ส่วนประกอบของชุดกิจกรรม

1. คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับครู
2. คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน
3. จุดประสงค์การเรียนรู้
4. สาระการเรียนรู้
5. บัตรคำสั่ง
6. แบบทดสอบก่อนเรียน
7. บัตรเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
8. บัตรกิจกรรม
9. บัตรรายงานกิจกรรม
10. บัตรเฉลยรายงานกิจกรรม
11. บัตรความรู้
12. บัตรงาน
13. เฉลยบัตรงาน
14. ผังมโนทัศน์
15. ตัวอย่างผังมโนทัศน์
16. แบบทดสอบหลังเรียน
17. บัตรเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับครู

1. ชุดกิจกรรม เรื่องสมดุลเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีทั้งหมด 9 เล่ม ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมีเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว30223 แผนที่ 1 จำนวน 2 ชั่วโมง
2. ชุดกิจกรรมชุดนี้เป็นเอกสารเล่มที่ 1 การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ โดยกิจกรรมประกอบด้วย บัตรคำสั่ง แบบทดสอบก่อนเรียน บัตรกิจกรรม บัตรความรู้ บัตรงาน ผังมโนทัศน์ และแบบทดสอบหลังเรียน
3. การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้ ครูผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรปฏิบัติดังนี้

3.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับแผนจัดการเรียนรู้ เนื้อหาที่สอน เอกสารชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และคำชี้แจงต่างๆให้เข้าใจก่อนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

3.2 เตรียมอุปกรณ์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้พร้อมละครบจำนวนนักเรียนในชั้นเรียนแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

3.3 เมื่อมีกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆละ 5 – 6 คน ให้มีการเลือกประธานเลขานุการกลุ่มพร้อมทั้งให้ทุกคนได้รับผิดชอบหน้าที่ต่างๆ ขณะทำกิจกรรม

3.4 ชี้แจงให้นักเรียนทราบบทบาทของตน การอ่านคำชี้แจงในแต่ละกิจกรรมและปฏิบัติอย่างรอบครอบ

3.5 ขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มครูจะต้องให้คำปรึกษา แนะนำ และเปิดโอกาสให้ทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม ตามบทบาทที่สมาชิกในกลุ่มได้รับมอบหมาย พร้อมทั้งมีการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปด้วย

3.6 เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมครบถ้วนแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แล้วนำผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาแจ้งให้นักเรียน เพื่อดูความก้าวหน้าและพัฒนาการด้านการเรียนของนักเรียน แต่ละคน

3.7 แจ้งให้นักเรียนเตรียมงาน สำหรับการเรียนรู้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดต่อไป

4. การวัดและประเมินผลของนักเรียนประเมินจาก แบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน บัตรกิจกรรม บัตรงาน ผังมโนทัศน์ การตอบคำถามเพื่อวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง การเขียนรายงานผลการทดลองและนำเสนอ

คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สมดุลเคมี รายวิชาเคมีเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว30223 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 1 การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ ใช้เวลาในการศึกษากิจกรรมชุดนี้จำนวน 2 ชั่วโมง โดยให้นักเรียนได้ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนอย่างละเอียดและถูกต้อง ดังต่อไปนี้

1. นักเรียนแบ่งกลุ่มและกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มให้ชัดเจน
2. นักเรียนศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ ก่อนที่จะศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้
3. นักเรียนทำแบบทกสอบก่อนเรียนจำนวน 10 ข้อแล้วตรวจสอบคำตอบจากเฉลย
4. ถ้ามีคำสั่ง คำถามหรือกิจกรรม นักเรียนต้องปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนให้ถูกต้อง
5. นักเรียนต้องซื่อสัตย์ต่อตนเอง ไม่ดูเฉลยก่อน ควรใช้ความสามารถในการตอบคำถามด้วยตนเอง
6. นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องร่วมกันอภิปรายและวิเคราะห์ผลการทดลอง และเขียนรายงานผลการทดลอง
7. เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนต้องนำเสนอผลการศึกษา หรือรายงานผลการทดลองเป็นรูปเล่มเพื่อแสดงผลงานของกลุ่มตัวเอง
8. ทุกกิจกรรมมีเวลาจำกัด นักเรียนควรปฏิบัติกิจกรรมให้ทันเวลาตามที่กำหนด
9. การทำกิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้หรือช่วยกันค้นคว้าด้วยความตั้งใจ
10. เมื่อเรียนจบในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ ควรเก็บอุปกรณ์การเรียน อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองให้เรียบร้อย

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์และปฏิกิริยาที่ผันกลับได้
2. อธิบายความหมายและยกตัวอย่างของการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้ และ ปฏิกิริยาผันกลับได้ ปฏิกิริยาที่ผันกลับไม่ได้
3. บอกสมบัติของระบบที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ และปฏิกิริยาผันกลับได้

สาระการเรียนรู้

1. ความหมายของสมดุล
2. ปฏิกิริยาผันกลับได้ (Reversible reaction)
3. การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ (Reversible change)
4. อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ

บัตรคำสั่งที่ 1

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียนชุดการสอนที่ 1 จำนวน 10 ข้อ เวลา 10 นาที
2. ตรวจสอบคำตอบกับบัตรเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน ชุดการสอนที่ 1
3. ศึกษาบัตรกิจกรรมที่ 1 การทดลองที่ 7.1 เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์(II) ซัลเฟต($CuSO_4$) กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก(HCl) และศึกษาบัตรความรู้ที่ 1 ในชุดการสอนที่ 1
4. บันทึกผลการทดลองลงในบัตรรายงานกิจกรรมที่ 1 และบันทึกการศึกษาบัตรความรู้ที่ 1 ลงในสมุดจดบันทึก
5. อาสาสมัครตัวแทนกลุ่ม 2 คน นำเสนอผลการศึกษากิจกรรมที่ 1
6. ตรวจความถูกต้องกับแนวคำตอบจากบัตรเฉลยรายงานกิจกรรมที่ 1
7. ทำบัตรงานที่ 1
8. ตรวจสอบความถูกต้องแนวคำตอบจากเฉลยบัตรงานที่ 1
9. สรุปเนื้อหาความคิดรวบยอดในรูปผังมโนทัศน์
10. ตรวจสอบเนื้อหาความเป็นไปได้ของผังมโนทัศน์

    (คำตอบของนักเรียนอาจจะไม่เหมือนครูก็ได้)
11. ทำแบบทดสอบหลังเรียนชุดการสอนที่ 1 จำนวน 10 ข้อ เวลา 10 นาที
12. ตรวจสอบคำตอบกับบัตรเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน ชุดการสอนที่ 1

แบบทดสอบก่อนเรียน

ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	
รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว30223	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2/2554
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้	

