่รถยนต์

2. Electrolysis

ภาพที่ 1 แสดงภาพที่เกี่ยวกับปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี

- จากภาพนักเรียนคิดว่าภาพใดเป็นการใช้ปฏิกิริยาเคมีเพื่อทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า และภาพใดที่ใช้กระแสไฟฟ้าเพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี

(แนวคำตอบ: ภาพที่ 1 ใช้ปฏิกิริยาเคมีเพื่อทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า

ภาพที่ 2 ใช้กระแสไฟฟ้าเพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี)

- นักเรียนคิดว่าปฏิกิริยาเคมีทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้อย่างไร

(แนวคำตอบ: เกิดจากการให้และรับอิเล็กตรอนระหว่างสาร)

5.1.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมถึงความหมายของการศึกษาในเรื่องไฟฟ้าเคมี ดังนี้

- ไฟฟ้าเคมี เป็นการศึกษาความสัมพันธ์เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีที่ทำให้กำเนิดกระแสไฟฟ้าและผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในสารเคมีเพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเรียกว่า ปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่มีการให้และรับอิเล็กตรอนระหว่างสาร ซึ่งจะศึกษาว่าปฏิกิริยาเคมีทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าได้อย่างไร และในทางกลับกันกระแสไฟฟ้าทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้อย่างไร มีการเปลี่ยนแปลงใดเกิดขึ้นกับระบบ และศึกษาถึงประโยชน์ของปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่เป็นความก้าวหน้าของไฟฟ้าเคมี

5.1.3 ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบว่าในคาบเรียนนี้จะทำการทดลองเพื่อศึกษาเกี่ยวกับปฏิกิริยาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนของสารว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาเรื่องปฏิกิริยารีดอกซ์ต่อไป

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)(65 นาที)

5.2.1 ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 6 กลุ่มๆละ 5-6คน

5.2.2 ครูแจกใบกิจกรรมการทดลองที่ 9.1 เรื่องปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายของโลหะไอออนให้กับนักเรียน และให้นักเรียนศึกษาวิธีการทดลองว่ามีขั้นตอนอย่างไรบ้าง

5.2.3 ครูใช้คำถามเพื่อทบทวนความเข้าใจในวิธีการทดลองที่นักเรียนศึกษา ดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 มีวิธีทำอย่างไร

(แนวคำตอบ: ใส่สารละลาย CuSO_4 1 mol/dm³ ลงในปิกรเกอร์ 2 ใบใบละ 25 cm³ สังเกตสีของสารละลาย)

- ขั้นตอนที่ 2 มีวิธีทำอย่างไร

(แนวคำตอบ: จุ่มโลหะสังกะสีขนาด 0.5 cm x 7 cm และโลหะทองแดงขนาดเดียวกัน ลงในปิกรเกอร์ใบที่ 1 และ 2 ตามลำดับ)

- ขั้นตอนที่ 3 มีวิธีทำอย่างไร

(แนวคำตอบ: ตั้งทิ้งไว้สักครู่ สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งสารละลายและแผ่นโลหะถ้าสารมาเกาะบนแผ่นโลหะให้ใช้แท่งแก้วเชี่ยออกและสังเกตผิวของโลหะอีกครั้ง)

- ขั้นตอนที่ 4 มีวิธีทำอย่างไร

(แนวคำตอบ: ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1 และ 2 แต่ใช้สารละลาย ZnSO_4 1 mol/dm³ แทนสารละลาย CuSO_4)

5.2.4 ครูแจกอุปกรณ์ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม พร้อมกับให้คำแนะนำเกี่ยวกับขั้นตอนและความปลอดภัยขณะทำการทดลองเพิ่มเติม

5.2.5 ครูให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมการทดลอง โดยครูดูแลและให้คำแนะนำในระหว่างนักเรียนทำการทดลองให้ครูกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถามว่าถึงขั้นไหนและได้ผลอย่างไรเพื่อให้นักเรียนมีสมาธิและให้ความสนใจอยู่กับการทำการทดลองและการบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการทดลอง

5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)(35 นาที)

5.3.1 ครูสุ่มนักเรียน 2 กลุ่ม ออกมานำเสนอผลการทดลองที่ได้

5.3.2 ครูถามนักเรียนกลุ่มที่เหลือว่าได้ผลการทดลองเหมือนหรือแตกต่างจากเพื่อนที่นำเสนอหรือไม่อย่างไร

5.3.3 ครูให้นักเรียนตอบคำถามท้ายการทดลองเพื่อนำเข้าสู่การสรุปรวมของชั้นเรียน ดังนี้

- ก่อนจุ่มแผ่นโลหะในสารละลายมีไอออนของโลหะชนิดใดละลายอยู่

(แนวคำตอบ: สารละลาย CuSO_4 มีสีฟ้าและในสารละลายมี $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ ส่วนสารละลาย ZnSO_4 ไม่มีสีและในสารละลายมี $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$)

- โลหะกับไอออนของโลหะในสารละลายคู่ที่มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นทราบได้อย่างไร

(แนวคำตอบ: ระบบที่เกิดปฏิกิริยาได้แก่ Zn จุ่มอยู่ในสารละลาย $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ และมี Cu กับ $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ เกิดขึ้น แสดงว่ามีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่าง Zn กับ $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ หลังจากเกิดปฏิกิริยาแล้วในสารละลายจะมี $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ เพิ่มขึ้นส่วน $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ จะลดลงเป็นผลให้สีฟ้าของสารละลายจางลง)

5.3.4 จากการทดลองสรุปผลได้อย่างไร

(แนวคำตอบ: ปีกเกอร์ที่ 1 เกิดการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากมีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนจากโลหะ Zn (s) ไปสู่ $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ ทันทีที่โลหะ Zn (s) ไปสัมผัสกับสารละลาย $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ ส่วนปีกเกอร์ที่ 2 3 และ 4 ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากไม่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดขึ้น)

5.3.5 ครูใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนสรุปผลเพิ่มเติมในเรื่องการจัดลำดับความสามารถในการให้และรับอิเล็กตรอนของโลหะและโลหะไอออน

- จากผลการทดลองเราสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโลหะตัวใดมีความสามารถในการถ่ายโอนอิเล็กตรอนได้ดี

(แนวคำตอบ: จากที่เราจุ่มโลหะทองแดงลงในสารละลาย $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ แล้วไม่เกิดปฏิกิริยาแสดงว่าความสามารถในการให้อิเล็กตรอนของโลหะทองแดงน้อยกว่าโลหะสังกะสี แต่ $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ จะรับอิเล็กตรอนได้ดีกว่า $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$)

- ครูและนักเรียนร่วมกันทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมในเรื่อง การจัดลำดับความสามารถในการให้และรับอิเล็กตรอนของโลหะและโลหะไอออน

คาบที่ 3

5.4 ขยายความรู้ (Elaboration) (20 นาที)

5.4.1 ครูอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนในเรื่องปฏิกิริยารีดอกซ์ ตามรายละเอียดในหนังสือเรียนเคมีเล่ม 4 ดังนี้

จากที่ทำการทดลองในคาบที่ผ่านมา เราจะพบว่าในปฏิกิริยาจะมีทั้งการให้และรับอิเล็กตรอนเกิดขึ้นและทำให้สารมีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน ซึ่งปฏิกิริยาที่สารมีการให้อิเล็กตรอนแล้วทำให้เลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น เราเรียกว่า ปฏิกิริยาออกซิเดชัน ยกตัวอย่างเช่น



Zn เป็นสารที่ให้อิเล็กตรอน เกิดเป็น Zn^{2+} สารที่ให้อิเล็กตรอนเรียกว่า ตัวรีดิวซ์ (Reducing agent))

และปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอน ซึ่งสารที่รับอิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันลดลง เรียกว่า ปฏิกิริยารีดักชัน ยกตัวอย่างเช่น



Cu^{2+} เป็นสารที่รับอิเล็กตรอน เกิดเป็น Cu สารที่รับอิเล็กตรอนเรียกว่า ตัวออกซิไดส์ (Oxidizing

agent))

ซึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชันต่างเป็นครึ่งปฏิกิริยาและจะเกิดขึ้นพร้อมๆ กันเสมอ เราเรียกปฏิกิริยาที่มีการเกิดออกซิเดชันและรีดักชันนี้ว่าเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์

5.4.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมในเรื่องข้อสังเกตว่าปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นว่าเป็น ปฏิกิริยารีดอกซ์หรือไม่ ดังนี้

1) ในปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นมีเลขออกซิเดชันเปลี่ยนไปหรือไม่ ถ้าเลขออกซิเดชันเปลี่ยนแปลงโดยสารหนึ่งมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น และอีกสารหนึ่งมีเลขออกซิเดชันลดลง แสดงว่าเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์

2) ถ้าในปฏิกิริยามีธาตุอิสระอยู่ด้วย ปฏิกิริยานั้นจะเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ เพราะธาตุอิสระมีเลขออกซิเดชันเท่ากับศูนย์ จะถูกเปลี่ยนให้มีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้นหรือลดลง

ข้อสังเกตว่าสารเป็นตัวออกซิไดส์หรือตัวรีดิวซ์

1) โลหะอิสระมักจะเป็นตัวออกซิไดส์ เพราะโลหะชอบรับอิเล็กตรอน

2) โลหะอิสระจะเป็นตัวรีดิวซ์ เพราะโลหะเสียอิเล็กตรอนได้ง่าย

3) สารประกอบที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบมากกว่ามักจะเป็นตัวออกซิไดส์ ส่วนสารที่มีออกซิเจนน้อยกว่า หรือไม่มีเลยมักจะเป็นตัวรีดิวซ์

4) ไอออนบวกมักจะเป็นตัวออกซิไดส์ ส่วนไอออนลบมักจะเป็นตัวรีดิวซ์

5.5 ชั้นประเมินผล (Evaluation) (35 นาที)

5.5.1 ครูใช้คำถามเพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียน ดังนี้

- ปฏิกิริยาออกซิเดชัน คืออะไร พร้อมยกตัวอย่าง

(แนวคำตอบ: ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation reaction) เป็นปฏิกิริยาที่สารมีการให้อิเล็กตรอน ซึ่งสารที่ให้อิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น เรียกว่า เกิดออกซิเดชัน ยกตัวอย่างเช่น



Zn เป็นสารที่ให้อิเล็กตรอน เกิดเป็น Zn^{2+} สารที่ให้อิเล็กตรอนเรียกว่า ตัวรีดิวซ์(Reducing

agent))

- ปฏิกิริยารีดักชัน คืออะไรพร้อมยกตัวอย่าง

(แนวคำตอบ: ปฏิกิริยารีดักชัน (Reduction reaction) เป็นปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอน ซึ่งสารที่รับอิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันลดลง เรียกว่า เกิดรีดักชัน



Cu^{2+} เป็นสารที่รับอิเล็กตรอน เกิดเป็น Cu สารที่รับอิเล็กตรอนเรียกว่า ตัวออกซิไดส์ (Oxidizing

agent))

- ปฏิกริยารีดอกซ์ คืออะไร

(แนวคำตอบ: ปฏิกริยาออกซิเดชันและรีดักชันเกิดขึ้นพร้อมกันเสมอโดยที่ปฏิกิริยาที่มีทั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน และปฏิกิริยารีดักชันเกิดขึ้นพร้อมกันเรียกว่า ปฏิกริยารีดอกซ์

- สารที่รับอิเล็กตรอนจากสารอื่นแล้วมีเลขออกซิเดชันลดลงเรียกว่าอะไร

(แนวคำตอบ: ตัวออกซิไดส์)

- สารที่ให้อิเล็กตรอนแก่สารอื่นแล้วมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้นเรียกว่าอะไร

(แนวคำตอบ: ตัวรีดิวซ์)

5.5.2 ครูแจกแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 10 ข้อ ให้นักเรียนได้ทำเป็นรายบุคคล

5.5.3 ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

5.5.4 ครูสอบถามนักเรียนว่าถูกทั้งหมดกี่ข้อ และมีข้อใดที่ยังสงสัยหรือไม่

5.5.5 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่องปฏิกิริยารีดอกซ์ ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อการนำเสนอ Power Point

6.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

6.3 แบบทดสอบหลังเรียนเรื่อง ปฏิกริยารีดอกซ์

6.4 แบบฝึกหัดเพิ่มเติมเรื่อง การจัดลำดับความสามารถในการให้และรับอิเล็กตรอนของโลหะและโลหะไอออน

7. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1. อธิบายการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่างโลหะกับโลหะไอออนในปฏิกิริยาได้ 2. อธิบายความหมายของปฏิกิริยาออกซิเดชัน, รีดักชัน, รีดอกซ์, ตัวรีดิวซ์, และตัวออกซิไดส์ได้	สังเกต/ ตรวจ - จากการถามคำถามระหว่างทำกิจกรรม - การตอบคำถาม - คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน	- การถามคำถาม - แบบทดสอบหลังเรียน	- นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ - นักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 3. ทำการทดลองเพื่อศึกษาปฏิกิริยาและการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่างโลหะกับสารละลายของโลหะได้ 4. เปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวออกซิไดส์และตัวรีดิวซ์ได้ 5. เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาออกซิเดชัน, รีดักชัน, รีดอกซ์, ตัวรีดิวซ์, และตัวออกซิไดส์ได้	สังเกต/ตรวจคะแนน - จากการทำกิจกรรม - จากแบบฝึกหัดเพิ่มเติมเรื่อง การจัดลำดับความสามารถในการให้และรับอิเล็กตรอนของโลหะและโลหะไอออน	-แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง -แบบฝึกหัดเพิ่มเติมเรื่องการจัดลำดับความสามารถในการให้และรับอิเล็กตรอนของโลหะและโลหะไอออน	- นักเรียนได้ผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์ - นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
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

แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง

การทดลองปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายของโลหะไอออน

คำชี้แจง สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองแล้วทำเครื่องหมาย / ในพฤติกรรมระดับคุณภาพ

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

ลงชื่อ.....

(นางดุซราภรณ์ 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

8. บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....
ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

9. ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

.....
ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

กลุ่มที่.....ชั้น.....
เลขที่.....เลขที่.....เลขที่.....
เลขที่.....เลขที่.....เลขที่.....

ใบกิจกรรมการทดลองที่ 9.1
เรื่อง ปฏิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายของโลหะไอออน

จุดประสงค์การทดลอง

.....
.....

ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

ตัวแปรต้น :

.....
.....

ตัวแปรตาม :

.....
.....

ตัวแปรควบคุม :

.....
.....

อุปกรณ์และสารเคมี

รายการ	จำนวน
สารเคมี	
1. สารละลาย CuSO_4 1.0 mol/dm^3	50 cm^3
2. สารละลาย ZnSO_4 1.0 mol/dm^3	50 cm^3
3. โลหะสังกะสีขนาด $0.5 \text{ cm} \times 7 \text{ cm}$	2 ชิ้น
4. โลหะทองแดงขนาด $0.5 \text{ cm} \times 7 \text{ cm}$	2 ชิ้น
อุปกรณ์	
1. ปีกเกอร์ขนาด 50 cm^3	4 ใบ
2. กระบอกตวงขนาด 25 cm^3	1 ใบ
3. กระดาษทรายขนาด $3 \text{ cm} \times 3 \text{ cm}$	1 ชิ้น

ขั้นตอนการทดลอง

1. ใส่สารละลาย CuSO_4 1 mol/dm^3 ลงในบีกเกอร์ 2 ใบ ใบละ 25 cm^3 สังเกตสีของสารละลาย
2. จุ่มโลหะสังกะสีขนาด $0.5 \text{ cm} \times 7 \text{ cm}$ และโลหะทองแดงขนาดเดียวกัน ลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 และ 2 ตั้งทิ้งไว้สักครู่ สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งสารละลายและแผ่นโลหะถ้าสารมาเกาะบนแผ่นโลหะให้ใช้แท่งแก้วเชี่ยออกและสังเกตผิวของโลหะอีกครั้ง
3. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1 และ 2 แต่ใช้สารละลาย ZnSO_4 1 mol/dm^3 แทนสารละลาย CuSO_4

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ระบบที่ทดสอบ	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้	
	ชิ้นโลหะ	สารละลาย
Zn ใน CuSO_4		
Cu ใน CuSO_4		
Zn ใน ZnSO_4		
Cu ใน ZnSO_4		

คำถามท้ายการทดลอง

1. ก่อนจุ่มแผ่นโลหะในสารละลายมีไอออนของโลหะชนิดใดละลายอยู่

.....

.....

.....

.....

2. โลหะกับไอออนของโลหะในสารละลายคู่ใดที่มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นทราบได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

แบบฝึกหัด

เรื่อง การเปรียบเทียบความสามารถในการให้และรับอิเล็กตรอน

การทดลอง	ผลการทดลอง	การวิเคราะห์		การเปรียบเทียบความสามารถในการให้และรับ e^-	
Zn / Cu^{2+} Cu / Zn^{2+}	Zn กร่อน , เกิดโลหะ Cu -	Zn ยอมให้ e^- Cu ไม่ยอมให้ e^-	Cu^{2+} ชิง e^- จาก Zn ได้ Zn^{2+} ชิง e^- จาก Cu ไม่ได้	Zn ให้ e^- ได้ดีกว่า Cu	Cu^{2+} ชิง e^- ได้ดีกว่า Zn^{2+}
Mg / Zn^{2+} Zn / Mg^{2+}	Mg กร่อน , เกิดโลหะ Zn -	Mg ยอมให้ e^- Zn ไม่ยอมให้ e^-	Zn^{2+} ชิง e^- จาก Mg ได้ Mg^{2+} ชิง e^- จาก Zn ไม่ได้	Mg ให้ e^- ได้ดีกว่า Zn	Zn^{2+} ชิง e^- ได้ดีกว่า Mg^{2+}
Mg / Cu^{2+} Cu / Mg^{2+}	Mg กร่อน, เกิดโลหะ Cu -	Mg ยอมให้ e^- Cu ไม่ยอมให้ e^-	Cu^{2+} ชิง e^- จาก Mg ได้ Mg^{2+} ชิง e^- จาก Cu ไม่ได้	Mg ให้ e^- ได้ดีกว่า Cu	Cu^{2+} ชิง e^- ได้ดีกว่า Mg^{2+}
Cu / Ag^+ Ag / Cu^{2+}	Cu กร่อน , เกิดโลหะ Ag -	Cu ยอมให้ e^- Ag ไม่ยอมให้ e^-	Ag^+ ชิง e^- จาก Cu ได้ Cu^{2+} ชิง e^- จาก Ag ไม่ได้	Cu ให้ e^- ได้ดีกว่า Ag	Ag^+ ชิง e^- ได้ดีกว่า Cu^{2+}

สรุป การจัดลำดับความสามารถในการให้ e^- (การเป็นตัวรีดิวซ์) จากมากไปหาน้อย คือ

การจัดลำดับความสามารถในการชิง e^- (การเป็นตัวออกซิไดส์) จากมากไปหาน้อย คือ

ข้อสังเกต

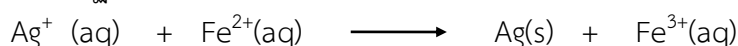
แบบทดสอบหลังเรียน
เรื่อง ปฏิกิริยารีดอกซ์

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวเท่านั้น

1. การเปลี่ยนแปลงในข้อใดต่อไปนี้เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์

- ก. การย่อยอาหารของคน
- ข. การเผาไหม้ของน้ำมัน
- ค. ปฏิกิริยาในถ่ายไฟฉาย
- ง. ใส่สารละลาย MgSO_4 ในภาชนะที่ทำด้วยสังกะสี

2. จงพิจารณาปฏิกิริยาต่อไปนี้



สารใดถูกออกซิไดส์

- ก. $\text{Ag}^+(\text{aq})$
- ข. $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$
- ค. $\text{Ag}(\text{s})$
- ง. $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$

3. จากการทดลองใส่ชิ้นโลหะโครเมียมลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเจือจางพบว่าโลหะโครเมียมกร่อนไปและได้ก๊าซไฮโดรเจนปฏิกิริยาในข้อใดที่แสดงปฏิกิริยารีดอกซ์ของโลหะโครเมียมในสารละลายกรดได้ถูกต้อง

- ก. $\text{Cr}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{aq}) \longrightarrow \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{H}_2(\text{g})$
- ข. $6\text{Cr}(\text{s}) + 6\text{H}^+(\text{aq}) \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{H}_2(\text{g})$
- ค. $6\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 6\text{HCl}(\text{aq}) \longrightarrow 6\text{Cl}^-(\text{aq}) + 3\text{H}_2(\text{g}) + 6\text{Cr}(\text{s})$
- ง. $6\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 6\text{H}^+(\text{aq}) \longrightarrow 6\text{Cr}(\text{s}) + 3\text{H}_2(\text{g})$

4. พิจารณาปฏิกิริยารีดอกซ์ $\text{Cd}(\text{s}) + \text{I}_2 \longrightarrow \text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{I}^-(\text{aq})$ ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. Cd เป็นตัวออกซิไดส์
- ข. Cd ถูกออกซิไดส์
- ค. I_2 เป็นตัวรีดิวซ์
- ง. I^- ถูกรีดิวซ์

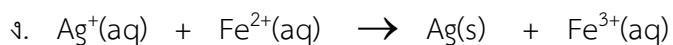
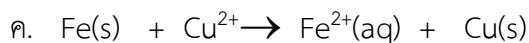
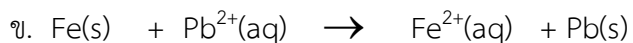
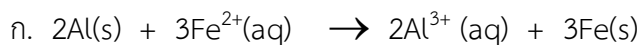
5. ถ้าโลหะนิเกิลทำปฏิกิริยากับ H^+ ได้ก๊าซไฮโดรเจน H^+ หรือ Ni^{2+} รับอิเล็กตรอนได้ดีกว่ากันและธาตุหรือไอออนใดเป็นตัวรีดิวซ์ตามลำดับ

- ก. H^+ รับอิเล็กตรอนได้ดีกว่า Ni^{2+} , โลหะนิเกิลเป็นตัวรีดิวซ์
- ข. Ni^{2+} รับอิเล็กตรอนได้ดีกว่า H^+ , H^+ เป็นตัวรีดิวซ์
- ค. H^+ รับอิเล็กตรอนได้ดีกว่า Ni^{2+} , H^+ เป็นตัวรีดิวซ์
- ง. Ni^{2+} รับอิเล็กตรอนได้ดีกว่า H^+ , Ni เป็นตัวรีดิวซ์

6. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวได้ถูกต้องที่สุด

- ก. สารที่ถูกรีดิวซ์จะมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น
- ข. สารที่เป็นตัวออกซิไดส์จะมีเลขออกซิเดชันลดลง
- ค. สารที่ถูกออกซิไดส์จะมีเลขออกซิเดชันลดลง
- ง. สารที่เป็นตัวรีดิวซ์จะมีเลขออกซิเดชันลดลง

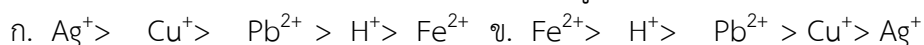
7. Fe^+ ในปฏิกิริยาต่อไปนี้นี้เป็นสารที่ถูกรีดิวซ์



ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 8 - 10

การทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
1. ใส่แท่งตะกั่วลงในสารละลาย FeSO_4	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
2. ใส่ทองแดงลงใน AgNO_3	ได้เงินเกาะที่แท่งทองแดง
3. ใส่ทองแดงตะกั่วลงในกรดเกลือ	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
4. ใส่แท่งเงินลงในกรดเกลือ	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
5. ใส่ตะกั่วลงในสารละลาย CuSO_4	ได้ทองแดงเกาะบนแท่งตะกั่ว
6. ใส่เหล็กลงในกรดซัลฟูริก	ได้ก๊าซไฮโดรเจนเกิดขึ้น

8. ข้อใดที่เรียงลำดับความสามารถในการเป็นตัวออกซิไดส์ได้ถูกต้อง



9. ข้อใดเรียงลำดับความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์ได้ถูกต้อง



10. สารหรือไอออนใดที่ถูกรีดิวซ์และถูกออกซิไดส์ได้ดีที่สุดตามลำดับ



ឆេត

- | | | | | |
|------|------|------|------|-------|
| 1. ក | 2. ឃ | 3. ឃ | 4. ឃ | 5. ក |
| 6. ឃ | 7. ក | 8. ក | 9. ក | 10. ឃ |

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 14

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เคมีไฟฟ้า

เรื่อง การดุลสมการรีดอกซ์

ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ

ภาคเรียนที่ 2

รายวิชาเคมี (ว30223)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 3 คาบ (165 นาที)

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2

เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

ทดลองและอธิบายความหมายของปฏิกิริยาออกซิเดชันรีดักชันปฏิกิริยารีดอกซ์ตัวรีดิวซ์ และตัวออกซิไดส์ พร้อมทั้งดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชันและปฏิกิริยาครึ่งเซลล์ได้

2. สาระสำคัญ

การดุลสมการรีดอกซ์สามารถทำได้โดยใช้เลขออกซิเดชันหรือโดยใช้ครึ่งปฏิกิริยา การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน ต้องทำเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นของตัวรีดิวซ์และเลขออกซิเดชันที่ลดลงของตัวออกซิไดส์ให้เท่ากัน จากนั้นจึงดุลจำนวนอะตอมของแต่ละธาตุและผลรวมประจุไฟฟ้าด้านซ้ายและด้านขวาของสมการให้เท่ากัน การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยาทำโดยแยกปฏิกิริยาออกเป็นครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน แล้วดุลจำนวนอะตอมและประจุไฟฟ้าของแต่ละสาร จากนั้นรวมสองครึ่งปฏิกิริยาเข้าด้วยกันและตัดสารที่เหมือนกันทั้งสองด้านของสมการด้วยจำนวนที่เท่ากัน สำหรับปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในสารละลายเบสให้เติมเบส (OH^-) ทั้งสองด้านเพื่อให้รวมกับ H^+ เกิดเป็น H_2O

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

3.1 บอกขั้นตอนในการดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชันและใช้ครึ่งปฏิกิริยาได้ (K)

3.2 ดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชันและใช้ครึ่งปฏิกิริยาได้ (P)

3.3 มีความสนใจในกิจกรรมรับผิดชอบในการทำงานกลุ่มและทำงานเสร็จทันเวลา (A)

4. สาระการเรียนรู้

4.1 การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชันสามารถสรุปขั้นตอนที่สำคัญได้ดังนี้

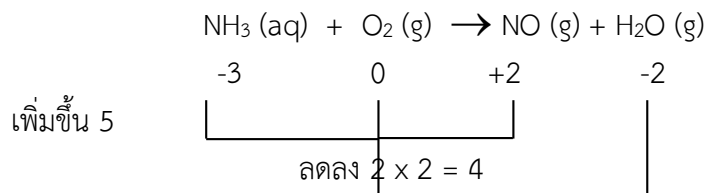
- 1) หาเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นของตัวรีดิวซ์และเลขออกซิเดชันที่ลดลงของตัวออกซิไดส์
- 2) ทำออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นและลดลงให้เท่ากันโดยเขียนเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นไว้ข้างหน้า

ตัวออกซิไดส์และเลขออกซิเดชันที่ลดลงไว้หน้าตัวรีดิวซ์

4.2 ตัวอย่างการคลัสสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน

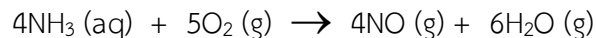
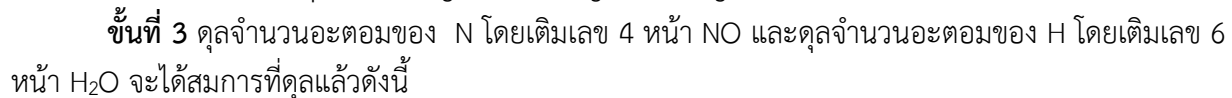


ขั้นที่ 1 หาเลขออกซิเดชันที่เปลี่ยนแปลงของตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์



จากสมการ N มีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น 5 NH_3 จึงเป็นตัวรีดิวซ์ ส่วน O_2 2 อะตอมมีเลขออกซิเดชันลดลง $2 \times 2 = 4$ O_2 เป็นตัวออกซิไดส์

ขั้นที่ 2 ทำเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นและลดลงให้เท่ากันโดยใส่เลข 4 ไว้หน้า NH_3 และใส่เลข 5 ไว้หน้า O_2 ทำให้เลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น $4 \times 5 = 20$ และเลขออกซิเดชันลดลงทั้งหมด $5 \times 4 = 20$ ซึ่งเขียนได้ดังนี้



4.3 การทดสอบการรีดอกซ์โดยใช้เครื่องปฏิบัติการสามารถสรุปขั้นตอนการทดสอบที่สำคัญได้ดังนี้

1. หาเลขออกซิเดชันที่เปลี่ยนไปของตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์
2. แยกปฏิกิริยาเรดอกซ์ออกเป็นครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันแล้วดุลจำนวนอะตอมและจำนวนประจุในแต่ละครึ่งปฏิกิริยาให้เท่ากันดังนี้

- 2.1. คลจำนวนประจของอะตอมที่เลขออกซิเดชันเปลี่ยนไปให้เท่ากันโดยเติมอิเล็กตรอน

- ## 2.2. ในสารละลายกรด

ดุลจำนวนอะตอมของ O โดยเติม H_2O

ดุลจำนวนอะตอมของ H โดยเติม H^+

- ### 2.3. ในสารละลายเบส

ดุลจำนวนอะตอมของ O โดยเติม H_2O

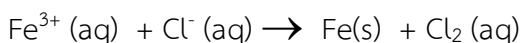
ดูลประจุโดยเติม OH^-

3. ทำจำนวนอิเล็กทรอนิกส์ของสองเครื่องปฏิบัติการให้เท่ากัน

4. รวมสองครึ่งปฏิบัติการเข้าด้วยกันแบบพีชคณิตเป็นปฏิกริยารีดอกซ์

4.4 ตัวอย่างการดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยา

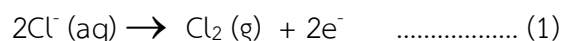
จงดุลปฏิกิริยารีดอกซ์ต่อไปนี้โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยา



วิธีทำ

ขั้นที่ 1 จากปฏิกิริยา Fe^{3+} มีเลขออกซิเดชันเปลี่ยนจาก +3 เป็น 0 และ Cl^{-} มีเลขออกซิเดชันเปลี่ยนจาก -1 เป็น 0 แสดงว่า Cl^{-} เป็นตัวรีดิวซ์และ Fe^{3+} เป็นตัวออกซิไดส์

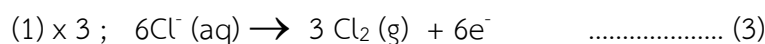
ขั้นที่ 2 แยกปฏิกิริยารีดอกซ์เป็นสองครึ่งปฏิกิริยาแล้วดุลจำนวนอะตอมและประจุให้เท่ากันดังนี้
ครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน



ครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน



ขั้นที่ 3 ทำจำนวนอิเล็กตรอนของสองครึ่งปฏิกิริยาให้เท่ากันโดยคูณ (1) ด้วย 3 และ (2) ด้วย 2 จะได้ดังนี้



ขั้นที่ 4 รวมสองครึ่งปฏิกิริยาเข้าด้วยกันจะได้ปฏิกิริยารีดอกซ์ดังนี้



5. กระบวนการเรียนรู้

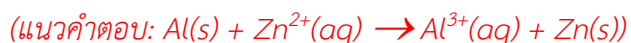
จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (5 นาที)

5.1.1 ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

จากการทดลองที่ 9.1 เราพบว่าถ้าจุ่มโลหะอะลูมิเนียมลงในสารละลายที่มี $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ จะเกิดการเปลี่ยนแปลง คือโลหะอะลูมิเนียมส่วนที่จุ่มอยู่ในสารละลายจะกร่อนไป

- เราสามารถเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้อย่างไร



- จากสมการข้างต้นนักเรียนคิดว่า สมการสมบูรณ์แล้วหรือยังมีข้อที่ต้องปรับปรุงแก้ไขหรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ: สมการที่เขียนแสดงไว้ดุลเฉพาะจำนวนอะตอม แต่จำนวนประจุของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ยังไม่ดุล)

- นักเรียนคิดว่ามีวิธีที่จะดุลสมการนี้ให้สมบูรณ์หรือไม่

(แนวคำตอบ: มี/ไม่มี)

5.1.2 ครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่าวันนี้จะเรียนในเรื่องการดุลสมการรีดอกซ์ ซึ่งมีอยู่ 2 วิธี คือ การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน และการดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยา โดยในวันนี้จะเรียนการดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน

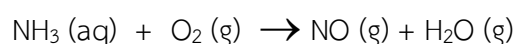
5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)(50นาที)

- 5.2.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน
- 5.2.2 ครูแจกใบความรู้เรื่อง การดุลสมการรีดอกซ์
- 5.2.3 ครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่อง การดุลสมการรีดอกซ์
- 5.2.4 ครูอธิบายเพิ่มถึงขั้นตอนการดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน พร้อมยกตัวอย่าง ดังนี้
 - การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชันสามารถสรุปขั้นตอนที่สำคัญได้ดังนี้
 1. หาเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นของตัวรีดิวซ์และเลขออกซิเดชันที่ลดลงของตัวออกซิไดส์
 2. ทำออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นและลดลงให้เท่ากันโดยเขียนเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นไว้ข้างหน้า

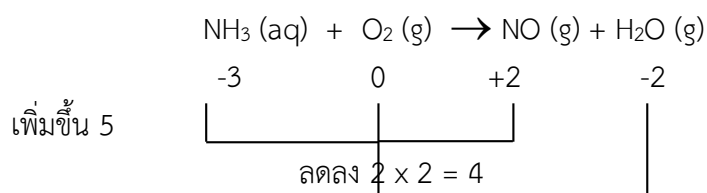
ตัวออกซิไดส์และเลขออกซิเดชันที่ลดลงไว้หน้าตัวรีดิวซ์

3. ดุลจำนวนอะตอมของธาตุต่างๆและประจุรวมทั้งด้านซ้ายและด้านขวาของสมการให้เท่ากัน สำหรับในสารละลายกรดให้เติม H^+ ส่วนในสารละลายเบสให้เติม OH^- จากนั้นดุลจำนวนอะตอมของไฮโดรเจนและออกซิเจนโดยการเติมน้ำเข้าไปในปฏิกิริยาแล้วทำให้สัมประสิทธิ์ต่ำสุด

ตัวอย่างการดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน

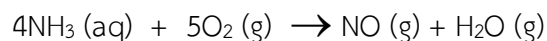


ขั้นที่ 1 หาเลขออกซิเดชันที่เปลี่ยนแปลงของตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์

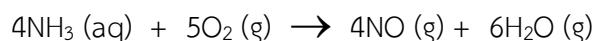


จากสมการ N มีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น 5 NH_3 จึงเป็นตัวรีดิวซ์ส่วน O_2 2 อะตอมมีเลขออกซิเดชันลดลง $2 \times 2 = 4$ O_2 เป็นตัวออกซิไดส์

ขั้นที่ 2 ทำเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นและลดลงให้เท่ากันโดยใส่เลข 4 ไว้หน้า NH_3 และใส่เลข 5 ไว้หน้า O_2 ทำให้เลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น $4 \times 5 = 20$ และเลขออกซิเดชันลดลงทั้งหมด $5 \times 4 = 20$ ซึ่งเขียนได้ดังนี้



ขั้นที่ 3 ดุลจำนวนอะตอมของ N โดยเติมเลข 4 หน้า NO และดุลจำนวนอะตอมของ H โดยเติมเลข 6 หน้า H_2O จะได้สมการที่ดุลแล้วดังนี้



5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) (50 นาที)

5.3.1 ครูแจกใบกิจกรรมที่ 1 พร้อมให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาใบความรู้และการบรรยายเพิ่มเติมของครู ลงในใบกิจกรรมที่ 1

5.3.2 ครูให้แต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนตรวจใบกิจกรรม พร้อมกับให้แต่ละกลุ่มวิจารณ์ผลงานของเพื่อนว่ามีส่วนใดที่ยังไม่สมบูรณ์

5.3.3 ครูใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่การหาข้อสรุปของชั้นเรียน ดังนี้

- ขั้นตอนในการดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน สามารถทำได้อย่างไร

(แนวคำตอบ: 1) หาเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นของตัวรีดิวซ์และเลขออกซิเดชันที่ลดลงของตัวออกซิไดส์

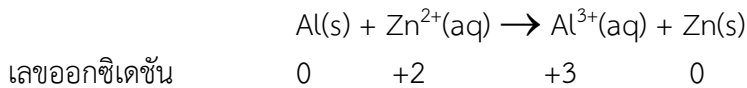
2) ทำออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นและลดลงให้เท่ากันโดยเขียนเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นไว้ข้างหน้า

ตัวออกซิไดส์และเลขออกซิเดชันที่ลดลงไว้หน้าตัวรีดิวซ์

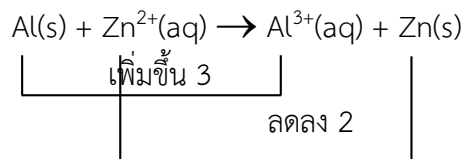
3) ดุลจำนวนอะตอมของธาตุต่างๆและประจุรวมทั้งด้านซ้ายและด้านขวาของสมการให้เท่ากัน สำหรับในสารละลายกรดให้เติม H^+ ส่วนในสารละลายเบสให้เติม OH^- จากนั้นดุลจำนวนอะตอมของไฮโดรเจนและออกซิเจนโดยการเติมน้ำเข้าไปในปฏิกิริยาแล้วทำให้สัมประสิทธิ์ต่ำสุด)

5.3.4 ครูยกตัวอย่างการดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชันเพิ่มเติม พร้อมกับอธิบายถึงขั้นตอนการดุลสมการร่วมกันกับนักเรียน ดังนี้

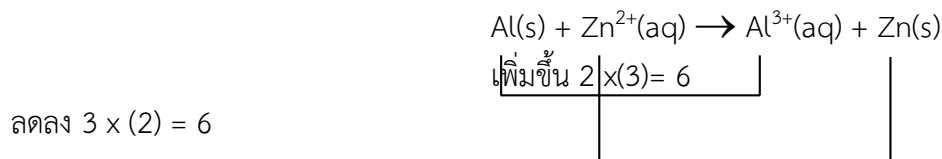
เช่น $Al(s) + Zn^{2+}(aq) \rightarrow Al^{3+}(aq) + Zn(s)$
ขั้นที่ 1 หาเลขออกซิเดชันของธาตุหรือไอออนในปฏิกิริยาเพื่อให้ทราบตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์



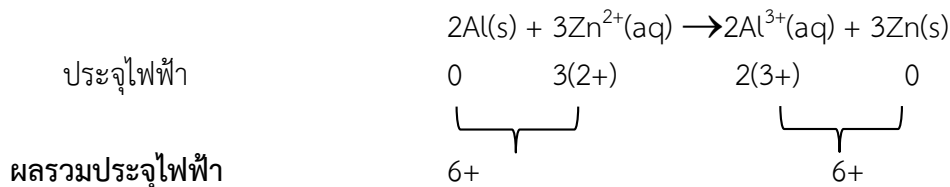
ขั้นที่ 2 ดุลจำนวนอะตอมและไอออน หาเลขออกซิเดชันที่เปลี่ยนแปลงของตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์



ขั้นที่ 3 ทำจำนวนเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นของตัวรีดิวซ์กับจำนวนเลขออกซิเดชันที่ลดลงของตัวออกซิไดส์ให้เท่ากัน โดยเติม 2 หน้า $Al(s)$ กับ $Al^{3+}(aq)$ และเติม 3 หน้า $Zn^{2+}(aq)$ กับ $Zn(s)$ ดังนี้



ขั้นที่ 4 ตรวจสอบจำนวนของอะตอม ของแต่ละธาตุและผลรวมประจุไฟฟ้าของสารตั้งต้นกับผลิตภัณฑ์ให้เท่ากัน



5.3.4 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่อง การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน

5.4 ขยายความรู้ (Elaboration) (40 นาที)

5.4.1 ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบว่าในคาบนี้จะศึกษาเรื่องการดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยา

5.4.2 ครูให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาในใบความรู้ต่อจากคาบที่ผ่านมา คือขั้นตอนการดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยา

5.4.3 ครูให้นักเรียนสรุปขั้นตอนการดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยาลงในสมุดของตนเอง

5.4.4 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพิ่มเติมในเรื่องขั้นตอนในการดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยาพร้อมกับยกตัวอย่าง โดยใช้คำถามนำเข้าสู่การอภิปราย ดังนี้

- การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชันสามารถทำได้อย่างไร

(แนวคำตอบ: สามารถสรุปขั้นตอนการดุลสมการที่สำคัญได้ดังนี้

1. หาเลขออกซิเดชันที่เปลี่ยนไปของตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์

2. แยกปฏิกิริยารีดอกซ์ออกเป็นครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันแล้วดุลจำนวนอะตอมและจำนวนประจุในแต่ละครึ่งปฏิกิริยาให้เท่ากันดังนี้

2.1. ดุลจำนวนประจุของอะตอมที่เลขออกซิเดชันเปลี่ยนไปให้เท่ากันโดยเติมอิเล็กตรอน

2.2. ในสารละลายกรด

ดุลจำนวนอะตอมของ O โดยเติม H_2O

ดุลจำนวนอะตอมของ H โดยเติม H^+

2.3. ในสารละลายเบส

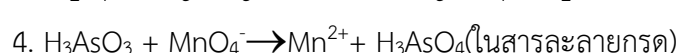
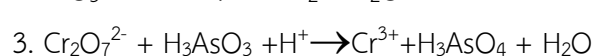
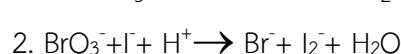
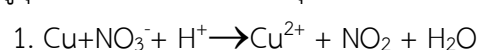
ดุลจำนวนอะตอมของ O โดยเติม H_2O

ดุลประจุโดยเติม OH^-

3. ทำจำนวนอิเล็กตรอนของสองครึ่งปฏิกิริยาให้เท่ากัน

4. รวมสองครึ่งปฏิกิริยาเข้าด้วยกันแบบพีชคณิตเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์

5.4.5 ครูสุ่มนักเรียน 5 คนออกมาดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยา โดยครูมีโจทย์คำถามให้ ดังนี้



5.4.6 ครูให้นักเรียนที่เหลือร่วมกันตรวจสอบการที่ตัวแทนนักเรียนออกมาแสดงวิธีทำ

5.4.7 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดการดุลสมการรีดอกซ์

5.5 ประเมินผล (Evaluation) (15 นาที)

5.5.1 ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดเรื่อง การดุลสมการรีดอกซ์

5.5.2 ครูประเมินความเข้าใจของนักเรียนจากการตรวจแบบฝึกหัด

5.5.3 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่องการดูแลสุขภาพจิต ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อการนำเสนอ Power Point

6.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

6.3 ใบความรู้เรื่อง การดูแลสุขภาพจิต

6.4 แบบฝึกหัดเรื่อง การดูแลสุขภาพจิต

6.5 ใบกิจกรรม เรื่อง การดูแลสุขภาพจิต

7. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1. บอกชนิดของอะตอมที่มีจำนวนอะตอมในด้านสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ที่ไม่เท่ากันในสมการเคมีได้	สังเกต/ ตรวจ - จากการถามคำถามระหว่างทำกิจกรรม - การตอบคำถาม - คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนหลังเรียน	- การถามคำถาม - แบบฝึกหัดระหว่างเรียน - การตอบคำถาม	- นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ - นักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 2. ดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชันและใช้ครึ่งปฏิกิริยาได้	สังเกต - จากการทำกิจกรรม - แบบฝึกหัดระหว่างเรียน	- แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียน - การตอบคำถาม	- นักเรียนได้ผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์ - นักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
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

คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

[illegible]

เกณฑ์การประเมิน

ระดับคะแนน: 3 หมายถึง ดีมาก

2หมายถึง 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

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม

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

8. บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....
ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

9. ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

.....
ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบความรู้รายวิชาเคมี รหัสวิชา ว30223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่องการดุลสมการรีดอกซ์

ชื่อ-สกุล.....ชั้น ม./.....เลขที่.....

1. การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชัน

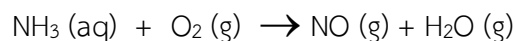
สามารถสรุปขั้นตอนที่สำคัญได้ดังนี้

1. หาเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นของตัวรีดิวซ์และเลขออกซิเดชันที่ลดลงของตัวออกซิไดส์
2. ทำออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นและลดลงให้เท่ากันโดยเขียนเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นไว้ข้างหน้าตัวออกซิไดส์และเลข

ออกซิเดชันที่ลดลงไว้หน้าตัวรีดิวซ์

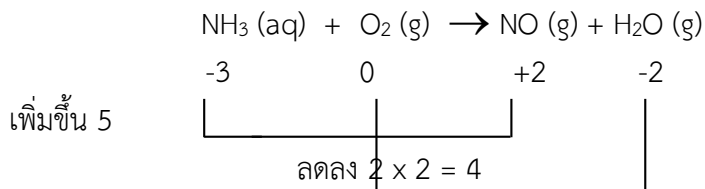
3. ดุลจำนวนอะตอมของธาตุต่างๆและประจุรวมทั้งซ้ายและทางขวาของสมการให้เท่ากันสำหรับในสารละลายกรดให้เติม H^+ ส่วนในสารละลายเบสให้เติม OH^- จากนั้นดุลจำนวนอะตอมของไฮโดรเจนและออกซิเจน โดยการเติมน้ำเข้าไปในปฏิกิริยาแล้วทำให้สัมประสิทธิ์ต่ำสุด

ตัวอย่างที่ 1 จดดุลสมการ



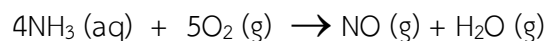
วิธีทำ

ขั้นที่ 1 หาเลขออกซิเดชันที่เปลี่ยนแปลงของตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์

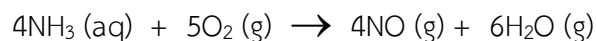


จากสมการ N มีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น 5 NH_3 จึงเป็นตัวรีดิวซ์ ส่วน O_2 2 อะตอมมีเลขออกซิเดชันลดลง $2 \times 2 = 4$ O_2 เป็นตัวออกซิไดส์

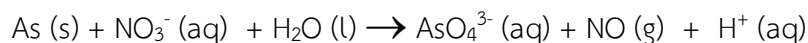
ขั้นที่ 2 ทำเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นและลดลงให้เท่ากันโดยใส่เลข 4 ไว้หน้า NH_3 และใส่เลข 5 ไว้หน้า O_2 ทำให้เลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น $4 \times 5 = 20$ และเลขออกซิเดชันลดลงทั้งหมด $5 \times 4 = 20$ ซึ่งเขียนได้ดังนี้



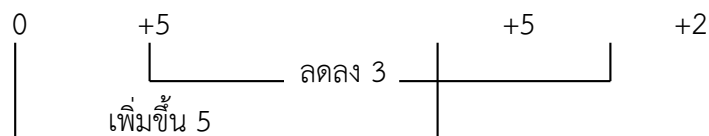
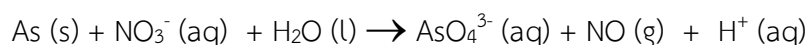
ขั้นที่ 3 ดุลจำนวนอะตอมของ N โดยเติมเลข 4 หน้า NO และดุลจำนวนอะตอมของ H โดยเติมเลข 6 หน้า H_2O จะได้สมการที่ดุลแล้วดังนี้



ตัวอย่างที่ 2 จดดุลสมการ



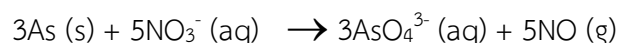
ขั้นที่ 1 หาเลขออกซิเดชันที่เปลี่ยนแปลงของตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์



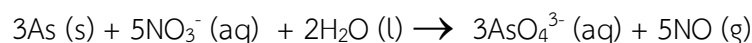
As มีค่าเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น 5 และ N มีค่าเลขออกซิเดชันลดลง 3

ขั้นที่ 2 ทำเลขออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้นและลดลงให้เท่ากันโดยใส่เลข 3 ไว้หน้า As และใส่เลข 5 ไว้หน้า NO_3^- ทำให้เลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้นทั้งหมด $3 \times 5 = 15$ และเลขออกซิเดชันลดลงทั้งหมด $5 \times 3 = 15$ เขียนสมการได้ดังนี้

ขั้นที่ 3 ดุลจำนวนอะตอมของ As โดยเติม 3 หน้า AsO_4^{3-} และดุลจำนวนอะตอมของ N โดยเติมเลข 5 หน้า NO ดังนี้



ต่อไปดุลจำนวนอะตอมของ O ซึ่งจะเห็นว่าจำนวนออกซิเจนทางซ้ายของสมการมี 15 อะตอมแต่ทางขวามี 17 อะตอมทำให้จำนวนออกซิเจนสองข้างเท่ากันโดยการเติมโมเลกุลของน้ำทางซ้าย 2 โมเลกุลจะได้สมการ



จากนั้นทำให้จำนวนไฮโดรเจนอะตอมเท่ากันโดยเติม 4H^+ ทางขวาของสมการจะได้สมการที่ดุลแล้วคือ

$$3\text{As (s)} + 5\text{NO}_3^- (\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow 3\text{AsO}_4^{3-} (\text{aq}) + 5\text{NO (g)} + 4\text{H}^+ (\text{aq})$$

2. การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยา สามารถสรุปขั้นตอนการดุลสมการที่สำคัญได้ดังนี้

1. หาเลขออกซิเดชันที่เปลี่ยนไปของตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์
2. แยกปฏิกิริยารีดอกซ์ออกเป็นครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันแล้วดุลจำนวนอะตอมและจำนวนประจุในแต่ละครึ่งปฏิกิริยาให้เท่ากันดังนี้

2.1. ดุลจำนวนประจุของอะตอมที่เลขออกซิเดชันเปลี่ยนไปให้เท่ากันโดยเติมอิเล็กตรอน

2.2. ในสารละลายกรด

ดุลจำนวนอะตอมของ O โดยเติม H_2O

ดุลจำนวนอะตอมของ H โดยเติม H^+

2.3. ในสารละลายเบส

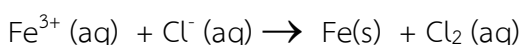
ดุลจำนวนอะตอมของ O โดยเติม H_2O

ดุลประจุโดยเติม OH^-

3. ทำจำนวนอิเล็กตรอนของสองครึ่งปฏิกิริยาให้เท่ากัน

4. รวมสองครึ่งปฏิกิริยาเข้าด้วยกันแบบพีชคณิตเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์

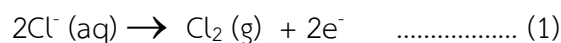
ตัวอย่างที่ 3 จงดุลปฏิกิริยารีดอกซ์ต่อไปนี้โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยา



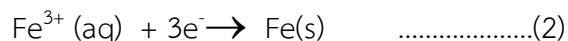
วิธีทำ

ขั้นที่ 1 จากปฏิกิริยา Fe^{3+} มีเลขออกซิเดชันเปลี่ยนจาก +3 เป็น 0 และ Cl^- มีเลขออกซิเดชันเปลี่ยนจาก -1 เป็น 0 แสดงว่า Cl^- เป็นตัวรีดิวซ์และ Fe^{3+} เป็นตัวออกซิไดส์

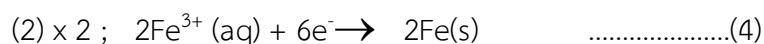
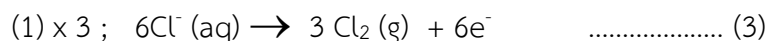
ขั้นที่ 2 แยกปฏิกิริยารีดอกซ์เป็นสองครึ่งปฏิกิริยาแล้วดุลจำนวนอะตอมและประจุให้เท่ากันดังนี้
ครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน



ครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน



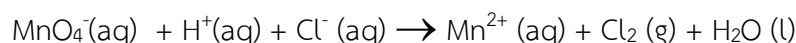
ขั้นที่ 3 ทำจำนวนอิเล็กตรอนของสองครึ่งปฏิกิริยาให้เท่ากันโดยคูณ (1) ด้วย 3 และ (2) ด้วย 2 จะได้ดังนี้



ขั้นที่ 4 รวมสองครึ่งปฏิกิริยาเข้าด้วยกันจะได้ปฏิกิริยารีดอกซ์ดังนี้



ตัวอย่างที่ 4 จงดุลปฏิกิริยารีดอกซ์ต่อไปนี้โดยใช้ครึ่งปฏิกิริยา



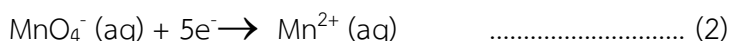
วิธีทำ

ขั้นที่ 1 เลขออกซิเดชันของ Cl^- เปลี่ยนจาก -1 เป็น 0 และเลขออกซิเดชันของ Mn ใน MnO_4^- เปลี่ยนจาก +7 เป็น +2 Cl^- จึงเป็นตัวรีดิวซ์และ MnO_4^- เป็นตัวออกซิไดส์

ขั้นที่ 2 แยกเป็นสองครึ่งปฏิกิริยาพร้อมทั้งดุลจำนวนอะตอมและจำนวนประจุให้เท่ากันดังนี้
ครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน ;



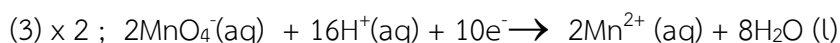
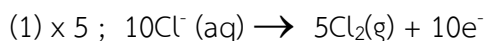
ครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน



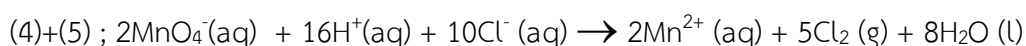
เนื่องจากปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นในสารละลายกรดจึงเติม H_2O และ H^+ เพื่อดุลจำนวนอะตอม O และ H ตามลำดับดังนี้



ขั้นที่ 3 ทำจำนวนอิเล็กตรอนของสองครึ่งปฏิกิริยาให้เท่ากันโดยคูณ (1) ด้วย 5 และคูณ (3) ด้วย 2 ดังนี้

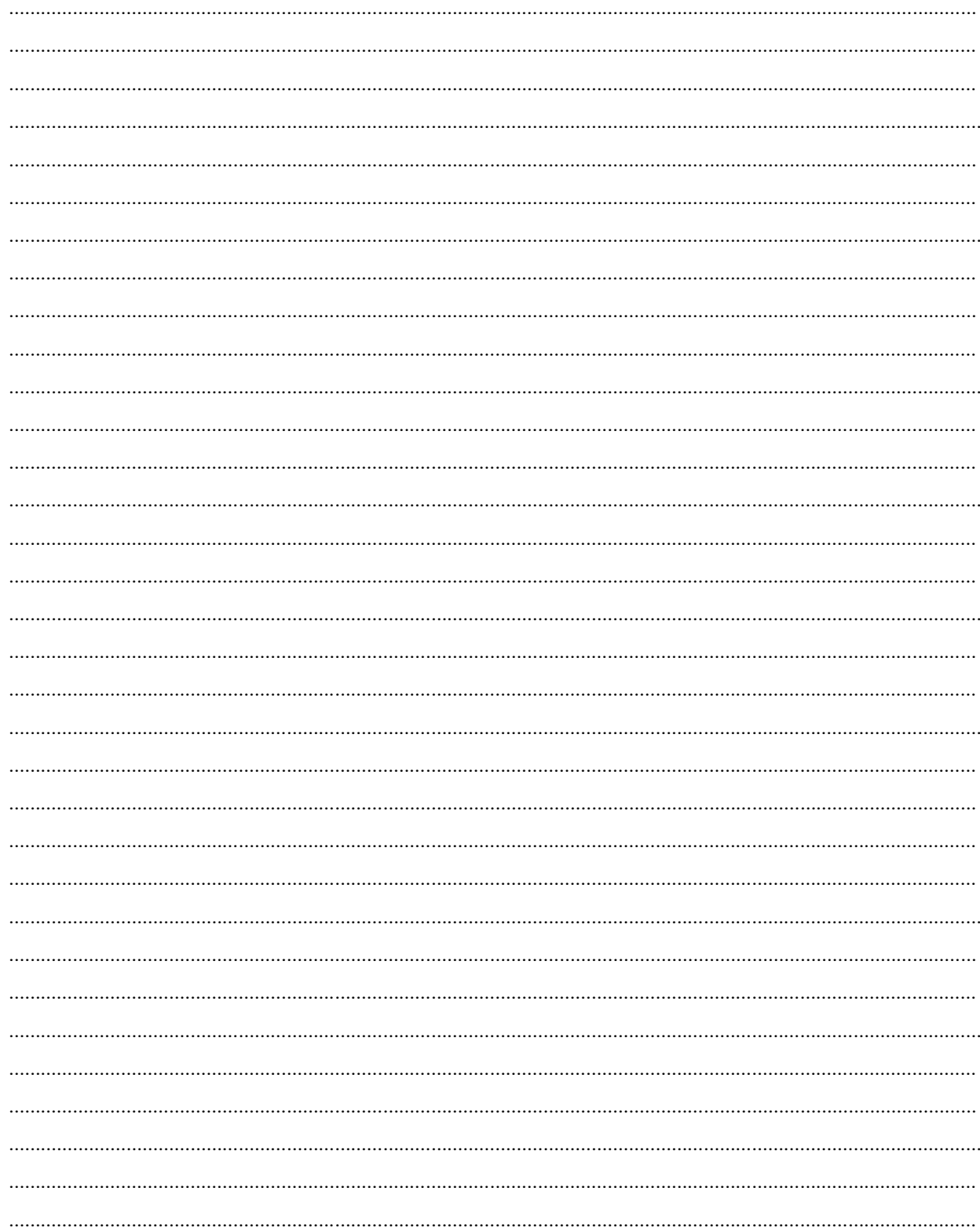


ขั้นที่ 4 รวมสองครึ่งปฏิกิริยาที่ดุลแล้วเข้าด้วยกันจะได้ปฏิกิริยารีดอกซ์ดังนี้



กำหนดส่งวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....
ชื่อ-สกุล.....ชั้น ม. /เลขที่.....

This image shows a full page of white paper with horizontal dashed lines, typical of primary school writing paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.



ใบกิจกรรม

เรื่อง การดูแลการรื้อถอน

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิด และเขียนขั้นตอนในการตุลสมการรีดอกซ์ให้ได้ โดยใช้เวลาประมาณ 5 นาที
2. ให้นักเรียนช่วยกันระดมความคิด และเขียนสมการรีดอกซ์พร้อมตุลสมการ จากนั้นให้นำเสนอหน้าชั้น

[illegible]

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 15

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เคมีไฟฟ้า

เรื่อง เซลล์กัลวานิก

ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ

ภาคเรียนที่ 2

รายวิชาเคมี (ว30223)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 3 คาบ (165 นาที)

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

ทดลอง ต่อเซลล์กัลวานิกของปฏิกิริยาครึ่งเซลล์ที่กำหนดให้ บอกว่าขั้วใดเป็นแอโนด แคโทด เขียนสมการแผนภาพเซลล์ไฟฟ้าเคมี หาค่าศักย์ไฟฟ้าของครึ่งเซลล์ โดยเปรียบเทียบกับครึ่งเซลล์มาตรฐาน ทำนายปฏิกิริยารีดอกซ์ และคำนวณหาศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ได้

2. สาระสำคัญ

หลักการของเซลล์กัลวานิกคือ เมื่อสารในเซลล์เกิดปฏิกิริยาเคมีแล้วทำให้มีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น เซลล์กัลวานิกเกิดจากการนำ 2 ครึ่งเซลล์ที่ต่างกันมาต่อกันด้วยสะพานเกลือ แล้วต่อขั้วไฟฟ้าของครึ่งเซลล์ทั้งสองกับวงจรภายนอก ครึ่งเซลล์ประกอบด้วยขั้วไฟฟ้าจุ่มอยู่ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์โดยในแต่ละครึ่งเซลล์จะมีสารที่ทำหน้าที่เป็นตัวออกซิไดส์หรือตัวรีดิวซ์ โดยขั้วไฟฟ้าของครึ่งเซลล์ที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเรียกว่า ขั้วแอโนด และขั้วไฟฟ้าของครึ่งเซลล์ที่เกิดปฏิกิริยารีดักชันเรียกว่า ขั้วแคโทด

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

3.1 สามารถอธิบายการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิกได้ (K)

3.2 สามารถอธิบายการเกิดกระแสไฟฟ้าในเซลล์กัลวานิกได้(K)

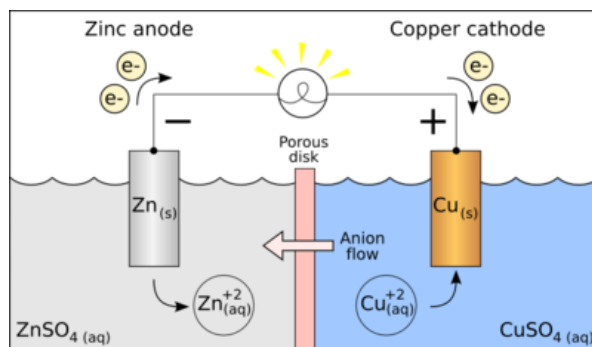
3.3 บอกส่วนประกอบของเซลล์กัลวานิกได้(K)

3.4 เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาครึ่งเซลล์ที่เกิดขึ้นที่ขั้วแอโนด, แคโทดและปฏิกิริยารวมได้ (P)

3.5 ทำการทดลองเพื่อศึกษาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิกได้ (P)

3.6 มีความสนใจในกิจกรรม รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา (A)

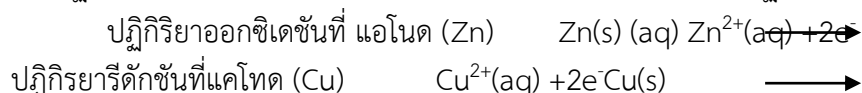
4. สารการเรียนรู้



รูป 4.1 แสดงเซลล์กัลวานิก

เซลล์กัลวานิกหรือเซลล์วอลแตอิก (Galvanic cell หรือ Voltaic cell) คือเซลล์ไฟฟ้าเคมีซึ่งเป็นระบบที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยภายในเซลล์เกิดปฏิกิริยาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนจากสารหนึ่งไปอีกสารหนึ่ง (ปฏิกิริยารีดอกซ์) โดยที่สารตั้งต้นไม่ได้สัมผัสกันโดยตรงทำให้การไหลของอิเล็กตรอนผ่านตัวนำอย่างต่อเนื่อง จึงเกิดกระแสไฟฟ้าในวงจรตัวอย่างเช่น เซลล์ไฟฟ้าเคมี ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่รถยนต์และเซลล์เชื้อเพลิงที่มนุษย์อวกาศใช้ในการเดินทางไปสำรวจดวงจันทร์ (เกิดปฏิกิริยาเคมี ได้กระแส)

จากรูปเซลล์กัลวานิกประกอบด้วยสองครึ่งเซลล์ โดยแต่ละครึ่งเซลล์จะประกอบด้วยขั้วไฟฟ้าที่จุ่มลงในสารละลาย แท่งสังกะสีและแท่งทองแดงในเซลล์เป็นขั้วไฟฟ้าซึ่งเรียกว่า **อิเล็กโทรด (electrode)** ขั้วที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เรียกว่า **ขั้วแอโนด (anode)** และขั้วที่เกิดปฏิกิริยารีดักชันเรียกว่า **ขั้วแคโทด(cathode)**



ระหว่างที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันขึ้นที่ขั้วแอโนด Zn จะค่อย ๆ กร่อนแล้วเกิดเป็น Zn^{2+} ละลายลงไปในสารละลายที่มี Zn^{2+} และ SO_4^{2-} ส่วนที่ขั้วแคโทด Cu^{2+} จากสารละลายเกิดปฏิกิริยารีดักชันกลายเป็นอะตอมของทองแดงเกาะอยู่ที่ผิวของขั้วไฟฟ้า เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปจะพบว่าในครึ่งเซลล์ออกซิเดชันสารละลายจะมีประจุบวก (Zn^{2+}) มากกว่าประจุลบ (SO_4^{2-}) และในครึ่งเซลล์รีดักชันสารละลายจะมีประจุลบ (SO_4^{2-}) มากกว่าประจุบวก (Cu^{2+}) จึงเกิดความไม่สมดุลทางไฟฟ้าขึ้น ปัญหานี้สามารถที่จะแก้ไขได้โดยการใช้ **สะพานเกลือ(salt bridge)** เชื่อมต่อระหว่างสองครึ่งเซลล์ ซึ่งสะพานเกลือทำจากหลอดแก้วรูปตัวยู ภายในบรรจุอิเล็กโทรไลต์ที่ไม่ทำปฏิกิริยากับสารในเซลล์และมีไอออนบวก ไอออนลบเคลื่อนที่ด้วยความเร็วใกล้เคียงกัน หรือทำจากกระดาษกรองชุบอิเล็กโทรไลต์ โดยสะพานเกลือทำหน้าที่เป็นตัวกลางที่เชื่อมต่อระหว่างครึ่งเซลล์ทั้งสอง และเป็นสิ่งที่ป้องกันการเกิดการสะสมของประจุโดยไอออนบวกจากสะพานเกลือจะเคลื่อนที่ไปยังครึ่งเซลล์ที่มีประจุลบมาก ในทางตรงกันข้าม ไอออนลบก็จะเคลื่อนที่ไปยังครึ่งเซลล์ที่มีประจุบวกมาก จึงทำให้ปฏิกิริยาดำเนินต่อไปได้ในเวลาที่มากขึ้นและเนื่องจากครึ่งเซลล์ทั้งสองเชื่อมต่อกับวงจรภายนอก ครึ่งเซลล์ที่มีศักย์รีดักชันสูงกว่าจะเกิดรีดักชัน และครึ่งเซลล์ที่มีศักย์รีดักชันต่ำกว่าจะ(ถูกบังคับให้)เกิดออกซิเดชัน ความต่างศักย์ระหว่างอิเล็กโทรดนี้ เรียกว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้า (electromotive force: emf) และมีหน่วยเป็นโวลต์ (volt)

5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (5นาที)

5.1.1 ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับชนิดของแหล่งพลังงานและปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์และเครื่องใช้ต่างๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น แบตเตอรี่รถยนต์ ถ่านไฟฉายต่างๆ เปรียบเทียบกับการชุบโลหะ หรือการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า และถามนักเรียนว่าแหล่งพลังงานและปฏิกิริยาที่กล่าวมาข้างต้น มีข้อแตกต่างกันอย่างไร

(แนวคำตอบ: กลุ่มที่ 1 เป็นการเปลี่ยนจากปฏิกิริยาเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า กลุ่มที่ 2 เป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี)

5.1.2 ครูนำอภิปรายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมีว่าคืออะไร และมีองค์ประกอบหลักอะไรบ้าง และให้ได้ความรู้เบื้องต้นว่าเซลล์ไฟฟ้าเคมี มีสองชนิดคือ เซลล์กัลวานิกและเซลล์อิเล็กโทรไลต์ ซึ่งในวันนี้เราจะศึกษาเรื่อง เซลล์กัลวานิก ว่าเป็นอย่างไร

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)(50นาที)

5.2.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน

5.2.2 ครูแจกใบกิจกรรมการทดลองเรื่องการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิก จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาวิธีการทดลองให้เข้าใจ

5.2.3 ครูสอบถามนักเรียนว่ามีขั้นตอนใดในการทดลองที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

5.2.4 ครูแจกอุปกรณ์การทดลองให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม และชี้แจงข้อควรระวังให้นักเรียนทราบ ดังนี้

- สะพานเกลือทำโดยใช้กระดาษกรองขนาด 1 cm x 8 cm ชุบสารละลาย KNO_3 อิมิตวจนเปียกทั่วทั้งแผ่น

- มิเตอร์(ไมโครมิเตอร์-โวลต์มิเตอร์) ที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นแบบที่มีขั้วศูนย์อยู่ตรงกลางและสร้างให้เข็มเบนไปทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน ถ้าเข็มเบนไปจากขั้วโลหะใด แสดงว่าอิเล็กตรอนจากขั้วโลหะนั้นเคลื่อนที่ผ่านลวดตัวนำไปยังอีกขั้วโลหะหนึ่ง

- ขณะทดลองให้สังเกตทิศทางการเบนของเข็มมิเตอร์ เพื่อให้ทราบทิศทางการไหลของอิเล็กตรอน

5.2.5 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำการทดลองตามขั้นตอนในใบกิจกรรมการทดลอง เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้วให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมการทดลองที่ครูแจกให้

5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) (50 นาที)

5.3.1 ครูสุ่มให้ตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลองที่ได้ และสอบถามกลุ่มที่เหลือว่าได้ผลการทดลองที่แตกต่างจากเพื่อนหรือไม่ อย่างไร

5.3.2 ครูให้นักเรียนตอบคำถามท้ายการทดลองเพื่อนำเข้าสู่การสรุปผลการทดลองทั้งชั้นเรียน ดังนี้

- เมื่อต่อวงจรไฟฟ้าระหว่างครึ่งเซลล์แต่ละคู่ มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดขึ้นหรือไม่ ทราบได้อย่างไร

(แนวคำตอบ: เมื่อต่อเซลล์กัลวานิกครบวงจรแล้วเข็มของมิเตอร์เบนไปจากขั้วศูนย์ แสดงว่าเกิดการถ่ายโอนอิเล็กตรอนและมีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น เช่น เมื่อต่อครึ่งเซลล์ $\text{Cu(s)}|\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ กับครึ่งเซลล์ $\text{Zn(s)}|\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ ให้ครบวงจรพบว่าเข็มของมิเตอร์เบนเข้าหาขั้วทองแดง แสดงว่าขั้วของสังกะสีให้อิเล็กตรอนแก่ $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ ที่อยู่รอบๆ ขั้วทองแดงมีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่างสังกะสีกับ $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ ซึ่งเป็นไปตามผลการทดลองที่เคยศึกษาผ่านมา)

- ครึ่งเซลล์ที่นำมาต่อกันแต่ละคู่ นั้น ครึ่งเซลล์ใดเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ครึ่งเซลล์ใดเกิดปฏิกิริยารีดักชัน และที่ขั้วไฟฟ้าหรือสารละลายมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร

(แนวคำตอบ: เมื่อสังกะสีให้อิเล็กตรอนเกิดเป็น $Zn^{2+}(aq)$ ผิวของสังกะสีจะกร่อนไป อิเล็กตรอนจากขั้วสังกะสีจึงเคลื่อนผ่านลวดตัวนำไปยังขั้วทองแดง ส่วน $Cu^{2+}(aq)$ ในสารละลาย $CuSO_4$ จะรับอิเล็กตรอนเกิดเป็นทองแดงเกาะที่ขั้วทองแดง ทำให้สารละลายสีฟ้ามีสีจางลง ดังนั้นในครึ่งเซลล์ $Zn(s)|Zn^{2+}(aq)$ จึงเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและในครึ่งเซลล์ $Cu(s)|Cu^{2+}(aq)$ เกิดปฏิกิริยารีดักชัน สำหรับคู่เซลล์อื่นๆก็สามารถอธิบายได้ในทำนองเดียวกัน)

- สะพานเกลือทำหน้าที่อย่างไร

(แนวคำตอบ: เมื่อนำสองครึ่งเซลล์มาต่อให้ครบวงจรแล้วมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร ในครึ่งเซลล์ที่เกิดปฏิกิริยารีดักชันมีไอออนบวกในสารละลายลดลง ไอออนบวกจากสะพานเกลือจึงเคลื่อนลงไปแทนที่ ขณะเดียวกันไอออนลบจากสารละลายจะแพร่ผ่านสะพานไอออนเพื่อรักษาสมดุลทางไฟฟ้า ส่วนในครึ่งเซลล์ที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันมีไอออนบวกในสารละลายเพิ่มขึ้น ไอออนลบจากสะพานเกลือจึงเคลื่อนลงมาในสารละลายและขณะเดียวกันไอออนบวกจากสารละลายก็จะแพร่ผ่านสะพานเกลือเพื่อรักษาสมดุลทางไฟฟ้า การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้เกิดขึ้นพร้อมกันตลอดเวลา ดังนั้นสะพานเกลือจึงทำหน้าที่รักษาสมดุลระหว่างไอออนบวกกับไอออนลบในเซลล์)

5.3.3 ครูอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า ขั้วไฟฟ้าของเซลล์ที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเรียกว่า ขั้วแอโนด ส่วนขั้วไฟฟ้าของเซลล์ที่เกิดปฏิกิริยารีดักชันเรียกว่า ขั้วแคโทด และให้นักเรียนเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเซลล์กัลวานิก และจัดลำดับความสามารถในการให้อิเล็กตรอนของโลหะและไอออนของโลหะ ซึ่งควรจัดได้ดังนี้

รับอิเล็กตรอน		ให้อิเล็กตรอน	
ง่าย			ยาก
↑	$Cu^{2+}(aq)$	$Cu(s)$	↓
	$Fe^{2+}(aq)$	$Fe(s)$	
	$Zn^{2+}(aq)$	$Zn(s)$	
	$Mg^{2+}(aq)$	$Mg(s)$	
ยาก			ง่าย

5.4 ขยายความรู้ (Elaboration) (40 นาที)

5.4.1 ครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่องเซลล์กัลวานิก และครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปรายในเรื่องการเขียนแผนภาพเซลล์กัลวานิกและสมการไอออนิก

5.4.2 ครูนำอภิปรายว่า ในการศึกษาเกี่ยวกับเซลล์กัลวานิก เพื่อความสะดวกจึงนิยมใช้แผนภาพของเซลล์แทนการบรรยายการเกิดปฏิกิริยา จากที่นักเรียนได้ศึกษาในใบความรู้ถ้าต่อครึ่งเซลล์ $Zn(s)|Zn^{2+}(aq)$ กับ $Cu(s)|Cu^{2+}(aq)$ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในเซลล์เขียนสมการได้อย่างไร

(แนวคำตอบ: $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$)

- สามารถเขียนแผนภาพเซลล์ได้อย่างไร

(แนวคำตอบ: $Zn(s)|Zn^{2+}(aq, 1\text{ mol/dm}^3)||Cu^{2+}(aq, 1\text{ mol/dm}^3)|Cu(s)$)

- การเขียนแผนภาพเซลล์กัลวานิกมีหลักการว่าอย่างไร

1. เขียนครึ่งเซลล์ที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันไว้ทางซ้ายมือ โดยเขียนครึ่งไฟฟ้าไว้ทางซ้ายสุด ตามด้วยไอออนในสารละลาย และใช้เส้นเดี่ยว / ชิดคั่นระหว่างครึ่งไฟฟ้ากับไอออนในสารละลาย เช่น $Zn(s)/Zn^{2+}(aq)$

2. เขียนครึ่งเซลล์ที่เกิดปฏิกิริยารีดักชันไว้ทางขวามือ โดยเขียนไอออนในสารละลายก่อน ตามด้วยครึ่งไฟฟ้าไว้ทางขวาสุด และใช้เส้นเดี่ยว / ชิดคั่นระหว่างครึ่งไฟฟ้ากับไอออนในสารละลาย เช่น $Cu^{2+}(aq)/Cu(s)$

3. สำหรับครึ่งเซลล์ที่ประกอบด้วยโลหะกับก๊าซ ใช้เส้นเดี่ยว / ชิดคั่นระหว่างครึ่งไฟฟ้ากับก๊าซและระหว่างไอออนในสารละลาย เช่น $Pt(s)/H_2(g, 1\text{ atm})/H^+(aq)$

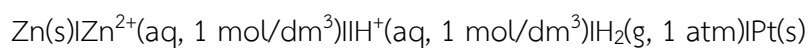
4. เขียนเส้นคู่ขนาน // แทนสะพานไอออนกั้นระหว่างครึ่งเซลล์ทั้งสอง เช่น



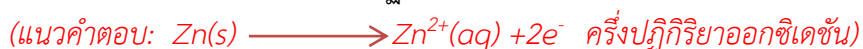
5. สำหรับครึ่งเซลล์ที่มีสารสถานะเดียวกันมากกว่าหนึ่งชนิด ให้ใช้เครื่องหมายจุลภาคคั่นระหว่างไอออนทั้งสอง เช่น $Fe(s)/Fe^{2+}(aq), Fe^{3+}(aq) // Cu^{2+}(aq)/Cu(s)$

5.4.3 ครูอธิบายเพิ่มเติมว่าจากหลักการเขียนแผนภาพเซลล์กัลวานิก สามารถนำไปใช้เขียนแผนภาพเซลล์กัลวานิกที่เกิดขึ้นจากการนำสองครึ่งเซลล์มาต่อกันได้ หรือจากแผนภาพเซลล์กัลวานิกที่กำหนดมาให้ สามารถวาดรูปเซลล์กัลวานิกและเขียนสมการแสดงครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน ครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน และปฏิกิริยาของเซลล์กัลวานิกได้

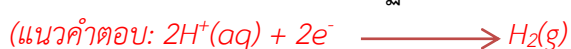
5.4.4 ครูกำหนดแผนภาพเซลล์กัลวานิกและให้นักเรียนเขียนครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน รีดักชัน และปฏิกิริยารีดอกซ์



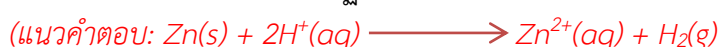
- จากแผนภาพสามารถเขียนครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน ได้อย่างไร



- จากแผนภาพสามารถเขียนครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน ได้อย่างไร



- จากแผนภาพสามารถเขียนปฏิกิริยารีดอกซ์ ได้อย่างไร



5.4.5 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 9.3 ในหนังสือเรียนเคมีเล่ม 4

5.5 ขึ้นประเมินผล (Evaluation) (15 นาที)

5.5.1 ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดที่ 9.3

5.5.2 ครูประเมินความเข้าใจของนักเรียนจากการตรวจแบบฝึกหัด

5.5.3 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่องเซลล์กัลวานิก ว่ามีส่วนใดที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อการนำเสนอ Power Point

6.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

6.3 ใบความรู้เรื่อง เซลล์กัลวานิก

6.5 ใบกิจกรรมการทดลอง เรื่อง เซลล์กัลวานิก

7. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1. สามารถอธิบายการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิกได้ 2. สามารถอธิบายการเกิดกระแสไฟฟ้าในเซลล์กัลวานิกได้ 3. บอกส่วนประกอบของเซลล์กัลวานิกได้	สังเกต/ ตรวจ - จากการถามคำถามระหว่างทำกิจกรรม - การตอบคำถาม - คะแนนแบบฝึกหัด	- การถามคำถาม - แบบฝึกหัดหลังเรียน	- นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ - นักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 4. เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาครึ่งเซลล์ที่เกิดขึ้นที่ขั้วแอโนด, แคโทดและปฏิกิริยารวมได้ 5. ทำการทดลองเพื่อศึกษาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิกได้	สังเกต - จากการทำกิจกรรม - การตอบคำถามท้ายการทดลอง	- แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียน - คำถามท้ายการทดลอง - แบบสังเกตการทำกิจกรรมการทดลอง	- นักเรียนได้ผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์ - นักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
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

แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง

การทดลองการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิก

คำชี้แจง สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองแล้วทำเครื่องหมาย / ในพฤติกรรมระดับคุณภาพ

ที่ พฤติกรรม/ ระดับคะแนน ชื่อ-สกุล	การใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือ			การดูแลและเก็บ อุปกรณ์/เครื่องมือ			การนำเสนอผลการ ทดลอง			รวม	ระดับ คุณภาพ
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	12	
กลุ่มที่.....											
กลุ่มที่.....											
กลุ่มที่.....											
กลุ่มที่.....											
กลุ่มที่.....											
กลุ่มที่.....											

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม
คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ - สกุล	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

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

8. บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

9. ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....
ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เลขที่.....เลขที่.....เลขที่.....

รายการ	จำนวน
สารเคมี	
1. สารละลายโพแทสเซียมไนเตรดอิ่มตัว	10cm ³
2. สารละลายคอปเปอร์ (II)ซัลเฟต 1.0 mol/dm ³	20 cm ³
3. สารละลายซิงค์ซัลเฟต 1.0 mol/dm ³	20 cm ³
4. สารละลายแมกนีเซียม 1.0 mol/dm ³	20 cm ³
5. สารละลายไอร์ออน (II)ซัลเฟต 1.0 mol/dm ³	20 cm ³
6. ทองแดงขนาด 0.5 cm x 5 cm	1 ชิ้น
7. แมกนีเซียมขนาด 0.5 cm x 5 cm	1 ชิ้น
8. สังกะสีขนาด 0.5 cm x 5 cm	1 ชิ้น
9. เหล็กขนาด 0.5 cm x 5 cm	1 ชิ้น
อุปกรณ์	
1. บีกเกอร์ขนาด 50 cm ³	4 ใบ
2. มิเตอร์วัดความต่างศักย์ของขั้วไฟฟ้าชนิดที่มีเลขศูนย์อยู่ตรงกลาง (ไมโครแอมมิเตอร์-โวลต์มิเตอร์)	1 เครื่อง
3. กระดาษกรองขนาด 1 cm x 8 cm	5 ชิ้น
4. สายไฟฟ้าพร้อมที่เสียบและคลิปปากจระเข้	2 เส้น
5. กระดาษทรายขนาด 3 cm x 3 cm	1 ชิ้น

ขั้นตอนการทดลอง

1. จุ่มแผ่นทองแดงขนาด $0.5\text{ cm} \times 5.0\text{ cm}$ ลงในปิกเกอร์ขนาด 50 cm^3 ที่มีสารละลาย CuSO_4 1 mol/dm^3 ปริมาตร 20 cm^3 เขียนฉลาก $\text{Cu(s)}/\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ ติดที่ข้างปิกเกอร์ และจุ่มแผ่นสังกะสีขนาด $0.5\text{ cm} \times 5.0\text{ cm}$ ลงในปิกเกอร์ขนาด 50 cm^3 ที่มีสารละลาย ZnSO_4 1 mol/dm^3 ปริมาตร 20 cm^3 และเขียนฉลาก $\text{Zn(s)}/\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ ติดที่ข้างปิกเกอร์
2. นำปิกเกอร์ที่มีโลหะจุ่มอยู่ในสารละลายที่เตรียมไว้ในข้อ 1 มาวางชิดกัน ใช้สะพานเกลือ (ทำจากกระดาษกรอง ขนาด $1.0\text{ cm} \times 8.0\text{ cm}$ ชุบสารละลายอิ่มตัว KNO_3) วางพาดปิกเกอร์ทั้งสองให้ปลายกระดาษจุ่มในสารละลายของแต่ละปิกเกอร์
3. ต่อแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีเข้ากับโวลต์มิเตอร์ สังเกตทิศทางการเบนของเข็มโวลต์มิเตอร์ และอ่านค่าความต่างศักย์
4. สลับขั้วของโวลต์มิเตอร์ สังเกตทิศทางการเบนของเข็มโวลต์มิเตอร์และอ่านค่าความต่างศักย์
5. ใช้หลอดไฟขนาด 1.0 V มาต่อกับขั้วทองแดงและขั้วสังกะสีแทนโวลต์มิเตอร์ สังเกตการเปลี่ยนแปลง
6. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1 – 4 แต่ใช้ครึ่งเซลล์คู่ต่อไปนี้และเปลี่ยนสะพานเกลือใหม่ทุกครั้ง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ครึ่งเซลล์ที่นำมาต่อกัน	ขั้วโลหะที่เข็มของมิเตอร์เบนเข้าหา	ความต่างศักย์ (V) (ค่าประมาณ)
$\text{Cu(s)}/\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ กับ $\text{Zn(s)}/\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ $\text{Zn(s)}/\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ กับ $\text{Mg(s)}/\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$ $\text{Cu(s)}/\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ กับ $\text{Fe(s)}/\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ $\text{Zn(s)}/\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ กับ $\text{Fe(s)}/\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ $\text{Fe(s)}/\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ กับ $\text{Mg(s)}/\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$		

คำถามท้ายการทดลอง

1. เมื่อต่อวงจรไฟฟ้าระหว่างครึ่งเซลล์แต่ละคู่ มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดขึ้นหรือไม่ ทราบได้อย่างไร

.....

