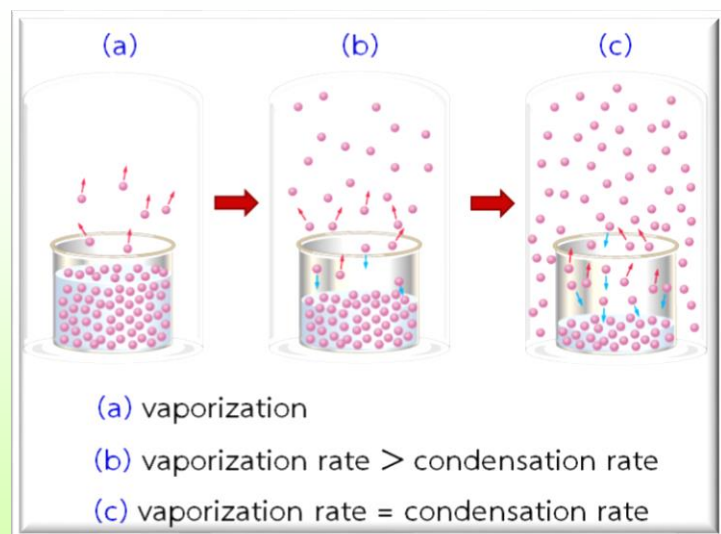


ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E)

รายวิชาเคมี 3 รหัสวิชา ว32223

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง

สมดุลเคมี



การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

นางศิริกานต์ ขุนทองจันทร์

ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการ

โรงเรียนตะกั่วป่า “เสนานุกูล”

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 14

คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) รายวิชาเคมี 3 รหัสวิชา ว32223 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สมดุลเคมี จัดทำเพื่อส่งเสริมและพัฒนากิจการการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นชุดกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ที่สร้างขึ้นให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ช่วยให้ผู้เรียนรู้จักการสืบเสาะหาความรู้ และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ มีความสามารถในการสื่อสาร ตัดสินใจ และการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) เรื่อง สมดุลเคมี นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยลงมือปฏิบัติจริงในทุกกิจกรรมที่กำหนดและเพื่อให้การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) เรื่อง สมดุลเคมี เกิดประโยชน์สูงสุด นักเรียนควรศึกษาและปฏิบัติตามคำชี้แจง

หวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ชุดนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนากิจการการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ และพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ศิริกานต์ ขุนทองจันทร์

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	2
สารบัญ	3
คำชี้แจง	4
แผนผังแสดงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	5
คำแนะนำสำหรับครู	6
คำแนะนำสำหรับนักเรียน	7
มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้	8
จุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้	9
กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E)	10
ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)	11
แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้	12
ความรู้ที่ 1 ระบบและสิ่งแวดล้อม	15
กิจกรรมที่ 1 ระบบและสิ่งแวดล้อม	17
ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)	19
ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)	20
กิจกรรมที่ 2 ปฏิกริยาระหว่าง CuSO_4 กับ HCl	21
ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)	27
ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)	28
ความรู้ที่ 2 การเขียนรายงานผลการทดลอง	29
ความรู้ที่ 3 การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้	37
กิจกรรมที่ 3 การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้	41
ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)	43
แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้	44
ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extention Phase)	47
ภาคผนวก	48
บรรณานุกรม	60
ประวัติย่อผู้จัดทำ	61

คำชี้แจง

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) รายวิชาเคมี 3 รหัสวิชา ว32223 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สมดุลเคมี ประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 7 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

ชุดที่ 2 ภาวะสมดุล

ชุดที่ 3 ค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี

ชุดที่ 4 ค่าคงที่สมดุลกับการคำนวณ

ชุดที่ 5 การเปลี่ยนความเข้มข้น ณ ภาวะสมดุล

ชุดที่ 6 การเปลี่ยนความดันและอุณหภูมิ ณ ภาวะสมดุล

ชุดที่ 7 หลักของเลอชาเตอลิเอร์

2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ชุดนี้เป็นชุดที่ 1 การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมี 3 รหัสวิชา ว32223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 แผน เวลา 3 ชั่วโมง

3. ส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้ ประกอบด้วย คำชี้แจง แผนผังแสดงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ คำแนะนำสำหรับครู คำแนะนำสำหรับนักเรียน มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) เฉลยแบบทดสอบก่อน-หลังเรียน และเฉลยกิจกรรม

4. ผู้ใช้ชุดกิจกรรมนี้ควรศึกษาคำแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ก่อนใช้ และปฏิบัติตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extention Phase)

แผนผังแสดงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 7E

1. ศึกษาคำชี้แจงและคำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้



2. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้



3. ศึกษาชุดกิจกรรมและปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม
- ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ
- ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา
- ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย
- ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้
- ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล
- ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้



4. ตรวจสอบคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน กิจกรรม และแบบทดสอบหลังเรียน จากเฉลยแบบทดสอบก่อน-หลังเรียน และเฉลยกิจกรรม



ไม่ผ่านเกณฑ์



การประเมินผล



ผ่านเกณฑ์



5. ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 2 ต่อไป

คำแนะนำสำหรับครู

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) รายวิชาเคมี 3 รหัสวิชา ว32223 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สมดุลเคมี ชุดที่ 1 การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ มีเนื้อหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสารที่ผันกลับได้และผันกลับไม่ได้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ซึ่งต้องปฏิบัติตามลำดับขั้นตอน ดังนั้น ครูผู้สอนควรเตรียมความพร้อมและปฏิบัติตามคำแนะนำ ดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาที่สอน เอกสารชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และคำชี้แจงต่าง ๆ ให้เข้าใจ และยึดหยุ่นกิจกรรมตามความเหมาะสม
2. เตรียมสื่ออุปกรณ์สำหรับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ให้พร้อมและครบจำนวนนักเรียนในชั้นเรียน แต่ละกลุ่ม และทดลองก่อนการจัดการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง
3. เมื่อมีกิจกรรมกลุ่ม ให้แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน โดยคณะและคณะนักเรียนเก่ง ปานกลางและอ่อน ให้มีการเลือกประธานและเลขานุการกลุ่ม และให้นักเรียนแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบในกลุ่ม
4. เมื่อมีการทดลอง ครูต้องชี้แจงข้อควรระวังก่อนการทดลองทุกครั้ง เพื่อความปลอดภัยขณะปฏิบัติการทดลอง
5. ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบบทบาทของตนเอง แนะนำแนวปฏิบัติ ขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และการปฏิบัติกิจกรรมอย่างรอบคอบ
6. ขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม ครูคอยให้คำปรึกษา คำแนะนำ และกระตุ้นให้นักเรียนในกลุ่มเกิดการเรียนรู้ร่วมกัน พร้อมทั้งสังเกตและประเมินพฤติกรรมการทำงานของนักเรียน
7. การวัดและประเมินผล ประเมินจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน กิจกรรม แบบบันทึกผลการทดลอง การเขียนรายงานผลการทดลอง และพฤติกรรมขณะทำการทดลองหรือปฏิบัติงานกลุ่ม
8. เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนเก็บสื่ออุปกรณ์ ให้เรียบร้อย และแจ้งให้นักเรียนเตรียมความพร้อม สำหรับการเรียนรู้ชุดกิจกรรมต่อไป

คำแนะนำสำหรับนักเรียน

การเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) รายวิชาเคมี 3 รหัสวิชา ว32223 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สมดุลเคมี ชุดที่ 1 การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนอย่างละเอียดและถูกต้อง ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ชุดที่ 1 การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ ใช้เวลา 3 ชั่วโมง มีเนื้อหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสารที่ผันกลับได้และผันกลับไม่ได้ ซึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E)

2. นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน โดยคณะคุณครูและคณะนักเรียนเก่ง ปานกลางและอ่อน ให้มีการเลือกประธานและเลขานุการกลุ่ม และให้นักเรียนแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบในกลุ่ม

3. อ่านและทำความเข้าใจ คำชี้แจง คำแนะนำ และแผนผังแสดงขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ให้ชัดเจน

4. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้

5. นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมตามขั้นตอนในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยปฏิบัติตามคำแนะนำ มีความรับผิดชอบ ร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

6. เมื่อปฏิบัติตามกิจกรรมตามชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบคำตอบจากเฉลยในชุดกิจกรรม ถ้าคำตอบไม่ถูกให้กลับไปอ่านทำความเข้าใจเนื้อหาอีกครั้งและตอบใหม่

7. ตรวจสอบคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจากเฉลย พร้อมบันทึกคะแนนที่ได้ เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนของตนเอง ซึ่งนักเรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียนให้ถูกต้องตั้งแต่ 7 ข้อขึ้นไป จึงจะผ่านเกณฑ์ ถ้านักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนด ให้นักเรียนนำเอกสารไปทบทวนเนื้อหาด้วยตนเองและทำแบบทดสอบใหม่อีกครั้ง

8. เมื่อเรียนจบแต่ละกิจกรรมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ต้องเก็บสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ให้เรียบร้อยทุกครั้ง

มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

- สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และปฏิกิริยาเคมีที่ผันกลับได้
- ทดลอง อภิปราย และลงข้อสรุปการทดลองการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ผันกลับได้

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม.4-6/5 รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบถูกต้อง ครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสม หรือความผิดพลาดของข้อมูล

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม.4-6/7 วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป หรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม.4-6/9 นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

จุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้ (K/P/A/C)

1. อธิบายและยกตัวอย่างปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ได้ (K)
2. อธิบายและยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ (K)
3. อธิบายและสรุปลักษณะของปฏิกิริยาไปข้างหน้า ปฏิกิริยาย้อนกลับได้ และปฏิกิริยาเคมีที่ผันกลับได้ (K)
4. ทำการทดลองเพื่อศึกษาการเกิดปฏิกิริยาผันกลับได้ (P)
5. ทำการเขียนรายงานการทดลองเพื่อศึกษาการเกิดปฏิกิริยาผันกลับได้ (P)
6. ทำงานร่วมกับผู้อื่น ใฝ่เรียนรู้ ซื่อสัตย์ต่อข้อมูล และการสืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ (A)
7. มีความสามารถในการสื่อสาร และการแก้ปัญหา เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ (C)

สาระการเรียนรู้

1. ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์
2. การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้
3. ปฏิกิริยาเคมีที่ผันกลับได้

กิจกรรมการเรียนรู้

แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E)

ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)

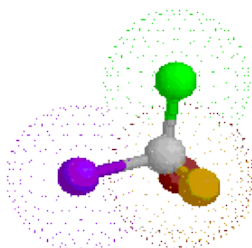
ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)

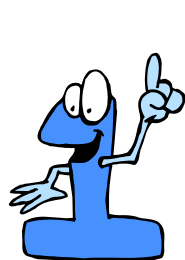
ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extention Phase)





ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม
(Elicitation Phase)

นักเรียนปฏิบัติดังนี้

- 1 ทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้
- 2 ตอบคำถามเกี่ยวกับระบบและสิ่งแวดล้อม ดังนี้
 - ระบบและสิ่งแวดล้อม ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสาร หมายความว่าอย่างไร
 - ระบบและสิ่งแวดล้อมของการเผาแคลเซียมคาร์บอเนตในถ้วยกระเบื้อง
 - ระบบและสิ่งแวดล้อมของปฏิกิริยาระหว่างโลหะสังกะสีกับกรดไฮโดรคลอริก
- 3 ศึกษาความรู้ที่ 1 ระบบและสิ่งแวดล้อม
- 4 ทำกิจกรรมที่ 1 ระบบและสิ่งแวดล้อม



แบบทดสอบก่อนเรียน
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ใช้เวลา 10 นาที
2. นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวแล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. ความหมายของระบบเปิด คือข้อใด

- ก. ระบบที่มีการถ่ายเทมวลและพลังงานกับสิ่งแวดล้อม
- ข. ระบบที่มีการถ่ายเทมวลกับสิ่งแวดล้อม
- ค. ระบบที่มีการถ่ายเทพลังงานกับสิ่งแวดล้อม
- ง. ระบบที่ไม่มีการถ่ายเทมวลและพลังงานกับสิ่งแวดล้อม