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมายกากบาท × ลงในช่องตัวเลือก ก ข ค ง ในกระดาษคำตอบที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. ในระบบใดต่อไปนี้ ระบบใดไม่ใช่เกิดการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าเพียงอย่างเดียว
   ก. การต้มน้ำในกาจนเดือด
   ข. การเปลี่ยนแปลงของปรอทในเทอร์มอมิเตอร์
   ค. ถ้วยแก้วใส่น้ำแข็งตั้งทิ้งไว้ในห้อง
   ง. ใส่ชิ้นโลหะลงในสารละลายกรดในบีกเกอร์ และ มีแก๊สเกิดขึ้น
2. การเปลี่ยนแปลงต่อไปนี้ ข้อใดจัดว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงในระบบปิด
   ก. หลอมแนฟทาลีนในชามกระเบื้องเคลือบ
   ข. ใส่ชิ้นโลหะทองแดงในสารละลายกรด HNO_3 ในบีกเกอร์
   ค. ตั้งบีกเกอร์ใส่น้ำปูนใสไว้บนโต๊ะ จะมีฝ้าสีขาวลอยอยู่บนผิวหน้าน้ำปูนใส
   ง. ผสมสารละลาย HCl ลงในบีกเกอร์ที่มีสารละลาย NaOH อยู่
3. จากข้อที่ 2 การเปลี่ยนแปลงในข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้
   ก. ตั้งบีกเกอร์ใส่น้ำปูนใสไว้บนโต๊ะ จะมีฝ้าสีขาวลอยอยู่บนผิวหน้าน้ำปูนใส
   ข. ใส่ชิ้นโลหะทองแดงในสารละลายกรด HNO_3 ในบีกเกอร์
   ค. ผสมสารละลาย HCl ลงในบีกเกอร์ที่มีสารละลาย NaOH อยู่
   ง. หลอมแนฟทาลีนในชามกระเบื้องเคลือบ
4. ปฏิกิริยาในข้อใดเป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ในภาชนะเปิด
   ก. $FeCl_2(aq) + 2\,AgNO_3(aq) \rightleftharpoons Fe(NO_3)_2(aq) + 2\,AgCl(s)$
   ข. $CaCO_3(s) \longrightarrow CaO(s) + CO_2(g)$
   ค. ปฏิกิริยาระหว่าง Mg กับสารละลาย HCl
   ง. ไม่มีข้อใดผันกลับได้

5. การเปลี่ยนแปลงใดเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

ก. ปรอทในเทอร์มิเตอร์

ข. ถ้วยแก้วใส่น้ำแข็งตั้งทิ้งไว้ในห้อง

ค. การเผาโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตในถ้วยกระเบื้อง

ง. นำน้ำปูนใสตั้งทิ้งไว้ในบีกเกอร์พบว่ามีฝ้าขาวเกิดขึ้น

6. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

ก. การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้เกิดขึ้นในระบบที่อยู่ในภาชนะปิดเท่านั้น

ข. การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้เกิดขึ้นในระบบปิดเท่านั้น

ค. ในการเปลี่ยนแปลงที่มีแก๊สเกิดขึ้นจัดเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้

ง. ถูกทั้ง ข้อ ข และ ค

7. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวได้ถูกต้อง

ก ปฏิกิริยาเกิดสมบูรณ์ หมายถึง ปฏิกิริยาที่สามารถผันกลับได้

ข. การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้เกิดขึ้นในระบบเปิดหรือปิดก็ได้

ค. ปฏิกิริยาผันกลับได้ ระบบจะมีทั้งปฏิกิริยาไปข้างหน้าและย้อนกลับ

ง. การเผาไหม้ของถ่านกับแก๊สออกซิเจนในอากาศเป็นปฏิกิริยาผันกลับได้

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 8-9

(1) $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$

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

(3) $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$

(4) $H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + OH^-(aq)$

8. ปฏิกิริยาในข้อใดเกิดปฏิกิริยาผันกลับได้ในภาชนะเปิด

ก. (1) และ (4)

ข. (4) เท่านั้น

ค. (1) (2) และ (3)

ง. ทั้ง (1) (2) (3) และ (4)

9. ปฏิกิริยาในข้อใดเกิดปฏิกิริยาผันกลับได้ในภาชนะปิด

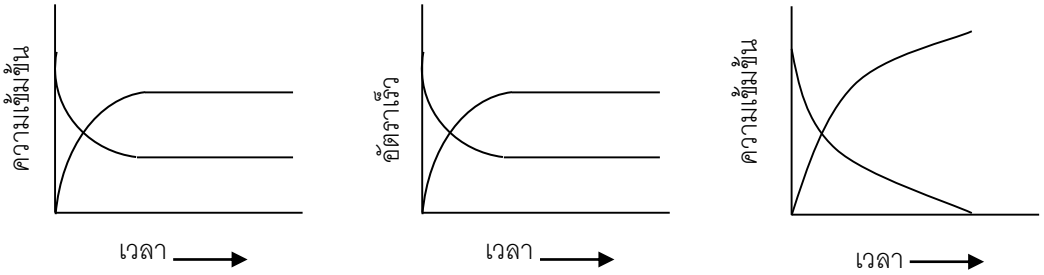
ก. (2) และ (3)

ข. (4) เท่านั้น

ค. (1) เท่านั้น

ง. ทั้ง (1) (2) (3) และ (4)

10. กราฟในข้อใดที่แสดงภาวะสมดุลในปฏิกิริยาได้ถูกต้อง



(1) (2) (3)

ก. ข้อ 1 เท่านั้น

ข. ข้อ 1 และ 3

ข. ข้อ 1 และ 2

ง. ข้อ 2 และ 3

กระดาษคำตอบก่อนเรียน

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว30223 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

หน่วยการเรียนที่ 2 สมดุลเคมี **เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้**

ชื่อ ..... นามสกุล.....เลขที่ .....

วันที่สอบ.....เดือน .....พ.ศ. .....ชั้น .....

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

เกณฑ์การประเมิน

8 - 10 คะแนน	ระดับคุณภาพ 3	หมายถึง ดี
5 - 7 คะแนน	ระดับคุณภาพ 2	หมายถึง พอใช้
น้อยกว่า 5 คะแนน	ระดับคุณภาพ 1	หมายถึง ควรปรับปรุง

สรุปผลการประเมิน

ประเมินผล	ก่อนเรียน
คะแนนเต็ม	10
คะแนนที่ได้	

บัตรเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	
รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว30223	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2/2554
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้	

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

บัตรกิจกรรมที่ 1

ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	
รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว30223	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2/2554
การทดลองที่ 7.1 ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์(II) ซัลเฟต($CuSO_4$) กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก(HCl)	

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนศึกษาและทำการทดลองตามกิจกรรมต่อไปนี้

1.จุดประสงค์การทดลอง

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาปฏิกิริยาผันกลับได้
2. อธิบายความหมายและยกตัวอย่างปฏิกิริยาผันกลับได้

2. เวลาที่ใช้

อภิปรายก่อนการทดลอง	5	นาที
ทดลอง	20	นาที
อภิปรายหลังการทดลอง	20	นาที
รวม	45	นาที

3. ข้อแนะนำในขณะทำการทดลอง

ให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

2.1 หลอดทดลองที่ใช้ใส่สารละลายต้องสะอาดและควรมีขนาดเท่ากันทุกหลอด

2.2 ในการสังเกตการเปลี่ยนสีของสารละลายในหลอดที่ 2 เมื่อเติมสารละลาย HCl และ เติมน้ำอาจไม่ชัดเจน ดังนั้นจึงต้องเปรียบเทียบกับสีของสารละลาย $CuSO_4$ ในน้ำจากหลอดที่ 1 ทุกครั้ง

