ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ศึกษา | การศึกษา

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมีเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

Constructivist Based Learning Activities Integrated with History of Chemistry about Equilibrium of High School Students

นามผู้วิจัย นางวิลาวรรณ หิตาพิสุทธิ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(อาจารย์เอกรัตน์ ทานาค, ปร.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์พรพรรณ พรศิลปทิพย์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(อาจารย์สิทธิกร สุมาลี, ศษ.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี เรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

Constructivist Based Learning Activities Integrated with History of Chemistry about Chemical Equilibrium of High School Students

โดย

นางวิลาวรรณ หิตาพิสุทธิ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)
พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิลาวรรณ หิตาพิสุทธิ์ 2556: การจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี เรื่อง สมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์เอกรัตน์ ทานาค, ปร.ด. 133 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี ที่ช่วยในการปรับเปลี่ยนและเสริมสร้างแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และเพื่อศึกษาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนประจำอำเภอแห่งหนึ่งในจังหวัดสระบุรี โดยการเลือกแบบจำเพาะเจาะจง (purposive sampling) 1 ห้องเรียน จำนวน 52 คน การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดแนวคิดแบบปลายเปิด จำนวน 10 ข้อ อนุทินบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ใบกิจกรรม และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดแนวคิดโดยการจัดกลุ่มคำตอบและหาค่าร้อยละ โดยแบ่งกลุ่มคำตอบเป็น 5 กลุ่ม และวิเคราะห์ข้อมูลจากอนุทินบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน การตอบคำถามในใบกิจกรรม และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู โดยการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมีที่ช่วยในการปรับเปลี่ยนและเสริมสร้างแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนได้นั้น สามารถทำได้โดยการจัดประสบการณ์ให้กับนักเรียนคล้ายกับเหตุการณ์ในประวัติศาสตร์ของเคมีที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดในเรื่องสมดุลเคมี เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน และทำให้เกิดปัญหาเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกับการค้นหาคำตอบของนักวิทยาศาสตร์ ร่วมกับการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ครู และสื่อ เพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง และตรวจสอบความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์จากประวัติศาสตร์ของเคมี ซึ่งจะทำให้นักเรียนยอมรับแนวคิดใหม่ได้ง่ายขึ้นและมีแนวคิดที่ถูกต้องมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 60.58 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ รองลงมาร้อยละ 23.85 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน ร้อยละ11.73 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 3.46 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน และร้อยละ 0.38 ไม่มีแนวคิด โดยเนื้อหาที่นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์มากที่สุด คือ ปฏิกิริยาผันกลับได้ และแนวคิดที่นักเรียนมีความคลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Wilawan Hitapisut 2013: Constructivist Based Learning Activities Integrated with History of Chemistry about Chemical Equilibrium of High School Students. Master of Education (Science Education), Major Field: Science Education, Department of Education. Thesis Advisor: Mrs. Akarat Tanak, Ph.D. 133 pages.

The research aimed to study the learning guideline using constructivist based activities integrated with history of chemistry that could adjust and enhance the concept of chemical equilibrium of grade-11 students; and to study chemical equilibrium conception of grade-11 students from the school in Saraburi province, after using the activities. The research was designed as a classroom action research. The data were collected from a concept test which comprised of 10 open-ended items, students' journals and worksheets, and teachers' field notes. The data from concept test were grouped into five categories and then calculated to percentage. The data obtained from students' journals and worksheets, and teachers' field notes, were analyzed by content analysis.

The results showed that the learning guideline using constructivist based activities integrated with history of chemistry was able to adjust and enhance the chemical equilibrium concept of grade-11 students. The integration of history provided the students with similar experiences to that of the scientists in the past. The activities enabled the students to check their knowledge and provoke questions prior to the classroom learning. The students were encouraged to find out the answers by their own learning from the actual practice of the scientists; the social interaction between students and students, and teacher and students; and various media. The students had thus gained new and accurate scientific concepts by relating and combining their own constructed knowledge. It was found that the constructivist based activities integrated with history of chemistry had eased the conceptual adjustment of students. It was found that 60.58% of the students understand scientific concept, 23.85% have partial understanding, 11.73% of students have partial understanding with misunderstanding concept, 3.46% of students misunderstand the concept, and 0.38% of students have no scientific understanding. Most of the students understand the scientific concept of the *Reversible Reactions*. On the other hand, the concept of *Chemical Reaction Equilibrium* was misunderstood by most students. It can be concluded that the constructivist based activities integrated with history of chemistry that can help adjusting and enhancing the concept of chemical equilibrium of grade-11 students.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาอย่างสูงจาก ดร.เอกรัตน์ ทานาค ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.พรพรรณ พรศิลปทิพย์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้แนวความคิด คำปรึกษา คำแนะนำ และตรวจแก้ไขเพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัยและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัยให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา ขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุกคนที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอบคุณครอบครัว และเพื่อนๆ ทุกท่านที่ช่วยเหลือสนับสนุน และให้กำลังใจตลอดระยะเวลาในการศึกษา

คุณค่าอันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

วิลาวรรณ หิตาพิสุทธิ์

กุมภาพันธ์ 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง (3)

สารบัญภาพ (4)

บทที่ 1 บทนำ 1
- ความสำคัญของปัญหา 1
- คำถามการวิจัย 4
- วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4
- ขอบเขตการวิจัย 4
- กลุ่มที่ศึกษา 4
- เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา 5
- ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา 5
- ประโยชน์ที่ได้รับ 5
- นิยามศัพท์เชิงปฏิบัติการ 5

บทที่ 2 การตรวจเอกสาร 7
- การจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยม 8
- การใช้ประวัติศาสตร์ของเคมีในการจัดการเรียนรู้ 16
- แนวคิด 21

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 24
- กลุ่มที่ศึกษา 24
- เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา 24
- ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา 24
- เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย 26
- การเก็บรวบรวมข้อมูล 29
- การวิเคราะห์ข้อมูล 30

บทที่ 4 ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์ 32
- ผลการวิจัย 32
- ข้อวิจารณ์ 86

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 90

สรุปผลการวิจัย 90

ข้อเสนอแนะ 95

เอกสารและสิ่งอ้างอิง 97

ภาคผนวก 102

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ 103

ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้สมดุลเคมีตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี 105

ภาคผนวก ค แบบวัดแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี 116

ภาคผนวก ง ตัวอย่างแบบบันทึกหลังการสอนของครู
ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียน
ตัวอย่างอนุทินบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน 123

ประวัติการศึกษา และการทำงาน 133

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เครื่องมือและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	29
2	สรุปการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี เรื่องสมดุลเคมี แผนการเรียนรู้ที่ 1 ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ (2 คาบ)	34
3	สรุปการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี เรื่องสมดุลเคมี แผนการเรียนรู้ที่ 2 ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ (3 คาบ)	36
4	สรุปการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี เรื่องสมดุลเคมี แผนการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลไดนามิก (2 คาบ)	41
5	สรุปการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี เรื่องสมดุลเคมี แผนการเรียนรู้ที่ 4 ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี (4 คาบ)	43
6	สรุปการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี เรื่องสมดุลเคมี แผนการเรียนรู้ที่ 5 ค่าคงที่สมดุล (4 คาบ)	47
7	ร้อยละของจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีในกลุ่มต่างๆ	64

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	Historical Reconstruction of Chemical Equilibrium	17
2	แนวคิดเรื่องปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	66
3	แนวคิดเรื่องปฏิกิริยาผันกลับได้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	70
4	แนวคิดเรื่องสมดุลไดนามิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	74
5	ประกอบการตอบคำถามในแบบวัดแนวคิดข้อที่ 4 เรื่อง ภาวะสมดุลไดนามิก นักเรียน 5, 39)	75
6	แนวคิดเรื่องภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	78
7	แบบวัดแนวคิดเรื่องภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี	79
8	แนวคิดเรื่องค่าคงที่สมดุลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	83
9	แบบวัดแนวคิดเรื่องค่าคงที่สมดุลข้อที่ 9	85

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

การปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (พ.ศ. 2551-2561) มุ่งเน้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงใน 4 ประการ คือ การพัฒนาคุณภาพคนไทยยุคใหม่ ครูยุคใหม่ สถานศึกษาและแหล่งเรียนรู้ใหม่ ระบบบริหารจัดการใหม่ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2553) โดยมุ่งหวังพัฒนาคุณภาพของเด็กไทยในอนาคตให้เป็นคนเก่ง คนดี และมีความสุข เป็นผู้ที่มีความสามารถ คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ก้าวไกลสู่สากล และมีความเป็นพลเมืองที่สมบูรณ์ มีความสามารถเท่าทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกได้ แนวทางหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับการปฏิรูปการศึกษาดังกล่าวคือการจัดการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างและปรับเปลี่ยนแนวคิดของผู้เรียน ดังที่วิชัย วงษ์ใหญ่ (2532 อ้างใน ทัศนา ฉันทนาภิธาน, 2540) กล่าวไว้ว่า การพัฒนาแนวคิดเป็นการฝึกกระบวนการคิดของนักเรียน เพื่อพัฒนาต่อไปถึงขั้นการคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น รวมทั้งนักการศึกษาหลายท่านพบว่า การสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด คือ การสอนให้นักเรียนเกิดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เพราะแนวคิดช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ในเรื่องวิทยาศาสตร์ระดับสูงได้ และช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้สิ่งที่เกี่ยวข้องได้รวดเร็วขึ้น (ภพ เลาหไพบูลย์, 2542 อ้างใน สุรเดช สีทา, 2554)

จากประสบการณ์ของผู้วิจัยที่เป็นครูสอนวิชาเคมีมาเป็นเวลา 13 ปี ใน 2 ปีหลังนี้ผู้วิจัยได้สอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนประจำอำเภอแห่งหนึ่งในจังหวัดสระบุรี ผู้วิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนอยู่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับไม่สูงนัก โดยแนวคิดหนึ่งที่พบว่านักเรียนมักมีแนวคิดคลาดเคลื่อน คือ สมดุลเคมี จากการพิจารณาการตอบแบบทดสอบอัตนัย เรื่องสมดุลเคมี ของนักเรียน พบว่า นักเรียนเข้าใจว่าสารผลิตภัณฑ์และสารตั้งต้นในปฏิกิริยาย้อนกลับ ณ ภาวะสมดุล จะมีปริมาณเท่ากัน เพราะอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ หรือ นักเรียนเข้าใจว่าถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้ปฏิกิริยาคายความร้อนจะทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เพราะปฏิกิริยาประเภทนี้ไม่ชอบความร้อน นอกจากนั้นแล้วยังพบว่า นักเรียนมีความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอ เช่น ความรู้เรื่องพันธะเคมี ปฏิกิริยาเคมี การดุลสมการเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นต้น ทำให้นักเรียนไม่สามารถเข้าใจแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีได้ เช่น เมื่อนักเรียนไม่รู้ว่าสารตั้งต้นที่กำหนดให้จะเกิดสารใดเป็นสารผลิตภัณฑ์ นักเรียนจะเขียนสมการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แสดงปฏิกิริยาไม่เป็น และดุลสมการเคมีไม่ได้ ทำให้หาค่าคงที่สมดุลเคมีไม่ได้ เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเยาวเรศ ใจเย็น (2550) บทความทางการศึกษาของชาตรี ฝ่ายคำตา (2551) และงานวิจัยของชัยยนต์ ศรีเชียงหา (2553) ที่พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดหลากหลายในเรื่องสมดุลเคมีและพบแนวคิดคลาดเคลื่อนในทุกแนวคิดย่อยในเรื่องสมดุลเคมี

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารเพื่อหาสาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในเรื่องสมดุลเคมี พบว่ามีเหตุจากปัจจัยหลายอย่าง สาเหตุหนึ่งอาจเป็นเพราะแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีเป็นแนวคิดเชิงนามธรรม (Van Driel, 2002) เช่น ณ ภาวะสมดุล ปฏิกิริยาเคมียังคงดำเนินไปข้างหน้าและย้อนกลับอยู่ตลอดเวลาด้วยอัตราเร็วที่เท่ากัน ดังนั้นที่ภาวะสมดุลนี้จะมีทั้งสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์อยู่ในปริมาณที่คงที่ แต่อาจจะเท่ากันหรือไม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับปริมาณสัมพันธ์ของสารและธรรมชาติของปฏิกิริยาเคมีนั้น ๆ นอกจากนี้การเรียนรู้แนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนต้องอาศัยการเชื่อมโยงแนวคิดอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น แนวคิดเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปริมาณสารสัมพันธ์ (Quilez, 2004) ซึ่งแนวคิดพื้นฐานดังกล่าวของนักเรียนมีผลต่อการเข้าใจแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียน เช่น หากนักเรียนไม่เข้าใจเรื่องความเข้มข้นของสารละลาย ไม่สามารถคำนวณหาความเข้มข้นได้ ก็จะไม่สามารถคำนวณหาค่าคงที่สมดุลได้ นอกจากนั้น ผู้วิจัยยังพบว่าในการจัดการเรียนการสอนเรื่องสมดุลเคมีที่ผ่านมา ผู้วิจัยมุ่งให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาโดยให้นักเรียนวิเคราะห์ผลการทดลองตามตารางในหนังสือเรียนเคมี 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งอาจทำให้นักเรียนไม่เข้าใจแนวคิดหรือมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องนี้ได้

จากปัญหาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ผู้วิจัยจึงเห็นว่าจำเป็นที่จะต้องจัดการเรียนรู้เพื่อปรับเปลี่ยนและเสริมสร้างแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีให้กับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องและยอมรับได้ว่าเป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแนวคิดพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการเรียนรู้วิชาเคมีขั้นสูง และศาสตร์แขนงอื่นต่อไป

จากการศึกษา พบว่าทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมหรือคอนสตรัคติวิซึม เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวของนักเรียน นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็น การมีปฏิสัมพันธ์ กับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม มาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญาโดยใช้กระบวนการทางปัญญาของตน ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดการปรับเปลี่ยนและเสริมสร้างแนวคิดได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2540 และ ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, 2551) ซึ่งจะเห็นได้จากผลการวิจัยที่ผ่านมาที่พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมช่วยพัฒนาแนวคิดของผู้เรียนได้ (นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์, 2547; สมรักษ์ แสงสุวรรณ,

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2551; คำไพย พานุสี, 2553) ตัวอย่างเช่น จากงาน วิจัยของ สมรักษ์ แสงสุวรรณ (2551) ศึกษาการสอนให้เกิดแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี โดยวิธีจัดการเรียนรู้ตามแนวการสร้างความรู้ด้วยตนเอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เป็นการพัฒนาให้นักเรียนเกิดแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี และมีแนวคิดที่ถูกต้องในหัวข้อการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดภาวะสมดุล ร้อยละ 86.84 สมดุลในปฏิกิริยาเคมี ร้อยละ 85.52 อีกทั้งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 60 และมีเจตคติต่อวิชาเคมีดีขึ้นกว่าเดิม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ (2547) ได้ศึกษาการปรับเปลี่ยนมโนมติเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ โดยใช้การจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 44 คน พบว่าหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมแล้ว ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่ถูกต้องมากขึ้น และมีคะแนนความเข้าใจมโนมติเฉลี่ยสูงขึ้น เกิดจากการที่ผู้เรียนเกิดการปรับเปลี่ยนมโนมติของตนเอง และงานวิจัยของคำไพ พานุสี (2553) ศึกษามโนมติทางเลือกเรื่องแสงและการเกิดภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้วิธีการทำนาย การสังเกต การอธิบาย กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 22 คน พบว่านักเรียนมากกว่าร้อยละ 80 ได้พัฒนามโนมติทางเลือกไปสู่มโนมติทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

อีกทั้งจากการศึกษาเอกสารของผู้วิจัยพบว่า วิธีการนำประวัติศาสตร์ของเคมีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเรื่องสมดุลเคมี ผ่านวิวัฒนาการแนวคิดที่เกี่ยวข้องกันของนักวิทยาศาสตร์ที่ทำให้เกิดเป็นแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีขึ้นนั้น พบว่าช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงใน 3 ลักษณะ คือ 1) ปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางความคิดของผู้เรียนให้มีแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีได้ 2) ช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจมุมมองต่างๆ ของการสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) ช่วยส่งเสริมศักยภาพของผู้เรียนด้านพุทธิปัญญา (Wandersee and Griffard, 2002; Quilez, 2004, 2007) เพราะในตอนแรกนั้นนักวิทยาศาสตร์ก็ยังไม่มีแนวคิดหรือมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องสมดุลเคมีเช่นเดียวกับนักเรียน แต่เมื่อมีข้อค้นพบที่เชื่อถือได้มากกว่ามาโต้แย้งหรือสนับสนุนความเชื่อเดิม ทำให้นักวิทยาศาสตร์เข้าใจแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีได้ ดังนั้นการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามแนวทางการค้นพบความรู้เรื่องสมดุลเคมีของนักวิทยาศาสตร์ในประวัติศาสตร์ จะช่วยให้เข้าใจแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีได้ดีขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี มาช่วยปรับเปลี่ยนและสร้างเสริมแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี และศึกษาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำถามการวิจัย

1. แนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมีที่ช่วยในการปรับเปลี่ยนและเสริมสร้างแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นอย่างไร

2. แนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมีเป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมีที่ช่วยในการปรับเปลี่ยนและเสริมสร้างแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. เพื่อศึกษาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี

ขอบเขตของการวิจัย

สิ่งที่ต้องการศึกษา

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี

2. แนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี

กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ของโรงเรียนประจำอำเภอแห่งหนึ่งในจังหวัดสระบุรี โดยเลือกอย่างเจาะจง 1 ห้องเรียน จำนวน 52 คน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา

เนื้อหาเรื่อง สมดุลเคมี โดยครอบคลุมแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีใน 5 แนวคิดย่อย ได้แก่ 1) ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ 2) การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ 3) สมดุลไดนามิก 4) ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี และ 5) ค่าคงที่สมดุล

ระยะเวลาในการศึกษา

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ตั้งแต่เดือน มกราคม 2555 – เดือน กุมภาพันธ์ 2555

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. เป็นแนวทางสำหรับครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมและการนำประวัติศาสตร์ของเคมี มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในเนื้อหาอื่นๆ

2. เป็นแนวทางสำหรับครูวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องมากขึ้น

นิยามศัพท์เชิงปฏิบัติการ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี หมายถึง การจัดการเรียนรู้บนพื้นฐานแนวคิดสรรคนิยมโดยนำประวัติศาสตร์ของเคมีเกี่ยวกับการพัฒนาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีมาบูรณาการร่วม ด้วยการจัดประสบการณ์ให้นักเรียนคล้ายกับเหตุการณ์ในประวัติศาสตร์ของเคมีที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์เกิดการค้นพบแนวคิดในเรื่องสมดุลเคมี ให้นักเรียนได้ค้นหาความรู้ด้วยวิธีการคล้ายกับนักวิทยาศาสตร์ โดยการปฏิบัติจริง ทำการทดลอง รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ครู และสื่อต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้จากการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมเข้ากับประสบการณ์ใหม่ โดยครูมีหน้าที่จัดประสบการณ์ที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ คอยแนะนำ ให้คำปรึกษา และกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ โดยอาศัยแนวทางการค้นพบความรู้เรื่องสมดุลเคมี และวิธีการได้มาซึ่งความรู้นั้นของนักวิทยาศาสตร์ตามประวัติศาสตร์ของเคมี เพราะนักวิทยาศาสตร์เองก็เคยไม่มีแนวคิดหรือมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องสมดุลเคมีมาก่อน ซึ่งรายละเอียดเหล่านี้จะทำให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดเรื่องนี้ได้ง่าย และกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แนวคิด หมายถึง ความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ เกี่ยวกับสมดุลเคมีซึ่งอาจเป็นข้อเท็จจริง ภาพในใจ หรือเหตุการณ์ที่แต่ละบุคคลมีต่อเรื่องนั้นๆ ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบวัดแนวคิดแบบปลายเปิดพร้อมให้เหตุผล ใบกิจกรรมระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนการสอน และอนุทินบันทึกการเรียนรู้ที่นักเรียนทำ

แนวคิดเรื่องสมดุลเคมี หมายถึง แนวคิดเรื่องสมดุลเคมีซึ่งจัดอยู่ในมาตรฐาน ว 3.1 และมาตรฐาน ว 3.2 สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ประกอบด้วย 5 แนวคิดย่อย ได้แก่ 1) ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ 2) ปฏิกิริยาผันกลับได้ 3) ภาวะสมดุลไดนามิก 4) สมดุลในปฏิกิริยาเคมี 5) ค่าคงที่สมดุล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวข้องซึ่งประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยม
    1.1 ความหมายของแนวคิดสรรคนิยม
    1.2 หลักการของแนวคิดสรรคนิยม
    1.3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยม
    1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยม
2. การใช้ประวัติศาสตร์ของเคมีในการจัดการเรียนรู้
    2.1 การใช้ประวัติศาสตร์ของเคมีในการจัดการเรียนรู้เรื่องสมดุลเคมี
    2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประวัติศาสตร์ของเคมีในการจัดการเรียนรู้
3. แนวคิด
    3.1 ความหมายของแนวคิด
    3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างแนวคิด
    3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยม

ความหมายของแนวคิดสรรคนิยม

แนวคิดสรรคนิยม หรือ constructivism มีผู้ให้ความหมายไว้หลากหลาย ดังต่อไปนี้

สรรคนิยม (constructivism) เป็นปรัชญา และทฤษฎีการรู้ด้วยตนเอง (theory of active knowing) เชื่อว่า บุคคลเรียนรู้โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีการที่ต่าง ๆ กัน โดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญา (cognitive structure) ที่มีอยู่ และแรงจูงใจภายในเป็นพื้นฐานมากกว่าโดยอาศัยแต่เพียงการรับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมหรือรับการสอนจากภายนอกเท่านั้น และความขัดแย้งทางปัญญา (cognitive conflict) ที่เกิดจากการที่บุคคลเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาซึ่งไม่สามารถแก้หรืออธิบายได้ด้วยโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ หรือจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น จะเป็นแรงจูงใจภายใน (intrinsic motivation) ให้เกิดการไตร่ตรอง (reflection) ซึ่งนำไปสู่การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (cognitive restructuring) ที่สามารถคลี่คลายสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือขจัดความขัดแย้งทางปัญญาได้ นำไปใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์อื่น ๆ ที่อยู่ในกรอบโครงสร้างเดียวกันได้ และเป็นพื้นฐานสำหรับการสร้างโครงสร้างใหม่ต่อไป กระบวนการดังกล่าวนี้เป็นพลวัต (dynamic) ที่มีการพัฒนาต่อไปอย่างไม่สิ้นสุด ทำให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต (ไพจิตร สดวกการ, 2552)