2. ข้อใดจัดเป็นการเปลี่ยนแปลงในระบบเปิด

- ก. น้ำในแก้วที่ปิดฝา
- ข. ลูกเหม็นในภาชนะปิด
- ค. กรดไฮโดรคลอริกกับโลหะสังกะสี
- ง. ปฏิกิริยาระหว่างกรดแอสติคกับเอทานอล

3. ข้อใดอธิบายความหมายของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ได้ถูกต้องที่สุด

- ก. ปฏิกิริยาที่สามารถเกิดย้อนกลับได้
- ข. ปฏิกิริยาที่สารผลิตภัณฑ์สามารถเกิดไปเป็นสารตั้งต้นได้อีก
- ค. ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในภาชนะปิดเท่านั้น
- ง. ปฏิกิริยาที่ไม่สามารถเกิดย้อนกลับได้

4. ข้อใดจัดเป็นตัวอย่างของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์

- ก. การระเหิดของไอโอดีนในภาชนะปิด
- ข. ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายเลด (II) ไนเตรตกับสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์
- ค. เผาแคลเซียมคาร์บอเนตในภาชนะปิด
- ง. สารละลายอิมตัวของน้ำตาล

5. ข้อใดกล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ถูกต้อง
- ก. มีการเปลี่ยนแปลงจากสารตั้งต้นไปเป็นสารผลิตภัณฑ์
 - ข. มีการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าอย่างเดียว
 - ค. มีการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและย้อนกลับ
 - ง. เกิดกับสารที่เป็นแก๊สเท่านั้น
6. การทดลองที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ คือข้อใด
- ก. ปฏิกิริยาระหว่าง CuSO_4 และ HCl
 - ข. ปฏิกิริยาระหว่างโลหะและกรด
 - ค. น้ำแข็งละลายในแก้วที่อุณหภูมิห้อง
 - ง. การระเหิดของไอโอดีน
7. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่ผันกลับได้เป็นอย่างไร
- ก. การเปลี่ยนแปลงที่ไม่ทำให้องค์ประกอบภายในของสารเปลี่ยนแปลง
 - ข. การเปลี่ยนแปลงที่ไม่ทำให้โครงสร้างโมเลกุลของสารเปลี่ยนไป
 - ค. เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงไปแล้วสามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้อีก
 - ง. ถูกทุกข้อ
8. ข้อใดเป็นการทดลองที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่ผันกลับได้
- ก. การเปลี่ยนสถานะของน้ำ
 - ข. การเปลี่ยนสถานะของไอโอดีน
 - ค. สารละลายอิมิตัวของเกลือ
 - ง. ถูกทุกข้อ
9. การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่ผันกลับได้ คือข้อใด
- ก. คือ การเกิดปฏิกิริยาเคมีแบบสมบรูณ์
 - ข. คือ การเกิดปฏิกิริยาเคมีแบบไม่สมบรูณ์
 - ค. ตัวอย่างเช่น การผสม $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$ และ $\text{KI}(\text{aq})$
 - ง. ตัวอย่างเช่น การผสม $\text{Zn}(\text{s})$ และ $\text{HCl}(\text{aq})$
10. ข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้
- ก. คือ การเกิดปฏิกิริยาเคมีแบบไม่สมบรูณ์
 - ข. คือ การเปลี่ยนแปลงที่สามารถกลับสู่สภาพเดิมได้อีก
 - ค. คือ การเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียว
 - ง. คือ การเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและย้อนกลับ



กระดาษคำตอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....ชั้น.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

คะแนน	ก่อนเรียน
คะแนนเต็ม	10
คะแนนที่ได้	



ความรู้ที่ 1 ระบบและสิ่งแวดล้อม

ระบบและสิ่งแวดล้อม

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสาร จะมีการกำหนดขอบเขตของการศึกษาที่สำคัญ 2 ส่วน คือ

ระบบ (system) หมายถึง สิ่งที่อยู่ในขอบเขตที่ศึกษา

สิ่งแวดล้อม (surrounding) หมายถึง สิ่งที่อยู่นอกขอบเขตที่ศึกษา

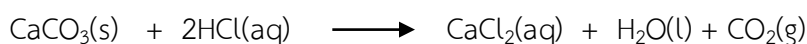
ตัวอย่าง การทำให้น้ำแข็งกลายเป็นน้ำ ระบบก่อนการเปลี่ยนแปลง คือ น้ำแข็ง และระบบหลังการเปลี่ยนแปลง คือ น้ำ ส่วนสิ่งแวดล้อมคือ ภาชนะ และอากาศ

ตัวอย่าง การทำปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก ระบบก่อนการเปลี่ยนแปลง คือ โลหะแมกนีเซียมและกรดไฮโดรคลอริก และระบบหลังการเปลี่ยนแปลง คือ สารละลายแมกนีเซียมคลอไรด์และแก๊สไฮโดรเจน ส่วนสิ่งแวดล้อมคือ ภาชนะ และอากาศ

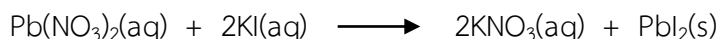
สามารถแบ่งระบบออกเป็น 3 ประเภท โดยอาศัยการถ่ายเทมวลและพลังงาน ดังนี้

ระบบปิด (closed system) หมายถึง ระบบที่ไม่มีการถ่ายเทมวล มีเฉพาะการถ่ายเทพลังงานกับสิ่งแวดล้อม เกิดได้ทั้งในภาชนะเปิดและภาชนะปิด ถ้ามีแก๊สอยู่ด้วยต้องเกิดในภาชนะปิด เช่น

- ปฏิกิริยาระหว่างแคลเซียมคาร์บอเนตกับกรดไฮโดรคลอริกในภาชนะปิด



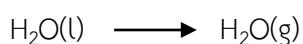
- ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายเลด (II) ไนเตรตกับสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์



- ปฏิกิริยาระหว่างกรดแอสติคกับเอทานอล



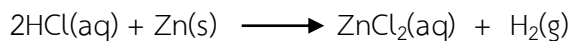
- การระเหยของน้ำในขวดที่ปิดสนิท



ระบบเปิด (opened system) หมายถึง ระบบที่มีการถ่ายเทมวลและพลังงานกับสิ่งแวดล้อม

เกิดได้ในสถานะเปิด เช่น

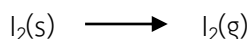
- ปฏิกิริยาระหว่างกรดไฮโดรคลอริกกับโลหะสังกะสี



- การเผาแคลเซียมคาร์บอเนตในถ้วยกระเบื้อง



- การระเหิดของไอโอดีน



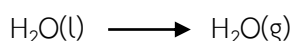
- การสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์



ระบบแยกตัวหรือระบบอิสระ (isolated system) หมายถึง ระบบที่ไม่มีการถ่ายเทมวลและ

พลังงานกับสิ่งแวดล้อม เช่น

- น้ำร้อนที่อยู่ในกระติกน้ำร้อนที่มีฉนวนหุ้มอย่างดีและปิดสนิท



ข้อสังเกต

การพิจารณาว่าระบบใดเป็นระบบเปิดหรือระบบปิดนั้น ไม่ขึ้นอยู่กับ การเปิดหรือปิดภาชนะ แต่ขึ้นอยู่กับมีการถ่ายเทมวลระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมหรือไม่



กิจกรรมที่ 1 ระบบและสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง

นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดให้และระบุว่าข้อใดเป็นระบบปิดหรือระบบเปิดพร้อมอธิบายเหตุผล

1. โปรทในเทอร์โมมิเตอร์วัดไข้

.....

.....

.....

.....

2. หลอดคะปิลลารีปลายเปิด 1 ด้าน บรรจุน้ำเชื่อม

.....

.....

.....

.....

3. ผสมสารละลาย $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ กับ สารละลาย KI

.....

.....

.....

.....

4. ผสมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกกับผงสังกะสี

.....

.....

.....

.....

5. น้ำร้อนในแก้วที่ปิดฝาสนิท

.....

.....

.....

.....

6. การเผาผลาญไขมันในหีองทดลอง

.....

.....

.....

.....

7. สารละลายไอโอดีนในปิกลเกอร์ที่ปิดสนิท

.....

.....

.....

.....

8. ปฏิกิริยาระหว่างกรด CH_3COOH กับเบส NaOH

.....

.....

.....

.....

9. การเผาผลาญคาร์บอนในถ้วยกระเบื้อง

.....

.....

.....

.....

10. การสลายตัวของผงฟูเมื่อได้รับความร้อน

.....

.....

.....

.....





ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)

นักเรียนปฏิบัติดังนี้

1. ตอบคำถามเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ ดังนี้
 - การจำแนกการเปลี่ยนแปลงของสารโดยใช้เกณฑ์องค์ประกอบทางเคมีของสาร เกณฑ์การถ่ายเทพลังงานและเกณฑ์ทิศทางการเปลี่ยนแปลงได้กี่ประเภท อะไรบ้าง
 - ยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน
 - บอกความหมายของปฏิกิริยาเคมีที่ผันกลับได้ พร้อมทั้งยกตัวอย่าง
2. ให้นักเรียนร่วมกันคาดคะเนผลการทดลองระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (CuSO_4) กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ว่าควรได้ผลิตภัณฑ์เป็นสารใดบ้าง และทิศทางการเกิดปฏิกิริยาเป็นแบบใด





นักเรียนปฏิบัติดังนี้

- 1 นักเรียนจัดกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน โดยคณะเพศและคณะนักเรียนเก่ง ปานกลางและอ่อน ให้มีการเลือกประธานและเลขานุการกลุ่ม และนักเรียนแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบในกลุ่ม
- 2 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมที่ 2 การทดลอง เรื่อง ปฏิกริยาระหว่างสารละลาย CuSO_4 กับสารละลาย HCl โดยก่อนทำการทดลองให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา คำชี้แจง จุดประสงค์การทดลอง และวิธีการทดลองอย่างละเอียด



กิจกรรมที่ 2

ปฏิกิริยาระหว่าง CuSO_4 กับ HCl

ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (CuSO_4) กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl)

คำชี้แจง

1. นักเรียนศึกษาจุดประสงค์การทดลองและวิธีการทดลองอย่างละเอียด
2. ระดมความคิดเห็นของกลุ่มเพื่อเขียนรายการอุปกรณ์ สารเคมี แผนผังการทดลอง และออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง
3. ปฏิบัติการทดลองตามแผนผังที่เขียนไว้ ด้วยความระมัดระวัง (นักเรียนหยิบอุปกรณ์ตามรายการที่เขียนไว้มาจากตู้อุปกรณ์ประจำกลุ่มและเมื่อเสร็จแล้วให้ล้างทำความสะอาดเก็บให้เรียบร้อย)
4. บันทึกผลการทดลองลงในแบบบันทึกผลการทดลอง
5. สมาชิกในกลุ่มร่วมกันอภิปราย สรุปผลการทดลองและตอบคำถามท้ายการทดลอง

จุดประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาปฏิกิริยาผันกลับได้
2. อธิบายความหมายและยกตัวอย่างของปฏิกิริยาผันกลับได้

วิธีการทดลอง

1. ใส่สารละลาย CuSO_4 ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก 2 หลอด ๆ ละ 5 หยด
2. เติมน้ำกลั่น 15 หยด ลงในหลอดที่ 1 เขย่าและตั้งไว้เพื่อใช้เปรียบเทียบ
3. หยดสารละลาย HCl 6 mol/dm^3 ลงในหลอดที่ 2 ที่ละหยดพร้อมเขย่าจนสารละลายเปลี่ยนสีบันทึกผล
4. หยดน้ำกลั่นลงในสารละลายข้อที่ 3 ที่ละหยดพร้อมกับเขย่าจนสารละลายเปลี่ยนสีบันทึกผล
5. ทำการทดลองซ้ำกับสารในหลอดเดิมอีกครั้งตามข้อที่ 3-4 สังเกตการเปลี่ยนแปลง

บันทึกผลการทดลอง

วันที่ทำการทดลอง

.....

จุดประสงค์

.....
.....

สมมติฐานการทดลอง

.....
.....

ตัวแปรการทดลอง

ตัวแปรต้น.....

.....

ตัวแปรตาม.....

.....

