

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 32223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สมดุลเคมี



ชุดที่ 1 เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

นางสาวปัทมาพร นนทะสี

ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการ

โรงเรียนนาเชือกพิทยาสรรค์ อำเภอนาเชือก

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26



## คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน หน่วยการเรียนรู้สมดุลเคมี นี้ ได้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัส ว32223 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อมุ่งพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้จัดทำได้รวบรวมเรียบเรียงเนื้อหาความรู้โดยยึดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อให้ให้นักเรียนได้ใช้ประกอบการเรียนในห้องเรียนและศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมด้วยตนเอง ซึ่งชุดกิจกรรมนี้มีทั้งหมด 6 เล่ม ดังนี้

เล่มที่ 1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

เล่มที่ 2 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล

เล่มที่ 3 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสาร ณ ภาวะสมดุล

เล่มที่ 4 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล

เล่มที่ 5 เรื่อง หลักของเลอชาเตอลิเอและการอธิบายผลของการรบกวนสมดุล

เล่มที่ 6 เรื่อง สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ในชุดกิจกรรมนี้ ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน เพื่อให้ นักเรียนได้ความรู้ ได้ฝึกปฏิบัติ สามารถนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชุดนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาผู้เรียนให้ครูผู้สอนสามารถใช้พัฒนาการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ปัทมาพร นนทะสี

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
คำแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู	1
คำแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน	2
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	3
แนวคิดสำคัญ	4
แบบทดสอบก่อนเรียน	5
กิจกรรมตรวจสอบความรู้เดิม	7
กิจกรรมสร้างความสนใจ	8
กิจกรรมสำรวจและค้นหา	11
กิจกรรมอธิบายและลงข้อสรุป	15
กิจกรรมขยายความรู้	16
กิจกรรมประเมินผล	29
แบบทดสอบหลังเรียน	31
กิจกรรมนำความรู้ไปใช้	33
บรรณานุกรม	34
ภาคผนวก	35

### คำแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู

ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม ชุดที่ 1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ และปฏิบัติตามคำแนะนำดังต่อไปนี้

1. ครูต้องเตรียมวัสดุในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้
  - 1.1 ชุดกิจกรรมตามจำนวนนักเรียน
  - 1.2 อุปกรณ์หรือสารเคมีต่าง ๆ ตามที่ระบุไว้ในชุดกิจกรรม
  - 1.3 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน
2. ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจบทบาทของตนเอง ในระหว่างการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้
3. ครูให้คำแนะนำและเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

### คำแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม ชุดที่ 1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้  
ให้นักเรียนปฏิบัติชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยอ่านคำแนะนำให้เข้าใจและปฏิบัติตามคำชี้แจงแต่ละขั้นตอน  
ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน ชุดที่ 1 เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ ใช้เวลา 3 ชั่วโมง
2. นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยให้แต่ละนักเรียนในกลุ่ม 3 ระดับ คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน
3. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ชุดที่ 1 ซึ่งมีจำนวน 10 ข้อ
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาระบบการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ต และผลการเรียนรู้
5. ปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนในชุดกิจกรรม ซึ่งประกอบด้วย บัตรกิจกรรมและบัตรความรู้ซึ่งมีเนื้อหาต่อเนื่องกันเป็นขั้นตอน ดังนี้
  - 3.1. ขั้นที่ 1 ตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation)
  - 3.1. ขั้นที่ 2 สร้างความสนใจ (Engagement)
  - 3.1. ขั้นที่ 3 สำรวจและค้นหา (Exploration)
  - 3.1. ขั้นที่ 4 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)
  - 3.1. ขั้นที่ 5 ขยายความรู้ (Elaboration/Expansion)
  - 3.1. ขั้นที่ 6 ประเมินผล (Evaluation)
  - 3.7 ขั้นที่ 7 นำความรู้ไปใช้ (Extension)
6. เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ตามใบกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ตรวจคำตอบได้จากเฉลยใบกิจกรรม
7. ทำแบบทดสอบหลังเรียน ชุดกิจกรรมที่ 1
8. มีข้อสงสัยปรึกษาครูผู้สอนได้ทันที
9. เกณฑ์ผ่านการประเมินในบัตรกิจกรรม ใบงานและแบบฝึกเสริมทักษะ คิดเป็นร้อยละ 80 หากนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินในใบกิจกรรม ใบงาน และแบบฝึกเสริมทักษะใด ให้นักเรียนศึกษาในใบความรู้และทำกิจกรรมในบัตรกิจกรรมอีกครั้ง แล้วทำการประเมินผลใหม่ ถ้าทำคะแนนได้มากขึ้น แสดงว่านักเรียนมีความความก้าวหน้าทางการเรียน
10. นักเรียนแต่ละคนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง ไม่เปิดดูเฉลยก่อนเรียน – หลังเรียน



## สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 สมดุลเคมี รายวิชาเคมีเพิ่มเติม

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 1 การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

### สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาคำถามและจิตวิทยาาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

อธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้ ภาวะสมดุล สมดุลระหว่างสถานะ สมดุลในสารละลายอิมิตัว สมดุลในปฏิกิริยาเคมีและค่าคงที่สมดุล และสมบัติต่าง ๆ ของระบบ ณ ภาวะสมดุลได้

### จุดประสงค์การเรียนรู้

#### 1.ด้านความรู้ (K)

- 1.1 อธิบายการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้
- 1.2 ระบุได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของสารเป็นการเปลี่ยนแปลงประเภทดูดหรือคายพลังงานได้
- 1.3 ระบุได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของสารเป็นระบบปิดหรือระบบเปิด
- 1.4 อธิบายการเปลี่ยนแปลงของสารที่เกิดขึ้นทิศทางเดียวและการเปลี่ยนแปลงผันกลับได้

#### 2. ด้านทักษะและกระบวนการ (P)

- 2.1 ทำการทดลอง รวบรวมข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และสรุปผลการทดลองในเรื่อง

ปฏิกิริยาผันกลับได้

- 2.2 ยกตัวอย่างของปฏิกิริยาผันกลับได้

#### 3. ด้านคุณลักษณะ (A)

1. มีความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ และมีความมุ่งมั่น ในการแสวงหาความรู้ ตอบคำถาม ขอมรับความคิดเห็น ยกย่องผู้อื่นแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ผลถูกต้องเชื่อถือได้
2. สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการค้นคว้าโดยการพูดหรือเขียนได้

## แนวความคิดหลัก

การเปลี่ยนแปลงของสารเมื่อใช้การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีเป็นเกณฑ์ จำแนกได้เป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

การเปลี่ยนแปลงของสารเมื่อใช้การถ่ายเทพลังงานของสารเป็นเกณฑ์ จำแนกได้เป็นการเปลี่ยนแปลงประเภทดูดพลังงานและคายพลังงาน

การเปลี่ยนแปลงของสารเมื่อใช้การถ่ายเทมวลสารระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมเป็นเกณฑ์ จำแนกได้เป็น ระบบปิดและระบบเปิด

การเปลี่ยนแปลงของสารเมื่อใช้ทิศทางของการเปลี่ยนแปลงของสารเป็นเกณฑ์ จำแนกเป็นการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวและการเปลี่ยนแปลงผันกลับได้



### เนื้อหาและเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสาร ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ชั่วโมง ประกอบด้วยเนื้อหา 2 เรื่อง ดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงของสาร
2. ปฏิกริยาผันกลับได้

**แบบทดสอบก่อนเรียน**  
**ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้**

**คำชี้แจง**

ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ทับตัวเลือกที่ต้องการ

1. ระบบต่อไปนี้ข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้
  - ก. น้ำในถ้วยแก้ว
  - ข. การหุงข้าวในหม้อหุงข้าวไฟฟ้า
  - ค. น้ำโซดาในขวดที่ปิดฝาสนิท
  - ง. การระเหิดของการบูร
2. สารละลาย A ซึ่งทำปฏิกิริยากับสารละลาย B ในระบบปิดได้สาร C และ D เป็นของแข็ง ถ้าต้องการตรวจสอบว่าการเปลี่ยนแปลงนี้เป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับได้หรือไม่ ควรเลือกข้อใด
  - ก. ตรวจสอบว่าเป็นปฏิกิริยาคายหรือดูดพลังงาน
  - ข. ตรวจสอบหา A และ C
  - ค. ตรวจสอบว่ามวลของ A และ D คงที่
  - ง. ตรวจสอบหา A , B และ C
3. ถ้าปฏิกิริยาต่อไปนี้เกิดในภาชนะเปิด ปฏิกิริยาใดสามารถเกิดภาวะสมดุลได้
  - ก.  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$
  - ข.  $\text{AgCl}(\text{s}) + \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$
  - ค.  $2\text{NO}_2(\text{g}) + \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$
  - ง.  $\text{CaCO}_3(\text{s}) + \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
4. การเปลี่ยนแปลงต่อไปนี้ข้อใดจัดเป็นระบบปิด
  - ก. ผสมสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์กับสารละลายเลด(II)ไนเตรต
  - ข. ใส่โลหะแมกนีเซียมลงไปนในสารละลายกรด
  - ค. วางบีกเกอร์โซดาไฟบนโต๊ะปฏิบัติการแล้วเกิดฟ้าผ่า
  - ง. ชาวนาเผาต่อชั่งข้าว