ทฤษฎีการเรียนรู้แบบสรรคนิยม (constructivism) เป็นทฤษฎีการสร้างความรู้ว่าด้วยผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์ความรู้ขึ้นได้เอง การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสติปัญญาของบุคคลในการสร้างความรู้และความหมายของสิ่งต่าง ๆ ที่ตนได้รับ ผ่านกระบวนการซึมซับ (assimilation) คือการนำข้อมูลหรือความรู้ใหม่ที่ได้รับไปเชื่อมโยงอย่างกลมกลืนกับโครงสร้างความรู้ที่ตนมีอยู่ และการปรับกระบวนการการรู้คิด (accommodation) คือการคิดค้นหาวิธีการต่าง ๆ มาใช้ในการสร้างความเข้าใจจนเกิดเป็นความรู้ที่มีความหมายต่อตนเอง ดังนั้นการเรียนรู้จึงเป็นกระบวนการภายในที่แต่ละบุคคลต้องเป็นผู้สร้างด้วยตนเองและสามารถทำได้ดียิ่งหากได้รับการสนับสนุนช่วยเหลือจากที่อื่น (ราชบัณฑิตสถาน, 2551)

constructivism เป็นทฤษฎีความรู้ (theory of knowledge) ที่ช่วยให้นักการศึกษาเกิดความรู้ความเข้าใจว่าคนเราเรียนรู้อย่างไร และการเรียนรู้เกิดขึ้นได้อย่างไร ทฤษฎีนี้อธิบายว่าเมื่อบุคคลแต่ละคนได้รับประสบการณ์ จะสร้างกฎเกณฑ์และรูปแบบของการคิดและการเข้าใจที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สอดคล้องรับกันได้กับประสบการณ์ของตนเอง การเรียนรู้จึงเป็นกระบวนการของการปรับรูปแบบโครงสร้างความรู้ความคิดให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ในแต่ละบุคคล (บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์, 2552)

คอนสตรักติวิซึม เป็นทฤษฎีของความรู้ ที่มีรากฐานมาจากปรัชญา จิตวิทยา และการศึกษาเกี่ยวกับการสื่อความหมายและการควบคุมการสื่อความหมายในตัวบุคคล ทฤษฎีความรู้นี้อ้างถึงหลักการ 2 ข้อ คือ 1) ความรู้ไม่ได้เกิดจากการรับรู้เพียงอย่างเดียว แต่เป็นการสร้างขึ้นโดยบุคคลที่มีความรู้ความเข้าใจ 2) หน้าที่ของการรับรู้คือการปรับตัวและการประมวลประสบการณ์ทั้งหมด แต่ไม่ใช่การค้นพบสิ่งที่เป็นจริง แต่เป็นการเอาหลักการทั้งสองนี้ไปใช้จนมีผลเกิดขึ้นตามมา (Glasersfeld, 1989 อ้างใน สมหมาย มะลิกอง, 2552)

คอนสตรักติวิซึม เป็นปรัชญาเกี่ยวกับความรู้และการได้มาซึ่งความรู้ ความรู้เป็นสิ่งที่มนุษย์คิดและอธิบายโดยใช้เหตุผลที่ดีที่สุด การรับรู้จะถูกเลือกหรือกำหนดตามความคาดหวังของบุคคล ดังนั้นความรู้จึงไม่ใช่ความจริงที่สมบูรณ์ สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ถ้ามีหลักฐานใหม่ที่น่าเชื่อถือมากกว่าหรือให้คำอธิบายในประเด็นที่ความรู้เดิมไม่สามารถให้ความกระจ่างได้ (วรรณจรีย์ มังสิงห์, 2541 อ้างใน พิรุณพรรณ พลมุข, 2550)

ปรัชญาคอนสตรัคติวิสต์ เชื่อว่า ความรู้ไม่ได้มาจากการค้นพบสิ่งที่มีอยู่แล้ว แต่ความรู้เป็นสิ่งที่มนุษย์กำหนดขึ้น การรับรู้ของมนุษย์จึงถูกกำหนดโดยความรู้เดิม ความเชื่อ ทฤษฎี และความคาดหวังของแต่ละบุคคล การเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์จะเกิดขึ้นได้เนื่องจากตัวนักเรียนมีความกระตือรือร้น คือ ต้องการที่จะเรียนรู้จากภายในตัวนักเรียน โดยความรู้ต่าง ๆ จะถูกสร้างขึ้นในตัวนักเรียนจากข้อมูลที่มีอยู่แล้วในสังคมแวดล้อม ประสบการณ์เดิม มาใช้ในการตัดสิน ทั้งนี้ความเชื่อของแต่ละบุคคลจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อม ประสบการณ์ที่เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจ ซึ่งความเข้าใจที่ได้ของแต่ละคนอาจแตกต่างกันตามความเชื่อและความคิด (ทองเพียร กมลชัยรัตนา, 2540 อ้างใน พิรุณพรรณ พลมุข, 2550)

constructivism เชื่อว่า ความรู้ถูกสร้างขึ้นภายในตัวบุคคล โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ความรู้จึงเป็นสิ่งชั่วคราว มีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา และไม่มีความเป็นปรนัย ส่วนการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีนี้เป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ควบคุมตนเองในการต่อสู้กับความขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างความรู้เดิมที่มีอยู่กับความรู้ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม โดยผ่านกิจกรรมทางสังคม และผ่านการแลกเปลี่ยนความคิดที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย (Tobin, 1990 อ้างใน กฤษฎา สงวนสิน, 2548)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า แนวคิดสรรคนิยม หรือ คอนสตรักติวิซึม เป็นแนวคิดทฤษฎี ปรัชญาเกี่ยวกับกระบวนการสร้างความรู้และการเรียนรู้ของบุคคล ความรู้คือสิ่งที่บุคคลสร้างขึ้นมาจากความเชื่อและความเข้าใจที่เกิดขึ้นภายในตัวของแต่ละบุคคล เป็นการเชื่อมโยงหรือปรับเปลี่ยนโครงสร้างความรู้ความคิดเดิมเข้ากับประสบการณ์ใหม่ โดยอาศัยการมีปฏิสัมพันธ์ในสังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งในงานวิจัยนี้เรียกว่าแนวสรรคนิยม

หลักการของแนวคิดสรรคนิยม

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540) กล่าวว่า ปรัชญา constructivism เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (construct) ความรู้จากความ สัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม บุคคลแต่ละคนพยายามที่จะนำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์ และปรากฏการณ์ที่ตนพบเห็นมาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญา (cognitive structure) หรือที่เรียกว่า schema ที่ประกอบด้วย ความหมายหรือความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่มีประสบการณ์ อาจเป็นความเชื่อความเข้าใจ คำอธิบายความรู้ของบุคคลนั้น ดังนั้นหลักการสำคัญของการเรียนรู้ตามแนวคิด constructivism จะเกิดขึ้นได้ตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

1. การเรียนรู้เป็น active process ที่เกิดขึ้นเฉพาะตัวบุคคล การสอนโดยวิธีบอกเล่าซึ่งจัดเป็น passive process จะไม่ช่วยให้เกิดการพัฒนาแนวคิดหลักมากนัก แต่การบอกเล่าก็จัดเป็นวิธีการให้ข้อมูลทางหนึ่งได้

2. ความรู้ต่างๆ จะถูกสร้างขึ้นด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยใช้ข้อมูลที่ได้รับมาใหม่ร่วมกับข้อมูลหรือความรู้ที่มีอยู่แล้วจากแหล่งต่างๆ เช่น สังคม สิ่งแวดล้อม รวมทั้งประสบการณ์เดิมมาเป็นเกณฑ์ช่วยการตัดสินใจ

3. ความรู้และความเชื่อของแต่ละบุคคลจะแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อม ขนบธรรมเนียมประเพณี และสิ่งที่นักเรียนได้พบเห็น ซึ่งจะถูกใช้เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจและใช้เป็นข้อมูลในการสร้างแนวคิดใหม่

4. ความเข้าใจจะแตกต่างจากความเชื่อโดยสิ้นเชิง และความเชื่อจะมีผลโดยตรงต่อการสร้างแนวคิดหรือการเรียนรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไพจิตร สดวกการ (2552) กล่าวว่า สรรคนิยม (constructivism) มีแนวคิดหลักว่า บุคคลเรียนรู้โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีการที่ต่าง ๆ กัน โดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญา (cognitive structure) ที่มีอยู่ และแรงจูงใจภายใน(intrinsic motivation) ที่เกิดจากความขัดแย้งทางปัญญา (cognitive conflict) หรือจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ทำให้เกิดการไตร่ตรอง (reflection) ซึ่งนำไปสู่การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (cognitive restructuring)

บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์ (2552) กล่าวว่า นักการศึกษาแบ่งทฤษฎีความรู้ออกเป็น cognitive constructivism ของ Piaget และ social constructivism ของ Vygotsky สำหรับ Vygotsky ให้แนวคิดเกี่ยวกับเขตของการเชื่อมสู่การพัฒนา (zone of proximal development) หรือ ZPD ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างระดับการพัฒนาปัจจุบันที่ผู้เรียนเป็นอยู่จากการเรียนรู้และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองกับระดับที่ผู้เรียนจะมีศักยภาพพัฒนาไปถึงได้ภายใต้การแนะนำของครู หรือผู้มีประสบการณ์ หรือผู้ใหญ่ หรือจากการร่วมมือกับเพื่อนที่มีความสามารถมากกว่า โดยใช้หลักการพื้นฐาน 4 ประการ คือ 1) เด็กเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นเอง 2) พัฒนาการทางปัญญาของเด็กแยกออกจากบริบททางสังคมไม่ได้ 3) การเรียนรู้ทำให้เกิดการพัฒนาการ 4) ภาษามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเครื่องมือทางปัญญา สำหรับ constructivism ของ Piaget นั้น เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวตนของเรากับสิ่งที่แวดล้อมรอบตัวเราทั้งที่อยู่ใกล้และไกล เพื่อให้เกิดการสร้างความรู้หรือค้นพบความรู้จากการเชื่อมโยงประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับกับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างความรู้ความคิด เพื่อปรับเปลี่ยนโครงสร้างความรู้ความคิดนั้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและเกิดโครงสร้างของความรู้ใหม่ขึ้น จุดมุ่งหมายสำคัญของการศึกษาตามแนว constructivism ของ Piaget นั้นเน้นให้ผู้เรียนเกิดการสร้างความรู้ความคิดจากข้อมูลและสารสนเทศที่ได้รับนั้น เพื่อนำไปสู่การเกิดปัญญา ซึ่งต้องใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

สาระสำคัญของการสร้างความรู้ทั้ง กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (cognitive constructivism) และกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (social constructivism) เป็นดังนี้

1. ความรู้ของบุคคลใด คือโครงสร้างทางปัญญาของบุคคลนั้นที่สร้างขึ้นจากประสบการณ์ในการคลี่คลายสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและสามารถนำไปใช้เป็นฐานในการแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์อื่นๆได้

2. นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยวิธีการที่ต่างๆ กัน โดยอาศัยประสบการณ์และโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมความสนใจและแรงจูงใจภายในตนเองเป็นจุดเริ่มต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ครูมีหน้าที่จัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนเอง ภายใต้ข้อสมมติฐานต่อไปนี้

3.1 สถานการณ์ที่เป็นปัญหาและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา

3.2 ความขัดแย้งทางปัญญาเป็นแรงจูงใจภายในให้เกิดกิจกรรมการไตร่ตรองเพื่อขจัดความขัดแย้งนั้น Dewey ได้อธิบายเกี่ยวกับลักษณะการไตร่ตรอง(reflection) เป็นการพิจารณาอย่างรอบคอบ กิจกรรมการไตร่ตรองจะเริ่มต้นด้วยสถานการณ์ที่เป็นปัญหา น่าสงสัย งงงวย ยุ่งยาก ซับซ้อน เรียกว่า สถานการณ์ก่อนไตร่ตรอง และจะจบลงด้วยความแจ่มชัดที่สามารถอธิบายสถานการณ์ดังกล่าว สามารถแก้ปัญหาได้ ตลอดจนได้เรียนรู้และพึงพอใจกับผลที่ได้รับ

3.3 การไตร่ตรองบนฐานแห่งประสบการณ์และโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมภายใต้การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม กระตุ้นให้มีการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา

จากการศึกษาหลักการของแนวคิดสรรคนิยมสรุปได้ว่า ความรู้ของบุคคลใดไม่ได้เกิดจากการรับรู้แต่เป็นการสร้างขึ้นจากความรู้ ความความเข้าใจของบุคคลนั้น ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ทำให้เกิดการปรับและประมวลประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่เข้าด้วยกัน เพื่อขจัดความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดขึ้นในตัวของบุคคล ซึ่งเป็นแรงจูงใจภายในที่ทำให้บุคคลเกิดการปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาของตน

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยม

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยม ถือว่าผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเปลี่ยนโนมติ ซึ่งมีแนวทางการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ทิศนา แขมมณี (2555) เสนอว่า การประยุกต์ใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมในการเรียนการสอนสามารถทำได้หลายประการดังนี้

1. ทฤษฎีการสร้างความรู้ ผลของการเรียนรู้จะมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้(process of knowledge construction)และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น(reflexive awareness of that

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

process) เป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง ครูจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

2. เป้าหมายของการสอนจะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้นักเรียนได้รับสาระความรู้ที่แน่นอนตายตัวไปสู่การสาธิตกระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่างๆ จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาจริงได้

3. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะเป็นผู้มีบทบาทในการเรียนรู้อย่างตื่นตัว(active) ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำข้อมูลหรือประสบการณ์ต่างๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริง ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีโอกาสได้ศึกษากับสื่อ อุปกรณ์ สิ่งของหรือข้อมูลต่างๆ ที่เป็นของจริงและสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน โดยนักเรียนสามารถศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้นๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น

4. ในการจัดการเรียนการสอนครูต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคมจริยธรรม (sociomoral) คือ ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การร่วมมือ และการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดและประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และบุคคลอื่นๆ จะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนกว้างขึ้น ซับซ้อนขึ้น และหลากหลายขึ้น

5. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยผู้เรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ เช่น เลือกสิ่งที่ต้องการ ตั้งกฎระเบียบเอง และสามารถตกลงกันเองเมื่อเกิดปัญหาขึ้น หรือมีความคิดเห็นแตกต่างกัน

6. ในการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ ครูจะมีบทบาทแตกต่างไปจากเดิม คือ จากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และควบคุมการเรียนรู้ ไปเป็นการให้ความรู้ และช่วยเหลือนักเรียนในการเรียนรู้ คือ การเรียนการสอนจะต้องเปลี่ยนจาก “instruction” ไปเป็น “construction” คือเปลี่ยนจากการให้ความรู้เป็นการให้ผู้เรียนสร้างความรู้ ซึ่งบทบาทของครู คือ จะต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่นักเรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ให้คำปรึกษาแนะนำ ดูแลช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหา และการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนั้นครูยังต้องมีความเป็นประชาธิปไตย และมีเหตุผลในการสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. ในการประเมินผลการเรียนการสอน การเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองนี้ขึ้นกับความสนใจและการสร้างความหมายที่แตกต่างกันของบุคคล ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจึงมีลักษณะหลากหลาย ดังนั้นการประเมินจึงจำเป็นต้องมีลักษณะเป็น “goal free evaluation” ซึ่งก็หมายถึงการประเมินตามจุดมุ่งหมายในลักษณะที่ยืดหยุ่นกันไปในแต่ละบุคคล และควรใช้วิธีการที่หลากหลาย

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) ได้ระบุลักษณะและขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ไว้ดังนี้

1. ขั้นนำ (orientation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะรับรู้ถึงจุดมุ่งหมายและมีแรงจูงใจในการเรียนบทเรียน

2. ขั้นทบทวนความรู้เดิม (elicitation of the prior knowledge) เป็นขั้นที่ผู้เรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน วิธีการให้ผู้เรียนแสดงออก อาจทำได้โดยการอภิปรายกลุ่ม การให้ผู้เรียนออกแบบโปสเตอร์ หรือการให้ผู้เรียนเขียนเพื่อแสดงความรู้ความเข้าใจที่เขามีอยู่แล้ว ผู้เรียนอาจเสนอความรู้เดิมด้วยเทคนิคผังกราฟฟิก (graphic organizers) ขั้นนี้ทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (cognitive conflict) หรือเกิดภาวะไม่สมดุล (unequillibrium)

3. ขั้นปรับเปลี่ยนความคิด (turning restructuring of ideas) นับเป็นขั้นตอนที่สำคัญหรือเป็นหัวใจสำคัญตามแนว constructivism ขั้นนี้ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

3.1 ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกันและกัน (clarification and exchange of ideas) ผู้เรียนจะเข้าใจได้ดีขึ้น เมื่อได้พิจารณาความแตกต่างและความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนเองกับของคนอื่น ผู้สอนจะมีหน้าที่อำนวยความสะดวก เช่น กำหนดประเด็นกระตุ้นให้คิด

3.2 การสร้างความคิดใหม่ (construction of new ideas) จากการอภิปรายและการสาธิต ผู้เรียนจะเห็นแนวทางแบบวิธีการที่หลากหลายในการตีความปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์แล้วกำหนดความคิดใหม่ หรือความรู้ใหม่

3.3 ประเมินความคิดใหม่ (evaluation of the new ideas) โดยการทดลองหรือการคิดอย่างลึกซึ้ง ผู้เรียนควรหาแนวทางที่ดีที่สุดในการทดสอบความคิดหรือความรู้ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนอาจจะรู้สึกไม่พึงพอใจความคิดความเข้าใจที่เคยมีอยู่ เนื่องจากหลักฐานการทดลองสนับสนุนแนวคิดใหม่มากกว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ขั้นนำความคิดไปใช้ (application of ideas) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนมีโอกาสใช้แนวคิดหรือความรู้ความเข้าใจที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย เป็นการแสดงว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย การเรียนรู้ที่ไม่มีการนำความรู้ไปใช้เรียกว่า เรียนหนังสือไม่ใช่เรียนรู้

5. ขั้นทบทวน (review) เป็นขั้นตอนสุดท้าย ผู้เรียนจะได้ทบทวนว่า ความคิด ความเข้าใจของเขาได้เปลี่ยนไป โดยการเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับความคิดของเขาเมื่อสิ้นสุดบทเรียน

กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยม หรือ คอนสตรัคติวิซึม ทำได้โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้จากการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมเข้ากับประสบการณ์ใหม่ สถานการณ์ใหม่ สื่อสิ่งแวดล้อม แล้วสร้างความรู้ใหม่ขึ้นมา ตามแต่ละบุคคลไม่ใช่แค่การจดจำสารสนเทศ แต่สามารถนำความรู้ที่สร้างขึ้นนั้นไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ ครูจึงต้องจัดประสบการณ์ที่น่าสนใจให้เหมาะสมกับห้องเรียน นักเรียน สาระวิชา ให้นักเรียนเกิดความกระหายใคร่รู้ หรือกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนให้อยากรู้แล้วให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมโดยการปฏิบัติด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนได้ดูดซึมข้อมูลใหม่สู่สมองและปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา โดยครูมีหน้าที่จัดประสบการณ์ที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ คอยแนะนำ ให้คำปรึกษา และกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยม

งานวิจัยจำนวนมากพบว่าการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมสามารถพัฒนาผู้เรียนได้ เช่น งานวิจัยของนิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ (2547) และคำไพย พานุสี (2553) พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมช่วยพัฒนามโนมติทางเลือกของนักเรียนไปสู่มโนมติทางวิทยาศาสตร์ได้ และงานวิจัยของพรหม ผูกดวง (2542) และศรานนท์ วะปะแก้ว (2547) พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนได้ รวมทั้งงานวิจัยของ วราภรณ์ สีดำนิล (2550) พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ และพิรุณพรรณ พลมุข (2550)พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรักติวิสต์ของ Underhill ช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้ ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของคำไพย พานุสี (2553) ศึกษามโนมติทางเลือกเรื่องแสงและการเกิดภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้วิธีการทำนาย การสังเกต การอธิบาย กับนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 22 คน พบว่านักเรียนมากกว่าร้อยละ 80 ได้พัฒนามโนมติทางเลือกไปสู่มโนมติทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สอดคล้องกับงานวิจัยของนิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ (2547) ได้ศึกษาการปรับเปลี่ยนมโนมติเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่โดยใช้การจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 44 คน พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ทำให้ผู้เรียนที่มีความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนได้รับการแก้ไขและปรับเปลี่ยนในความเข้าใจมโนมตินั้นให้ได้เป็นความเข้าใจมโนมติที่ถูกต้องได้ โดยผู้เรียนมีความเข้าใจมโนมติที่ถูกต้องมากขึ้น และมีคะแนนความเข้าใจมโนมติเฉลี่ยสูงขึ้น เกิดจากการที่ผู้เรียนเกิดการปรับเปลี่ยนมโนมติของตนเอง อีกทั้งงานวิจัยของศรานนท์ วะปะแก้ว (2547) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลเคมี ระหว่างการสอนตามแนวคอนสตรักติวิซึมกับการสอนตามปกติ กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 80 คน เป็นกลุ่มทดลอง 40 คน และกลุ่มควบคุม 40 คน พบว่าการสอนตามแนวคอนสตรักติวิซึม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่าการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพรหม ผูกดวง (2542) ที่พบว่าการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 38 คน สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังพบว่า การสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับความต้องการและความสนใจของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีความสุข สนุกสนานกับการเรียน ทั้งได้รับความรู้และประสบการณ์จริงในการเรียน

การใช้ประวัติศาสตร์ของเคมีในการจัดการเรียนรู้

การใช้ประวัติศาสตร์ของเคมีมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่องสมดุลเคมี