.....

.....

2. ครึ่งเซลล์ที่นำมาต่อกันแต่ละคู่ นั้น ครึ่งเซลล์ใดเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ครึ่งเซลล์ใดเกิดปฏิกิริยารีดักชัน และขั้วไฟฟ้าหรือสารละลายมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

3. สะพานเกลือทำหน้าที่อย่างไร

ผลการทดลอง

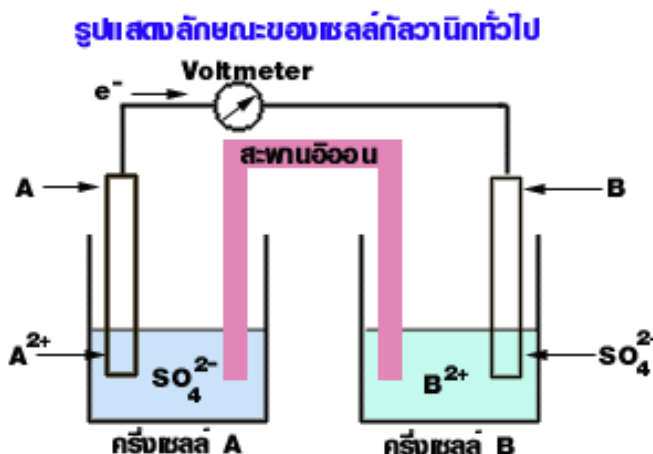
อภิปรายผล

สรุปผลการทดลอง

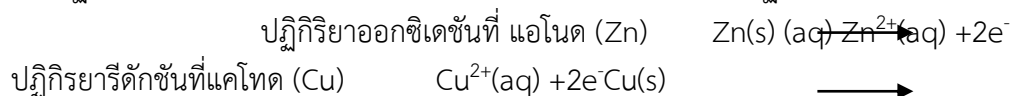
โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบความรู้รายวิชาเคมี รหัสวิชา ว30223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง เซลล์กัลวานิก

ชื่อ-สกุล.....ชั้น ม./.....เลขที่.....

ได้กล่าวถึงปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้นเมื่อนำแผ่นสังกะสีจุ่มลงในสารละลายของทองแดง หรือตัวรีดิวซ์จุ่มลงในตัวออกซิไดซ์โดยตรงแล้วในบัพหน้า ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นทำให้เกิดพลังงานในรูปของความร้อน แต่ถ้าแยกตัวรีดิวซ์ออกจากตัวออกซิไดซ์ แล้วเชื่อมต่อวงจรภายนอกและสะพานเกลือ (salt bridge) อิเล็กตรอนก็จะถูกถ่ายโอนผ่านตัวกลางภายนอกจากขั้วไฟฟ้าที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันไปยังขั้วไฟฟ้าที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน จึงทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าได้ เซลล์ไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีนี้เรียกว่าเซลล์กัลวานิก หรือเซลล์โวลตาอิก (galvanic cell or voltaic cell) ดังรูป



จากรูปเซลล์กัลวานิกประกอบด้วยสองครึ่งเซลล์ โดยแต่ละครึ่งเซลล์จะประกอบด้วยขั้วไฟฟ้าที่จุ่มลงในสารละลาย แท่งสังกะสีและแท่งทองแดงในเซลล์เป็นขั้วไฟฟ้าซึ่งเรียกว่า **อิเล็กโทรด (electrode)** ขั้วที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เรียกว่า **ขั้วแอโนด (anode)** และขั้วที่เกิดปฏิกิริยารีดักชันเรียกว่า **ขั้วแคโทด (cathode)**

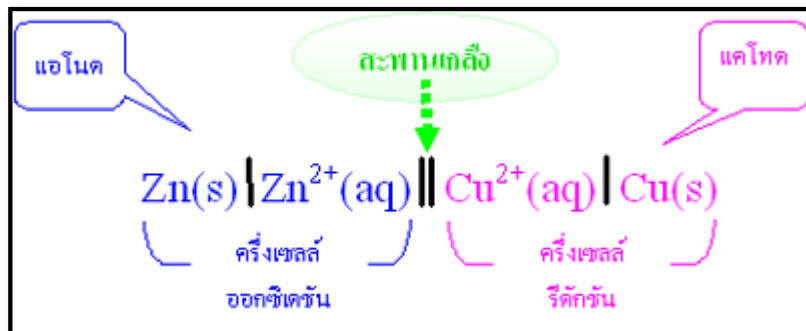


ระหว่างที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันขึ้นที่ขั้วแอโนด Zn จะค่อย ๆ กร่อนแล้วเกิดเป็น Zn^{2+} ละลายลงไปในสารละลายที่มี Zn^{2+} และ SO_4^{2-} ส่วนที่ขั้วแคโทด Cu^{2+} จากสารละลายเกิดปฏิกิริยารีดักชันกลายเป็นอะตอมของทองแดงเกาะอยู่ที่ผิวของขั้วไฟฟ้า เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปจะพบว่าในครึ่งเซลล์ออกซิเดชันสารละลายจะมีประจุบวก (Zn^{2+}) มากกว่าประจุลบ (SO_4^{2-}) และในครึ่งเซลล์รีดักชันสารละลายจะมีประจุลบ (SO_4^{2-}) มากกว่าประจุบวก (Cu^{2+}) จึงเกิดความไม่สมดุลทางไฟฟ้าขึ้น ปัญหานี้สามารถที่จะแก้ไขได้โดยการใช้ **สะพานเกลือ (salt bridge)** เชื่อมต่อระหว่างสองครึ่งเซลล์ ซึ่งสะพานเกลือทำจากหลอดแก้วรูปตัวยู ภายในบรรจุอิเล็กโทรไลต์ที่ไม่ทำปฏิกิริยากับสารในเซลล์และมีไอออนบวก ไอออนลบเคลื่อนที่ด้วยความเร็วใกล้เคียงกัน หรือทำจากกระดาษกรองชุบอิเล็กโทรไลต์ โดยสะพานเกลือทำหน้าที่เป็นตัวกลางที่เชื่อมต่อระหว่างครึ่งเซลล์ทั้งสอง และเป็นสิ่งที่ป้องกันการเกิดการ

สะสมของประจุโดยไอออนบวกจากสะพานเกลือจะเคลื่อนที่ไปยังครึ่งเซลล์ที่มีประจุลบมาก ในทางตรงกันข้าม ไอออนลบก็จะเคลื่อนที่ไปยังครึ่งเซลล์ที่มีประจุมาก จึงทำให้ปฏิกิริยาดำเนินต่อไปได้ในเวลาที่มากขึ้นและเนื่องจาก ครึ่งเซลล์ทั้งสองเชื่อมต่อกับวงจรภายนอก ครึ่งเซลล์ที่มีศักย์รีดักชันสูงกว่าจะเกิดรีดักชัน และครึ่งเซลล์ที่มีศักย์รีดักชันต่ำกว่าจะ(ถูกบังคับให้)เกิดออกซิเดชัน ความต่างศักย์ระหว่างอิเล็กโทรดนี้ เรียกว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้า (electromotive force: emf) และมีหน่วยเป็นโวลต์ (volt)

การเขียนแผนภาพของเซลล์กัลวานิกมีหลักดังนี้

1. เขียนครึ่งเซลล์ที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันไว้ทางซ้ายมือ โดยเขียนขั้วไฟฟ้าไว้ทางซ้ายสุด ตามด้วยไอออนในสารละลาย และใช้เส้นเดี่ยว / ชิดคั่นระหว่างขั้วไฟฟ้ากับไอออนในสารละลาย เช่น $\text{Zn(s)}/\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$
2. เขียนครึ่งเซลล์เซลล์ที่เกิดปฏิกิริยารีดักชันไว้ทางขวามือ โดยเขียนไอออนในสารละลายก่อน ตามด้วยขั้วไฟฟ้าไว้ทางขวาสุด และใช้เส้นเดี่ยว / ชิดคั่นระหว่างขั้วไฟฟ้ากับไอออนในสารละลาย เช่น $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})/\text{Cu(s)}$
3. สำหรับครึ่งเซลล์ที่ประกอบด้วยโลหะกับก๊าซ ใช้เส้นเดี่ยว / ชิดคั่นระหว่างขั้วไฟฟ้ากับก๊าซและระหว่างไอออนในสารละลาย เช่น $\text{Pt(s)}/\text{H}_2(\text{g}, 1 \text{ atm})/\text{H}^+(\text{aq})$
4. เขียนเส้นคู่ขนาน // แทนสะพานไอออนกั้นระหว่างครึ่งเซลล์ทั้งสอง เช่น
 $\text{Zn(s)}/\text{Zn}^{2+}(\text{aq})//\text{Cu}^{2+}(\text{aq})/\text{Cu(s)}$
 $\text{Pt(s)}/\text{H}_2(\text{g}, 1 \text{ atm})/\text{H}^+(1 \text{ mol/dm}^3)//\text{Cu}^{2+}(1 \text{ mol/dm}^3)/\text{Cu(s)}$
5. สำหรับครึ่งเซลล์ที่มีสารสถานะเดียวกันมากกว่าหนึ่งชนิด ให้ใช้เครื่องหมายจุลภาคคั่นระหว่างไอออนทั้งสอง เช่น $\text{Fe(s)}/\text{Fe}^{2+}(\text{aq}), \text{Fe}^{3+}(\text{aq})//\text{Cu}^{2+}(\text{aq})/\text{Cu(s)}$



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 16

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เคมีไฟฟ้า

เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์และศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์

ผู้สอน ครูดุษฐารัตน์ สุวรรณ

ภาคเรียนที่ 2

รายวิชาเคมี (ว30223)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 3 คาบ (165 นาที)

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2

เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

ทดลอง ต่อเซลล์กัลวานิกของปฏิกิริยาครึ่งเซลล์ที่กำหนดให้ บอกว่าขั้วใดเป็นแอโนด แคโทด เขียนสมการแผนภาพเซลล์ไฟฟ้าเคมี หาค่าศักย์ไฟฟ้าของครึ่งเซลล์ โดยเปรียบเทียบกับครึ่งเซลล์มาตรฐาน ทำนายปฏิกิริยารีดอกซ์ และคำนวณหาค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ได้

2. สารสำคัญ

เมื่อนำ 2 ครึ่งเซลล์มาต่อกันเป็นเซลล์กัลวานิก ความต่างศักย์ที่วัดได้จากเซลล์คือศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ การหาศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ทำได้โดยนำครึ่งเซลล์นั้นที่ภาวะมาตรฐานไปต่อกับครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐาน ซึ่งกำหนดให้มีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์โวลต์ ครึ่งเซลล์รีดักชันที่มีค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานเป็นบวก ตัวออกซิไดส์ในครึ่งเซลล์นั้นจะชิงอิเล็กตรอนได้ดีกว่าไฮโดรเจนไอออนในครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐาน ส่วนครึ่งเซลล์รีดักชันที่มีค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานเป็นลบ ตัวออกซิไดส์ในครึ่งเซลล์นั้นมีความสามารถในการชิงอิเล็กตรอนได้น้อยกว่าไฮโดรเจนไอออนครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐาน ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์สามารถใช้พิจารณาความสามารถในการเป็นตัวออกซิไดส์หรือตัวรีดิวซ์ ใช้ทำนายทิศทางการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์เมื่อนำ 2 ครึ่งเซลล์มาต่อกัน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

3.1 อธิบายวิธีการหาศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้าเคมีได้ (K)

3.2 ทำนายทิศทางการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์จากการใช้ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานครึ่งเซลล์ได้ (P)

3.3 คำนวณหาค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์โดยใช้ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานครึ่งเซลล์ได้ (P)

3.4 มีความสนใจในกิจกรรม รับผิดชอบในการทำงาน และทำงานเสร็จทันเวลา (A)

4. สารการเรียนรู้

4.1 ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ (Cell Potential)

เมื่อนำครึ่งเซลล์ต่างชนิดกันมาต่อกันเป็นเซลล์กัลวานิก อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่จากขั้วที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำไปยังขั้วที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่า ความต่างศักย์ที่วัดได้คือความต่างศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ มีหน่วยเป็นโวลต์เมื่อต่อครึ่งเซลล์

$\text{Zn(s)}|\text{Zn}^{2+}(\text{aq}, 1 \text{ mol/dm}^3)$ กับครึ่งเซลล์ $\text{Cu(s)}|\text{Cu}^{2+}(\text{aq}, 1 \text{ mol/dm}^3)$ ได้เซลล์กัลวานิกดังนี้



4.2 ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์

เมื่อนำครึ่งเซลล์ที่ต้องการทราบค่าศักย์ไฟฟ้าของครึ่งเซลล์มาต่อเข้ากับครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐาน ค่าศักย์ไฟฟ้าที่หาได้ จะเรียกว่า ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ (กำหนดสัญลักษณ์ คือ E^0) ถ้าทดลองโดยใช้ครึ่งเซลล์ที่ประกอบด้วยสารละลายเข้มข้น 1 โมลต่อลิตร และถ้ามีก๊าซเกี่ยวข้องด้วยต้องมีความดัน 1 บรรยากาศ (atm) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

4.3 การหาค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ (E^0) ในทางปฏิบัติสามารถทำได้ดังนี้

1. นำครึ่งเซลล์ที่ต้องการหาค่า E^0 มาต่อเป็นเซลล์กัลวานิกกับครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐานให้ครบวงจรโดยมีโวลต์มิเตอร์ต่ออยู่ด้วย แล้วอ่านค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์
2. สังเกตการเบนของเข็มโวลต์มิเตอร์ ขั้วที่เข็มเบนออกจะเป็นขั้วที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน(ขั้วลบ) ซึ่งเรียกว่าขั้วแอโนด และขั้วที่เข็มเบนเข้าหา จะเป็นขั้วที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน (ขั้วบวก) ซึ่งเรียกว่าขั้วแคโทด)
3. กำหนดให้ค่าครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐานมีค่า $E^0 = 0.00$ โวลต์
4. นำค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ที่อ่านได้ มาคำนวณหาศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ได้จากสูตร

$$E_{\text{cell}}^0 = \text{ศักย์ไฟฟ้าสูง} - \text{ศักย์ไฟฟ้าต่ำ} \quad \text{หรือ}$$
$$E_{\text{cell}}^0 = E_{\text{cathode}}^0 - E_{\text{anode}}^0$$

เมื่อ $E_{\text{cell}}^0 =$ ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์

$E_{\text{cathode}}^0 =$ ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน(ขั้วบวก)

$E_{\text{anode}}^0 =$ ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน(ขั้วลบ)

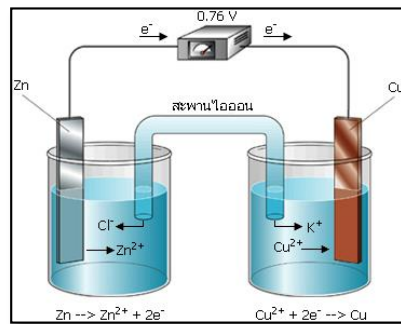
5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

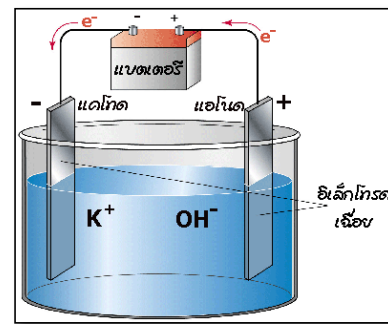
5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (5นาที)

5.1.1 ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องเซลล์กัลวานิก โดยนำเสนอภาพเซลล์กัลวานิก และใช้คำถามดังนี้

- ภาพต่อไปนี้ ภาพใดเป็นลักษณะของเซลล์กัลวานิก



ภาพ A



ภาพ B

(แนวคำตอบ: ภาพ A)

- ทราบได้อย่างไร

(แนวคำตอบ: โดยทั่วไป เซลล์กัลวานิก ประกอบด้วยครึ่งเซลล์ 2 ครึ่งเซลล์มาต่อเข้าด้วยกัน และเชื่อมวงจรภายในให้ครบวงจรโดยใช้สะพานไอออนต่อไว้ระหว่างสารละลายในแต่ละครึ่งเซลล์)

- เซลล์กัลวานิกคืออะไร

(แนวคำตอบ: เซลล์กัลวานิก เป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมีชนิดหนึ่งที่เกิดการเปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า)

- เมื่อนำครึ่งเซลล์ต่างชนิดกันมาต่อกันเป็นเซลล์กัลวานิก อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่อย่างไร

(แนวคำตอบ: อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่จากขั้วที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำไปยังขั้วที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่า)

- นักเรียนคิดว่าเราสามารถวัดศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ได้หรือไม่ และความต่างศักย์ที่วัดได้สามารถบอกอะไรเราได้บ้าง

(แนวคำตอบ: ได้/ไม่ได้ หรือตามแนวคิดของนักเรียน)

5.1.2 ครูชี้แจงว่าในวันนี้เราจะศึกษาในเรื่องศักย์ไฟฟ้าของเซลล์และศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)(50นาที)

5.2.1 ครูแจกใบความรู้เรื่องศักย์ไฟฟ้าของเซลล์และศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ ให้นักเรียน

5.2.2 ครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ได้รับ โดยครูใช้คำถามเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาข้อมูลดังนี้

- ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์คืออะไร

- ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์คืออะไร

- วิธีการวัดศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ทำได้อย่างไร

- ครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐาน คืออะไร

- วิธีการคำนวณศักย์ไฟฟ้าของครึ่งเซลล์เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐานทำได้อย่างไร

5.2.3 ครูให้นักเรียนสรุปผลการสืบค้นลงในสมุดจดบันทึกโดยใช้คำถามในข้อ 5.2.2 เป็นแนวทางในการสรุป ซึ่งควรสรุปได้ ดังนี้

- ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์คืออะไร

(แนวคำตอบ: ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ คือความต่างศักย์ที่วัดได้จากการต่อครึ่งเซลล์เข้าด้วยกัน)

- ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์คืออะไร

(แนวคำตอบ: ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์คือค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ที่วัดจากการนำครึ่งเซลล์ไฟฟ้าใดๆ ที่ภาวะมาตรฐานไปต่อเป็นเซลล์ไฟฟ้าคู่กับครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐาน)

- ครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐาน คืออะไร

(แนวคำตอบ: ครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐานหรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าขั้วไฟฟ้าไฮโดรเจนมาตรฐานโดยนักวิทยาศาสตร์กำหนดให้ใช้เป็นขั้วไฟฟ้ามาตรฐานมีศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานเท่ากับ 0.00 โวลต์เพื่อใช้เป็นครึ่งเซลล์มาตรฐานในการเปรียบเทียบหาค่าศักย์ไฟฟ้าของครึ่งเซลล์ต่างๆ ครึ่งเซลล์มาตรฐานไฮโดรเจนประกอบด้วยขั้วไฟฟ้าซึ่งทำด้วยโลหะแพลทินัมฉาบผิวด้วยแพลทินัมเคลือบตลอดเวลาและจุ่มอยู่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 mol/dm^3 ที่อุณหภูมิ 25°C ครึ่งเซลล์มาตรฐานไฮโดรเจนเขียนแทนได้ดังนี้)



- วิธีการคำนวณศักย์ไฟฟ้าของครึ่งเซลล์ทำได้อย่างไร

1. นำครึ่งเซลล์ที่ต้องการหาค่า E^0 มาต่อเป็นเซลล์กัลวานิกกับครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐานให้ครบวงจรโดยมีโวลต์มิเตอร์ต่ออยู่ด้วย แล้วอ่านค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์

2. สังเกตการเบนของเข็มโวลต์มิเตอร์ ขั้วที่เข็มเบนออกจะเป็นขั้วที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (ขั้วลบ) ซึ่งเรียกว่าขั้วแอโนด และขั้วที่เข็มเบนเข้าหา จะเป็นขั้วที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน (ขั้วบวก) ซึ่งเรียกว่าขั้วแคโทด

3. กำหนดให้ค่าครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐานมีค่า $E^0 = 0.00$ โวลต์

4. นำค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ที่อ่านได้ มาคำนวณหาศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ได้จากสูตร

$$E^0_{\text{cell}} = \text{ศักย์ไฟฟ้าสูง} - \text{ศักย์ไฟฟ้าต่ำ} \quad \text{หรือ}$$

$$E^0_{\text{cell}} = E^0_{\text{cathode}} - E^0_{\text{anode}}$$

เมื่อ $E^0_{\text{cell}} =$ ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์

$E^0_{\text{cathode}} =$ ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน(ขั้วบวก)

$E^0_{\text{anode}} =$ ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน(ขั้วลบ)

5.2.4 ครูสุ่มตัวแทนนักเรียน 4 คนนำเสนอผลการสืบค้นของตนเอง และเปิดโอกาสให้เพื่อนในชั้นเรียนได้ช่วยกันวิจารณ์ว่าจากการสรุปของเพื่อน สมบูรณ์หรือไม่และถ้าไม่สมบูรณ์ มีส่วนใดที่ไม่สมบูรณ์

5.3 ขั้วอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) (50 นาที)

5.3.1 ครูนำนักเรียนอภิปรายเพิ่มเติมเกี่ยวกับศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ วิธีวัดศักย์ไฟฟ้าของเซลล์และการคำนวณค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปของชั้นเรียน โดยใช้คำถาม ดังนี้

- ศักย์ไฟฟ้าที่ขั้วแคโทด กับขั้วแอโนด ขั้วใดมีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่ากัน

(แนวคำตอบ: ครึ่งเซลล์ที่รับอิเล็กตรอนมีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าครึ่งเซลล์ที่ให้อิเล็กตรอน ดังนั้นศักย์ไฟฟ้าที่ขั้วแคโทดจึงสูงกว่าศักย์ไฟฟ้าที่ขั้วแอโนด)

- ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์หาได้อย่างไร

(แนวคำตอบ: ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ เป็นผลต่างระหว่างศักย์ไฟฟ้าของครึ่งเซลล์ที่มีศักย์สูงกับศักย์ไฟฟ้าของครึ่งเซลล์ที่มีศักย์ต่ำ จากตารางแสดงค่า E^0 เขียนแสดงได้ดังนี้)

ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ = ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของขั้วแคโทด - ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของขั้วแอโนด
หรือ

$$E^0_{\text{cell}} = E^0_{\text{cathode}} - E^0_{\text{anode}}$$

- ถ้าวัดศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ใดๆ ได้เท่ากับศูนย์หมายความว่าอย่างไร

(แนวคำตอบ: ถ้าวัดศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ใดๆ ได้เท่ากับศูนย์ แสดงว่าครึ่งเซลล์ทั้งสองมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน)

5.3.2 ครูนำอภิปรายต่อเพื่อให้ได้ข้อสรุปในเรื่อง ความหมายของค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ (E^0) ในตาราง 9.2 ในหนังสือเรียน เคมีเล่ม 4 โดยใช้คำถามดังนี้

- ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ (E^0) คืออะไร

(แนวคำตอบ : ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ (E^0) เป็นค่าที่แสดงความสามารถในการรับอิเล็กตรอนของธาตุหรือไอออน เมื่อเปรียบเทียบกับครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐานที่มีค่า E^0 เป็นศูนย์)

- ค่า E^0 มีเครื่องหมายเป็นบวก หมายความว่าอย่างไร

(แนวคำตอบ: ค่า E^0 มีเครื่องหมายเป็นบวกแสดงว่าธาตุหรือไอออนในครึ่งเซลล์นั้นมีความสามารถในการรับอิเล็กตรอนสูงกว่า H^+ ในครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐาน)

- ค่า E^0 มีเครื่องหมายเป็นลบ หมายความว่าอย่างไร

(แนวคำตอบ: ถ้า E^0 มีเครื่องหมายเป็นลบแสดงว่าธาตุหรือไอออนในครึ่งเซลล์นั้นมีความสามารถในการรับอิเล็กตรอนต่ำกว่า H^+ ในครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐาน)

- จากตารางที่ 9.2 ในหนังสือเรียน เคมีเล่ม 4 ธาตุตัวใดเป็นตัวออกซิไดส์ที่ดีที่สุด เพราะอะไร

(แนวคำตอบ: จากตารางแสดงศักย์ไฟฟ้ารีดักชันของครึ่งเซลล์ พบว่าธาตุหรือไอออนในปฏิกิริยาครึ่งเซลล์ที่อยู่เหนือกว่าสามารถรับอิเล็กตรอนได้ดีกว่าธาตุหรือไอออนในปฏิกิริยาครึ่งเซลล์ที่อยู่ถัดลงมา ดังนั้น F_2 จึงเป็นตัวออกซิไดส์ที่ดีที่สุด)

- จากตารางที่ 9.2 ในหนังสือเรียน เคมีเล่ม 4 ธาตุตัวใดเป็นตัวรีดิวซ์ที่ดีที่สุด เพราะอะไร

(แนวคำตอบ: ถ้าพิจารณาความสามารถในการให้อิเล็กตรอนพบว่าธาตุหรือไอออนที่อยู่ต่ำกว่าจะให้อิเล็กตรอนได้ง่ายกว่าธาตุหรือไอออนที่อยู่เหนือขึ้นไป ดังนั้น Li จะเป็นตัวรีดิวซ์ที่ดีที่สุด)

5.3.2 ครุณำนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับการนำค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์รีดักชัน (E^0) ไปใช้ประโยชน์ ตามรายละเอียดในใบความรู้ และใช้คำถามนำการอภิปรายเพื่อนำเข้าสู่ข้อสรุป ดังนี้

- ค่า E^0 บอกให้เราทราบถึงความสามารถในการเป็นตัวออกซิไดซ์และตัวรีดิวซ์อย่างไร

(แนวคำตอบ: สารที่มีค่า E^0 มากกว่าแสดงว่าเป็นตัวออกซิไดส์ที่ดีกว่า และเมื่ออยู่ในรูปของตัวรีดิวซ์ความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์จะน้อยกว่า)

- เราสามารถนำใช้ค่า E^0 คำนวณหาศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ได้อย่างไร

(แนวคำตอบ: ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ $E^0_{\text{cell}} = E^0_{\text{cathode}} - E^0_{\text{anode}}$ ค่าที่ได้จะมีค่าเป็นบวกเสมอ เพราะเป็นเซลล์ที่ให้กระแสไฟฟ้า)

- เราสามารถใช้ค่า E^0 ของปฏิกิริยาที่คำนวณได้ทำนายปฏิกิริยารีดอกซ์ว่าเกิดขึ้นได้หรือไม่และทำนายทิศทางของปฏิกิริยา อย่างไร

(แนวคำตอบ: ถ้าค่า E^0 ของปฏิกิริยามีค่าเป็นบวกแสดงว่าปฏิกิริยาเกิดขึ้นจริงตามสมการ แต่ถ้าค่า E^0 ของปฏิกิริยามีค่าเป็นลบ แสดงว่าไม่เกิดปฏิกิริยาในทิศทางนั้น แต่จะเกิดในทิศทางตรงข้าม)

5.3.4 ครุสุ่มตัวแทนนักเรียน 4-5 คนออกมาแสดงวิธีการหาศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ โดยครุเป็นผู้กำหนดโจทย์คำถามให้ โดยสามารถให้เพื่อนในชั้นเรียนช่วยกันแสดงความคิดเห็นในวิธีการทำได้ และให้ครุคอยแนะนำเพิ่มเติมในส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์

5.4 ข้นขยายความรู้ (Elaboration) (40นาที)

5.4.1 ครุอภิปรายนำเพื่อทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับเซลล์กัลวานิกและปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ ดังนี้

- การนำ 2 ครึ่งเซลล์มาต่อกันเป็นเซลล์กัลวานิกนั้น ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ตอนเริ่มต้นจะมีค่ามาก เมื่อเวลาผ่านไปความเข้มข้นในสารละลายของครึ่งเซลล์รีดักชันลดลงและศักย์ไฟฟ้าก็ลดลง ในขณะที่ความเข้มข้นของไอออนในสารละลายของครึ่งเซลล์ออกซิเดชันเพิ่มขึ้นและมีศักย์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

- จากที่ครุอภิปรายข้างต้น นักเรียนคิดว่าความเข้มข้นของไอออนในสารละลายอิเล็กโทรไลต์มีผลต่อศักย์ไฟฟ้าของครึ่งเซลล์หรือไม่

(แนวคำตอบ: มีผล)

- นักเรียนคิดว่าเราสามารถสร้างเซลล์กัลวานิกจากครึ่งเซลล์ชนิดเดียวกันแต่มีความเข้มข้นของสารละลายอิเล็กโทรไลต์แตกต่างกันได้หรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ: ได้/ไม่ได้ ตามแนวคิดของนักเรียน)

5.4.2 ครุให้นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์และศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ โดยครุให้แนวทางในการสืบค้น ดังนี้

- ส่วนประกอบและหลักการทำงานของเซลล์ความเข้มข้น มีอะไรบ้าง เป็นอย่างไร

- ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเซลล์ความเข้มข้นเป็นอย่างไร

5.4.3 ครุและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปในเรื่องของเซลล์ความเข้มข้น โดยใช้คำถามดังนี้

- เซลล์ความเข้มข้นคืออะไร มีลักษณะเป็นอย่างไร

(แนวคำตอบ: เป็นเซลล์กัลวานิกที่เกิดจากการนำครึ่งเซลล์ชนิดเดียวกันแต่มีความเข้มข้นต่างกันมาต่อกัน เป็นเซลล์เนื่องจากความเข้มข้นของไอออนในสารละลายอิเล็กโทรไลต์มีผลต่อศักย์ไฟฟ้าของครึ่งเซลล์เซลล์ ความเข้มข้นเป็นเซลล์ที่มีความต่างศักย์น้อยมาก

- ส่วนประกอบและหลักการทำงานของเซลล์ความเข้มข้น มีอะไรบ้าง เป็นอย่างไร

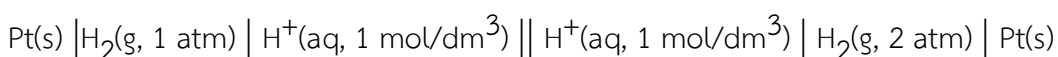
(แนวคำตอบ: เซลล์ความเข้มข้นประกอบด้วย 2 ครึ่งเซลล์ชนิดเดียวกันที่มีขั้วเหมือนกันในสารละลายชนิดเดียวกัน แต่ความเข้มข้นต่างกัน เช่น $\text{Cu(s)} / \text{Cu}^{2+}(\text{aq}, 0.01 \text{ mol/dm}^3) // \text{Cu}^{2+}(\text{aq}, 1.0 \text{ mol/dm}^3) / \text{Cu(s)}$)

- ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเซลล์ความเข้มข้นเป็นอย่างไร

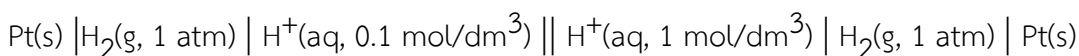
(แนวคำตอบ: ตอนเริ่มต้นความเข้มข้นของ Cu^{2+} ในสารละลายแต่ละครึ่งปฏิกิริยาจะแตกต่างกัน ให้เซลล์ มีความต่างศักย์ 0.0296 V ซึ่งเป็นค่าน้อยมาก เมื่อเวลาผ่านไปความเข้มข้นของสารละลาย Cu^{2+} ของครึ่งเซลล์ รีดักชันลดต่ำลง ส่วนความเข้มข้นของสารละลาย Cu^{2+} ของครึ่งเซลล์ออกซิเดชันเพิ่มขึ้น ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์จะ ค่อย ๆ ลดลงจนเป็นศูนย์เมื่อความเข้มข้นของทั้งสองครึ่งเซลล์เท่ากัน)

5.4.4 ระบุตัวอย่างของเซลล์ความเข้มข้น ดังนี้

- ตัวอย่างเซลล์ความเข้มข้นในระบบปิดที่เกิดจากความดันของแก๊สต่างกัน เช่น



- ตัวอย่างเซลล์ความเข้มข้นในระบบเปิดที่เกิดจากความเข้มข้นของสารละลายกรดต่างกัน เช่น



5.4.5 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 9.4 ในหนังสือเรียนเคมี เล่ม 4

5.5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) (15 นาที)

5.5.1 ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดที่ 9.4

5.5.2 ครูประเมินความเข้าใจของนักเรียนจากการตรวจแบบฝึกหัด

5.5.3 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่องศักย์ไฟฟ้าของเซลล์และศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่ง เซลล์ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อการนำเสนองาน Power Point

6.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

6.3 ใบความรู้เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์และศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์

7. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1.อธิบายวิธีการหาศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้าเคมีได้	สังเกต/ ตรวจ - จากการถามคำถามระหว่างทำกิจกรรม - การตอบคำถาม - คะแนนแบบฝึกหัด	- การถามคำถาม - แบบฝึกหัดที่ 9.4	- นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ - นักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 2. ทำนายทิศทางการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์จากการใช้ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานครึ่งเซลล์ได้ 3. คำนวณหาศักย์ไฟฟ้าของเซลล์โดยใช้ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานครึ่งเซลล์ได้	สังเกต - การตอบคำถามและคะแนนแบบฝึกหัด	- การถามคำถาม - แบบฝึกหัดที่ 9.4	- นักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ - นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านเจตคติ (A) 4. มีความสนใจในกิจกรรม รับผิดชอบในการทำงาน และทำงานเสร็จทันเวลา	สังเกตจาก - ความสนใจในการทำกิจกรรม - จากการทำกิจกรรม	- แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียน	- นักเรียนได้ผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์

แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม
คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ - สกุล	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

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม

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
5. การสรุปผล	สรุปผลได้อย่างถูกต้อง กระชับ และชัดเจน มีเหตุผลที่อ้างอิงจากการสืบค้นได้	สรุปผลได้กระชับ กะทัดรัดแต่ไม่ชัดเจน	สรุปผลโดยไม่ใช้ข้อมูลและไม่ถูกต้อง
6. การเขียนรายงาน	เขียนรายละเอียดตรงตามจุดประสงค์ ถูกต้อง และชัดเจน	เขียนรายงานโดยใช้ภาษาถูกต้อง	เขียนรายงานโดยสื่อความหมายได้

8. บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

9. ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

.....
ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบความรู้รายวิชาเคมี รหัสวิชา ว30223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์และศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์
ชื่อ-สกุล.....ชั้น ม./.....เลขที่.....