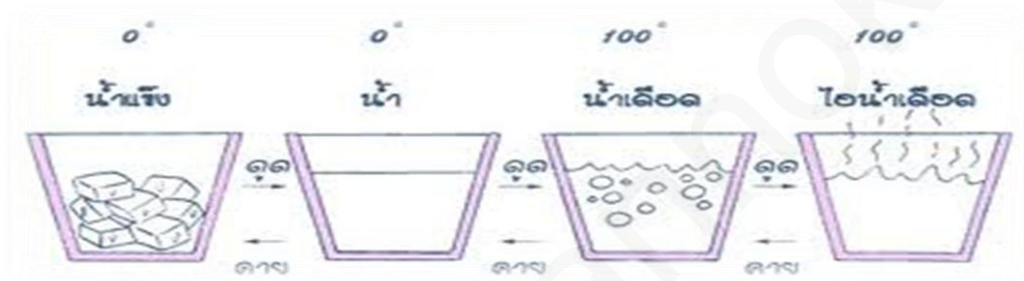
5. การให้ความร้อนแก่ผลึกไอโอไดน์ เป็นการเปลี่ยนแปลงข้อใด
  - ก. การเกิดปฏิกิริยาเคมี
  - ข. การเปลี่ยนสถานะ
  - ค. การเกิดสมดุลเคมี
  - ง. การเปลี่ยนแปลงระบบ
6. นำเนฟทาซีนใส่ไว้ในบีกเกอร์จะเกิดผลอย่างไร
  - ก. ขนาดของลูกเหม็นจะเล็กลงและหมดไป
  - ข. เกิดสมดุลเคมี
  - ค. เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้
  - ง. เกิดปฏิกิริยาผันกลับได้
7. การเปลี่ยนแปลงต่อไปนี้ข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้
  - ก. การเผาหินปูน
  - ข. การละลายของก้อนน้ำแข็งในแก้วน้ำ
  - ค. การต้มข้าว
  - ง. การระเหิดของเกล็ดไอโอไดน์ในขวดปิดฝา
8. ปฏิกิริยาเคมีในข้อใดเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน
  - ก. ใส่โลหะสังกะสีลงในกรดเกลือ
  - ข. ใส่สารละลายเลด(II)ไนเตรตลงในสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์
  - ค. ใส่กรดของกรดซัลฟิวริกลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
  - ง. ใส่สารละลายกรดไฮโดรคลอริกในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
9. การเปลี่ยนสถานะของน้ำเป็นการเปลี่ยนแปลงตามข้อใด
  - ก. การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้
  - ข. เกิดระบบปิดและระบบเปิด
  - ค. เกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า
  - ง. การระเหิด
10. ระบบใดเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้
  - ก. การต้มน้ำในภาชนะจนเดือด
  - ข. กระจกใส่น้ำร้อนปิดฝาแน่น
  - ค. ใส่น้ำแข็งไว้ในแก้วตั้งทิ้งไว้
  - ง. การให้ความร้อนแก่ผลึกไอโอได

## บัตรกิจกรรม

### 1. ตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation)

1. ทบทวนความรู้เดิม
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ภาพและตอบคำถามในประเด็นต่อไปนี้

จากภาพการเปลี่ยนสถานะของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเกิดขึ้นหรือไม่อย่างไรให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายหาคำตอบ



ที่มา [http://www.myfirstbrain.com/student\\_view.aspx?ID=29884](http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=29884) สืบค้นวันที่ 12 มีนาคม 2556

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เราไปเรียนรู้ในกิจกรรม

ต๋อไ่กันเถอะ



## 2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

### บัตรกิจกรรม

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาบัตรความรู้และร่วมกันอภิปราย ตอบคำถามดังต่อไปนี้

### บัตรความรู้

การเปลี่ยนแปลงของสาร ที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบทางเคมีของสาร มีลักษณะของการเปลี่ยนแปลงจำแนกได้ดังต่อไปนี้

1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ (Physical change) องค์ประกอบทางเคมีของสารไม่เปลี่ยนเป็นการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้จากลักษณะภายนอกของสาร สามารถตรวจสอบได้ด้วยเครื่องมืออย่างง่าย และไม่มีสารใหม่เกิดขึ้น ในระบบภายหลังการเปลี่ยนแปลง ตัวอย่างเช่น การละลายของน้ำ การละลายของเกลือแกง การละลายของน้ำตาลทราย ดังตัวอย่าง
2. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี (Chemical Change) เป็นการเปลี่ยนแปลงที่องค์ประกอบทางเคมีของสารเปลี่ยน สูตรเคมีเปลี่ยน เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารซึ่งได้ผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่เกิดขึ้น ดังตัวอย่าง



2. ให้นักเรียนวิเคราะห์ภาพและตอบคำถามในประเด็นต่อไปนี้  
จากภาพที่กำหนดให้มีการเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ อย่างไร



ไข่ดาว

ที่มา <https://www.topicstock.pantip.com>



การจุดไข่ม้วนของเทียนไข

ที่มา <https://www.klongdigital.com>



การระเบิดของพลุ ดอกไม้ไฟ

<https://www.atom.rmutphysics.com>

.....

.....

.....

.....

ให้นักเรียนยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ	การเปลี่ยนแปลงทางเคมี



3. จงพิจารณาว่าข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เพราะเหตุใด

3.1 น้ำระเหยจากแหล่งน้ำสู่บรรยากาศ

.....

.....

3.2 เพล  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ซึ่งมีสีฟ้าได้ผงสีเทาของ  $\text{CuSO}_4$

.....

.....



3.3 ใส่ชิ้นสังกะสี (Zn) ลงในสารละลายกรดซัลฟิวริก ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) ได้แก๊สไฮโดรเจน ( $\text{H}_2$ )

.....

.....

3.4 ผสมสารละลายเบเรียมไฮดรอกไซด์  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  ลงในสารละลายกรดซัลฟิวริก ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) เกิดตะกอนสีขาว

.....

.....

3.5 ใส่เกลือแกง (NaCl) ในน้ำได้สารละลายเกลือแกง

.....

.....

3.6 ให้ความร้อนกับแผ่นตะกั่ว (Pb) ทำให้แผ่นตะกั่วหลอมเหลว

.....

.....

3.7 การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์จะเกิดแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ ( $\text{CO}$ )

.....

.....

ถ้าตอบคำถามเสร็จแล้ว

ไปต่อกันเลย



### 3. สำรวจและค้นหา (Exploration)

#### ปฏิกิริยา

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและตอบคำถาม ก่อนทำกิจกรรม เรื่อง ปฏิบัติการผันกลับได้และผันกลับไม่ได้
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรม เรื่อง ปฏิบัติการผันกลับได้และผันกลับไม่ได้ โดยแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาถึงจุดประสงค์ วัสดุ- อุปกรณ์ สารเคมีตลอดจนการบันทึกผลการทดลอง ลงในปฏิกิริยา
3. ให้นักเรียนตอบคำถามหลังทำกิจกรรมเสร็จแล้ว





## บัตรกิจกรรม เรื่อง ปฏิริยาผันกลับได้และผันกลับไม่ได้

### จุดประสงค์การทดลอง

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาปฏิริยาผันกลับได้
2. อธิบายความหมายและยกตัวอย่างปฏิริยาผันกลับได้
3. เพื่อศึกษาทิศทางการเกิดปฏิริยาของสารในระบบ

### วิธีการทดลอง

#### ตอนที่ 1 การเผาผลาญแมกนีเซียมในอากาศ

1. ตัดลวดแมกนีเซียม ยาว 10 เซนติเมตร ใช้กระดาษทรายขัดให้สะอาด
2. นำลวดแมกนีเซียมในข้อ (1) ไปเผาในอากาศ (ข้อควรระวังอย่างพึงมองโดยตรง) สังเกตและบันทึกผล

#### ตอนที่ 2 ปฏิริยาระหว่างสารละลาย $\text{CuSO}_4$ และสารละลาย $\text{HCl}$

##### ขั้นตอนการทดลอง

1. ใส่สารละลาย  $\text{CuSO}_4$  ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก 2 หลอดๆ ละ 5 หยด
2. เติมน้ำกลั่น 15 หยด ลงในหลอดที่ 1 เขย่าและตั้งไว้เพื่อใช้เปรียบเทียบสี
3. หยดสารละลาย  $\text{HCl}$   $6 \text{ mol/dm}^3$  ลงในหลอดที่ 2 ทีละหยดพร้อมกับเขย่าจน

สารละลายเปลี่ยนสี บันทึกผล

4. หยดน้ำกลั่นลงในสารละลายในข้อ 3 ทีละหยด พร้อมกับเขย่าจนสารละลายเปลี่ยนสี บันทึกผล

5. ทำการทดลองซ้ำกับสารในหลอดเดิมอีกครั้งตามข้อ 3-4 สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง



[illegible][illegible]



### คำถามเพื่อการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

1. จงเขียนสมการแสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากการเผาผลาญแมกนีเซียม และปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาผันกลับได้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

2. สารละลาย  $\text{CuSO}_4$  จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เมื่อเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกและน้ำลงไป เพราะเหตุใด

.....

.....

3. จากการทดลองจงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาผันกลับได้

.....

.....

4. จากผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงที่มีทิศทางผันกลับได้เกิดขึ้นในระบบปิดหรือระบบเปิด

.....

.....

5. จงสรุปปฏิกิริยาที่ผันกลับได้และปฏิกิริยาที่ผันกลับไม่ได้

.....

.....