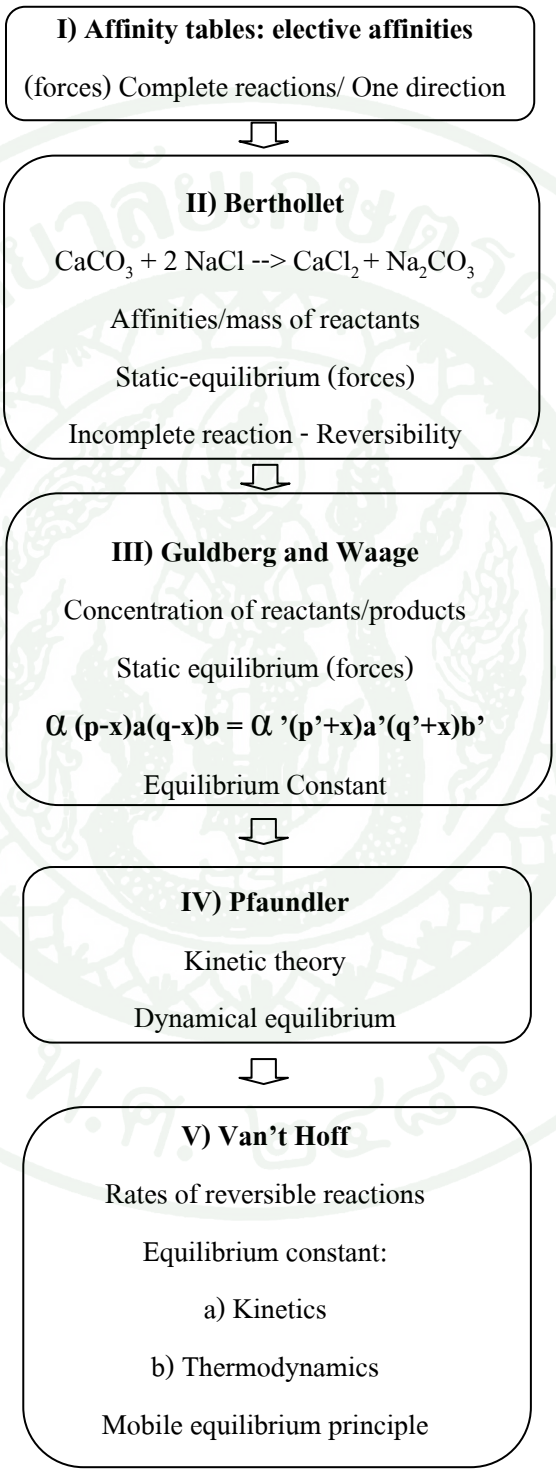
ประวัติศาสตร์ของเคมีผ่านการพัฒนามาหลายยุคสมัยและแบ่งแยกออกเป็นหลายสาขาในปัจจุบัน เช่น ประวัติศาสตร์การพัฒนาทฤษฎีอะตอม ประวัติศาสตร์ตารางธาตุ ประวัติศาสตร์ความเป็นมาของอุณหพลศาสตร์ และประวัติศาสตร์การพัฒนาสมดุลเคมี เป็นต้น

ประวัติศาสตร์การพัฒนาสมดุลเคมีประกอบด้วย เหตุการณ์และแนวคิดสำคัญ 5 ลำดับขั้นตอน ดังภาพต่อไปนี้ (Quilez, 2007)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Historical Reconstruction

This historical reconstruction is based on the following historical sequence:



ภาพที่ 1 Historical Reconstruction of Chemical Equilibrium

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำประวัติศาสตร์ของเคมีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี (Monk and Osborne, 1997; Niaz, 1998; Driel and Graber, 2002; Wandersee and Griffard, 2002; Quilez, 2004, 2007) พบว่าการนำประวัติศาสตร์การพัฒนาสมดุลเคมีมาใช้ในการจัด การเรียนรู้เรื่องสมดุลเคมีนั้น สามารถทำได้โดยนำเรื่องราว เหตุการณ์ทางประวัติศาสตร์แทรกเข้าไปในขั้นการแนะนำบทเรียน และการพัฒนาแนวคิดสำคัญในเรื่องสมดุลเคมีตามลำดับขั้นดังภาพ ที่ 1 ผ่านทางเรื่องเล่า บทความ การให้นักเรียนได้แสดงบทบาทสมมุติ กรณีศึกษา หรือการสร้างสถานการณ์จำลองที่คล้ายกับเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นในประวัติศาสตร์ โดยเน้นการสะท้อนให้เห็นถึง แนวคิด ความเชื่อ ข้อมูล หลักฐาน วิธีการในการค้นพบความรู้ และความรู้ที่ค้นพบของนักวิทยาศาสตร์เหล่านั้น ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนข้อมูล รวมทั้งการมีส่วนร่วมในการนำเสนอเรื่องราว เหตุการณ์ทางประวัติศาสตร์ ซึ่งการนำประวัติศาสตร์ของการพัฒนาสมดุลเคมีมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่องสมดุลเคมีนั้นมีข้อเสนอแนะ (Quilez, 2004, 2007) ดังต่อไปนี้

1. นักเรียนอาจจะได้รับการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของเคมีได้ดีขึ้น ดังนี้

1.1 ประวัติศาสตร์ของเคมี ที่นำมาเรียงลำดับขั้นตอนเพื่อนำไปสู่การค้นพบความรู้เรื่องสมดุลเคมีนั้น เป็นดังนี้ 1) แนวคิดเกี่ยวกับความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาของสาร (แรงดึงดูด) 2) แนวคิดเกี่ยวกับมวลของสารตั้งต้นในภาวะสมดุลที่อยู่นิ่งกับความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาของสาร 3) แนวคิดเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารตั้งต้นในภาวะสมดุลที่อยู่นิ่งกับความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาของสาร(แรงดึงดูด) 4) ทฤษฎีจลน์และอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และ5) ปฏิกิริยาย้อนกลับในภาวะสมดุล ซึ่งอาจจะใช้เป็นพื้นฐานลำดับขั้นตอนในการสอนได้ และเนื้อหาสาระ ปรัชญาความรู้ที่อยู่ในเรื่องราว เหตุการณ์ทางประวัติศาสตร์นั้น จะช่วยเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจให้กับนักเรียน ทำให้นักเรียนค้นพบความรู้ได้ด้วยตัวเอง จากการศึกษาย้อนรอยประวัติศาสตร์ถึงการได้มาซึ่งความรู้เหล่านั้นของบรรดานักวิทยาศาสตร์ โดยการอภิปรายความคิดเห็นร่วมกันทั้งที่เป็นความคิดเห็นที่สนับสนุนกันและขัดแย้งกัน จะทำให้นักเรียนเกิดการปรับเปลี่ยนแนวคิดได้และเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และวิธีการที่ได้มาซึ่งความรู้นั้นมีระบบระเบียบ รวมทั้งการมีจิตวิทยาศาสตร์ คือ เชื่อในสิ่งที่มีหลักฐานเชื่อถือได้ และการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 การที่นักวิทยาศาสตร์ให้ความหมายที่แตกต่างกันของคำว่า affinity ทำให้นักเรียนเข้าใจถึงความสำคัญจำเป็นของการให้คำนิยาม คำกำจัดความ ตลอดจน หลักการ กฎ และทฤษฎี

1.3 การที่นักวิทยาศาสตร์เป็นคนช่างสังเกต ให้ความสำคัญกับทุกรายละเอียดที่เกิดขึ้นในการทดลอง เห็นความสำคัญของผลการทดลองทั้งที่เป็นไปตามทฤษฎีและไม่สอดคล้องกับทฤษฎี จนทำให้มีการค้นพบปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ และนำไปสู่การค้นพบความรู้เกี่ยวกับสมดุลเคมี สิ่งเหล่านี้ทำให้นักเรียนเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

1.4 affinity table ได้มาจากการรวบรวมข้อมูลจำนวนมากของนักวิทยาศาสตร์ที่ทำการศึกษาชนิดของปฏิกิริยาเคมีอย่างรอบคอบระมัดระวัง มีการรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ ระเบียบ มีการให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการศึกษาหาข้อมูลเชิงคุณภาพ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดหมวดหมู่ จำแนกกลุ่ม สร้างเป็นตารางขึ้นมา ทำให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของเคมีได้

1.5 ปรัชญาความรู้ทั้งหมดในทุกประเด็นจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้ว่าเคมีเป็นเหมือนการสะสมกิจกรรมที่ค้นพบและเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยความร่วมมือจากสังคมของนักวิทยาศาสตร์ตลอดจนขนบธรรมเนียมประเพณี วัฒนธรรม มากกว่าทำงานอย่างอิสระเพียงคนเดียว

2. ครูมีเครื่องมือวัดแนวคิดเพิ่มเติมในการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน เพราะความเข้าใจของนักเรียนในเรื่องสมดุลเคมีอาจจะเป็นเช่นเดียวกับความเข้าใจของนักวิทยาศาสตร์ในการค้นพบแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี

3. ครูสามารถใช้ประวัติศาสตร์ของสมดุลเคมีเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิด เพราะแม้นักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงยังมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน แต่เมื่อมีข้อเท็จจริงใหม่ที่สามารถอธิบายเหตุการณ์นั้นได้ดีกว่า มีเหตุผล มีหลักฐานเชื่อถือมากกว่าได้ นักวิทยาศาสตร์ก็ยอมเปลี่ยนแนวคิดของตนไปยอมรับแนวคิดที่ถูกต้อง ข้อเท็จจริงเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนยอมรับแนวคิดที่ถูกต้องได้ง่ายขึ้น ไม่ยึดถือแนวคิดเดิมของตนเองไว้

4. ในการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน สามารถนำปฏิกิริยาที่นักวิทยาศาสตร์เคยศึกษา มาให้นักเรียนได้ศึกษาในลักษณะเช่นเดียวกับที่นักวิทยาศาสตร์ในอดีตเคยสนใจ ทำการศึกษาค้นคว้าจนค้นพบความรู้ หลักการเกี่ยวกับสมดุลเคมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. การนำประวัติศาสตร์ของสมดุลเคมีมาใช้ในการจัดการเรียนรู้นั้นอาจใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบกรณีศึกษาทางประวัติศาสตร์(Wandersee & Griffard, 2002) ซึ่งนอกจากจะทำให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติของเคมี และทำให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แล้วนั้น ยังเป็นการกระตุ้นความสนใจและส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนในวิชาเคมี ทำให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าความรู้เพิ่มเติม เกิดเจตคติในวิชาเคมี

กล่าวโดยสรุปการนำประวัติศาสตร์ของเคมีมาใช้ในการจัดการเรียนรู้นั้นสามารถนำมาบูรณาการร่วมในการจัดการเรียนการสอน โดยอาศัยแนวทางการค้นพบความรู้เรื่องสมดุลเคมี และวิธีการได้มาซึ่งความรู้นั้นของนักวิทยาศาสตร์ตามประวัติศาสตร์ของเคมี เพราะนักวิทยาศาสตร์เองก็เคยไม่มีแนวคิดหรือมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องสมดุลเคมีมาก่อน ซึ่งรายละเอียดเหล่านี้จะทำให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดเรื่องนี้ได้ง่าย และกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีงานวิจัยจำนวนหนึ่งรวมทั้งนักการศึกษาหลายท่านในต่างประเทศศึกษาเกี่ยวกับการนำประวัติศาสตร์ของเคมีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน (Monk and Osborne, 1997; Niaz, 1998; Driel and Graber, 2002; Wandersee and Griffard, 2002; Quilez, 2004, 2007a,2007b) ตัวอย่างเช่น Wandersee and Griffard(2002) กล่าวว่าประวัติศาสตร์ของเคมีเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาในการเรียนวิชาเคมีได้ เพราะ การศึกษาประวัติศาสตร์เคมีไปเป็นลำดับขั้นตามความเจริญของอารยธรรม ปรัชญา แนวคิด ความเชื่อ ข้อมูลหลักฐาน การเมืองการปกครอง ในแต่ละยุคสมัย จะทำให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของแนวคิดทางเคมีในแต่ละช่วงเวลาและสามารถพัฒนาแนวคิดทางเคมีไปพร้อมกัน และยังช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และของเคมีร่วมด้วย สอดคล้องกับ Quilez (2004) ที่กล่าวว่าการนำประวัติศาสตร์การพัฒนาสมดุลเคมีมาใช้เป็นกลยุทธ์ในการสอนทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงใน 3 ลักษณะ คือ 1) ปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางความคิดของผู้เรียนได้ 2) นักเรียนสามารถเข้าใจมุมมองต่างๆ ของการสืบเสาะความรู้ทางวิทยาสตร์ 3) ส่งเสริมสนับสนุนศักยภาพของผู้เรียนด้านพุทธิปัญญา และงานของ Quilez (2007) ซึ่งรวบรวมงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอน เรื่องสมดุลเคมี สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีนี้สามารถปรับเปลี่ยนและเสริมสร้างแนวคิดของนักเรียนได้ การติดตามพัฒนาการของสมดุลเคมีผ่านประวิติศาสตร์ของเคมีช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้ว่า นักวิทยาศาสตร์เข้าใจถึงสมดุลเคมีได้อย่างไร และทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี นอกเหนือไปกว่านั้นประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติของวิชาเคมี จากการศึกษาประวัติศาสตร์ของวิชาวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แนวคิด

ความหมายของแนวคิด

concept แนวคิด ความคิดรวบยอด หรือความคิดหลัก มโนทัศน์ มโนคติ มโนมติ มโนภาพ สังกัป ซึ่งมีความหมายเดียวกัน เป็นประเภทหนึ่งของความรู้ (knowledge) ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มของข้อเท็จจริง (fact) ที่มีความหมาย โดยแต่ละแนวคิดจะมีลักษณะสำคัญที่ทำให้แนวคิดนั้นแตกต่างจากแนวคิดอื่นๆ (Hurd, 1970 อ้างใน ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, 2551) ทั้งนี้ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้คำว่าแนวคิด โดยมีผู้ที่ให้ความหมายของแนวคิด ไว้ดังนี้

Fishma (1999 อ้างใน ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, 2551) กล่าวว่า แนวคิดไม่ได้มีความสำคัญแต่เฉพาะช่วยให้บุคคลสามารถจัดกลุ่มความคิด หรือสิ่งของต่างๆได้เท่านั้น แต่แนวคิดได้รับการยอมรับว่าเป็นเครื่องมือในการสร้างความรู้อีกด้วย

Shipman *et al*. (1997 อ้างใน กฤษดา สงวนสิน, 2551) ได้ให้ความหมายของแนวคิดไว้ว่า แนวคิดสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ว่าเกิดอะไรขึ้นในสิ่งแวดล้อม และเป็นสิ่งที่สามารถเข้าใจและพัฒนาได้ถ้าอธิบายได้ชัดเจนจากการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ

ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง (2551) กล่าวว่า แนวคิดคือกลุ่มของความคิดที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ โดยใช้ภาษาเป็นเครื่องมือในการสื่อสารระหว่างบุคคลในสังคมโดยอาศัยความเข้าใจที่ตรงกันของคนในสังคมนั้น

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545) กล่าวถึงแนวคิดว่า หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับการจัดกลุ่มสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น แล้วใช้คุณลักษณะหรือคุณสมบัติที่คล้ายคลึงกันจัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจสิ่งต่างๆ ได้ง่ายขึ้น

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) ได้กล่าวว่า แนวคิดเป็นเรื่องของแต่ละบุคคล การที่บุคคลหนึ่งบุคคลใด สังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ จะทำให้เกิดการรับรู้ บุคคลนั้นจะนำการรับรู้นี้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของเขา จะทำให้เกิดแนวคิดซึ่งเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้นและทำให้มีความรู้เกิดขึ้น แต่ละบุคคลย่อมมีแนวคิดเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อย่างใดอย่างหนึ่งแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และวุฒิภาวะของบุคคลนั้น ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า แนวคิดเป็นความรู้ความเข้าใจของแต่ละบุคคลเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยนำการเรียนรู้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540) ให้ความหมายแนวคิดว่า หมายถึง การสังเคราะห์ หรือบอกความสัมพันธ์ในเชิงตรรกศาสตร์ จากข้อมูลที่ตรงประเด็น เป็นผลผลิตจากการใช้จินตนาการ การตัดสินใจอย่างมีเหตุผลของผู้เรียน แนวคิดเป็นสิ่งที่ซับซ้อนกว่าการรวบรวมความรู้ที่เป็นระบบอยู่แล้วเพื่อความเข้าใจในสิ่งที่กำลังศึกษา

จากความหมายของแนวคิดดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า แนวคิด หมายถึง ความคิดความเข้าใจของแต่ละบุคคลที่มีต่อปรากฏการณ์ต่างๆ ซึ่งใช้ลักษณะร่วมของสิ่งเหล่านั้นมาประมวลเข้ากับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิม แล้วนำมาสรุปหรือให้คำจำกัดความของปรากฏการณ์นั้น

ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างแนวคิด

การสร้างแนวคิดเริ่มต้นจากการสัมผัสรับรู้ประสบการณ์ต่างๆ ในการเรียนรู้ข้อเท็จจริง (fact) หลักการ (principle) และนัยทั่วไป (generalization) ของเรื่องนั้น ๆ และเมื่อได้รับรู้สิ่งที่มีลักษณะร่วมกันที่มีความสัมพันธ์กันขึ้นหลายๆครั้ง ระลึกได้ว่าสิ่งนั้นมีลักษณะเฉพาะอะไรบ้าง โดยแยกแยะลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้นออกจากสิ่งอื่นได้อย่างชัดเจนนักเรียนจะสามารถนำมาสรุปรวมกันเป็นแนวคิด โดยคณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2552) ได้สรุปปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างแนวคิดไว้ดังนี้

1. สิ่งเร้า สิ่งเร้าที่มีความชัดเจนสมบูรณ์จะช่วยให้ความสามารถแยกแยะความคล้ายคลึงและแตกต่างของวัตถุสิ่งของที่พบใหม่ได้สะดวกขึ้น

2. ความสามารถในการรับรู้ ตีความ และการบันทึกความจำ บุคคลที่มีความสามารถรับรู้และตีความได้รวดเร็วจำได้แม่นยำ จะสามารถสร้างแนวคิดได้รวดเร็ว

3. ความสามารถในการแยกแยะเหตุการณ์หรือสิ่งเร้า บุคคลที่มีสติปัญญาระดับสูง มีความเฉลียวฉลาดย่อมมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ได้รวดเร็วกว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ความสามารถในการสร้างจินตนาการ บุคคลที่มีความสามารถในการสร้างจินตนาการได้ดีจะสามารถสร้างแนวคิดได้ง่าย เพราะของบางอย่างเป็นนามธรรมไม่อาจมองเห็นได้

5. ความสามารถในการใช้ภาษา บุคคลที่มีความสามารถในการใช้ภาษาได้ดีจะสามารถสื่อสารแนวคิดได้อย่างถูกต้องชัดเจน

กล่าวโดยสรุปปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างแนวคิดมาจากทั้งจากปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายในตัวผู้เรียนเอง โดยปัจจัยภายนอกมาจากสิ่งเร้าที่กระตุ้นความสนใจผู้เรียนได้ แยกแยะลักษณะร่วมและลักษณะเด่นได้อย่างชัดเจน และปัจจัยภายในคือความสามารถของผู้เรียนเองรวมทั้งการใช้ภาษา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี

งานวิจัยที่ผ่านมาพบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่อง สมดุลเคมี (เยาวเรศ ใจเย็น, 2550; ชัยยนต์ ศรีเชียงหา, 2553; สมลักษณ์ แสงสุวรรณ, 2551 และบทความทางการศึกษาของชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551) ตัวอย่างเช่น เยาวเรศ ใจเย็น (2550) ได้ศึกษาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 125 คน จากโรงเรียน 3 แห่ง ในจังหวัดจันทบุรี พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีหลากหลายรวมถึงแนวคิดคลาดเคลื่อนด้วย สอดคล้องกับผลงานวิจัยของชัยยนต์ ศรีเชียงหา (2553) ที่พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจำนวน 49 คน ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดชุมพร ส่วนใหญ่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนในทุกแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี ยกเว้นแนวคิดเรื่องภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี ที่พบว่านักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนอยู่มาก และบทความทางการศึกษาของชาตรี ฝ่ายคำตา (2551) ที่ได้ศึกษาแนวคิดทางเลือกของนักเรียนในวิชาเคมี จากการศึกษางานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาทั้งในและต่างประเทศ พบว่า แนวคิดทางเลือกของนักเรียนในเนื้อหาเคมียังคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะแนวคิดเรื่องอนุภาคของสสาร มวลอะตอมและโมล พันธะเคมี สมการเคมี และสมดุลเคมี อีกทั้งงานวิจัยของสมลักษณ์ แสงสุวรรณ (2551) ศึกษาการสอนให้เกิดแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี โดยใช้วิธีจัดการเรียนรู้ตามแนวการสร้างความรู้ด้วยตนเอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนท่าเรือ “นิตยานุกูล” พบว่าการจัดเรียนรู้ตามแนวการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เป็นการพัฒนาให้นักเรียนเกิดแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีในแนวทางที่ถูกต้อง นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 และมีเจตคติต่อวิชาเคมีดีขึ้นกว่าเดิม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (classroom action research) ซึ่งใช้แนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ และศึกษาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียน โดยมีรายละเอียดวิธีดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ ประจำอำเภอแห่งหนึ่งในจังหวัดสระบุรี โดยการเลือกแบบเจาะจง(purposive sampling) 1 ห้องเรียน จำนวน 52 คน แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยเป็นชั้นเรียนที่คละความสามารถของนักเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา

เนื้อหาเรื่อง สมดุลเคมี โดยครอบคลุมแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีใน 5 แนวคิดย่อย ได้แก่ 1) ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ 2) การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ 3) สมดุลไดนามิก 4) ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี และ 5)ค่าคงที่สมดุล

ระยะเวลาในการศึกษา

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ตั้งแต่เดือน มกราคม 2555 – เดือน กุมภาพันธ์ 2555

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับการใช้ประวัติศาสตร์ของเคมี

การจัดการเรียนรู้เรื่องสมดุลเคมีตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมีในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้บนพื้นฐานแนวคิดสรรคนิยม โดยนำประวัติศาสตร์ของเคมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เกี่ยวกับการพัฒนาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีมาใช้บูรณาการ เพื่อให้นักเรียนเกิดแนวคิดที่ถูกต้องในเรื่องดังกล่าว ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ เป็นดังนี้

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คำอธิบายรายวิชา และผลการเรียนรู้

2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ และวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยม และการใช้ประวัติศาสตร์ของเคมีในการจัดการเรียนการสอน จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งการใช้ประวัติศาสตร์ของเคมีในการเรียนการสอนเป็นเอกสารจากต่างประเทศ ผู้วิจัยได้แปลความโดยมีอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำปรึกษา

3. ศึกษารายละเอียดเนื้อหาที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องสมดุลเคมีจากคู่มือครูและแบบเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมีเล่ม 3 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แล้ววิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ร่วมกับการพิจารณาเหตุการณ์สำคัญในประวัติศาสตร์ของเคมีในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี โดยผู้วิจัยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 แนวคิด ได้แก่ ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ ปฏิกิริยาผันกลับได้ ภาวะสมดุลไดนามิก ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี และ ค่าคงที่สมดุล

4. นำข้อมูลที่ได้จากแหล่งต่างๆ มาใช้ประกอบการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับปรัชญา ทฤษฎีสรรคนิยม แนวคิด แนวคิดเรื่องสมดุลเคมี และการใช้ประวัติศาสตร์ของเคมีในการเรียนการสอน จากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น เอกสารทางวิชาการ สิ่งพิมพ์ อินเตอร์เน็ตเป็นต้น แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้บูรณาการในการจัดการเรียนรู้ เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยปรับเปลี่ยนและเสริมสร้างแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนได้

5. ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 หน่วยตามเนื้อหาที่แบ่งไว้ รวมทั้งสิ้น 15 คาบ คาบละ 50 นาที ดังนี้ ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ จำนวน 2 คาบ ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ จำนวน 3 คาบ ภาวะสมดุลไดนามิก จำนวน 2 คาบ ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี จำนวน 4 คาบ และค่าคงที่สมดุลเคมี จำนวน 4 คาบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความสอดคล้องของผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง แนวคิดหลัก กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ ตลอดจนความเหมาะสมของภาษา ระยะเวลา และข้อบกพร่องอื่น ๆ

7. ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ปฏิบัติการสอน

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีรายละเอียดลักษณะ การสร้าง และการหาคุณภาพของเครื่องมือแต่ละฉบับ โดยมีวิธีดำเนินการดังต่อไปนี้

แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู

แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ซึ่งครูบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ทุกคาบ โดยเป็นเครื่องมือที่ครูผู้วิจัยใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นขณะครูผู้วิจัยดำเนินกิจกรรมการเรียนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในครั้งต่อไป โดยกำหนดประเด็นที่บันทึก ดังนี้ 1) กิจกรรมการเรียนรู้ที่ประสบผลสำเร็จ 2) อุปสรรคในการจัดการเรียนรู้ 3) สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ 4) พฤติกรรมของผู้เรียน

แบบวัดแนวคิดแบบปลายเปิดพร้อมให้เหตุผล

แบบวัดแนวคิดมีลักษณะเป็นคำถามแบบปลายเปิดพร้อมให้เหตุผล เกี่ยวกับเรื่องสมดุลเคมี จำนวน 10 ข้อ ใช้กับนักเรียนจำนวน 52 คน หลังจากการเรียนรู้ครบทั้ง 5 หน่วย เพื่อวัดแนวคิดของนักเรียน เกี่ยวกับเรื่องสมดุลเคมี โดยครอบคลุมแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีใน 5 แนวคิดย่อย ได้แก่ 1)ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ 2)การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ 3)สมดุลไดนามิก 4)ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี และ 5)ค่าคงที่สมดุล โดยมีวิธีดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร ผลการเรียนรู้ และขอบข่ายสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และศึกษารายละเอียดเนื้อหาเรื่องสมดุลเคมีจากหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเอกสาร ตำราต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่อง สมดุลเคมี เพื่อรวบรวมเนื้อหาที่นักเรียนต้องศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ซึ่งครอบคลุมแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีใน 5 แนวคิดย่อย ได้แก่ 1) ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ 2) การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ 3) สมดุลไดนามิก 4) ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี และ 5) ค่าคงที่สมดุล

2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ และวิธีการเกี่ยวกับการสร้างแบบวัดแนวคิดจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. ดำเนินการสร้างแบบวัดแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี พร้อมกำหนดแนวคำตอบที่ถูกต้องที่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยครอบคลุมแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีใน 5 แนวคิดย่อย ได้แก่ 1) ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ 2) การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ 3) สมดุลไดนามิก 4) ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี และ 5) ค่าคงที่สมดุล จำนวนทั้งสิ้น 10 ข้อ เป็นแบบทดสอบแบบปลายเปิดที่กำหนดข้อคำถามหรือสถานการณ์ให้แล้วให้นักเรียนตอบหรือวาดภาพพร้อมเขียนอธิบายเหตุผลประกอบ

4. นำคำถามและคำตอบที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นอาจารย์ในสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาและอาจารย์ในสาขาวิชาเคมี เพื่อตรวจสอบความตรง (validity) ของแบบวัดแนวคิดและความเหมาะสมของคำถามและความสอดคล้องกับแนวคิดที่ตั้งไว้ ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้

5. ปรับปรุงคำถามและคำตอบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญให้มีความถูกต้อง ชัดเจน เข้าใจง่าย

6. นำแบบวัดแนวคิดที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

7. นำแบบวัดแนวคิดที่แก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 15 คน ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับกลุ่มที่ศึกษาและเคยเรียนเรื่องสมดุลเคมีมาแล้ว เพื่อตรวจสอบความเข้าใจด้านการใช้ภาษาและการสื่อความหมายของข้อคำถามแต่ละข้อและศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการทำแบบวัดแนวคิดนี้

8. นำแบบวัดแนวคิดที่วิเคราะห์แล้วไปเก็บข้อมูลกับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา จำนวน 52 คน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อนุทินบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

อนุทินสะท้อนความคิดเป็นเครื่องมือให้นักเรียนเขียนหลังจากจบการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย จำนวน 5 หน่วย ในประเด็นเกี่ยวกับ สิ่งที่นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ปัญหา/สิ่งที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ ความคิดเห็นต่อกิจกรรมและสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน โดยมีวิธีดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาการสร้างอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียนจากหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยต่างๆ

2. กำหนดขอบข่ายของประเด็นที่ต้องการให้นักเรียนเขียนสะท้อนความคิดในประเด็นเกี่ยวกับ สิ่งที่นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ปัญหา/สิ่งที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ ความคิดเห็นต่อกิจกรรมและสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน

3. สร้างอนุทินสะท้อนความคิดตามขอบข่ายที่กำหนดไว้ แล้วนำอนุทินที่สร้างขึ้นเสนอต่อ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมของประเด็นที่ต้องการศึกษา จากนั้นปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้มีความเหมาะสมก่อนที่จะนำไปใช้จริง

ใบกิจกรรม

ใบกิจกรรมเป็นเครื่องมือให้นักเรียนเขียนระหว่างการจัดการเรียนการสอนในแต่ละหน่วย จำนวน 5 หน่วย มีลักษณะเป็นใบงาน ใบกิจกรรม ใบกิจกรรมการทดลอง ใบรายงานการทดลอง และแบบฝึกหัด ที่นักเรียนต้องเขียนแสดงความรู้ ความคิด ความเข้าใจ ร่วมกับการจัดกิจกรรมเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ต่างๆ ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 5 หน่วย โดยมีวิธีดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาการสร้างใบกิจกรรมจากหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยต่างๆ

2. วิเคราะห์เนื้อหาสาระและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผน เพื่อออกแบบใบกิจกรรมควบคู่ไปในแต่ละแผน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. สร้างใบกิจกรรมควบคู่ไปกับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 5 แผน ประกอบด้วย ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ ปฏิกิริยาผันกลับได้ ภาวะสมดุลไดนามิก ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี และ ค่าคงที่สมดุล แล้วนำใบกิจกรรมที่สร้างขึ้นร่วมกับแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมของใบกิจกรรมในแต่ละแผน ทั้งการตั้งคำถาม ลักษณะของคำถาม ภาษาที่ใช้ เวลา ความสอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้มีความเหมาะสมก่อนที่จะนำไปใช้จริง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โดยมีจุดประสงค์ในการเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมีในเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และเพื่อศึกษาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี ซึ่งผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือและดำเนินการตามขั้นตอนดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เครื่องมือและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

คำถามวิจัย	เครื่องมือ	ผู้ให้ข้อมูล	วิธีการรวบรวมข้อมูล
1. แนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมีที่ช่วยในการปรับเปลี่ยนและเสริมสร้างแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นอย่างไร	1.บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้	ครูผู้วิจัย	1. หลังจากสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนครูผู้วิจัยเขียนบันทึก หลังการจัดการเรียนรู้
	2. อนุทินบันทึกการเรียนรู้	นักเรียน 52 คน	2. หลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยนักเรียนทุกคนเขียนอนุทินบันทึกการเรียนรู้
	3. ใบกิจกรรม	นักเรียน 52 คน	3. ระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยนักเรียนทุกคนทำใบกิจกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 (ต่อ)

คำถามวิจัย	เครื่องมือ	ผู้ให้ข้อมูล	วิธีการรวบรวมข้อมูล
2. แนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี เป็นอย่างไร	1.อนุทินบันทึกการเรียนรู้	นักเรียน 52 คน	1. หลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยนักเรียนทุกคนเขียนอนุทินบันทึกการเรียนรู้
	2.ใบกิจกรรม	นักเรียน 52 คน	2. ระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยนักเรียนทุกคนทำใบกิจกรรม
	3.แบบทดสอบแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี	นักเรียน 52 คน	3. หลังจากสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ครูผู้วิจัยวัดแนวคิดของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดแนวคิด

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ อนุทินบันทึกการเรียนรู้ และใบกิจกรรม มาทำการวิเคราะห์ร่วมกันเป็นการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (triangulation) โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (content analysis) และสรุปเป็นประเด็นต่างๆ ตลอดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งในขั้นนำ ขั้นสอน ขั้นสรุป เพื่อทำการประมวลผลโดยการวิเคราะห์ วิพากษ์ วิจารณ์ และอภิปราย เพื่อประเมินสถานการณ์ที่เกิดขึ้นว่าสิ่งที่ปฏิบัติอยู่ดีหรือไม่ มีความเหมาะสมอย่างไร มีปัญหาและอุปสรรคอย่างไร เพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ระหว่างดำเนินการวิจัยให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลมาเรียบเรียงนำเสนอเป็นความเรียง

2. ศึกษาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี

มีขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1 รวบรวมคำตอบที่ได้จากแบบวัดแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนแต่ละคนมาจัดจำแนกตามแนวคิดทั้ง 5 แนวคิดย่อย ได้แก่ ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ ปฏิกิริยาผันกลับได้ สมดุลไดนามิก ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี และ ค่างคงที่สมดุล

2.2 นำข้อมูลที่ได้จากแบบวัดแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนแต่ละคนมาจัดจำแนกตามแนวคิดทั้ง 5 แนวคิดย่อย มาจัดจำแนกตามกลุ่มแนวคิด 5 กลุ่ม ซึ่งผู้วิจัยสร้างเกณฑ์ในการจำแนกแนวคิดที่ศึกษาออกเป็น 5 กลุ่ม ซึ่งประยุกต์จากการจัดกลุ่มแนวคิดของ Haidar (1997) ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (Scientific Understanding: SU) หมายถึง นักเรียนตอบได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ปัจจุบันครบทุกประเด็น

กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน (Partial Understanding: PU) หมายถึง นักเรียนตอบได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 1 ประเด็น แต่ไม่มีส่วนผิด

กลุ่มที่ 3 กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Misunderstanding, PU&MU) หมายถึง นักเรียนตอบได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ปัจจุบันบางส่วนและมีบางส่วนที่ไม่สอดคล้อง

กลุ่มที่ 4 กลุ่มที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (Misunderstanding: MU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ปัจจุบัน

กลุ่มที่ 5 กลุ่มที่ไม่มีแนวคิด (No Understanding: NU) หมายถึง นักเรียนไม่ตอบคำถามหรือตอบว่าไม่เข้าใจหรือจำไม่ได้

2.3 หาความเที่ยง(reliability) ของการจำแนก โดยผู้วิจัยได้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาเกณฑ์ในการจำแนกเพื่อหาความสอดคล้องกัน ส่วนคำตอบที่ไม่สอดคล้องกันได้นำมาปรึกษาและหาข้อตกลงใหม่ร่วมกัน จากนั้นผู้วิจัยนำข้อมูลแนวคิดของนักเรียนที่ได้มาหาความถี่ของคำตอบและรายงานโดยใช้ค่าร้อยละ เพื่อแสดงจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีในกลุ่มต่างๆ แล้วเรียบเรียงนำเสนอในรูปความเรียง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 4

ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

ผลการวิจัย

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมีเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมีที่ช่วยในการปรับเปลี่ยนและเสริมสร้างแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และศึกษาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี โดยกลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษประจำอำเภอแห่งหนึ่งในจังหวัดสระบุรี โดยการเลือกแบบจำเพาะเจาะจง (purposive sampling) 1 ห้องเรียน จำนวน 52 คนซึ่งนักเรียนทั้งหมดมีอายุอยู่ในช่วง 16 – 17 ปี เป็นนักเรียนชาย 15 คน และนักเรียนหญิง 37 คน และมีความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเคมีอยู่ในระดับปานกลาง ดำเนินการวิจัยโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมีที่ช่วยส่งเสริมและปรับเปลี่ยนแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 หน่วยการเรียนรู้ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องภาวะสมดุลไดนามิก หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องภาวะสมดุลที่เกิดในปฏิกิริยา และหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องค่าคงที่สมดุล ในระยะเวลา 15 คาบ คาบละ 50 นาที จากนั้นทำการทดสอบแนวคิดของนักเรียนโดยใช้แบบวัดแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี ซึ่งผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 2 ตอนตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 แนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี ที่ช่วยในการปรับเปลี่ยนและเสริมสร้างแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 2 แนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตอนที่ 1 แนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี ที่ช่วยในการปรับเปลี่ยนและเสริมสร้างแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย อนุทินบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน และใบกิจกรรมของนักเรียน ร่วมกับการสัมภาษณ์นักเรียนแบบไม่มีโครงสร้าง พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมีที่ช่วยในการปรับเปลี่ยนและเสริมสร้างแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนนั้น มีแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 แนวทาง ดังนี้ 1)โดยการจัดประสบการณ์คล้ายกับเหตุการณ์ในประวัติศาสตร์ของเคมี ที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดในเรื่องสมดุลเคมีโดยการปฏิบัติจริงผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ครูและสื่อ เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน และทำให้เกิดปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ 2) การค้นหาคำตอบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกับกระบวนการหาคำตอบของนักวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบความรู้เรื่องนั้นๆ ร่วมกับการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ครู และสื่อทั้งที่เป็นคลิปวีดีโอ ใบกิจกรรม วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี เพื่อให้นักเรียนสามารถค้นหาความรู้ได้ด้วยตนเอง และ 3) การเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการค้นพบกับการค้นพบความรู้ของนักวิทยาศาสตร์โดยการถามคำถาม การใช้คลิปวีดีโอ การเล่าเรื่องราวทางประวัติศาสตร์และการเล่นละคร เพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 สรุปการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี เรื่องสมดุลเคมี แผนการเรียนรู้ที่ 1 ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ (2 คาบ)

ขั้นตอนกิจกรรม	อนุทินของนักเรียน และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู	สิ่งที่ต้องปรับปรุง/ข้อเสนอแนะ
ขั้นนำ -นักเรียนจับกลุ่มตามใจชอบ แล้วใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงไปสู่แนวคิดแรกเริ่มของนักวิทยาศาสตร์ในการอธิบายการเกิดปฏิกิริยาของสาร	**ขั้นนำ** -นักเรียนไม่ค่อยตอบคำถาม เข้ากลุ่มช้า ทำให้ใช้เวลาในขั้นนี้มาก แต่เวลาที่นำเสนอแนวคิดแรกเริ่มของนักวิทยาศาสตร์ในการอธิบายการเกิดปฏิกิริยาของสาร(chemical affinity) นักเรียนฟังอย่างตั้งใจ	**ขั้นนำ** -การนำด้วยวิธีนี้กระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ สังเกตจากพฤติกรรมของนักเรียนที่ฟังอย่างตั้งใจ แต่ใช้เวลามาก และต้องใช้การเสริมแรงให้นักเรียนอยากตอบคำถาม
ขั้นสอน -นักเรียนทำการทดลอง โดยทำใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง การศึกษาการเกิดปฏิกิริยาเคมีของธาตุหรือสารบางชนิด -ร่วมกันอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทั้งในกลุ่มและในชั้นเรียน โดยการถาม ตอบ และนำเสนอผลงาน -นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์	**ขั้นสอน** -เกิดความวุ่นวายในช่วงรับสารเคมี เพราะมีสารหลายสาร แต่ละกลุ่มต้องไปรับสารที่โต๊ะกลาง - นักเรียนมีความสุขและสนุกสนานกับการทดลอง มีการแบ่งหน้าที่ในการทำการทดลองชัดเจน ทำให้ทุกคนได้มีส่วนร่วม - นักเรียนไม่ค่อยแสดงความคิดเห็น มักคล้อยตาม - นักเรียนบางส่วนบอกจุดประสงค์การทดลองเองไม่ได้ ตั้งสมมุติฐานไม่เป็น และสรุปผลการทดลองไม่สมบูรณ์	**ขั้นสอน** -ควรจัดตะกร้าที่มีอุปกรณ์และสารเคมีให้ทุกกลุ่ม -อภิปรายซักถามการทำความเข้าใจขั้นตอนการทดลองก่อนทำการทดลองให้ชัดเจน นักเรียนชอบถามว่า “ครูค่ะทำอย่างนี้ใช่ไหมค่ะ” “ทำอย่างไรต่อค่ะ” “ใส่สารเท่าไหร่ค่ะ” “สังเกตอะไรค่ะ” -ต้องให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการเขียนสมการเคมีและการดุลสมการ -ควรใช้คำถามกระตุ้นการคิด เช่นคำถามง่ายๆ คำถามเป็นลำดับขั้นที่ละเอียดขึ้น นำทางไปสู่คำถามหลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ขั้นตอนกิจกรรม	อนุทินของนักเรียน และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู	สิ่งที่ต้องปรับปรุง/ข้อเสนอแนะ
	-นักเรียนบางส่วนเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาไม่ถูกต้อง - นักเรียนนำเสนอผลงานของกลุ่มหน้าชั้นเรียน และร่วมกันอภิปราย และแก้ไขปรับปรุงผลงานของกลุ่มตัวเอง	หรืออาจใช้เทคนิคการให้รางวัลกับคนหรือกลุ่มที่ร่วมแสดงความคิดเห็น
ขั้นสรุป - ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดและสรุปบทเรียน -นักเรียนศึกษาเรื่องราวทางประวัติศาสตร์ของเคมี เรื่อง Affinity table เพื่อให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงถึงแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาของสารว่าเป็นปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์	**ขั้นสรุป** -ให้นักเรียนอ่านบทความสั้นๆ เกี่ยวกับเรื่องราวประวัติศาสตร์ของเคมี แล้วใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันคิดเชื่อมโยงสิ่งที่เข้าใจกับข้อค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ -นักเรียนให้ความร่วมมือและสนใจดีมาก บางคนขอเอกสารไปอ่านเพิ่มเติม บางคนพูดว่า “ความรู้ไม่ได้มีอยู่แล้วหรือ คน (นักวิทยาศาสตร์) คิดขึ้นมาหรือ” และ “ไม่เคยรู้เรื่องนี้มาก่อนเลย”	**ขั้นสรุป** ข้อเสนอแนะของนักเรียน -อยากให้ครูบอกความหมายของปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ -ชอบการทดลอง ช่วยให้เข้าใจง่าย เพราะได้ลงมือทำ -ยกตัวอย่างปฏิกิริยาในชีวิตประจำวัน -นักเรียนเขียนอนุทินในหัวข้อ สิ่งที่ต้องการรู้เพิ่มเติมว่า “ทำไมสารผลิตภัณฑ์บางชนิดจึงกลับไปเป็นสารตั้งต้นได้”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 สรุปการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี เรื่องสมดุลเคมี แผนการเรียนรู้ที่ 2 ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ (3 คาบ)