กระแสอิเล็กตรอน ที่เกิดจากเซลล์ไฟฟ้าเคมี เกิดจากแรงผลักดันอิเล็กตรอนออกจากขั้วแอโนด ผ่านวงจรภายนอกไปยังขั้วแคโทดเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจุดสองจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่างกัน กระแสไฟฟ้าจะไหลจากศักย์ไฟฟ้าสูงไปสู่ศักย์ไฟฟ้าต่ำ ซึ่งมีทิศทางการไหลสวนทางกับการไหลของอิเล็กตรอน ความต่างศักย์จะวัดเป็นหน่วยโวลต์ เช่น แบตเตอรี่มีความต่างศักย์ 6 โวลต์ (V)

ศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วของเซลล์ไฟฟ้าเคมี เรียกว่า ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ (E_{cell}) ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของไอออนในเซลล์ อุณหภูมิ และความดันย่อยของก๊าซที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของเซลล์ถ้าศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วของเซลล์ไฟฟ้าเคมี (เซลล์กัลวานิก) หาได้จากการใช้แต่ละครึ่งเซลล์ที่มีความเข้มข้นของไอออนบนเซลล์เท่ากับ 1 โมลต่อลิตร ความดันย่อยของก๊าซที่เกี่ยวข้องเท่ากับ 1 บรรยากาศ และทำให้อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์นี้เรียกว่า ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์มาตรฐาน (E_{cell}^0)

การอธิบายศักย์ไฟฟ้าของเซลล์

พลังงานที่เกิดจากปฏิกิริยารีดอกซ์ ด้วยการเคลื่อนอิเล็กตรอนผ่านวงจรภายนอกจากขั้วหนึ่งไปยังอีกขั้วหนึ่งของเซลล์ไฟฟ้าเคมี ทำให้เกิดศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ขึ้น และพลังงานนี้จะมากหรือน้อยขึ้นกับกำลังจากแรงผลักดันอิเล็กตรอนออกจากขั้วแอโนดและแรงดึงดูดอิเล็กตรอนเข้าขั้วแคโทด ในปฏิกิริยารีดอกซ์ถ้าเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันให้อิเล็กตรอนอย่างรวดเร็ว และเกิดปฏิกิริยารีดักชัน รับอิเล็กตรอนง่ายและรวดเร็ว ก็จะพบว่าเกิดการถ่ายโอนอิเล็กตรอนอย่างรุนแรง ปฏิกิริยารีดอกซ์นี้จะเกิดพลังงานปริมาณมาก ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ก็จะมากขึ้นด้วย

1. ศักย์ไฟฟ้าของครึ่งเซลล์

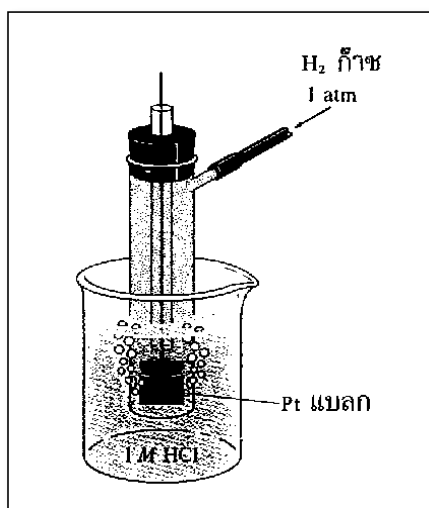
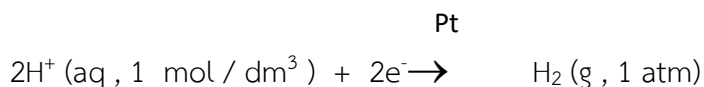
เมื่อนำครึ่งเซลล์ $\text{Zn (s)} / \text{Zn}^{2+} (\text{aq})$, ครึ่งเซลล์ $\text{Cu (s)} / \text{Cu}^{2+} (\text{aq})$ และครึ่งเซลล์ $\text{Mg (s)} / \text{Mg}^{2+} (\text{aq})$ มาต่อเป็นเซลล์กัลวานิกแบบต่าง ๆ และต่อกับแกลวานอมิเตอร์เข้าไปในวงจร และอ่านค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ได้ดังตารางดังนี้

เซลล์ที่	เซลล์กัลวานิก	ขั้วของแกลวานอมิเตอร์เบนเข้า	ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ (V)
1	$\text{Zn(s)/Zn}^{2+} (\text{aq})$ ต่อกับ $\text{Cu (s)} / \text{Cu}^{2+} (\text{aq})$	Cu	1.1
2	$\text{Cu (s)} / \text{Cu}^{2+} (\text{aq})$ ต่อกับ $\text{Mg (s)} / \text{Mg}^{2+} (\text{aq})$	Cu	2.72

จากการทดลอง เมื่อใช้ครึ่งเซลล์ต่างกัน ค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์จะไม่เท่ากัน นั่นคือค่าศักย์ไฟฟ้าของแต่ละครึ่งเซลล์ไม่เท่ากัน การวัดค่าศักย์ไฟฟ้าของครึ่งเซลล์ เพื่อหาค่าศักย์ไฟฟ้า จะทำได้โดยตรงไม่ได้ เนื่องจากครึ่งเซลล์ไม่ครบวงจร แต่ถ้านำครึ่งเซลล์ 2 ครึ่งเซลล์มาต่อกันให้ครบวงจรก็จะได้ค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ ซึ่งยังไม่สามารถทราบได้ว่าแต่ละครึ่งเซลล์มีค่าศักย์ไฟฟ้าเท่าใด ในทางปฏิบัติ จึงหาค่าศักย์ไฟฟ้าของครึ่งเซลล์โดยการเปรียบเทียบ คือ ต้องกำหนดให้ครึ่งเซลล์ใดครึ่งเซลล์หนึ่งเป็นครึ่งเซลล์มาตรฐานซึ่งทราบค่าศักย์ไฟฟ้าแน่นอน แล้วจึงนำไปต่อกับครึ่งเซลล์อื่นที่ต้องการหาค่าศักย์ไฟฟ้า(รายละเอียดดูหัวข้อ การหาค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์) การใช้ครึ่งเซลล์มาตรฐานแตกต่างกัน จะได้ค่าศักย์ไฟฟ้าแตกต่างกัน ดังนั้น เพื่อไม่ให้เกิดความสับสนนักเคมีจึงได้กำหนดให้ใช้เซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐานเป็นสากลในการเปรียบเทียบ

2. ครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐาน (Standard Hydrogen Electrode)

เป็นครึ่งเซลล์มาตรฐานสากลที่ใช้เปรียบเทียบหาค่าศักย์ไฟฟ้าของครึ่งเซลล์ที่ต้องการ ประกอบด้วย ขั้วไฟฟ้าที่ทำด้วยแพลทินัมแบล็ก (Platinum black) จุ่มในสารละลายกรด HCl เข้มข้น 1 โมล/ลิตร มีก๊าซ H_2 ผ่านลงในสารละลายตลอดเวลา ก๊าซที่ใช้มีความดัน 1 บรรยากาศ (atm) และแพลทินัมแบล็กที่ใช้เป็นขั้วไฟฟ้าต้องทำให้มีพื้นที่ผิวมาก มีรูพรุน เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาได้รวดเร็วขึ้น และรักษาสสมดุลระหว่าง H_2 และ H^+ ในสารละลายดังสมการ (อุณหภูมิ $25^\circ C$)



รูปที่ 1 ครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐาน

เนื่องจากครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐานใช้เป็นสากลในการเปรียบเทียบ จึงกำหนดค่า ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ (E^0) เท่ากับ 0.00 โวลต์ และเขียนแผนภาพของครึ่งเซลล์เป็น $Pt(s) / H_2(1 \text{ atm}) / H^+(1 \text{ mol / dm}^3)$ ครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐาน อาจเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือรีดักชัน ขึ้นกับครึ่งเซลล์ที่นำมาต่อดัวยปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น และค่าศักย์ไฟฟ้าแสดงได้ดังนี้

ครึ่งปฏิกิริยาไฮโดรเจนมาตรฐาน	ศักย์ไฟฟ้าครึ่งเซลล์มาตรฐาน
ออกซิเดชัน $\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	0.00 โวลต์
รีดักชัน $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$	0.00 โวลต์

3. ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์

เมื่อนำครึ่งเซลล์ที่ต้องการทราบค่าศักย์ไฟฟ้าของครึ่งเซลล์มาต่อเข้ากับครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐานค่าศักย์ไฟฟ้าที่หาได้ จะเรียกว่า ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ (กำหนดสัญลักษณ์ คือ E^0) ถ้าทดลองโดยใช้ครึ่งเซลล์ที่ประกอบด้วยสารละลายเข้มข้น 1 โมลต่อลิตร และถ้ามีก๊าซเกี่ยวข้องด้วยต้องมีความดัน 1 บรรยากาศ (atm) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

4. การหาค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ (E^0) ในทางปฏิบัติสามารถทำได้ดังนี้

1. นำครึ่งเซลล์ที่ต้องการหาค่า E^0 มาต่อเป็นเซลล์กัลวานิกกับครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐานให้ครบวงจรโดยมีโวลต์มิเตอร์ต่ออยู่ด้วย แล้วอ่านค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์
2. สังเกตการเบนของเข็มโวลต์มิเตอร์ ขั้วที่เข็มเบนออกจะเป็นขั้วที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (ขั้วลบ) ซึ่งเรียกว่าขั้วแอโนด และขั้วที่เข็มเบนเข้าหา จะเป็นขั้วที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน (ขั้วบวก) ซึ่งเรียกว่าขั้วแคโทด
3. กำหนดให้ค่าครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐานมีค่า $E^0 = 0.00$ โวลต์
4. นำค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ที่อ่านได้ มาคำนวณหาศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ได้จากสูตร

$$E^0_{\text{cell}} = \text{ศักย์ไฟฟ้าสูง} - \text{ศักย์ไฟฟ้าต่ำ} \quad \text{หรือ}$$

$$E^0_{\text{cell}} = E^0_{\text{cathode}} - E^0_{\text{anode}}$$

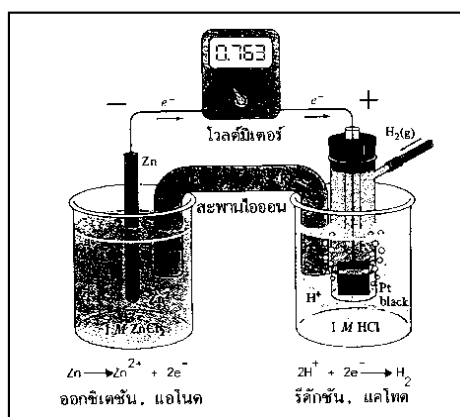
เมื่อ $E^0_{\text{cell}} =$ ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์

$E^0_{\text{cathode}} =$ ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน (ขั้วบวก)

$E^0_{\text{anode}} =$ ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (ขั้วลบ)

5. ตัวอย่างการหาค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์

พิจารณา ครึ่งเซลล์สังกะสีต่อกับครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐานดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การหาศักย์ไฟฟ้าของครึ่งเซลล์สังกะสีโดยการต่อกับครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐาน

เมื่อต่อเครื่องเซลล์สังกะสีมาตรฐานกับเครื่องเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐาน โดยมีโวลต์มิเตอร์ต่ออยู่ด้วยเป็นเซลล์กัลวานิก พบว่าเข็มของโวลต์มิเตอร์เบนจากขั้ว Zn ไปยังขั้ว Pt ที่ผ่านด้วย $H_2(g)$ แสดงว่า ขั้ว Zn ให้อิเล็กตรอนเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเป็นขั้วแอโนด และขั้ว $Pt(H_2)$ รับอิเล็กตรอน เกิดปฏิกิริยารีดักชันเป็นขั้วแคโทด และอ่านค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ได้เท่ากับ 0.763 โวลต์

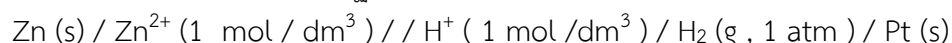
เนื่องจากใช้เครื่องเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐานเป็นสากลในการเปรียบเทียบหาศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเครื่องเซลล์สังกะสี จึงให้ $E_{H^+}^0 = 0.00$ โวลต์

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad E_{\text{cell}}^0 &= E_{\text{cathode}}^0 - E_{\text{anode}}^0 \\ \text{แทนค่า} \quad 0.763 &= 0.00 - E_{Zn^{2+}}^0 \\ E_{Zn^{2+}}^0 &= -0.763 \text{ โวลต์} \end{aligned}$$

และศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเครื่องเซลล์สังกะสีเท่ากับ -0.763 โวลต์ ค่านี้เรียกว่า ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเครื่องเซลล์รีดักชัน ($E_{Zn^{2+}}^0$) นั่นคือ

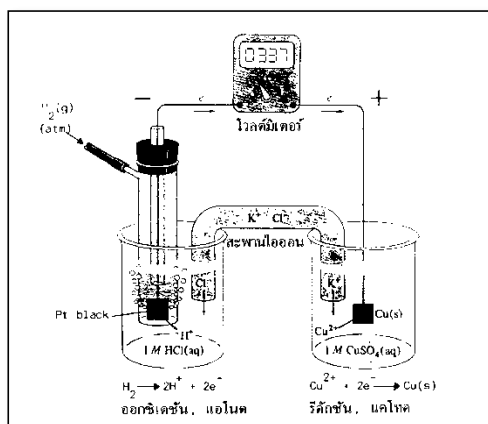


แผนภาพของเซลล์สังกะสี-ไฮโดรเจนมาตรฐานคือ



หมายเหตุ ค่า E^0 ที่คำนวณได้จากสูตร $E_{\text{cell}}^0 = E_{\text{cathode}}^0 - E_{\text{anode}}^0$ เป็นค่า E^0 แบบรีดักชัน ไม่ว่าจะเป็นเครื่องเซลล์ที่แคโทดหรือเครื่องเซลล์แอโนด คือ เป็นศักย์ไฟฟ้าของเครื่องเซลล์มาตรฐานรีดักชัน เป็นค่า E^0 ที่แสดงถึงความสามารถในการรับอิเล็กตรอน ดังนั้นเมื่อเขียนสมการของปฏิกิริยาแสดงค่า E^0 จึงต้องเป็นสมการของปฏิกิริยารีดักชัน

เซลล์ทองแดงกับเครื่องเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐาน



รูปที่ 3 แสดงเครื่องเซลล์ทองแดงมาตรฐานกับเครื่องเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐาน

เมื่อต่อครึ่งเซลล์ทองแดงกับครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐานโดยมีโวลต์มิเตอร์ต่ออยู่ด้วยเป็นเซลล์กัลวานิกพบว่า เข็มของโวลต์มิเตอร์เบนจากซ้าย Pt (H₂) ไปยังขวา Cu แสดงว่าขั้ว Pt (H₂) ให้อิเล็กตรอนเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เป็นขั้วแอโนด และขั้ว Cu รับอิเล็กตรอน เกิดปฏิกิริยารีดักชัน เป็นขั้วแคโทด และอ่านค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ได้ เท่ากับ 0.337 โวลต์

เนื่องจากใช้ครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐานในการเปรียบเทียบค่า $E^0_{\text{Cu}^{2+}}$ จึงให้

$$E^0_{\text{H}^+} = 0.00 \text{ โวลต์}$$

จากสูตร $E^0_{\text{cell}} = E^0_{\text{cathode}} - E^0_{\text{anode}}$

แทนค่า $0.337 = E^0_{\text{Cu}^{2+}} - 0.00$

$$E^0_{\text{Cu}^{2+}} = +0.337 \text{ โวลต์}$$

และศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์สังกะสีเท่ากับ +0.337 โวลต์ ค่านี้เรียกว่า ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์รีดักชัน ($E^0_{\text{Cu}^{2+}}$) นั่นคือ



แผนภาพของเซลล์สังกะสี-ไฮโดรเจนมาตรฐานคือ



การหาค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ด้วยวิธีเดียวกันนี้สามารถหาค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ต่าง ๆ ได้ดังตารางที่ 1 ดังนี้

รูปที่ 1 แสดงค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ (E^0) ต่าง ๆ ที่ 25°C

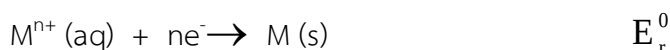
	Reduction Half-Reaction	E^0 (V)	
Stronger oxidizing agent ↑	$\text{F}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{F}^-(\text{aq})$	2.87	Weaker reducing agent ↓
	$\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	1.78	
	$\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) + 5\text{e}^- \longrightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	1.51	
	$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Cl}^-(\text{aq})$	1.36	
	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 14\text{H}^+(\text{aq}) + 6\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 7\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	1.33	
	$\text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 4\text{e}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	1.23	
	$\text{Br}_2(\text{l}) + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Br}^-(\text{aq})$	1.09	
	$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Ag}(\text{s})$	0.80	
	$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$	0.77	
	$\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$	0.70	
	$\text{I}_2(\text{s}) + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{I}^-(\text{aq})$	0.54	
	$\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 4\text{e}^- \longrightarrow 4\text{OH}^-(\text{aq})$	0.40	
	$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}(\text{s})$	0.34	
	$\text{Sn}^{4+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Sn}^{2+}(\text{aq})$	0.15	
	$2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2(\text{g})$	0	
Weaker oxidizing agent ↓	$\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Pb}(\text{s})$	-0.13	Stronger reducing agent ↓
	$\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Ni}(\text{s})$	-0.26	
	$\text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cd}(\text{s})$	-0.40	
	$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Fe}(\text{s})$	-0.45	
	$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Zn}(\text{s})$	-0.76	
	$2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$	-0.83	
	$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Al}(\text{s})$	-1.66	
	$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Mg}(\text{s})$	-2.37	
	$\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Na}(\text{s})$	-2.71	
	$\text{Li}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Li}(\text{s})$	-3.04	

ลักษณะ
สำคัญของค่า
 E^0 ของครึ่ง
เซลล์

1. ค่า E^0 ของครึ่งเซลล์ในตารางที่ 16.5 เป็นค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์รีดักชัน ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการรับอิเล็กตรอนของสาร โดยหาได้จากการเปรียบเทียบกับครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐาน เนื่องจากค่า $E^0_{\text{H}^+} = 0.00$ โวลต์ ดังนั้นถ้า E^0 ของครึ่งเซลล์ใดมีค่าน้อยกว่า 0.00 โวลต์ คือมีค่าติดลบ แสดงว่า สารครึ่งเซลล์นั้นจะรับอิเล็กตรอนได้สู้ H^+ ในครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐานไม่ได้ และถ้า E^0 ของครึ่งเซลล์ใดมีค่ามากกว่า 0.00 โวลต์ คือมีค่าเป็นบวก แสดงว่า สารในครึ่งเซลล์นั้นสามารถรับอิเล็กตรอนได้ดีกว่า H^+ ในครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐาน

2. ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ มี 2 แบบ คือ

2.1 ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์รีดักชัน (Standard Reduction Potential) สัญลักษณ์คือ E^0_r เป็นค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ที่แสดงถึงความสามารถในการรับอิเล็กตรอน ซึ่งเขียนด้วยสมการของปฏิกิริยารีดักชัน ดังนี้



2.2 ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ออกซิเดชัน (Standard Oxidation Potential) สัญลักษณ์คือ E^0_o เป็นค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ที่แสดงถึงความสามารถในการให้อิเล็กตรอน ซึ่งเขียนด้วยสมการของปฏิกิริยาออกซิเดชันดังนี้

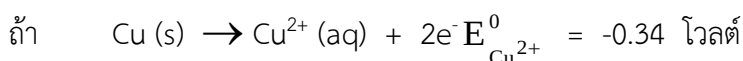


* ครึ่งเซลล์ใด ๆ ที่ไม่ได้กำหนดสมการของปฏิกิริยา แต่กำหนดค่า E^0 อย่างเดียว ค่า E^0 นั้นหมายถึง E_r^0 เพราะค่า E_r^0 เป็นค่าที่ใช้เป็นหน่วย SI

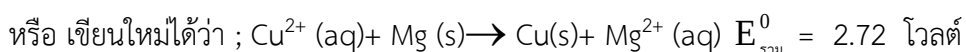
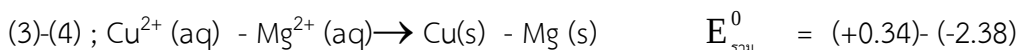
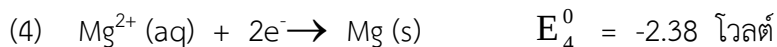
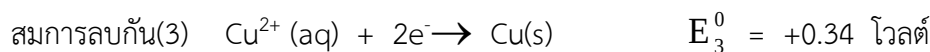
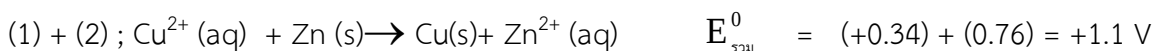
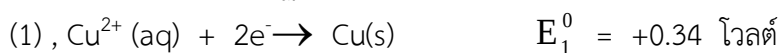
3. หลักเกณฑ์คณิตศาสตร์กับค่า E^0 ของครึ่งเซลล์ ไม่ต้องคำนึงถึงประเภทของค่า E^0

3.1 คุณหรือหารตัวเลขใด ๆ เข้าไปในสมการเคมี ค่า E^0 คงที่ไม่เปลี่ยนแปลง เพราะค่า E^0 เป็นค่ามาตรฐานที่ 25 °C 1 atm และสารละลายเข้มข้น 1 mol/dm³

3.2 สมการของปฏิกิริยาเขียนกลับข้างกัน ค่า E^0 ก็ต้องเปลี่ยนเครื่องหมายเป็นตรงข้ามด้วย (จากบวก→ลบ , จากลบ→บวก) ดังนี้



3.3 ถ้าสมการของปฏิกิริยาบวกกัน ค่า E^0 ต้องบวกกัน และถ้านำสมการของปฏิกิริยามาลบกันค่า E^0 ต้องลบกันด้วย ดังนี้ สมการของปฏิกิริยาบวกกัน



4. ความแรงของตัวออกซิไดซ์และตัวรีดิวซ์ของธาตุและไอออนของธาตุกับค่า E^0

4.1 ธาตุโลหะหรือไอออนบวกของโลหะที่มีค่า E^0 มาก จะเป็นตัวออกซิไดส์ที่แรง และตรงกันข้าม ไอออนลบของโลหะ หรือ ธาตุโลหะนั้นก็จะเป็นตัวรีดิวซ์ที่อ่อน เช่น

Cl_2 มีค่า $E^0 = +1.36 \text{ V}$ (มีค่ามาก) แสดงว่า Cl_2 เป็นตัวออกซิไดส์ที่แรง แต่ในทางตรงข้าม Cl^- จะเป็นตัวรีดิวซ์ที่อ่อน

Ag^+ มีค่า $E^0 = +0.80 \text{ V}$ (มีค่ามาก) แสดงว่า Ag^+ เป็นตัวออกซิไดส์ที่แรง แต่ในทางตรงข้าม Ag จะเป็นตัวรีดิวซ์ที่อ่อน

4.2 ธาตุโลหะหรือไอออนบวกของโลหะที่มีค่า E^0 น้อย จะเป็นตัวออกซิไดส์ที่อ่อน และตรงกันข้าม ไอออนลบของโลหะ หรือ ธาตุโลหะนั้นก็จะเป็นตัวรีดิวซ์ที่แรง เช่น

S_8 มีค่า $E^0 = -0.48 \text{ V}$ (มีค่าน้อย) แสดงว่า S_8 เป็นตัวออกซิไดส์ที่อ่อน แต่ในทางตรงข้าม S^{2-} จะเป็นตัวรีดิวซ์ที่แรง

Na^+ มีค่า $E^0 = -2.71 \text{ V}$ (มีค่าน้อย) แสดงว่า Na^+ เป็นตัวออกซิไดส์ที่อ่อน แต่ในทางตรงข้าม Na จะเป็นตัวรีดิวซ์ที่แรง

5. เซลล์กัลวานิกใด ๆ จะได้ว่าครึ่งเซลล์ใดที่มีค่า E^0 สูงกว่า จะรับอิเล็กตรอน เกิดปฏิกิริยารีดักชัน
 ตัวในครึ่งเซลล์นั้นจะเป็นตัวแคโทด (ขั้วบวก) และครึ่งเซลล์ใดที่มีค่า E^0 ต่ำกว่าจะให้อิเล็กตรอนเกิดปฏิกิริยา
 ออกซิเดชัน ตัวในครึ่งเซลล์นั้นจะเป็นแอโนด (ขั้วลบ)

6. ศักย์ไฟฟ้าของครึ่งเซลล์ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความเข้มข้นของสารละลายในครึ่งเซลล์ และขึ้นอยู่กับ
 ชนิดของครึ่งเซลล์ เช่น ศักย์ไฟฟ้าของครึ่งเซลล์เปลี่ยนตาม(แปรผันตรง)กับความเข้มข้นของสารละลายครึ่งเซลล์
 นั้น แต่แปรผกผันกันกับอุณหภูมิของครึ่งเซลล์นั้น ๆ

7. E^0 ของครึ่งเซลล์ไม่ขึ้นอยู่กับอัตราการเกิดปฏิกิริยา กล่าวคือ ครึ่งเซลล์ที่มีค่า E^0 มากหรือน้อย
 อัตราการเกิดปฏิกิริยาอาจจะเร็วหรือช้าก็ได้

ค. การนำค่า E^0 ของครึ่งเซลล์ไปใช้

1. ใช้ค่า E^0 บอกความแรงของตัวออกซิไดส์และความแรงของตัวรีดิวซ์

ตัวอย่าง สารในข้อใด เป็นตัวออกซิไดส์ที่แรงที่สุด(ค่า E^0 ของสารที่ต้องการในตารางที่ 16.5)

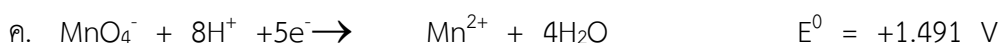
ก. H_2O_2 ในกรด

ค. MnO_4^- ในกรด

ข. H_2O_2 ในกรด

ง. MnO_4^- ในเบส

วิธีทำ จากตารางค่า E^0 ของสารต่าง ๆ เขียนสมการของปฏิกิริยารีดักชันของครึ่งเซลล์ได้ดังนี้



เนื่องจากค่า E^0 ของ H_2O_2 ในข้อ ก. มีค่ามากที่สุด ดังนั้น H_2O_2 ในกรดจึงเป็นตัวออกซิไดส์ที่แรงที่สุด

2. ใช้ค่า E^0 อธิบายส่วนประกอบต่าง ๆ ของเซลล์กัลวานิกพร้อมทั้งเขียนแผนภาพของเซลล์กัลวานิก ได้

ตัวอย่าง เซลล์กัลวานิกเซลล์หนึ่งประกอบด้วยครึ่งเซลล์อะลูมิเนียมมาตรฐานกับครึ่งเซลล์เหล็กมาตรฐาน จงตอบ
 คำถามต่อไปนี้ (ใช้ค่า E^0 ของครึ่งเซลล์ในตารางที่ 16.5)

ก. ขั้วใดเป็นขั้วแอโนดและแคโทด ตามลำดับค. เขียนสมการของปฏิกิริยารีดอกซ์

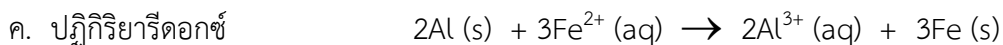
ข. เขียนสมการที่เกิดขึ้นในแต่ละครึ่งเซลล์ ง. เขียนแผนภาพเซลล์

วิธีทำ ข้อมูลจากตารางเป็นดังนี้



ก. เนื่องจากค่า $E^0_{Fe^{2+}} > E^0_{Al^{3+}}$ แสดงว่า ครึ่งเซลล์อะลูมิเนียมมาตรฐาน ให้อิเล็กตรอนเกิดปฏิกิริยา
 ออกซิเดชัน ดังนั้น Al จึงเป็นขั้วแอโนด และครึ่งเซลล์เหล็กมาตรฐานรับอิเล็กตรอนเกิดปฏิกิริยารีดักชัน ดังนั้น
 Fe จึงเป็นขั้วแคโทด





3. ใช้ค่า E^0 คำนวณหาค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ (E_{cell}^0) หรือแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์หรือ

โวลเตจของเซลล์

ตัวอย่าง จงคำนวณหาค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์กัลวานิก ที่ประกอบด้วยครึ่งเซลล์มาตรฐาน $\text{Zn(s)} / \text{Zn}^{2+} \text{(aq)}$ ต่อกับครึ่งเซลล์มาตรฐาน $\text{Ag(s)} / \text{Ag}^+ \text{(aq)}$ (ใช้ค่า E^0 ของครึ่งเซลล์ในตารางที่ 16.5)

วิธีทำที่ 1 ใช้สูตรคำนวณ ค่า E^0 ที่จะแทนในสูตรต้องเป็นค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์รีดักชัน(ดังตารางที่ 16.5)ทั้งหมดไม่ว่าครึ่งเซลล์นั้นจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือรีดักชัน

จากตารางจะได้ว่า $E_{\text{Ag}^+}^0 = +0.80 \text{ V}$ และ $E_{\text{Zn}^{2+}}^0 = -0.76 \text{ V}$

ค่า $E_{\text{Ag}^+}^0 > E_{\text{Zn}^{2+}}^0$ แสดงว่าซัลกจะสเป็นซัลแอโนด และซัลเงินเป็นซัลแคโทด

จากสูตร $E_{\text{cell}}^0 = E_{\text{cathode}}^0 - E_{\text{anode}}^0$

แทนค่า $E_{\text{cell}}^0 = (+0.80) - (-0.76) = 1.56 \text{ V}$

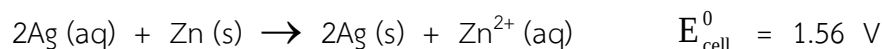
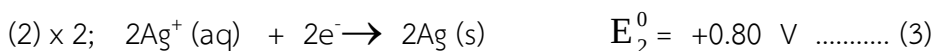
เพราะฉะนั้นศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ = 1.56 V

วิธีทำที่ 2 ใช้วิธีคณิตศาสตร์ (ไม่ต้องคำนึงถึงประเภทของ E^0)

หลัก 1. ทำจำนวนอิเล็กตรอนในสมการของปฏิกิริยาเท่ากัน

2. นำสมการมาบวกหรือลบกันเพื่อให้อิเล็กตรอนหมดไป ค่า E^0 ของครึ่งเซลล์ก็บวกหรือลบกันด้วย

ผลลัพธ์ของค่า E^0 สุทธิก็คือ E_{cell}^0



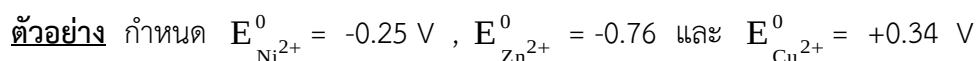
4. ใช้ค่า E^0 ทำนายทิศทางของปฏิกิริยารีดอกซ์

หลักทั่วไปสามารถใช้ค่า E^0 ทำนายทิศทางของปฏิกิริยารีดอกซ์ ได้ดังนี้

1. ถ้า E_{cell}^0 มีเครื่องหมายเป็นบวก หรือมีค่ามากกว่าศูนย์ แสดงว่าปฏิกิริยารีดอกซ์นั้นสามารถเกิดขึ้นได้ตามสมการที่เขียน หรือสมการนั้นเกิดขึ้นได้เอง

2. ถ้า E_{cell}^0 มีเครื่องหมายเป็นลบ หรือมีค่าน้อยกว่าศูนย์ แสดงว่าปฏิกิริยารีดอกซ์นั้นไม่สามารถเกิดขึ้นได้ตามสมการที่เขียน หรือสมการนั้นเกิดขึ้นในทิศทางย้อนกลับ

3. ถ้า $E_{\text{cell}}^0 = 0$ แสดงว่าปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้นขณะนั้นเข้าสู่ภาวะสมดุล

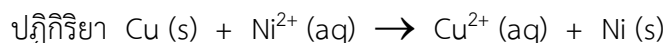


หาค่า E_{cell}^0 ได้ดังนี้

จากสูตร $E_{\text{cell}}^0 = E_{\text{Ni}^{2+}}^0 (\text{แคโทด}) - E_{\text{Zn}^{2+}}^0 (\text{แอโนด})$

แทนค่า $E_{\text{cell}}^0 = (-0.25) - (-0.76) = +0.51 \text{ V}$

เนื่องจากค่า $E_{\text{cell}}^0 > 0$ แสดงว่าปฏิกิริยารีดอกซ์นี้เกิดขึ้นได้เอง

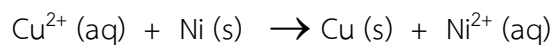


หาค่า E_{cell}^0 ได้ดังนี้

จากสูตร $E_{\text{cell}}^0 = E_{\text{Ni}^{2+}}^0 (\text{แคโทด}) - E_{\text{Cu}^{2+}}^0 (\text{แอโนด})$

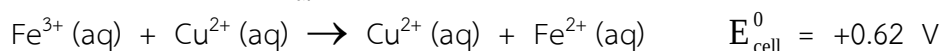
แทนค่า $E_{\text{cell}}^0 = (-0.25) - (+0.34) = -0.59 \text{ V}$

เนื่องจากค่า $E_{\text{cell}}^0 < 0$ แสดงว่าปฏิกิริยารีดอกซ์นี้เกิดขึ้นเองตามสมการที่เขียนไม่ได้ แต่สามารถเกิดขึ้นได้ในทิศทางย้อนกลับคือ



5. ใช้ค่า E^0 หาค่า E^0 ของครึ่งเซลล์อื่น ๆ

ตัวอย่าง เซลล์ไฟฟ้าเคมีชนิดหนึ่งเกิดปฏิกิริยาดังนี้



จงตอบคำถามต่อไปนี้

ก. เขียนรูปสมการเซลล์ไฟฟ้าเคมีนี้และ

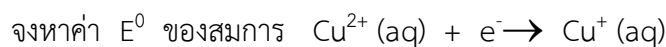
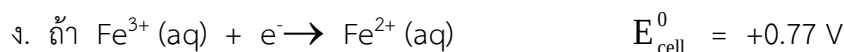
(1) ระบุรายชื่อเกลือของ Cu และ Fe ที่เหมาะสมสำหรับปฏิกิริยานี้

(2) ชนิดของขั้วที่ใช้ควรทำจากอะไร และขั้วใดเป็นขั้วแอโนด และแคโทดตามลำดับ

(3) เขียนทิศทางการไหลของอิเล็กตรอน

ข. สารใดเป็นตัวออกซิไดส์ และตัวรีดิวซ์

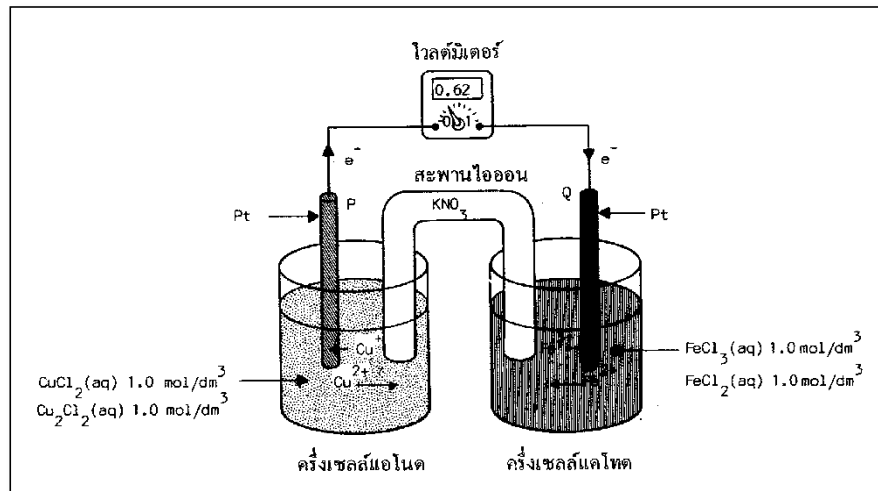
ค. เขียนแผนภาพแสดงเซลล์ไฟฟ้าเคมีนี้



วิธีทำ

ก. จากสมการของปฏิกิริยาที่กำหนดให้นี้ ไม่มีโลหะรวมอยู่ด้วยในปฏิกิริยา มีแต่ไอออนของโลหะต่าง ๆ แสดงว่าทุกครึ่งเซลล์ใช้ขั้วเฉื่อยทั้งหมด เช่น Pt

เซลล์ไฟฟ้าเคมีนี้มีค่า $E_{\text{cell}}^0 > 0$ แสดงว่า ปฏิกิริยาเกิดขึ้นตามสมการที่เขียนเป็นเซลล์กัลวานิก ดังนั้นรูปแสดงเซลล์ไฟฟ้าเขียนได้ดังนี้



1. สารละลายเกลือของ Cu คือ CuCl_2 , Cu_2Cl_2 เป็นต้น ส่วนสารละลายเกลือของ Fe คือ FeCl_2 , FeCl_3
2. ขั้ว P อิเล็กตรอนไหลออก เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เป็นขั้วแอโนด และขั้ว Q อิเล็กตรอนไหลเข้า เกิดปฏิกิริยารีดักชัน เป็นขั้วแคโทด สารที่ใช้เป็นขั้วเฉื่อย เช่น Pt หรือ แกร์ไฟต์
3. อิเล็กตรอนไหลจากขั้ว P ไปยังขั้ว Q , $\text{Cu}^+(\text{aq})$ เคลื่อนเข้าหาขั้ว P ไปให้อิเล็กตรอน ส่วน $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ เคลื่อนออกจากขั้ว P สำหรับ Fe^{3+} เคลื่อนเข้าหาขั้ว Q ไปรับอิเล็กตรอน เกิด Fe^{2+} และ $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ เคลื่อนออกจากขั้ว Q

ข. Fe^{3+} เป็นตัวออกซิไดส์ Cu^+ เป็นตัวรีดิวซ์

ค. แผนภาพของเซลล์คือ $\text{Pt (s)} / \text{Cu}^+(\text{aq}) // \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) / \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) / \text{Pt (s)}$

ง. จากสูตร $E_{\text{cell}}^0 = E_{\text{cathode}}^0 - E_{\text{anode}}^0$

แทนค่า $E_{\text{cell}}^0 = E_{\text{Fe}^{3+}}^0 - E_{\text{Cu}^+}^0$
 $+0.62 = +0.77 - E_{\text{Cu}^+}^0$

$E_{\text{Cu}^+}^0 = +0.15 \text{ V}$

แสดงว่า $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + e^- \rightarrow \text{Cu}^+(\text{aq}) \quad E^0 = +0.15 \text{ V}$

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 17

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เคมีไฟฟ้า
เรื่อง ประเภทของเซลล์กัลวานิก
ภาคเรียนที่ 2

รายวิชาเคมี (ว30223)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
จำนวน 3 คาบ (165 นาที)
โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

ทดลองและอธิบายหลักการทำงาน ข้อแตกต่างของเซลล์ปฐมภูมิ เซลล์ทุติยภูมิ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

2. สาระสำคัญ

เซลล์กัลวานิกแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือเซลล์กัลวานิกที่ผลิตขึ้นแล้วสามารถนำไปใช้งานได้ทันทีและเมื่อใช้งานจนกระแสไฟฟ้าหมดไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีกเรียกว่าเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์กัลวานิกที่ผลิตขึ้นแล้วต้องนำไปอัดไฟก่อนจึงสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้และเมื่อใช้งานจนกระแสไฟฟ้าอ่อนลงสามารถนำไปอัดไฟใหม่และใช้ได้ใหม่อีกเรียกว่าเซลล์ทุติยภูมิ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

- 3.1 อธิบายความหมายของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิได้ (K)
- 3.2 บอกส่วนประกอบและหลักการการทำงานของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิชนิดต่างๆได้ (K)
- 3.3 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิได้ (P)
- 3.4 มีความสนใจในกิจกรรม รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา (A)

4. สาระการเรียนรู้

4.1 ประเภทของเซลล์กัลวานิก

เซลล์กัลวานิกแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. เซลล์ปฐมภูมิ (Primary Cell) หมายถึง เซลล์กัลวานิกที่ปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์และทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับไม่ได้ หรือเป็นเซลล์ที่เมื่อใช้จนไฟหมดแล้วไม่สามารถนำมาอัดไฟใหม่ได้เช่น แบตเตอรี่แบบเซลล์แห้ง แบตเตอรี่แบบปรอท เป็นต้น

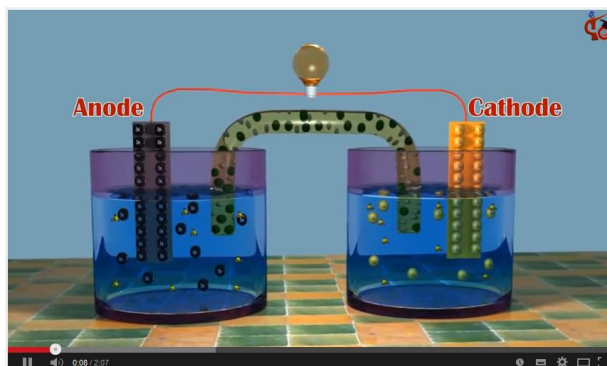
2. เซลล์ทุติยภูมิ (Secondary Cell) หมายถึงเซลล์กัลวานิกที่ปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์เมื่อเกิดขึ้นแล้วสามารถทำให้เกิดย้อนกลับได้อีกโดยการอัดไฟเข้าไปใหม่ หรือหมายถึงเซลล์ที่เมื่อใช้ไฟหมดแล้วสามารถนำมาอัดไฟใหม่ได้อีก เช่น แบตเตอรี่ สสะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว แบตเตอรี่ลิเทียมแข็ง เป็นต้นเซลล์ปฐมภูมิ มีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่ใช้ แต่อาศัยหลักการเดียวกัน

5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (5นาที)

5.1.1 ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยการนำเสนอแอนิเมชันเรื่องเซลล์กัลวานิก



รูปที่ 1 แสดงแอนิเมชันเรื่องเซลล์กัลวานิก

5.1.2 ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องเซลล์กัลวานิก โดยใช้คำถามดังนี้

- นักเรียนคิดว่าส่วนประกอบสำคัญของเซลล์กัลวานิกมีอะไรบ้าง

(แนวคำตอบ: เซลล์กัลวานิกประกอบด้วยสองครึ่งเซลล์แต่ละครึ่งเซลล์มักประกอบด้วยโลหะซึ่งเป็นขั้วไฟฟ้าจุ่มอยู่ในสารละลายของไอออนของโลหะนั้นทำหน้าที่เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์และมีสะพานไอออนเป็นตัวเชื่อมต่อให้ครบวงจรการไหลของอิเล็กตรอน)

- การถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิกเป็นเป็นอย่างไร

(แนวคำตอบ: เมื่อนำครึ่งเซลล์ที่ต่างกัน 2 ครึ่งเซลล์มาต่อเชื่อมเข้าด้วยกันโดยเชื่อมวงจรภายในด้วยสะพานไอออนและเชื่อมวงจรภายนอกด้วยตัวต้านทานจะเกิดการไหลของอิเล็กตรอนขึ้นอิเล็กตรอนไหลไปทางใดเข็มโวลต์มิเตอร์จะเบนไปในทิศทางนั้น)

- ให้นักเรียนยกตัวอย่างของเซลล์กัลวานิกที่พบในชีวิตประจำวัน

(แนวคำตอบ: ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือ แบตเตอรี่รถยนต์ ฯลฯ)

5.1.4 ครูนำเสนอรูปถ่านไฟฉายและแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือเพื่อถามนักเรียนว่า ของสองสิ่งนี้เป็นเซลล์กัลวานิกเหมือนกัน แต่มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน นักเรียนคิดว่าคุณสมบัตินั้นคืออะไร



(แนว
นำมาใช้แล้วไม่
แบตเตอรี่โทรศัพท์สามารถประจุไฟใหม่ได้)



คำตอบ:
สามารถ

ถ่านไฟฉายเมื่อ
ประจุไฟใหม่ได้

5.1.4 ครูอธิบายเพิ่มเติมเพื่อนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียน ดังนี้

- เซลล์กลีวานิกแบ่งตามลักษณะของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ได้ 2 ประเภทคือ เซลล์ปฐมภูมิ ซึ่งเป็นเซลล์กลีวานิกที่ปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์แล้วไม่สามารถเปลี่ยนผลิตภัณฑ์กลับมาเป็นสารตั้งต้นได้ (ปฏิกิริยาผันกลับไม่ได้) จึงไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก เช่น ถ่านไฟฉาย เซลล์แอลคาไลน์ เซลล์ปรอท เซลล์เงิน ส่วนเซลล์กลีวานิกอีกประเภทหนึ่งคือ เซลล์ทุติยภูมิ เป็นเซลล์กลีวานิกที่นำไปใช้แล้วสามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ (ปฏิกิริยาผันกลับได้) โดยการอัดไฟหรือการประจุไฟ จึงนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก เช่น เซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว เซลล์นิกเกิล-แคดเมียม เป็นต้น ซึ่งในคาบนี้ นักเรียนจะได้ศึกษาส่วนประกอบของเซลล์ปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์และลักษณะการใช้งานของเซลล์

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)(10นาที)

5.2.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน

5.2.2 ครูแจกใบความรู้เรื่อง ประเภทของเซลล์กลีวานิกให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม

5.2.3 ครูให้ตัวแทนของแต่ละกลุ่มออกมาจับฉลากเพื่อเลือกหัวข้อในการสืบค้นข้อมูลเซลล์กลีวานิกแต่ละชนิดและทำเป็นป้ายนิเทศเพื่อนำเสนอให้เพื่อนชมผลงาน