ตัวแปรควบคุม.....

.....

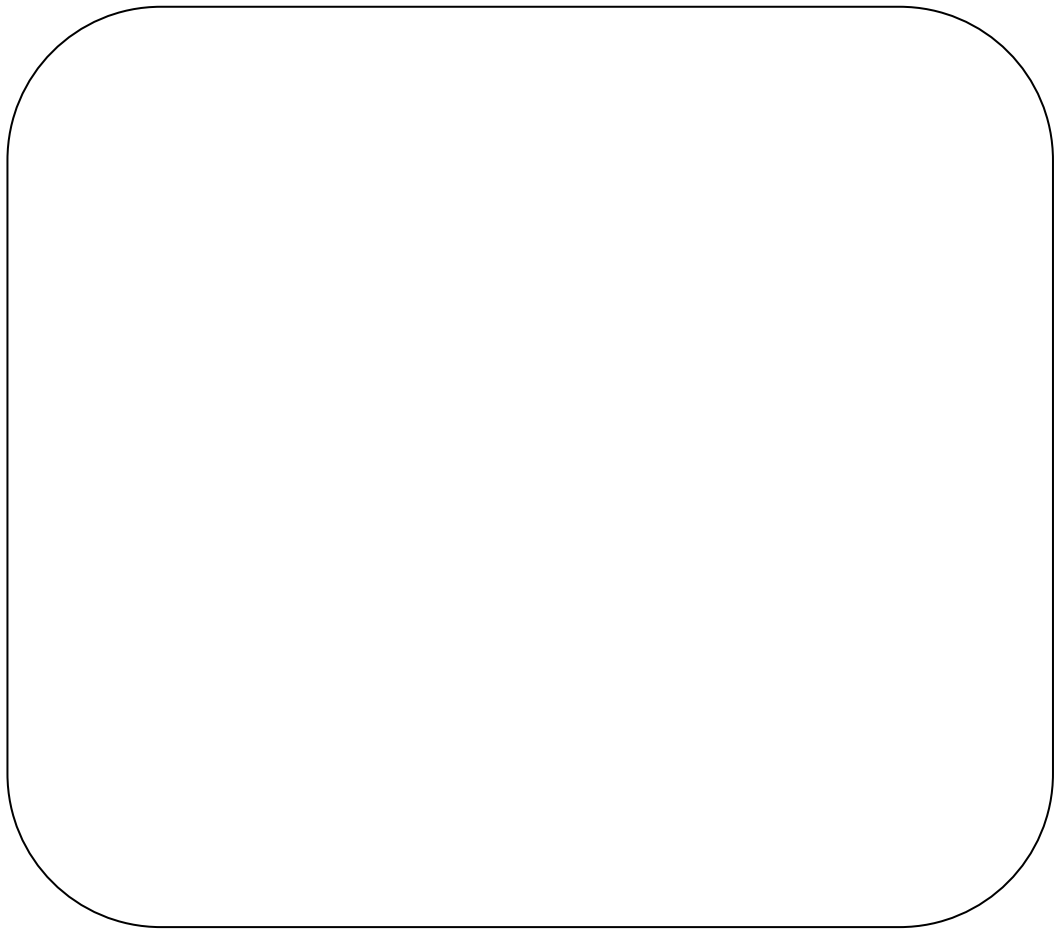
อุปกรณ์

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

สารเคมี

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

แผนผังการทดลอง



ตารางผลการทดลอง

อภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. เมื่อเติมสารละลาย HCl และน้ำลงไปในสารละลาย CuSO_4 จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จงเขียนปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรด HCl กับสารละลาย CuSO_4 พร้อมทั้งระบุปฏิกิริยาไปข้างหน้า และปฏิกิริยาย้อนกลับ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. เมื่อปฏิกิริยาผันกลับได้ดำเนินไประยะเวลาหนึ่งทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ยังคงทำปฏิกิริยาต่อไปอีกหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนยกตัวอย่างการเกิดปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ 1 ปฏิกิริยา พร้อมทั้งบอกวิธีการตรวจสอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

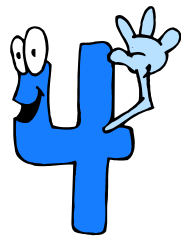
.....

.....

.....

.....

++++++



ขั้นอธิบาย
[Explanation Phase]

นักเรียนปฏิบัติดังนี้

- 1 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่ม นำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน
- 2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง





ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)

นักเรียนปฏิบัติดังนี้

- 1 นักเรียนศึกษาความรู้ที่ 2 การเขียนรายงานผลการทดลอง และเขียนรายงานผลการทดลอง ในกิจกรรมที่ 2 การทดลอง เรื่อง ปฏิกริยาระหว่างสารละลาย CuSO_4 กับสารละลาย HCl
- 2 นักเรียนศึกษาความรู้ที่ 3 การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้
- 3 นักเรียนทำกิจกรรมที่ 3 การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้



ความรู้ที่ 2

การเขียนรายงานผลการทดลอง

การเขียนรายงานผลการทดลองควรมีหัวข้อหลัก ๆ ดังนี้ ชื่อการทดลอง ชื่อผู้ทำการทดลอง วันที่ทำการทดลอง วัตถุประสงค์ สมมติฐานการทดลอง ตัวแปรการทดลอง อุปกรณ์และสารเคมี แผนผังวิธีการทดลอง ผลการทดลอง อภิปรายผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง และคำถามท้ายการทดลอง

วันที่ทำการทดลอง (date)

เป็นวันที่ได้ทำการทดลองจริง

วัตถุประสงค์ (objective)

ควรเป็นประโยคสั้นๆ ที่บอกว่าต้องการรู้, ทดสอบ, หรือวิเคราะห์อะไร

สมมติฐานการทดลอง (hypothesis)

สมมติฐาน คือ การคาดคะเนคำตอบของปัญหาที่ต้องการศึกษา สมมติฐานต้องสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นนั้นอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจำเป็นต้องมีการทดสอบเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน แต่ไม่ใช้การตรวจสอบเพื่อพิสูจน์ตามสมมติฐาน การตั้งสมมติฐานต้องยึดปัญหาเป็นหลักเสมอ

ตัวแปรการทดลอง (variable)

ตัวแปร (Variable) คือ ปัจจัยที่มีผลต่อการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ตัวแปรแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent variable) คือ ตัวแปรที่ต้องศึกษาทำการตรวจสอบและดูแล เป็นตัวแปรที่เรากำหนดขึ้นมา เป็นตัวแปรที่ไม่อยู่ในความควบคุมของตัวแปรใดๆ

ตัวแปรตาม (Dependent variable) คือ ตัวแปรที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนไปด้วย

ตัวแปรควบคุม (Controlled variable) คือ สิ่งอื่นๆ นอกจากตัวแปรต้น ที่ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนแต่ เราควบคุมให้คงที่ตลอดการทดลอง เนื่องจากยังไม่ต้องการศึกษา

อุปกรณ์และสารเคมี (equipment and chemicals)

บอกอุปกรณ์และสารเคมี ตามจำนวนและปริมาณที่ต้องใช้ในการทดลอง

แผนผังวิธีการทดลอง (procedure)

อ่านทำความเข้าใจวิธีการทดลองอย่างละเอียดแล้วนำมาเขียนเป็นแผนผังการทดลองที่เป็นลำดับขั้นตอน โดยใช้รูปภาพ สูตรเคมี และข้อความที่กะทัดรัดในการนำเสนอ

ผลการทดลอง (result)

การนำเสนอผลการทดลองควรใช้ตารางหรือกราฟ ถ้าผลการทดลองที่ได้เป็นตัวเลข และต้องบอกให้ชัดเจนว่าค่าไหนเป็นค่าที่ได้จากการทดลอง ค่าไหนที่ได้จากการคำนวณ และสามารถใช้ตารางเดียวในการแสดงค่าทั้งสองได้โดยใช้ในคอลัมน์ที่ต่างกันไม่จำเป็นต้องใช้สองตาราง

ควรเขียนชื่อของค่าต่าง ๆ ไว้บนสุดของแต่ละคอลัมน์ โดยเขียนสัญลักษณ์ (สัญลักษณ์นั้นถูกใช้ทั้งรายงาน) และหน่วย ไม่ควรมีคอลัมน์สำหรับค่าคงที่ที่เหมือนกัน ถ้าคอลัมน์นั้นเป็นค่าที่ได้จากการคำนวณ ควรเขียนสมการของการคำนวณที่บนสุดของคอลัมน์นั้นด้วย ถ้าสมการนั้นยาวและซับซ้อนเกินไป ควรเขียนต่างหากพร้อมกับยกตัวอย่างการคำนวณ

ควรบันทึกผลการวัดอย่างเป็นระเบียบที่สุด ซึ่งจะช่วยให้สามารถวางแผนและเข้าใจในสิ่งที่กำลังทำอยู่ และช่วยประหยัดเวลา

อภิปรายผลการทดลอง (discussion)

ควรอภิปรายผลการทดลองที่ได้ว่าเป็นอย่างไร สอดคล้องกับทฤษฎีหรือไม่ หากไม่สอดคล้องให้อธิบายถึงสาเหตุที่ผลการทดลองคลาดเคลื่อน และบอกแนวทางแก้ไขความคลาดเคลื่อน ว่ามีอย่างไรบ้าง และการอภิปรายผลการทดลองในทางเคมีหากมีการทดลองที่เกิดปฏิกิริยาเคมีหรือมีสมการเคมีเกี่ยวข้อง ต้องเขียนสมการเคมีที่เกิดขึ้นด้วย

การอภิปรายผลการทดลองไม่ใช่การนำผลของการทดลองมาเขียนซ้ำ

สรุปผลการทดลอง (conclusion)

คือการสรุปสิ่งที่ได้ โดยกล่าวสั้น ๆ ถึงสาระสำคัญที่ได้จากผลการทดลองทั้งที่ได้ผลบวกหรือผลลบ และครบถ้วนตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ (ไม่ควรนำทฤษฎีมาสรุป)

คำถามท้ายการทดลอง (question)

ตอบคำถามท้ายการทดลองให้ครบถ้วนและถูกต้องที่สุดโดยใช้ข้อมูลจากการทดลองที่ได้และข้อมูลจากทฤษฎีที่สืบค้นเพิ่มเติม

ตัวอย่าง

การเขียนรายงานผลการทดลอง

ชื่อการทดลอง

การทำ Benzoic acid ให้บริสุทธิ์โดยการตกผลึก

ผู้ทำการทดลอง

นางสาวศิริกานต์ กันนัย

วันที่ทำการทดลอง

9 มิถุนายน 2552

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการตกผลึกของสารอินทรีย์และตรวจสอบความบริสุทธิ์ของสาร
2. ฝึกการทำบริสุทธิ์โดยการตกผลึก

สมมติฐานการทดลอง

สามารถใช้ตัวทำละลายเฮกเซนในการตกผลึกกรดเบนโซอิกให้บริสุทธิ์ ได้ผลึกมีลักษณะรูปร่างคล้ายเข็มแท่งเล็ก ๆ สีขาว

ตัวแปรการทดลอง

ตัวแปรต้น

- | | |
|----------------|------------------|
| - benzoic acid | - dichlorometane |
| - hexane | - chloroform |
| - methanol | - น้ำ |

ตัวแปรตาม - ผลจากการตกผลึก benzoic acid

ตัวแปรควบคุม - ปริมาณสารเคมีที่ใช้

อุปกรณ์และสารเคมี

อุปกรณ์

1. เศษกระเบื้อง	1-2 ชิ้น
2. ขวดรูปกรวย 150 ml	2 ใบ
3. ปีกเกอร์ 150 ml	2 ใบ
4. เครื่อง hot plate	1 เครื่อง
5. แท่งแก้วคนสาร	2 แท่ง
6. กรวยกรอง	1 กรวย
7. กระดาษกรองแบบธรรมดา	1 แผ่น
8. ชุด stand และ ring	1 ชุด
9. ชันน้ำ	1 ใบ
10. ชุดกรวยกรองบุชเนอร์	1 ชุด
11. กระจกนาฬิกา	2 อัน
12. หลอดหยด	2 หลอด
13. spatula	1 แท่ง
14. เครื่องชั่งน้ำหนักสาร	1 เครื่อง
15. หลอดทดลองขนาดเล็ก	5 หลอด