ขั้นตอนกิจกรรม	อนุทินของนักเรียน และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู	สิ่งที่ต้องปรับปรุง/ข้อเสนอแนะ
ขั้นนำ -ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์โดยการอภิปรายและตอบคำถาม -ตัวแทนนักเรียนแสดงละครย้อนรอยประวัติศาสตร์การค้นพบแนวคิดเรื่องปฏิกิริยาผันกลับได้ แต่ทิ้งปัญหาไว้ให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบว่าจากข้อมูลที่นักวิทยาศาสตร์สังเกตได้ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นมีลักษณะอย่างไร เป็นปฏิกิริยาสมบูรณ์หรือไม่ อย่างไร	**ขั้นนำ** -นักเรียนให้ความร่วมมือในการร่วมอภิปรายและตอบคำถามมากขึ้น - การนำด้วยละครได้รับความสนใจจากนักเรียนทั้งห้อง ทุกคนหยุดทำกิจกรรมและพุ่งความสนใจไปที่การแสดงของเพื่อน พร้อมที่จะรับรู้สิ่งที่เพื่อนจะสื่อสารออกมาจากการแสดง รวมทั้งอยากรู้ว่าจะเกิดอะไรขึ้น -และจากการสัมภาษณ์นักแสดงแบบไม่มีโครงสร้าง ได้คำตอบว่า การที่เขาได้อ่านบทได้แสดงละครทำให้เขาเข้าใจบทเรียนได้มากขึ้น ทำให้เขาตอบได้ว่าปฏิกิริยาผันกลับได้เป็นอย่างไร อยากให้จัดสถานที่ในการแสดงละครและอุปกรณ์ให้สมบทบาทมากกว่านี้ เพื่อให้สื่อสารกับเพื่อนได้ตรงประเด็น และเพื่อนควรได้อ่านบทละครด้วย เพราะช่วยให้เข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้นและมากขึ้น จากการแสดง	**ขั้นนำ** -การนำด้วยละครได้รับความสนใจดีมาก กระตุ้นความสนใจและความอยากรู้ของนักเรียนได้ดี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ขั้นตอนกิจกรรม	อนุทินของนักเรียน และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู	สิ่งที่ต้องปรับปรุง/ข้อเสนอแนะ
	ทำให้เขาทำนายได้ว่าจะเกิดอะไรขึ้น คาดคะเนคำตอบได้ -จากการสัมภาษณ์คนดู บอกว่าสนุกดี ทำให้การเรียนการสอนมีชีวิตชีวา และเข้าใจประเด็นที่ครูต้องการนำเสนอได้ง่ายกว่า/มากกว่าการถามตอบเหมือนในชั่วโมงที่ผ่านมา ชอบ แต่รู้สึกสับสนกับสารเคมีที่เพื่อนพูดถึงในละคร อีกทั้งเพื่อนที่ชูป้ายสารเคมีชูป้ายสลับ ผิดๆ ถูกๆ ทำให้สับสนชื่อสารเคมีที่พูดถึงในละคร -ครูเห็นว่านักเรียนบางคนยังสับสนอยู่ จึงให้นักเรียนที่แสดงเป็น Berthollet สรุปสาระสำคัญให้เพื่อนฟังอีกครั้งว่าเขาสังเกตเห็นอะไรและเกิดคำถามข้อสงสัยอย่างไรกับสิ่งที่เขาพบ	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ขั้นตอนกิจกรรม	อนุทินของนักเรียน และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู	สิ่งที่ต้องปรับปรุง/ข้อเสนอแนะ
ขั้นสอน -นักเรียนค้นหาคำตอบด้วยวิธีเดียวกับที่นักวิทยาศาสตร์ทำ คือ การปฏิบัติการทดลอง สังเกตบันทึกผลการทดลอง จัดกระทำข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย สรุปผลการทดลอง โดยทำใบกิจกรรมที่ 2.1 การทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย $CuSO_4$ และสารละลาย HCl -ตัวแทนกลุ่มนำเสนอข้อมูลที่ค้นพบเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน	**ขั้นสอน** -การทำการทดลองกระชับขึ้นมีอุปกรณ์ครบ พร้อมโดยจัดเป็นตะกร้าไว้ให้ -บางกลุ่มไม่กล้าตัดสินใจที่จะทำการทดลอง ลังเลที่จะทำ ไม่มั่นใจ รอถามครูก่อนที่จะทำทั้งๆ ที่สิ่งที่นักเรียนคิดจะทำถูกต้องแล้ว -นักเรียนบางกลุ่มไม่มั่นใจในการออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง มักจะถามครูว่าใช้ได้หรือเปล่าทั้งๆที่ครูก็ชี้แจงแล้วว่าออกแบบได้ตามแนวคิดของแต่ละกลุ่ม -นักเรียนเขียนสมการเคมีไม่ได้ -เมื่อให้นักเรียนบางกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลองนักเรียนบางคนบอกว่ากลัวเพื่อนลอกไม่อยากเอาข้อมูลของกลุ่มตัวเองมาเปิดเผย -นักเรียนสื่อสารสิ่งที่เข้าใจออกมาเป็นคำพูดไม่ได้อธิบายให้คนอื่นเข้าใจในสิ่งที่ตนเองคิด	**ขั้นสอน** -นักเรียนชอบที่ได้ทำการทดลอง -ควรมีการอภิปรายก่อนการทดลองให้ชัดเจน ให้นักเรียนวางแผนออกแบบการทดลองก่อนทำการทดลอง และให้เวลาในการอภิปรายก่อนการทดลองให้เหมาะสม - ควรทบทวนความรู้เรื่องสมการเคมีให้กับนักเรียนเพื่อช่วยเสริมสร้างความเข้าใจในเรื่องที่เรียน - ครูควรตั้งประเด็นหรือคำถามให้นักเรียน เพื่อช่วยให้นักเรียนนำเสนอหรือสื่อสารสิ่งที่เข้าใจได้ง่ายขึ้น - ต้องใช้เทคนิคต่างๆ ในการกระตุ้นให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็น ได้แก่ ให้คิดเป็นคู่(เพื่อนคู่คิด) หรือถามคำถามง่ายๆ กระตุ้นให้นักเรียนอยากตอบ -ใช้การเสริมแรง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วม ได้แก่ ใช้การแข่งขัน การเล่นเกม หรือ การให้คะแนน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ขั้นตอนกิจกรรม	อนุทินของนักเรียน และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู	สิ่งที่ต้องปรับปรุง/ข้อเสนอแนะ
	หรือเข้าใจไม่ได้ไม่รู้จะอธิบายอย่างไร -นักเรียนบอกว่าไม่ชอบเวลาอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองทั้งในกลุ่มและในชั้นเรียน แต่ชอบการทดลองได้ทำด้วยตนเอง ได้เห็นการเปลี่ยนแปลงของสาร -ช่วงท้ายของชั่วโมงที่สองนักเรียนเริ่มหมดความสนใจกับบทเรียน เริ่มคุยกันเกิดการแลกเปลี่ยนในกลุ่มน้อย ส่วนมากจะเชื่อตามกัน และมักจะเป็นคนเดิมๆ ที่แสดงความคิดเห็น - แต่โดยภาพรวมนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นมากขึ้นเมื่อครูชี้แจงให้เห็นถึงความสำคัญในการแสดงความคิดเห็นและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกันจากการเล่ารายละเอียดการค้นพบแนวคิดต่างๆ ของนักวิทยาศาสตร์ตามประวัติศาสตร์ของเคมี	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ขั้นตอนกิจกรรม	อนุทินของนักเรียน และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู	สิ่งที่ต้องปรับปรุง/ข้อเสนอแนะ
ขั้นสรุป -นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสร้างบทละครตอนจบ และส่งตัวแทนออกมาแสดง -นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 2.2 เรื่อง ปฏิกิริยาผันกลับได้ - ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดและสรุปบทเรียน	**ขั้นสรุป** -นักเรียนบอกข้อสรุปได้ในลักษณะที่เป็นคำพูดในชีวิตประจำวัน และเป็นบรรยากาศที่สนุกสนาน -นักเรียนอยากให้ครูเฉลยแบบฝึกหัดและสรุปให้ ไม่ชอบอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปอยากรู้เฉลยเลย	**ขั้นสรุป** -การสรุปด้วยการแสดงละครตอนจบนั้นทำให้ได้ตรวจสอบแนวคิดของนักเรียนได้และช่วยให้นักเรียนได้ปรับเปลี่ยนแนวคิดของตนเองได้ จะเห็นได้จากการเขียนสรุปความรู้ของนักเรียนในอนุทินนักเรียนส่วนมากสามารถเขียนได้ถูกต้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 สรุปการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี เรื่องสมดุลเคมี แผนการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลไดนามิก (2 คาบ)

ขั้นตอนกิจกรรม	อนุทินของนักเรียน และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู	สิ่งที่ต้องปรับปรุง/ข้อเสนอแนะ
ขั้นนำ -ตรวจสอบความรู้เดิม โดยให้นักเรียนพิจารณาเปรียบเทียบการระเหยของน้ำในภาชนะเปิดและภาชนะปิด ที่ครูเตรียมไว้ให้ดูหน้าห้อง 1 ชุด แล้วตอบคำถาม **ขั้นสอน** -นักเรียนศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในการระเหยของน้ำและในสารละลายอิ่มตัวของโซเดียมคลอไรด์ โดยร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและทำใบกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล ตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายภายในกลุ่ม ดังนี้ รับอุปกรณ์ ประเมินพฤติกรรมของสมาชิกในกลุ่ม ควบคุมการอภิปรายในกลุ่มเขียน	**ขั้นนำ** -นักเรียนช่วยกันตอบคำถามได้ดี แต่นักเรียนหลายคนบอกว่าอยากให้เตรียมน้ำในภาชนะเปิดและภาชนะปิดให้ทุกกลุ่ม จะได้ดูที่กลุ่มได้ **ขั้นสอน** -ในช่วงแรกนักเรียนตอบคำถามไม่ได้ ไม่รู้จะตอบอย่างไร แต่เมื่อครูชี้แนะโดยการใช้คำถามให้เห็นนักเรียนค่อยๆ คิด เช่น “น้ำจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรในภาชนะทั้ง 3 ใบ” “ปริมาณน้ำที่เหลือในภาชนะเหมือนหรือต่างกันไหม” “นักเรียนคิดว่าเพราะอะไรจึงเป็นเช่นนั้น” นักเรียนก็สามารถช่วยกันตอบคำถามได้ดีขึ้น	**นักเรียนเขียนอนุทินหัวข้อ ความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมและสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน** ดังนี้ -สื่อและอุปกรณ์ดีมาก การทดลองทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น ทำให้การเรียนมีความน่าสนใจ -ชอบที่มีการอธิบายทีละขั้นตอน มีการทดลองเพื่อให้เห็นได้ชัดเจน -การเปิดวีดีโอหรือสื่อการ์ตูนที่เพิ่มเติมนั้นทำให้เข้าใจเพิ่มขึ้น -จัดกลุ่มน้อยทำให้สามารถเรียนเข้าใจมากขึ้นเพราะมีหน้าที่กันครบทุกคน -การทดลองทำให้จำได้มากขึ้น -มีการทดลองทำให้มีความสนใจมากขึ้น -การทดลองสนุกดี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ขั้นตอนกิจกรรม	อนุทินของนักเรียน และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู	สิ่งที่ต้องปรับปรุง/ข้อเสนอแนะ
คำตอบในใบกิจกรรมของกลุ่ม ล้าง-เก็บอุปกรณ์ -นักเรียนชมคลิปวีดีโอแสดงการเปลี่ยนแปลงระดับโมเลกุลในการระเหยของน้ำจนกระทั่งเข้าสู่ภาวะสมดุลไดนามิก และภาวะสมดุลในสารละลายอิ่มตัวของโซเดียมคลอไรด์ -นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง สมดุลไดนามิก -ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยใบกิจกรรม **ขั้นสรุป** -ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพื่อสรุปบทเรียนร่วมกัน -ครูนำเรื่องราวเกี่ยวกับประวัติศาสตร์ของเคมี เรื่อง Molecular Dynamics in Chemical Equilibrium มานำเสนอ เพื่อเชื่อมโยงว่าสิ่งที่นักเรียนคิดสอดคล้องหรือไม่ อย่างไรกับการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์	- นักเรียนร่วมกันอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นมากขึ้น แต่ยังใช้คำในการอธิบายสื่อสารสิ่งที่เข้าใจไม่ค่อยได้ -เมื่อนักเรียนได้ชมคลิปวีดีโอแสดงการเปลี่ยนแปลงระดับโมเลกุลในการระเหยของน้ำจนกระทั่งเข้าสู่ภาวะสมดุลไดนามิก และภาวะสมดุลในสารละลายอิ่มตัวของโซเดียมคลอไรด์ นักเรียนหลายคนแสดงอาการดีใจ และพูดว่า “เห็นไหมฉันถูก” **ขั้นสรุป** -นักเรียนสนใจฟังประวัติศาสตร์ของเคมี	-อุปกรณ์ไม่ครบแต่การทดลองสนุก ได้ทำจริงทำให้มีการตื่นตัวในการเรียน **นักเรียนเขียนอนุทินหัวข้อ ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการเรียนการสอน** ดังนี้ -ถ้าเป็นสื่อภาษาไทยจะดีมาก -อยากให้ครูช่วยสรุปผลการทดลองว่าควรจับประเด็นไหนมาก่อน -อยากให้ครูสอนและทำการทดลองในทุกเรื่องที่สอน -อยากให้คุณครูสอนเขียนสมการและอธิบายการทดลองให้ชัดเจน -อยากให้ช่วยสรุปผลการทดลองรวมๆ ให้ฟัง -อยากให้มีการทดลองเยอะๆ -อยากให้ครูพูดช้าลง เพราะบางทีตามไม่ทันค่ะ -น่าจะหาตัวอย่างคลิปวีดีโอของเรื่องนี้ให้หลากหลายรูปแบบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 สรุปการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี เรื่องสมดุลเคมี แผนการเรียนรู้ที่ 4 สมดุลในปฏิกิริยาเคมี (4 คาบ)

ขั้นตอนกิจกรรม	อนุทินของนักเรียน และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู	สิ่งที่ต้องปรับปรุง/ข้อเสนอแนะ
ขั้นนำ - นักเรียนดูภาพ 2 ภาพ เปรียบเทียบกัน ภาพแรกเป็นภาวะสมดุลแล้วหยุดนิ่ง อีกภาพเป็นภาวะสมดุลไดนามิก แล้วใช้คำถามกระตุ้นความคิด -จากนั้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเชื่อมโยงว่า ในปฏิกิริยาเคมีจะเกิดภาวะสมดุลไดนามิกหรือไม่ อย่างไร	**ขั้นนำ** -นักเรียนแย่งกันตอบคำถามเอาคะแนน และบอกได้ว่าภาพใดเกิดภาวะสมดุลไดนามิก -นักเรียนส่วนมากตอบว่าในปฏิกิริยาเคมีเกิดภาวะสมดุลไดนามิก แต่ไม่สามารถบอกรายละเอียดเพิ่มเติมได้ และบางคนบอกว่าในปฏิกิริยาเคมีเกิดภาวะสมดุลไดนามิก ไม่อย่างนั้นก็คงไม่เรียนเรื่องนี้	**นักเรียนเขียนอนุทินหัวข้อ ความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมและสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน** ดังนี้ -เป็นกิจกรรมที่ดีเพราะทำให้ทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการทำงานทุกคนและสื่อการเรียนการสอนก็เหมาะสม -สื่อที่ใช้ในการสอน ไม่ว่าจะเป็นเรื่องราวทางประวัติศาสตร์ของเคมี คลิป และการทดลองทำให้เข้าใจได้ดี -มีการทดลองได้ลงมือปฏิบัติเองทำให้จดจำได้ดี -การฝึกทำการทดลองและแบบฝึกหัดทำให้ชำนาญขึ้น -ทำให้เห็นภาพชัดเจนขึ้น เข้าใจง่าย -ทำให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ขั้นตอนกิจกรรม	อนุทินของนักเรียน และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู	สิ่งที่ต้องปรับปรุง/ข้อเสนอแนะ
ขั้นสอน -นักเรียนแต่ละกลุ่มทำใบกิจกรรม ที่ 4.1 การทดลอง เรื่องการทดลอบ Fe^{3+} Fe^{2+} และ I_2 และทำใบกิจกรรม ที่ 4.2 การทดลอง เรื่อง การศึกษาภาวะสมดุลของปฏิกิริยาระหว่าง Fe^{3+} กับ I^- และ Fe^{2+} กับ I_2 โดยให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นปฏิบัติการทดลอง สังเกตบันทึกผลการทดลอง จัดกระทำข้อมูล วิเคราะห์อภิปรายนำเสนอผลงาน และสรุปร่วมกัน -นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่ออธิบายการเกิดภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี พร้อมทั้งช่วยกันยกตัวอย่างอื่นๆ ประกอบด้วย เช่น ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาระหว่างไอน้ำกับ	**ขั้นสอน** มีสารหลายสารทำให้นักเรียนสับสน และสารแต่ละสารเรียกชื่อยาก นักเรียนไม่คุ้นเคย -นักเรียนช่วยกันออกแบบการทดลองในใบกิจกรรม ที่ 4.1 เรื่องการทดลอบ Fe^{3+} Fe^{2+} และ I_2 โดยการวาดรูป ทำให้ทำการทดลองได้ด้วยตนเองมากขึ้น ไม่ต้องคอยถามครู อีกทั้งนักเรียนบันทึกผลการทดลองได้ดี เพราะเกิดการเปลี่ยนสีชัดเจน และสรุปผลการทดลองได้ดี อาจเป็นเพราะข้อมูลที่ใช้แปรผลไม่มีความซับซ้อน คือ ใช้สารใดตรวจสอบสารใด สังเกตได้อย่างไร ปฏิกิริยาเคมีเป็นอย่างไร(ปฏิกิริยาเคมีนี้นักเรียนดูจากหนังสือเรียน) - แต่ในการทดลองที่ 4.2 เรื่อง การศึกษาภาวะสมดุลของปฏิกิริยาระหว่าง Fe^{3+} กับ I^- และ Fe^{2+} กับ I_2 ครูต้องคอยให้คำแนะนำอยู่ตลอด เพราะใช้สารหลายสาร หลอดทดลองหลายหลอด นักเรียนมักสับสน รวมทั้ง	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ขั้นตอนกิจกรรม	อนุทินของนักเรียน และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู	สิ่งที่ต้องปรับปรุง/ข้อเสนอแนะ
แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ -ให้นักเรียนจับคู่ร่วมกันแสดงความคิดเห็นในการทำใบกิจกรรมที่ 4.3 เรื่อง สมดุลในปฏิกิริยาเคมี -สุ่มตัวแทนนักเรียนมานำเสนอผลงานจากการทำใบกิจกรรมที่ 4.3 และอภิปรายร่วมกันทั้งห้อง	ไม่ชอบคิดอะไรมากอาศัยความเคยชิน จึงต้องค่อยๆ ให้คิดทีละขั้นๆ ตามใบกิจกรรม -นักเรียนไม่เข้าใจเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์และคิดเชื่อมโยงไม่ได้ -นักเรียนตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 4.3 เรื่องภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมีได้ค่อนข้างดี แต่ละคู่ช่วยกันคิดช่วยกันทำ และในการนำเสนอผลงานบางกลุ่ม -หน้าชั้นเรียน นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นค่อนข้างดี มีทั้งที่เห็นด้วยกับการนำเสนอของเพื่อน เพิ่มเติมคำตอบของเพื่อน และแสดงความเห็นที่แตกต่าง อาจเป็นเพราะครูแจ้งว่าจะบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนขณะร่วมแสดงความคิดเห็นเพื่อให้คะแนน	**นักเรียนเขียนอนุทินหัวข้อ ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการเรียนการสอน** ดังนี้ -อธิบายให้ละเอียดมากกว่านี้ -ควรมีการบอกนักเรียนล่วงหน้าว่าชั่วโมงหน้าจะมีการทดลองกิจกรรมใดเพื่อให้นักเรียนเตรียมตัวศึกษาข้อมูลและรายละเอียดมาก่อน -จำชื่อสารไม่ได้ทั้งชื่อเต็มและชื่อย่อ -เนื้อหาในการเรียนยังมีน้อยควรมีใบความรู้แจกเพิ่มเติม -ควรอธิบายการทดลองให้ชัดเจน บอกสรุปด้วย -ควรเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีไว้ที่โต๊ะแต่ละกลุ่มให้พร้อมทำการทดลองได้เลย ไม่ต้องไปรับสารที่โต๊ะกลางเพื่อความสะดวกในการทดลอง -ควรให้เวลาในการทดลองมากกว่านี้ เพื่อช่วยในการสรุปผลการทดลอง -อยากได้คะแนนเยอะๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ขั้นตอนกิจกรรม	อนุทินของนักเรียน และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู	สิ่งที่ต้องปรับปรุง/ข้อเสนอแนะ
ขั้นสรุป -นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปบทเรียน -นักเรียนอ่านบทความสั้นๆ ในประวัติศาสตร์ของเคมีเกี่ยวกับการพัฒนาแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์จากเดิมที่เคยคิดว่าเมื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลแล้วปฏิกิริยาจะหยุดนิ่งมาเป็นกระบวนทัศน์ใหม่คือภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมีเป็นภาวะสมดุลไดนามิก พร้อมกับขยายมุมมองแนวคิดเรื่องนี้โดยให้นักเรียนชมคลิปวีดีโอภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี	**ขั้นสรุป** -นักเรียนสนใจฟังเรื่องราวทางประวัติศาสตร์ของเคมี และสนใจชมคลิปวีดีโอ แต่นักเรียนไม่ชอบให้มีคำบรรยายเป็นภาษาอังกฤษ	-ให้มีการเข้าคิวในการรับสารมาทดลอง -อยากให้ใช้สื่อที่เป็นวีดีโออธิบายร่วมด้วย เช่น จาก youtube เพราะนักเรียนชอบดูวีดีโอ -ใบงานที่ให้สรุปผลการทดลองมันเยอะ -อยากทราบโจทย์ข้อสอบต่างๆ เกี่ยวกับบทเรียนนี้ค่ะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 สรุปการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี เรื่องสมดุลเคมี แผนการเรียนรู้ที่ 5 ค่าคงที่สมดุล (4 คาบ)

ขั้นตอนกิจกรรม	อนุทินของนักเรียน และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู	สิ่งที่ต้องปรับปรุง/ข้อเสนอแนะ
ขั้นนำ -ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนโดยใช้กลวิธี KWL โดยให้นักเรียนทุกคนเขียนอธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ที่ภาวะสมดุล -นำประเด็นที่น่าสนใจจากการเขียนของนักเรียนมาอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน เช่น สารต่างๆ ที่ภาวะสมดุลมีความสัมพันธ์กันอย่างไร แล้วเชื่อมโยงเข้าสู่บทเรียน	**ขั้นนำ** -นักเรียนไม่อยากเขียน (KWL) และเขียนเป็นคำพูดของตัวเองออกมาไม่ได้ ครูจึงช่วยกระตุ้นโดยการใช้คำถามที่นักเรียนเคยเรียนมา แล้วให้นักเรียนตอบตามที่คิดอย่างอิสระไม่ต้องกลัวถูกผิด ไม่มีคะแนน เช่น ที่ภาวะสมดุลความเข้มข้นของสารต่างๆ เป็นอย่างไร นักเรียนอยากรู้ไหมที่ภาวะสมดุลความเข้มข้นของสารต่างๆ มีความสัมพันธ์กันหรือไม่อย่างไร นักเรียนรู้ไหมว่านักวิทยาศาสตร์เขามีแนวคิดในเรื่องนี้อย่างไร	-การนำเข้าสู่บทเรียนควรใช้สถานการณ์ที่ไม่เป็นวิชาการมากเกินไป อาจให้เขียนหรือแสดงความคิดเห็นจากสิ่งใกล้ตัว รูปภาพ สถานการณ์ ที่สื่อถึงเรียนที่จะเรียนอย่างชัดเจน หรือใช้คำถามง่ายๆ หรือใช้การเสริมแรง **ความคิดเห็นของนักเรียนในอนุทิน** -น่าจะมีการทดลองเยอะๆ -อยากได้วิธีลัดในการคำนวณค่าคงที่สมดุล -เป็นการสอนที่ดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้ -ในการสอนครั้งนี้กระบวนการสอนดีมีระบบ พูดรายละเอียดให้เข้าใจง่ายและไปอย่างช้าๆ ทำให้เข้าใจชัดเจนดี -การสอนเข้าใจง่ายเพราะอาจารย์อธิบายจนเข้าใจ -อยากให้อาจารย์เปิดคลิปให้ดู

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ขั้นตอนกิจกรรม	อนุทินของนักเรียน และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู	สิ่งที่ต้องปรับปรุง/ข้อเสนอแนะ
ขั้นสอน -นักเรียนศึกษาภาพจำลองการเกิดปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สไอโอดีน เกิดแก๊สไฮโดรเจนไอโอไดด์ โดยให้แต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นและตอบคำถามในใบกิจกรรม ที่ 5.1 เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สไอโอดีน -นักเรียนศึกษา Law of mass action และนำไปสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของกลุ่มเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ในปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไอโดรเจนและแก๊สไอโอดีนที่ภาวะสมดุล -ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปที่ถูกต้องเกี่ยวกับสมการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องซึ่งเป็นที่มาของแนวคิดเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล	**ขั้นสอน** -ในการทำใบกิจกรรมที่ 5.1 นักเรียนพยามคิด พยายามทำ บางคนบอกว่าง่าย ทำได้เรื่อยๆ ข้อต่อข้อจะต่อเนื่องกันมา แต่นักเรียนบางคนไม่ค่อยอยากคิดบอกว่าคิดไม่ได้ ไม่รู้จะคิดอย่างไร ไม่รู้จะตอบอะไร ให้ครูบอกมาเลยอยากจด ครูจึงให้นักเรียนทำกิจกรรมแบบเพื่อนคู่คิด โดยให้หัวหน้ากลุ่มแบ่งความรับผิดชอบในการทำใบกิจกรรม แต่ละคู่ช่วยกันทำข้อที่กำหนด แล้วจึงเอาข้อมูลมาแลกเปลี่ยนกันในกลุ่ม ก่อนแลกเปลี่ยนร่วมในห้อง -มีนักเรียนบางคนมีคำถามเพิ่มเติมหลังหมดชั่วโมง เช่น ทำไมจึงเกิด HI 4 mol หรือ รู้ได้อย่างไรว่าสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์มีความสัมพันธ์กันตามปริมาณสารสัมพันธ์ ครูจึงอธิบายเพิ่มเติม -นักเรียนสนใจฟังเรื่องประวัติศาสตร์ของเคมี บางคนบอกด้วยความภูมิใจว่า คิดเหมือนเขาเลย และพูดติดตลกว่า อย่างนี้เขาก็เป็นนักวิทยาศาสตร์ได้	-อาจารย์สอนดีมาก พูดเข้าใจง่ายในเรื่องที่เรียน -อยากให้อาจารย์อธิบายการหาค่าคงที่สมดุลให้ละเอียดๆ -อยากให้ใช้สื่ออื่นๆในการสอนด้วย เช่น youtube CD หรือ VDO ที่เกี่ยวข้อง -อยากให้มีเวลามากกว่านี้ -การทำงานเป็นคู่ทำให้ลดภาระของนักเรียน และทำให้งานเสร็จเร็วขึ้น -อยากให้มีการแข่งขันแบบนี้อีก สนุกดี ทำให้ต้องช่วยกันคิด ช่วยกันทำ -ใบกิจกรรมเยอะ เวลาน้อย -ในขั้นตอนการสรุป อยากให้ครูสรุปให้ และมีเอกสารสรุปความรู้แจก