5.2.4 ครูให้แนวทางในการสืบค้นคือ ให้สืบค้น ส่วนประกอบและหลักการทำงานของเซลล์ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์และลักษณะการใช้งานพร้อมทั้งบอกข้อดีและข้อเสียของเซลล์กลีวานิกที่ตนเองได้สืบค้น และชี้แจงเพิ่มเติมว่าในการสืบค้นสามารถใช้อินเทอร์เน็ต หรือหนังสือเรียนในการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมได้ และให้สรุปข้อมูลที่ได้ลงในกระดาษที่ครูแจกให้

5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) (40นาที)

5.3.1 ครูให้ตัวแทนของแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการสืบค้นข้อมูลในรูปแบบของป้ายนิเทศ และให้เพื่อนที่ฟังตั้งคำถามกลุ่มละ 1 คำถาม

5.3.2 ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุป อธิบายความหมายของเซลล์ปฐมภูมิส่วนประกอบและหลักการทำงานของเซลล์ถ่านไฟฉาย เซลล์อัลคาไลน์ เซลล์ปรอท เซลล์เงิน เซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจน-ออกซิเจน เซลล์เชื้อเพลิงโพรเพน- ออกซิเจน

5.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) (40นาที)

5.4.1 ครูชี้แจงว่าในคาบที่ผ่านมาได้ศึกษาเรื่องเซลล์ปฐมภูมิ และในคาบนี้เราจะศึกษาเซลล์กลีวานิกอีกประเภทหนึ่งนั่นคือเซลล์ทุติยภูมิ

5.4.2 ครูนำอภิปรายถึงความหมายของเซลล์ทุติยภูมิ แล้วให้นักเรียนยกตัวอย่างเซลล์ทุติยภูมิ

5.4.3 ให้นักเรียนดูภาพแบตเตอรี่แล้วซักถามนักเรียนว่า แบตเตอรี่มีส่วนประกอบและหลักการทำงานอย่างไร ให้นักเรียนศึกษาหาคำตอบจากการทดลองที่ 5.1 เรื่อง เซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว

5.4.4 ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 6 กลุ่มๆละ 5-6คน

5.4.5 ครูแจกใบกิจกรรมการทดลองที่ 9.3 เรื่อง เซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว ให้กับนักเรียนและให้นักเรียนศึกษาวิธีการทดลองว่ามีขั้นตอนอย่างไรบ้าง

5.4.6 ครูแจกอุปกรณ์ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม พร้อมกับให้คำแนะนำเกี่ยวกับขั้นตอนและความปลอดภัยขณะทำการทดลองเพิ่มเติม

5.4.7 ครูให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมการทดลอง โดยครูดูแลและให้คำแนะนำในระหว่างนักเรียนทำการทดลองให้ครูกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถามว่าถึงขั้นไหนและได้ผลอย่างไรเพื่อให้นักเรียนมีสมาธิและให้ความสนใจอยู่กับการทำการทดลองและการบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการทดลอง

5.4.8 ครูสุ่มนักเรียน 2 กลุ่ม ออกมานำเสนอผลการทดลองที่ได้

5.4.9 ครูถามนักเรียนกลุ่มที่เหลือว่าได้ผลการทดลองเหมือนหรือแตกต่างจากเพื่อนที่นำเสนอหรือไม่อย่างไร

5.4.10 ครูให้นักเรียนตอบคำถามท้ายการทดลองเพื่อนำเข้าสู่การสรุปรวมของชั้นเรียน ดังนี้

-เมื่อต่อวงจร มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นหรือไม่ อย่างไร

- หลังจากนำแบตเตอรี่ออกแล้วนำโวลต์มิเตอร์หรือหลอดไฟไปต่อไว้ในวงจร จะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

5.4.11 ครูอธิบายสรุปส่วนประกอบและหลักการทำงานของเซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว

5.4.12 ครูให้นักเรียนศึกษาเซลล์นิเกิล – แคดเมียม และเซลล์โซเดียม – ซัลเฟอร์ แล้วร่วมกันอภิปรายสรุปส่วนประกอบ หลักการทำงาน และประโยชน์ ของเซลล์นิเกิล – แคดเมียม และเซลล์โซเดียม – ซัลเฟอร์ในใบความรู้เรื่อง ประเภทของเซลล์กัลวานิกเพื่อนำเสนอเป็นป้ายนิเทศกให้เพื่อชมผลงาน

5.4.8 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในใบความรู้เรื่อง ประเภทของเซลล์กัลวานิก

5.5 ชั้นประเมินผล (Evaluation) (15 นาที)

5.5.1 ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดในใบความรู้เรื่อง ประเภทของเซลล์กัลวานิก

5.5.2 ครูประเมินความเข้าใจของนักเรียนจากการตรวจแบบฝึกหัด

5.5.3 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่องศักย์ไฟฟ้าของเซลล์และศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อการนำเสนองาน Power Point

6.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

6.3 ใบความรู้เรื่อง ประเภทของเซลล์กัลวานิก

7. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1. อธิบายความหมายของเซลล์ปฐุมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิได้ 2. บอกส่วนประกอบและหลักการทำงานของเซลล์ปฐุมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิชนิดต่างๆได้	สังเกต/ ตรวจ - จากการถามคำถามระหว่างทำกิจกรรม - การตอบคำถาม - คะแนนแบบฝึกหัด	- การถามคำถาม - แบบฝึกหัดในใบความรู้เรื่อง ประเภทของเซลล์กัลวานิก	- นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ - นักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 3. เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของเซลล์ปฐุมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิได้	สังเกต/ตรวจ - การตอบคำถามและคะแนนแบบฝึกหัด	- การถามคำถาม - แบบฝึกหัดในใบความรู้เรื่อง ประเภทของเซลล์กัลวานิก	- นักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ - นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านเจตคติ (A) 4. มีความสนใจในกิจกรรมรับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา	สังเกตจาก - ความสนใจในการทำกิจกรรม - จากการทำกิจกรรม	- 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

การทดลองปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายของโลหะไอออน

คำชี้แจง สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองแล้วทำเครื่องหมาย / ในพฤติกรรมระดับคุณภาพ

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

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

8. บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

9. ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

.....
ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

การทดลอง 9.3 เซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว

จุดประสงค์การทดลอง

ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

ตัวแปรต้น :

ตัวแปรตาม :

ตัวแปรควบคุม :

อุปกรณ์และสารเคมี

รายการ	จำนวน
สารเคมี	
1. แผ่นตะกั่วขนาด 1 cm x 6 cm	2 แผ่น
2. สารละลายกรดซัลฟิวริก 0.5 mol/dm ³	30 cm ³
อุปกรณ์	
1. โวลต์มิเตอร์	1 เครื่อง
2. แบตเตอรี่ขนาด 6 โวลต์ (หรือถ่านไฟฉาย 4 ก้อน พร้อมกระเบถ่าน)	1 ชุด
3. สายไฟที่ต่อกับคลิปปากจระเข้	2 เส้น
4. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm ³	1 ใบ

ขั้นตอนการทดลอง

1. จุ่มตะกั่วขนาด 1 cm x 6 cm จำนวน 2 แผ่น ลงในปีกเกอร์ขนาด 100 cm³ ที่บรรจุสารละลายกรดซัลฟิวริก 0.5 mol/dm³ จำนวน 50 cm³ พับปลายแผ่นตะกั่วเข้ากับข้างปีกเกอร์
2. ต่อแผ่นปลายตะกั่วทั้ง 2 แผ่นเข้ากับโวลต์ ดังรูป ก สังเกตการเปลี่ยนแปลง
3. นำโวลต์มิเตอร์ออกแล้วต่อวงจรอีกครั้งเข้ากับกระเบถ่านไฟฉาย 6 โวลต์ หรือแบตเตอรี่ไฟฟ้ากระแส 6 โวลต์ ประมาณ 5 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลง
4. นำกระเบถ่านไฟฉายออกแล้ววงจรเข้ากับโวลต์มิเตอร์หรือหลอดไฟขนาด 1 โวลต์ อีกครั้ง สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง

5. เมื่อสังเกตไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงที่โวลต์มิเตอร์หรือหลอดไฟ ให้นำกระบอกจ่ายไฟมาต่อเข้ากับวงจรใหม่อีกครั้ง ประมาณ 5 นาที สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง
6. นำกระบอกจ่ายไฟมาถอดออกแล้วต้องวงจรเข้ากับโวลต์มิเตอร์หรือหลอดขนาด 1 โวลต์อีกครั้งสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้

คำถามท้ายการทดลอง

1. เมื่อต่อวงจร มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

2. หลังจากนำแบตเตอรี่ออกแล้วนำโวลต์มิเตอร์หรือหลอดไฟไปต่อไว้ในวงจร จะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

ผลการทดลอง

อภิปรายผล

สรุปผลการทดลอง

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบความรู้รายวิชาเคมี รหัสวิชา ว30223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง ประเภทของเซลล์กัลวานิก

ชื่อ-สกุล.....ชั้น ม. /เลขที่.....

1. ประเภทของเซลล์กัลวานิก

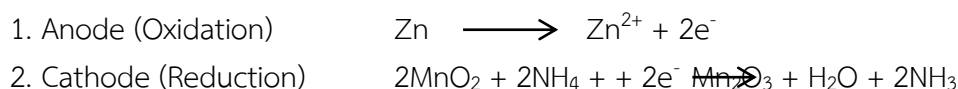
เซลล์กัลวานิกแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. เซลล์ปฐมภูมิ (Primary Cell) หมายถึง เซลล์กัลวานิกที่ปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์และทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับไม่ได้ หรือเป็นเซลล์ที่เมื่อใช้จนไฟหมดแล้วไม่สามารถนำมาอัดไฟใหม่ได้เช่น แบตเตอรี่แบบเซลล์แห้ง แบตเตอรี่แบบปรอท เป็นต้น

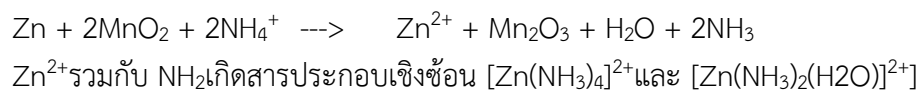
2. เซลล์ทุติยภูมิ (Secondary Cell) หมายถึงเซลล์กัลวานิกที่ปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์เมื่อเกิดขึ้นแล้วสามารถทำให้เกิดย้อนกลับได้อีกโดยการอัดไฟเข้าไปใหม่ หรือหมายถึงเซลล์ที่เมื่อใช้ไฟหมดแล้วสามารถนำมาอัดไฟใหม่ได้อีก เช่น แบตเตอรี่ สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว แบตเตอรี่ลิเทียมแข็ง เป็นต้นเซลล์ปฐมภูมิ มีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่ใช้ แต่อาศัยหลักการเดียวกัน ตัวอย่างเซลล์ปฐมภูมิได้แก่

1. ถ่านไฟฉายเป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมีชนิดหนึ่งที่มี ขนาดเล็ก มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เซลล์แห้ง (Drycell) หรือ เซลล์เลอคลัง เซ (Leclanche'cell)

ปฏิกิริยาที่เกิด



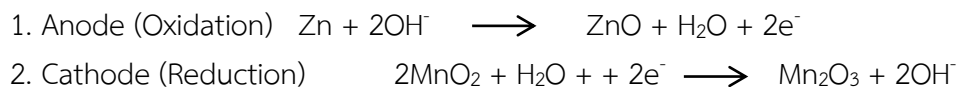
ปฏิกิริยารวม (Redox) โดย (1) + (2) ทำให้ e⁻หมดไป



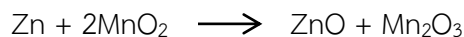
เพื่อรักษาความเข้มข้นของ Zn^{2+} & NH_3 เซลล์ชนิดนี้มีแรงเคลื่อนประมาณ 1.5 Volts

2. เซลล์อัลคาไลน์ มีส่วนประกอบและหลักการเหมือนกับถ่านไฟฉายแต่ใช้ต่าง KOH เป็นอิเล็กโทรไลต์แทน NH_4Cl

ปฏิกิริยาที่เกิด



ปฏิกิริยารวม (Redox) โดย (1) + (2) ทำให้ e⁻หมดไป



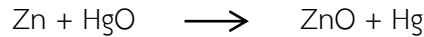
เซลล์อัลคาไลน์มีศักย์ไฟฟ้าเท่ากับเซลล์แห้งแต่ใช้ได้นานกว่า เพราะน้ำและไฮดรอกไซด์ (OH^-) ที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาหมุนเวียนกลับไปเป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยาได้อีก จึงทำให้ศักย์คงที่ตลอดการใช้งานและใช้ได้นานกว่า

3. เซลล์ปรอท มีหลักการเหมือนกับเซลล์อัลคาไลน์ แต่ใช้เมอร์คิวรี (II) ออกไซด์ (HgO) แทนแมงกานีส (IV) ออกไซด์ (MnO_2)

ปฏิกิริยาที่เกิด

1. Anode (Oxidation) $\text{Zn} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$
2. Cathode (Reduction) $\text{HgO} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Hg} + 2\text{OH}^-$

ปฏิกิริยารวม (Redox) โดย (1) + (2) ทำให้ e⁻หมดไป



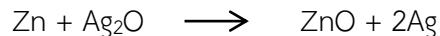
เซลล์ปรอทให้ศักย์ไฟฟ้าประมาณ 1.3 Volts ให้กระแสไฟฟ้าต่ำ แต่มีข้อดีที่สามารถให้ศักย์ไฟฟ้าเกือบคงที่ตลอดอายุการใช้งาน นิยมใช้กันมากในเครื่องฟังเสียงสำหรับคนหูพิการ

4. เซลล์เงิน มีส่วนประกอบเช่นเดียวกับเซลล์ปรอท แต่ใช้ซิลเวอร์ออกไซด์ (Ag_2O) แทนเมอร์คิวรี (II) ออกไซด์ (HgO)

ปฏิกิริยาที่เกิด

1. Anode (Oxidation) $\text{Zn} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$
2. Cathode (Reduction) $\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Ag} + 2\text{OH}^-$

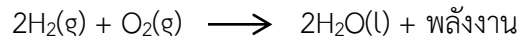
ปฏิกิริยารวม (Redox) โดย (1) + (2) ทำให้ e⁻หมดไป



เซลล์เงินให้ศักย์ไฟฟ้าประมาณ 1.5 Volts มีขนาดเล็กและมีอายุการใช้งานได้นานมาก แต่มีราคาแพง จึงใช้กับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด เช่น เครื่องคิดเลข นาฬิกา

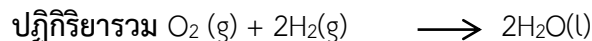
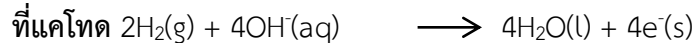
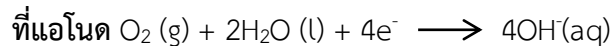
5. เซลล์เชื้อเพลิง

5.1 เซลล์เชื้อเพลิงมีหลายแบบขึ้นอยู่กับสารที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง เช่น เซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจน-ออกซิเจน ไฮโดรเจน-ไฮโดรคาร์บอน โพรเพน-ออกซิเจน แต่เซลล์เชื้อเพลิงที่นิยมใช้คือเซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจน-ออกซิเจน ซึ่งให้ก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซออกซิเจนทำปฏิกิริยากันแล้วได้น้ำและพลังงาน เขียนสมการแสดงได้ดังนี้



5.2 เซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจน-ออกซิเจนประกอบด้วยแท่งคาร์บอนที่มีรูพรุน 2 แท่งทำหน้าที่เป็นขั้วไฟฟ้าที่ผิวของแท่งคาร์บอนมีผงแพลทินัมหรือแพลเลเดียมผสมอยู่เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ขั้วไฟฟ้าทั้งสองจุ่มอยู่ในอิเล็กโทรไลต์ซึ่งอาจเป็นสารละลาย NaOH หรือ KOH

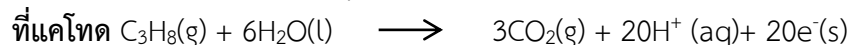
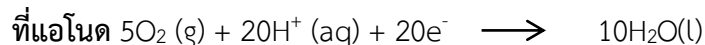
ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

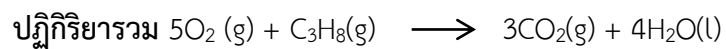


เนื่องจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นมีการรับและการให้อิเล็กตรอน จึงทำให้มีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นด้วย เซลล์ประเภทนี้ถูกนำไปใช้ในยานอวกาศ เพราะนอกจากจะได้พลังงานไฟฟ้าแล้วยังได้น้ำเป็นน้ำดื่ม สำหรับนักบินอวกาศด้วย

เซลล์เชื้อเพลิงโพรเพน-ออกซิเจน

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น





ปฏิกิริยาในเซลล์เชื้อเพลิงโพรเพน-ออกซิเจนนี้เสมือนกับปฏิกิริยาสันดาปของก๊าซโพรเพนเซลล์นี้อาจให้ประสิทธิภาพการทำงานสูงประมาณ 2 เท่าของเครื่องยนต์สันดาปภายใน

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบงานรายวิชาเคมี รหัสวิชา ว30223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง ประเภทของเซลล์กัลวานิก

กำหนดส่งวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....
ชื่อ-สกุล.....ชั้น ม./.....เลขที่.....

1. จงบอกความแตกต่างระหว่างเซลล์ปฐมภูมิกับเซลล์ทุติยภูมิ

.....

2. จงเปรียบเทียบถ่านไฟฉายกับเซลล์แอลคาไลน์ในหัวข้อต่อไปนี้

- ส่วนประกอบของเซลล์ที่ทำหน้าที่เป็นแอโนด แคโทดและอิเล็กโทรไลต์
- ปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทด
- ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์
- อายุการใช้งาน

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

3. จงเปรียบเทียบเซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่วกับเซลล์นิกเกิล - แคดเมียมในหัวข้อต่อไปนี้

เซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว

เซลล์นิกเกิล - แคดเมียม

1. แอโนด

.....

.....

2. แคโทด

.....

.....

3. ปฏิกิริยาของเซลล์

.....

.....

4. การนำไปใช้ประโยชน์

.....

.....

5. ข้อดีและข้อเสีย

.....

.....

4. เมื่อนำเซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่วไปประจุไฟ ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

- 4.1 จงบอกชนิดของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้และวิธีต่อขั้วไฟฟ้าของเซลล์เข้ากับขั้วไฟฟ้าของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า

.....

- 4.2 เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่ขั้วแอโนด แคโทด และปฏิกิริยารวม

.....

- 4.3 เมื่อใช้เซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่วไปนานๆ จะไม่สามารถประจุไฟได้อีกเป็นเพราะเหตุใด

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 18

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เคมีไฟฟ้า

เรื่องเซลล์อิเล็กโทรไลต์ (1)

ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ

ภาคเรียนที่ 2

รายวิชาเคมี (ว30223)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 3 คาบ (165 นาที)

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2

เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

ทดลองและใช้หลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ แยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ การถลุงแร่ การชุบโลหะ การทำอะโนไดซ์ อธิบายการผุกร่อนของโลหะและวิธีป้องกันการผุกร่อนของโลหะในชีวิตประจำวันได้

2. สาระสำคัญ

เซลล์อิเล็กโทรไลต์ประกอบด้วยขั้วไฟฟ้า 2 ขั้วจุ่มอยู่ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ เมื่อผ่านไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปในเซลล์จะมีปฏิกิริยาเกิดขึ้น ขั้วที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเรียกว่าขั้วแอโนด ขั้วที่เกิดปฏิกิริยารีดักชันเรียกว่าขั้วแคโทด การผ่านไฟฟ้ากระแสตรงลงไปในสารละลายอิเล็กโทรไลต์แล้วมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นเรียกว่า กระบวนการอิเล็กโทรลิซิส

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

- 3.1 อธิบายการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเซลล์อิเล็กโทรไลต์ได้ (K)
- 3.2 อธิบายหลักการแยกสารเคมีด้วยไฟฟ้าโดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลต์ได้ (K)
- 3.3 ทำการทดลองแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้าได้ (P)
- 3.4 เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเซลล์อิเล็กโทรไลต์ได้ (P)
- 3.5 มีความสนใจในกิจกรรม รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา (A)

4. สาระการเรียนรู้

เซลล์อิเล็กโทรไลต์เป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมีอีกชนิดหนึ่งประกอบด้วยขั้วไฟฟ้า 2 ขั้วจุ่มอยู่ในอิเล็กโทรไลต์ เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปในเซลล์จะมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นและได้สารใหม่ เรียกกระบวนการนี้ว่า อิเล็กโทรลิซิส หรือกระบวนการแยกสลายด้วยไฟฟ้า

เซลล์อิเล็กโทรไลต์เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในเซลล์จะเกิดปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นโดยขั้วที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเรียกว่าขั้วแอโนดและขั้วไฟฟ้าที่เกิดปฏิกิริยารีดักชันเรียกว่าขั้วแคโทดและหลักการของเซลล์อิเล็กโทร

ไลต์ดังกล่าวสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมได้ซึ่งกระบวนการที่อาศัยหลักการนี้เรียนว่าการแยกสารด้วยกระแสไฟฟ้า

5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

คาบที่ 1-2

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (5นาที)

5.1.1 ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ได้ศึกษามา โดยใช้คำถามดังนี้

- เซลล์ไฟฟ้าที่นักเรียนได้ศึกษามาคือเซลล์ไฟฟ้าแบบใด มีลักษณะเป็นอย่างไร

(แนวคำตอบ: เซลล์กัลวานิก ซึ่งเป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมีชนิดที่ใช้การเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาเคมีให้เป็นพลังงานไฟฟ้า)

- นักเรียนคิดว่าเราสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าแล้วทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้หรือไม่

(แนวคำตอบ: ได้/ไม่ได้ หรือตามเหตุผลของนักเรียน)

5.1.2 ครูชี้แจงเพิ่มเติมว่าในวันนี้เราจะศึกษาในเรื่องเซลล์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฟฟ้าในการทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ ซึ่งคือ เซลล์อิเล็กโทรไลต์

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)(50นาที)

5.2.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่มกลุ่มละ 4-5 คน

5.2.2 ครูแจกใบความรู้เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลต์ให้นักเรียนและให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลจากใบความรู้และสรุปเป็นข้อมูลของกลุ่มในประเด็นต่อไปนี้

- เซลล์อิเล็กโทรไลต์ คืออะไร

- ส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโทรไลต์มีอะไรบ้าง

- การเปลี่ยนแปลงหรือปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในเซลล์เป็นอย่างไร

- กระบวนการแยกสลายด้วยไฟฟ้าหรืออิเล็กโทรลิซิส เป็นอย่างไร

5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) (50 นาที)

5.3.1 ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อมูลที่สืบค้น

5.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปของชั้นเรียน โดยใช้คำถามดังนี้

- เซลล์อิเล็กโทรไลต์ คืออะไร

(แนวคำตอบ: เซลล์อิเล็กโทรไลต์คือเซลล์ไฟฟ้าเคมีชนิดหนึ่งที่ใช้พลังงานไฟฟ้าทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี)

- ส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโทรไลต์มีอะไรบ้าง

(แนวคำตอบ: ส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโทรไลต์

1. ขั้วไฟฟ้า (Electrode) เป็นโลหะหรือแกรไฟต์ที่นำไฟฟ้าได้ โดยทั่วไปมักจะใช้ขั้วเฉื่อยในเซลล์หนึ่งๆ จำแนกขั้วตามเกณฑ์ต่าง ๆ ดังนี้

การจำขั้วตามสมการการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ก. ขั้วแอโนด (Anode) เป็นขั้วที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน(ขั้วบวก)

ข. ขั้วแคโทด (Cathode) เป็นขั้วที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน (ขั้วลบ)

2. สารอิเล็กโทรไลต์คือสารที่มีสถานะเป็นของเหลวประกอบด้วยไอออนที่เคลื่อนที่และนำไฟฟ้าได้)

- การเปลี่ยนแปลงหรือปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในเซลล์เป็นอย่างไร
(แนวคำตอบ: ก. ขั้วแอโนด (Anode) เป็นขั้วที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน(ขั้วบวก)
ข. ขั้วแคโทด (Cathode) เป็นขั้วที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน (ขั้วลบ)
- กระบวนการแยกสลายด้วยไฟฟ้าหรืออิเล็กโทรลิซิส คืออะไร
(แนวคำตอบ: คือกระบวนการแยกสารอิเล็กโทรไลต์โดยการผ่านไฟฟ้ากระแสตรงลงในสารละลายอิเล็กโทรไลต์แล้วทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นที่ขั้วบวกและขั้วลบของเซลล์อิเล็กโทรไลต์นั้น)
- ลักษณะสำคัญของอิเล็กโทรลิซิสเป็นอย่างไร
(แนวคำตอบ: 1. กระแสไฟฟ้าที่ใช้ผ่านลงในเซลล์ต้องเป็นไฟฟ้ากระแสตรง (D.C.) คือ กระแสอิเล็กตรอน
2. ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์
3. ขั้วไฟฟ้าที่ใช้ในเซลล์นี้นิยมใช้ขั้วเฉื่อยเพราะถ้าใช้ขั้วว่องไว ขั้วอาจจะมีส่วนร่วมในการเกิดปฏิกิริยาเคมีก็ได้)

5.3.3 ครูอธิบายเพิ่มเติมถึงการนำหลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ไปใช้ประโยชน์ในการแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า โดยครูผู้สอนทบทวนสมบัติของสารไอออนิกว่าเป็นของแข็งไม่นำไฟฟ้า แต่เมื่อให้ความร้อนจนหลอมเหลวจะนำไฟฟ้าได้ และอธิบายต่อในเรื่อง การแยก CaCl_2 ที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า ตามรายละเอียดในหนังสือเรียนเคมี เล่ม 4

คาบที่ 3

5.4 ขยายความรู้ (Elaboration) (40 นาที)

5.4.1 ครูชี้แจงว่าในคาบที่ผ่านมาทราบแล้วว่าเราสามารถนำหลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ไปใช้ประโยชน์ในการแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้าได้ และเราทราบแล้วว่าสารที่จะนำมาแยกด้วยไฟฟ้า จะต้องเป็นสารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวเป็นไอออนได้

5.4.2 ครูชี้แจงว่าในคาบนี้จะศึกษาในเรื่องการนำหลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ไปใช้ประโยชน์เพิ่มเติมคือการแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า โดยจะทำการทดลองเรื่อง การแยกทองแดงไอออนจากสารละลาย CuSO_4 ด้วยไฟฟ้า

5.4.3 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่มกลุ่มละ 4-5 คน

5.4.4 ครูแจกใบกิจกรรมการทดลองเรื่อง การแยกทองแดงไอออนออกจากสารละลาย CuSO_4 ด้วยไฟฟ้า และให้นักเรียนศึกษาวิธีการทดลองให้เข้าใจ

5.4.5 ครูแนะนำอุปกรณ์การทดลองและข้อควรระวังในการทดลองตามใบกิจกรรมการทดลองที่แจกให้นักเรียน

5.4.6 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่สงสัยในวิธีการทดลองหรือการใช้อุปกรณ์

5.4.7 ครูให้นักเรียนลงมือทำการทดลองตามขั้นตอนที่ได้ศึกษาในใบกิจกรรมการทดลอง และสังเกตและบันทึกผลลงในใบกิจกรรมการทดลอง

5.4.8 ครูสุ่มตัวแทนนักเรียน 2 กลุ่มนำเสนอผลการทดลองที่ได้ และสอบถามนักเรียนกลุ่มอื่นๆ ว่า ได้ผลการทดลองเหมือนหรือแตกต่างจากเพื่อนที่นำเสนอหรือไม่ อย่างไร

5.4.9 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองของชั้นเรียนตามคำถามท้ายการทดลอง ดังนี้

- มีการเปลี่ยนแปลงที่ขั้วไฟฟ้าและในสารละลายอย่างไร

(แนวคำตอบ: เมื่อผ่านไฟฟ้าเข้าไปในสารละลาย CuSO_4 ซึ่งในสารละลายประกอบด้วย $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$, $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ และ $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็น ดังนี้

ที่ขั้วแคโทด $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ รับอิเล็กตรอนได้ดีกว่า $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ จึงเกิดทองแดงเกาะอยู่ที่ขั้ว

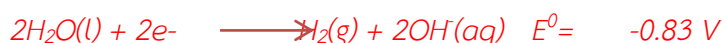
ที่ขั้วแอโนด น้ำให้อิเล็กตรอนได้ดีกว่า $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ เกิดแก๊สออกซิเจนที่ช่วยให้ไฟติด)

- เขียนสมการแสดงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นที่ขั้วแอโนดและขั้วแคโทดได้อย่างไร

(แนวคำตอบ:

ขั้วแคโทด (ขั้วไฟฟ้าที่ต่อกับขั้วลบของแบตเตอรี่)

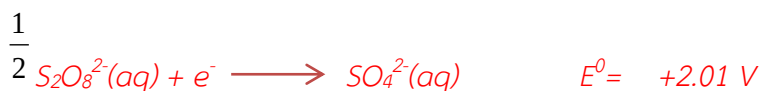
ทั้ง $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ ในสารละลาย และ $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ มีโอกาสรับอิเล็กตรอนจากแบตเตอรี่ แต่ค่า E^0 ของทั้งสองครึ่งปฏิกิริยาเป็นดังนี้



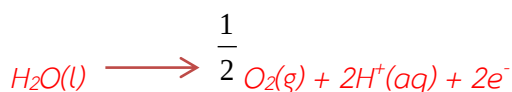
จากค่า E^0 แสดงว่า $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ ในสารละลายรับอิเล็กตรอนได้ดีกว่า $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ดังนั้น $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ ในสารละลายจึงเกิดปฏิกิริยารีดักชันได้โลหะ $\text{Cu}(\text{s})$

ขั้วแอโนด (ขั้วไฟฟ้าที่ต่อกับขั้วบวกของแบตเตอรี่)

ทั้ง $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ และ $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ มีโอกาสให้อิเล็กตรอนหรือเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน แต่ทั้งสองครึ่งปฏิกิริยามีค่า E^0 ดังนี้



เมื่อเปรียบเทียบค่า E^0 ของ $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ และ $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ พบว่าค่า E^0 ของ $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ มีค่าน้อยกว่า $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ ปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดขึ้นที่ขั้วแอโนดเป็นดังนี้



ศักย์ไฟฟ้ารีดักชันของ $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ มีค่าต่ำกว่า $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ แสดงว่า $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ให้อิเล็กตรอนได้ดีกว่า $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ ดังนั้นที่ขั้วแอโนด $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ จึงให้อิเล็กตรอนเกิดเป็น $\text{H}^+(\text{aq})$ กับแก๊สออกซิเจน เพราะเมื่อทดสอบแก๊สที่เกิดขึ้นพบว่าช่วยให้ไฟติดไฟ

5.4.10 ครูอธิบายเพิ่มเติมว่าในระบบนี้แก๊ส $\text{H}^+(\text{aq})$ สามารถรับอิเล็กตรอนที่ขั้วแคโทดได้หรือไม่ ตามรายละเอียดในหนังสือเรียนเคมี เล่ม 4

5.4.11 ครูให้นักเรียนทำใบงานเรื่องเซลล์อิเล็กโทรไลต์

5.5 ชั้นประเมินผล (Evaluation) (15 นาที)

5.5.1 ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยใบงานเรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลต์

5.5.2 ครูประเมินความเข้าใจของนักเรียนจากการตรวจใบงาน

5.5.3 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่องเซลล์อิเล็กโทรไลต์ ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อการนำเสนอ Power Point

6.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

6.3 ใบความรู้เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลต์

6.4 ใบงานเรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลต์

6.5 ใบกิจกรรมการทดลองเรื่อง การแยกทองแดงไอออนออกจากสารละลาย CuSO_4 ด้วยไฟฟ้า

7. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1.อธิบายการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเซลล์อิเล็กโทรไลต์ได้ 2.อธิบายหลักการแยกสารเคมีด้วยไฟฟ้าโดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลต์ได้	สังเกต/ ตรวจ - จากการถามคำถามระหว่างทำกิจกรรม - การตอบคำถามท้ายการทดลอง	- การถามคำถาม - ใบกิจกรรมเรื่องเซลล์อิเล็กโทรไลต์ - ใบกิจกรรมการทดลอง	- นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ - นักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 3.ทำการทดลองแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้าได้ 4. เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเซลล์อิเล็กโทรไลต์ได้	สังเกต/ตรวจ - การทำการทดลอง - การตอบคำถามท้ายการทดลอง	- ใบกิจกรรมเรื่องเซลล์อิเล็กโทรไลต์ - ใบกิจกรรมการทดลอง - แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง	- นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านเจตคติ (A) 5.มีความสนใจในกิจกรรมรับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา	สังเกตจาก - ความสนใจในการทำกิจกรรม - จากการทำกิจกรรม	- 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

การทดลองการแยกทองแดงไอออนออกจากสารละลาย CuSO_4 ด้วยไฟฟ้า

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	9	
	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 7-9 คะแนน ให้ระดับคุณภาพ 2 (ดี)

ผลรวมของคะแนน 4-6 คะแนน ให้ระดับคุณภาพ 1 (พอใช้)

ผลรวมของคะแนน 0-3 คะแนน ให้ระดับคุณภาพ 0 (ควรปรับปรุง)

เกณฑ์การผ่าน ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป

8. บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....
ลงชื่อ.....

(นางบรรจบ ไชยชาติ)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

9. ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

.....
ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ใบกิจกรรมการทดลองที่ 9.1
เรื่อง การแยกทองแดงไอออนออกจากสารละลาย CuSO_4
ด้วยไฟฟ้า

กลุ่มที่.....ชั้น.....
เลขที่.....เลขที่.....เลขที่.....
เลขที่.....เลขที่.....เลขที่.....

จุดประสงค์การทดลอง

ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

ตัวแปรต้น :

ตัวแปรตาม :

ตัวแปรควบคุม :

อุปกรณ์และสารเคมี

รายการ	จำนวน/1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. สารละลาย CuSO_4 1.0 mol/dm ³	20cm ³
2. สารละลาย KI 1.0 mol/dm ³	20 cm ³
3. ฟีนอล์ฟทาลีน	5 หยด
อุปกรณ์	
1. ชุดการทดลองแยกสารละลายด้วยไฟฟ้าพร้อมจุกยางที่มีไส้ดินสอดำเสียบอยู่	1 ชุด
2. แบตเตอรี่ 6 โวลต์ (หรือกระบอกถ่านพร้อมไฟฉาย 4 ก้อน)	1 ชุด
3. สายไฟฟ้าพร้อมคลิปปากจิ้งจก	2 เส้น
4. หลอดหยดสาร	1 อัน
5. ก้านธูป	1 ดอก
6. ไม้ขีดไฟ	1 กลั๊ก

ขั้นตอนการทดลอง

- ใส่สารละลาย CuSO_4 1.0 mol/dm³ ลงในชุดการทดลองแยกสารละลายด้วยไฟฟ้าพร้อมจุกยางที่มีไส้ดินสอดำเสียบอยู่
- ต่อขั้วไฟฟ้าเข้ากับแบตเตอรี่ 6 โวลต์ให้ครบวงจร ตั้งทิ้งไว้สักครู่ สังเกตการเปลี่ยนแปลง
- ทดสอบแก๊สที่เกิดขึ้นด้วยก้านธูปที่ติดไฟ

4. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1-3 แต่ใช้สารละลาย KI 1.0 mol/dm^3 แทนสารละลาย CuSO_4 1.0 mol/dm^3 และเติมฟีนอล์ฟทาไลน์ลงในหลอด ข และ ค หลอดละ 2-3 หยด สังเกตการเปลี่ยนแปลง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สารละลาย	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้	
	ขั้วที่ต่อกับขั้วบวกของแบตเตอรี่	ขั้วที่ต่อกับขั้วลบของแบตเตอรี่
CuSO_4		
KI		

คำถามท้ายการทดลอง

1. มีการเปลี่ยนแปลงที่ขั้วไฟฟ้าและในสารละลายอย่างไร

.....

.....

2. เขียนสมการแสดงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นที่ขั้วแอโนดและขั้วแคโทดได้อย่างไร

.....

.....

.....

3. สารละลายที่เหลือจากการทดลองมีสมบัติอย่างไร

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบความรู้รายวิชาเคมี รหัสวิชา ว30223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลต์

ชื่อ-สกุล.....ชั้น ม. /เลขที่.....