## ขั้นตอนิบายและลงข้อสรุป

### บัตริกิจกรรม

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดลอง อภิปรายผลและลงข้อสรุป
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลงานไปติดไว้ตามมุมต่าง ๆ ของห้อง แล้ว ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเล่นเกมม้าหมุน ไปตรวจผลการบันทึกและการจัดการข้อมูลของเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม โดยมีกติกา ดังนี้
  - ถ้ากลุ่มของเพื่อนทำถูกให้ใส่เครื่องหมายถูก
  - ถ้ากลุ่มของเพื่อนมีข้อมูลคลาดเคลื่อนหรือผิดพลาดให้ใส่เครื่องหมายกากบาทและเขียนอธิบายไว้ด้านล่าง
  - ลงชื่อกลุ่มที่ตรวจ
3. นักเรียนนำผลงานกลับมาที่กลุ่มของตนเอง ร่วมกันอภิปราย หาความถูกต้องตามเหตุผล
4. ครูสรุปเพิ่มเติมในส่วนที่ขาดให้สมบูรณ์
5. นักเรียนทุกคนบันทึกผลการสรุปและอภิปรายผลลงในชุดกิจกรรมของตนเอง



## ขั้นขยายความรู้

### บัตรกิจกรรม

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านเนื้อหาจากบัตรเนื้อหาเรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อตอบคำถามในบัตรกิจกรรม เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร
3. เมื่อนักเรียนศึกษาเนื้อหาจากบัตรเนื้อหา เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมีแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำแบบฝึกทักษะเรื่องการเปลี่ยนแปลงประเภทดูดและคายพลังงาน
4. นักเรียนทุกคนศึกษาบัตรกิจกรรมเรื่อง ระบบกับสิ่งแวดล้อม
5. นักเรียนทำแบบฝึกในบัตรกิจกรรมเรื่องระบบกับสิ่งแวดล้อม
6. นักเรียนศึกษาบัตรความรู้เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสารกับทิศทางการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาผันกลับได้
7. นักเรียนทุกคนทำแบบฝึกในบัตรกิจกรรมเรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้





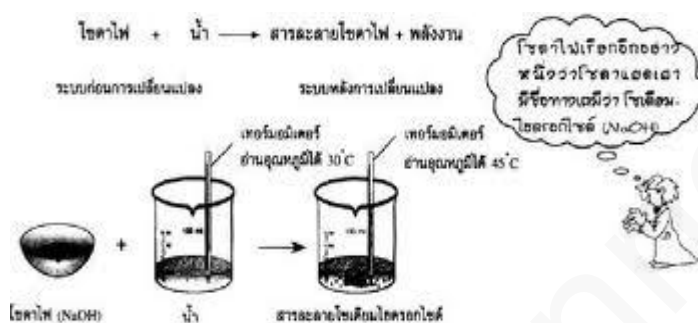
## ปฏิกิริยา

ให้นักเรียนศึกษาปฏิกิริยาดังต่อไปนี้ แล้วร่วมกันอภิปรายตอบคำถามท้ายกิจกรรม

การเปลี่ยนแปลงของสารจำแนกตามทิศทางการถ่ายเทพลังงาน

### 1. การเปลี่ยนแปลงประเภทคายความร้อน (Exothermic change)

หมายถึง ระบบจะคายความร้อนออกมาสู่สิ่งแวดล้อม ทำให้ระบบมีอุณหภูมิลดลงแต่สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิสูงขึ้น ตัวอย่างเช่น การละลายน้ำของโซดาไฟ



ที่มา <http://www.school.obec.go.th> สืบค้นวันที่ 20 มีนาคม 2556

### 2. การเปลี่ยนแปลงประเภทดูดความร้อน (Endothermic change)

การเปลี่ยนแปลงประเภทดูดพลังงานของระบบ มีทิศทางของการถ่ายเทพลังงานจากสิ่งแวดล้อมสู่ระบบ ทำให้อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมลดลง สัมผัสระบบจะรู้สึกเย็นกว่าเดิม ดังแผนภาพ



ที่มา หนังสือเรียนเคมี ม.5 ภาคเรียนที่ 2 สำนักพิมพ์แม็ค หน้า 88

หลักในการพิจารณาประเภทของการเปลี่ยนแปลง

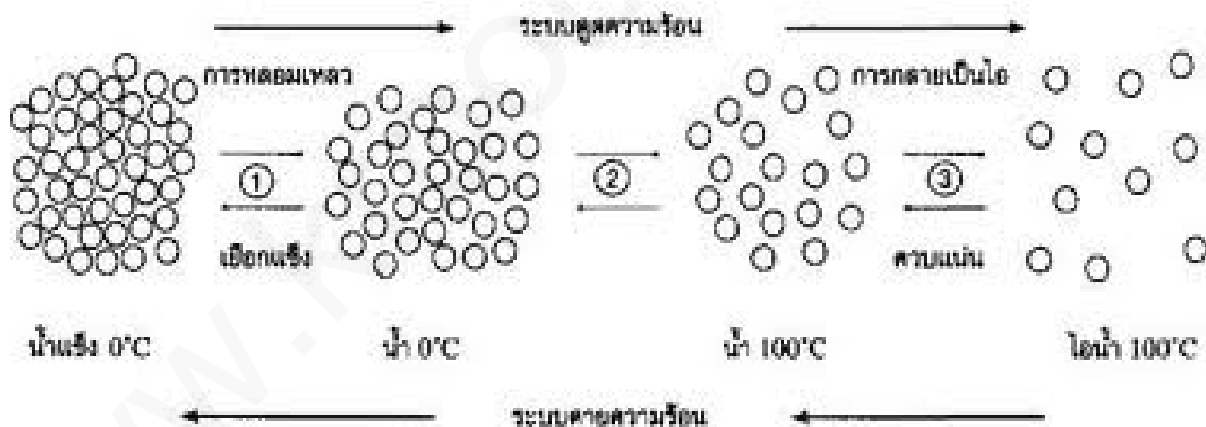
1. ถ้าระบบคายความร้อนเมื่อเราจับจะรู้สึกร้อน (ระบบคายพลังงานให้เรา) หรือเมื่อนำเทอร์โมมิเตอร์ไปวัดอุณหภูมิจะสูงขึ้น เพราะทั้งเราและเทอร์โมมิเตอร์ต่างก็เป็นสิ่งแวดล้อม
2. ในทางกลับกันถ้าระบบดูดความร้อนเมื่อเราจับจะรู้สึกเย็น (ระบบดูดพลังงานจากมือเราไป) หรือเมื่อนำเทอร์โมมิเตอร์ไปวัดอุณหภูมิจะต่ำลง เพราะทั้งเราและเทอร์โมมิเตอร์ต่างก็เป็นสิ่งแวดล้อม
3. ในการสร้างพันธะ จะต้องคายพลังงาน ในการสลายพันธะ จะต้องดูดพลังงาน ให้จำว่า "ดูดเพื่อสลาย คายเพื่อสร้าง"
4. ถ้าสาร 2 ชนิด รวมกันเป็นสารชนิดเดียว ให้สันนิษฐานได้เลยว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบคายพลังงาน (เพราะมาสร้างพันธะกัน)
5. ถ้าสาร 1 ชนิด สลายเป็นสารหลายๆชนิด ให้สันนิษฐานว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบดูดพลังงาน (ดูดเข้าไปแล้วสลายออกมา)



ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงประเภทดูดพลังงานและคายพลังงาน จะมี 3 ลักษณะ ดังนี้

### 1. การเปลี่ยนสถานะ

เมื่อสารในสถานะของแข็งดูดพลังงานจะเปลี่ยนสถานะไปเป็นของเหลว และแก๊ส ตามลำดับ ในทางกลับกันเมื่อแก๊สคายพลังงานจะเปลี่ยนสถานะไปเป็นของเหลว และของแข็ง ตามลำดับดังแผนภาพ

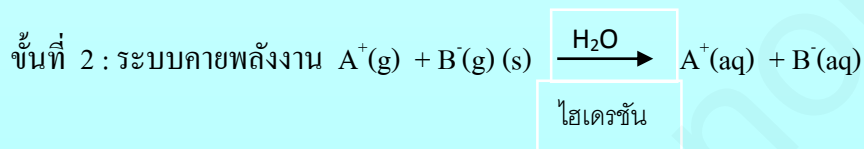
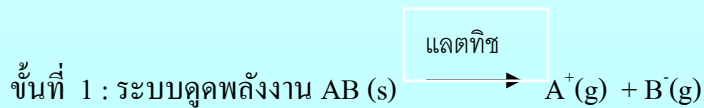


ที่มา <http://www.ebook.nfe.go.th> สืบค้นวันที่ 20 มีนาคม 2556

## การละลาย

มีองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ ตัวละลายและตัวทำละลาย โดยอนุภาคของตัวทำละลายจะแทรกไปทุกส่วนของตัวทำละลายอย่างสม่ำเสมอจนเป็นเนื้อเดียวกัน

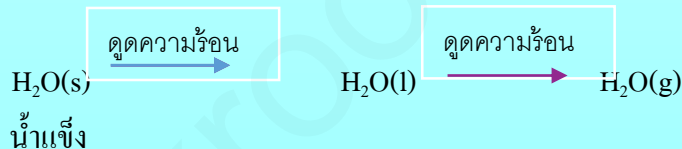
การละลายของสารมีทั้งการละลายประเภทคายพลังงาน และการละลายประเภทดูดพลังงานขึ้นอยู่กับสมบัติของตัวละลาย ซึ่งการละลายของสารมีการเปลี่ยนแปลง 2 ขั้นตอนเสมอ ตัวอย่างการละลายของสารประกอบไอออนิก มีขั้นตอน ดังนี้