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นตอนกิจกรรม	อนุทินของนักเรียน และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู	สิ่งที่ต้องปรับปรุง/ข้อเสนอแนะ
-ครูชี้นำให้นักเรียนเห็นว่านักวิทยาศาสตร์ในสมัยก่อนก็มีแนวคิดเช่นเดียวกันนี้ และเล่าประวัติศาสตร์ของสมดุลเคมี เรื่อง The First Mathematical Formulation of Chemical Equilibria by Guldberg and Waage -ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นในประเด็นที่ว่า ค่าคงที่สมดุลหมายถึงอะไร เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง -นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 5.2 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ ภาวะสมดุล -ร่วมกันเฉลยใบกิจกรรมที่ 5..2 - นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 5.3 เรื่อง การคำนวณหาค่าคงที่สมดุล -ตัวแทนกลุ่มนำเสนอและร่วมกันอภิปรายเปรียบเทียบแนวคิดของกลุ่มตนเองกับกลุ่มอื่น	- การจัดการเรียนการสอนในช่วงต่อมาค่อนข้างประสบความสำเร็จ นักเรียนสามารถคิดได้ ทำได้ ตอบคำถามได้ -ใบกิจกรรมที่ 5.2 นักเรียนสนใจค่อนข้างมากเพราะเป็นการแข่งขัน และทำให้เข้าใจได้ว่าตนเองทำถูกผิดอย่างไร -ในการทำใบกิจกรรมที่ 5.3 และ 5.4 สังเกตได้ว่านักเรียนมีการแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันมากขึ้น ทั้งกับครูกับเพื่อน ตลอดจนเปิดหนังสือเอกสารเพิ่มเติม -มีนักเรียนจำนวนหนึ่งแสดงวิธีคิดหาค่าคงที่สมดุลได้ถูกต้อง แต่คำนวณผิด มีทั้งที่เข้าใจผิดและหลงลืม เช่น 3^2 นักเรียนตอบว่าเท่ากับ 6 -นักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับปริมาณสารสัมพันธ์ ถ้าต้องเชื่อมโยงเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ร่วมด้วยเพื่อหาค่าคงที่สมดุล มีนักเรียนแค่บางส่วนที่ทำได้ถูกต้อง ส่วนมากจะเข้าใจเพียงบางส่วน	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ขั้นตอนกิจกรรม	อนุทินของนักเรียน และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู	สิ่งที่ต้องปรับปรุง/ข้อเสนอแนะ
ว่าเหมือนหรือต่างกันอย่างๆไรและแก้ไขให้ถูกต้อง เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับการหาค่าคงที่สมดุลที่ยอมรับร่วมกันได้ -นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 5.4 เรื่อง ค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี นำเสนอและร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปร่วมกัน เกี่ยวกับ ค่าคงที่สมดุลในสมการเคมี -นักเรียนศึกษาตารางที่ 7.4 เรื่อง ตัวอย่างค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่างๆ ที่ 25 ^{0}c และรูปที่ 7.9 และรูปที่ 7.10 ในหนังสือเรียน แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อตอบคำถามไปสู่ข้อสรุปของการแปลความหมายจากค่าคงที่สมดุล		
ขั้นสรุป -นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 7.2 ในหนังสือเรียน -ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดและสรุปบทเรียนทีละประเด็น	**ขั้นสรุป** -นักเรียนสามารถสรุปบทเรียนในประเด็นต่างๆได้ด้วยคำพูดของเขาเอง	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. การจัดประสบการณ์คล้ายกับเหตุการณ์ในประวัติศาสตร์ของเคมี ที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดในเรื่องสมดุลเคมี โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ครูและสื่อ เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน และทำให้เกิดปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ

แนวทางในการจัดประสบการณ์ดังกล่าวให้กับนักเรียนสามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

1.1 การให้นักเรียนทำกิจกรรมที่สอดคล้องกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ในประวัติศาสตร์ของเคมี แล้วเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนไปสู่แนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ โดยในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ ตามประวัติศาสตร์ของเคมีนักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าธาตุมีแรงดึงดูดระหว่างกัน ซึ่งแรงนี้เป็นแรงเฉพาะเจาะจงที่ธาตุมีต่อกัน ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามใจชอบ แล้วใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดว่าการที่นักเรียนเข้ากลุ่มเดียวกันนี้เป็นเพราะนักเรียนมีความพึงพอใจต่อกัน เปรียบเหมือนธาตุหรือสารที่มีแรงดึงดูดเฉพาะเจาะจงระหว่างกัน ทำให้ธาตุหรือสารเกิดปฏิกิริยากันได้ แต่ไม่เกิดปฏิกิริยากับสารอื่น จากนั้นให้นักเรียนสมมุติตัวเองเป็นธาตุแล้วไปรวมกับธาตุอื่นเป็นสารประกอบ โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นคำถามดังนี้ “ทำไมนักเรียนจึงเลือกที่จะอยู่ด้วยกัน” “ นักเรียนคิดว่าธาตุจะทำตัวเหมือนนักเรียนหรือเปล่าในการรวมกันเป็นโมเลกุล” “ทำไมสารจึงทำปฏิกิริยากันได้” “การเกิดปฏิกิริยาเคมีมีลักษณะอย่างไร” ทั้งนี้พบว่าการจัดกิจกรรมดังกล่าวนั้นช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้เดิมของตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและข้อสงสัย ซึ่งสอดคล้องกับบันทึกหลังการสอนของครู โดยดูจากการถามตอบของนักเรียน และจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่สนใจศึกษาเรื่องราวทางประวัติศาสตร์ของเคมีอย่างตั้งใจและมีนักเรียนบางคนขอเอกสารไปอ่านเพิ่มเติม ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมดังนี้

ครู “ทำไมนักเรียนจึงเลือกที่จะอยู่ด้วยกัน”
นักเรียน “อยากอยู่กับเพื่อนสนิทค่ะ”
นักเรียน “หนูไม่ชอบเพื่อนผู้ชาย เขาไม่ค่อยทำงาน”
ครู “นักเรียนคิดว่าธาตุจะทำตัวเหมือนนักเรียนหรือเปล่าในการรวมกันเป็นโมเลกุล”
นักเรียน “ไม่เหมือน ธาตุมีแรงดึงดูดกัน”
ครู “ถ้าอย่างนั้น นักเรียนรู้ไหมนักวิทยาศาสตร์เขามีแนวคิดแรกๆในการอธิบายเกี่ยวกับการที่ธาตุมาอยู่รวมกันเป็นโมเลกุลได้อย่างไร”
นักเรียน “ไม่รู้ แต่อยากรู้ค่ะ”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ครู “ในช่วงแรกนักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าสารมีธรรมชาติเหมือนมนุษย์คือมีแรงดึงดูดที่จำเพาะเจาะจงระหว่างกัน สารบางตัวจึงมารวมกันเป็นโมเลกุล แต่ไม่ไปรวมกับสารอื่น”

นักเรียน “เหมือนหนูที่ชอบอยู่กับเพื่อนสนิท แต่ไม่ชอบอยู่กลุ่มเพื่อนผู้ชาย”

ครู “แล้วนักเรียนรู้ไหม ทำไมสารจึงเกิดปฏิกิริยากันได้”

นักเรียน “เกิดพันธะเคมี”

นักเรียน “มีเวเลนต์อิเล็กตรอน”

นักเรียน “สารมีแรงดึงดูดกัน เกิดพันธะเคมีขึ้น”

นักเรียน “มีการให้และรับอิเล็กตรอน”

ครู “แล้วรู้ไหม การเกิดปฏิกิริยาเคมีมีลักษณะอย่างไร”

นักเรียน “สารตั้งต้นจะหมดไป”

นักเรียน “เป็นอย่างไรค่ะ”

รวมทั้งสอดคล้องกับอนุทินบันทึกการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสะท้อนความคิดเห็นที่มีต่อรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังตัวอย่างอนุทินบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนต่อไปนี้

“ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์เป็นปฏิกิริยาที่เกิดการเปลี่ยนแปลงทิศทางเดียว คือ จากสารตั้งต้นเปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์” (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียน 1, 12, 15, 32, 48, 52)

“ถ้าปล่อยให้ปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกดำเนินต่อไปอีกนานๆ จะเกิดอะไรขึ้น” (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียน 8, 12, 34)

“ชอบเรื่องราวเกี่ยวกับประวัติศาสตร์ของเคมี ทำให้ได้รู้ว่านักวิทยาศาสตร์มีแนวคิดอย่างไร” (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียน 1, 7, 25, 32)

“สนุกดี ไม่เคยรู้มาก่อนว่านักวิทยาศาสตร์คิดว่าสารมีแรงดึงดูดต่อกันเหมือนกับเราที่ชอบอยู่กับกลุ่มเพื่อนสนิท” (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียน 11, 28, 32, 51)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 การใช้ละครย้อนรอยประวัติศาสตร์ โดยทิ้งปมปริศนาหรือข้อสงสัยให้นักเรียนค้นหาคำตอบโดยนำเหตุการณ์ในประวัติศาสตร์ของเคมีมาสร้างเป็นบทละครสั้น บอกเล่าเรื่องราวที่เกิดขึ้นในประวัติศาสตร์ผ่านบทสนทนาของตัวละคร พบว่าสามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในบทเรียนได้เป็นอย่างดี นักเรียนเกิดความสงสัย อยากค้นหาคำตอบ และมีเป้าหมายในการเรียนชัดเจน ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ในเรื่องนั้นได้อย่างดี ดังในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ปฏิกิริยาผันกลับได้ ผู้วิจัยให้ตัวแทนนักเรียนแสดงละครสั้น ย้อนรอยประวัติศาสตร์การค้นพบแนวคิดเรื่องปฏิกิริยาผันกลับได้ โดยบอกเล่าเรื่องราวที่เกิดขึ้นในประวัติศาสตร์ผ่านบทสนทนาของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ทะเลสาปนาตันเลค ซึ่งทำให้เกิดการค้นพบแนวคิดเรื่องนี้ โดยบทสนทนาจะทิ้งค้างปัญหาให้ผู้ชมติดตามต่อไปว่าสิ่งที่เขาพบคืออะไร เป็นไปได้อย่างไร จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาคำถามและหาแนวทางในการค้นหาคำตอบ จากนั้นในขั้นสอนจะให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อตรวจสอบแนวคิดนั้น ซึ่งผู้วิจัยพบว่าวิธีนี้ได้รับความสนใจจากนักเรียนมาก ทั้งผู้แสดงและผู้ชมต่างก็บอกเป็นสียงเดียวกันว่าชอบมาก และผลจากการวิเคราะห์แนวคิดพบว่าแนวคิดเรื่องนี้เป็นแนวคิดที่นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับอนุทินบันทึกการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสะท้อนความคิดเห็นที่มีต่อรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และบันทึกหลังการสอนของครูจากการสัมภาษณ์นักเรียนที่แสดงละครแบบไม่มีโครงสร้าง ได้คำตอบว่า การที่เขาได้อ่านบทได้แสดงละครทำให้เขาเข้าใจบทเรียนได้มากขึ้น ทำให้เขาตอบได้ว่าปฏิกิริยาผันกลับได้เป็นอย่างไร อยากให้จัดสถานที่ในการแสดงละครและอุปกรณ์ให้สมบทบาทมากกว่านี้ เพื่อให้สื่อสารกับเพื่อนได้ตรงประเด็น และเพื่อนควรได้อ่านบทละครด้วย เพราะช่วยให้เข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้นและมากขึ้น จากการแสดงทำให้เขาทำนายได้ว่าจะเกิดอะไรขึ้น คาดคะเนคำตอบได้ และจากการสัมภาษณ์คนดู บอกว่าสนุกดี ทำให้การเรียนการสอนมีชีวิตชีวา และเข้าใจประเด็นที่ครูต้องการนำเสนอได้ง่ายกว่าและมากกว่าการถามตอบเหมือนในชั่วโมงที่ผ่านมา ดังตัวอย่างอนุทินบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนต่อไปนี้

“ ในการสอนได้มีการแสดงละครประกอบการสอน ซึ่งทำให้เข้าใจในเรื่องที่เรียนมากขึ้น ทำให้สนุกสนาน และมีการทดลองผสมสารเคมี ซึ่งเป็นกิจกรรมที่สนุกสนานในการทำงานเป็นกลุ่ม ” (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียน 5, 19, 23, 25, 29, 37, 49, 51)

“ การเรียนการสอนมีความน่าสนใจ เนื่องจากมีการเกริ่นนำโดยการแสดงละครก่อนที่จะเริ่มทำการทดลอง ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ และตั้งใจในการเรียนดี” (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียน 6, 11, 27, 28, 32, 33, 47, 52)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“ ทำให้การเรียนมีความสนุกสนานมากขึ้น เพราะมีการดึงดูดความสนใจด้วยการแสดงละครทำให้ทุกคนสนใจและเข้าใจในบทที่เรียน และเกิดความสงสัยไปตามกับบทละครทำให้เกิดการทดลองอย่างตั้งใจและมีความสุข ” (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียน 8, 12, 15, 18, 23, 30, 38, 40, 41, 42, 43, 45, 46)

“ในการแสดงสามารถสื่อให้คนที่ดูมีความสนใจมากกว่าสอนปกติ เพราะคนจะหันมาดูการแสดงกันหมด ข้อเสนอแนะ ควรมีอุปกรณ์ประกอบมากกว่านี้ เช่น ฉาก เสื้อผ้า ” (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียน 2, 10, 11, 12, 14, 15, 18, 19)

“ ถ้าเป็นไปได้อยากให้มีการนำสื่อการสอนแบบนี้เข้ามาใช้ในการสอน จะทำให้มีความเข้าใจได้อีกทางด้วย” (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียน 1, 7, 13, 17, 20, 44)

“เมื่อมีการผสมสารรวมกันต่อไปเรื่อยๆ จะมีผลอะไร และมีอะไรที่เปลี่ยนแปลงไปได้บ้าง ” (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียน 4, 9, 22, 34, 35, 48)

“ เหตุใดสารผลิตภัณฑ์จึงกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้อีก และมีปฏิกิริยาอื่นอีกหรือเปล่าที่ผันกลับได้ ” (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียน 3, 14, 16, 18, 21, 39)

1.3 การให้นักเรียนสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการค้นพบแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ในประวัติศาสตร์ของเคมี แล้วใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด ช่วยให้นักเรียนคิดและตอบคำถามได้มากขึ้น ซึ่งทำให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้เดิมและนำความรู้ดังกล่าวมาใช้อธิบายหรือเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ หรือประสบการณ์ใหม่ในขั้นสอนต่อไปได้ ตัวอย่างเช่น ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สมดุลไดนามิก ผู้วิจัยให้นักเรียนสังเกตการระเหยของน้ำในภาชนะเปิดและภาชนะปิด แล้วใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นและตอบคำถาม คำถามที่ใช้เป็นดังนี้ “นักเรียนสังเกตเห็นอะไรในภาชนะใบที่ 1(เปิดฝา) และ 2 (ปิดฝา) ” “น้ำในภาชนะใบที่ 1 เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร” “การเปลี่ยนแปลงของน้ำในภาชนะใบที่ 1 และ 2 แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร” “นักเรียนคิดว่าการเปลี่ยนแปลงของน้ำในภาชนะใบที่ 2 จะเป็นอย่างไรเมื่อเวลาผ่านไปอีก 1 ชั่วโมง” ผู้วิจัยพบว่านักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นและตอบคำถามได้ดี เช่นตัวอย่างคำตอบโดยสรุปของนักเรียนดังนี้ น้ำจะระเหยกลายเป็นไอและในภาชนะปิดไอจะควบแน่นกลับมาเป็นน้ำได้อีกแม้เมื่อเวลาผ่าน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไปก็จะยังเกิดการเปลี่ยนแปลงเช่นนี้อยู่ ซึ่งจากคำตอบของนักเรียนทำให้ทราบได้ว่านักเรียนมีความรู้เดิมเป็นอย่างไรและพร้อมที่จะเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่เรื่องสมดุลไดนามิกซึ่งจะให้นักเรียนร่วมกันศึกษาการระเหยของน้ำในภาชนะปิดที่เวลาต่างๆ กัน ร่วมกับการชมคลิปวีดีโดโอแสดงการเปลี่ยนแปลงระดับโมเลกุลในการระเหยของน้ำจนเข้าสู่ภาวะสมดุลไดนามิกในขั้นสอนต่อไปได้ ซึ่งสอดคล้องกับอนุทินบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

" คำถามง่าย (การระเหยของน้ำ) ตอบได้ อยากให้ถามแบบนี้บ่อยๆ " (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 นักเรียน 7, 14, 28, 31, 32, 40, 44, 46)

"ถามเรื่องที่อยู่ใกล้ตัว ทำให้คิดหาคำตอบได้" (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 นักเรียน 5, 14, 21, 23, 33, 36, 49, 51)

1.4 การให้นักเรียนแข่งขันตอบคำถามเกี่ยวกับภาพที่สอดคล้องกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ในประวัติศาสตร์ของเคมีที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดในเรื่องสมดุลเคมี ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียน นักเรียนได้คิดในสิ่งที่จะเรียน เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของตนเองก่อนเรียน และร่วมกันแสดงความคิดเห็นและตอบคำถามได้ดี ตัวอย่างเช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี ผู้วิจัยจัดกิจกรรมโดยให้นักเรียนดูภาพ 2 ภาพเปรียบเทียบกัน ภาพแรกเป็นภาวะสมดุลแล้วหยุดนิ่ง อีกภาพเป็นภาวะสมดุลไดนามิก แล้วใช้คำถามกระตุ้นความคิด และมีการให้คะแนน จากนั้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเชื่อมโยงว่า ในปฏิกิริยาเคมีจะเกิดภาวะสมดุลไดนามิกหรือไม่ อย่างไร ผู้วิจัยพบว่าการจัดกิจกรรมในลักษณะนี้ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจบทเรียน ทำให้นักเรียนได้คิดในสิ่งที่จะเรียน เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของตนเอง ซึ่งนักเรียนแสดงออกโดยการแย่งกันตอบคำถาม และตอบคำถามได้ดี โดยบอกได้ว่าภาพใดเกิดภาวะสมดุลไดนามิก และนักเรียนส่วนมากคิดว่าในปฏิกิริยาเคมีเกิดภาวะสมดุลไดนามิก ซึ่งสอดคล้องกับอนุทินบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

"อาจารย์ให้ตอบคำถามจากภาพ 2 ภาพ เปรียบเทียบกัน ทำให้เห็นความแตกต่างของเรื่องที่จะเรียน และไม่เบื่อ" (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 นักเรียน 1, 4, 19, 31, 35, 42, 43)

"ชอบการแข่งขันตอบคำถามเอาคะแนน สนุกและได้คะแนน อาจารย์น่าจะทำอีก" (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 นักเรียน 6, 10, 13, 25, 27, 32, 44, 52)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การค้นหาคำตอบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกับกระบวนการหาคำตอบของนักวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบความรู้เรื่องนั้น ๆ ร่วมกับการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ครู และสื่อทั้งที่เป็นคลิปวีดีโอ ใบกิจกรรม วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี เพื่อให้นักเรียนสามารถค้นหาความรู้ได้ด้วยตนเอง

แนวทางในการค้นหาคำตอบดังกล่าวสามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

2.1 การให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมเพื่อหาคำตอบหรือสร้างคำอธิบายที่เชื่อมโยงประวัติศาสตร์ของเคมี ร่วมกับสื่อที่เข้าใจง่าย เช่นการ์ตูน คลิปวิดีโอ ช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้เดิมและคิดเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ ทำให้ค้นหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างดี ตัวอย่างเช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ภาวะสมดุลไดนามิก จากประวัติศาสตร์ของเคมีในเรื่องนี้มีประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการระเหยของน้ำและพัฒนาร่วมกับข้อค้นพบอื่นๆ จนนำไปสู่แนวคิดเรื่องภาวะสมดุลไดนามิก ผู้วิจัยจึงนำประวัติศาสตร์ของเคมีในเรื่องนี้มาใช้บูรณาการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บนพื้นฐานแนวคิดสรรคนิยม ซึ่งในขั้นแรกจัดกิจกรรมเพื่อตรวจสอบความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการระเหยของน้ำก่อน แล้วจึงจัดประสบการณ์ในขั้นต่อมาให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงได้ว่าการระเหยของน้ำในภาชนะปิดเกิดภาวะสมดุลไดนามิกและสรุปเป็นความรู้ของตนเองได้ โดยขั้นแรกผู้วิจัยให้นักเรียนสังเกตการระเหยของน้ำในภาชนะเปิดและปิด แล้วให้นักเรียนถามตอบเกี่ยวกับสิ่งที่เห็นนั้น ต่อมาให้นักเรียนศึกษาการระเหยของน้ำในภาชนะปิดที่เวลาต่างๆ กัน โดยร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและทำใบกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล ตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายภายในกลุ่ม ดังนี้ รับอุปกรณ์ ประเมินพฤติกรรมของสมาชิกในกลุ่ม ควบคุมการอภิปรายในกลุ่ม เขียนคำตอบในใบกิจกรรมของกลุ่ม ล้าง-เก็บอุปกรณ์ จากนั้นเมื่อนักเรียนทำใบกิจกรรมเสร็จแล้วให้นักเรียนชมคลิปวีดีโอแสดงการเปลี่ยนแปลงระดับโมเลกุลในการระเหยของน้ำจนกระทั่งเข้าสู่ภาวะสมดุลไดนามิก แล้วใช้ลำดับขั้นตอนแบบเดิมนี้แต่เปลี่ยนเป็นภาวะสมดุลในสารละลายอิ่มตัวของโซเดียมคลอไรด์ ต่อมาให้นักเรียนร่วมกันทำใบกิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง สมดุลไดนามิก เพื่อให้นักเรียนได้สรุปความรู้ด้วยตนเอง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยใบกิจกรรม ซึ่งผู้วิจัยพบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น ค้นหาคำตอบร่วมกันได้ดีขึ้น ดังตัวอย่างอนุทินบันทึกการเรียนรู้ที่นักเรียนดังนี้