เซลล์อิเล็กโทรไลต์ คือ เซลล์ไฟฟ้าเคมีชนิดหนึ่งที่ใช้พลังงานไฟฟ้าทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี กล่าวคือ เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในเซลล์ จะทำให้เกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ขึ้นในเซลล์นั้น เซลล์ประเภทนี้จะมีค่า $E^0_{\text{cell}} < 0$ (เครื่องหมายติดลบ) และภายในเซลล์จะมีสารอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งสารนี้สามารถจะแตกตัวเป็นไอออนบวก และไอออนลบ และทำให้เกิดน้ำไฟฟ้าได้

ส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโทรไลต์

1. **ขั้วไฟฟ้า (Electrode)** เป็นโลหะหรือแกรไฟต์ที่นำไฟฟ้าได้ โดยทั่วไปมักจะใช้ขั้วเฉื่อยในเซลล์หนึ่ง ๆ จำแนกขั้วตามเกณฑ์ต่าง ๆ ดังนี้

การจำขั้วตามสมการการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ก. ขั้วแอโนด (Anode) เป็นขั้วที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน(ขั้วบวก)

ข. ขั้วแคโทด (Cathode) เป็นขั้วที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน (ขั้วลบ)

การจำแนกขั้วตามการต่อเข้ากับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า

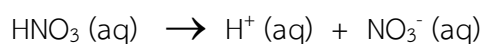
ก. ขั้วบวก เป็นขั้วที่ต่อเข้ากับขั้วบวกของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า [ซึ่งขั้วนี้จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันคือไอออนลบในสารละลายจะให้ อิเล็กตรอนแก่ขั้วไฟฟ้าบวก)]

ข. ขั้วลบ เป็นขั้วที่ต่อเข้ากับขั้วลบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า [ซึ่งขั้วนี้จะเกิดปฏิกิริยารีดักชันเกิดขึ้นคือ ไอออนบวกในสารละลายจะมารับอิเล็กตรอนที่ขั้วนี้]

2. **สารอิเล็กโทรไลต์** คือ สารที่มีสถานะเป็นของเหลวประกอบด้วยไอออนที่เคลื่อนที่ และนำไฟฟ้าได้ เช่น

ก. สารประกอบไอออนิกที่หลอมเหลว เช่น $\text{NaCl (s)} \xrightarrow{\Delta} \text{Na}^+ (\text{l}) + \text{Cl}^- (\text{l})$

ข. สารละลายอิเล็กโทรไลต์ เช่น สารละลายกรด เบส เกลือ



กระบวนการอิเล็กโทรลิซิส (Electrolysis)

คือ กระบวนการแยกสารอิเล็กโทรไลต์โดยการผ่านไฟฟ้ากระแสตรงลงในสารละลาย อิเล็กโทรไลต์ แล้วทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นที่ขั้วบวก และขั้วลบของเซลล์อิเล็กโทรไลต์นั้น

ลักษณะสำคัญของอิเล็กโทรลิซิส

1. กระแสไฟฟ้าที่ใช้ผ่านลงในเซลล์ ต้องเป็นไฟฟ้ากระแสตรง (D.C.) คือ กระแสอิเล็กตรอน
2. ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์
3. ขั้วไฟฟ้าที่ใช้ในเซลล์นี้นิยมใช้ขั้วเฉื่อย เพราะถ้าใช้ขั้วว่องไว ขั้วอาจจะมีส่วนร่วมในการเกิดปฏิกิริยาเคมีก็ได้

ประโยชน์ของกระบวนการอิเล็กโทรลิซิส

ก. การแยกสารประกอบไอออนิกหลอมเหลวด้วยไฟฟ้า เช่น เกลือ NaCl เมื่อถูกทำให้หลอมเหลว จะเกิดเป็นไอออนบวก และไอออนลบ ซึ่งเมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าลงไป จะทำให้ ไอออนบวกเคลื่อนที่เข้าหาขั้วลบ เพื่อเข้าไปรับอิเล็กตรอนหรือเกิดปฏิกิริยารีดักชัน ส่วนไอออนลบ จะเคลื่อนที่เข้าหาขั้วบวก เพื่อจ่ายอิเล็กตรอนหรือเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน

ข. การแยกสารละลายอิเล็กโทรไลต์ด้วยไฟฟ้า

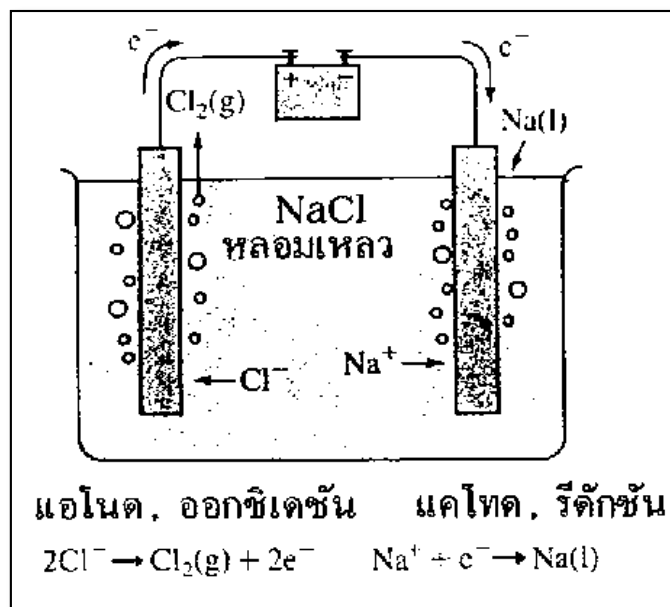
สารละลายอิเล็กโทรไลต์จะประกอบด้วยตัวถูกละลายชนิดต่าง ๆ ที่เป็นสารอิเล็กโทรไลต์ และ น้ำ ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวทำละลาย เช่น สารละลายของ NaCl (aq) จะมี ไอออนบวกคือ Na^+ (aq) และไอออนลบ คือ Cl^- (aq) ซึ่งไอออนทั้งสองถูกน้ำล้อมรอบอยู่ (aq = aqueous มีน้ำล้อมรอบ) ดังนั้น ในสารละลายนี้จึงมีองค์ประกอบ 3 ชนิด ได้แก่ น้ำ (ตัวทำละลาย) , Na^+ (aq) และ Cl^- (aq) (ตัวถูกละลาย)

การแยกสารละลายอิเล็กโทรไลต์ด้วยไฟฟ้าที่เกิดขึ้นคือ น้ำและไอออนลบของตัวถูกละลายจะเคลื่อนที่เข้าหาขั้วบวก เพื่อไปให้อิเล็กตรอน เกิด ปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งสารใดจะเป็นตัวให้อิเล็กตรอนหรือเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน พิจารณาจากค่า E^0 ถ้ามีค่า E^0 ต่ำ สารนั้นจะเป็นตัวเกิด ปฏิกิริยาออกซิเดชัน คือ เกิดการให้อิเล็กตรอนที่ขั้วบวกนั้นได้ดีกว่า ที่เหลือก็ไม่เกิดปฏิกิริยาใด ๆ

ส่วนน้ำและไอออนบวกของตัวถูกละลาย จะเคลื่อนที่เข้าหาขั้วบวกไปรับอิเล็กตรอน เกิดปฏิกิริยารีดักชัน ในทำนองเดียวกัน สารใดจะสามารถรับอิเล็กตรอนได้ดีก็ให้พิจารณาจากค่า E^0 โดยถ้ามีค่า E^0 สูงกว่า สารนั้นก็จะสามารถรับอิเล็กตรอนได้ดีกว่า สารที่เหลือก็จะไม่เกิดปฏิกิริยา

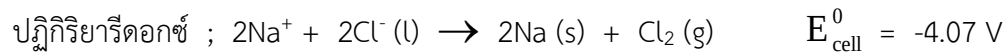
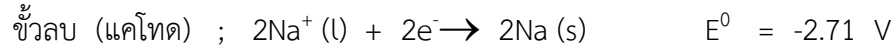
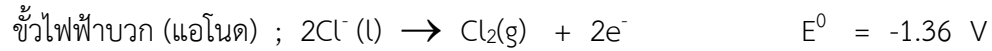
ตัวอย่างอิเล็กโทรลิซิส

1. การแยกเกลือ NaCl หลอมเหลวด้วยไฟฟ้า



รูปที่ 1 อิเล็กโทรลิซิสโซเดียมคลอไรด์ที่หลอมเหลว

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้

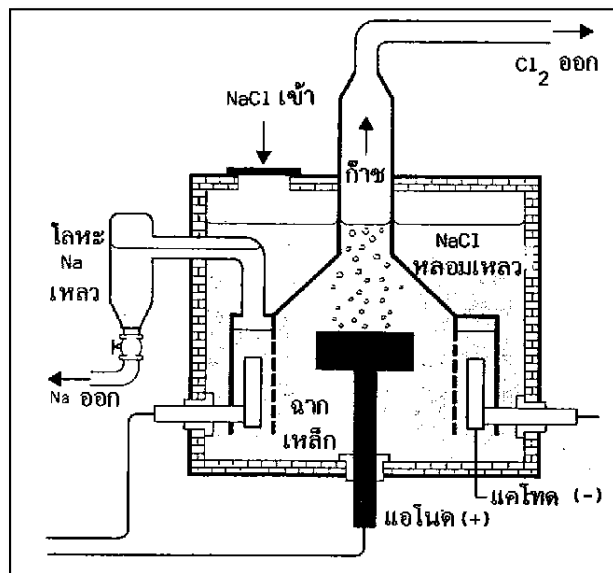


ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นคือ

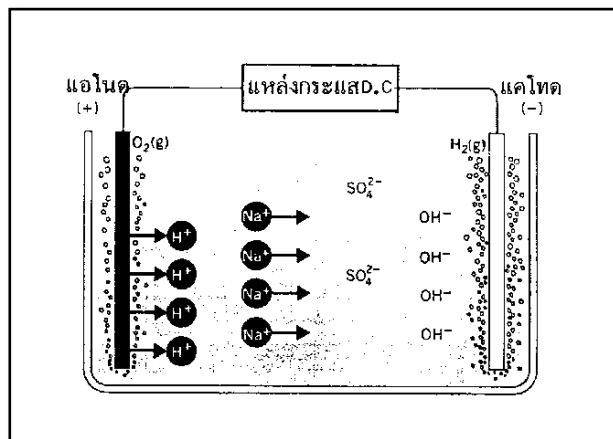
ที่ขั้วแอโนด เกิด Cl_2

ที่ขั้วแคโทด เกิด $\text{Na} (\text{s})$

ในอุตสาหกรรมเตรียมโซเดียม ก็ใช้วิธีการอิเล็กโทรลิซิสโซเดียมคลอไรด์หลอมเหลว โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลต์ที่สร้างขึ้นเฉพาะ เรียกว่า Downs cell ดังรูปที่ 2



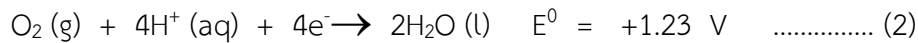
2. การแยกสารละลายโซเดียมซัลเฟตด้วยไฟฟ้า



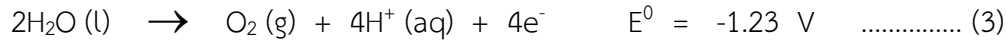
รูปที่ 3 อิเล็กโทรลิซิสสารละลายโซเดียมซัลเฟต

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอธิบายได้ดังนี้

ที่ขั้วแอโนด (ขั้วบวก) โมเลกุลของน้ำและ $S_2O_8^{2-}$ เคลื่อนที่เข้าไปให้อิเล็กตรอน สารใดจะสามารถให้ได้พิจารณาจากค่า E^0 ดังนี้

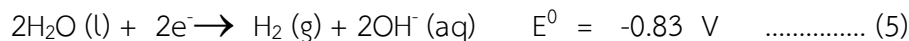


จากการพิจารณาค่า E^0 พบว่า E^0 ของปฏิกิริยาในสมการ (2) ต่ำกว่าปฏิกิริยาในสมการ (1) แสดงว่าเกิดสารตามสมการที่ (2) ได้ง่ายกว่าเกิดสารในสมการที่ (1) ดังนั้นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วบวก หรือขั้วแอโนดคือ

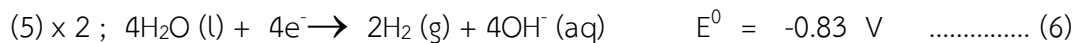
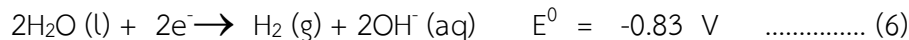


ที่ขั้วแคโทด (ขั้วลบ)

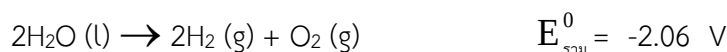
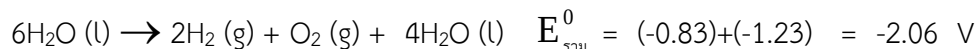
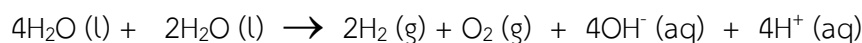
โมเลกุลของน้ำและ Na^+ เคลื่อนที่เข้าไปรับอิเล็กตรอน สารใดจะสามารถรับอิเล็กตรอนได้พิจารณาจากค่า E^0 ดังนี้



จากการพิจารณาค่า E^0 พบว่า E^0 ของปฏิกิริยาในสมการ (5) สูงกว่าปฏิกิริยาในสมการ (4) แสดงว่าเกิดสารตามสมการที่ (5) ได้ง่ายกว่าเกิดสารในสมการที่ (4) ดังนั้นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วบวก หรือขั้วแอโนดคือ



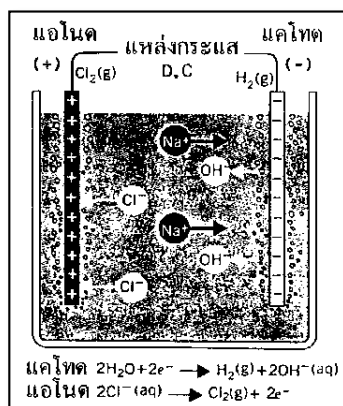
นำสมการที่ (3) + (6) จะได้



เพราะฉะนั้นผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้

ที่ขั้วแคโทด เกิด ก๊าซไฮโดรเจน ที่ขั้วแอโนด เกิดก๊าซออกซิเจน

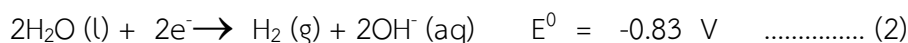
3. การแยกสารละลายโซเดียมคลอไรด์ด้วยไฟฟ้า



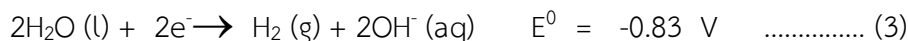
รูปที่ 4 อิเล็กโทรลิซิสสารละลายโซเดียมคลอไรด์

ที่ขั้วแคโทด (ขั้วลบ)

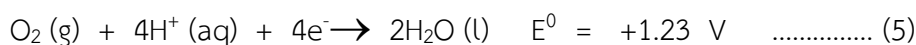
โมเลกุลของน้ำและ $\text{Na}^+(\text{aq})$ เคลื่อนที่เข้าไปรับอิเล็กตรอน สารใดจะสามารถรับอิเล็กตรอนได้พิจารณาจากค่า E^0 ดังนี้



จากการพิจารณาค่า E^0 พบว่า E^0 ของปฏิกิริยาในสมการ (2) สูงกว่าปฏิกิริยาในสมการ (1) แสดงว่าเกิดสารตามสมการที่ (2) ได้ง่ายกว่าเกิดสารในสมการที่ (1) ดังนั้นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วบวก หรือขั้วแอโนดคือ



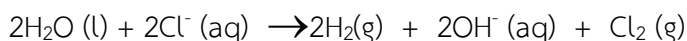
ที่ขั้วแอโนด (ขั้วบวก) โมเลกุลของน้ำและ $\text{Cl}^-(\text{aq})$ เคลื่อนที่เข้าไปให้อิเล็กตรอน สารใดจะสามารถให้พิจารณาจากค่า E^0 ดังนี้



ค่า E^0 ของปฏิกิริยาในสมการทั้งสองใกล้เคียงกัน แสดงว่า Cl^- และ H_2O ถูกออกซิไดส์ได้เกือบเท่ากัน ดังนั้น ความเข้มข้นของ Cl^- จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเกิดสารผลิตภัณฑ์ กล่าวคือ ถ้าความเข้มข้นของ Cl^- มากจะเกิดก๊าซ Cl_2 และถ้าความเข้มข้นของ Cl^- น้อยมากก็จะเกิด O_2 จากน้ำ ในปฏิกิริยาที่ 5 แต่ถ้าความเข้มข้นของ Cl^- ปานกลางจะพบว่า Cl^- ถูกออกซิไดส์เกิด Cl_2 เพราะ Cl^- มีความว่องไวในการถูกออกซิไดส์ได้ดีกว่า H_2O ดังนั้นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้คือ



รวมสมการที่ (3) + (6) จะได้



$$E_{\text{รวม}}^0 = (-0.83) + (-1.36) = -2.19 \text{ V}$$

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบเซลล์กัลวานิกและเซลล์อิเล็กโทรไลต์

เซลล์กัลวานิก	เซลล์อิเล็กโทรไลต์
1.เป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่เปลี่ยนพลังงานเคมีให้เป็นพลังงานไฟฟ้า	1.เป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานเคมี
2.ขั้วแอโนด เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน	2.ขั้วแอโนด เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน
3.ขั้วแคโทด เกิดปฏิกิริยารีดักชัน	3.ขั้วแคโทด เกิดปฏิกิริยารีดักชัน
4.ขั้วลบ เป็นขั้วที่อิเล็กตรอนไหลออก	4.ขั้วลบ เป็นขั้วที่ต่อเข้ากับขั้วลบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า
5.ขั้วบวก เป็นขั้วที่อิเล็กตรอนไหลเข้า	5.ขั้วบวกเป็นขั้วที่ต่อกับขั้วบวกของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า
6.ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เป็นบวก	6.ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เป็นลบ
7.ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้เอง	7.ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้ต้องใช้กระแสไฟฟ้า (ไฟฟ้ากระแสตรง)

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบงานรายวิชาเคมี รหัสวิชา ว30223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลต์

กำหนดส่งวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....
ชื่อ-สกุล.....ชั้น ม./.....เลขที่.....

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวเท่านั้น

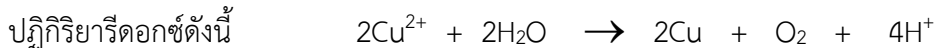
1. ข้อความใดต่อไปนี้เป็นกล่าวถูกต้องที่สุด

- ก. ขั้วบวกของเซลล์อิเล็กโทรไลต์และเซลล์กัลวานิกเรียกว่าขั้วแอโนด
- ข. ขั้วบวกของเซลล์อิเล็กโทรไลต์เรียกว่าขั้วแคโทดขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้าเคมีเรียกว่าแอโนด
- ค. ขั้วบวกของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ เรียกว่า แอโนด ขั้วบวกของเซลล์กัลวานิกเรียกว่าแคโทด
- ง. ขั้วบวกของเซลล์อิเล็กโทรไลต์เกิดปฏิกิริยารีดักชัน ขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้าเคมีเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน

2. ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการอิเล็กโทรลิซิสโพตัสเซียมโบรไมด์(KBr) ที่หลอมเหลวคาดว่าจะควรเป็นข้อใด ?

- ก. ขั้วบวก H_2 ขั้วลบ O_2
- ค. ขั้วบวก O_2 ขั้วลบ H_2
- ข. ขั้วบวก H_2 ขั้วลบ O_2 และ Br_2
- ง. ขั้วบวก Br_2 ขั้วลบ $K(s)$

3. การแยกสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟต ด้วยกระแสไฟฟ้า ดยใช้แท่งทองแดงเป็นขั้วไฟฟ้าทั้งคู่เกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ดังนี้



การทดลองใดที่สอดคล้องกับปฏิกิริยาข้างต้น

- ก. ขั้วที่ต่อกับขั้วบวกของแบตเตอรี่เป็นแคโทด มีทองแดงมาเกาะและเกิดก๊าซ O_2 ที่แอโนด
- ข. ขั้วที่ต่อกับขั้วลบของแบตเตอรี่ เป็นแคโทด มีทองแดงมาเกาะและเกิดก๊าซ O_2 ที่แอโนด
- ค. ขั้วที่ต่อกับขั้วบวกของแบตเตอรี่เป็นแอโนด แท่งทองแดงกร่อนและเกิดก๊าซ O_2 ที่แคโทด
- ง. ขั้วที่ต่อกับขั้วลบของแบตเตอรี่เป็นแอโนด แท่งทองแดงกร่อนและเกิดก๊าซ O_2 ที่แคโทด

4. เมื่อนำสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต มาทำอิเล็กโทรลิซิส ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าลบ จัดเป็นปฏิกิริยาชนิดใด

- ก. Ion Exchange
- ข. Redox
- ค.Reduction
- ง. Oxidation

5. พิจารณาปฏิกิริยาดังต่อไปนี้ $2Cu^{2+} + 2H_2O \rightarrow 2Cu + O_2 + 4H^+$

ถ้าผ่านกระแสไฟฟ้าลงในสารละลาย $CuSO_4$ นานๆ จะเกิดอะไรขึ้น

- ก. สารละลายจะมีสีฟ้าเข้มขึ้น
- ข. สารละลายจะมีสีฟ้าจางลง เพราะมีปริมาณ น้ำมากขึ้น
- ค. สารละลายมีฤทธิ์เป็นกรดมากขึ้น. ทองแดงจะไม่เกาะที่ขั้วแคโทดอีกต่อไป และมีก๊าซ H_2

6. ถ้าน้ำเกิดปฏิกิริยาที่ขั้วไฟฟ้าบวก ปฏิกิริยาในข้อใดต่อไปนี้เป็นถูกต้อง

- ก. $H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$
- ค. $H_2O + 2e^- \rightarrow \frac{1}{2}O_2 + 2H^+$
- ข. $H_2O \rightarrow H_2 + 2OH^- + 2e^-$
- ง. $H_2O \rightarrow \frac{1}{2}O_2 + 2H^+ + 2e^-$

7. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

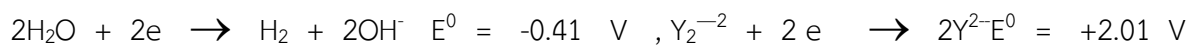
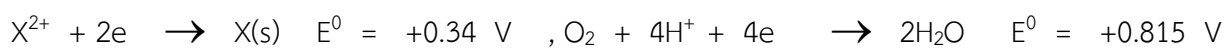
1. อิเล็กโทรลิซิสเป็นวิธีที่สำคัญมากวิธีหนึ่งในการแยกโลหะจากสินแร่
2. แอโนดเป็นอิเล็กโทรดที่ต่อกับขั้วลบของแบตเตอรี่
3. อิเล็กโทรไลต์ควรเป็นของเหลว หรืออยู่ในสภาพหลอมเหลว หรือเป็นสารละลายที่ไอออนสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ
4. ควรใช้ไฟฟ้ากระแสสลับแต่ไม่ควรใช้ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นแหล่งไฟฟ้า ในการทำอิเล็กโทรลิซิส

ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับอิเล็กโทรลิซิส

- ก. ข้อ 1, 2 และ 3 ข. ข้อ 2 และ 4 ค. ข้อ 1 และ 3 ง. ข้อ 4 เท่านั้น

8. ในการแยกสารละลาย XY ด้วยกระแสไฟฟ้า ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้องที่สุด

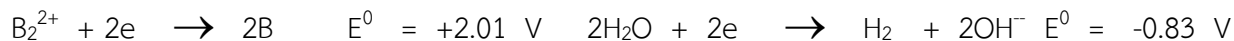
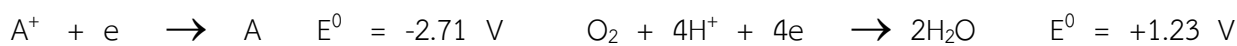
(กำหนด ค่า E^0 ของเซลล์ให้ดังต่อไปนี้)



ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

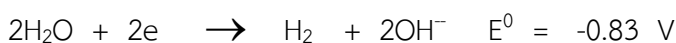
- ก. ได้ X ที่แอโนด ได้ก๊าซ O_2 ที่แคโทด ค. ได้ก๊าซ O_2 ที่แอโนด ได้ X ที่แคโทด
ข. ได้ X ที่แอโนด ได้ก๊าซ H_2 ที่แคโทด ง. ได้ก๊าซ O_2 ที่แอโนด ได้ก๊าซ O_2 ที่แคโทด

9. ในการแยกสารละลาย A_2B ด้วยกระแสไฟฟ้า โดยใช้แท่งคาร์บอนเป็นอิเล็กโทรด จะได้สารใดเกิดขึ้นที่แอโนด และแคโทดตามลำดับ กำหนดข้อมูลเกี่ยวกับศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เป็นดังต่อไปนี้



- ก. O_2 , A ข. O_2 , H_2 ค. A , B ง. H_2 , O_2

10. เพราะเหตุใด เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าลงในสารละลาย $Ca(NO_3)_2$ จะเกิดก๊าซ H_2 ขึ้นที่ขั้วแคโทด แต่ถ้าผ่านกระแสไฟฟ้าลงในสารละลาย $Cu(NO_3)_2$ จะเกิดทองแดงขึ้นที่ขั้วแคโทด กำหนดข้อมูลให้ดังนี้



- ก. เพราะ Ca^{2+} รับอิเล็กตรอนสู้ $2H_2O$ ไม่ได้ในสารละลาย $Ca(NO_3)_2$
ข. เพราะ ในสารละลาย $Cu(NO_3)_2$ Cu^{2+} มีค่า E^0 มากกว่า H_2O
ค. เพราะ ในสารละลาย $Cu(NO_3)_2$ Cu^{2+} เป็นตัวออกซิไดซ์ที่ดีกว่า H_2O
ง. ถูกทุกข้อ

เฉลย

- | | | | | |
|-----|-----|------|------|-------|
| 1.ค | 2.ง | 3. ข | 4. ค | 5. ค |
| 6.ง | 7.ค | 8. ค | 9. ข | 10. ง |

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 19

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เคมีไฟฟ้า
เรื่องเซลล์อิเล็กโทรไลต์ (2)
ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ
ภาคเรียนที่ 2

รายวิชาเคมี (ว30223)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
จำนวน 3 คาบ (165 นาที)

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

ทดลองและใช้หลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ แยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ การถลุงแร่ การชุบโลหะ การทำอะโนไดซ์ อธิบายการผุกร่อนของโลหะและวิธีป้องกันการผุกร่อนของโลหะในชีวิตประจำวันได้

2. สาระสำคัญ

หลักการชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้าต้องจัดโลหะที่ใช้ชุบเป็นขั้วแอโนดโลหะที่ต้องการชุบเป็นขั้วแคโทด ส่วนสารละลายอิเล็กโทรไลต์ต้องมีไอออนของโลหะชนิดเดียวกับขั้วแอโนด กระบวนการทำโลหะให้บริสุทธิ์ใช้หลักการเดียวกับการชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้า โดยใช้โลหะบริสุทธิ์เป็นขั้วแคโทด โลหะที่ไม่บริสุทธิ์เป็นขั้วแอโนด และสารอิเล็กโทรไลต์ต้องมีไอออนชนิดเดียวกันกับขั้วแอโนด นอกจากนี้หลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลต์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมการผลิตทองแดง อะลูมิเนียมและแมกนีเซียม

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

- 3.1 อธิบายหลักการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าและการทำโลหะให้บริสุทธิ์ได้ (K)
- 3.2 อธิบายกระบวนการผลิตโลหะอะลูมิเนียมและโลหะแมกนีเซียมได้ (K)
- 3.3 เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าและการทำโลหะให้บริสุทธิ์ได้ (P)
- 3.4 ทำการทดลองการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าได้ (P)
- 3.5 มีความสนใจในกิจกรรม รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา (A)

4. สาระการเรียนรู้

4.1 การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า

มีหลักการดังนี้

1. โลหะที่จะใช้ในการชุบต้องเป็นแอโนด หรือขั้วบวก
2. ของที่ต้องการชุบต้องเป็นแคโทด หรือขั้วลบ

3. สารละลายอิเล็กโทรไลต์จะต้องมีไอออนของโลหะชนิดเดียวกับโลหะที่จะใช้ชุบ หรือเป็นไอออนของโลหะชนิดเดียวกับโลหะที่เป็นแอโนด หรือขั้วบวก

4. การชุบโลหะต้องใช้ไฟฟ้ากระแสตรง เพราะต้องการให้อิเล็กตรอนไหลไปทางเดียวตลอดเวลา

4.2 การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลต์

การทำทองแดงให้บริสุทธิ์โดยปกติทองแดงที่ได้จากการถลุงสินแร่จะมีความบริสุทธิ์ไม่เกินร้อยละ 99 ที่เหลือเป็นสิ่งเจือปนได้แก่ เหล็ก เงิน ทองแดง แพลทินัม และสังกะสี จึงเป็นผลให้ทองแดงนำไฟฟ้าลดลง เราสามารถทำให้ทองแดงบริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลต์ ซึ่งประกอบด้วยสารละลาย CuSO_4 เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ใช้ขั้วทองแดงที่ต้องการทำให้บริสุทธิ์เป็นแอโนด และควรใช้โลหะทองแดงที่บริสุทธิ์เป็นแคโทด ในการอิเล็กโทรลิซิสจะต้องปรับศักย์ไฟฟ้าให้พอเหมาะ คือ ปรับให้เฉพาะทองแดงและโลหะอื่น ๆ ที่ให้อิเล็กตรอนได้ง่ายกว่าทองแดงละลายลงสู่สารละลายในรูปของไอออน ส่วนโลหะอื่นซึ่งให้อิเล็กตรอนได้ยากกว่าทองแดงจะตกลงที่ก้นภาชนะเกิดเป็นตะกอนที่มีลักษณะคล้ายโคลน ซึ่งอาจแยกออกมาขายหรือทำให้บริสุทธิ์ต่อไป Cu^{2+} ที่เกิดขึ้นจะเคลื่อนที่ไปยังขั้วแคโทด แล้วถูกรีดิวซ์กลายเป็น Cu เคลือบอยู่ที่ขั้วแคโทด ส่วนไอออนของโลหะอื่น ๆ ซึ่งเป็นสิ่งเจือปนที่ละลายอยู่ในสารละลายจะไม่ถูกรีดิวซ์ การทำทองแดงให้บริสุทธิ์โดยวิธีนี้จะได้ทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ถึง 99.95%

4.3 การผลิตโลหะอะลูมิเนียมและโลหะแมกนีเซียม

การผลิตโลหะอะลูมิเนียม ถ้าใช้วิธีการถลุงสินแร่ด้วยความร้อนจะเสียค่าใช้จ่ายสูงมาก เนื่องจากหาตัวรีดิวซ์ที่เหมาะสมได้ยากและสินแร่บอกไซต์มีจุดหลอมเหลวสูงกว่า 2000°C แต่ถ้าผสมสินแร่บอกไซต์กับสินแร่โคริโอไลต์ ของผสมนี้จะมีจุดหลอมเหลวต่ำลงและนำไฟฟ้าได้ จึงสามารถใช้กระบวนการอิเล็กโทรลิซิสแยกโลหะอะลูมิเนียมออกมาได้ แต่การผลิตโลหะอะลูมิเนียมด้วยวิธีนี้ยังคงมีค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นโลหะอะลูมิเนียมส่วนใหญ่ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันจึงผลิตจากการนำเศษวัสดุหรือภาชนะอะลูมิเนียมที่ไม่ใช้แล้วกลับมาหลอมใช้ใหม่

การผลิตโลหะแมกนีเซียม แหล่งโลหะแมกนีเซียมที่สำคัญ คือ น้ำทะเลซึ่งอยู่ในรูปของ Mg^{2+} เมื่อนำน้ำทะเลมาทำให้เป็นเบสจะได้ตะกอนของ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ แล้วนำมาทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก และทำให้แห้งจะได้ MgCl_2 ที่เป็นของแข็ง เมื่อให้ความร้อนจน MgCl_2 หลอมเหลวแล้วผ่านกระแสไฟฟ้าลงไปได้โลหะแมกนีเซียมเกาะที่แคโทด และได้ก๊าซคลอรีนที่แอโนด

5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (5นาที)

5.1.1 ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยการนำเสนอภาพอุปกรณ์และเครื่องใช้ที่ผ่านการชุบโลหะและใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียน ดังนี้



รูปที่ 1 เครื่องสุขภัณฑ์

- นักเรียนเคยเห็นอุปกรณ์เหล่านี้ หรือไม่

(แนวคำตอบ: เคย/ไม่เคย)

- นักเรียนคิดว่าทำไมอุปกรณ์เหล่านี้ มีลักษณะมันวาว

(แนวคำตอบ: เป็นอุปกรณ์ที่มีการเคลือบผิวด้วยโลหะ)

- ให้นักเรียนลองนำเสนอวิธีการเคลือบผิวโลหะ ว่าเราสามารถทำได้อย่างไรบ้าง ตามแนวคิดของ

นักเรียน

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีต่างๆที่นักเรียนได้นำเสนอ จากนั้นชี้แจงว่าเพื่อเป็นการค้นหาคำตอบว่าแนวคิดที่นักเรียนได้นำเสนอสามารถเป็นไปได้หรือไม่ ในวันนี้เราจะศึกษาการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าจากการทดลองเรื่อง การชุบตะปูด้วยสังกะสี

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)(50 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่มกลุ่มละ 4-5 คน

5.2.2 ครูแจกใบกิจกรรมการทดลองเรื่องการชุบตะปูด้วยสังกะสี และให้นักเรียนศึกษาวิธีการทดลองให้เข้าใจ

5.2.3 ครูแนะนำอุปกรณ์การทดลองและข้อควรระวังในการทดลองตามใบกิจกรรมการทดลองที่แจกให้นักเรียน

5.2.4 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่สงสัยในวิธีการทดลองหรือการใช้อุปกรณ์

5.2.5 ครูให้นักเรียนลงมือทำการทดลองตามขั้นตอนที่ได้ศึกษาในใบกิจกรรมการทดลอง และสังเกตและบันทึกผลลงในใบกิจกรรมการทดลอง

5.2.6 ครูให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมการทดลอง โดยครูดูแลและให้คำแนะนำในระหว่างนักเรียนทำการทดลองให้ครูกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถามว่าถึงขั้นไหนและได้ผลอย่างไรเพื่อให้เกิดนักเรียนมีสมาธิและให้ความสนใจอยู่กับการทำการทดลองและการบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการทดลอง

5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) (50 นาที)

5.3.1 ครูสุ่มตัวแทนนักเรียน 2 กลุ่มนำเสนอผลการทดลองที่ได้ และสอบถามนักเรียนกลุ่มอื่นๆ ว่า ได้ผลการทดลองเหมือนหรือแตกต่างจากเพื่อนที่นำเสนอหรือไม่ อย่างไร

5.3.2 ครูให้นักเรียนตอบคำถามท้ายการทดลองเพื่อนำเข้าสู่การสรุปรวมของชั้นเรียน ดังนี้

- ขั้วโลหะทั้งสองมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(แนวคำตอบ: เมื่อผ่านไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปในเซลล์ไอออนของโลหะ $Zn^{2+}(aq)$ ในสารละลายที่มีความสามารถในการรับอิเล็กตรอนได้ดีกว่าน้ำ ไอออนของโลหะจะรับอิเล็กตรอนจากวัตถุที่ต่ออยู่กับขั้วลบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงหรือขั้วแคโทด เกิดเป็นอะตอมของโลหะเคลือบติดบนผิวของวัตถุที่นำมาชุบ ขณะเดียวกันโลหะที่ขั้วบวกหรือขั้วแอโนดจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้อิออนของโลหะละลายลงในสารละลาย)

- จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสองและปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในเซลล์

(แนวคำตอบ: ขั้วที่ต่อกับขั้วบวกของแบตเตอรี่คือขั้ว Zn ให้อิเล็กตรอนเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดเป็น $Zn^{2+}(aq)$ ละลายอยู่ในสารละลาย ดังสมการ



ขั้วที่ต่อกับขั้วลบของแบตเตอรี่คือ ตะปูเหล็ก ซึ่งอยู่ในสารละลาย $Zn^{2+}(aq)$ โดย $Zn^{2+}(aq)$ จะรับอิเล็กตรอนเกิดปฏิกิริยารีดักชันได้โลหะสังกะสีเกาะที่ตะปูเหล็ก ดังสมการ



- สารละลายอิเล็กโทรไลต์เปลี่ยนแปลงความเข้มข้นหรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ: ไม่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีไอออนจากโลหะสังกะสีละลายลงมาชดเชยไอออนสังกะสีในสารละลายที่เสียไป)

- การชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้ามีหลักการจัดเซลล์อย่างไร

(แนวคำตอบ: 1. โลหะที่จะใช้ในการชุบต้องเป็นแอโนด หรือขั้วบวก

2. ของที่ต้องการชุบต้องเป็นแคโทด หรือขั้วลบ

- ถ้าใช้ไฟฟ้ากระแสสลับแทนไฟฟ้ากระแสตรงจะเกิดการเปลี่ยนแปลง เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

(แนวคำตอบ: เกิดการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันเนื่องจากถ้าใช้ไฟฟ้ากระแสสลับจะเกิดการสลับขั้วและอิเล็กตรอนจะไม่ไหลไปในทิศทางเดียวทำให้ไม่สามารถชุบโลหะได้)

- จากการทดลองสามารถสรุปหลักการชุบด้วยไฟฟ้าอย่างไร

(แนวคำตอบ: 1. โลหะที่จะใช้ในการชุบต้องเป็นแอโนด หรือขั้วบวก

2. ของที่ต้องการชุบต้องเป็นแคโทด หรือขั้วลบ

3. สารละลายอิเล็กโทรไลต์จะต้องมีไอออนของโลหะชนิดเดียวกับโลหะที่จะใช้ชุบ หรือเป็นไอออนของโลหะชนิดเดียวกับโลหะที่เป็นแอโนด หรือขั้วบวก

4. การชุบโลหะต้องใช้ไฟฟ้ากระแสตรง เพราะต้องการให้อิเล็กตรอนไหลไปทางเดียว

ตลอดเวลา)

5.4 ขยายความรู้ (Elaboration) (40 นาที)

5.4.1 ครูอภิปรายว่าจากคาบที่ผ่านมาเราทราบแล้วว่าสามารถนำหลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลต์มาใช้ประโยชน์ในการชุบโลหะ นักเรียนคิดว่าเราสามารถนำหลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นอีกได้หรือไม่

(แนวคำตอบ: ได้/ไม่ได้ หรือตามแนวคิดของนักเรียน)

5.4.2 ครูชี้แจงว่าหลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลต์นอกจากจะนำมาใช้ประโยชน์ในการชุบโลหะแล้วยังนำมาประยุกต์ใช้ในการทำโลหะให้บริสุทธิ์ การผลิตอะลูมิเนียมและการผลิตโลหะแมกนีเซียม ซึ่งเราจะศึกษาในคาบนี้

5.4.3 ครูแจกใบความรู้เรื่อง ประโยชน์ของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ และให้นักเรียนศึกษาใบความรู้และสรุปเป็นข้อมูลของตนเอง

5.4.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับหลักการทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลต์ การผลิตอะลูมิเนียมและการผลิตโลหะแมกนีเซียม ตามรายละเอียดในใบความรู้เรื่อง ประโยชน์ของเซลล์อิเล็กโทรไลต์

5.4.4 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในใบงานเรื่อง ประโยชน์ของเซลล์อิเล็กโทรไลต์

5.5 ชั้นประเมินผล (Evaluation) (15 นาที)

5.5.1 ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดใบงานเรื่อง ประโยชน์ของเซลล์อิเล็กโทรไลต์

5.5.2 ครูประเมินความเข้าใจของนักเรียนจากการตรวจใบงาน

5.5.3 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่องประโยชน์ของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อการนำเสนอ Power Point

6.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

6.3 ใบความรู้เรื่อง ประโยชน์ของเซลล์อิเล็กโทรไลต์

6.4 ใบงานเรื่อง ประโยชน์ของเซลล์อิเล็กโทรไลต์

6.5 ใบกิจกรรมการทดลองเรื่อง การชุบตะปูด้วยสังกะสี

7. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1. อธิบายหลักการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าและการทำโลหะให้บริสุทธิ์ได้ 2. อธิบายกระบวนการผลิตโลหะอะลูมิเนียมและโลหะแมกนีเซียมได้	สังเกต/ ตรวจ - จากการถามคำถามระหว่างทำกิจกรรม - การตอบคำถามท้ายการทดลอง - คะแนนใบงานเรื่องประโยชน์ของเซลล์อิเล็กโทรไลต์	- การถามคำถาม - ใบกิจกรรมการทดลองเรื่อง การชุบตะปูด้วยสังกะสี - ใบงานเรื่อง ประโยชน์ของเซลล์อิเล็กโทรไลต์	- นักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ - นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 3. เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าและการทำโลหะให้บริสุทธิ์ได้ 4. ทำการทดลองการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าได้	สังเกต/ตรวจ - การตอบคำถามท้ายการทดลอง - การทำการทดลอง - คะแนนใบงานเรื่องประโยชน์ของเซลล์อิเล็กโทรไลต์	- ใบกิจกรรมการทดลองเรื่อง การชุบตะปูด้วยสังกะสี - ใบงานเรื่อง ประโยชน์ของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ - แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง	- นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านเจตคติ (A) 5. มีความสนใจในกิจกรรมรับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา	สังเกตจาก - ความสนใจในการทำกิจกรรมกลุ่ม - จากการทำกิจกรรม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของ	- นักเรียนแต่ละกลุ่ม ได้คะแนนอยู่ในระดับดีขึ้นไป - นักเรียนมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีขึ้นไป

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

การทดลองการชุบตะปูด้วยสังกะสี

คำชี้แจง สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองแล้วทำเครื่องหมาย / ในพฤติกรรมระดับคุณภาพ

ที่	พฤติกรรม/ ระดับคะแนน	การใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือ			การดูแลและ เก็บอุปกรณ์/ เครื่องมือ			การนำเสนอผล การทดลอง			รวม	ระดับ คุณภาพ
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	9	
	ชื่อ-สกุล											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม
คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ - สกุล	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	

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

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 7-9 คะแนนให้ระดับคุณภาพ 2 (ดี)

ผลรวมของคะแนน 4-6 คะแนนให้ระดับคุณภาพ 1 (พอใช้)

ผลรวมของคะแนน 0-3 คะแนนให้ระดับคุณภาพ 0 (ควรปรับปรุง)

เกณฑ์การผ่าน ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป

8. บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

9. ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

ใบกิจกรรมการทดลองที่ 9.5
เรื่อง การชุบตะปูด้วยสังกะสี

กลุ่มที่.....ชั้น.....
เลขที่.....เลขที่.....เลขที่.....
เลขที่.....เลขที่.....เลขที่.....

จุดประสงค์การทดลอง

ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

ตัวแปรต้น :

ตัวแปรตาม :

ตัวแปรควบคุม :

อุปกรณ์และสารเคมี

รายการ	จำนวน/1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. ตะปูเหล็กหรือชิ้นงานเหล็ก	1 ชิ้น
2. แผ่นสังกะสีขนาด 1 cm x 4 cm	1 ชิ้น
3. สารละลาย ZnSO_4 0.1 mol/dm ³	25 cm ³
4. สารละลาย HCl 1.0 mol/dm ³	75 cm ³ /1 ห้องเรียน
อุปกรณ์	
1. บีกเกอร์ขนาด 50 cm ³	1 ใบ
2. แบตเตอรี่ 3 โวลต์	1 ชุด
3. สายไฟฟ้าพร้อมคลิปปากจระเข้	2 เส้น
4. กระดาษทรายขนาด 3 cm x 3 cm	1 ชิ้น
5. ปากคีบ	1 อัน

ขั้นตอนการทดลอง

- ใช้กระดาษทรายขัดตะปูเหล็กจนกว่าจะประมาณ 3 cm แล้วไปแช่ในสารละลายกรด HCl 1 mol/dm³ 2 นาที นำออกมาล้างให้สะอาดและเช็ดผิวให้แห้ง
- เติมสารละลาย ZnSO_4 0.1 mol/dm³ 70 cm ลงในบีกเกอร์ขนาด 1000 cm³
- ต่อแผ่นสังกะสีเข้ากับขั้วบวกและต่อตะปูเหล็กเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่ ใช้ศักย์ไฟฟ้าประมาณ 3 โวลต์ ดังรูป 9.26 ในหนังสือเรียนเคมีเล่ม 4 สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 5 นาที

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ขั้วโลหะทั้งสองมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

2. จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสองและปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในเซลล์

.....

.....

.....

3. สารละลายอิเล็กโทรไลต์เปลี่ยนแปลงความเข้มข้นหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

4. การชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้ามีหลักการจัดเซลล์อย่างไร

.....

.....

.....

.....

5. ถ้าใช้ไฟฟ้ากระแสสลับแทนไฟฟ้ากระแสตรงจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบความรู้รายวิชาเคมี รหัสวิชา ว30223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง ประโยชน์ของเซลล์อิเล็กโทรไลต์

ชื่อ-สกุล.....ชั้น ม. /เลขที่.....

การชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้ามีหลักการดังนี้

1. โลหะที่จะใช้ในการชุบต้องเป็นแอโนด หรือขั้วบวก
2. ของที่ต้องการชุบต้องเป็นแคโทด หรือขั้วลบ
3. สารละลายอิเล็กโทรไลต์จะต้องมีไอออนของโลหะชนิดเดียวกับโลหะที่จะใช้ชุบ หรือเป็นไอออนของโลหะชนิดเดียวกับโลหะที่เป็นแอโนด หรือขั้วบวก
4. การชุบโลหะต้องใช้ไฟฟ้ากระแสตรง เพราะต้องการให้อิเล็กตรอนไหลไปทางเดียวตลอดเวลา

การทำทองแดงให้บริสุทธิ์ โดยปกติทองแดงที่ได้จากการถลุงสินแร่จะมีความบริสุทธิ์ไม่เกินร้อยละ 99 ที่เหลือเป็นสิ่งเจือปนได้แก่ เหล็ก เงิน ทองแดง แพลทินัม และสังกะสี จึงเป็นผลให้ทองแดงนำไฟฟ้าลดลง เราสามารถทำให้ทองแดงบริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลต์ ซึ่งประกอบด้วยสารละลาย CuSO_4 เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ใช้ขั้วทองแดงที่ต้องการทำให้บริสุทธิ์เป็นแอโนด และควรใช้โลหะทองแดงที่บริสุทธิ์เป็นแคโทด ในการอิเล็กโทรลิซิสจะต้องปรับศักย์ไฟฟ้าให้พอเหมาะ คือ ปรับให้เฉพาะทองแดงและโลหะอื่น ๆ ที่ให้อิเล็กตรอนได้ง่ายกว่าทองแดงละลายลงสู่สารละลายในรูปของไอออน ส่วนโลหะอื่นซึ่งให้อิเล็กตรอนได้ยากกว่าทองแดงจะตกตะกอนที่ก้นภาชนะเกิดเป็นตะกอนที่มีลักษณะคล้ายโคลน ซึ่งอาจแยกออกมาขายหรือทำให้บริสุทธิ์ต่อไป Cu^{2+} ที่เกิดขึ้นจะเคลื่อนที่ไปยังขั้วแคโทด แล้วถูกรีดิวซ์กลายเป็น Cu เคลือบอยู่ที่ขั้วแคโทด ส่วนไอออนของโลหะอื่น ๆ ซึ่งเป็นสิ่งเจือปนที่ละลายอยู่ในสารละลายจะไม่ถูกรีดิวซ์ การทำทองแดงให้บริสุทธิ์โดยวิธีนี้จะได้ทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ถึง 99.95%

การผลิตโลหะอะลูมิเนียม ถ้าใช้วิธีการถลุงสินแร่ด้วยความร้อนจะเสียค่าใช้จ่ายสูงมาก เนื่องจากหาตัวรีดิวซ์ที่เหมาะสมได้ยากและสินแร่บอกไซต์มีจุดหลอมเหลวสูงกว่า 2000°C แต่ถ้าผสมสินแร่บอกไซต์กับสินแร่โคริโอไลต์ ของผสมนี้จะมีจุดหลอมเหลวต่ำลงและนำไฟฟ้าได้ จึงสามารถใช้กระบวนการอิเล็กโทรลิซิสแยกโลหะอะลูมิเนียมออกมาได้ แต่การผลิตโลหะอะลูมิเนียมด้วยวิธีนี้ยังคงมีค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นโลหะอะลูมิเนียมส่วนใหญ่ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันจึงผลิตจากการนำเศษวัสดุหรือภาชนะอะลูมิเนียมที่ไม่ใช้แล้วกลับมาหลอมใช้ใหม่

การผลิตโลหะแมกนีเซียม แหล่งโลหะแมกนีเซียมที่สำคัญ คือ น้ำทะเลซึ่งอยู่ในรูปของ Mg^{2+} เมื่อนำน้ำทะเลมาทำให้เป็นเบสจะได้ตะกอนของ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ แล้วนำมาทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก และทำให้แห้งจะได้ MgCl_2 ที่เป็นของแข็ง เมื่อให้ความร้อนจน MgCl_2 หลอมเหลวแล้วผ่านกระแสไฟฟ้าลงไปได้โลหะแมกนีเซียมเกาะที่แคโทด และได้ก๊าซคลอรีนที่แอโนด

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบงานรายวิชาเคมี รหัสวิชา ว30223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง ประโยชน์ของเซลล์อิเล็กโทรไลต์

กำหนดส่งวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....
ชื่อ-สกุล.....ชั้น ม./.....เลขที่.....

1. จงเขียนปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้นเมื่อแยกสารต่อไปนี้ด้วยไฟฟ้า (ใช้อิเล็กโทรดเฉื่อย)

1.1 สารละลายกรดซัลฟิวริก

1.2 สารละลายซิงค์ซัลเฟต

2. ถ้าต้องการชุบเหล็กด้วยนิกเกิล จะต้องใช้ขั้วแอโนด ขั้วแคโทด และสารละลายชนิดใด และเกิดปฏิกิริยาใดที่ขั้วทั้งสอง

3. จงวาดรูปแสดงส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโทรไลต์และอธิบายปฏิกิริยาที่ขั้วแอโนดและขั้วแคโทด

4. จงอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่ขั้วแอโนดและขั้วแคโทด พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นและคำนวณค่าศักย์ไฟฟ้าที่ต้องใช้เพื่อการแยกสลาย $MgSO_4$ และ $ZnBr_2$ ด้วยกระแสไฟฟ้า

5. จงออกแบบเซลล์อิเล็กโทรไลต์สำหรับการชุบกลอนประตู่เหล็กด้วยโครเมียม โดยการวาดรูปแสดงส่วนประกอบของเซลล์ และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่ขั้วแอโนดและแคโทด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 20

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เคมีไฟฟ้า
เรื่องเซลล์อิเล็กโทรไลต์ (2)
ภาคเรียนที่ 2

รายวิชาเคมี (ว30223)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
จำนวน 3 คาบ (165 นาที)
โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

ทดลองและใช้หลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ แยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ การถลุงแร่ การชุบโลหะ การทำอะโนไดซ์ อธิบายการผุกร่อนของโลหะและวิธีป้องกันการผุกร่อนของโลหะในชีวิตประจำวันได้

2. สาระสำคัญ

หลักการชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้าต้องจัดโลหะที่ใช้ชุบเป็นขั้วแอโนดโลหะที่ต้องการชุบเป็นขั้วแคโทด ส่วนสารละลายอิเล็กโทรไลต์ต้องมีไอออนของโลหะชนิดเดียวกับขั้วแอโนด กระบวนการทำโลหะให้บริสุทธิ์ใช้หลักการเดียวกับการชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้า โดยใช้โลหะบริสุทธิ์เป็นขั้วแคโทด โลหะที่ไม่บริสุทธิ์เป็นขั้วแอโนด และสารอิเล็กโทรไลต์ต้องมีไอออนชนิดเดียวกันกับขั้วแอโนด นอกจากนี้หลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลต์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมการผลิตทองแดง อะลูมิเนียมและแมกนีเซียม

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

- 3.1 อธิบายหลักการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าและการทำโลหะให้บริสุทธิ์ได้ (K)
- 3.2 อธิบายกระบวนการผลิตโลหะอะลูมิเนียมและโลหะแมกนีเซียมได้ (K)
- 3.3 เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าและการทำโลหะให้บริสุทธิ์ได้ (P)
- 3.4 ทำการทดลองการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าได้ (P)
- 3.5 มีความสนใจในกิจกรรม รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา (A)

4. สาระการเรียนรู้

4.1 การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า

มีหลักการดังนี้

1. โลหะที่จะใช้ในการชุบต้องเป็นแอโนด หรือขั้วบวก
2. ของที่ต้องการชุบต้องเป็นแคโทด หรือขั้วลบ
3. สารละลายอิเล็กโทรไลต์จะต้องมีไอออนของโลหะชนิดเดียวกับโลหะที่จะใช้ชุบ หรือ

เป็นไอออนของโลหะชนิดเดียวกับโลหะที่เป็นแอโนด หรือขั้วบวก

4. การชุบโลหะต้องใช้ไฟฟ้ากระแสตรง เพราะต้องการให้อิเล็กตรอนไหลไปทางเดียว

ตลอดเวลา

4.2 การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลต์

การทำทองแดงให้บริสุทธิ์โดยปกติทองแดงที่ได้จากการถลุงสินแร่จะมีความบริสุทธิ์ไม่เกินร้อยละ 99 ที่เหลือเป็นสิ่งเจือปนได้แก่ เหล็ก เงิน ทองแดง แพลทินัม และสังกะสี จึงเป็นผลให้ทองแดงนำไฟฟ้าลดลง เราสามารถทำให้ทองแดงบริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลต์ ซึ่งประกอบด้วยสารละลาย CuSO_4 เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ใช้ขั้วทองแดงที่ต้องการทำให้บริสุทธิ์เป็นแอโนด และควรใช้โลหะทองแดงที่บริสุทธิ์เป็นแคโทด ในการอิเล็กโทรลิซิสจะต้องปรับศักย์ไฟฟ้าให้พอเหมาะ คือ ปรับให้เฉพาะทองแดงและโลหะอื่น ๆ ที่ให้อิเล็กตรอนได้ง่ายกว่าทองแดงละลายลงสู่สารละลายในรูปของไอออน ส่วนโลหะอื่นซึ่งให้อิเล็กตรอนได้ยากกว่าทองแดงจะตกตะกอนที่ก้นภาชนะเกิดเป็นตะกอนที่มีลักษณะคล้ายโคลน ซึ่งอาจแยกออกมาขายหรือทำให้บริสุทธิ์ต่อไป Cu^{2+} ที่เกิดขึ้นจะเคลื่อนที่ไปยังขั้วแคโทด แล้วถูกรีดิวซ์กลายเป็น Cu เคลือบอยู่ที่ขั้วแคโทด ส่วนไอออนของโลหะอื่น ๆ ซึ่งเป็นสิ่งเจือปนที่ละลายอยู่ในสารละลายจะไม่ถูกรีดิวซ์ การทำทองแดงให้บริสุทธิ์โดยวิธีนี้จะได้ทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ถึง 99.95%

4.3 การผลิตโลหะอะลูมิเนียมและโลหะแมกนีเซียม

การผลิตโลหะอะลูมิเนียม ถ้าใช้วิธีการถลุงสินแร่ด้วยความร้อนจะเสียค่าใช้จ่ายสูงมาก เนื่องจากหาตัวรีดิวซ์ที่เหมาะสมได้ยากและสินแร่บอกไซต์มีจุดหลอมเหลวสูงกว่า 2000°C แต่ถ้าผสมสินแร่บอกไซต์กับสินแร่โคริโอไลต์ ของผสมนี้จะมีจุดหลอมเหลวต่ำลงและนำไฟฟ้าได้ จึงสามารถใช้กระบวนการอิเล็กโทรลิซิสแยกโลหะอะลูมิเนียมออกมาได้ แต่การผลิตโลหะอะลูมิเนียมด้วยวิธีนี้ยังคงมีค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นโลหะอะลูมิเนียมส่วนใหญ่ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันจึงผลิตจากการนำเศษวัสดุหรือภาชนะอะลูมิเนียมที่ไม่ใช้แล้วกลับมาหลอมใช้ใหม่

การผลิตโลหะแมกนีเซียม แหล่งโลหะแมกนีเซียมที่สำคัญ คือ น้ำทะเลซึ่งอยู่ในรูปของ Mg^{2+} เมื่อนำน้ำทะเลมาทำให้เป็นเบสจะได้ตะกอนของ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ แล้วนำมาทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก และทำให้แห้งจะได้ MgCl_2 ที่เป็นของแข็ง เมื่อให้ความร้อนจน MgCl_2 หลอมเหลวแล้วผ่านกระแสไฟฟ้าลงไปได้โลหะแมกนีเซียมเกาะที่แคโทด และได้ก๊าซคลอรีนที่แอโนด

5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (10 นาที)

5.1.1 ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องหลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ โดยใช้คำถามดังนี้

- เซลล์อิเล็กโทรไลต์แตกต่างจากเซลล์กัลวานิกอย่างไร

(แนวคำตอบ: เซลล์กัลวานิกเปลี่ยนปฏิกิริยาเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า แต่เซลล์อิเล็กโทรไลต์เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นปฏิกิริยาเคมี)

- เซลล์อิเล็กโทรไลต์มีองค์ประกอบสำคัญ อะไรบ้าง

(แนวคำตอบ: ขั้วไฟฟ้า, สารอิเล็กโทรไลต์)

- ขั้วไฟฟ้าในเซลล์กัลวานิกสามารถจำแนกได้อย่างไรบ้าง และในแต่ละขั้วเกิดปฏิกิริยาอะไร

(แนวคำตอบ: ขั้วแคโทด เป็นขั้วที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน, ขั้วแอโนด เป็นขั้วที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน)

- เราสามารถนำหลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลต์มาใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมได้อย่างไรบ้าง

(แนวคำตอบ: การอิเล็กโทรลิซิสสารประกอบไอออนิกที่หลอมเหลว, การอิเล็กโทรลิซิสสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (CuSO_4))

- นักเรียนคิดว่านอกจากที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว เราสามารถนำหลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆได้หรือไม่

(แนวคำตอบ: ตามแนวคิดของนักเรียน)

5.1.2 ครูอภิปรายเพิ่มเติมในเรื่องของการนำหลักการของเซลล์กัลวานิกไปใช้ประโยชน์ว่า นอกจากประโยชน์ที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ประโยชน์อีกอย่างหนึ่งที่นำหลักการเซลล์กัลวานิกไปใช้คือการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า

5.1.3 ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยการแสดงภาพอุปกรณ์ของใช้ที่ผ่านการชุบโลหะและใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน ดังนี้



รูปที่ 5.1 อุปกรณ์ที่ผ่านการชุบ

ที่มา: <http://www.uktmetal.com/13828541/-zinc-electroplating>

- นักเรียนเคยเห็นอุปกรณ์เหล่านี้ หรือไม่

(แนวคำตอบ: เคย/ไม่เคย)

- นักเรียนคิดว่าทำไมอุปกรณ์เหล่านี้ มีลักษณะมันวาว

(แนวคำตอบ: เป็นอุปกรณ์ที่มีการเคลือบผิวด้วยโลหะ)

- นักเรียนคิดว่าการใช้หลักการของเซลล์กัลวานิกในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าสามารถทำได้อย่างไร น่าจะมีองค์ประกอบอะไรบ้าง

(แนวคำตอบ: ขั้วไฟฟ้า, สารอิเล็กโทรไลต์, โลหะที่ต้องการชุบ, โลหะที่จะใช้เคลือบผิวหรือใช้ชุบ)

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีต่างๆที่นักเรียนได้นำเสนอ จากนั้นชี้แจงว่าเพื่อเป็นการค้นหาคำตอบว่าแนวคิดที่นักเรียนได้นำเสนอสามารถเป็นไปได้หรือไม่ ในวันที่เราจะศึกษาการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า จากการทดลองเรื่อง การชุบตะปูด้วยสังกะสี

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)(50 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่มกลุ่มละ 4-5 คน

5.2.3 ครูแจกแบบบันทึกก่อนการทดลองให้นักเรียนกลุ่มละ 1 แผ่น จากนั้นนำเสนอคำถามเพื่อนำเข้าสู่การทดลองว่า ถ้าต้องการชุบตะปูเหล็กด้วยสังกะสีนักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร โดยใช้อุปกรณ์จากที่ครูจัดเตรียมไว้ให้

5.2.4 ครูแจกใบกิจกรรมการทดลองเรื่องการชุบตะปูด้วยสังกะสีให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม

5.2.5 ครูแนะนำอุปกรณ์และข้อควรระวังในการทดลองตามใบกิจกรรมการทดลองที่แจกให้นักเรียน ดังนี้

- ใช้สารละลายซิงค์ซัลเฟต 80 มิลลิลิตร
- ใช้กระดาษทรายขัดแผ่นสังกะสีและตะปูให้สะอาด หลังจากขัดแล้วห้ามใช้มือจับ
- กรดไฮโดรคลอริกเป็นกรดแก่ เมื่อโดนผิวหนังให้รีบล้างออกโดยการเปิดน้ำไหลผ่าน ทันที

5.2.6 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่สงสัยในวิธีการทดลองหรือการใช้อุปกรณ์

5.2.7 ครูให้นักเรียนลงมือทำการทดลองตามขั้นตอนที่ได้ศึกษาในใบกิจกรรมการทดลอง โดยครูดูแลและให้คำแนะนำในระหว่างนักเรียนทำการทดลองให้ครูกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถามว่าถึงขั้นไหนและได้ผลอย่างไร เพื่อให้เกิดนักเรียนมีสมาธิและให้ความสนใจอยู่กับการทำทดลองและการบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการทดลอง

5.3 ขั้วอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) (50 นาที)

5.3.1 ครูสุ่มตัวแทนนักเรียน 2 กลุ่มนำเสนอผลการทดลองที่ได้ และสอบถามนักเรียนกลุ่มอื่นๆ ว่า ได้ผลการทดลองเหมือนหรือแตกต่างจากเพื่อนที่นำเสนอหรือไม่ อย่างไร

5.3.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามท้ายการทดลอง ดังนี้

- ขั้วโลหะทั้งสองมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(แนวคำตอบ: ที่ขั้วแอโนดแผ่นโลหะสังกะสีมีบางส่วนกร่อนไป ส่วนขั้วแคโทดจะมีโลหะเคลือบหนาขึ้น

- จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสองและปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในเซลล์

(แนวคำตอบ: ขั้วที่ต่อกับขั้วบวกของแบตเตอรี่คือขั้ว Zn ให้อิเล็กตรอนเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดเป็น $Zn^{2+}(aq)$ ละลายอยู่ในสารละลาย ดังสมการ



ขั้วที่ต่อกับขั้วลบของแบตเตอรี่คือ ตะปูเหล็ก ซึ่งอยู่ในสารละลาย $Zn^{2+}(aq)$ โดย $Zn^{2+}(aq)$ จะรับอิเล็กตรอนเกิดปฏิกิริยารีดักชันได้โลหะสังกะสีเกาะที่ตะปูเหล็ก ดังสมการ



- สารละลายอิเล็กโทรไลต์เปลี่ยนแปลงความเข้มข้นหรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ: ไม่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีไอออนจากโลหะสังกะสีละลายลงมาชดเชยไอออนสังกะสีในสารละลายที่เสียไป)

- การชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้ามีหลักการจัดเซลล์อย่างไร

(แนวคำตอบ: 1. โลหะที่จะใช้ในการชุบต้องเป็นแอโนด หรือขั้วบวก
2. ของที่ต้องการชุบต้องเป็นแคโทด หรือขั้วลบ
3. สารละลายอิเล็กโทรไลต์จะต้องมีไอออนของโลหะชนิดเดียวกับโลหะที่จะใช้ชุบ หรือเป็นไอออนของโลหะชนิดเดียวกับโลหะที่เป็นแอโนด หรือขั้วบวก
4. การชุบโลหะต้องใช้ไฟฟ้ากระแสตรง เพราะต้องการให้อิเล็กตรอนไหลไปทางเดียวตลอดเวลา)

- ถ้าใช้ไฟฟ้ากระแสสลับแทนไฟฟ้ากระแสตรงจะเกิดการเปลี่ยนแปลง เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

(แนวคำตอบ: เกิดการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันเนื่องจากถ้าใช้ไฟฟ้ากระแสสลับจะเกิดการสลับขั้วและอิเล็กตรอนจะไม่ไหลไปในทิศทางเดียวทำให้ไม่สามารถชุบโลหะได้)

5.3.3 ครูให้นักเรียนนำข้อสรุปของทุกกลุ่มมาอภิปรายร่วมกันอีกครั้งซึ่งควรสรุปได้ดังนี้

จากที่นักเรียนทุกกลุ่มได้ทำการทดลองสรุปได้ว่า

- ขั้วที่ต่อกับขั้วบวกของแบตเตอรี่คือ ขั้ว Zn (s) ให้อิเล็กตรอนเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดเป็น Zn^{2+} (aq) ละลายอยู่ในสารละลาย ดังสมการ



- ขั้วที่ต่อกับขั้วลบของแบตเตอรี่คือ ตะปูเหล็ก ซึ่งจุ่มอยู่ในสารละลาย Zn^{2+} (aq) โดย Zn^{2+} (aq) จะรับอิเล็กตรอนเกิดปฏิกิริยารีดักชันได้โลหะสังกะสีเกาะที่ตะปูเหล็ก ดังสมการ



- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายต่อไปเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า ดังนี้

- จัดสิ่งที่ต้องการชุบเป็นขั้วแคโทด
- ต้องการชุบด้วยโลหะใดใช้โลหะนั้นเป็น แอโนด
- สารละลายอิเล็กโทรไลต์ต้องมีไอออนของโลหะที่เป็นขั้วที่ต้องการชุบ
- ต้องใช้ไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อให้อิเล็กตรอนไหลในทิศทางเดียวตลอดเวลา
- ขณะชุบโลหะ ความเข้มข้นของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ไม่เปลี่ยนแปลงทราบได้ขั้วแอโนดยัง

ไม่กร่อนหมด

5.3.4 ครูประเมินความเข้าใจของนักเรียนโดยให้ทำกิจกรรมต่อไปนี้

- ครูให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาจับฉลากเลือกคำถามกลุ่มละ 1 คำถาม และให้ตัวแทนรับอุปกรณ์สำหรับทำกิจกรรมกลุ่มละ 1 ชุด

- ครูอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรมเบื้องต้นว่า ให้นักเรียนอ่านคำถามที่จับได้ จากนั้นให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อที่จะชุบโลหะที่จับฉลากได้ โดยใช้สารเคมี และอุปกรณ์ที่ครูกำหนดให้

- ครูให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอการออกแบบการชุบโลหะที่ได้รับมอบหมาย

5.3.5 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันถึงความถูกต้อง จุดเด่นและจุดด้อยของการออกแบบชิ้นงานการชุบโลหะของนักเรียน

5.3.6 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่องการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

5.4 ขยายความรู้ (Elaboration) (40 นาที)

5.4.1 ครูอภิปรายว่าจากคาบที่ผ่านมาเราทราบแล้วว่าสามารถนำหลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลต์มาใช้ประโยชน์ในการชุบโลหะ นักเรียนคิดว่าเราสามารถนำหลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นอีกได้หรือไม่

(แนวคำตอบ: ได้/ไม่ได้ หรือตามแนวคิดของนักเรียน)

5.4.2 ครูชี้แจงว่าหลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลต์นอกจากจะนำมาใช้ประโยชน์ในการชุบโลหะแล้วยังนำมาประยุกต์ใช้ในการทำโลหะให้บริสุทธิ์ การผลิตอะลูมิเนียมและการผลิตโลหะแมกนีเซียม ซึ่งเราจะศึกษาในคาบนี้

5.4.3 ครูแจกใบความรู้เรื่อง ประโยชน์ของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ และให้นักเรียนศึกษาใบความรู้และสรุปเป็นข้อมูลของตนเอง

5.4.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับหลักการทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลต์ การผลิโพลีเมอร์และการผลิตโลหะแมกนีเซียม ตามรายละเอียดในใบความรู้เรื่อง ประโยชน์ของเซลล์อิเล็กโทรไลต์

5.4.4 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในใบงานเรื่อง ประโยชน์ของเซลล์อิเล็กโทรไลต์

5.5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) (15 นาที)

5.5.1 ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดใบงานเรื่อง ประโยชน์ของเซลล์อิเล็กโทรไลต์

5.5.2 ครูประเมินความเข้าใจของนักเรียนจากการตรวจใบงาน

5.5.3 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่องประโยชน์ของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อการนำเสนองาน Power Point

6.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

6.3 ใบความรู้เรื่อง ประโยชน์ของเซลล์อิเล็กโทรไลต์

6.4 ใบงานเรื่อง ประโยชน์ของเซลล์อิเล็กโทรไลต์

6.5 ใบกิจกรรมการทดลองเรื่อง การชุบตะปูด้วยสังกะสี

7. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1. อธิบายหลักการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าและการทำโลหะให้บริสุทธิ์ได้ 2. อธิบายกระบวนการผลิตโลหะอะลูมิเนียมและโลหะแมกนีเซียมได้	สังเกต/ ตรวจ - จากการถามคำถามระหว่างทำกิจกรรม - การตอบคำถามท้ายการทดลอง - คะแนนใบงานเรื่องประโยชน์ของเซลล์อิเล็กโทรไลต์	- การถามคำถาม - ใบกิจกรรมการทดลองเรื่อง การชุบตะปูด้วยสังกะสี - ใบงานเรื่อง ประโยชน์ของเซลล์อิเล็กโทรไลต์	- นักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ - นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 3. เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าและการทำโลหะให้บริสุทธิ์ได้ 4. ทำการทดลองการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าได้	สังเกต/ตรวจ - การตอบคำถามท้ายการทดลอง - การทำการทดลอง - คะแนนใบงานเรื่องประโยชน์ของเซลล์อิเล็กโทรไลต์	- ใบกิจกรรมการทดลองเรื่อง การชุบตะปูด้วยสังกะสี - ใบงานเรื่อง ประโยชน์ของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ - แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง	- นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านเจตคติ (A) 5. มีความสนใจในกิจกรรมรับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา	สังเกตจาก - ความสนใจในการทำกิจกรรมกลุ่ม - จากการทำกิจกรรม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของ	- นักเรียนแต่ละกลุ่ม ได้คะแนนอยู่ในระดับดีขึ้นไป - นักเรียนมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีขึ้นไป

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

การทดลองการชุบตะปูด้วยสังกะสี

คำชี้แจง สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองแล้วทำเครื่องหมาย / ในพฤติกรรมระดับคุณภาพ

ที่	พฤติกรรม/ ระดับคะแนน	การใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือ			การดูแลและ เก็บอุปกรณ์/ เครื่องมือ			การนำเสนอผล การทดลอง			รวม	ระดับ คุณภาพ
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	9	
	ชื่อ-สกุล											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											
	กลุ่มที่.....											

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม
คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ - สกุล	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	

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

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง

การทดลองการชุบตะปูด้วยสังกะสี

คำชี้แจง สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองแล้วทำเครื่องหมาย / ในพฤติกรรมระดับคุณภาพ

ที่	พฤติกรรม/ ระดับคะแนน	การใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือ			การดูแลและ เก็บอุปกรณ์/ เครื่องมือ			การนำเสนอผล การทดลอง			รวม	ระดับ คุณภาพ
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	9	
	ชื่อ-สกุล											
	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 7-9คะแนนให้ระดับคุณภาพ 2 (ดี)

ผลรวมของคะแนน 4-6คะแนนให้ระดับคุณภาพ 1 (พอใช้)

ผลรวมของคะแนน 0-3 คะแนนให้ระดับคุณภาพ 0 (ควรปรับปรุง)

เกณฑ์การผ่าน ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม

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
5. การสรุปผล	สรุปผลได้อย่างถูกต้อง กระชับ และชัดเจน มีเหตุผลที่อ้างอิงจากการสืบค้นได้	สรุปผลได้กระชับ กะทัดรัดแต่ไม่ชัดเจน	สรุปผลโดยไม่ใช้ข้อมูลและไม่ถูกต้อง
6. การเขียนรายงาน	เขียนรายละเอียดตรงตามจุดประสงค์ ถูกต้อง และชัดเจน	เขียนรายงานโดยใช้ภาษาถูกต้อง	เขียนรายงานโดยสื่อความหมายได้

8. บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

.....
ลงชื่อ.....

(นางบรรจบ ไชยชาติ)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

9. ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

.....
ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

ใบกิจกรรมการทดลองที่ 9.5
 เรื่อง การชุบตะปูด้วยสังกะสี

จุดประสงค์การทดลอง

อุปกรณ์และสารเคมี

รายการ	จำนวน/1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. ตะปูเหล็กหรือชิ้นงานเหล็ก	1 ชิ้น
2. แผ่นสังกะสีขนาด 1 cm x 4 cm	1 ชิ้น
3. สารละลาย ZnSO_4 0.1 mol/dm ³	80 cm ³
4. สารละลาย HCl 1.0 mol/dm ³	75 cm ³ /1 ห้องเรียน
อุปกรณ์	
1. บีกเกอร์ขนาด 50 cm ³	1 ใบ
2. แบตเตอรี่ 3 โวลต์	1 ชุด
3. สายไฟฟ้าพร้อมคลิปปากจระเข้	2 เส้น
4. กระดาษทรายขนาด 3 cm x 3 cm	1 ชิ้น
5. ปากคีบ	1 อัน

ขั้นตอนการทดลอง

- ใช้กระดาษทรายขัดตะปูเหล็กจนยาวประมาณ 3 cm แล้วไปแช่ในสารละลายกรด HCl 1 mol/dm³ 2 นาที นำออกมาล้างให้สะอาดและเช็ดผิวให้แห้ง
- เติมสารละลาย ZnSO_4 0.1 mol/dm³ 80 cm ลงในบีกเกอร์ขนาด 100 cm³
- ต่อแผ่นสังกะสีและตะปูเหล็กเข้ากับขั้วของแบตเตอรี่ ใช้ศักย์ไฟฟ้าประมาณ 3 โวลต์ สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 5 นาที

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ขั้วโลหะทั้งสองมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

2. จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสองและปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในเซลล์

.....

.....

.....

3. สารละลายอิเล็กโทรไลต์เปลี่ยนแปลงความเข้มข้นหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

4. การชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้ามีหลักการจัดเซลล์อย่างไร

.....

.....

.....

.....

5. ถ้าใช้ไฟฟ้ากระแสสลับแทนไฟฟ้ากระแสตรงจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบความรู้รายวิชาเคมี รหัสวิชา ว30223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง ประโยชน์ของเซลล์อิเล็กโทรไลต์

ชื่อ-สกุล.....ชั้น ม./.....เลขที่.....

การชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้ามีหลักการดังนี้

1. โลหะที่จะใช้ในการชุบต้องเป็นแอโนด หรือขั้วบวก
2. ของที่ต้องการชุบต้องเป็นแคโทด หรือขั้วลบ
3. สารละลายอิเล็กโทรไลต์จะต้องมีไอออนของโลหะชนิดเดียวกับโลหะที่จะใช้ชุบ หรือเป็นไอออนของโลหะชนิดเดียวกับโลหะที่เป็นแอโนด หรือขั้วบวก
4. การชุบโลหะต้องใช้ไฟฟ้ากระแสตรง เพราะต้องการให้อิเล็กตรอนไหลไปทางเดียวตลอดเวลา

การทำทองแดงให้บริสุทธิ์โดยปกติทองแดงที่ได้จากการถลุงสินแร่จะมีความบริสุทธิ์ไม่เกินร้อยละ 99 ที่เหลือเป็นสิ่งเจือปนได้แก่ เหล็ก เงิน ทองแดง แพลทินัม และสังกะสี จึงเป็นผลให้ทองแดงนำไฟฟ้าลดลง เราสามารถทำให้ทองแดงบริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลต์ ซึ่งประกอบด้วยสารละลาย CuSO_4 เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ใช้ขั้วทองแดงที่ต้องการทำให้บริสุทธิ์เป็นแอโนด และควรใช้โลหะทองแดงที่บริสุทธิ์เป็นแคโทด ในการอิเล็กโทรลิซิสจะต้องปรับศักย์ไฟฟ้าให้พอเหมาะ คือ ปรับให้เฉพาะทองแดงและโลหะอื่น ๆ ที่ให้อิเล็กตรอนได้ง่ายกว่าทองแดงละลายลงสู่สารละลายในรูปของไอออน ส่วนโลหะอื่นซึ่งให้อิเล็กตรอนได้ยากกว่าทองแดงจะตกลงที่ก้นภาชนะเกิดเป็นตะกอนที่มีลักษณะคล้ายโคลน ซึ่งอาจแยกออกมาขายหรือทำให้บริสุทธิ์ต่อไป Cu^{2+} ที่เกิดขึ้นจะเคลื่อนที่ไปยังขั้วแคโทด แล้วถูกรีดิวซ์กลายเป็น Cu เคลือบอยู่ที่ขั้วแคโทด ส่วนไอออนของโลหะอื่น ๆ ซึ่งเป็นสิ่งเจือปนที่ละลายอยู่ในสารละลายจะไม่ถูกรีดิวซ์ การทำทองแดงให้บริสุทธิ์โดยวิธีนี้จะได้ทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ถึง 99.95%

การผลิตโลหะอะลูมิเนียม ถ้าใช้วิธีการถลุงสินแร่ด้วยความร้อนจะเสียค่าใช้จ่ายสูงมาก เนื่องจากหาตัวรีดิวซ์ที่เหมาะสมได้ยากและสินแร่บอกไซต์มีจุดหลอมเหลวสูงกว่า 2000°C แต่ถ้าผสมสินแร่บอกไซต์กับสินแร่โคริโอไลต์ ของผสมนี้จะมีจุดหลอมเหลวต่ำลงและนำไฟฟ้าได้ จึงสามารถใช้กระบวนการอิเล็กโทรลิซิสแยกโลหะอะลูมิเนียมออกมาได้ แต่การผลิตโลหะอะลูมิเนียมด้วยวิธีนี้ยังคงมีค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นโลหะอะลูมิเนียมส่วนใหญ่ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันจึงผลิตจากการนำเศษวัสดุหรือภาชนะอะลูมิเนียมที่ไม่ใช้แล้วกลับมาหลอมใช้ใหม่

การผลิตโลหะแมกนีเซียม แหล่งโลหะแมกนีเซียมที่สำคัญ คือ น้ำทะเลซึ่งอยู่ในรูปของ Mg^{2+} เมื่อนำน้ำทะเลมาทำให้เป็นเบสจะได้ตะกอนของ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ แล้วนำมาทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก และทำให้แห้งจะได้ MgCl_2 ที่เป็นของแข็ง เมื่อให้ความร้อนจน MgCl_2 หลอมเหลวแล้วผ่านกระแสไฟฟ้าลงไปได้โลหะแมกนีเซียมเกาะที่แคโทด และได้ก๊าซคลอรีนที่แอโนด

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบงานรายวิชาเคมี รหัสวิชา ว30223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง ประโยชน์ของเซลล์อิเล็กโทรไลต์

กำหนดส่งวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....
ชื่อ-สกุล.....ชั้น ม./.....เลขที่.....

1. จงเขียนปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้นเมื่อแยกสารต่อไปนี้ด้วยไฟฟ้า (ใช้อิเล็กโทรดเฉื่อย)

1.1 สารละลายกรดซัลฟิวริก

1.2 สารละลายซิงค์ซัลเฟต

2. ถ้าต้องการชุบเหล็กด้วยนิกเกิล จะต้องใช้ขั้วแอโนด ขั้วแคโทด และสารละลายชนิดใด และเกิดปฏิกิริยาใดที่ขั้วทั้งสอง

3. จงวาดรูปแสดงส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโทรไลต์และอธิบายปฏิกิริยาที่ขั้วแอโนดและขั้วแคโทด

4. จงอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่ขั้วแอโนดและขั้วแคโทด พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นและคำนวณค่าศักย์ไฟฟ้าที่ต้องใช้เพื่อการแยกสลาย $MgSO_4$ และ $ZnBr_2$ ด้วยกระแสไฟฟ้า

5. จงออกแบบเซลล์อิเล็กโทรไลต์สำหรับการชุบกลอนประตู่เหล็กด้วยโครเมียม โดยการวาดรูปแสดงส่วนประกอบของเซลล์ และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่ขั้วแอโนดและแคโทด

กลุ่มที่.....ชั้น.....
เลขที่.....เลขที่.....เลขที่.....
เลขที่.....เลขที่.....เลขที่.....