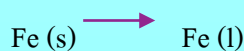
ถ้าพลังงานในขั้นที่ 1 > ขั้นที่ 2 การละลายเป็นประเภทดูดพลังงาน

ถ้าพลังงานในขั้นที่ 1 < ขั้นที่ 2 การละลายเป็นประเภทคายพลังงาน

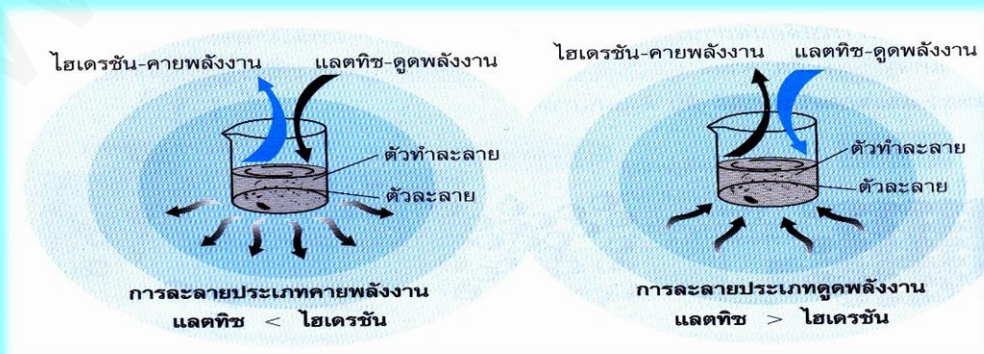
การเปลี่ยนสถานะของน้ำ พลังงานความร้อนทำลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล



การเปลี่ยนสถานะของ Fe



พลังงานความร้อนทำลายพันธะโลหะทำให้เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว





## การเกิดปฏิกิริยาเคมี

การเกิดปฏิกิริยาเคมี การที่สารตั้งต้นสลายพันธะเดิมและสร้างพันธะใหม่ ทำให้เกิดสารใหม่ สมบัติของสารจึงมีการเปลี่ยนจากเดิม

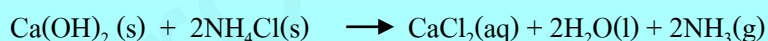
การมีสารใหม่เกิดขึ้นอาจจะสังเกตได้จากแก๊สเกิดขึ้น เกิดตะกอน สีของสารเปลี่ยนแปลงค่า pH ของระบบเปลี่ยนแปลง หรืออุณหภูมิอาจเปลี่ยนไปจากเดิม การเกิดปฏิกิริยาเคมีจำแนกตามทิศทางของการถ่ายเทพลังงานระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ปฏิกิริยาคูดพลังงาน มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรศึกษาได้จากปฏิกิริยาคูดความร้อนที่เกิดจากการผสมปูนขาว ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) กับแอมโมเนียมคลอไรด์  $\text{NH}_4\text{Cl}$



ที่มา หนังสือเรียนเคมี ม.5 ภาคเรียนที่ 2 สำนักพิมพ์แม็ค หน้า 92

สมการแสดงการเกิดปฏิกิริยา



สังเกตจะพบว่าปฏิกิริยาคูดความร้อน ถ้าสัมผัสภาชนะจะรู้สึกเย็นหรืออุณหภูมิของระบบจะลดลง

2. ปฏิกิริยาคายพลังงาน มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรศึกษาได้จากปฏิกิริยาระหว่าง  $\text{KMnO}_4$  กับน้ำตาลและน้ำ หรือ  $\text{KMnO}_4$  กับกลีเซอรอล

สังเกตจะพบว่าปฏิกิริยาคายความร้อนจะให้พลังงานหรือคายความร้อนออกมา ทำให้อุณหภูมิของระบบสูงกว่าเดิม

ศึกษาเสร็จแล้ว นักเรียนมาตอบคำถามกัน



## แบบฝึกกิจกรรม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงประเภทพลังงานและคุณภาพพลังงาน

จงพิจารณาว่าการเปลี่ยนแปลงในระบบข้อใดเป็นการกายพลังงานและข้อใดเป็นการคุณภาพพลังงาน เพราะเหตุใด

1. การระเหยของเหงื่อ

.....  
 .....

2. การระเหิดของการบูร

.....  
 .....

3. สาร A ผสมกับสาร B และสาร C เกิดความร้อน มีควันเปลวไฟเกิดขึ้นที่สารผสมในถ้วยกระเบื้อง

.....  
 .....

4. รินสารละลายกรดซัลฟิวริกในน้ำ มีพลังงานความร้อนเกิดขึ้นในระบบ

.....  
 .....

5. สาร X ผสมกับสาร Y ในภาชนะ เกิดแก๊ส Z และมีละอองน้ำเกาะที่ข้างภาชนะ

.....  
 .....

6. นำโซเดียมไฮดรอกไซด์ใส่ในบีกเกอร์ที่มีน้ำอยู่ได้สารละลายใสไม่มีสี อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิของน้ำ

.....  
 .....

7. เคาโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ( $\text{KMnO}_4$ ) ได้แก๊สออกซิเจน

.....  
 .....





## การเปลี่ยนแปลงของสารกับการถ่ายเทมวลสารระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม

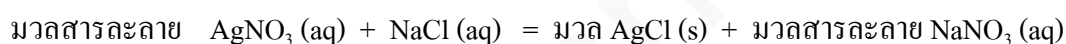
การจำแนกระบบโดยใช้ทิศทางการเปลี่ยนแปลงมวลของสารในระบบเป็นเกณฑ์ จึงจำแนกได้ 2 ประเภท ดังต่อไปนี้

### ระบบปิด Close system

เป็นระบบที่ไม่มีการถ่ายเทมวลสารระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมทำให้มวลของสารในระบบคงที่ โดยที่มวลของสารในระบบก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงมีค่าเท่ากัน เช่น ผสมสารละลาย  $\text{AgNO}_3$  กับ สารละลาย  $\text{NaCl}$  จะเกิดตะกอนสีขาวของ  $\text{AgCl}$  และสารละลาย  $\text{NaNO}_3$  ดังสมการ



ดังนั้น ถ้านำมวลของสารละลายมารวมกันจะเท่ากับมวลของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

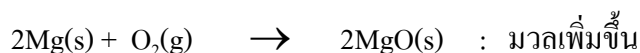


### ระบบเปิด Open system

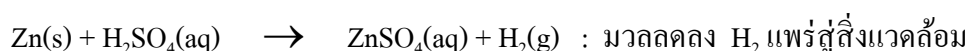
เป็นระบบที่มีการถ่ายเทมวลสารระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมทำให้มวลของสารในระบบมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากมวลเดิมก่อนเกิดปฏิกิริยา ส่วนใหญ่จะมีสารในสถานะแก๊สเป็นสารตั้งต้นหรือเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะเกิดในภาชนะเปิดฝาเสมอ

ตัวอย่างที่ 1

เผาผลาญ  $\text{Mg}$  ในอากาศ มวลของระบบจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีแก๊สออกซิเจนในอากาศเข้าทำปฏิกิริยากับ  $\text{Mg}$  ได้  $\text{MgO}$  ซึ่งเป็นของแข็ง



ตัวอย่างที่ 2 นำโลหะ  $\text{Zn}$  ทำปฏิกิริยากับกรด  $\text{H}_2\text{SO}_4$  จะเกิดแก๊สไฮโดรเจนที่ถ่ายเทสู่สิ่งแวดล้อมได้ทำให้มวลของระบบลดลง



### แบบฝึกกิจกรรม เรื่อง ระบบปิดและระบบเปิด

จงพิจารณาว่าการเปลี่ยนแปลงในระบบข้อใดเป็นระบบปิดและข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงระบบเปิด เพราะเหตุใด

เผาผลาญแมกนีเซียม (Mg) ในถ้วยกระเบื้อง

.....  
 .....

รินกรดไฮโดรคลอริกลงในน้ำแล้วเกิดความร้อน

.....  
 .....

นำไอโอดีนใส่ภาชนะที่มีฝาปิด

.....  
 .....

น้ำอัดลมในขวดปิดฝา

.....  
 .....

เผาแคลเซียมคาร์บอเนตในถ้วยกระเบื้อง

.....  
 .....

สารละลายเกลือแกงที่อึดตัว

.....  
 .....

แขวนการบูรไว้ในรถยนต์

.....  
 .....