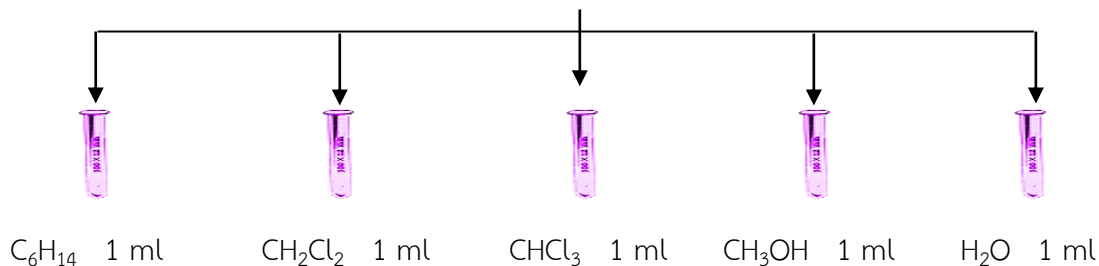
สารเคมี

1. ผงถ่าน	0.5 กรัม
2. benzoic acid	1.5 กรัม
3. hexane	50 มิลลิลิตร
4. dichloromethane	10 มิลลิลิตร
5. chloroform	10 มิลลิลิตร
6. methanol	10 มิลลิลิตร
7. น้ำ	10 มิลลิลิตร

แผนผังวิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 การเลือกตัวทำละลายในการตกผลึก benzoic acid

benzoic acid หลอดละประมาณ 0.1 กรัม (ขนาดเท่าหัวไม้ขีดไฟ)



เขย่าหลอดทดลองทุกหลอด สังเกตการละลายในแต่ละหลอด

นำสารละลายในแต่ละหลอดไปอุ่นให้ร้อน สังเกตการละลายในแต่ละหลอด

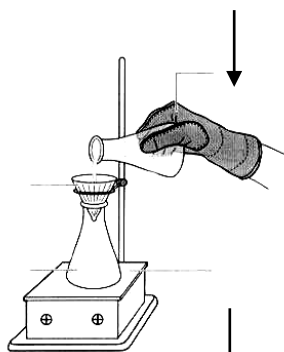
ตอนที่ 2 การตกผลึก benzoic acid



- 1) benzoic acid (ไม่บริสุทธิ์) 1.5 g
- 2) เศษกระเบื้อง 1 ชิ้น
- 3) hexane ครั้งละประมาณ 10 ml จนละลายสารได้หมด (50 ml)

ให้ความร้อนโดยใช้เครื่อง Hotplate คนด้วยแท่งแก้วจนสารละลายหมด

ยกขวดรูปกรวยลงแล้วใส่ผงถ่าน 0.5 กรัม นำไปต้มให้เดือด 3-5 นาที
(สำหรับการทดลองนี้ไม่ใช่ เนื่องจากเฮกเซนไม่ละลายสารบนเบื่อนที่เป็นสี สีของสารละลายใส)



กรองขณะร้อนด้วยการกรองแบบธรรมดา โดย
กรองบนเครื่อง Hot plate เพื่อป้องกันการตกผลึก
ก่อน

ปล่อยให้สารละลายให้เย็นลงช้า ๆ จนมีผลึกตก

กรองผลึกแบบลดความดัน ทำให้แห้ง ชั่งน้ำหนัก หาช่วงจุดหลอมเหลว คำนวณเปอร์เซ็นต์ที่ได้

ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 การเลือกตัวทำละลายในการตกผลึก benzoic acid

ตัวทำละลาย + benzoic acid	การละลายขณะเย็น	การละลายขณะร้อน
Hexane (C_6H_{14})	ละลายได้ไม่ดี	ละลายได้ดี
Dichloromethane (CH_2Cl_2)	ละลายได้ดี	ละลายได้ดี
Chloroform ($CHCl_3$)	ละลายได้ดี	ละลายได้ดี
Methanol (CH_3OH)	ละลายได้ดี	ละลายได้ดี
Water (H_2O)	ละลายได้ไม่ดี	ละลายได้ดี

ตอนที่ 2 การตกผลึก benzoic acid

ลักษณะของผลึก	รูปร่างคล้ายเข็มแท่งเล็กๆ สีขาว
น้ำหนักผลึก	0.930 กรัม
ช่วงของการหลอมเหลว	121 °C – 122 °C
การทดสอบ TLC	เมื่อส่องด้วย UV ปรากฏจุด 1 จุด มีค่า $R_f = 0.511$

อภิปรายผลการทดลอง

การทดลองเลือกตัวทำละลายในการตกผลึกกรดเบนโซอิก โดยเลือกจากตัวทำละลาย 5 ชนิดพบว่า เฮกเซนและน้ำมีสมบัติเป็นตัวทำละลายในการตกผลึกกรดเบนโซอิกได้ เนื่องจากสามารถละลาย กรดเบนโซอิกได้ดีในขณะร้อน แต่ไม่ละลายหรือละลายได้น้อยในขณะเย็น และทั้งน้ำและเฮกเซนไม่ทำปฏิกิริยากับกรดเบนโซอิก แต่น้ำมีจุดเดือด 100 °C สูงกว่าเฮกเซน ซึ่งมีจุดเดือด 69 °C ถ้าใช้น้ำเป็นตัวทำละลายจะทำให้ผลึกแห้งช้า นอกจากนี้ยังพบว่าเฮกเซนไม่ละลายสิ่งปนเปื้อนที่เป็นสี ดังนั้น จึงเลือกเฮกเซนเป็นตัวทำละลายในการตกผลึกกรดเบนโซอิก

ในระหว่างการตกผลึกกรดเบนโซอิก ขั้นตอนของการกรองแบบธรรมดาขณะร้อน กรดเบนโซอิกเกิดการตกผลึกออกมาก่อนในกรวยกรองและก้านกรวยทำให้เกิดการอุดตันและได้ผลึกที่ไม่สมบูรณ์ แก้ไขโดยการทำให้สารละลาย กรวยกรองและขวดรูปกรวยที่รองรับร้อนขณะทำการกรองโดยให้ขวดรูปกรวยที่รองรับตั้งอยู่บนเครื่อง hot plate พร้อมให้ความร้อนพอเหมาะ

ผลึกของกรดเบนโซอิกที่ตกผลึกได้ มีลักษณะรูปร่างคล้ายเข็มแท่งเล็ก ๆ สีขาว ได้น้ำหนัก 0.930 กรัม เมื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์ yield พบว่าได้ 62.00 % yield เนื่องมาจากการสูญเสียสารไประหว่างการทดลองในขั้นตอนต่าง ๆ และสารตั้งต้น 1.5 กรัม มีสิ่งปนเปื้อนอยู่ด้วย

เมื่อตรวจสอบความบริสุทธิ์ของสารด้วยการหาช่วงของการหลอมเหลว พบว่า ผลึกของกรดเบนโซอิก มีช่วงของการหลอมเหลวอยู่ที่ 121 °C – 122 °C เป็นช่วงหลอมเหลวที่แคบ ไม่เกิน 2 °C แสดงว่าผลึก

ของกรดเบนโซอิกที่ได้มีความบริสุทธิ์ และเมื่อตรวจสอบความบริสุทธิ์ด้วย TLC พบว่า เมื่อส่องด้วย UV ปรากฏจุด 1 จุด มีค่า $R_f = 0.511$ เป็นการสนับสนุนว่า กรดเบนโซอิกที่ตกผลึกได้มีความบริสุทธิ์

สรุปผลการทดลอง

การตกผลึกกรดเบนโซอิก ใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลายในการตกผลึก ได้ผลึกมีลักษณะรูปร่างคล้าย เข็มแท่งเล็ก ๆ สีขาว ได้น้ำหนัก 0.930 กรัม มีค่า 62.00% yield และเป็นผลึกกรดเบนโซอิกที่มีความบริสุทธิ์ ยืนยันผลโดยการหาช่วงของการหลอมเหลวและ TLC

คำถามท้ายการทดลอง

1. ผงถ่านฟอกสีได้อย่างไร

ผงถ่านฟอกสีได้โดยโมเลกุลของสีจะถูกดูดติดบนพื้นผิวและรูพรุนของถ่าน ดังนั้น ประสิทธิภาพการดูดซับสีจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณพื้นผิวและรูพรุนของถ่าน

ถ่านกัมมันต์ (activated carbon) เป็นถ่านที่มีสมบัติพิเศษที่ได้รับการเพิ่มคุณภาพหรือประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการใช้เทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีสมบัติหรืออำนาจในการดูดซับสูง เนื่องจากมีรูพรุนขนาดเล็กเกิดขึ้นจำนวนมาก และขนาดรูพรุนก็แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกรรมวิธีในการผลิตและวัตถุประสงค์ในการใช้งาน

2. ถ้าสารปนเปื้อนมีสีและไม่ละลายในตัวทำละลาย ท่านจะกำจัดสารปนเปื้อนนี้ออกได้อย่างไร

สารปนเปื้อนมีสีและไม่ละลายในตัวทำละลาย กำจัดออกได้โดยการกรองสารละลายนั้นขณะร้อน ด้วยการกรองแบบธรรมดา (gravitational filtration) โดยใช้กรวยแก้วและกระดาษกรองพับจีบ เพื่อกำจัดสารปนเปื้อนที่มีสีและไม่ละลายในตัวทำละลาย (การใช้กระดาษกรองพับจีบ คือการเพิ่มอัตราเร็วในการกรองโดยการลดพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างกระดาษกรองและกรวยกรอง)

3. ควรกรองสารละลายที่ร้อนด้วยการกรองแบบลดความดันหรือไม่ เพราะเหตุใด

ไม่ควรกรองสารละลายที่ร้อนด้วยการกรองแบบลดความดัน เพราะการกรองสารละลายร้อนด้วยการกรองแบบลดความดันจะทำให้สารละลายที่ผ่านการกรองแล้วอาจเกิดการเดือดได้ภายใต้บรรยากาศที่มีความดันต่ำภายในขวดรองรับการกรอง ทำให้สารละลายล้นออกมาเป็นสาเหตุให้สูญเสียสารไปบางส่วน

4. ถ้ากรองผลึกด้วยการกรองแบบธรรมดาคะดีหรือไม่ เพราะเหตุใด

กรองผลึกด้วยการกรองแบบธรรมดาคะไม่ดี ดังเหตุผล

- (1) ผลึกมีความชื้นสูงหรือมีตัวทำละลายติดอยู่ที่ผลึกมาก
- (2) ทำให้ผลึกละลายได้หรือเสียรูปทรงได้ การไหลผ่านของตัวทำละลายเข้า กระดาษกรองขึ้น
- (3) เลือกใช้การกรองไม่ตรงกับวัตถุประสงค์ คือการกรองแบบธรรมดาเป็นการกรองที่ต้องการของเหลวที่กรองผ่านตัวกรอง (filtrate) แต่ถ้าต้องการผลึกต้องใช้การกรองแบบลดความดัน

5. ในการตกผลึกด้วยตัวทำละลายที่มีจุดเดือดสูง เช่น น้ำ อาจใช้ปั๊มเกอร์เป็นภาชนะสำหรับตกผลึก แต่ถ้าใช้ตัวทำละลายที่มีจุดเดือดต่ำ เช่น อีเธอร์ ปีโตรเลียมอีเธอร์ จะต้องใช้ขวดรูปกรวยสำหรับตกผลึก เป็นเพราะเหตุใด

การตกผลึกด้วยตัวทำละลายที่มีจุดเดือดสูง เช่น น้ำ อาจใช้ปั๊มเกอร์เป็นภาชนะสำหรับตกผลึกได้ เนื่องจากสารที่มีจุดเดือดสูง การระเหยของสารจะน้อยทำให้ไม่สูญเสียตัวทำละลายมาก ระบบยังคงอยู่ในสภาวะที่ตกผลึกได้ แต่ถ้าใช้ตัวทำละลายที่มีจุดเดือดต่ำ เช่น อีเธอร์ ปีโตรเลียมอีเธอร์ จะต้องใช้ขวดรูปกรวยสำหรับตกผลึก เพราะอัตราการระเหยของสารจะมาก การใช้ขวดรูปกรวยเพื่อเป็นการลดพื้นที่ผิวหน้าที่ตัวทำละลายจะเกิดการระเหย ระบบจึงไม่ถูกรบกวนมาก