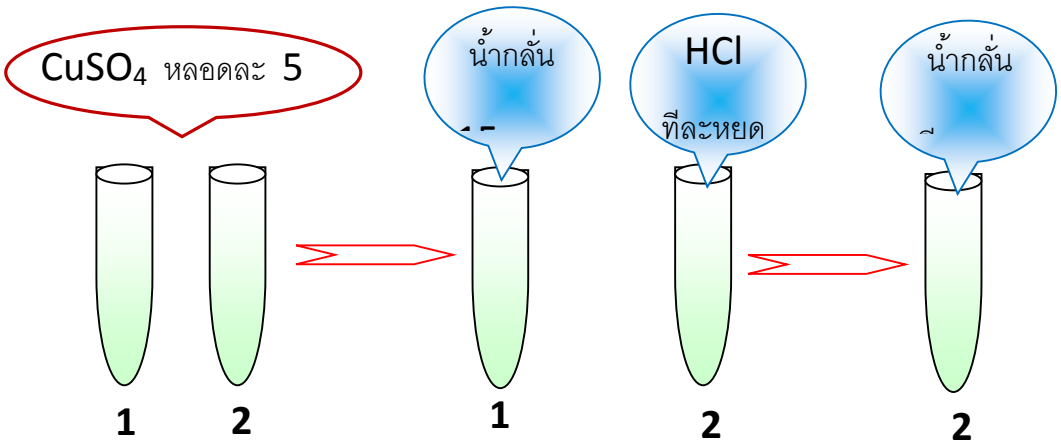
ควรใส่สารละลาย
เท่ากันทุกหลอด

4. สารเคมีและอุปกรณ์

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. สารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตอิ่มตัว	1 cm^3
2. สารละลายกรดไฮโดรคอลริก 6 mol/dm^3	1 cm^3
3. น้ำกลั่น	2 cm^3
อุปกรณ์	
1. หลอดทดลองขนาดเล็ก	2 หลอด
2. หลอดหยด	3 อัน

วิธีการทดลอง

1. ใส่สารละลาย $CuSO_4$ ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก 2 หลอดๆละ 5 หยด
2. เติมน้ำกลั่น 15 หยดลงในหลอดทดลองที่ 1 เขย่าและตั้งไว้เพื่อใช้เปรียบเทียบสี
3. หยดสารละลาย HCl 6 mol/dm^3 ลงในหลอดที่ 2 ทีละหยดพร้อมกับเขย่าจนสารละลายเปลี่ยนสี บันทึกผล
4. หยดน้ำกลั่นลงในสารละลายในข้อ 3 ทีละหยดพร้อมเขย่าจนสารละลายเปลี่ยนสี บันทึกผล
5. ทำการทดลองซ้ำกับสารในหลอดเดิมอีกครั้งตามข้อ 3-4 สังเกตการเปลี่ยนแปลง



บัตรรายงานกิจกรรมที่ 1

การทดลองที่ 7.1 ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์(II) ซัลเฟต($CuSO_4$) กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก(HCl)

สมาชิกในกลุ่ม กลุ่มที่.....ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ...../..... ภาคเรียนที่ ...../.....

1. ……...……..…… 2. ……

3. …… 4. ……

5. …… 6. ……

1. จุดประสงค์การทดลอง

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาปฏิกิริยาผันกลับได้
2. อธิบายความหมายและยกตัวอย่างปฏิกิริยาผันกลับได้

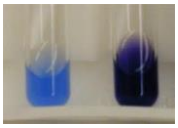
2. สมติฐานการทดลอง

……

……

3. วิธีการทดลอง

1. ใส่สารละลาย $CuSO_4$ ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก 2 หลอดๆละ 5 หยด
2. เติมน้ำกลั่น 15 หยดลงในหลอดทดลองที่ 1 เขย่าและตั้งไว้เพื่อใช้เปรียบเทียบสี



3. หยดสารละลาย HCl 6 mol/dm^3 ลงในหลอดที่ 2 ทีละหยดพร้อมกับเขย่าจนสารละลายเปลี่ยนสี บันทึกผล
4. หยดน้ำกลั่นลงในสารละลายในข้อ 3 ทีละหยดพร้อมเขย่าจนสารละลายเปลี่ยนสี บันทึกผล
5. ทำการทดลองซ้ำกับสารในหลอดเดิมอีกครั้งตามข้อ 3-4 สังเกตการเปลี่ยนแปลง

ผลการทดลอง

ผลการทดลอง	
หลอดทดลองที่ 1 (หลอดเปรียบเทียบสี)	**หลอดทดลองที่ 2**
	สีของสารละลายเมื่อหยดสารละลาย HCl ……....
	สีของสารละลายหลังจากหยดน้ำกลั่นทีละหยด ……

5. อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

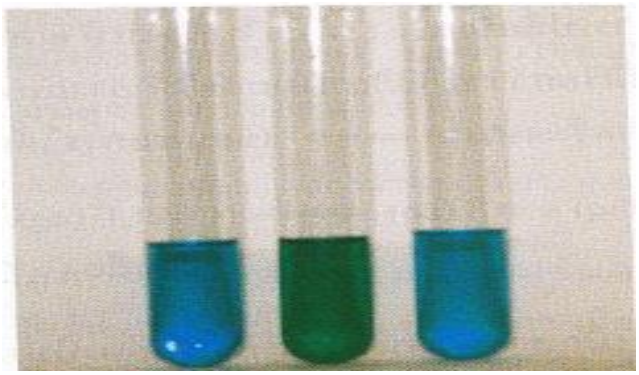
……

บัตรเฉลยรายงานกิจกรรมที่ 1

การทดลองที่ 7.1 ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายคอปเปอร์(II) ซัลเฟต($CuSO_4$) กับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก(HCl)

1. ผลการทดลอง

ผลการทดลอง	
หลอดทดลองที่ 1 (หลอดเปรียบเทียบสี)	หลอดทดลองที่ 2
สารละลายสีฟ้าใส	สีของสารละลายเมื่อหยดสารละลาย HCl จะได้สารละลายสีเขียวแกมเหลือง
	สีของสารละลายหลังจากหยดน้ำกลั่นทีละหยดจะได้สารละลายสีฟ้าเหมือนกับหลอด ที่ 1



2. อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง

1. สารละลายคอปเปอร์ (II)ซัลเฟต ($CuSO_4$) เป็นสารละลายสีฟ้า เขียนสมการการละลายในน้ำได้ดังนี้

$$CuSO_4(s) + 4H_2O(l) \longrightarrow \underbrace{[Cu(H_2O)_4]^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)}_{\text{สีฟ้า}}$$

2. เมื่อหยดสารละลาย HCl ลงในสารละลาย $CuSO_4$ ซึ่งมีสีฟ้า ได้สารละลายสีเขียวแกมเหลืองเกิดขึ้น เนื่องจาก Cl^- จาก HCl เข้าไปแทนที่ H_2O ใน $[Cu(H_2O)_4]^{2+}$ เกิดเป็น $[CuCl_4]^{2-}$ ซึ่งมีสีเหลือง แต่จากการทดลองจะได้สารละลายสีเขียวแกมเหลือง ซึ่งเป็นสีผสมระหว่างสีฟ้าของ $Cu^{2+}(aq)$ กับสีเหลืองของ $[CuCl_4]^{2-}$ และเมื่อหยดน้ำลงในสารละลายสีเขียวแกมเหลือง สารละลาย จะเปลี่ยนกลับเป็นสีฟ้าเหมือนเดิม แสดงว่าโมเลกุลของ H_2O เข้าไปแทนที่ Cl^- เกิดเป็น $[Cu(H_2O)_4]^{2+}$ ดังสมการ

$$\underbrace{[Cu(H_2O)_4]^{2+}(aq)}_{\text{สีฟ้า}} + 4Cl^-(aq) \rightleftharpoons \underbrace{[CuCl_4]^{2-}(aq)}_{\text{สีเหลือง}} + 4H_2O(l)$$