## การเปลี่ยนแปลงของสารกับทิศทางการเปลี่ยนแปลง

การเปลี่ยนแปลงของสาร เมื่อพิจารณาทิศทางการเปลี่ยนแปลงแบ่งได้เป็น 2 ประเภท

1. การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ เป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้า และย้อนกลับเกิดขึ้นในระบบเดียวกัน ใช้ลูกศร  $\rightarrow$

$\rightarrow$  แสดงการเกิดปฏิกิริยาจากซ้ายไปขวามือ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าทางเดียว

$\rightleftharpoons$  แสดงการเกิดปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ ซึ่งมีทั้งปฏิกิริยาไปข้างหน้า ( $\rightarrow$ ) และปฏิกิริยา

ย้อนกลับ ( $\leftarrow$ )

**ปฏิกิริยาไปข้างหน้า** หมายถึง ปฏิกิริยาที่สารตั้งต้นเปลี่ยนแปลงไปเป็นสารผลิตภัณฑ์

**ปฏิกิริยาย้อนกลับ** หมายถึง ปฏิกิริยาที่สารผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงกลับไปเป็นสารตั้งต้น

การเปลี่ยนแปลงผันกลับได้มีทั้งการละลาย การเปลี่ยนสถานะ และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้ เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทิศทางเดียวหรือเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ เป็นการเปลี่ยนแปลงทิศทางใดทิศทางหนึ่งดังนี้

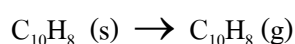
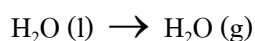
2.1 การเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้า ใช้  $\rightarrow$  แทนการเปลี่ยนแปลง ซึ่งหมายถึงสารตั้งต้นเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์ (สารตั้งต้น  $\rightarrow$  ผลิตภัณฑ์)

2.2 การเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ ใช้  $\leftarrow$  แทนการเปลี่ยนแปลง ซึ่งหมายถึงผลิตภัณฑ์เปลี่ยนเป็นสารตั้งต้น (ผลิตภัณฑ์  $\rightarrow$  สารตั้งต้น)

### ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงผันกลับไม่ได้

เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ สารตั้งต้นหมดไปและเกิดขึ้นทิศทางเดียว คือ ในระบบจะมีการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าเท่านั้นและผลิตภัณฑ์ไม่เปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้น

การเปลี่ยนสถานะ เช่น น้ำกลายเป็นไอในภาชนะเปิด การระเบิดของแอมฟาทิน

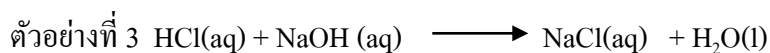


การเกิดสารละลาย เช่น การละลายของเกลือแกงในน้ำได้สารละลายที่ไม่มีเกลือเหลืออยู่



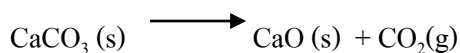
การเกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น



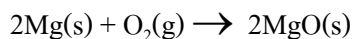


ดังนั้น  $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$  ไม่เกิด  $\text{HCl}$  และ  $\text{NaOH}$

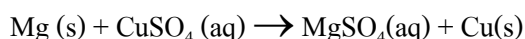
ตัวอย่างที่ 4 เพล  $\text{CaCO}_3$  ในภาชนะเปิดฝา



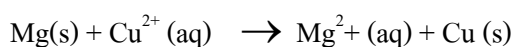
ตัวอย่างที่ 5 การเผาโลหะแมกนีเซียมในอากาศ



ตัวอย่างที่ 6 ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต



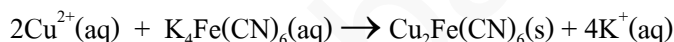
ถ้าเขียนสมการไอออนิกจะได้ดังนี้



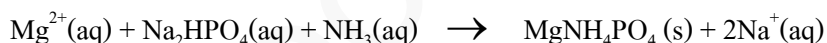
### การทดสอบ

1. ทดสอบปฏิกิริยาไปข้างหน้าว่าเกิดขึ้นได้จริง โดยทดสอบ ว่าในระบบมี  $\text{Mg}^{2+}$  เกิดขึ้นและไม่มี  $\text{Cu}^{2+}$  เหลืออยู่ในระบบ

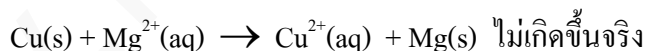
ตรวจหา  $\text{Cu}^{2+}$  ทำได้โดยใช้สารละลาย  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$  ถ้าในระบบมี  $\text{Cu}^{2+}$  จะเกิดตะกอนสีน้ำตาลแดงของคอปเปอร์เฮกซะไซยาโนเฟอเรต (II) ดังสมการ



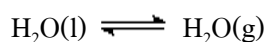
ตรวจหา  $\text{Mg}^{2+}$  ที่เกิดขึ้น โดยใช้สารละลาย  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  กับสารละลายแอมโมเนียถ้าในระบบมี



2. ทดสอบปฏิกิริยาย้อนกลับว่าไม่เกิดขึ้น โดยนำโลหะทองแดงมาทำปฏิกิริยากับสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟตแล้วตรวจหา  $\text{Cu}^{2+}$  โดยใช้สารละลาย  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$  จะไม่เกิดตะกอน สีน้ำตาลแดงของ  $\text{Cu}_2\text{Fe}(\text{CN})_6$  แสดงว่าไม่มี  $\text{Cu}^{2+}$  เกิดขึ้นนั่นคือ



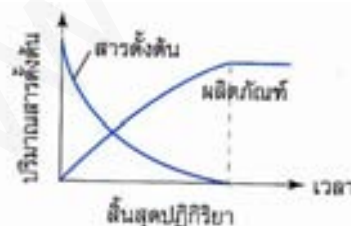
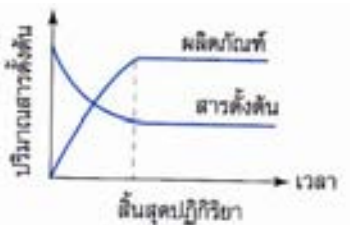
ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงผันกลับได้ จะมีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้า ( $\rightarrow$ ) และการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ ( $\leftarrow$ ) เกิดขึ้นในระบบเดียวกัน จึงใช้  $\rightleftharpoons$  แทนการเปลี่ยนแปลงผันกลับได้เช่น การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ เช่น การระเหยของน้ำในภาชนะที่ปิดฝา



ตลอดจนหม่อม

$$\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$$


ตาราง เปรียบเทียบสมบัติของระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงผันกลับไม่ได้กับผันกลับได้

การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้	การเปลี่ยนแปลงผันกลับได้
<p>การเปลี่ยนสถานะ</p> <p>ภาชนะเปิดฝา</p> $\text{C}_{10}\text{H}_8(\text{s}) \rightarrow \text{C}_{10}\text{H}_8(\text{g})$ <p>แนฟทาลินหรือลูกเหม็น</p> <p>- ระบบเปิด</p> <p>ภาชนะปิดฝา</p> $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ <p>- ระบบเปิด</p> <p>การละลาย</p> <p><math>\text{H}_2\text{O}</math></p> $\text{NaCl}(\text{s}) \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ <p>- ไม่เห็นผลึก NaCl</p> <p>- ไม่มีการถ่ายเทมวลจึงเป็นระบบปิด</p> $\text{I}_2(\text{s}) \rightarrow \text{I}_2(\text{g}) \text{ เฮกเซน}$ <p>- ระบบปิด</p> <p>การเกิดปฏิกิริยาเคมี</p> <p>ตัวอย่าง</p> $\text{Mg}(\text{s}) + \text{CuSO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{MgSO}_4(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s})$ <p>และ <math>\text{Cu} + \text{MgSO}_4 \rightarrow</math> ไม่เกิดปฏิกิริยา</p> <p>ตัวอย่าง</p> $\text{CaCO}_3(\text{s}) \xrightarrow{\text{ภาชนะเปิดฝา}} \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ <p>ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารกับเวลา</p> 	<p>การเปลี่ยนสถานะ</p> <p>ภาชนะปิดฝา</p> $\text{C}_{10}\text{H}_8(\text{s}) \rightleftharpoons \text{C}_{10}\text{H}_8(\text{g})$ <p>แนฟทาลินหรือลูกเหม็น</p> <p>- ระบบเปิด</p> <p>ภาชนะปิดฝา</p> $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ <p>- ระบบเปิด</p> <p>การละลายในตัวทำละลายชนิดเดียว</p> $\text{NaCl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ <p>เห็นผลึก NaCl สารละลายอิ่มตัว</p> <p>- ระบบปิด</p> <p>การละลายในตัวทำละลาย 2 ชนิด</p> <p>เดิม KI</p> $\text{I}_2(\text{เฮกเซน}) \rightleftharpoons \text{I}_2(\text{KI})$ <p>- ระบบปิด</p> <p>เดิม เฮกเซน</p> $\text{I}_2(\text{KI}) \rightleftharpoons \text{I}_2(\text{เฮกเซน})$ <p>- ระบบปิด</p> <p>ตัวอย่าง</p> $2\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 2\text{I}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{I}_2(\text{s})$ <p>ภาชนะปิดฝา</p> <p>และ <math>2\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 2\text{I}^-(\text{s})</math></p> <p>ตัวอย่าง</p> <p>ภาชนะปิดฝา</p> $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ <p>ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารกับเวลา</p> 





นักเรียนจะพบว่า การเปลี่ยนแปลงผันกลับไม่ได้มีลักษณะดังนี้

1. เกิดขึ้นในระบบเปิดหรือระบบปิดก็ได้ และมีเฉพาะการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้า
  2. ผลิตภัณฑ์ไม่เปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้น
  3. ในระบบสารตั้งต้นจะหมดไป มีผลิตภัณฑ์เกิดขึ้น
- ส่วนการเปลี่ยนแปลงผันกลับได้มีลักษณะดังนี้

1. เกิดขึ้นในระบบปิดเท่านั้น และมีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ
2. ผลิตภัณฑ์สามารถเปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้
3. ในระบบจะมีทั้งสารตั้งต้นทุกสารและผลิตภัณฑ์อยู่ในระบบ



## 6. ขั้นวัดและประเมินผล

### บัตรกิจกรรม

ให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ และแบบทดสอบหลังเรียน

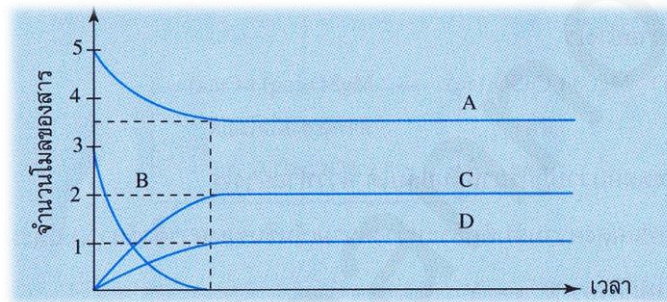
#### แบบฝึกทักษะกิจกรรมที่

#### เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

เพื่อ ทดสอบความรู้ ความเข้าใจเรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนคิด วิเคราะห์แล้วตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. สาร A ทำปฏิกิริยากับสาร B ได้สารละลาย C และสารละลาย D เป็นผลิตภัณฑ์ เมื่อเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลของสารกับเวลาในการเกิดปฏิกิริยาปรากฏผลดังนี้



จงเขียนสมการการเกิดปฏิกิริยาเคมีและวิเคราะห์ว่าปฏิกิริยานี้ผันกลับได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

2. จากสมการ  $X + Y \rightleftharpoons P + Q$

ถ้าต้องการทดสอบว่าปฏิกิริยานี้ผันกลับได้ จะมีวิธีทดสอบอย่างไร

.....