6. ในการทดลองนี้ ถ้าใช้ขวดรูปกรวยแทนปั๊มเกอร์จะมีผลต่ออัตราเร็วของการตกผลึกหรือไม่ อย่างไร

ถ้าใช้ขวดรูปกรวยแทนปั๊มเกอร์ ในการทดลองนี้ จะไม่มีผลต่ออัตราเร็วของการตกผลึก เพราะน้ำเป็นตัวทำละลายที่มีจุดเดือดสูง การระเหยของน้ำมีค่อนข้างน้อย ไม่ว่าจะใช้ขวดรูปกรวยหรือปั๊มเกอร์ การระเหยของน้ำมีค่าใกล้เคียงกัน อัตราเร็วของการตกผลึกจึงใกล้เคียงกัน

7. การกรองแบบธรรมดาและการกรองแบบลดความดันมีวัตถุประสงค์ในการใช้เหมือนกันอย่างไร

การกรองแบบธรรมดาและการกรองแบบลดความดันมีวัตถุประสงค์ในการใช้ต่างกัน คือ การใช้การกรองแบบธรรมดา เพื่อต้องการของเหลวที่กรองผ่านตัวกรอง (filtrate) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการกรองร้อน (hot filtration) เช่น การแยกสิ่งปนเปื้อนที่ไม่ละลายปริมาณน้อยออกจากสารละลายโดยใช้กระดาษกรองแบบพับเป็นตัวกรอง ในกรณีที่มีปริมาณสารปนเปื้อนมาก เช่น ในกรณีที่ต้องการกรองสารดูดความชื้นออกจากสารละลาย การกรองธรรมดาก็ยังเป็นวิธีที่ดีกว่าการกรองสุญญากาศถึงแม้จะใช้เวลานานกว่าก็ตาม

การใช้การกรองแบบลดความดัน เพื่อต้องการของแข็งที่ค้างอยู่บนตัวกรอง เช่น การกรองเพื่อเอาของแข็งที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการตกตะกอนหรือการตกผลึกควรเลือกใช้การกรองแบบลดความดัน



ความรู้ที่ 3 การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

การเปลี่ยนแปลงของสาร

เมื่อพิจารณาทิศทางของการเปลี่ยนแปลงสาร สามารถจำแนกการเปลี่ยนแปลงของสารออกเป็น 2 ประเภท คือ การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้

① การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ (reversible change) คือ การเปลี่ยนแปลงที่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้อีก ประกอบไปด้วยการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้า คือ การเปลี่ยนแปลงจากสารตั้งต้นไปเป็นผลิตภัณฑ์ และการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ คือ การเปลี่ยนแปลงจากสารผลิตภัณฑ์ไปเป็นสารตั้งต้น และใช้เครื่องหมายลูกศร $\rightleftharpoons$ แทนการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ เมื่อจำแนกการเปลี่ยนแปลงของสารที่ผันกลับได้ตามองค์ประกอบทางเคมี สามารถจำแนกได้เป็น การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่ผันกลับได้ และการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่ผันกลับได้ ดังนี้

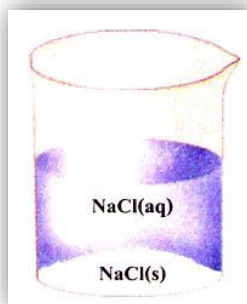
1.1 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่ผันกลับได้ คือ การเปลี่ยนแปลงที่ไม่ทำให้องค์ประกอบภายในของสารเปลี่ยนแปลงหรือไม่ทำให้โครงสร้างโมเลกุลของสารเปลี่ยนไป และเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงไปแล้วสามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้อีก เช่น

การเปลี่ยนสถานะของน้ำ ; $\text{H}_2\text{O (l)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O (g)}$: ในภาชนะปิด

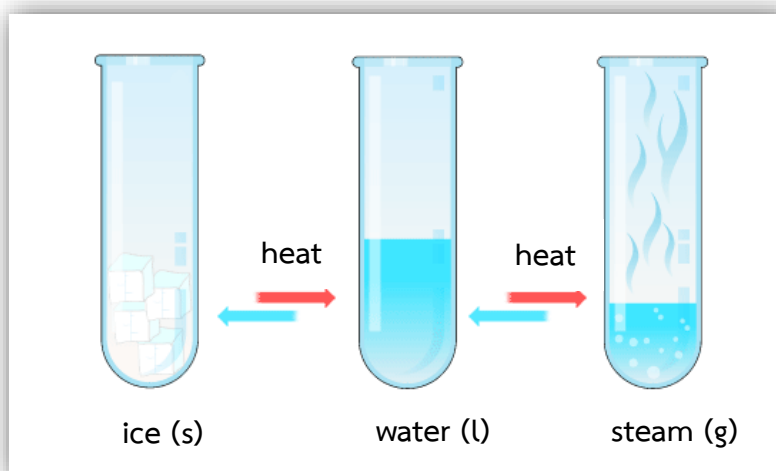
การเปลี่ยนสถานะของไอโอดีน ; $\text{I}_2 \text{ (s)} \rightleftharpoons \text{I}_2 \text{ (g)}$: ในภาชนะปิด

สารละลายอิ่มตัวของเกลือ ; $\text{NaCl (s)} \rightleftharpoons \text{NaCl (aq)}$

สารละลายอิ่มตัวของน้ำตาล ; $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \text{ (s)} \rightleftharpoons \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \text{ (aq)}$



รูปที่ 1 สารละลายอิ่มตัวของเกลือ
(ที่มา : www.vcharkarn.com/lesson1439)

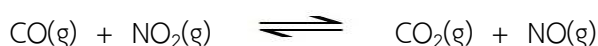


รูปที่ 2 การเปลี่ยนสถานะของน้ำ

(ที่มา : irreversibleunicecho.blogspot.com)

1.2 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่ผันกลับได้ คือ การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้โครงสร้างโมเลกุลของสารเปลี่ยนไป มีการทำลายพันธะเคมีเดิมและสร้างพันธะเคมีใหม่ ทำให้เกิดสารใหม่ขึ้น สังเกตได้จากการเปลี่ยนสี กลิ่น การเกิดฟองแก๊ส การตกตะกอนและอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป และเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงไปแล้วสามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้อีก นั่นคือ การเกิดปฏิกิริยาผันกลับได้

ปฏิกิริยาผันกลับได้ (reversible reaction) คือ การที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยากัน แล้วสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นบางส่วนทำปฏิกิริยากลับเป็นสารตั้งต้นใหม่ มีทั้งการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า (forward reaction) และปฏิกิริยาย้อนกลับ (backward reaction) ซึ่งการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า คือ การเกิดปฏิกิริยาจากสารตั้งต้นไปเป็นผลิตภัณฑ์ และการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ คือ การเกิดปฏิกิริยาจากสารผลิตภัณฑ์ไปเป็นสารตั้งต้น กล่าวได้ว่าเป็นปฏิกิริยาเคมีเกิดไม่สมบูรณ์ (incomplete reaction) เช่น ตัวอย่างการเกิดปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ ดังนี้



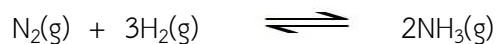
ปฏิกิริยาไปข้างหน้า : $\text{CO(g)} + \text{NO}_2\text{(g)} \longrightarrow \text{CO}_2\text{(g)} + \text{NO(g)}$

ปฏิกิริยาย้อนกลับ : $\text{CO}_2\text{(g)} + \text{NO(g)} \longrightarrow \text{CO(g)} + \text{NO}_2\text{(g)}$



ปฏิกิริยาไปข้างหน้า : $\text{Cu(s)} + 2\text{Ag}^+\text{(aq)} \longrightarrow \text{Cu}^{2+}\text{(g)} + 2\text{Ag(s)}$

ปฏิกิริยาย้อนกลับ : $\text{Cu}^{2+}\text{(g)} + 2\text{Ag(s)} \longrightarrow \text{Cu(s)} + 2\text{Ag}^+\text{(aq)}$



ปฏิกิริยาไปข้างหน้า : $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$

ปฏิกิริยาย้อนกลับ : $2\text{NH}_3(\text{g}) \longrightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$



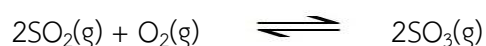
ปฏิกิริยาไปข้างหน้า : $\text{PbI}_2(\text{s}) \longrightarrow \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{I}^{-}(\text{aq})$

ปฏิกิริยาย้อนกลับ : $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{I}^{-}(\text{aq}) \longrightarrow \text{PbI}_2(\text{s})$



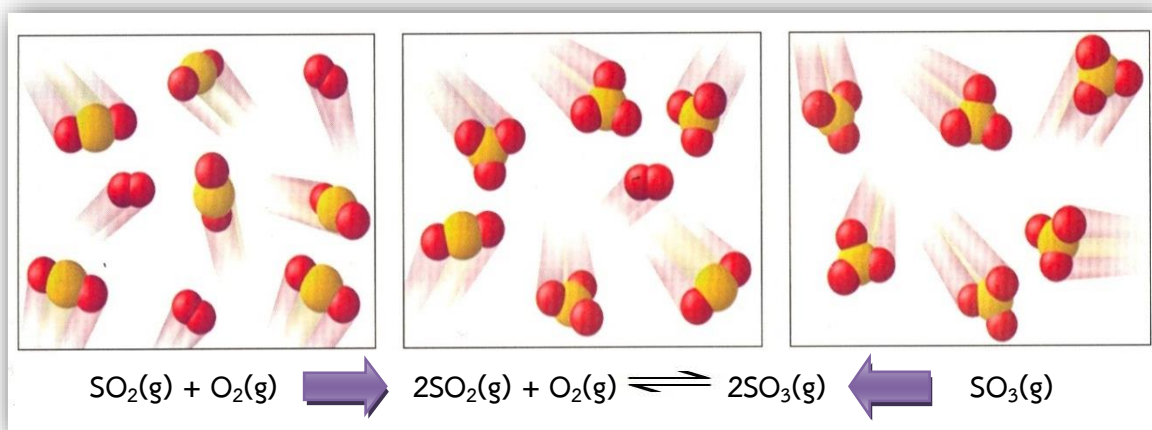
ปฏิกิริยาไปข้างหน้า : $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}(\text{aq}) + 4\text{Cl}^{-}(\text{aq}) \longrightarrow [\text{CuCl}_4]^{2-}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

ปฏิกิริยาย้อนกลับ : $[\text{CuCl}_4]^{2-}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow [\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}(\text{aq}) + 4\text{Cl}^{-}(\text{aq})$



ปฏิกิริยาไปข้างหน้า : $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{SO}_3(\text{g})$

ปฏิกิริยาย้อนกลับ : $2\text{SO}_3(\text{g}) \longrightarrow 2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$

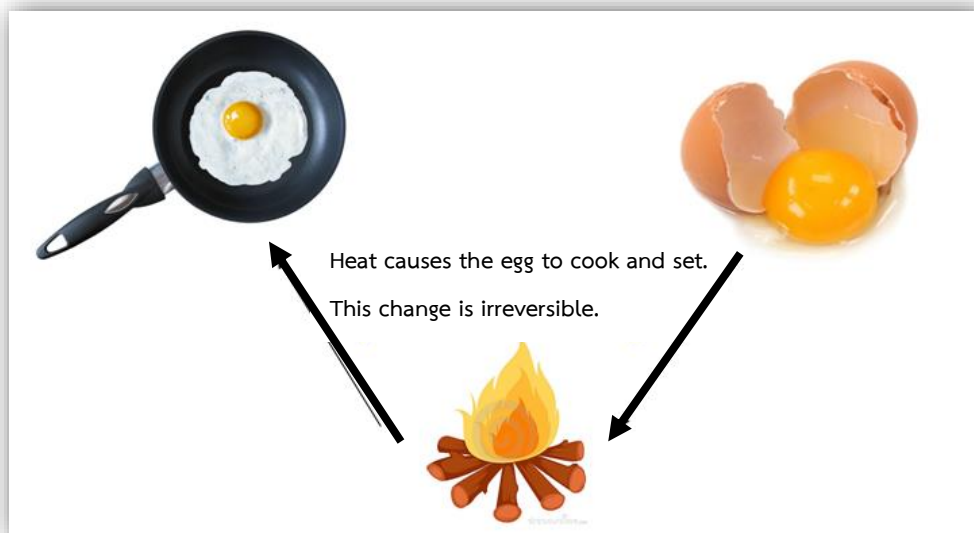


รูปที่ 3 ปฏิกิริยาผันกลับได้ของ $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$