3. การเปลี่ยนแปลงของ $[Cu(H_2O)_4]^{2+}$ เมื่อเติมกรด HCl เป็นปฏิกิริยาไปข้างหน้าได้ $[CuCl_4]^{2-}$ ซึ่งมีสีเหลือง เมื่อเติม H_2O ลงไป ปฏิกิริยาจะเกิดย้อนกลับได้ $[Cu(H_2O)_4]^{2+}$ ซึ่งมีสีฟ้ากลับคืนมา ปฏิกิริยาระหว่าง $[Cu(H_2O)_4]^{2+}$ กับ HCl และน้ำจึงเป็นปฏิกิริยาผันกลับได้ ดังสมการ

ปฏิกิริยาไปข้างหน้า

$$[Cu(H_2O)_4]^{2+}(aq) + 4Cl^-(aq) \longrightarrow [CuCl_4]^{2-}(aq) + 4H_2O(l)$$

ปฏิกิริยาย้อนกลับ

$$[CuCl_4]^{2-}(aq) + 4H_2O(l) \longrightarrow [Cu(H_2O)_4]^{2+}(aq) + 4Cl^-(aq)$$

ปฏิกิริยาผันกลับได้

ปฏิกิริยาเคมีที่ได้ศึกษามาแล้ว ส่วนใหญ่เป็นปฏิกิริยาที่ดำเนินไปทิศทางเดียวคือ จากสารตั้งต้นเปลี่ยนไปเป็นสารผลิตภัณฑ์ เรียกว่าเกิดปฏิกิริยาขึ้นอย่างสมบูรณ์ เช่น การเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง การเผาลวดแมกนีเซียมในอากาศ

$$2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$$ **(เกิดปฏิกิริยาขึ้นอย่างสมบูรณ์)**

ลวดแมกนีเซียมถูกเปลี่ยนเป็นแมกนีเซียมออกไซด์ ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนกลับมาเป็นลวดแม็กนีเซียมได้อย่างเดิม ปฏิกิริยานี้จึงเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์

แต่ในปฏิกิริยาเคมีหลายๆ ปฏิกิริยานั้น เมื่อปฏิกิริยาเคมีดำเนินไปจนถึงจุดหนึ่ง ปริมาณของสารผลิตภัณฑ์ก็จะไม่เพิ่มขึ้นอีกต่อไป ไม่ว่าปริมาณสารตั้งต้นจะยังคงมีเหลืออยู่มากเพียงพอ เราเรียกภาวะนั้นว่าเป็นการเกิดสมดุลเคมี และ ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดอย่างไม่สมบูรณ์ ตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นอย่างไม่สมบูรณ์ ได้แก่ ปฏิกิริยาระหว่าง H_2 และ I_2 ได้เป็น HI

$$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$$

H_2 จะรวมตัวกับ I_2 ได้ HI และ HI สามารถแยกสลายกลับมาเป็น H_2 และ I_2 ได้ เมื่อเวลาผ่านไป ปริมาณ H_2 I_2 และ HI จะคงที่

จะเห็นได้ว่าเรื่องราวของปฏิกิริยาผันกลับได้เป็นการศึกษาถึงภาวะการเปลี่ยนแปลงของสารที่อยู่ในระบบหนึ่งๆ ดังนั้นเพื่อให้เข้าใจเกี่ยวกับปฏิกิริยาผันกลับได้ จึงควรทำความเข้าใจระบบก่อน

บัตรความรู้ที่ 1

ระบบ (System)

ระบบ (system) หมายถึง ขอบเขตของสิ่งต่างๆ ที่เราสนใจและกำลังศึกษาทดลองอยู่ และสิ่งต่างๆ ที่อยู่นอกระบบเรียกว่า **สิ่งแวดล้อม** สิ่งแวดล้อมนี้อาจมีผลหรือไม่มีผลต่อระบบ ตัวอย่างเช่น การศึกษาการละลายของตะกอน $BaSO_4$ ในน้ำ

$$BaSO_4\,(s) \rightleftharpoons Ba^{2+}\,(aq) + SO_4^{2-}\,(aq)$$

ตะกอน $BaSO_4$, Ba^{2+}, SO_4^{2-} และน้ำเป็นส่วนของระบบ ส่วนอากาศที่อยู่รอบๆ จัดเป็นสิ่งแวดล้อม ในกรณีนี้อากาศไม่มีผลต่อระบบ ระบบแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทด้วยกันคือ

1. ระบบเปิด

(opened system)

หมายถึง ระบบที่มีการถ่ายเทมวลสารและพลังงานกับสิ่งแวดล้อม นั่นคือ มวลของสารไม่คงที่ เช่น การต้มน้ำในกา น้ำจะเปลี่ยนเป็น ไอน้ำฟุ้งกระจายออกจากระบบจึงจัดเป็นระบบเปิด

2. ระบบปิด

(closed system)

หมายถึง ระบบที่มีการถ่ายเทพลังงานกับสิ่งแวดล้อม แต่ไม่มีการถ่ายเทมวลของสารระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม เช่น การระเหยของน้ำในภาชนะปิด ที่กล่าวแล้วข้างต้น หรือการละลายของตะกอน $BaSO_4$ ทั้งสองกระบวนการไม่มีการถ่ายเทมวลให้กับสิ่งแวดล้อมแต่อย่างใด

3. ระบบอิสระ

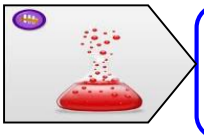
(isolated system)

หมายถึง ระบบที่ไม่มีการถ่ายเทมวลและพลังงานกับสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างเช่น น้ำร้อนที่เก็บไว้ในกระติก น้ำร้อน

ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระบบ

ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระบบเปิด

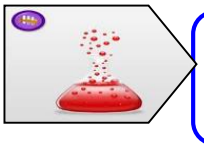
1. การเผากรดโบริก (H_3BO_3) จะสลายตัวให้ โบรอนออกไซด์ และ H_2O (g)



$$H_3BO_3\ (s) \rightleftharpoons B_2O_3\ (s) + H_2O$$

ในระบบนี้ ไอน้ำที่เกิดจากการเผาไหม้จะระเหยออกไปจากระบบได้ มวลของสาร มีการเปลี่ยนแปลง คือ ลดลง ระบบนี้จัดเป็นระบบเปิด

2. เมื่อนำน้ำปูนใสตั้งทิ้งไว้ในภาชนะเปิด จะพบว่ามีฝ้าขาวเกิดขึ้นทั้งนี้เพราะแก๊ส CO_2 จากอากาศเข้ามาทำปฏิกิริยากับน้ำปูนใส ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบ และมวลของสารเพิ่มขึ้น ระบบนี้จึงเป็นระบบเปิด

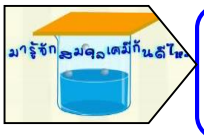


$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightleftharpoons CaCO_3$$

3. การหลอมเหลวแนพทาลีนในถ้วยกระเบื้องเคลือบ แนพทาลีนระเหิดกลายเป็นไอฟุ้งกระจายออกไปจากระบบ ได้มวลของระบบเปลี่ยนไป จึงจัดเป็นระบบเปิด

ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระบบปิด

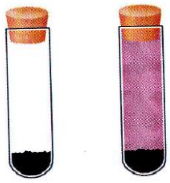
1. การนำเอา $AgNO_3$ ทำปฏิกิริยากับกรดเกลือ ได้ตะกอน AgCl และ HNO_3



$$AgNO_3(aq) + HCl(aq) \rightarrow AgCl\ (s)$$

มวลของสารในระบบนี้คงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ระบบนี้จึงจัดว่าเป็นระบบปิด

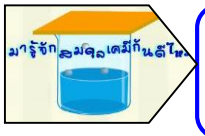
2. เกล็ดไอโอดีน $I_2(s)$ เมื่อใส่ในภาชนะปิดจะเกิดการระเหิดกลายเป็นไอ



$$I_2\ (s) \rightleftharpoons 2I\ (g)$$

มวลของ I_2 ยังคงที่ เพียงแต่มีการเปลี่ยนสถานะ ดังนั้น จึงถือได้ว่าระบบนี้เป็นระบบปิด

3. การละลายของน้ำตาลทรายในน้ำ น้ำตาลที่เป็นของแข็งจะละลายเป็นสารละลาย แต่มวลของน้ำตาลและน้ำคงที่ มีแต่การเปลี่ยนแปลงสถานะ ระบบจะดูดความร้อนในขณะที่เกิดการละลาย จะทำให้อุณหภูมิลดลง จึงจัดเป็นระบบปิด



$$C_6H_{12}O_6\ (s) \rightleftharpoons C_6H_{12}O_6\ (aq)$$

การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ (Reversible change)

การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ (Reversible change)

การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ จะเกิดขึ้นระระบบปิดเสมอ

<u>ตัวอย่างที่ 1</u> การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระบบใดต่อไปนี้ เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบผันกลับได้ ในภาวะที่กำหนดให้

ก. การเผาผลึกของคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตในหลอดที่ปิดสนิท

ข. ปรอทในเทอร์มอมิเตอร์

ค. ถ้วยแก้วใส่น้ำแข็งตั้งทิ้งไว้ในห้อง

ง. กระติกใส่น้ำเดือดลงไปแล้วปิดฝาแน่น

<u>วิธีทำ</u> ระบบที่มีการผันกลับได้คือ ระบบในข้อ ก ข ง

ก. การเผาผลึกของคอปเปอร์(II)ซัลเฟต ในหลอดที่ปิดสนิทเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

$$CuSO_4 .5H_2O \rightleftharpoons CuSO_4 + 5H_2O$$

สีน้ำเงิน สีขาว(จุนสีสะตุ)

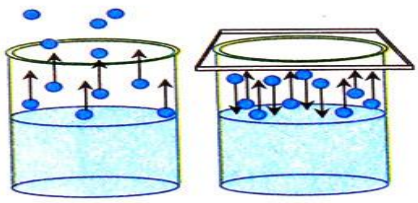
เมื่อให้ความร้อนกับผลึกของ คอปเปอร์(II)ซัลเฟต ซึ่งมีสีน้ำเงิน น้ำจะถูกดึงออกจากผลึกได้เป็น $CuSO_4$ หรือ จุนสีสะตุ ซึ่งมีสีขาว เมื่อหยุดให้ความร้อน น้ำจะรวมตัวกับ $CuSO_4$ กลับมาเป็น $CuSO_4.5H_2O$ ซึ่งมีสีน้ำเงิน

ข. ปรอทในเทอร์โมมิเตอร์ เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ การกลายเป็นไอของปรอทและการที่ไอปรอทเปลี่ยนกลับมาเป็นของเหลวนั้น คือ การเปลี่ยนแปลงสถานะที่ผันกลับได้

ค. ถ้วยแก้วใส่น้ำแข็งตั้งทิ้งไว้ในห้อง เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบผันกลับไม่ได้ น้ำแข็งจะละลายในน้ำ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงกลับมาเป็นของแข็งได้

ง. กระติกใส่น้ำเดือดลงไปแล้วปิดฝาแน่น เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ คือ เป็นการเปลี่ยนแปลงระหว่างไอน้ำเป็นน้ำ และจากน้ำเป็นไอน้ำ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนสถานะ

$$H_2O\ (g) \rightleftharpoons H_2O\ (l)$$



ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ (Reversible reaction)

ปฏิกิริยาที่เมื่อเกิดสารผลิตภัณฑ์แล้วสารผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงกลับมาเป็นสารตั้งต้นปฏิกิริยานี้ เรียกว่า **ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้**

ปฏิกิริยาที่สารตั้งต้นเปลี่ยนไปเป็นสารผลิตภัณฑ์ เรียกว่า ปฏิกิริยาไปข้างหน้า (Forward reaction) และ ปฏิกิริยาที่สารผลิตภัณฑ์เปลี่ยนมาเป็นสารตั้งต้น เรียกว่าปฏิกิริยาย้อนกลับ (Reverse reaction)

ปฏิกิริยาไปข้างหน้าและปฏิกิริยาย้อนกลับเขียนแทนด้วยลูกศรไปและกลับ ($\rightleftharpoons$) ซึ่งแสดงว่า เป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ เช่น

1. ปฏิกิริยา $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ เป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับได้

ปฏิกิริยาไปข้างหน้าคือ

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$$

กล่าวคือ N_2 และ H_2 รวมตัวกันได้ NH_3

ปฏิกิริยาย้อนกลับ คือ

$$2NH_3(g) \rightarrow N_2(g) + 3H_2(g)$$

ปฏิกิริยาที่ NH_3 แยกสลายกลับไปเป็น N_2 และ H_2

2. ปฏิกิริยาของเหล็กกับน้ำ และปฏิกิริยาย้อนกลับของเหล็กออกไซด์กับไฮโดรเจน

$Fe(s) + H_2O(g) \rightarrow Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$ (ปฏิกิริยาไปข้างหน้า)

$Fe_3O_4(s) + 4H_2(g) \rightarrow Fe(s) + H_2O(g)$ (ปฏิกิริยาย้อนกลับ)

เขียนสมการรวมได้ดังนี้

$$Fe(s) + H_2O(g) \rightleftharpoons Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$$

อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ

อัตราของปฏิกิริยา (Rate of Reaction) หมายถึง ความเร็วของปฏิกิริยาต่อหน่วยเวลา

ถ้าพิจารณาปฏิกิริยาไปข้างหน้าและปฏิกิริยาย้อนกลับต่อไปนี้

$A + B \rightarrow C + D$ (ปฏิกิริยาไปข้างหน้า)

อัตราของปฏิกิริยาไปข้างหน้าแปรผันตรงกับ [A] [B]

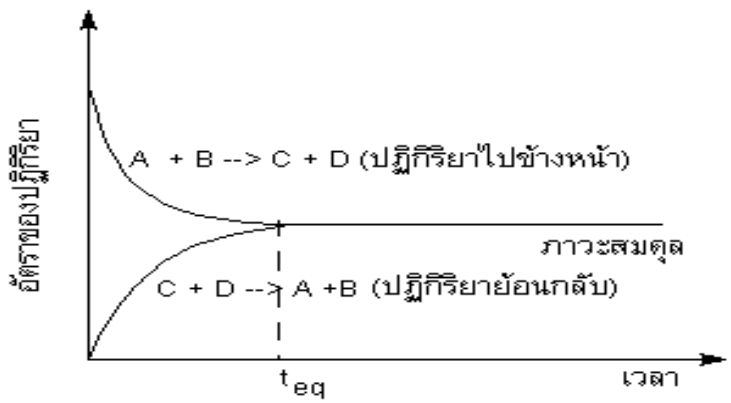
$C + D \rightarrow A + B$ (ปฏิกิริยาย้อนกลับ)