แบบบันทึกก่อนการทดลอง

คำชี้แจง: ให้นักเรียนออกแบบการทดลองการหุบตะปูด้วยสังกะสี โดยการวาดภาพและเขียนคำอธิบาย

โจทย์ปัญหาสำหรับกิจกรรมการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า

1. ถ้าต้องการชุบลูกบิดประตูด้วยนิกเกิล (Ni)นักเรียนจะออกแบบการทดลองชุบโลหะนี้อย่างไร (จะต้องใช้ขั้วแอโนด ขั้วแคโทด และสารละลายชนิดใด)
2. ถ้าต้องการชุบแหวนด้วยเงิน (Ag)นักเรียนจะออกแบบการทดลองชุบโลหะนี้อย่างไร (จะต้องใช้ขั้วแอโนด ขั้วแคโทด และสารละลายชนิดใด)
3. ถ้าต้องการชุบก้อนน้ำด้วยโครเมียม (Cr)นักเรียนจะออกแบบการทดลองชุบโลหะนี้อย่างไร (จะต้องใช้ขั้วแอโนด ขั้วแคโทด และสารละลายชนิดใด)
4. ถ้าต้องการชุบกระทะด้วยทองแดง (Cu)นักเรียนจะออกแบบการทดลองชุบโลหะนี้อย่างไร (จะต้องใช้ขั้วแอโนด ขั้วแคโทด และสารละลายชนิดใด)
5. ถ้าต้องการชุบตะหลิวด้วยดีบุก (Sn)นักเรียนจะออกแบบการทดลองชุบโลหะนี้อย่างไร (จะต้องใช้ขั้วแอโนด ขั้วแคโทด และสารละลายชนิดใด)
6. ถ้าต้องการชุบรถด้วยทอง (Au)นักเรียนจะออกแบบการทดลองชุบโลหะนี้อย่างไร (จะต้องใช้ขั้วแอโนด ขั้วแคโทด และสารละลายชนิดใด)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 21

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เคมีไฟฟ้า

เรื่องการกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน

ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ

ภาคเรียนที่ 2

รายวิชาเคมี (ว30223)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 3 คาบ (165 นาที)

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2

เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

ทดลองและใช้หลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ แยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ การถลุงแร่ การชุบโลหะ การทำอะโนไดซ์ อธิบายการกัดกร่อนของโลหะและวิธีป้องกันการกัดกร่อนของโลหะในประจำวันได้

2. สาระสำคัญ

การกัดกร่อนของโลหะ เกิดจากโลหะเสียอิเล็กตรอนให้แก่ น้ำ และออกซิเจน การป้องกันทำได้โดยป้องกันไม่ให้ผิวของโลหะสัมผัสกับน้ำและออกซิเจนด้วยการชุบโลหะเคลือบด้วยพลาสติก ทาน้ำมัน ทาสี อะโนไดส์ และรมดำ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

- 3.1 อธิบายการกัดกร่อนของโลหะและเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้ (K)
- 3.2 บอกภาวะที่ทำให้โลหะเกิดการกัดกร่อนและบอกวิธีป้องกันการกัดกร่อนของโลหะได้ (K)
- 3.3 ทำการทดลองเพื่อศึกษาวิธีการป้องกันการกัดกร่อนของเหล็กได้ (P)
- 3.4 เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาการกัดกร่อนของโลหะได้
- 3.5 มีความสนใจในกิจกรรม รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา (A)

4. สาระการเรียนรู้

4.1 การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน

การกัดกร่อนหรือการกัดกร่อน(Corrosion)หมายถึงการกร่อนตัวของโลหะโดยกระบวนการทางไฟฟ้าเคมี เกิดจากสาเหตุหลายประการ ตัวอย่างสิ่งที่เราพบเห็นในชีวิตประจำวันได้แก่ การที่อะตอมของโลหะที่ถูกออกซิไดส์แล้วรวมกับออกซิเจนในอากาศเกิดเป็นออกไซด์ของโลหะนั้น เช่น สนิมเหล็ก สนิมทองแดง สนิมอะลูมิเนียม การเกิดสนิมมีกระบวนการซับซ้อนมากและมีลักษณะเฉพาะตัว และพบว่า การกัดกร่อนของเหล็กต้องมีความชื้นและออกซิเจนเข้ามาเกี่ยวข้อง

4.2 การป้องกัน

1. การปิดพื้นผิวด้วยการทาสีหรือเคลือบ วิธีการนี้จะช่วยป้องกันไม่ให้พื้นผิวของโลหะสัมผัสกับความชื้นหรือออกซิเจน ในกรณีเคลือบพื้นผิวด้วยโลหะอาจทำได้โดยวิธีทางไฟฟ้า เช่น เคลือบด้วยนิกเกิล ทองแดง เงิน ดีบุก หรืออาจเคลือบโดยการจุ่มลงในโลหะที่หลอมเหลว เช่น กรณีของดีบุกหรือสังกะสี วิธีการเคลือบเช่นนี้เรียกว่า กัลวาไนซิง(Galvanizing) ตัวอย่างได้แก่ กระป๋องที่ใช้บรรจุอาหารส่วนมากทำด้วยแผ่นเหล็กเคลือบด้วยดีบุก

2. การทาพื้นผิวด้วยตัวยับยั้งการกัดกร่อน(corrosion inhibitor) เช่น เครื่องยนต์ที่ใช้ในรถยนต์หรือเครื่องมือผลิตกระแสไฟฟ้า มีส่วนที่สัมผัสกับน้ำ ทำให้เกิดการกัดกร่อนได้ เนื่องจากออกไซด์ของเหล็กไม่มีสมบัติในการเป็นสารเคลือบผิว จึงต้องเติมสารยับยั้งการกัดกร่อนซึ่งเป็นเกลือของTributylamineในรูปของ $(C_4H_9)_3NH^+$ ซึ่งใช้ป้องกันสนิมในหม้อน้ำรถยนต์ ไอออนดังกล่าวจะถูกดึงดูดเข้าที่พื้นผิวของโลหะ ทำให้เคลือบพื้นที่ทั้งหมดในลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มบางๆทำให้การสึกกร่อนไม่สามารถเกิดขึ้นได้

3. โดยการเคลือบหรือทาด้วยโลหะที่ว่องไวกว่า(Cathodic Protection)วิธีนี้โลหะที่ใช้เคลือบมีแนวโน้มในการให้อิเล็กตรอนได้ดีกว่า เช่น ท่อส่งน้ำมันหรือก๊าซจะเป็นท่อเหล็กที่ต่อกับสายลวดไปยังโลหะที่ว่องไวกว่า เช่น แมกนีเซียม ซึ่งจะฝังอยู่ข้างๆ ในลักษณะเช่นนี้เหล็กจะไม่มี การสูญเสียอิเล็กตรอน แต่จะเป็นตัวกลางในการรับส่งอิเล็กตรอนจากโลหะที่มีความว่องไวกว่า โลหะที่ว่องไวกว่าจะสึกกร่อนไปเรื่อยๆแต่เหล็กยังคงอยู่ในสภาพเดิม

4. การทำอะโนไดซ์(Anodize)เป็นการใช้กระแสไฟฟ้าทำให้ผิวหน้าของโลหะกลายเป็นโลหะออกไซด์แล้ว โลหะออกไซด์นั้นจะเคลือบผิวของโลหะไม่เกิดการกัดกร่อนต่อไป เช่น อะลูมิเนียม ทำได้โดยการผ่านไฟฟ้า กระแสตรงไปบนแผ่นอะลูมิเนียม ซึ่งจุ่มอยู่ในสารละลายที่เป็นกรด ที่แอโนดจะเกิดก๊าซ O_2 ซึ่งจะไปออกซิไดซ์อะลูมิเนียมให้เป็นอะลูมิเนียมออกไซด์ ส่วนโลหะที่แคโทดจะมีก๊าซ H_2 เกิดขึ้น และขั้วโลหะอะลูมิเนียมไม่เปลี่ยนแปลง

5. การรมดำ(Metal Blackening)เป็นการทำให้ผิวของโลหะเปลี่ยนเป็นออกไซด์ของโลหะนั้นมีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มสีดำเกาะติดแน่นบนผิวของโลหะ ในการรมดำเหล็กจะนำชิ้นงานที่เหล็กมาต้มในสารละลายที่ประกอบด้วย $NaOH$ และ $NaNO_3$ ที่อุณหภูมิ $135-145^\circ C$ ซึ่งจะเห็นชิ้นงานเป็นสีดำ จากนั้นล้างน้ำให้สะอาด เช็ดให้แห้ง แล้วชุบด้วยน้ำมัน

5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (5นาที)

5.1.1 ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยการนำเสนอรูปภาพการกัดกร่อนของโลหะ และใช้คำถามดังนี้



รูปที่ 1 การกัด



กร่อนของโลหะ

- นักเรียนคิดว่าโลหะในธรรมชาติเกิดการกัดกร่อนได้อย่างไร

(แนวคำตอบ: ผิวโลหะสัมผัสน้ำและออกซิเจน)

- ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า โลหะในธรรมชาติเกิดการกัดกร่อนหรือเกิดสนิมมีสาเหตุหลายประการ ตัวอย่างหนึ่งเกิดจากผิวของโลหะสัมผัสกับน้ำและแก๊สออกซิเจน สำหรับการเกิดสนิมนั้นอธิบายได้ว่า บริเวณผิวเหล็กที่สัมผัสน้ำจะมีการให้และรับอิเล็กตรอน โดยอะตอมของเหล็กจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือถูกออกซิไดส์เป็น Fe^{2+} ส่วนน้ำและออกซิเจนในอากาศจะรับอิเล็กตรอนหรือถูกรีดิวซ์เป็น OH^- และครูอธิบายเพิ่มเติมถึงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นตามรายละเอียดในหนังสือเรียนเคมีเล่ม 4

- นักเรียนคิดว่าเราสามารถป้องกันการกัดกร่อนหรือการเกิดสนิมของโลหะได้หรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ: ได้เช่นการทาสีหรือการทาน้ำมัน)

- ครูชี้แจงว่าในคาบนี้จะศึกษาในเรื่องการเกิดการกัดกร่อนและการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ โดยจะศึกษาจากการทดลองเรื่อง การป้องกันการกัดกร่อนของเหล็ก

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)(50 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่มกลุ่มละ 4-5 คน

5.2.2 ครูแจกใบกิจกรรมการทดลองเรื่องป้องกันการกัดกร่อนของเหล็ก และให้นักเรียนศึกษาวิธีการทดลองให้เข้าใจ

5.2.3 ครูแนะนำอุปกรณ์การทดลองและข้อควรระวังในการทดลองตามใบกิจกรรมการทดลองที่แจกให้นักเรียน

5.2.4 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่สงสัยในวิธีการทดลองหรือการใช้อุปกรณ์

5.2.5 ครูให้นักเรียนลงมือทำการทดลองตามขั้นตอนที่ได้ศึกษาในใบกิจกรรมการทดลอง และสังเกตและบันทึกผลลงในใบกิจกรรมการทดลอง

5.2.6 ครูให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมการทดลอง โดยครูดูแลและให้คำแนะนำในระหว่างนักเรียนทำการทดลองให้ครูกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถามว่าถึงขั้นไหนและได้ผลอย่างไรเพื่อให้เกิดนักเรียนมีสมาธิและให้ความสนใจอยู่กับการทำการทดลองและการบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการทดลอง

5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) (50 นาที)

5.3.1 ครูสุ่มตัวแทนนักเรียน 2 กลุ่มนำเสนอผลการทดลองที่ได้ และสอบถามนักเรียนกลุ่มอื่นๆ ว่า ได้ผลการทดลองเหมือนหรือแตกต่างจากเพื่อนที่นำเสนอหรือไม่ อย่างไร

5.3.2 ครูให้นักเรียนตอบคำถามท้ายการทดลองเพื่อนำเข้าสู่การสรุปรวมของชั้นเรียน ดังนี้

- ภาวะใดบ้างที่ตะปูเหล็กเกิดสนิม และการเกิดสนิมเหล็กมากน้อยต่างกันอย่างไร

(แนวคำตอบ: ตะปูเหล็กที่พันด้วยลวดทองแดงและตะปูเหล็กที่ต่อกับขั้วบวกของถ่านไฟฉายจะเกิดการกัดกร่อนหรือเกิดสนิมมากกว่าตะปูเหล็กที่วางไว้ในอากาศ ตะปูเหล็กที่แช่อยู่ในน้ำจะเกิดสนิมมากตรงผิวสัมผัสกับน้ำและอากาศ ตะปูเหล็กที่ทำด้วยวาสลินหรือพันด้วยเทปใสซึ่งผิวเหล็กไม่สัมผัสกับน้ำและอากาศไม่เกิดสนิม ส่วนตะปูที่พันด้วยโลหะแมกนีเซียมและตะปูเหล็กที่ต่อกับขั้วลบของถ่านไฟฉายไม่เกิดสนิม)

- เหตุใดตะปูจึงเกิดสนิมได้ต่างกัน

(แนวคำตอบ: เนื่องจากในแต่ละสภาวะ ป้องกันไม่ให้ตะปูได้สัมผัสกับน้ำและออกซิเจนหรือป้องกันไม่ให้เกิดการถ่ายโอนอิเล็กตรอนได้ต่างกัน)

- ภาวะใดที่ตะปูไม่เกิดสนิม เพราะเหตุใด

(แนวคำตอบ: -ภาวะที่ตะปูเคลือบด้วยวาสลิ้นหรือพันด้วยเทปใส เนื่องจากตะปูไม่ได้สัมผัสกับน้ำและออกซิเจน)

- ภาวะที่ตะปูเหล็กสัมผัสกับโลหะแมกนีเซียมซึ่งมีค่า E^0 ต่ำกว่าหรือสัมผัสกับขั้วลบของถ่านไฟฉาย ตะปูเหล็กจะทำหน้าที่เป็นขั้วแคโทด ส่วนโลหะแมกนีเซียมและขั้วลบของถ่านไฟฉายเป็นขั้วแอโนดจึงเสียอิเล็กตรอนให้แก่ น้ำและออกซิเจนแทนเหล็ก ทำให้ตะปูเหล็กไม่เกิดสนิม

- การป้องกันไม่ให้ตะปูเหล็กเกิดสนิมทำได้อย่างไร

(แนวคำตอบ: ป้องกันไม่ให้ผิวโลหะไม่สัมผัสกับน้ำและแก๊สออกซิเจน หรือนำโลหะที่มี E^0 ต่ำกว่ามาพันหรือวางใกล้ๆ หรือนำไปต่อกับวัสดุที่นำอิเล็กตรอนได้ดี

5.3.3 ครูอธิบายเพิ่มเติมถึงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในการทดลอง ตามรายละเอียดในหนังสือเรียนเคมีเล่ม 4

5.4 ขยายความรู้ (Elaboration) (40 นาที)

5.4.1 ครูอภิปรายว่าในคาบที่ผ่านมาเราได้ทราบแล้วว่า การเกิดการกัดกร่อนของโลหะเกิดได้อย่างไร และวิธีการป้องกันอย่างไร นักเรียนคิดว่านอกจากวิธีที่เราศึกษา มีวิธีอื่นที่สามารถนำมาใช้อีกหรือไม่

(แนวคำตอบ: มี/ไม่มี หรือตอบตามแนวคิดของนักเรียน)

5.4.2 ครูชี้แจงว่าในคาบนี้จะศึกษาเพิ่มเติมเรื่องการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ ว่ามีวิธีใดอีกบ้าง

5.4.3 ครูแจกใบความรู้เรื่อง การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน ให้นักเรียน และให้นักเรียนศึกษาใบความรู้สรุปเป็นข้อมูลของตนเองในประเด็นต่อไปนี้

- การป้องกันการกัดกร่อนโดยวิธีอะโนไดซ์
- การย้อมสี
- การรมดำโลหะเหล็ก
- การป้องกันการกัดกร่อนของโลหะในระบบหล่อเย็นแบบปิด

5.4.4 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะที่นักเรียนได้สืบค้น

5.4.5 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดใบงานเรื่อง การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน

5.5 ประเมินผล (Evaluation) (15 นาที)

5.5.1 ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดใบงานเรื่อง การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน

5.5.2 ครูประเมินความเข้าใจของนักเรียนจากการตรวจใบงาน

5.5.3 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่องการกัดกร่อนของโลหะและการป้องกันว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อการนำเสนองาน Power Point

6.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

6.3 ใบความรู้เรื่อง การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน

6.4 ใบงานเรื่อง การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน

6.5 ใบกิจกรรมการทดลองเรื่อง การป้องกันการกัดกร่อนของเหล็ก

7. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1. อธิบายการกัดกร่อนของโลหะได้ 2. บอกภาวะที่ทำให้โลหะเกิดการกัดกร่อนและบอกวิธีป้องกันการกัดกร่อนของโลหะได้	สังเกต/ ตรวจ - จากการถามคำถามระหว่างทำกิจกรรม - การตอบคำถามท้ายการทดลอง - คะแนนใบงานเรื่อง การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน	- การถามคำถาม - ใบกิจกรรมการทดลองเรื่อง การป้องกันการกัดกร่อนของเหล็ก - ใบงานเรื่อง การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน	- นักเรียนตอบคำถามได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ - นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 3. ทำการทดลองเพื่อศึกษาวิธีการป้องกันการกัดกร่อนของเหล็กได้ 4. เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาการกัดกร่อนของโลหะได้	สังเกต/ตรวจ - การตอบคำถามท้ายการทดลอง - การทำการทดลอง - คะแนนใบงานเรื่อง การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน	- ใบกิจกรรมการทดลองเรื่อง การป้องกันการกัดกร่อนของเหล็ก - ใบงานเรื่อง การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน - แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง	- นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านเจตคติ (A) 5. มีความสนใจในกิจกรรมรับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา	สังเกตจาก - ความสนใจในการทำกิจกรรมกลุ่ม - การทำกิจกรรม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของ	- นักเรียนแต่ละกลุ่ม ได้คะแนนอยู่ในระดับดีขึ้นไป - นักเรียนมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีขึ้นไป

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

การทดลองการป้องกันการกัดกร่อนของเหล็ก

คำชี้แจง สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองแล้วทำเครื่องหมาย / ในพฤติกรรมระดับคุณภาพ

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

ลงชื่อ.....

(นางดุขราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของนักเรียนรายบุคคล/รายกลุ่ม
คำชี้แจง:ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินแล้วนำคะแนนรายการประเมินแต่ละข้อมารวมกันได้เท่าไรนำไปลงในช่องคะแนนรวมเพื่อนำคะแนนรวมไปตัดสินคุณภาพตามระดับคุณภาพ

ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน																		รวม 18 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	

เกณฑ์การประเมิน

ระดับคะแนน: 3 หมายถึง ดีมาก

2 หมายถึง ดี

1 หมายถึง พอใช้

ข. ระดับคุณภาพ: คะแนนรวม 13 - 18 หมายถึง ดีมาก

คะแนนรวม 7 - 12 หมายถึง ดี

คะแนนรวม 1 - 6 หมายถึง พอใช้

ผลการประเมิน

.....

ลงชื่อ.....

(นางดุซราภรณ์ สุวรรณ)

ผู้สอน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เกณฑ์การประเมินการทำกิจกรรมการทดลอง

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การใช้อุปกรณ์/เครื่องมือ	การใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลองได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้องตามหลักการปฏิบัติ	การใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลองได้อย่างถูกต้องตามหลักการปฏิบัติแต่ไม่คล่องแคล่ว	การใช้อุปกรณ์/เครื่องมือไม่ถูกต้อง
2. การดูแลและเก็บอุปกรณ์/เครื่องมือ	ดูแลและเก็บอุปกรณ์/เครื่องมือทดลองอย่างดี มีการทำความสะอาดและเก็บอย่างถูกต้องตามหลักการ	ดูแลและเก็บอุปกรณ์/เครื่องมือทดลองอย่างดี มีการทำความสะอาดแต่อาจเก็บไม่ถูกต้องตามหลักการ	ไม่ดูแลและเก็บอุปกรณ์/เครื่องมือและไม่สนใจทำความสะอาดและเก็บเข้าที่
3. การนำเสนอผลการทดลอง	สามารถนำเสนอผลการทดลองได้อย่างถูกต้องชัดเจนเป็นขั้นตอน	สามารถนำเสนอผลการทดลองได้อย่างถูกต้องแต่ยังไม่เป็นขั้นตอน	ต้องให้คำชี้แนะในการบันทึกผลการทดลองจึงปฏิบัติได้

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

8. บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

9. ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

ใบกิจกรรมการทดลองที่ 9.6
เรื่อง การป้องกันการกัดกร่อนเหล็ก

กลุ่มที่.....ชั้น.....
เลขที่.....เลขที่.....เลขที่.....
เลขที่.....เลขที่.....เลขที่.....

จุดประสงค์การทดลอง

ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

ตัวแปรต้น :

ตัวแปรตาม :

ตัวแปรควบคุม :

อุปกรณ์และสารเคมี

รายการ	จำนวน/1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. ตะปูเหล็กขนาด ยาวประมาณ 1.5 นิ้ว	7 ตัว
2. ลวดทองแดง ยาวประมาณ 4 cm	1 เส้น
3. ลวดแมกนีเซียม ยาวประมาณ 4 cm	1 เส้น
4. วาสลิน	1 ซ้อนเบอร์ 1
5. ฟีนอล์ฟทาลีน	2 cm ³
6. สารละลาย K ₃ Fe(CN) ₆	2 cm ³
อุปกรณ์	
1. บีกเกอร์ขนาด 50 cm ³	7 ใบ
2. ลวดตัวนำยาวประมาณ 6 cm	2 เส้น
3. หลอดหยด	2 อัน
4. แบตเตอรี่ 6 โวลต์ (กระบอกถ่านพร้อมถ่านไฟฉาย 4 ก้อน)	1 ชุด

ขั้นตอนการทดลอง

- นำบีกเกอร์ขนาด 50 cm³ มา 7 ใบ ตะปูเหล็กยาวประมาณ 5 cm 7 ตัว ขัดผิวตะปูให้สะอาดแล้วจัดอุปกรณ์และสารเคมีดังนี้
 - บีกเกอร์ 1 ใส่ตะปูที่ขัดผิวให้สะอาด
 - บีกเกอร์ 2 ใส่ตะปูที่เคลือบด้วยวาสลิน หรือพันด้วยเทปใส แล้วเติมน้ำกลั่นสูง 2 cm

ปีกเกอร์ 3 ใส่ตะปูในแนวตั้งให้ส่วนหัวตะปูอยู่ด้านบน แล้วเติมน้ำกลั่นสูง 2 cm
 ปีกเกอร์ 4 ใส่ตะปูที่พื้นด้านล่างแหลมด้วยลวดแมกนีเซียมที่ขัดผิวแล้วขนาด 0.2 x 2.5 cm
 ปีกเกอร์ 5 ทดลองเช่นเดียวกับข้อ 4 แต่ใช้ลวดทองแดงที่ขัดผิวแล้วแทนแมกนีเซียม
 ปีกเกอร์ 6 ใส่ตะปูด้านล่างแหลมลงในปีกเกอร์ที่มีน้ำสูงประมาณ 2 cm ต่อหัวตะปูกับลวด
 ตัวนำแล้วนำไปต่อเข้ากับขั้วบวกของกระเบาะถ่านไฟฉาย 6 โวลต์
 ปีกเกอร์ 7 ทดลองเช่นเดียวกับข้อ 6 แต่ตัวลวดตัวนำเข้ากับขั้วลบของกระเบาะถ่านไฟฉาย 6
 โวลต์

2. เก็บการทดลองนี้ไว้ประมาณ 1 วัน สังเกตการเปลี่ยนแปลง
3. หยดสารละลายฟีนอล์ฟทาลีน 2 – 3 หยด หยดบนตะปูและในน้ำ สังเกตการเปลี่ยนแปลง
4. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3 แต่ใช้สารละลาย $K_3Fe(CN)_6$ แทนฟีนอล์ฟทาลีน

ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้		
	ก่อนหยดสารละลาย	หยดฟีนอล์ฟทาลีน	หยด $K_3Fe(CN)_6$
ปีกเกอร์ 1			
ปีกเกอร์ 2			
ปีกเกอร์ 3			
ปีกเกอร์ 4			
ปีกเกอร์ 5			
ปีกเกอร์ 6			
ปีกเกอร์ 7			

คำถามท้ายการทดลอง

1. ภาวะใดบ้างที่ตะปูเหล็กเกิดสนิม และการเกิดสนิมเหล็กมากน้อยต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

[illegible][illegible]

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบความรู้รายวิชาเคมี รหัสวิชา ว30223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่องการกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน

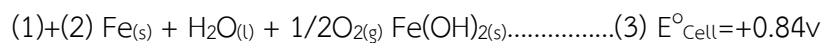
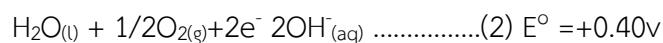
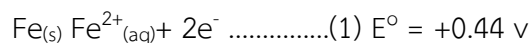
ชื่อ-สกุล.....ชั้น ม. /เลขที่.....

1. การผุกร่อนของโลหะและการป้องกัน

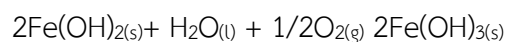
การผุกร่อนหรือการกัดกร่อน(Corrosion)หมายถึงการกร่อนตัวของโลหะโดยกระบวนการทางไฟฟ้าเคมี เกิดจากสาเหตุหลายประการ ตัวอย่างสิ่งที่เราพบเห็นในชีวิตประจำวันได้แก่ การที่อะตอมของโลหะที่ถูกออกซิไดส์ แล้วรวมกับออกซิเจนในอากาศเกิดเป็นออกไซด์ของโลหะนั้น เช่น สนิมเหล็ก สนิมทองแดง สนิมอะลูมิเนียม การเกิดสนิมมีกระบวนการซับซ้อนมากและมีลักษณะเฉพาะตัว และพบว่าการผุกร่อนของเหล็กต้องมีความชื้นและออกซิเจนเข้ามาเกี่ยวข้อง

การผุกร่อนของเหล็ก ซึ่งเกิดสนิมได้หลายวิธีแล้วแต่สภาวะ เช่น

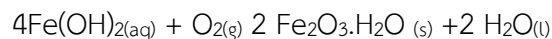
1. ภาวะที่เป็นกลาง เมื่อเหล็กสัมผัสกับอากาศและความชื้นจะเกิดปฏิกิริยาดังสมการ



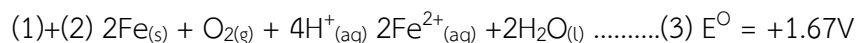
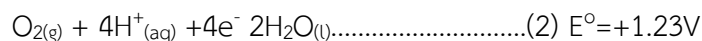
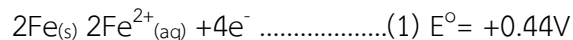
Fe(OH)_2 ที่เกิดขึ้นจะทำปฏิกิริยากับน้ำและออกซิเจนต่อไปได้ดังสมการ



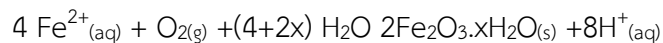
ผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้มีลักษณะขรุขระและมีรูพรุนทั่วไป เรียกว่าสนิมสีน้ำตาลแดงของ Fe(OH)_3 ในขั้นสุดท้ายอาจเกิด $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ซึ่งเป็นสนิมเหล็กอีกชนิดหนึ่งก็ได้ดังสมการ



2. ภาวะที่เป็นกรด จะเกิดปฏิกิริยาได้ดังสมการ



Fe^{2+} ที่เกิดขึ้นจะถูกออกซิไดส์ต่อกลายเป็นสนิมเหล็กดังสมการ



ปฏิกิริยารวมคือ $4\text{Fe(aq)} + 3\text{O}_{2(\text{g})} + 2x\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O(s)}$

2. การป้องกัน

1. การปิดพื้นผิวด้วยการทาสีหรือเคลือบ วิธีการนี้จะช่วยป้องกันไม่ให้พื้นผิวของโลหะสัมผัสกับความชื้นหรือออกซิเจน ในกรณีเคลือบพื้นผิวด้วยโลหะอาจทำได้โดยวิธีทางไฟฟ้า เช่น เคลือบด้วยนิกเกิล ทองแดง เงิน ดีบุก หรืออาจเคลือบโดยการจุ่มลงในโลหะที่หลอมเหลว เช่น กรณีของดีบุกหรือสังกะสี วิธีการเคลือบเช่นนี้เรียกว่า กัลวาไนซิง (Galvanizing) ตัวอย่างได้แก่ กระป๋องที่ใช้บรรจุอาหารส่วนมากทำด้วยแผ่นเหล็กเคลือบด้วยดีบุก

2. การทาพื้นผิวด้วยตัวยับยั้งการกัดกร่อน (corrosion inhibitor) เช่น เครื่องยนต์ที่ใช้ในรถยนต์หรือเครื่องมือผลิตกระแสไฟฟ้า มีส่วนที่สัมผัสกับน้ำ ทำให้เกิดการผุกร่อนได้ เนื่องจากออกไซด์ของเหล็กไม่มีสมบัติในการเป็นสารเคลือบผิว จึงต้องเติมสารยับยั้งการกัดกร่อนซึ่งเป็นเกลือของTributylamineในรูปของ $(C_4H_9)_3NH^+$ ซึ่งใช้ป้องกันสนิมในหม้อน้ำรถยนต์ ไอออนดังกล่าวจะถูกดึงดูดเข้าที่พื้นผิวของโลหะ ทำให้เคลือบพื้นที่ทั้งหมดในลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มบางๆทำให้การสึกกร่อนไม่สามารถเกิดขึ้นได้

3. โดยการเคลือบหรือทาด้วยโลหะที่ว่องไวกว่า (Cathodic Protection) วิธีนี้โลหะที่ใช้เคลือบมีแนวโน้มในการให้อิเล็กตรอนได้ดีกว่า เช่น ท่อส่งน้ำมันหรือก๊าซจะเป็นท่อเหล็กที่ต่อด้วยเส้นลวดไปยังโลหะที่ว่องไวกว่า เช่น แมกนีเซียม ซึ่งจะฝังอยู่ข้างๆ ในลักษณะเช่นนี้เหล็กจะไม่มีการสูญเสียอิเล็กตรอน แต่จะเป็นตัวกลางในการรับส่งอิเล็กตรอนจากโลหะที่มีความว่องไวกว่า โลหะที่ว่องไวกว่าจะสึกกร่อนไปเรื่อยๆแต่เหล็กยังคงอยู่ในสภาพเดิม

4. การทำอะโนไดซ์ (Anodize) เป็นการใช้กระแสไฟฟ้าทำให้ผิวหน้าของโลหะกลายเป็นโลหะออกไซด์แล้วโลหะออกไซด์นั้นจะเคลือบผิวของโลหะไม่เกิดการผุกร่อนต่อไป เช่นอะลูมิเนียม ทำได้โดยการผ่านไฟฟ้ากระแสตรงไปบนแผ่นอะลูมิเนียม ซึ่งจุ่มอยู่ในสารละลายที่เป็นกรด ที่แอโนดจะเกิดก๊าซ O_2 ซึ่งจะไปออกซิไดซ์อะลูมิเนียมให้เป็นอะลูมิเนียมออกไซด์ ส่วนโลหะที่แคโทดจะมีก๊าซ H_2 เกิดขึ้น และขั้วโลหะอะลูมิเนียมไม่เปลี่ยนแปลง

5. การรมดำ (Metal Blackening) เป็นการทำให้ผิวของโลหะเปลี่ยนเป็นออกไซด์ของโลหะนั้นมีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มสีดำเกาะติดแน่นบนผิวของโลหะ ในการรมดำเหล็กจะนำชิ้นงานที่เหล็กมาต้มในสารละลายที่ประกอบด้วย $NaOH$ และ $NaNO_3$ ที่อุณหภูมิ $135-145^\circ C$ ซึ่งจะเห็นชิ้นงานเป็นสีดำ จากนั้นล้างน้ำให้สะอาด เช็ดให้แห้งแล้วชุบโลมด้วยน้ำมัน

โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบงานรายวิชาเคมี รหัสวิชา ว30223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่องการกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน

กำหนดส่งวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....
ชื่อ-สกุล.....ชั้น ม./.....เลขที่.....

1. การผุกร่อนของโลหะเกิดขึ้นได้อย่างไร และมีวิธีใดที่จะช่วยป้องกันไม่ให้โลหะเกิดการผุกร่อนได้

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

2. ถ้าบนแผ่นทองแดงมีจุดเล็กๆ สีน้ำตาลแดงเกิดขึ้น 4 - 5 นักเรียนคิดว่าจุดสีน้ำตาลแดงนั้น คือสารใด
เกิดขึ้นได้อย่างไร

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

3. ถ้าต้องการทดสอบว่าเครื่องมือเครื่องใช้ที่ทำด้วยเหล็กเกิดการผุกร่อนหรือไม่ จะทำได้อย่างไร และมีวิธีใด
ที่จะป้องกันการผุกร่อนนั้นได้

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

4. ควรใช้วิธีอะโนไดซ์ป้องกันการผุกร่อนของเหล็กหรือไม่ เพราะเหตุใด

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

5. ควรนำพระเลี่ยมทองไปแขวนกับตะขอสร้อยคอที่ทำด้วยโลหะเงินหรือไม่ เพราะเหตุใด

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

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 22

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาเคมี (ว30223)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เคมีไฟฟ้า

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่องความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ไฟฟ้าเคมี

จำนวน 3 คาบ (165 นาที)

ผู้สอน ครูศุภราภรณ์ สุวรรณ

ภาคเรียนที่ 2

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้

บอกความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ไฟฟ้าเคมีพร้อมยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

2. สาระสำคัญ

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ไฟฟ้าเคมี ได้แก่ แบตเตอรี่อิเล็กโทรไลต์แข็ง แบตเตอรี่อากาศ การทำน้ำทะเลให้เป็นน้ำจืด เป็นต้น

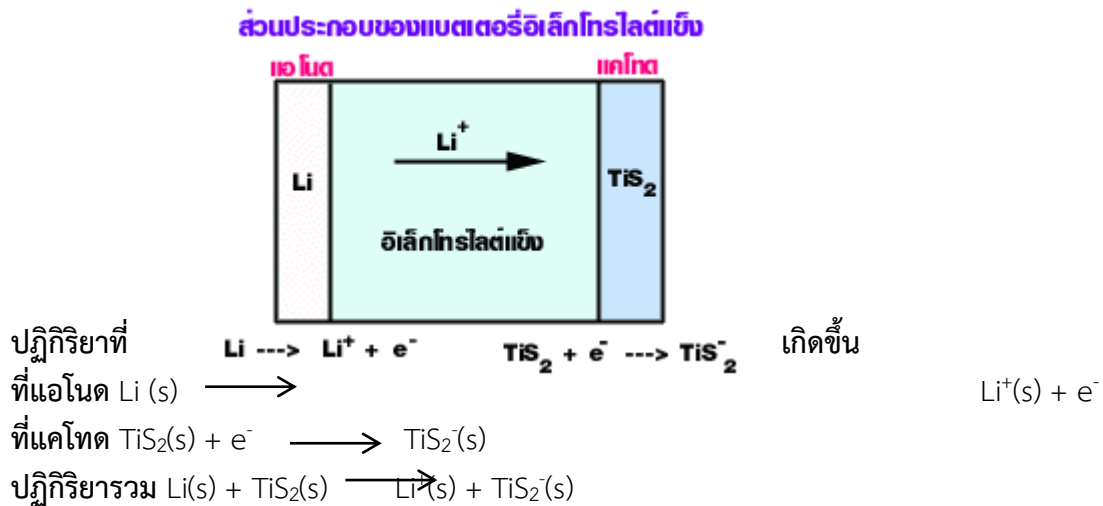
3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

- 3.1 บอกส่วนประกอบและหลักการทำงานของแบตเตอรี่อิเล็กโทรไลต์แข็ง แบตเตอรี่อากาศได้(K)
- 3.2 อธิบายหลักการของอิเล็กโทรอะไดลิซิสน้ำทะเลได้(K)
- 3.3 เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้ (P)
- 3.4 มีความสนใจในกิจกรรม รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา (A)

4. สารการเรียนรู้

สารจำพวกพอลิเมอร์บางชนิด มีสมบัติยอมให้อิออนผ่านได้ดีแต่ไม่ยอมให้อิเล็กตรอนผ่านได้จึงนำมาใช้เป็นอิเล็กโทรไลต์ที่เรียกว่า อิเล็กโทรไลต์แข็ง และสามารถนำมาประกอบกับขั้วไฟฟ้าเป็นแบตเตอรี่ได้ โดยมีโลหะลิเทียมเป็นแอโนดและไทเทเนียมไดซัลไฟด์ (TiS_2) เป็นแคโทด



ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์นี้มีค่าประมาณ 2 โวลต์ เมื่อโลหะลิเทียมให้อิเล็กตรอนแล้วจะกลายเป็น Li^+ ผ่านอิเล็กโทรไลต์แข็งไปยังแคโทดซึ่งมี TiS_2 ทำหน้าที่รับอิเล็กตรอนเกิดเป็น $\text{TiS}_2^-(\text{s})$ จากนั้น TiS_2^- จะรวมตัวกับ Li^+ เกิดเป็น LiTiS_2 อิเล็กโทรไลต์แข็งทำหน้าที่เป็นฉนวนต่ออิเล็กตรอน จึงทำให้เซลล์ไฟฟ้านี้สามารถใช้งานได้โดยไม่เกิดการลัดวงจร

เซลล์ไฟฟ้าแบบนี้เป็นแบบทุติยภูมิสามารถประจุไฟได้ใหม่เช่นเดียวกับเซลล์นิแคดหรือเซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว ในปัจจุบันนี้มีการใช้แบตเตอรี่ชนิดนี้กับรถยนต์ ทำให้ไม่ต้องเติมน้ำกลั่นกับแบตเตอรี่อีกต่อไปเมื่อแบตเตอรี่นี้หมดอายุการใช้งานแล้วก็สามารถเปลี่ยนใหม่ได้ แต่ยังมีราคาแพงมากเมื่อเทียบกับแบตเตอรี่ที่ใช้แผ่นตะกั่วเป็นขั้วไฟฟ้าและใช้สารละลายกรดเป็นอิเล็กโทรไลต์

การทำอิเล็กโทรไดอะลิซิสน้ำทะเล

อิเล็กโทรไดอะลิซิสเป็นเซลล์อิเล็กโทรไลต์ที่ใช้แยกไอออนออกจากสารละลายโดยให้อิออนเคลื่อนที่ผ่านเยื่อบางๆ ไปยังขั้วไฟฟ้าที่มีประจุตรงกันข้ามซึ่งอยู่ริมทั้งสองด้านทำให้สารละลายส่วนกลางมีความเข้มข้นไอออนลดลงจึงนำหลักการนี้ไปแยกไอออนของโซเดียมและคลอไรด์ไอออนออกจากน้ำทะเลเพื่อผลิตน้ำจืดจากทะเลได้

5. กระบวนการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5Es ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (5นาที)

5.1.1 ครูให้นักเรียนอภิปรายทบทวนหลักการของการเซลล์กัลวานิกและเซลล์อิเล็กโทรไลต์ รวมทั้งการนำหลักการของเซลล์ไฟฟ้าเคมีทั้ง 2 ประเภทมาใช้ประโยชน์ เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนเรื่องความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ไฟฟ้าเคมี

5.1.2 ครูถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นการคิดว่า จากหลักการของเซลล์ไฟฟ้าเคมีทั้ง 2 ประเภทที่ได้ศึกษานักเรียนคิดว่าสามารถนำเอาไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาเครื่องมือ เครื่องใช้ได้หรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ: ตอบตามแนวคิดของนักเรียน)

5.1.3 ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบว่าในคาบนี้จะศึกษาในเรื่องของความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ไฟฟ้าเคมี

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)(50 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน

5.2.2 ครูแจกใบความรู้เรื่อง ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ไฟฟ้าเคมีและให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลในหัวข้อต่อไปนี้

- แบตเตอรี่อิเล็กโทรไลต์ของแข็ง
- แบตเตอรี่สังกะสี-อากาศ
- การทำอิเล็กโทรดอะลิซีนน้ำทะเล

5.2.3 ครูชี้แจงเพิ่มเติมว่า หลังจากนักเรียนสืบค้นข้อมูลแล้วให้แต่ละกลุ่ม สรุปข้อมูลที่ได้และจัดทำเป็นป้ายนิเทศก์เพื่อนำเสนอ ครูและเพื่อน

5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)(50 นาที)

5.3.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอป้ายนิเทศก์ของตนเอง พร้อมกับให้เพื่อนได้ตั้งคำถามกลุ่มละ 1 คำถาม

5.3.2 ครูนำนักเรียนอภิปรายตามรายละเอียดในใบความรู้เรื่อง ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ไฟฟ้าเคมี ถึงส่วนประกอบและหลักการทำงานของแบตเตอรี่อิเล็กโทรไลต์แข็งแบตเตอรี่อากาศหลักการทำงานของอิเล็กโทรดอะลิซีนน้ำทะเล

5.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) (30นาที)

5.4.1 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบท เรื่องไฟฟ้าเคมี ในหนังสือเรียน เคมีเล่ม 4

5.5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) (25 นาที)

5.5.1 ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท เรื่องไฟฟ้าเคมีในหนังสือเรียนเคมีเล่ม 4

5.5.2 ครูประเมินความเข้าใจของนักเรียนจากการตรวจแบบฝึกหัดท้ายบท

5.5.3 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่องความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ไฟฟ้าเคมีว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อการนำเสนอ Power Point

6.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

6.3 ใบความรู้เรื่อง ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ไฟฟ้าเคมี

7. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1.บอกส่วนประกอบและหลักการทำงานของแบตเตอรี่อิเล็กทรอนิกส์ แบตเตอรี่อากาศได้ 2. บอกส่วนประกอบและหลักการทำงานของแบตเตอรี่อิเล็กทรอนิกส์ แบตเตอรี่อากาศได้ 3. อธิบายหลักการของอิเล็กทรอนิกส์ไดโอดซิลิโคนน้ำทะเลได้	สังเกต/ ตรวจ - จากการถามคำถามระหว่างทำกิจกรรม - แบบฝึกหัดท้ายบท - การจัดทำปฏินิเทศก์	- การถามคำถาม -แบบฝึกหัดท้ายบท เรื่องไฟฟ้าเคมี - ปฏินิเทศก์	- นักเรียนตอบคำถามได้ ร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ - นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 4. เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้	สังเกต/ตรวจ - แบบฝึกหัดท้ายบท - การจัดทำปฏินิเทศก์	-แบบฝึกหัดท้ายบท เรื่องไฟฟ้าเคมี - ปฏินิเทศก์	- นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านเจตคติ (A) 5. มีความสนใจในกิจกรรม รับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม และทำงานเสร็จทันเวลา	สังเกตจาก - ความสนใจในการทำกิจกรรมกลุ่ม - จากการทำกิจกรรม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการแสวงหาข้อมูลของ	- นักเรียนแต่ละกลุ่ม ได้คะแนนอยู่ในระดับดีขึ้นไป - นักเรียนมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีขึ้นไป

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

8. บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

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

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

9. ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.....
ลงชื่อ.....

(.....)

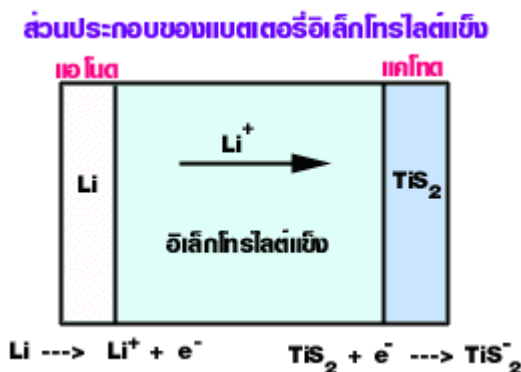
ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

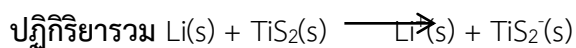
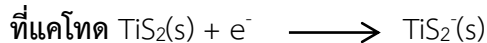
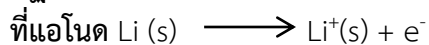
โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ใบความรู้รายวิชาเคมี รหัสวิชา ว30223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่องความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ไฟฟ้าเคมี

ชื่อ-สกุล.....ชั้น ม./.....เลขที่.....

สารจำพวกพอลิเมอร์บางชนิด มีสมบัติยอมให้อิออนผ่านได้ดีแต่ไม่ยอมให้อิเล็กตรอนผ่านได้จึงนำมาใช้เป็นอิเล็กโทรไลต์ที่เรียกว่า อิเล็กโทรไลต์แข็ง และสามารถนำมาประกอบกับขั้วไฟฟ้าเป็นแบตเตอรี่ได้ โดยมีโลหะลิเทียมเป็นแอโนดและไทเทเนียมไดซัลไฟด์ (TiS_2) เป็นแคโทด



ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น



ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์นี้มีค่าประมาณ 2 โวลต์ เมื่อโลหะลิเทียมให้อิเล็กตรอนแล้วจะกลายเป็น Li^+ ผ่านอิเล็กโทรไลต์แข็งไปยังแคโทดซึ่งมี TiS_2 ทำหน้าที่รับอิเล็กตรอนเกิดเป็น $\text{TiS}_2^-(\text{s})$ จากนั้น TiS_2^- จะรวมตัวกับ Li^+ เกิดเป็น LiTiS_2 อิเล็กโทรไลต์แข็งทำหน้าที่เป็นฉนวนต่ออิเล็กตรอน จึงทำให้เซลล์ไฟฟ้านี้สามารถใช้งานได้โดยไม่เกิดการลัดวงจร

เซลล์ไฟฟ้าแบบนี้เป็นแบบทุติยภูมิสามารถประจุไฟได้ใหม่เช่นเดียวกับเซลล์นิกแคดหรือเซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว ในปัจจุบันนี้มีการใช้แบตเตอรี่ชนิดนี้กับรถยนต์ ทำให้ไม่ต้องเติมน้ำกลั่นกับแบตเตอรี่อีกต่อไปเมื่อแบตเตอรี่นี้หมดอายุการใช้งานแล้วก็สามารถเปลี่ยนใหม่ได้ แต่ยังมีราคาแพงมากเมื่อเทียบกับแบตเตอรี่ที่ใช้แผ่นตะกั่วเป็นขั้วไฟฟ้าและใช้สารละลายกรดเป็นอิเล็กโทรไลต์

การทำอิเล็กโทรไดอะลิซิสน้ำทะเล

อิเล็กโทรไดอะลิซิสเป็นเซลล์อิเล็กโทรไลต์ที่ใช้แยกไอออนออกจากสารละลายโดยให้อิออนเคลื่อนที่ผ่านเยื่อบางๆ ไปยังขั้วไฟฟ้าที่มีประจุตรงกันข้ามซึ่งอยู่ริมทั้งสองด้านทำให้สารละลายส่วนกลางมีความเข้มข้นไอออนลดลงจึงนำหลักการนี้ไปแยกไอออนของโซเดียมและคลอไรด์ไอออนออกจากน้ำทะเลเพื่อผลิตน้ำจืดจากทะเลได้