(ที่มา : [ths.talawanda.org~bramblenclassroomChemistryNotesSection.htm](https://ths.talawanda.org/~bramblenclassroomChemistryNotesSection.htm))

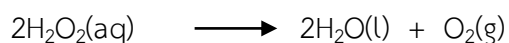
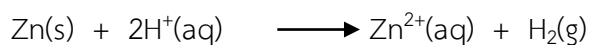
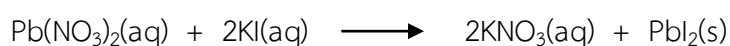
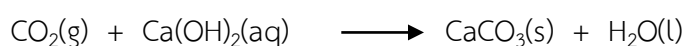
② การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้

การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้ (irreversible change) คือ การเปลี่ยนแปลงที่ไม่สามารถกลับสู่สภาพเดิมได้อีก เป็นการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียว หรือเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ ใช้เครื่องหมายลูกศรไปข้างหน้า $\longrightarrow$ แทนการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้ เช่น การที่โปรตีนจากอาหารได้รับความร้อน และการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ผันกลับไม่ได้ เป็นต้น



รูปที่ 4 การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้ของไข่เมื่อได้รับความร้อน
(ที่มา : sciencetask2robandtahni.weebly.com/task-card-4.html)

ปฏิกิริยาที่ผันกลับไม่ได้ (irreversible reaction) คือ การที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยากันหมด เกิดผลิตภัณฑ์อย่างสมบูรณ์และไม่เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าเป็นปฏิกิริยาเคมีเกิดสมบูรณ์ (complete reaction) เช่น



รูปที่ 5 การเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะสังกะสีกับสารละลายกรด
(ที่มา : www.gettyimages.com)



กิจกรรมที่ 3

การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

คำชี้แจง นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามตามที่โจทย์ต้องการ

1. นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ และทำเครื่องหมาย ✕ หน้าข้อความที่เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้

-1.1 การเผาไหม้ของแก๊สหุงต้ม
-1.2 น้ำที่กำลังเดือดอยู่ในหม้อต้ม
-1.3 น้ำในขวดที่ปิดฝาสนิทที่อุณหภูมิห้อง
-1.4 ลูกเหม็นในตู้เสื้อผ้า
-1.5 น้ำเกลือเข้มข้นในขวดที่ปิดฝาสนิทและมีผลึกเกลือเกิดในขวด
-1.6 การเผาถ่านไม้
-1.7 น้ำร้อนในภาชนะที่ปิดฝาสนิท
-1.8 ใส่เกล็ดไอโอดีนในหลอดทดลองพร้อมปิดด้วยจุก
-1.9 การเกิดสนิมเหล็ก
-1.10 การเผาแคลเซียมคาร์บอเนตในภาชนะปิด

2. นักเรียนเขียนสมการแสดงการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ทางกายภาพต่อไปนี้

2.1 สารละลายอิ่มตัวของน้ำตาลทรายที่มีผลึกของน้ำตาลทรายอยู่ที่ก้นขวด

.....

2.2 น้ำร้อนในขวดแก้วที่ปิดสนิท

.....

2.3 ลูกเหม็นในขวดที่ปิดฝา

.....

2.4 โบรมินเหลวในขวดรูปชมพู่ที่ปิดสนิท

.....

2.5 สารละลายอิ่มตัวของเกลือที่มีผลึกเกลืออยู่ที่ก้นบีกเกอร์

.....

3.1 การเผาแคลเซียมคาร์บอเนตในภาชนะปิด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....





ขั้นประเมินผล
[Evaluation Phase]

นักเรียนปฏิบัติดังนี้

- 1 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้
- 2 นักเรียนและครูร่วมกันเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน
กิจกรรมที่ 1 กิจกรรมที่ 2 และกิจกรรมที่ 3



แบบทดสอบหลังเรียน
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ใช้เวลา 10 นาที
2. นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวแล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดจัดเป็นการเปลี่ยนแปลงในระบบเปิด

- ก. น้ำในแก้วที่ปิดฝา
- ข. ลูกเหม็นในภาชนะปิด
- ค. กรดไฮโดรคลอริกกับโลหะสังกะสี
- ง. ปฏิกิริยาระหว่างกรดแอสติคกับเอทานอล

2. ความหมายของระบบเปิด คือข้อใด

- ก. ระบบที่มีการถ่ายเทมวลและพลังงานกับสิ่งแวดล้อม
- ข. ระบบที่มีการถ่ายเทมวลกับสิ่งแวดล้อม
- ค. ระบบที่มีการถ่ายเทพลังงานกับสิ่งแวดล้อม
- ง. ระบบที่ไม่มีการถ่ายเทมวลและพลังงานกับสิ่งแวดล้อม

3. ข้อใดจัดเป็นตัวอย่างของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์

- ก. การระเหิดของไอโอดีนในภาชนะปิด
- ข. ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายเลด (II) ไนเตรตกับสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์
- ค. เผาแคลเซียมคาร์บอเนตในภาชนะปิด
- ง. สารละลายอิมตัวของน้ำตาล

4. ข้อใดอธิบายความหมายของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ได้ถูกต้องที่สุด

- ก. ปฏิกิริยาที่สามารถเกิดย้อนกลับได้
- ข. ปฏิกิริยาที่สารผลิตภัณฑ์สามารถเกิดไปเป็นสารตั้งต้นได้อีก
- ค. ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในภาชนะปิดเท่านั้น
- ง. ปฏิกิริยาที่ไม่สามารถเกิดย้อนกลับได้

5. การทดลองที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ คือข้อใด
- ก. ปฏิกิริยาระหว่าง CuSO_4 และ HCl ข. ปฏิกิริยาระหว่างโลหะและกรด
 ค. น้ำแข็งละลายในแก้วที่อุณหภูมิห้อง ง. การระเหิดของไอโอดีน
6. การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่ผันกลับได้ คือข้อใด
- ก. คือ การเกิดปฏิกิริยาเคมีแบบสมบรูณ์
 ข. คือ การเกิดปฏิกิริยาเคมีแบบไม่สมบรูณ์
 ค. ตัวอย่างเช่น การผสม $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$ และ $\text{KI}(\text{aq})$
 ง. ตัวอย่างเช่น การผสม $\text{Zn}(\text{s})$ และ $\text{HCl}(\text{aq})$
7. ข้อใดกล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ถูกต้อง
- ก. มีการเปลี่ยนแปลงจากสารตั้งต้นไปเป็นสารผลิตภัณฑ์
 ข. มีการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าอย่างเดียว
 ค. มีการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและย้อนกลับ
 ง. เกิดกับสารที่เป็นแก๊สเท่านั้น
8. ข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้
- ก. คือ การเกิดปฏิกิริยาเคมีแบบไม่สมบรูณ์
 ข. คือ การเปลี่ยนแปลงที่สามารถกลับสู่สภาพเดิมได้อีก
 ค. คือ การเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียว
 ง. คือ การเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและย้อนกลับ
9. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่ผันกลับได้เป็นอย่างไร
- ก. การเปลี่ยนแปลงที่ไม่ทำให้องค์ประกอบภายในของสารเปลี่ยนแปลง
 ข. การเปลี่ยนแปลงที่ไม่ทำให้โครงสร้างโมเลกุลของสารเปลี่ยนไป
 ค. เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงไปแล้วสามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้อีก
 ง. ถูกทุกข้อ
10. ข้อใดเป็นการทดลองที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่ผันกลับได้
- ก. การเปลี่ยนสถานะของน้ำ ข. การเปลี่ยนสถานะของไอโอดีน
 ค. สารละลายอิมิตัวของเกลือ ง. ถูกทุกข้อ



กระดาษคำตอบ

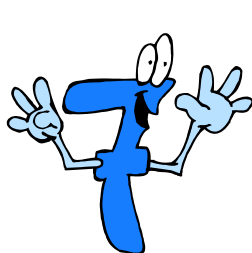
แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....ชั้น.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

คะแนน	หลังเรียน
คะแนนเต็ม	10
คะแนนที่ได้	





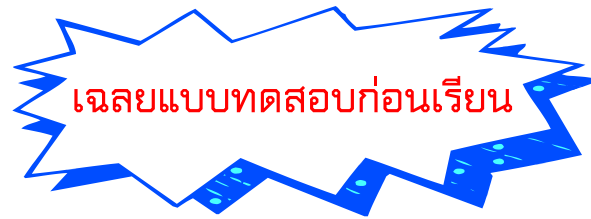
ชั้นนำความรู้ไปใช้ (Extention Phase)

นักเรียนปฏิบัติดังนี้

- 1 นักเรียนยกตัวอย่างของการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ที่พบได้ในชีวิตประจำวัน พร้อมทั้งเขียนสมการการเปลี่ยนแปลง
- 2 นักเรียนนำความรู้ที่ได้เรียนมา เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ มาอธิบาย ปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน



ภาคผนวก



เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1	×			
2			×	
3				×
4		×		
5			×	
6	×			
7				×
8				×
9		×		
10			×	





เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1			×	
2	×			
3		×		
4				×
5	×			
6		×		
7			×	
8			×	
9				×
10				×



เฉลยกิจกรรมที่ 1

คำชี้แจง นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดให้และระบุว่าข้อใดเป็นระบบปิดหรือระบบเปิด พร้อมอธิบายเหตุผล

1. โปรทในเทอร์โมมิเตอร์วัดไข้

.....ระบบปิด เพราะเทอร์โมมิเตอร์อยู่ในลักษณะที่ปิดสนิทจึงทำให้ไม่มีการถ่ายเทมวล มีเฉพาะการถ่ายเทพลังงานกับสิ่งแวดล้อมเท่านั้น

2. หลอดคอปิลลารีปลายเปิด 1 ด้าน บรรจุน้ำเชื่อม

.....ระบบเปิด เพราะน้ำเชื่อมที่อยู่ในหลอดคอปิลลารีสามารถระเหยออกไปได้ จึงเกิดการถ่ายเทมวล และพลังงานกับสิ่งแวดล้อม

3. ผสมสารละลาย $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ กับ สารละลาย KI

.....ระบบปิด เพราะผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ กับ สารละลาย KI เป็นตะกอนและของเหลวจึงทำให้ไม่มีการถ่ายเทมวล มีเฉพาะการถ่ายเทพลังงานกับสิ่งแวดล้อมเท่านั้น

4. ผสมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกกับผงสังกะสี

.....ระบบเปิด เพราะผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดไฮโดรคลอริกกับผงสังกะสีเป็นแก๊สและสารละลาย แก๊สสามารถลอยออกไปได้ง่าย จึงเกิดการถ่ายเทมวลและพลังงานกับสิ่งแวดล้อม

5. น้ำร้อนในแก้วที่ปิดฝาสนิท

.....ระบบปิด เพราะน้ำร้อนที่อยู่ในแก้วที่ปิดสนิทจะไม่เกิดการถ่ายเทมวล มีเฉพาะการถ่ายเทพลังงานกับสิ่งแวดล้อมเท่านั้น

6. การเผาผลาญแมกนีเซียมในห้องทดลอง

.....ระบบเปิด เพราะการเผาผลาญแมกนีเซียมในห้องทดลองจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นแก๊สเกิดขึ้นด้วย ซึ่งแก๊สสามารถลอยออกไปได้ง่าย จึงเกิดการถ่ายเทมวลและพลังงานกับสิ่งแวดล้อม

7. สารละลายไอโอดีนในปิกเกอร์ที่ปิดสนิท

.....ระบบปิด เพราะสารละลายไอโอดีนในปิกเกอร์ที่ปิดสนิทจะไม่เกิดการถ่ายเทมวล มีเฉพาะการถ่ายเทพลังงานกับสิ่งแวดล้อมเท่านั้น.....