อัตราของปฏิกิริยาย้อนกลับแปรผันตรงกับ [C] [D]

เมื่อสารตั้งต้น A และ B ทำปฏิกิริยากัน อัตราเร็วที่ A และ B ทำปฏิกิริยากัน เมื่อเริ่มต้นปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับความเข้มข้น หรือจำนวนโมลของสาร A และ B เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปได้เวลาหนึ่ง จำนวนโมลของสารที่เข้าทำปฏิกิริยากันจะลดลง อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าลดลง

อัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มต้นเป็นศูนย์ และค่อยๆ เพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้น ของ C และ D เพิ่มขึ้น

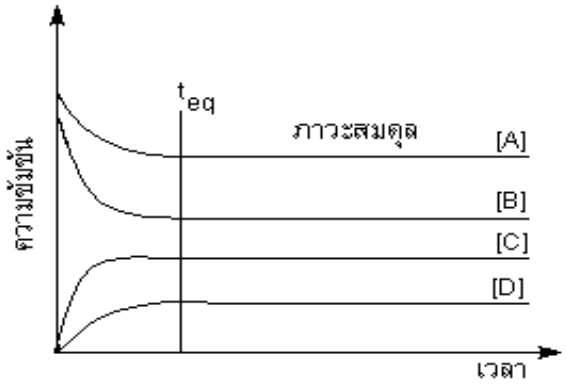
ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้นี้ อัตราของปฏิกิริยาไปข้างหน้า จะค่อยๆ ลดลง และอัตราของปฏิกิริยาย้อนกลับ ก็ค่อยๆ เพิ่มขึ้น จนเมื่อถึงภาวะสมดุล อัตราของปฏิกิริยาไปข้างหน้าและอัตราของปฏิกิริยาย้อนกลับจะเท่ากันและคงที่เวลาหนึ่ง



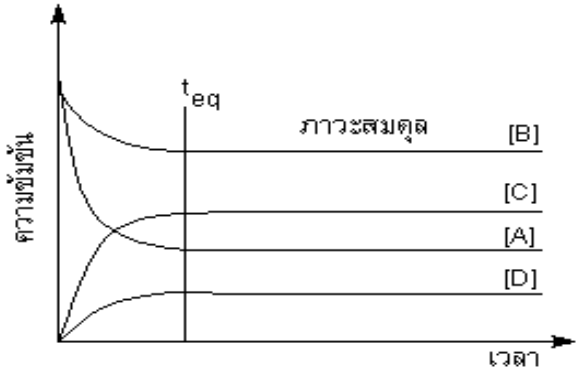
จากรูป เส้นโค้งบนแสดงอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า ซึ่งลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งเวลา t_{eq} จะคงที่ เส้นโค้งล่างแสดงอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับซึ่งเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งเวลา t_{eq} จะคงที่เท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า

เนื่องจากอัตราของปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้น หรือ ลดลงขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารที่ทำปฏิกิริยา ดังนั้นเราอาจแสดงอัตราของปฏิกิริยาโดยใช้กราฟระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้น หรือสารผลิตภัณฑ์กับเวลา

สำหรับปฏิกิริยา $A + B \rightleftharpoons C + D$ ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลาอาจมีลักษณะดังกราฟต่อไปนี้

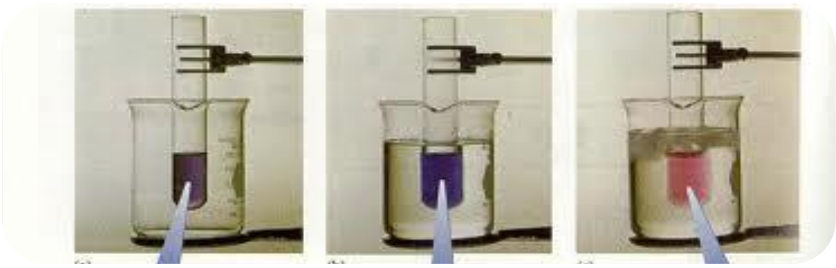


ความเข้มข้น A > B > C > D



ความเข้มข้นของ B > C > A > D

จากรูป ความเข้มข้นของสารที่เข้าทำปฏิกิริยากันมีการเปลี่ยนแปลง โดยที่ความเข้มข้นของสารตั้งต้น คือ A และ B จะค่อยๆ ลดลง และความเข้มข้นของสาร C และD ค่อยๆ เพิ่มขึ้น จนเมื่อถึงสภาวะสมดุล ความเข้มข้นของสาร A, B , C และ D จะคงที่ แต่ไม่จำเป็นว่าต้องเท่ากัน



บัตรงานที่ 1

การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

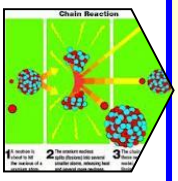
คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงอธิบายความหมายของคำต่อไปนี้ พร้อมยกตัวอย่าง

1. การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

ตอบ.....

.....



2. ปฏิกิริยาสมบูรณ์

ตอบ.....

.....

3. ปฏิกิริยาไปข้างหน้า

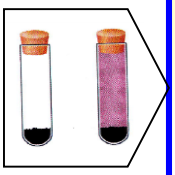
ตอบ.....

.....

4. ปฏิกิริยาย้อนกลับ

ตอบ.....

.....



5. ปฏิกิริยาผันกลับได้

ตอบ.....

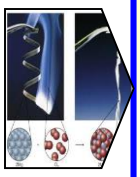
.....

2.ปฏิกิริยาใดต่อนี้เป็นปฏิกิริยาผันกลับได้ เพราะเหตุใด

1. เผาปรอทในหลอดแก้วปิดที่อุณหภูมิสูง

ตอบ.....

.....



2. การเผา $Pb(NO_3)_2$

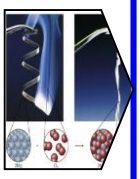
ตอบ.....

.....

3. $AgCl(s) \rightleftharpoons Ag^{+}(aq) + Cl^{-}(ag)$ ในภาชนะเปิด

ตอบ.....

.....



4. เผาโลหะแม็กนีเซียม ดังสมการ $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$ ในภาชนะปิด

ตอบ.....