.....

.....



3. เมื่อเผาแคลเซียมคาร์บอเนต ระบบจะอยู่ในภาวะสมดุลหรือไม่ในกรณีต่อไปนี้ พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

3.1 กรณีเผาในภาชนะเปิด

.....

.....

.....

3.2 กรณีเผาในภาชนะปิด

.....

.....

.....

4. จงยกตัวอย่างปฏิกิริยาผันกลับได้มา 1 ตัวอย่าง พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

5. ปัจจัยใดบ้างเป็นองค์ประกอบที่ทำให้ปฏิกิริยาเคมีอยู่ในภาวะสมดุล

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่มีการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ และ X หน้าข้อความที่มีการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้

- .....1 การระเหิดของการบูร
- .....2 การเผาขยะ
- .....3 การเขย่าน้ำอัดลมในขวดที่ปิดฝา
- .....4. การเผา  $\text{CaCO}_3$  ในภาชนะที่ปิดฝา
- .....5 การเกิดสนิมของโลหะ
- .....6 การระเหยของไอน้ำ
- .....7 การบูดเน่าของอาหาร
- .....8 สารละลายอิ่มตัวของเกลือแกงในน้ำ
- .....9 ไอรระเหยของแก๊สไอโอดีนในขวดที่ปิดฝา
- .....10 การละลายน้ำของโลหะโซเดียม

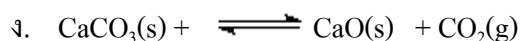
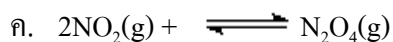
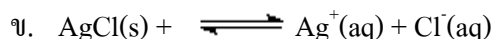
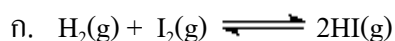
**แบบทดสอบหลังเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี**  
**ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้**

**คำชี้แจง**

ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ทับตัวเลือกที่ต้องการ

1. การให้ความร้อนแก่ผลึกไอโอไดน์ เป็นการเปลี่ยนแปลงข้อใด
  - ก. การเกิดปฏิกิริยาเคมี
  - ข. การเปลี่ยนสถานะ
  - ค. การเกิดสมดุลเคมี
  - ง. การเปลี่ยนแปลงระบบ
2. ระบบต่อไปนี้ข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้
  - ก. น้ำในถ้วยแก้ว
  - ข. การหุงข้าวในหม้อหุงข้าวไฟฟ้า
  - ค. น้ำโซดาในขวดที่ปิดฝาสนิท
  - ง. การระเหิดของการบูร
3. นำเนฟทาซีนใส่ไว้ในบีกเกอร์จะเกิดผลอย่างไร
  - ก. ขนาดของลูกเหม็นจะเล็กลงและหมดไป
  - ข. เกิดสมดุลเคมี
  - ค. เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้
  - ง. เกิดปฏิกิริยาผันกลับได้
4. สารละลาย A ซึ่งทำปฏิกิริยากับสารละลาย B ในระบบปิดได้สาร C และ D เป็นของแข็ง ถ้าต้องการตรวจสอบว่าการเปลี่ยนแปลงนี้เป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับได้หรือไม่ ควรเลือกข้อใด
  - ก. ตรวจสอบว่าเป็นปฏิกิริยาคายหรือดูดพลังงาน
  - ข. ตรวจสอบหา A และ C
  - ค. ตรวจสอบว่ามวลของ A และ D คงที่
  - ง. ตรวจสอบหา A , B และ C
5. การเปลี่ยนแปลงต่อไปนี้ข้อใดจัดเป็นระบบปิด
  - ก. ผสมสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์กับสารละลายเลด(II)ไนเตรต
  - ข. ใส่โลหะแมกนีเซียมลงไปในสารละลายกรด
  - ค. วางบีกเกอร์โซดาไฟบนโต๊ะปฏิบัติการแล้วเกิดฝ้าขาว
  - ง. ชาวนาเผาต่อชั่งข้าว

6. ถ้าปฏิกิริยาต่อไปนี้เป็นปฏิกิริยาในสถานะเปิด ปฏิกิริยาใดสามารถเกิดภาวะสมดุลได้



7. ระบบใดเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

ก. การต้มน้ำในภาชนะจนเดือด

ข. กระจกใส่น้ำร้อนปิดฝาแน่น

ค. ใส่น้ำแข็งไว้ในแก้วตั้งทิ้งไว้

ง. การให้ความร้อนแก่ผลึกไอโอดีน

8. ปฏิกิริยาเคมีในข้อใดเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน

ก. ใส่วิทยาละลายในกรดเกลือ

ข. ใส่วิทยาละลายในกรดเกลือในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์

ค. ใส่วิทยาของกรดซัลฟิวริกในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์คาร์บอเนต

ง. ใส่วิทยาละลายกรดไฮโดรคลอริกในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

9. การเปลี่ยนแปลงต่อไปนี้เป็นข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

ก. การเผาไหม้

ข. การละลายของก้อนน้ำแข็งในแก้วน้ำ

ค. การต้มข้าว

ง. การระเหยของเกลือไอโอดีนในขวดปิดฝา

10. การเปลี่ยนสถานะของน้ำเป็นการเปลี่ยนแปลงตามข้อใด

ก. การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

ข. เกิดระบบปิดและระบบเปิด

ค. เกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า

ง. การระเหย

การนำสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page. A faint watermark, "www.kroobannok.com", is visible diagonally across the center of the page.

## บรรณานุกรม

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.(2551).หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร

เทพจันทร์ แสงสุนทร. (2541). คู่มือเตรียมสอบเคมี ม. 5 เล่ม 3. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์  
ภูมิบัณฑิต

สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2547). หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม  
เคมี เล่ม 4 . กรุงเทพมหานคร : ครูสภาลาดพร้าว

สำราญ พุกฤษสุนทร. (2555). คู่มือรายวิชา. กรุงเทพฯเพิ่มเติม เคมี ม. 4 – 6 เล่ม 3. กรุงเทพฯ :  
พ.ศ.พัฒนา

สมพงษ์ จันทรโพธิ์ศรี. (2555). . Hight School Chemistry เคมี ม4 - ม.6 เล่ม 3 (รายวิชาเพิ่มเติม).  
กรุงเทพฯ: ไฮเอ็ดพับลิชชิง

สุทัศน์ ไตรสติวร. (2521). Modern Compact Chemistry. เคมี ม.6 เล่ม 5 . กรุงเทพฯ:  
เทพเนรมิตการพิมพ์

\_\_\_\_\_. (2554). หนังสือเรียนรายวิชาเคมีเพิ่มเติม เคมี เล่ม 4 . กรุงเทพมหานคร : ครูสภาลาดพร้าว

\_\_\_\_\_. (2554). คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมเคมี เล่ม 4 . กรุงเทพมหานคร :  
ครูสภาลาดพร้าว

ศิริลักษณ์ ผลวัฒนะ. (2551). หนังสือเรียน เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2. กรุงเทพฯ :  
แม็ค

[http://www.myfirstbrain.com/student\\_view.aspx?ID=29884](http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=29884) สืบค้นวันที่ 12 มีนาคม 2555

<https://www.topicstock.pantip.com> สืบค้นวันที่ 12 มีนาคม 2555

<https://.klongdigital.com> สืบค้นวันที่ 12 มีนาคม 2555

<https://www.atom.rmutphysics.com> สืบค้นวันที่ 12 มีนาคม 2555

ภาคผนวก

### เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

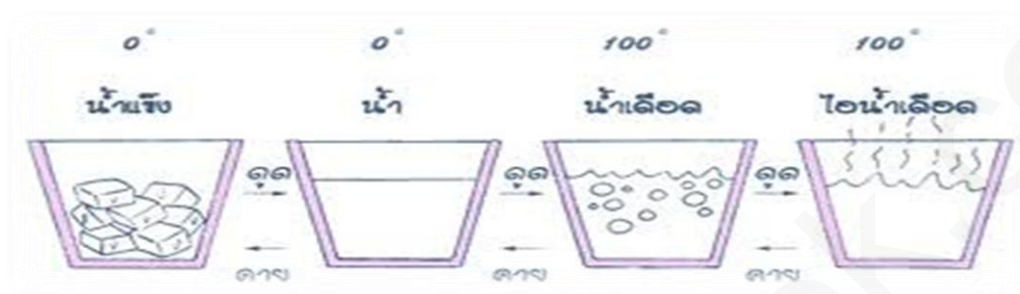
ข้อ	คำตอบ	ข้อ	คำตอบ
1	ค	6	ก
2	ง	7	ง
3	ข	8	ค
4	ก	9	ก
5	ข	10	ข

### เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

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

### เฉลยกิจกรรมขั้นตรวจสอบความรู้เดิม

จากภาพการเปลี่ยนสถานะของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเกิดขึ้นหรือไม่อย่างไรให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายหาคำตอบ



จากภาพจัดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เนื่องจาก เป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะ ไม่มีสารใหม่เกิดขึ้น จึงไม่เกิดปฏิกิริยาเคมี

### เฉลยกิจกรรมขั้นสร้างความสนใจ

จากภาพที่กำหนดให้มีการเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ อย่างไร



ไข่ดาว



การลุกไหม้ของเทียนไข



การระเบิดของพลุ ดอกไม้ไฟ

จากภาพ ไข่ดาว การลุกไหม้ของเทียนไข และการระเบิดของพลุ ดอกไม้ไฟ จัดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เนื่องจาก มีกาเปลี่ยนไปเป็นสารใหม่ จึงจัดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี



ให้นักเรียนยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ	การเปลี่ยนแปลงทางเคมี
การละลายของน้ำแข็ง	การเผาไหม้
ฝนมะนาวทิ้งไว้ในอากาศ	การต้มข้าวต้ม
การระเหยของน้ำในอากาศ	ใส่โลหะลงในกรด
การต้มไข่	ตะปูแช่น้ำฝน
การบูดเน่า	การคองผักผลไม้
การละลายของเกลือแกง	การบ่มผลไม้

3. จงพิจารณาว่าข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเพราะเหตุใด

3.1 น้ำระเหยจากแหล่งน้ำสู่บรรยากาศ

(เป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เนื่องจากไอน้ำที่อยู่บริเวณผิวหน้าของของเหลวระเหยกลายเป็นไอ)

3.2 เผา  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ซึ่งมีสีฟ้าได้ผงสีเทาของ  $\text{CuSO}_4$

(เป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เนื่องจาก  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ก่อนเผา มีสีฟ้าและเมื่อให้ความร้อน น้ำมีการระเหยออกเป็นได้ผงสีเทาของ  $\text{CuSO}_4$ )

3.3 ใส่สังกะสี (Zn) ลงในสารละลายกรดซัลฟิวริก ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) ได้แก๊สไฮโดรเจน ( $\text{H}_2$ )

เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เนื่องจากมีสารใหม่เกิดขึ้นดังสมการ



3.4 ผสมสารละลายเบเรียมไฮดรอกไซด์  $\text{Ba(OH)}_2$  ลงในสารละลายกรดซัลฟิวริก ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) เกิดตะกอนสีขาว

ขาว

เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เนื่องจากมีสารใหม่เกิดขึ้นคือ  $\text{BaSO}_4$  ซึ่งมีตะกอนสีขาว และ  $\text{H}_2\text{O}$  ดังสมการ



7.5 ใส่เกลือแกง (NaCl) ในน้ำได้สารละลายเกลือแกง

เป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเกิดการละลายได้ไอออน ของ  $\text{Na}^+$  และ  $\text{Cl}^-$  ดังสมการ

3.6 ให้ความร้อนกับแผ่นตะกั่ว (Pb) ทำให้แผ่นตะกั่วหลอมเหลว

เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ โดยการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว



7.6 การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์จะเกิดแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ ( $\text{CO}$ )

การเปลี่ยนแปลงทางเคมี เช่นการเผาไหม้



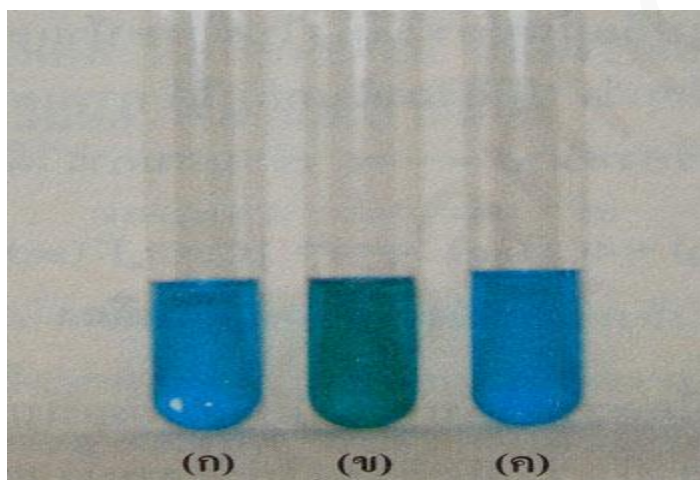
### เฉลยกิจกรรมขั้นสำรวจและค้นหา และขั้นอธิบาย

กิจกรรมการทดลอง เรื่อง ปฏิริยาผันกลับได้และผันกลับไม่ได้

บันทึกผลการทดลอง

หลอดทดลอง	สารที่เติม	สิ่งที่สังเกตได้
ก	$\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	สารละลายสีฟ้า
ข	$\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{HCl}$	สารละลายสีเขียวแกมเหลือง
ค	$\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{HCl} + \text{H}_2\text{O}$	สารละลายสีฟ้า

ดั่งภาพการทดลอง



วิเคราะห์ผลการทดลอง

เมื่อเติมกรดไฮโดรคลอริก สารละลาย  $\text{CuSO}_4$  สีฟ้าจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวแกมเหลือง เมื่อเติมน้ำลงไป สารละลายเปลี่ยนกลับมาเป็นสีฟ้า เพราะเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้

### สรุปผลการทดลอง

- เมื่อหยดสารละลาย HCl ลงในสารละลาย  $\text{CuSO}_4$  ซึ่งมีสีฟ้า ได้สารละลายเขียวแกมเหลืองเกิดขึ้น เนื่องจาก  $\text{Cl}^-$  จาก HCl เข้าไปแทนที่  $\text{H}_2\text{O}$  ใน  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  เกิดเป็น  $[\text{CuCl}_4]^{2-}$  ซึ่งมีสีเหลือง แต่จากการทดลองจะได้สารละลายสีเขียวแกมเหลือง ซึ่งเป็นสีผสมระหว่างสีฟ้าของ  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  กับสีเหลืองของ  $[\text{CuCl}_4]^{2-}$  และเมื่อหยดน้ำลงไปได้สารละลายสีเขียวแกมเหลือง สารละลายจะเปลี่ยนกลับมาเป็นสีฟ้าเหมือนเดิม แสดงว่าโมเลกุลของ  $\text{H}_2\text{O}$  เข้าไปแทนที่  $\text{Cl}^-$  เกิดเป็น  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$
- การเปลี่ยนแปลงของ  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  เมื่อเติมกรด HCl เป็นปฏิกิริยาไปข้างหน้าได้  $[\text{CuCl}_4]^{2-}$  ซึ่งมีสีเหลือง เมื่อเติม  $\text{H}_2\text{O}$  ลงไป ปฏิกิริยาจะเกิดย้อนกลับได้  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  ซึ่งมีสีฟ้ากลับคืนมา ปฏิกิริยาระหว่าง  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  กับ HCl และน้ำ จึงเป็นปฏิกิริยาผันกลับได้

### เฉลยคำถามเพื่อการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

- จงเขียนสมการแสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากการเผาผลาญแมกนีเซียม และปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาผันกลับได้หรือไม่ อย่างไร



ไม่เกิดปฏิกิริยาผันกลับได้ เนื่องจากเมื่อเผา Mg แล้ว เกิดเป็น MgO จนหมด

- สารละลาย  $\text{CuSO}_4$  จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เมื่อเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกและน้ำลงไป เพราะเหตุใด

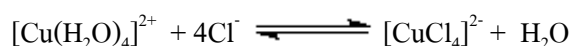
เมื่อหยดสารละลาย HCl ลงในสารละลาย  $\text{CuSO}_4$  ซึ่งมีสีฟ้า ได้สารละลายเขียวแกมเหลืองเกิดขึ้นเนื่องจาก  $\text{Cl}^-$  จาก HCl เข้าไปแทนที่  $\text{H}_2\text{O}$  ใน  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  เกิดเป็น  $[\text{CuCl}_4]^{2-}$  ซึ่งมีสีเหลือง แต่จากการทดลองจะได้สารละลายสีเขียวแกมเหลือง ซึ่งเป็นสีผสมระหว่างสีฟ้าของ  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  กับสีเหลืองของ  $[\text{CuCl}_4]^{2-}$  และเมื่อหยดน้ำลงไปได้สารละลายสีเขียวแกมเหลือง สารละลายจะเปลี่ยนกลับมา

- จากการทดลองจงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาผันกลับได้

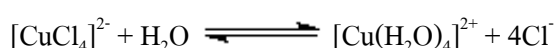
- การทดลองในหลอดที่ 1



- สมการของปฏิกิริยาในหลอดทดลองที่ 2



- สมการของปฏิกิริยาในหลอดทดลองที่ 3



จากผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงที่มีทิศทางผันกลับได้เกิดขึ้นในระบบปิดหรือระบบเปิด  
เกิดในระบบเปิด