8. ปฏิกิริยาระหว่างกรด CH_3COOH กับเบส NaOH

.....ระบบปิด เพราะผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างกรด CH_3COOH กับเบส NaOH เป็นสารละลาย จึงทำให้ไม่มีการถ่ายเทมวล มีเฉพาะการถ่ายเทพลังงานกับสิ่งแวดล้อมเท่านั้น.....

9. การเผาแคลเซียมคาร์บอเนตในถ้วยกระเบื้อง

.....ระบบเปิด เพราะการเผาแคลเซียมคาร์บอเนตในถ้วยกระเบื้องจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นแก๊สเกิดขึ้นด้วย ซึ่งแก๊สสามารถลอยออกไปได้ง่าย จึงเกิดการถ่ายเทมวลและพลังงานกับสิ่งแวดล้อม.....

10. การสลายตัวของผงฟูเมื่อได้รับความร้อน

.....ระบบเปิด เพราะการสลายตัวของผงฟูเมื่อได้รับความร้อนจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นแก๊สเกิดขึ้นด้วย ซึ่งแก๊สสามารถลอยออกไปได้ง่าย จึงเกิดการถ่ายเทมวลและพลังงานกับสิ่งแวดล้อม.....



เจลยกิจกรรมที่ 2

คำชี้แจง

1. นักเรียนศึกษาจุดประสงค์การทดลองและวิธีการทดลองอย่างละเอียด
2. ระดมความคิดเห็นของกลุ่มเพื่อเขียนรายการอุปกรณ์ สารเคมี แผนผังการทดลอง และออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง
3. ปฏิบัติการทดลองตามแผนผังที่เขียนไว้ ด้วยความระมัดระวัง (นักเรียนหยิบอุปกรณ์ตามรายการที่เขียนไว้มากจากตู้อุปกรณ์ประจำกลุ่มและเมื่อเสร็จแล้วให้ล้างทำความสะอาดเก็บให้เรียบร้อย)
4. บันทึกผลการทดลองลงในแบบบันทึกผลการทดลอง
5. สมาชิกในกลุ่มร่วมกันอภิปราย สรุปผลการทดลองและตอบคำถามท้ายการทดลอง

บันทึกผลการทดลอง

วันที่ทำการทดลอง

ตามวันที่ปฏิบัติการทดลองจริง

จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาปฏิกิริยาผันกลับได้
2. อธิบายความหมายและยกตัวอย่างของปฏิกิริยาผันกลับได้

สมมติฐานการทดลอง

ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (CuSO_4) กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับได้

ตัวแปรการทดลอง

ตัวแปรต้น คือ การเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย CuSO_4 กับสารละลาย HCl

ตัวแปรตาม คือ ผลจากการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย CuSO_4 กับสารละลาย HCl

ตัวแปรควบคุม คือ ปริมาณและความเข้มข้นของ CuSO_4 และความเข้มข้นของสารละลาย HCl

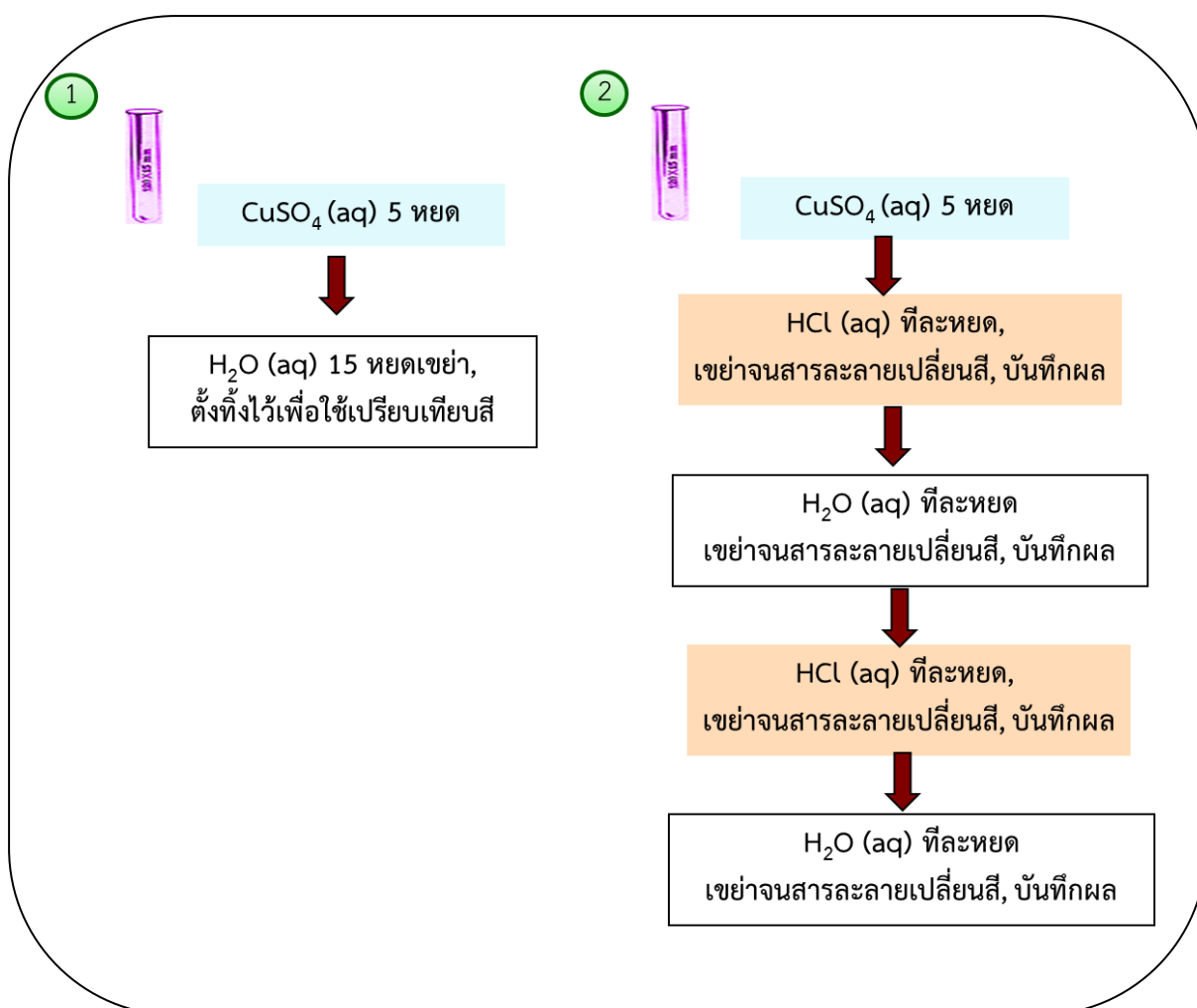
อุปกรณ์

1. หลอดทดลองขนาดเล็ก..... 2. หลอด.....
2. หลอดหยด..... 3. อื่น.....

สารเคมี

1. สารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตอิ่มตัว..... 1 cm^3
2. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 6 mol/dm^3 1 cm^3
3. น้ำกลั่น..... 2 cm^3

แผนผังการทดลอง



ตารางผลการทดลอง

หลอดที่	สารเริ่มต้น	สารที่เติมลงไป	สีที่สังเกตได้
1	CuSO ₄ (aq)	-	สีฟ้า
2	CuSO ₄ (aq)	HCl(aq)	สีเขียวแกมเหลือง
		H ₂ O(aq)	สีฟ้า
		HCl(aq)	สีเขียวแกมเหลือง
		H ₂ O(aq)	สีฟ้า

อภิปรายผลการทดลอง

เมื่อนำคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (CuSO₄) ไปละลายในน้ำ คอปเปอร์ (II) ไอออน (Cu²⁺) จะถูกโมเลกุลของน้ำล้อมรอบ 4 โมเลกุล เกิดเป็นเตตระอควาคอปเปอร์ (II) ไอออน [Cu(H₂O)₄]²⁺ ทำให้สารละลายมีสีฟ้า เขียนสมการแสดงได้ดังนี้



สีฟ้า

เมื่อหยดสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ลงในสารละลาย [Cu(H₂O)₄]²⁺ ซึ่งมีสีฟ้า จะได้เตตระคลอโรคิวเปรต (II) ไอออน [CuCl₄]²⁻ ซึ่งมีสีเหลือง แต่ที่สังเกตได้จากการทดลองเป็นสารละลายสีเขียวแกมเหลือง เนื่องจากเป็นสีผสมระหว่างสีฟ้าของ [Cu(H₂O)₄]²⁺ กับสีเหลืองของ [CuCl₄]²⁻ ต่อจากนั้นเติมน้ำลงในสารละลาย [CuCl₄]²⁻ จะทำให้ได้สารละลายสีฟ้าของ [Cu(H₂O)₄]²⁺ กลับคืนมา

ถ้าให้ [Cu(H₂O)₄]²⁺ ซึ่งเป็นสารตั้งต้นที่มีสีฟ้าเปลี่ยนแปลงไปเป็นผลิตภัณฑ์คือ [CuCl₄]²⁻ ซึ่งมีสีเหลืองเป็นปฏิกิริยาไปข้างหน้า และการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ซึ่งมีสีเหลืองเปลี่ยนกลับไปเป็นสารตั้งต้นที่มีสีฟ้าเป็นปฏิกิริยาย้อนกลับ สมการแสดงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเขียนได้ดังนี้

ปฏิกิริยาไปข้างหน้า :



ปฏิกิริยาย้อนกลับ :



จากการที่สังเกตเห็นสีของสารละลายเปลี่ยนกลับไปได้ แสดงว่าปฏิกิริยาระหว่าง [Cu(H₂O)₄]²⁺ กับ HCl และน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ทั้งไปข้างหน้าและย้อนกลับปฏิกิริยาเช่นนี้เรียกว่า ปฏิกิริยาผันกลับได้ การแสดงปฏิกิริยาผันกลับได้ใช้เครื่องหมาย $\rightleftharpoons$ เขียนสมการได้ดังนี้



สีฟ้า

สีเหลือง

สรุปผลการทดลอง

..... ปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย CuSO_4 กับสารละลายกรด HCl เป็นปฏิกิริยาผันกลับได้ สามารถเขียนสมการได้ คือ $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}(\text{aq}) + 4\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{CuCl}_4]^{2-}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 เมื่อสารตั้งต้นทำปฏิกิริยาเกิดเป็นผลิตภัณฑ์จะเรียกปฏิกิริยานั้นว่า ปฏิกิริยาไปข้างหน้า และในทางตรงกันข้ามเมื่อผลิตภัณฑ์ทำปฏิกิริยากันแล้วเปลี่ยนกลับไปเป็นสารตั้งต้น จะเรียกปฏิกิริยานั้นว่า ปฏิกิริยาย้อนกลับ ปฏิกิริยาที่มีทั้งปฏิกิริยาไปข้างหน้าและย้อนกลับ เรียกว่า ปฏิกิริยาผันกลับได้.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. เมื่อเติมสารละลาย HCl และน้ำลงไปในสารละลาย CuSO_4 จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด

..... เมื่อเติมสารละลาย HCl ลงไป ทำให้สารละลายสีฟ้าของ CuSO_4 เปลี่ยนเป็นสารละลายเหลืองเนื่องจาก Cl^- จาก HCl เข้าไปแทนที่ H_2O ใน $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ เกิดเป็น $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ ซึ่งมีสีเหลือง แต่จากการทดลองจะได้สีเขียวแกมเหลือง ซึ่งเป็นสีผสมระหว่างสีฟ้าของ Cu^{2+} กับสีเหลืองของ $[\text{CuCl}_4]^{2-}$
 ดังสมการ $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}(\text{aq}) + 4\text{Cl}^-(\text{aq}) \longrightarrow [\text{CuCl}_4]^{2-}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