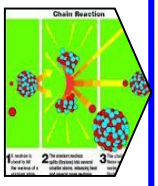
เฉลยบัตรงานที่ 1

การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงอธิบายความหมายของคำต่อไปนี้ พร้อมยกตัวอย่าง

1. การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงบางอย่างเกิดขึ้นแล้ว สามารถย้อนกลับสู่สภาวะเดิมได้ ดังตัวอย่าง การที่ของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นไอ และไอก็ควบแน่นกลับมาเป็นของเหลวอย่างเดิม การที่น้ำกลายเป็นไอ เมื่อได้รับความร้อนและไอน้ำกลั่นตัวกลับมาเป็นน้ำเมื่ออุณหภูมิลดลงเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

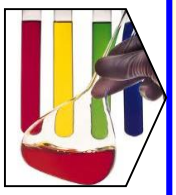


2. ปฏิกิริยาสมบูรณ์ หมายถึง ปฏิกิริยาที่สารตั้งต้นเปลี่ยนไปเป็นสารผลิตภัณฑ์ แล้วไม่สามารถเปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้ เช่น การเผาลวดแม็กนีเซียมในอากาศ $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$ (เกิดปฏิกิริยาขึ้นอย่างสมบูรณ์)

3. ปฏิกิริยาไปข้างหน้า หมายถึง ปฏิกิริยาที่สารตั้งต้นเปลี่ยนไปเป็นสารผลิตภัณฑ์ เช่น

ในปฏิกิริยา $Fe(s) + H_2O(g) \rightleftharpoons Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$

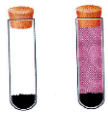
ปฏิกิริยาไปข้างหน้า คือ $Fe(s) + H_2O(g) \rightarrow Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$



4. ปฏิกิริยาย้อนกลับ หมายถึง ปฏิกิริยาที่สารผลิตภัณฑ์เปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้น เช่น

ในปฏิกิริยา $Fe(s) + H_2O(g) \rightleftharpoons Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$

ปฏิกิริยาย้อนกลับ คือ $Fe_3O_4(s) + 4H_2(g) \rightarrow Fe(s) + H_2O(g)$

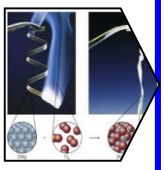


5. ปฏิกิริยาผันกลับได้ หมายถึง ปฏิกิริยาที่เมื่อเกิดสารผลิตภัณฑ์แล้วสารผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้

เช่น ปฏิกิริยา $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$

2. ปฏิกิริยาใดต่อนี้เป็นปฏิกิริยาผันกลับได้ เพราะเหตุใด

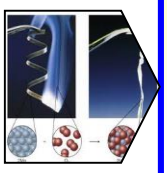
1. เผาปรอทออกไซด์ในหลอดแก้วปิดที่อุณหภูมิสูง = เป็นปฏิกิริยาผันกลับได้ เนื่องจากปฏิกิริยาเกิดขึ้นในระบบปิด โดยปรอทออกไซด์จะสลายตัวให้ปรอทกับออกซิเจน สารผลิตภัณฑ์ที่ได้ จะรวมตัวกันอย่างรวดเร็วย้อนกลับเป็นสารปรอทออกไซด์ เหมือนเดิม



2. **การเผา $Pb(NO_3)_2$** = เป็นปฏิกิริยาผันกลับไม่ได้ เนื่องจาก เป็นระบบเปิด โดยการเผา $Pb(NO_3)_2$ จะได้แก๊ส NO_2 และ O_2 เป็นสารผลิตภัณฑ์ซึ่งออกไปจากระบบได้ ทำให้มวลของสารลดลง ดังสมการ

$$Pb(NO_3)_2(s) \longrightarrow PbO_2(s) + NO_2(g) + O_2(g)$$

3. $AgCl(s) \rightleftharpoons Ag^+(aq) + Cl^-(ag)$ ในภาชนะเปิด = เป็นปฏิกิริยาผันกลับได้ เนื่องจากเป็นระบบปิดแม้จะเกิดในภาชนะเปิดก็ตาม เนื่องจากสารผลิตภัณฑ์ที่ได้อยู่ในสถานะที่เป็นสารละลายที่มีน้ำล้อมรอบ และสามารถรวมตัวกันกลับไปเป็นสารตั้งต้นได้อีก



4. เผาโลหะแม็กนีเซียม ดังสมการ $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$ ในภาชนะปิด เป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับไม่ได้ เนื่องจาก เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ สารผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่สามารถกลับไปเป็นสารตั้งต้นได้อีก

ผังมโนทัศน์

การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

ตัวอย่างผังมโนทัศน์
การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

ปฏิกิริยาผันกลับได้ **(Reversible reaction)** คือ ปฏิกิริยาที่เมื่อเกิดสารผลิตภัณฑ์แล้ว สารผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงกลับมาเป็นสารตั้ง

การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ จัดเป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับได้

การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ ต้องเกิดขึ้นในระบบปิดเท่านั้น

ตัวอย่าง เช่น น้ำในขวดน้ำกลายเป็นไอน้ำเมื่อได้ รับความร้อน และไอน้ำกลั่นตัวกลับมาเป็นน้ำ เมื่ออุณหภูมิลดลง ดังสมการ

$H_2O\ (g) \rightleftharpoons H_2O\ (l)$

ปฏิกิริยาผันกลับได้ ประกอบด้วย

ปฏิกิริยาไปข้างหน้า คือ $H_2O\ (g) \rightarrow H_2O\ (l)$

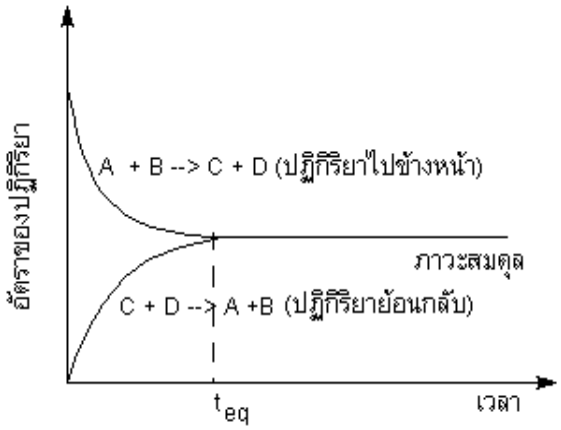
ปฏิกิริยาย้อนกลับ คือ $H_2O\ (l) \rightarrow H_2O\ (g)$

ลูกศรไปกลับ ($\rightleftharpoons$) แสดงปฏิกิริยาที่ผันกลับได้

ระบบปิด

หมายถึง ระบบที่มีการถ่ายเทพลังงานกับสิ่งแวดล้อม แต่ไม่มี การถ่ายเทมวลของสารระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม เช่น การระเหยของน้ำในภาชนะปิดที่กล่าวแล้วข้างต้น หรือ การละลายของตะกอน $BaSO_4$

การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ จะอยู่ในสมดุล ก็ต่อเมื่อ อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า เท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ



แบบทดสอบหลังเรียน

ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	
รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว30223	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2/2554
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้	