## 4. จงสรุปปฏิกิริยาที่ผันกลับได้และปฏิกิริยาที่ผันกลับไม่ได้

ปฏิกิริยาผันกลับไม่ได้	ปฏิกิริยาผันกลับได้
เกิดขึ้นในระบบเปิดหรือระบบปิดก็ได้ และมีเฉพาะการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้า	ในระบบปิดเท่านั้น และมีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ
ผลิตภัณฑ์ไม่เปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้น	ผลิตภัณฑ์สามารถเปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้
ในระบบสารตั้งต้นจะหมดไป มีผลิตภัณฑ์เกิดขึ้น	ในระบบจะมีทั้งสารตั้งต้นทุกสารและผลิตภัณฑ์อยู่ในระบบ

### เฉลยกิจกรรมขั้น ขยายความคิด

เฉลยแบบฝึกกิจกรรม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงประเภทคายพลังงานและดูดพลังงาน

## 1. การระเหยของเหงื่อ

(เป็นปฏิกิริยาแบบดูดพลังงาน เนื่องจาก มีการถ่ายเทพลังงาน)

## 2. การระเหิดของการบูร

(เป็นแบบคายพลังงาน เกิดการระเหิด มีการดูดพลังงานจากสิ่งแวดล้อมเพื่อสลายพันธะ)

## 3. สาร A ผสมกับสาร B และสาร C เกิดความร้อน มีควันเปลวไฟเกิดขึ้นที่สารผสมในถ้วยกระเบื้อง

(เป็นปฏิกิริยาแบบคายพลังงานเนื่องจากมีการถ่ายเทพลังงาน ออกสู่สิ่งแวดล้อม)

## 4. รินสารละลายกรดซัลฟิวริกในน้ำ มีพลังงานความร้อนเกิดขึ้นในระบบ

เป็นปฏิกิริยาแบบคายพลังงาน เกิดความร้อนเนื่องจาก กรดนั้นมี ความว่องไวในการทำปฏิกิริยา สูง ไม่เกิดปฏิกิริยาเคมี แต่มีการแลกเปลี่ยนไอออนกัน

## 5. สาร X ผสมกับสาร Y ในภาชนะ เกิดแก๊ส Z และมีละอองน้ำเกาะที่ข้างภาชนะ

มีน้ำเกิดขึ้นในปฏิกิริยาแสดงว่ามีการคายพลังงาน

## 6. นำโซเดียมไฮดรอกไซด์ใส่ในบีกเกอร์ที่มีน้ำอยู่ได้สารละลายใสไม่มีสี อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิของน้ำ

เกิดการคายพลังงาน

7. เคาโปแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ( $\text{KMnO}_4$ ) ได้แก๊สออกซิเจน

เกิดปฏิกิริยาแบบดูดพลังงานเพื่อสลายพันธะกลายเป็นสารผลิตภัณฑ์ ดังสมการ



**เฉลย แบบฝึกกิจกรรม เรื่อง ระบบปิดและระบบเปิด**

จงพิจารณาว่าการเปลี่ยนแปลงในระบบข้อใดเป็นระบบปิดและข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงระบบเปิด เพราะเหตุใด

เผาถลุงแมกนีเซียม (Mg) ในถ้วยกระเบื้อง

เกิดปฏิกิริยาเคมีดังสมการ  $2\text{MgO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Mg}$  เป็นระบบเปิดเพราะทำในภาชนะเปิด

รินกรดไฮโดรคลอริกลงในน้ำแล้วเกิดความร้อน (เป็นระบบเปิด)

นำไอโอดีนใส่ภาชนะที่มีฝาปิด(เป็นระบบปิด)

น้ำอัดลมในขวดปิดฝา(เป็นระบบปิด)

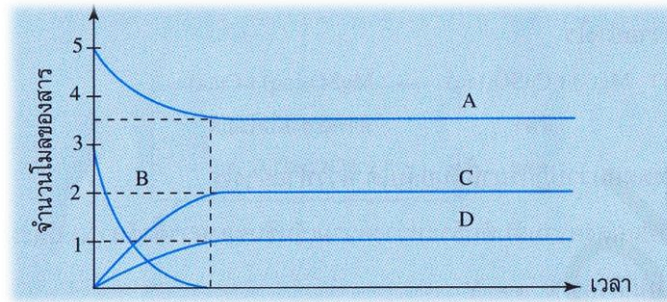
เผาแคลเซียมคาร์บอเนตในถ้วยกระเบื้อง(ระบบเปิด)

สารละลายเกลือแกงที่อ้อมตัว(ระบบปิด)

แวนการบูรไว้ในรถยนต์(ระบบเปิด)

เฉลยแบบฝึกทักษะกิจกรรมที่... เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้  
ตอนที่ 1 ให้นักเรียนคิด วิเคราะห์แล้วตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. สาร A ทำปฏิกิริยากับสาร B ได้สารละลาย C และสารละลาย D เป็นผลิตภัณฑ์ เมื่อเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลของสารกับเวลาในการเกิดปฏิกิริยาปรากฏผลดังนี้



จงเขียนสมการการเกิดปฏิกิริยาเคมีและวิเคราะห์ว่าปฏิกิริยานี้ผันกลับได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวการตอบ

สมการเคมีที่เกิดขึ้นคือ  $A + B \rightarrow C + D$  เป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับไม่ได้ เนื่องจาก ในระบบไม่มีสารตั้งต้นอยู่ทุกสาร

2. จากสมการ  $X + Y \rightleftharpoons P + Q$

ถ้าต้องการทดสอบว่าปฏิกิริยานี้ผันกลับได้ จะมีวิธีทดสอบอย่างไร

แนวการตอบ

ทดสอบปฏิกิริยาย้อนกลับ โดยการนำ P ทำปฏิกิริยากับ Q แล้วทดสอบว่ามี X และ Y ถ้าระบบอยู่หรือไม่ ถ้ามีทั้ง X และ Y แสดงว่าระบบอยู่ในภาวะสมดุล

3. เมื่อเผาแคลเซียมคาร์บอเนต ระบบจะอยู่ในภาวะสมดุลหรือไม่ในกรณีต่อไปนี้ พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

3.1 กรณีเผาในภาชนะเปิด (แนวการตอบ : เมื่อปฏิกิริยาเกิดในภาชนะเปิด แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะออกไปจากภาชนะได้ ระบบจึงไม่เกิดภาวะสมดุล)

3.2 กรณีเผาในภาชนะปิด (แนวการตอบ : เมื่อปฏิกิริยาเกิดในภาชนะปิด แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะออกไปจากภาชนะไม่ได้ เมื่อแก๊สมีปริมาณมากขึ้นความดันภายในจะสูงขึ้นทำให้เกิดปฏิกิริยาผันกลับได้ และมีภาวะสมดุลเกิดขึ้นในระปิด)

1. จงยกตัวอย่างปฏิกิริยาผันกลับได้มา 1 ตัวอย่าง พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบปฏิกิริยาของสารละลาย  $\text{CoCl}_2$  ดังนี้

สารละลาย  $\text{CoCl}_2$  จะแตกตัวเป็นไอออนน้ำ ดังสมการ



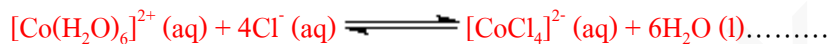
ซึ่ง  $\text{Co}^{2+}$  ในน้ำจะอยู่ในรูปของไอออนเชิงซ้อน คือ  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  เป็นไอออนที่มีสีชมพู เมื่อเติมสารละลาย  $\text{HCl}$  เข้มข้นจะเปลี่ยนไปเป็น  $[\text{CoCl}_4]^{2-}$  ซึ่งมีสีน้ำเงิน และเมื่อเติมน้ำลงไปสารละลายสีน้ำเงินจะเปลี่ยนไปเป็นสารละลายสีชมพูได้อีก เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาไปข้างหน้าได้ดังนี้



ปฏิกิริยาย้อนกลับเขียนสมการได้ดังนี้



ดังนั้นปฏิกิริยานี้จึงเป็นปฏิกิริยาผันกลับได้เขียนแทนด้วยสมการ ดังนี้



2. ปัจจัยใดบ้างเป็นองค์ประกอบที่ทำให้ปฏิกิริยาเคมีอยู่ในภาวะสมดุล

ปัจจัยซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ทำให้ปฏิกิริยาเคมีอยู่ในภาวะสมดุลได้แก่

1. ต้องเกิดปฏิกิริยาที่ผันกลับได้
2. ปฏิกิริยาต้องเกิดในระบบปิดที่อุณหภูมิคงที่
3. อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและย้อนกลับต้องเท่ากัน

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย  $\checkmark$  หน้าข้อความที่มีการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ และ X หน้าข้อความที่มีการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้

- .....X.....1 การระเหิดของการบูร
- .....X.....2 การเผาขยะ
- .....X.....3 การเข้าน้ำอัดลมในขวดที่ปิดฝา
- ..... $\checkmark$ .....4 การเผา  $\text{CaCO}_3$  ในภาชนะที่ปิดฝา
- .....X.....5 การเกิดสนิมของโลหะ
- .....X.....6 การระเหยของไอน้ำ
- .....X.....7 การบดเน่าของอาหาร
- ..... $\checkmark$ .....8 สารละลายอิมตัวของเกลือแกงในน้ำ
- ..... $\checkmark$ .....9 ไอระเหยของเกล็ดไออนิดีนในขวดที่ปิดฝา
- .....X.....10 การละลายน้ำของโลหะโซเดียม