..... และเมื่อเติมน้ำลงไปในสารละลายสีเขียวแกมเหลือง สารละลายจะเปลี่ยนกลับเป็นสีฟ้าเหมือนเดิม แสดงว่าโมเลกุลของ H_2O เข้าไปแทนที่ Cl^- เกิดเป็น $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$
 ดังสมการ $[\text{CuCl}_4]^{2-}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow [\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}(\text{aq}) + 4\text{Cl}^-(\text{aq})$

2. จงเขียนปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรด HCl กับสารละลาย CuSO_4 พร้อมทั้งระบุปฏิกิริยาไปข้างหน้าและปฏิกิริยาย้อนกลับ

..... $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}(\text{aq}) + 4\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{CuCl}_4]^{2-}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

..... ปฏิกิริยาไปข้างหน้า :

..... $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}(\text{aq}) + 4\text{Cl}^-(\text{aq}) \longrightarrow [\text{CuCl}_4]^{2-}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

..... ปฏิกิริยาย้อนกลับ :

..... $[\text{CuCl}_4]^{2-}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow [\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}(\text{aq}) + 4\text{Cl}^-(\text{aq})$

3. เมื่อปฏิกิริยาผันกลับได้ดำเนินไประยะเวลาหนึ่งทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ยังคงทำปฏิกิริยาต่อไปอีกหรือไม่ เพราะเหตุใด

..... ทั้งสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ยังคงทำปฏิกิริยาต่อไปได้อีกถ้ามีการเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกและน้ำ แต่อาจจะสังเกตการเปลี่ยนแปลงได้ไม่ชัดเจน เพราะ ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับได้เมื่อสารตั้งต้นทำปฏิกิริยากันกลายเป็นสารผลิตภัณฑ์ สารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นก็สามารถทำปฏิกิริยากันกลายเป็นสารตั้งต้นได้อีก

4. นักเรียนยกตัวอย่างการเกิดปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ 1 ปฏิกิริยา พร้อมทั้งบอกวิธีการตรวจสอบ

..... ปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย NaCl กับสารละลาย $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ เกิดปฏิกิริยาดังสมการ $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} + 4\text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{CoCl}_4]^{2-} + 6\text{H}_2\text{O}$ ปฏิกิริยานี้ผันกลับได้เนื่องจาก เมื่อนำสารละลาย $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ ซึ่งมีสีชมพูมาเติม Cl^- (เติม NaCl) จะได้สารละลายสีน้ำเงินของ $[\text{CoCl}_4]^{2-}$ แสดงว่าเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และเมื่อนำมาเติมน้ำจะได้สารละลายสีชมพูกลับมาอีก แสดงว่าปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาผันกลับได้



เฉลยกิจกรรมที่ 3

คำชี้แจง นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามตามที่โจทย์ต้องการ

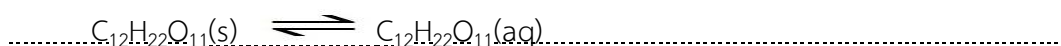
1. นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ และทำเครื่องหมาย

✗ หน้าข้อความที่เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้

- ✗ 1.1 การเผาไหม้ของแก๊สหุงต้ม
- ✗ 1.2 น้ำที่กำลังเดือดอยู่ในหม้อต้ม
- ✓ 1.3 น้ำในขวดที่ปิดฝาสนิทที่อุณหภูมิห้อง
- ✗ 1.4 ลูกเหม็นในตู้เสื้อผ้า
- ✓ 1.5 น้ำเกลือเข้มข้นในขวดที่ปิดฝาสนิทและมีผลึกเกลือเกิดในขวด
- ✗ 1.6 การเผาถ่านไม้
- ✓ 1.7 น้ำร้อนในภาชนะที่ปิดฝาสนิท
- ✓ 1.8 ใส่เกล็ดไอโอดีนในหลอดทดลองพร้อมปิดด้วยจุก
- ✗ 1.9 การเกิดสนิมเหล็ก
- ✓ 1.10 การเผาแคลเซียมคาร์บอเนตในภาชนะปิด

2. นักเรียนเขียนสมการแสดงการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ทางกายภาพต่อไปนี้

2.1 สารละลายอิ่มตัวของน้ำตาลทรายที่มีผลึกของน้ำตาลทรายอยู่ที่ก้นขวด



2.2 น้ำร้อนในขวดแก้วที่ปิดสนิท



2.3 ลูกเหม็นในขวดที่ปิดฝา



2.4 โบรมินเหลวในขวดรูปชมพู่ที่ปิดสนิท

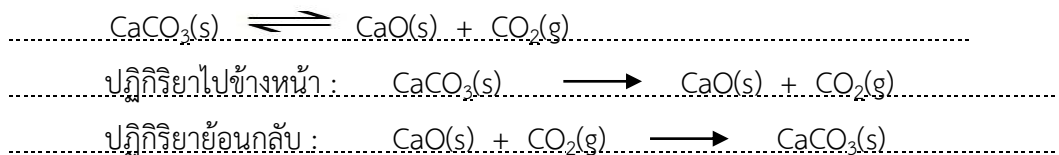


2.5 สารละลายอิ่มตัวของเกลือที่มีผลึกเกลืออยู่ที่ก้นปิกเกอร์

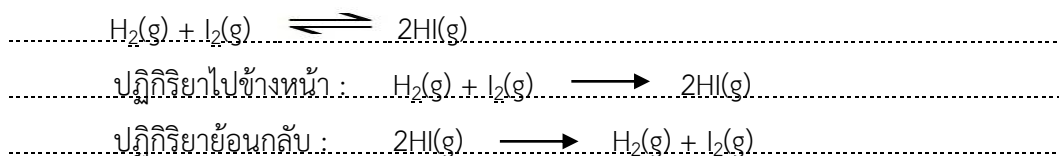


3. นักเรียนเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งระบุปฏิกิริยาไปข้างหน้าและปฏิกิริยาย้อนกลับ

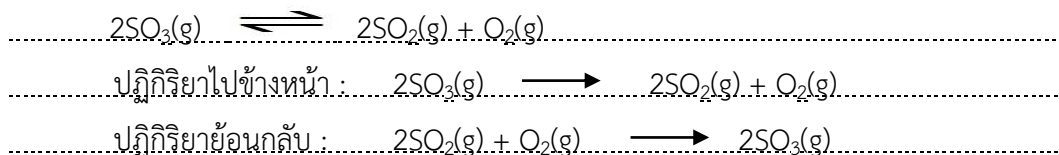
3.1 การเผาแคลเซียมคาร์บอเนตในภาชนะปิด



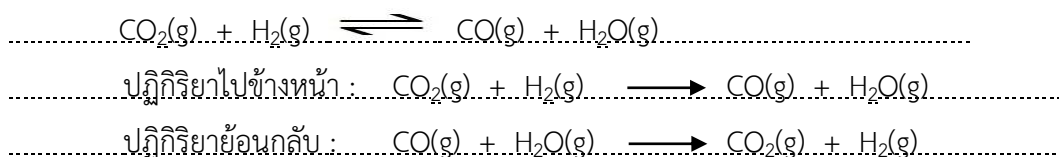
3.2 แก๊สไฮโดรเจนทำปฏิกิริยากับแก๊สไอโอดีนได้ผลิตภัณฑ์เป็นแก๊สไฮโดรเจนไอโอดด์



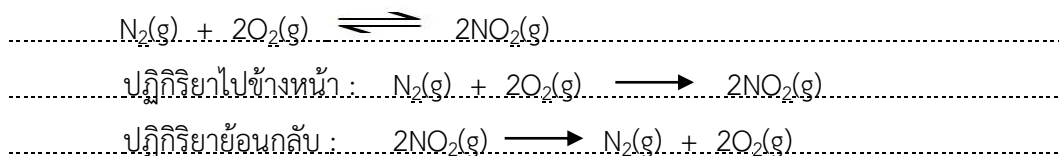
3.3 การสลายตัวของแก๊สซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ ได้เป็นแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับแก๊สออกซิเจน



3.4 ปฏิกิริยาระหว่างแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับแก๊สไฮโดรเจน ทำให้ได้ $\text{CO}(\text{g})$ และ $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$



3.5 ปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไนโตรเจนกับแก๊สออกซิเจน ได้เป็นแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์



บรรณานุกรม

กรกช บุญนิคม. หัวใจเคมี 2 CORE-BASIC CHEMISTRY. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สามลดา, 2556.

คณิตา ตั้งคณานุรักษ์. ขยันท่อนสอบ เคมีพื้นฐานและเพิ่มเติม ม.5. กรุงเทพฯ : แม็ค, 2551.

นิพนธ์ ตั้งคณานุรักษ์ และ คณิตา ตั้งคณานุรักษ์. Compact เคมี ม.5 เล่ม 3. กรุงเทพฯ : แม็ค, 2554.

วีระชาติ สวนไพรินทร์. คู่มือเตรียมสอบ เคมี ม.5 เล่ม 3. กรุงเทพฯ : ภูมิบัณฑิต.

สุทัศน์ ไตรสถิตวร และ สมศักดิ์ วรมงคลชัย. เคมี ม.5 เล่ม 3. กรุงเทพฯ : ไฮเอ็ดพับลิชชิง.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมเคมี เล่ม 3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2554.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมเคมี เล่ม 3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2554.

สำราญ พงษ์สุนทร. คู่มือรายวิชาเพิ่มเติม เคมี ม.4-6 เล่ม 3. กรุงเทพฯ : พ.ศ.พัฒนา, 2556.

วิชาการ.คอม. 2555. การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้. (ออนไลน์). แหล่งที่มา :

<http://www.vcharkarn.com/lesson/1439>. 10 มกราคม 2557

Children Explore. 2555. Chemical Science. (ออนไลน์). แหล่งที่มา :

<http://sciencetask2robandtahni.weebly.com/task-card-4.html>

Eunice Cho. 2556. Reversible & Irreversible Changes. (ออนไลน์). แหล่งที่มา :

<http://irreversibleeunicecho.blogspot.com/>. 10 มกราคม 2557

ประวัติย่อผู้จัดทำ



ชื่อ-สกุล

นางศิริกานต์ ขุนทองจันทร์

วัน เดือน ปีเกิด

14 เมษายน 2526

ประวัติการศึกษา

- วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมี) มหาวิทยาลัยทักษิณ 2549
(นักเรียนทุนโครงการ สควค.รุ่น 10 ระดับปริญญาตรี)
- ประกาศนียบัตรบัณฑิต (ทางการสอน) มหาวิทยาลัยทักษิณ 2550
(นักเรียนทุนโครงการ สควค.รุ่น 10 ระดับประกาศนียบัตรบัณฑิต)
- วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เคมีศึกษา) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2554
(นักเรียนทุนโครงการ สควค.รุ่น 10 ระดับปริญญาโท)
(เงินทุนสนับสนุนการทำวิจัยจากศูนย์นวัตกรรมทางเคมี (PERCH-CIC))

ประวัติการทำงาน

- ครูผู้ช่วย โรงเรียนบ้านเตรียม ปีการศึกษา 2550
- ครูผู้ช่วย โรงเรียนตะกั่วป่า “เสนานุกูล” ปีการศึกษา 2551
- ครู คศ.1 โรงเรียนตะกั่วป่า “เสนานุกูล” ปีการศึกษา 2552
- ครู คศ.2 โรงเรียนตะกั่วป่า “เสนานุกูล” ปีการศึกษา 2556

ผลงานดีเด่น

- รางวัลการนำเสนอผลงานระดับชาติ ระดับนานาชาติ ประจำปี 2554
รางวัลการนำเสนอผลงานแบบ Poster Presentation ดีเด่น ในสาขา
Innovation in Bioactive Natural Products จากการประชุมวิชาการ
The International Congress for Innovation in Chemistry (PERCH-CIC
Congress VII)
- ครูฝึกซ้อมนักเรียนเข้าร่วมการแข่งขันการแสดงทางวิทยาศาสตร์ ได้รับรางวัล
รองชนะเลิศอันดับ 1 ระดับประเทศ (ม.ต้น) ปีการศึกษา 2555
ณ อุทยานวิทยาศาสตร์พระจอมเกล้า ณ หว้ากอ จ.ประจวบคีรีขันธ์
- รางวัลหนึ่งแสนครูดี ปีการศึกษา 2558