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมายกากบาท × ลงในช่องตัวเลือก ก ข ค ง ในกระดาษคำตอบที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. การเปลี่ยนแปลงต่อไปนี้ ข้อใดจัดว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงในระบบปิด
   ก. หลอมแนฟทาลีนในชามกระเบื้องเคลือบ
   ข. ผสมสารละลาย HCl ลงในบีกเกอร์ที่มีสารละลาย NaOH อยู่
   ค. ตั้งบีกเกอร์ใส่น้ำปูนใสไว้บนโต๊ะ จะมีฝ้าสีขาวลอยอยู่บนผิวหน้าน้ำปูนใส
   ง. ใส่ชิ้นโลหะทองแดงในสารละลายกรด HNO_3 ในบีกเกอร์
2. จากข้อที่ 1 การเปลี่ยนแปลงในข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้
   ก. หลอมแนฟทาลีนในชามกระเบื้องเคลือบ
   ข. ผสมสารละลาย HCl ลงในบีกเกอร์ที่มีสารละลาย NaOH อยู่
   ค. ตั้งบีกเกอร์ใส่น้ำปูนใสไว้บนโต๊ะ จะมีฝ้าสีขาวลอยอยู่บนผิวหน้าน้ำปูนใส
   ง. ใส่ชิ้นโลหะทองแดงในสารละลายกรด HNO_3 ในบีกเกอร์
3. ในระบบใดต่อไปนี้ ระบบใดไม่ใช่เกิดการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าเพียงอย่างเดียว
   ก. การต้มน้ำในกาจนเดือด
   ข. ถ้วยแก้วใส่น้ำแข็งตั้งทิ้งไว้ในห้อง
   ค. การเปลี่ยนแปลงของปรอทในเทอร์มอมิเตอร์
   ง. ใส่ชิ้นโลหะลงในสารละลายกรดในบีกเกอร์ และ มีแก๊สเกิดขึ้น
4. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้
   ก. การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้เกิดขึ้นในระบบที่อยู่ในภาชนะปิดเท่านั้น
   ข. การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้เกิดขึ้นในระบบปิดเท่านั้น

ค. ในการเปลี่ยนแปลงที่มีแก๊สเกิดขึ้นจัดเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้

ง. ถูกทั้ง ข้อ ข และ ค

5. การเปลี่ยนแปลงใดเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

ก. ปรอทในเทอร์มิเตอร์

ข. ถ้วยแก้วใส่น้ำแข็งตั้งทิ้งไว้ในห้อง

ค. การเผาโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตในถ้วยกระเบื้อง

ง. นำน้ำปูนใสตั้งทิ้งไว้ในบีกเกอร์พบว่ามีฝ้าขาวเกิดขึ้น

6. ปฏิกิริยาในข้อใดเป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ในภาชนะเปิด

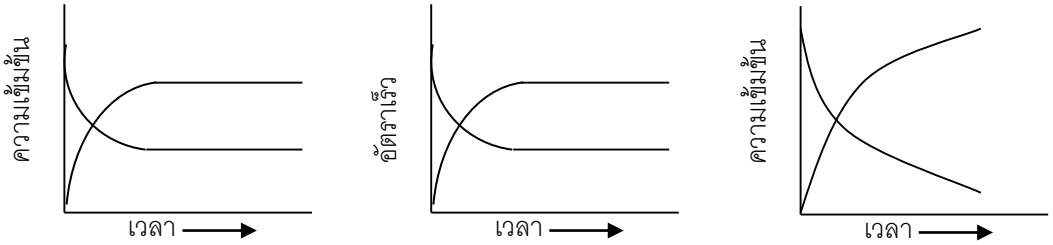
ก. ปฏิกิริยาระหว่าง Mg กับสารละลาย HCl

ข. $CaCO_3(s) \longrightarrow CaO(s) + CO_2(g)$

ค. $FeCl_2(aq) + 2\,AgNO_3(aq) \rightleftharpoons Fe(NO_3)_2(aq) + 2\,AgCl(s)$

ง. ไม่มีข้อใดผันกลับได้

7. กราฟในข้อใดที่แสดงภาวะสมดุลในปฏิกิริยาได้ถูกต้อง



(1) (2) (3)

ก. ข้อ 1 เท่านั้น ข. ข้อ 1 และ 2

ค. ข้อ 1 และ 3 ง. ข้อ 2 และ 3

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 8-9

(1) $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$

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

(3) $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$

(4) $H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + OH^-(aq)$

8. ปฏิกิริยาในข้อใดเกิดปฏิกิริยาผันกลับได้ในภาชนะปิด

ก. (2) และ (3)

ข. (4) เท่านั้น

ค. (1) เท่านั้น

ง. ทั้ง (1) (2) (3) และ (4)

9. ปฏิกิริยาในข้อใดเกิดปฏิกิริยาผันกลับได้ในภาชนะเปิด

ก. (1) และ (4)

ข. (4) เท่านั้น

ค. (1) (2) และ (3)

ง. ทั้ง (1) (2) (3) และ (4)

10. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวได้ถูกต้อง

ก ปฏิกิริยาเกิดสมบูรณ์ หมายถึง ปฏิกิริยาที่สามารถผันกลับได้

ข. การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้เกิดขึ้นในระบบเปิดหรือปิดก็ได้

ค. ปฏิกิริยาผันกลับได้ ระบบจะมีทั้งปฏิกิริยาไปข้างหน้าและย้อนกลับ

ง. การเผาไหม้ของถ่านกับแก๊สออกซิเจนในอากาศเป็นปฏิกิริยาผันกลับได้

กระดาษคำตอบหลังเรียน

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว30223 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

หน่วยการเรียนที่ 2 สมดุลเคมี **เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้**

ชื่อ ..... นามสกุล.....เลขที่ .....

วันที่สอบ.....เดือน .....พ.ศ. .....ชั้น .....

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

เกณฑ์การประเมิน

8 - 10 คะแนน	ระดับคุณภาพ 3	หมายถึง ดี
5 - 7 คะแนน	ระดับคุณภาพ 2	หมายถึง พอใช้
น้อยกว่า 5 คะแนน	ระดับคุณภาพ 1	หมายถึง ควรปรับปรุง

สรุปผลการประเมิน

ประเมินผล	ก่อนเรียน
คะแนนเต็ม	10
คะแนนที่ได้	

บัตรเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	
รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว30223	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2/2554
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้	

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

บรรณานุกรม

เทพจำนงค์ แสงสุนทร. **คู่มือเตรียมสอบเคมี ม.6 เล่ม 5 ว034.** กรุงเทพฯ : ภูมิบัณฑิต, 2544.

วิชาการ.**แบบฝึกเสริมทักษะ กลุ่มสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 3**. กรุงเทพฯ: ดอกหญ้าวิชาการ, 2549

วินัย วิทยาลัย. **คู่มือเตรียมสอบเคมี ม.6.** กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 2553.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. **คู่มือครูวิชาเคมี เล่ม 3 ว034.** พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว,2536.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. **คู่มือครูวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 3.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สกสค. ลาดพร้าว ,2554.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. **หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 3.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สกสค. ลาดพร้าว, 2554.

สมพงษ์ จันทร์โพธิ์ศรี. คู่มือเตรียมสอบเคมี ม. 4-5-6. กรุงเทพฯ : ไฮเอ็ดพับลิชชิ่ง, 2547.

สุทัศน์ ไตรสถิตวร. **คู่มือเตรียมสอบเคมี ม.6 เล่ม 5 ว034.** กรุงเทพฯ : ไฮเอ็ดพับลิชชิ่ง, 2542.

สุธน เสถียรยานนท์. **เคมีแผนใหม่ ม.6 เล่ม 5 ว034.** กรุงเทพฯ : ธรรมบัณฑิต, 2544.

สำราญ พฤกษ์สุนทร. **เคมี เล่ม 3 ว037.** กรุงเทพฯ : พัฒนศึกษา, 2542.

สำราญ พฤกษ์สุนทร. **ตะลุยโจทย์ Entrance เคมี ม. 4-5-6.** กรุงเทพฯ : พัฒนาจำกัด, 2552.

อัจจนา วงศ์ชัยสุวัฒน์และคณะ. **คู่มือเตรียมสอบเคมี ม.6 ว034.** กรุเทพฯ **:** ประสานมิตร, 2545