“ การระเหยของน้ำในภาชนะปิดเกิดภาวะสมดุลไดนามิก เพราะยังมีการระเหยกลายเป็นไอ และไอควบแน่นกลับมาเป็นน้ำได้อีก ทำให้ปริมาณน้ำในบีกเกอร์คงที่แม้เวลาจะผ่านไปเป็นวัน” (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 นักเรียน 6, 14, 15, 29, 36, 45, 52)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“ การเปลี่ยนแปลงในสารละลายอิ่มตัวของโซเดียมคลอไรด์ จะมีโซเดียมคลอไรด์บางส่วนตกผลึกลงมาอยู่ก้นภาชนะ บางส่วนละลายน้ำได้ วนอยู่แบบนี้ แสดงว่าเป็นภาวะสมดุลไดนามิก ” (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 นักเรียน 1, 3, 13, 22, 33, 41, 50)

“ สื่อและอุปกรณ์ดีมาก การทำกิจกรรมทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น ทำให้การเรียนมีความน่าสนใจ ” (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 นักเรียน 2, 12, 25, 36, 43)

“ การเปิดวีดีโอหรือสื่อการ์ตูนที่เพิ่มเติมนั้นทำให้เข้าใจเพิ่มขึ้น” (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 นักเรียน 9, 19, 23, 38, 47, 50)

“ มีการทำกิจกรรมทำให้มีความสนใจมากขึ้น ได้ทำจริงทำให้มีการตื่นตัวในการเรียน” (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 นักเรียน 8, 17, 30, 44)

2.2 การใช้กิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเกิดการค้นพบด้วยตนเองก่อนแล้วนำไปเชื่อมโยงกับการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์โดยการใช้คำถามร่วมกับการเล่าเรื่องราวทางประวัติศาสตร์ของเคมีที่เกี่ยวข้อง พบว่าทำให้นักเรียนมีความมั่นใจ อยากรู้ อยากอภิปรายและอยากแสวงหาคำตอบด้วยตนเองมากขึ้น ตัวอย่างเช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ผู้วิจัยเริ่มกิจกรรมโดยให้นักเรียนศึกษาภาพจำลองการเกิดปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สไอโอดีน เกิดแก๊สไฮโดรเจนไอโอไดด์ โดยให้แต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นและตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 5.1 เรื่องการเกิดปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สไอโอดีน จากนั้นให้นักเรียนศึกษา Law of mass action และนำไปสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของกลุ่มเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ในปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไอโดรเจนและแก๊สไอโอดีนที่ภาวะสมดุล จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับสมการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องซึ่งเป็นที่มาของแนวคิดเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล ต่อจากนั้นครูชี้นำให้นักเรียนเห็นว่านักวิทยาศาสตร์ในสมัยก่อนก็มีแนวคิดเช่นเดียวกันนี้ และเล่าประวัติศาสตร์ของเคมีให้นักเรียนฟัง ซึ่งพบว่านักเรียนสนใจฟังอย่างตั้งใจ บางคนบอกด้วยความภูมิใจว่า คิดเหมือนเขาเลย และพูดติดตลกว่า อย่างนี้เขาก็เป็นนักวิทยาศาสตร์ได้ จากนั้นให้นักเรียนทำใบกิจกรรม แล้วให้ตัวแทนกลุ่มนำเสนอและร่วมกันอภิปราย เปรียบเทียบแนวคิดของกลุ่มตนเองกับกลุ่มอื่นว่าเหมือนหรือต่างกันอย่างๆไรและแก้ไขให้ถูกต้อง เพื่อหาข้อสรุปที่ยอมรับร่วมกันได้ โดยที่ผู้วิจัยพบว่าการจัดการเรียนการสอนในช่วงนี้ค่อนข้างประสบความสำเร็จ นักเรียนสามารถคิดได้ ทำได้ ตอบคำถามได้ ผู้วิจัยสังเกตได้ว่านักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มีการแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันมากขึ้น ทั้งกับครูกับเพื่อน ตลอดจนเปิดหนังสือเอกสารเพิ่มเติม

2.3 การใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดเพื่อนำเข้าสู่เนื้อหาที่จะเรียน ควรถามจากสิ่งที่พบเห็นได้ในธรรมชาติอย่างชัดเจน เริ่มจากคำถามง่ายๆ จากสิ่งที่มองเห็นได้ชัดเจน ไปสู่คำถามที่ต้องอาศัยจินตนาการ จะเป็นคำถามที่ท้าทายให้นักเรียนอยากตอบ และช่วยให้นักเรียนนำเสนอหรือสื่อสารความคิดได้ดี และเชื่อมโยงแนวคิดย่อยไปสู่แนวคิดในเรื่องที่จะเรียนได้ดี ตัวอย่างเช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการเรียนที่ 3 เรื่อง สมดุลไดนามิก ผู้วิจัยให้นักเรียนสังเกตการระเหยของน้ำในภาชนะเปิดและภาชนะปิด แล้วใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นและตอบคำถาม ก่อนที่จะให้นักเรียนค้นหาคำตอบต่อไป โดยผู้วิจัยใช้คำถามดังนี้

ครู “นักเรียนสังเกตเห็นอะไรในภาชนะใบที่ 1(เปิดฝา) และ 2 (ปิดฝา)”
นักเรียน “น้ำระเหยเป็นไอ”
นักเรียน “น้ำในกล่องใบที่ 1 น้อยกว่าใบที่ 2”
นักเรียน “กล่องใบที่ 2 มีไอน้ำเยอะเลย”
ครู “น้ำในภาชนะใบที่ 1 เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร”
นักเรียน “น้ำระเหยกลายเป็นไอ แล้วไอก็ลอยออกไปนอกกล่อง ทำให้น้ำลดลง”
ครู “การเปลี่ยนแปลงของน้ำในภาชนะใบที่ 1 และ 2 แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร”
นักเรียน “แตกต่างกัน ในกล่องใบที่ 2 น้ำระเหยเป็นไอน้ำ แต่ไอน้ำไม่สามารถลอยออกไปนอกกล่องได้ จึงเกาะอยู่บริเวณผิวกล่อง และไอน้ำเปลี่ยนกลับมาเป็นน้ำได้อีก ทำให้น้ำในกล่องลดลงไม่มาก”
ครู “นักเรียนคิดว่าการเปลี่ยนแปลงของน้ำในภาชนะใบที่ 2 จะเป็นอย่างไรเมื่อเวลาผ่านไปอีก 1 ชั่วโมง”
นักเรียน “มีปริมาณน้ำเท่าเดิม และมีไอน้ำเกาะอยู่เหมือนเดิม”
ครู “เพราะอะไรนักเรียนจึงตอบแบบนั้น”
นักเรียน “เพราะกล่องเป็นระบบปิด ไอน้ำลอยออกไปนอกกล่องไม่ได้ แต่น้ำยังระเหย และไอน้ำก็ควบแน่นกลับมาเป็นน้ำได้อยู่”

ผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามได้ดีและสื่อสารสิ่งที่คิดออกมาเป็นคำพูดได้ดี จากนั้นผู้วิจัยให้ผู้เรียนการลงมือปฏิบัติ โดยร่วมกันศึกษาการเปลี่ยนแปลงในการระเหยของน้ำใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กล่องปิดฝาที่เวลาต่างๆกัน อภิปรายและแสดงความคิดเห็นร่วมกันประกอบกับการทำใบกิจกรรม และการชมคลิปวิดีโอ ซึ่งพบว่าช่วยให้นักเรียนเข้าใจภาวะสมดุลไดนามิกได้ดีขึ้น ซึ่งต่างจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนที่ 5 เรื่องค่าคงที่สมดุล โดยครูให้นักเรียนเขียนคำตอบของคำถามต่อไปนี้ “นักเรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุล” และ “นักเรียนอยากรู้อะไรเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุล” ซึ่งผู้วิจัยพบว่านักเรียนไม่อยากเขียน ไม่อยากตอบคำถาม และสื่อสารออกมาเป็นคำพูดของตนเองไม่ได้

2.4 การทำกิจกรรมการทดลอง ควรทำเป็นลำดับขั้นตอน และควรอภิปรายเกี่ยวกับการวางแผนการทดลอง การใช้อุปกรณ์ การใช้สารเคมีอย่างเป็นระบบก่อนการทดลองเพื่อให้เข้าใจกระบวนการหาคำตอบ โดยกิจกรรมการทดลองอาจใช้การทดลองเดียวกับที่นักวิทยาศาสตร์ทำหรือปรับเปลี่ยนกิจกรรมการทดลองเพราะนักเรียนมีความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอ เช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องภาวะสมดุลไดนามิก ตามประวัติศาสตร์ของเคมี นักวิทยาศาสตร์คิดเชื่อมโยงแนวคิดนี้ส่วนหนึ่งมาจากการระเหยของน้ำ ดังนั้นในแผนที่ 3 ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนศึกษาการระเหยของน้ำ แต่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี จากการทำกิจกรรมในขั้นนำ โดยให้นักเรียนดูภาพ 2 ภาพ เปรียบเทียบกัน ภาพแรกเป็นภาวะสมดุลแล้วหยุดนิ่ง อีกภาพเป็นภาวะสมดุลไดนามิก ซึ่งในประวัติศาสตร์ของเคมีนักวิทยาศาสตร์เข้าใจเรื่องภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมีได้นั้น ส่วนหนึ่งมาจากความรู้เกี่ยวกับเทอร์โมไดนามิกส์ ซึ่งเป็นเรื่องที่เข้าใจยาก และนักเรียนมีความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอที่จะเชื่อมโยงแนวคิดนี้ไปสู่แนวคิดเรื่องสมดุลในปฏิกิริยาเคมีได้ ผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้ภาพสื่อความหมายแทนและใช้กิจกรรมการทดลองตามหนังสือเรียนเคมี 3 ของ สมาคมส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยหลังจากนักเรียนดูภาพแล้วผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นความคิด จากนั้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเชื่อมโยงว่า ในปฏิกิริยาเคมีจะเกิดภาวะสมดุลไดนามิกหรือไม่ อย่างไร แล้วให้นักเรียนช่วยกันออกแบบการทดลองในใบกิจกรรม ที่ 4.1 เรื่องการทดลอบ Fe^{3+} Fe^{2+} และ I_2 โดยการวาดรูป ทำให้นักเรียนทำการทดลองได้ด้วยตนเองมากขึ้น ไม่ต้องคอยถามครู อีกทั้งนักเรียนบันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองได้ดี โดยนักเรียนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็น ปฏิบัติการทดลอง สังเกตบันทึกผลการทดลอง จัดกระทำข้อมูล วิเคราะห์อภิปราย นำเสนอผลงาน และสรุปร่วมกัน แต่ในแผนการจัดการเรียนที่ 1 เรื่องปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์นั้นครูไม่ได้ให้นักเรียนร่วมกันวางแผนการทดลองก่อน และให้นักเรียนมารับอุปกรณ์และสารเคมีที่โต๊ะกลาง โดยให้นักเรียนรับผิดชอบหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมายในกลุ่ม เช่น คนที่ 1 รับสารเคมี และอุปกรณ์ คนที่ 2 ดำเนินการทดลอง คนที่ 3 บันทึกผลการทดลอง เป็นต้น ซึ่งพบว่าเกิดความวุ่นวายในการรับสารเคมีและอุปกรณ์ไปทดลอง และนักเรียนไม่กล้าตัดสินใจทำการทดลองต้องคอยถามครูว่าทำอย่างไรต่อไป ส่วนในแผนการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปฏิกิริยาผันกลับได้ ครูจัดตะกร้าที่มีสารเคมีและอุปกรณ์ครบให้แต่ละกลุ่มมารับไปทำการทดลอง และมีการอภิปรายก่อนการทดลองถึงวิธีการทดลองโดยการถามตอบ ทำให้นักเรียนทำการทดลองได้ดีขึ้น ดังตัวอย่างความคิดเห็นต่อกิจกรรมและสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนเขียนในอนุทิน ดังนี้

" นักเรียนมีความสุขและสนุกสนานกับการทดลอง มีการแบ่งหน้าที่ในการทำการทดลองชัดเจน ทำให้ทุกคนได้มีส่วนร่วม" (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียน 12, 28, 35, 42)

" การทำการทดลองกระชับขึ้นมีอุปกรณ์ครบ พร้อม โดยจัดเป็นตะกร้าไว้ให้" (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียน 1, 16, 22, 28, 39, 42)

"เป็นกิจกรรมที่ดีเพราะทำให้ทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการทำงานทุกคนและสื่อการเรียนการสอนก็เหมาะสม" (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 นักเรียน 1, 16, 22, 28, 39, 42)

"การฝึกทำการทดลองและแบบฝึกหัดทำให้ชำนาญขึ้น" (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 นักเรียน 8, 20, 21, 40, 46, 52)

"ควรเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีไว้ที่โต๊ะแต่ละกลุ่มให้พร้อมทำการทดลองได้เลย ไม่ต้องไปรับสารที่โต๊ะกลาง เพื่อความสะดวกในการทดลอง" (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 นักเรียน 2, 17, 30, 32, 44)

"ให้มีการเข้าคิวในการรับสารมาทดลอง" (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 นักเรียน 13, 29, 43)

2.5 ควรทบทวนความรู้และทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ก่อน เนื่องจากผู้วิจัยพบว่าในขั้นสอน นักเรียนเกิดปัญหาในการเขียนสมการเคมี และระบุจุดประสงค์ของการทดลองไม่ได้ตั้งสมมติฐานไม่ได้ ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองไม่เป็น สรุปผลการทดลองไม่ได้ และเกิดความสับสนในการเรียกชื่อสาร ดังนั้นครูจึงควรทบทวนความรู้และทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนก่อนได้แก่ ความรู้เรื่อง การเขียนสมการ การดุลสมการ และทักษะพื้นฐานทาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์ ได้แก่ จุดประสงค์การทดลอง การตั้งสมมติฐาน การทำการทดลอง การใช้อุปกรณ์ การรับสารเคมี การสรุปผลการทดลอง ตลอดจนการเขียนสูตรและเรียกชื่อสารเคมี ซึ่งอาจทำได้โดยใช้เป็นเกมเพื่อนคู่คิดให้เขียนสมการง่ายๆ ดุลสมการง่ายๆ ก่อน แล้วร่วมกันเฉลยเพื่อตรวจสอบความรู้ของตนเองว่าถูกผิดอย่างไร ตัวอย่างเช่น ในการทำใบกิจกรรมที่ 5.2 เกี่ยวกับการเขียนความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุลด้วยสมการที่ต่างๆ กัน ในแผนการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องค่าคงที่สมดุล ผู้วิจัยให้นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อนคู่คิดและมีการแข่งขันเอาคะแนน คู่ไหนทำเสร็จก่อนและทำถูกต้องมากที่สุดจะได้คะแนนพิเศษนี้ และให้นักเรียนร่วมกันเฉลยใบกิจกรรม ซึ่งพบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมและช่วยกันแสดงความคิดว่าตนเองทำถูกที่เพื่อนทำผิดอย่างไร ทำให้นักเรียนเกิดการตรวจสอบความรู้ของตนเอง ซึ่งวิธีการนี้อาจนำมาใช้กับการทบทวนความรู้เรื่องสมการเคมีให้กับนักเรียนก่อนเรียนเรื่องสมดุลเคมีได้ โดยอาจแทรกไว้ในหน่วยการเรียนรู้แรกๆ และการที่จะทำให้นักเรียนมีทักษะพื้นฐานในการทดลองหรือเขียนรายงานการทดลองได้นั้นสิ่งสำคัญที่ควรคำนึงถึงคือครูต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจถึงปัญหาหรือข้อสงสัยที่ต้องการจะตรวจสอบด้วยการทดลองให้ได้ก่อน จากนั้นครูอาจบอกจุดประสงค์การทดลองหรือชี้แนะให้นักเรียนตั้งจุดประสงค์การทดลอง แล้วให้นักเรียนตั้งสมมติฐานการทดลอง หาตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการทดลองได้ โดยในช่วงแรกๆ ครูอาจต้องให้คำแนะนำหรือชี้แนะก่อน จากนั้นให้นักเรียนศึกษาวิธีการทดลอง แล้วช่วยกันวางแผนออกแบบการทดลองโดยการวาดรูป จะทำให้นักเรียนเข้าใจวิธีการในการค้นหาคำตอบของประเด็นปัญหาที่ต้องการตรวจสอบได้ชัดเจนขึ้น และจะทำให้นักเรียนสามารถออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองได้ เพราะการเขียนรายงานการทดลองก็คือการประมวลผลข้อมูลที่สังเกตได้จากการทดลองเพื่อตอบปัญหาหรือข้อสงสัยที่ต้องการจะตรวจสอบ โดยมีระบบ มีขั้นตอน มีหลักฐาน มีข้อมูลที่เชื่อถือได้ ตัวอย่างเช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี ผู้วิจัยให้นักเรียนดูภาพ 2 ภาพเพื่อเปรียบเทียบว่าภาพไหนเกิดภาวะสมดุลไดนามิก เพราะอะไร ซึ่งพบว่านักเรียนตอบได้ถูกต้อง จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดต่อไปว่า “นักเรียนคิดว่าในปฏิกิริยาระหว่าง Fe^{3+} กับ I^- จะเกิดภาวะสมดุลไดนามิกหรือไม่ และจะมีวิธีการตรวจสอบอย่างไร” ซึ่งเป็นการใช้คำถามเพื่อชี้นำให้นักเรียนเข้าใจปัญหาที่ต้องการจะตรวจสอบด้วยการทดลองต่อไป ส่วนปัญหาที่พบในการเรียกชื่อสารเคมีนั้นอาจจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนเล่นเกมจับคู่สูตรเคมีกับชื่อสารเคมีโดยใช้บัตรคำเพื่อให้นักเรียนคุ้นเคยกับสารเคมีเหล่านั้น ซึ่งอาจทำในแผนแรกๆ หรือทำก่อนที่จะมีการทดลองเกี่ยวข้องกับสารนั้นๆ ซึ่งแนวทางในการจัดการเรียนรู้นี้อาจทำให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องเพื่อเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่ได้รับจากข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ได้เห็น จึงช่วยในการเสริมสร้างและปรับเปลี่ยนแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีให้นักเรียนได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. เชื่อมโยงข้อความรู้ที่ได้จาการค้นพบกับการค้นพบความรู้ของนักวิทยาศาสตร์โดยการถามคำถาม การใช้คลิปวีดีโอ การเล่าเรื่องราวประวัติศาสตร์และการเล่นละคร เพื่อตรวจสอบความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้น

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมีในขั้นนี้ มีรายละเอียดดังนี้

3.1 สรุปบทเรียนด้วยละคร ช่วยเสริมสร้างและปรับเปลี่ยนแนวคิดของนักเรียนได้ โดยหลังจากที่นักเรียนร่วมกันอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อสรุปบทเรียนแล้ว ให้นักเรียนนำข้อสรุปมานำเสนอในรูปแบบของละคร ตัวอย่างเช่น ในการจัดการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 มีการแสดงละครในขั้นนำและทิ้งประเด็นปัญหาไว้ให้นักเรียนค้นหาคำตอบในขั้นสอนแล้วให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้โดยให้ออกมาแสดงละครตอนจบของเรื่องที่ทิ้งค้างๆไว้ พบว่าการจัดกิจกรรมนี้ช่วยเสริมสร้างและปรับเปลี่ยนแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนได้ ดังตัวอย่างอนุทินบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนต่อไปนี้

“มีการเล่นละครตอนนำเข้าสู่บทเรียน และตอนสรุปทำให้สนุก ไม่น่าเบื่อ” (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียน 6, 9, 12, 15, 19, 24, 28, 32, 36, 37, 39, 4, 45, 47, 48, 50, 51, 52)

“กิจกรรมที่สนุก เป็นปัจจัยหนึ่งในการเรียนรู้ของเด็ก เพราะถ้ามันสนุกเด็กจะมีสมาธิในการเรียน สนใจและเกิดคำถามว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น เมื่อได้รับคำตอบก็จะฝังอยู่ในความทรงจำ เพราะเป็นเรื่องที่เด็กสนใจ อยากรู้ ” (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน เมื่อเรียนจบทั้ง 5 หน่วยการเรียนรู้ นักเรียน 5, 9, 23, 27, 34, 43)

3.2 ให้นักเรียนอ่านบทความทางประวัติศาสตร์ของเคมี หรือครูเล่าเรื่อง เพื่อให้นักเรียนได้ตรวจสอบความเข้าใจของตนเองว่าสิ่งที่นักเรียนคิดอยู่นั้นถูกหรือผิดอย่างไร ถ้าถูกแล้วก็จะทำให้นักเรียนมีความมั่นใจและเกิดการเสริมสร้างหรือปรับเปลี่ยนแนวคิดด้วยตนเองในที่สุด หรือแม้แต่ว่าถ้านักเรียนเข้าใจผิดอยู่นักเรียนก็จะได้รู้ว่าตนเองเข้าใจอะไรผิดบ้าง ซึ่งเมื่อนักเรียนพบข้อผิดพลาดของตนเอง และได้รับรู้ข้อมูลที่ถูกต้องตามที่นักวิทยาศาสตร์กล่าวไว้ก็จะทำให้นักเรียนยอมรับและปรับเปลี่ยนแนวคิดของตนเองเป็นแนวคิดที่ถูกต้องได้ง่าย ซึ่งสามารถทำได้โดยหลังจากที่นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเฉลยใบกิจกรรมและสรุปบทเรียน ให้นักเรียนศึกษาบทความสั้นๆ ทาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติศาสตร์ของเคมีเรื่องที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน แล้วใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงกับบทสรุปที่ได้จากการเรียน หรือบางเรื่องที่ยากต่อการเข้าใจครูก็อาจจะเป็นคนเล่าเรื่องเอง หรืออาจให้นักเรียนศึกษาบทความทางประวัติศาสตร์ของเคมีแล้วชมคลิปวีดีโอเพื่อขยายความเข้าใจของนักเรียนถ้าเนื้อหานั้นเป็นเรื่องที่ต้องอาศัยจินตนาการหรือมุมมองระดับโมเลกุล ตัวอย่างเช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นสรุป โดยครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดและสรุปบทเรียน จากนั้นให้นักเรียนอ่านบทความทางประวัติศาสตร์ของเคมี เรื่อง affinity table แล้วใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงถึงแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาของสารว่าเป็นปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนและบันทึกหลังสอนของครูพบว่านักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมดีมากและสนใจฟังเรื่องราวประวัติศาสตร์ของเคมี บางคนขอเอกสารไปอ่านเพิ่มเติม บางคนพูดว่า “ความรู้ไม่ได้มีอยู่แล้วหรือ คน(นักวิทยาศาสตร์)คิดขึ้นมาหรือ” และ “ไม่เคยรู้เรื่องนี้มาก่อนเลย” สอดคล้องกับอนุทินบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนที่พบว่านักเรียนส่วนมากเขียนอธิบายในหัวข้อ สิ่งที่ได้เรียนรู้ได้ถูกต้อง และอธิบายการเกิดปฏิกิริยาการเผาลวดแมกนีเซียมได้ถูกต้องว่าเป็นปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ ดังตัวอย่างอนุทินที่นักเรียนเขียนต่อไปนี้

“ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ หมายถึง ปฏิกิริยาที่สารตั้งต้นมาทำปฏิกิริยากันแล้วได้สารผลิตภัณฑ์ใหม่ สารผลิตภัณฑ์ใหม่นั้นไม่สามารถย้อนกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้อีก” (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียน 3, 4, 8, 10, 15, 23, 26, 35, 38, 42, 46, 49, 51)

“ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ หมายถึง ปฏิกิริยาที่เกิดการเปลี่ยนแปลงทิศทางเดียวคือสารตั้งต้นไปเป็นสารผลิตภัณฑ์ ไม่ย้อนกลับ” (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียน 2, 13, 17, 25, 32, 34, 40, 43, 47, 52)

“ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ หมายถึง ปฏิกิริยาที่มีการเปลี่ยนแปลงจากสารตั้งต้นไปเป็นสารใหม่ ไม่สามารถกลับมาเหมือนเดิมได้” (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียน 6, 11, 18, 19, 24, 27, 36, 44)

“ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ หมายถึง ปฏิกิริยาที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยากันจนหมดเกิดผลิตภัณฑ์อย่างสมบูรณ์” (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียน 7, 16, 20, 30, 37, 41, 48)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตอนที่ 2 แนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี

การศึกษาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วย 5 แนวคิด ได้แก่ 1) ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ 2) ปฏิกิริยาผันกลับได้ 3) สมดุลไดนามิก 4) ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี 5) ค่าคงที่สมดุล ดังตารางที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบวัดแนวคิด ใบกิจกรรม อนุทินบันทึกการเรียนรู้ และบันทึกหลังการสอนของครู โดยผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 7 ร้อยละของจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีในกลุ่มต่างๆ

(N = 52)

แนวคิด	ระดับแนวคิดของนักเรียน (%)				
	SU*	PU*	PU&MU*	MU*	NU*
1. ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์	38.46	30.77	19.23	11.54	-
2. ปฏิกิริยาผันกลับได้	95.19	3.85	0.96	-	-
3. สมดุลไดนามิก	17.31	82.69	-	-	-
4. ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี	19.23	26.92	30.77	23.08	-
5. ค่าคงที่สมดุล	80.77	1.92	16.35	-	0.96
รวม	60.58	23.85	11.73	3.46	0.38

หมายเหตุ SU หมายถึง แนวคิดวิทยาศาสตร์ PU หมายถึง แนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน PU&MU หมายถึง แนวคิดวิทยาศาสตร์ บางส่วนกับแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน MU หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน NU หมายถึง ไม่มีแนวคิด

จากตารางพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 60.58 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ รองลงมาร้อยละ 23.85 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน ร้อยละ 11.73 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 3.46 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน และร้อยละ 0.38 ไม่มีแนวคิด โดยเนื้อหาที่นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์มากที่สุด คือ ปฏิกิริยาผันกลับได้ และแนวคิดที่นักเรียนมีความคลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี รวมทั้งแนวคิดเรื่องค่าคงที่สมดุลที่พบว่านักเรียนบางส่วนไม่มีแนวคิด ซึ่งมีรายละเอียดแต่ละแนวคิด ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

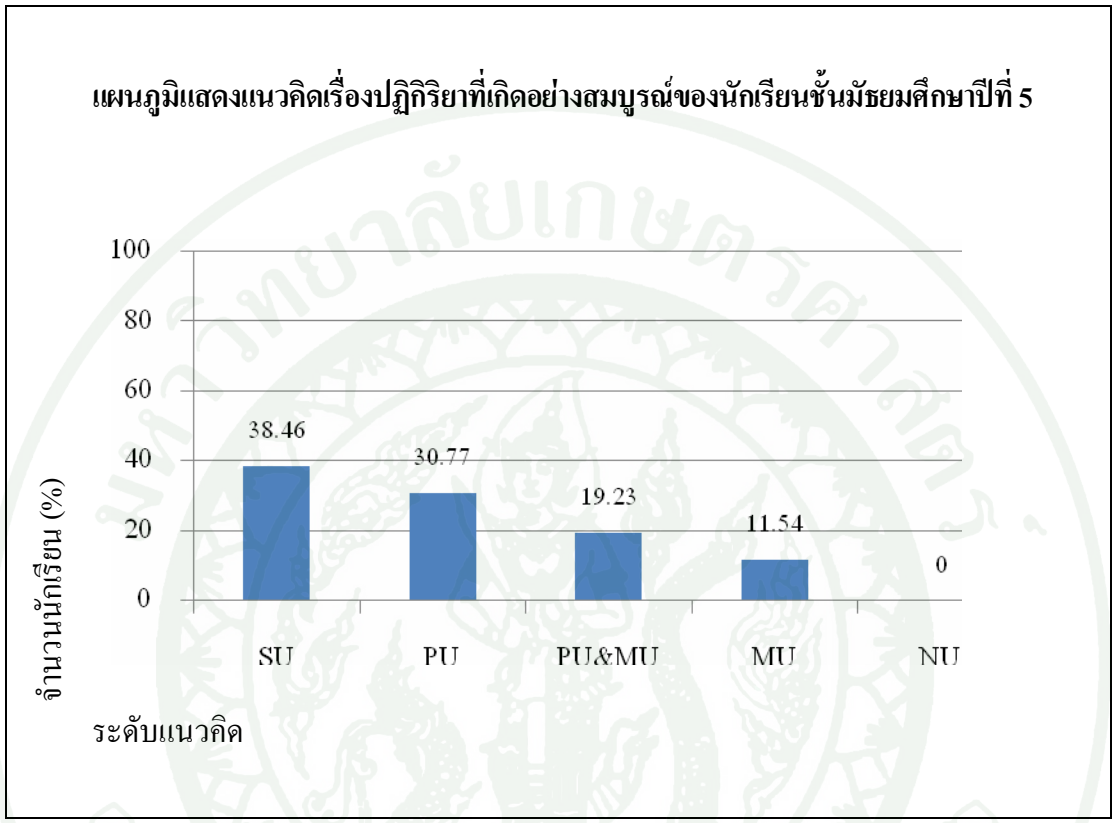
1. ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องนี้ ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนจับกลุ่มตามใจชอบ แล้วใช้คำถามว่า “ทำไมนักเรียนจึงเลือกที่จะอยู่กลุ่มเดียวกัน” “ถ้าสมมุติว่านักเรียนแต่ละคนเป็นธาตุหรือสาร นักเรียนคิดว่าธาตุหรือสารที่เกิดปฏิกิริยากันได้นั้นเป็นเพราะอะไร” “นักวิทยาศาสตร์มีแนวคิดเริ่มต้นในการอธิบายเรื่องนี้อย่างไร” จากนั้นให้นักเรียนสมมุติตัวเองเป็นธาตุแล้วจับกลุ่มกันเป็นสารประกอบต่างๆ แล้วใช้คำถามกระตุ้นความคิดว่า “ธาตุแต่ละชนิดมีความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาเคมีเท่ากันหรือไม่” จากนั้นให้นักเรียนทำการทดลองศึกษาการเกิดปฏิกิริยาเคมีของธาตุหรือสารบางชนิด จากนั้นร่วมกันอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทั้งในกลุ่มและในชั้นเรียน และสรุปผลการทดลอง แล้วให้นักเรียนศึกษาเรื่องราวทางประวัติศาสตร์ของเคมี เรื่อง Affinity table เพื่อให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงถึงแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาของสาร ตลอดจนการหาเหตุผล หลักฐาน หลักการ ทฤษฎี หรือ กฎ มาอธิบายแนวคิดนั้น ๆ ตั้งแต่แนวคิดดั้งเดิมที่อธิบายว่า ทำไมสารจึงเกิดปฏิกิริยาเคมีกันได้ ซึ่งมาจากมุมมองของนักวิทยาศาสตร์ที่ว่าสารมีธรรมชาติเหมือนมนุษย์ สารมีความสัมพันธ์กันทางเคมี ต่อมามีการนำทฤษฎีมาอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารว่า มีแรงดึงดูดระหว่างสาร และนักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะตรวจสอบแรงนี้และพบว่า สารแต่ละตัวมีความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาแตกต่างกัน ต่อมามีการศึกษาปฏิกิริยาเคมีเพิ่มเติมจนกระทั่งได้ข้อสรุปว่าสารสามารถทำปฏิกิริยากันได้เพราะมีแรงดึงดูดระหว่างกันซึ่งแรงนี้เป็นสมบัติเฉพาะตัวของสารดังนั้นสารแต่ละตัวจึงมีความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาได้แตกต่างกัน และเมื่อเกิดปฏิกิริยาแล้วสารตั้งต้นจะเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์อย่างสิ้นเชิงเกิดการเปลี่ยนแปลงทิศทางเดียวไม่ย้อนกลับเรียกว่าการเกิดปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์ จากนั้นให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดและสรุปบทเรียนร่วมกัน จากนั้นนักเรียนเขียนอนุทินบันทึกการเรียนรู้ ครูบันทึกหลังสอน

หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดโดยใช้คำถามว่า “ปฏิกิริยาการเผาไหม้ของแก๊สมีเทน(CH_4)ในภาวะที่มีปริมาณของแก๊สออกซิเจน (O_2) พอดีกับการเกิดปฏิกิริยา ได้ผลิตภัณฑ์ คือแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และน้ำ(H_2O) ถ้าเกิดปฏิกิริยานี้อย่างสมบูรณ์ เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา จะมีสารใดบ้าง เพราะเหตุใด เขียนสมการแสดงปฏิกิริยานี้ได้อย่างไร”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการวิเคราะห์เนื้อหาจากคำตอบของนักเรียนในแบบวัดแนวคิด สามารถจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนได้ดังแผนภูมิต่อไปนี้



ภาพที่ 2 แนวคิดเรื่องปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จากแผนภูมิพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 38.46 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาจะมี CO_2 และ H_2O เหลืออยู่ ซึ่งสารดังกล่าวเป็นสารผลิตภัณฑ์ เนื่องจากปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ มีแต่ปฏิกิริยาไปข้างหน้า นั่นคือสารตั้งต้นจะเปลี่ยนไปเป็นสารผลิตภัณฑ์ แล้วไม่มีการผันกลับ

ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์เนื้อหาจากคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรม อนุทินบันทึกการเรียนรู้ และบันทึกหลังการสอนของครู ที่พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนอธิบายว่าปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์เป็นปฏิกิริยาที่เกิดทิศทางเดียว คือ สารตั้งต้นเปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์ ไม่เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ คือ ปฏิกิริยาที่สารตั้งต้นมาทำปฏิกิริยากันแล้วเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ โดยผลิตภัณฑ์นั้นไม่สามารถย้อนกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้” (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ นักเรียน 2, 3, 4, 8, 13, 14, 25, 26, 32, 33, 34, 36, 37, 45, 50)

“ตัวอย่างปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ในชีวิตประจำวัน เช่น การเผาไหม้ของใบไม้ ใบไม้ถูกเผาไหม้กลายเป็นขี้เถ้า ขี้เถ้าไม่สามารถย้อนกลับมาเป็นใบไม้ได้ จึงเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดทิศทางเดียว เรียกว่าปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์” (ใบกิจกรรม หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ นักเรียน 1, 5, 12, 22, 42)

“นักเรียนสามารถอธิบายปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกได้ว่าเป็นปฏิกิริยาที่เกิดอย่างอย่างสมบูรณ์ เพราะมีการเปลี่ยนแปลงทิศทางเดียว สังเกตจากลวดแมกนีเซียมจะหมดไปและเกิดฟองแก๊สจำนวนมาก ดังสมการ $Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$” (บันทึกหลังสอน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์)

นอกจากนี้ยังพบคำตอบจากแบบวัดแนวคิดว่ามีนักเรียนอีกร้อยละ 30.77 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยนักเรียนอธิบายว่าเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาจะพบแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำแต่ไม่อธิบายเหตุผล ไม่อธิบายลักษณะของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นและไม่เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์เนื้อหาจากคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรม อนุทินบันทึกการเรียนรู้ และบันทึกหลังสอนของครู ที่พบว่านักเรียนบางส่วนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรมดังนี้

“ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์เป็นปฏิกิริยาที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปลักษณะไปจากเดิม คือ สารตั้งต้นมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นสารใหม่ที่มีสมบัติต่างไปจากสารเดิม เช่นกระดาษเมื่อเผาแล้วจะได้ขี้เถ้า ซึ่งมีรูปลักษณะที่เปลี่ยนไปจากเดิม” (ใบกิจกรรม เรื่อง ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ นักเรียน 29, 41, 42, 43, 44, 49, 52)

จะเห็นว่านักเรียนอธิบายไม่สมบูรณ์ กล่าวคือนักเรียนไม่ระบุให้ชัดเจนว่าการเปลี่ยนแปลงนี้เกิดขึ้นทิศทางเดียว ไม่สามารถย้อนกลับได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนั้นยังพบคำตอบจากแบบวัดแนวคิดว่ามีนักเรียนอีกร้อยละ 19.23 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

"เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา จะมีสาร CO_2 และ H_2O อยู่เพราะ ปฏิกิริยานี้อยู่ในภาชนะปิด สารระเหยออกไปนอกภาชนะไม่ได้" (แบบวัดแนวคิดข้อที่ 1 เรื่อง ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ นักเรียน 2, 4, 6, 8, 10, 21, 22, 31, 36, 47)

และมีนักเรียน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 11.54 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดยนักเรียนอธิบายว่าปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์เป็นปฏิกิริยาที่เกิดปฏิกิริยาครบทั้งไปข้างหน้าและย้อนกลับ ดังตัวอย่างคำตอบต่อไปนี้

"$CH_4 + O_2 \rightleftharpoons CO_2 + H_2O$ ถ้าปฏิกิริยานี้เกิดอย่างสมบูรณ์ เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาจะมีสาร CH_4 , O_2 , CO_2 และ H_2O เพราะปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์จะมีปฏิกิริยาไปข้างหน้าและย้อนกลับทำให้มีสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์เหลือในปฏิกิริยาได้" (แบบวัดแนวคิดข้อที่ 1 เรื่อง ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ นักเรียน 3, 12, 14, 18, 23, 33)

จากกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนในขั้นสรุปบทเรียน โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ พร้อมยกตัวอย่าง ผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนมากไม่สามารถเลือกใช้คำที่เหมาะสมในการอธิบายความเข้าใจของตนเองที่มีต่อปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ได้ และขาดความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการเขียนสมการเคมี รวมทั้งใช้ความเข้าใจจากความหมายของคำที่ใช้ในชีวิตประจำวันมาอธิบายปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ว่ามีครบสมบูรณ์ทั้งปฏิกิริยาไปข้างหน้าและย้อนกลับ และในอนุทินบันทึกการเรียนรู้มีนักเรียนบางส่วนเขียนในหัวข้อ "นักเรียนมีคำถามในเรื่องที่ยังไม่เข้าใจในวันนี้หรือไม่ โปรดระบุ" มีนักเรียนบางส่วนเขียนว่า "ยังไม่เข้าใจความหมายของปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ชัดเจนว่าเป็นอย่างไร อยากให้ครูสรุปให้เลย"

2. ปฏิกิริยาผันกลับได้

ผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนโดยให้ตัวแทนนักเรียนแสดงละครย้อนรอยประวัติศาสตร์การค้นพบแนวคิดเรื่องปฏิกิริยาผันกลับได้ แต่ทิ้งปัญหาไว้ให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบว่าจากข้อมูลที่นักวิทยาศาสตร์สังเกตได้ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นมีลักษณะอย่างไร เป็นปฏิกิริยาสมบูรณ์หรือไม่ อย่างไร โดยให้นักเรียนค้นหาคำตอบด้วยวิธีเดียวกับที่นักวิทยาศาสตร์ทำ คือ การปฏิบัติการทดลอง สังเกต

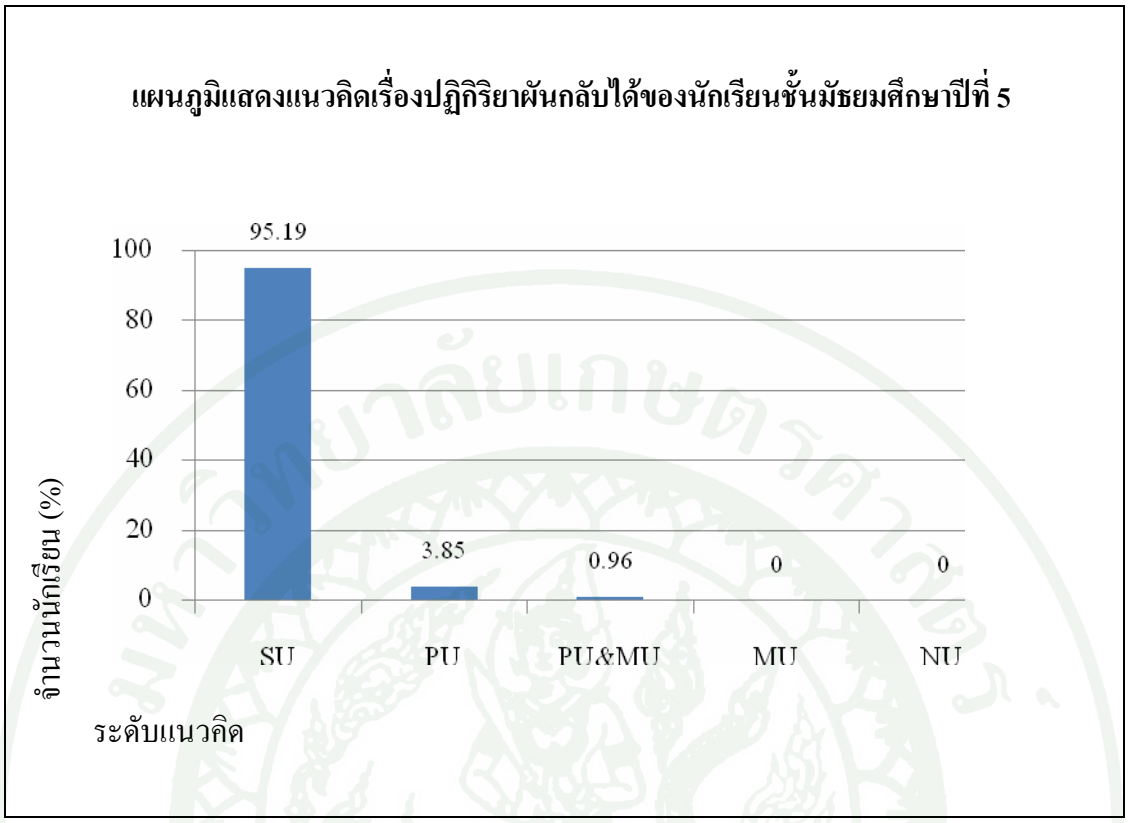
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บันทึกผลการทดลอง จัดกระทำข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย สรุปผลการทดลอง และนำเสนอข้อมูลเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น จากนั้นให้ตัวแทนกลุ่มออกมาแสดงละครตอนจบของเรื่องโดยการนำข้อค้นพบที่ได้จากการร่วมกันอภิปรายผลการทดลองมาสร้างเป็นบทละครตอนจบ และทำใบกิจกรรมประกอบด้วยรายงานการทดลอง แบบทดสอบ อนุทินบันทึกการเรียนรู้ และครูบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดโดยใช้คำถาม 2 ข้อ โดยข้อแรกใช้คำถามว่า “ปฏิกิริยาระหว่างสาร A และสาร B เกิดผลิตภัณฑ์เป็นสาร C และสาร D ถ้าปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาผันกลับได้ และ เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้ดังนี้ $A + B \rightleftharpoons C + D$ ให้นักเรียนอธิบายลักษณะของปฏิกิริยานี้” และ ข้อที่สอง กำหนดสถานการณ์ว่า “มีนักวิทยาศาสตร์ 2 คน คนที่ 1 ศึกษาการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดไฮโดรคลอริก(HCl) และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) พบว่าเมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดจะมีโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ซึ่งมีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว และน้ำ(H_2O)เกิดขึ้น คนที่ 2 ทดลองเผาจุนสี($CuSO_4.\ 5H_2O$) ในขวดปิดสนิท พบว่าผลึกสีฟ้าของจุนสีเปลี่ยนเป็นผลึกสีขาวของจุนสีสะตุ($CuSO_4$) และมีไอน้ำ(H_2O) เกิดขึ้น และเมื่อตั้งทิ้งไว้ให้เย็นจะกลายเป็นผลึกสีฟ้าของจุนสี($CuSO_4.5H_2O$) แล้วให้นักเรียนอธิบายว่านักวิทยาศาสตร์คนใดจะพบปฏิกิริยาผันกลับได้ พร้อมให้เหตุผลประกอบ”

ผลการวิเคราะห์เนื้อหาจากคำตอบของนักเรียนในแบบวัดแนวคิด โดยนำคำตอบของนักเรียนทั้งสองข้อมาจัดกลุ่มแนวคิด และหาค่าเฉลี่ยในแต่ละแนวคิดที่จัดกลุ่มได้ พบว่าสามารถจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนได้ดังแผนภูมิต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 3 แนวคิดเรื่องปฏิกิริยาผันกลับได้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จากแผนภูมิพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 95.19 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าสาร A และ B เป็นสารตั้งต้น ทำปฏิกิริยากันแล้วเปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์ คือ สาร C และ D และผลิตภัณฑ์ที่ได้สามารถเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับไปเป็นสารตั้งต้น เรียกว่าปฏิกิริยาผันกลับได้ และนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่านักวิทยาศาสตร์คนที่ 2 จะพบปฏิกิริยาที่ผันกลับได้เพราะเกิดทั้งปฏิกิริยาไปข้างหน้าและย้อนกลับ เขียนสมการได้ดังนี้ $COSO_4$. 5 $H_2O \rightleftharpoons COSO_4$. + 5 H_2O ดังตัวอย่างต่อไปนี้

“ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ คือ เมื่อสารตั้งต้นเกิดปฏิกิริยาเป็นสารผลิตภัณฑ์ สารผลิตภัณฑ์จะสามารถผันกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้ สาร A และ สาร B ทำปฏิกิริยากัน จะเกิดเป็นสาร C และ D และสาร C และ D ผสมกันเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับไปเป็นสาร A และ สาร B ได้ ซึ่งเกิดขึ้นได้ในระบบปิด” (แบบวัดแนวคิดข้อที่ 2 นักเรียน 2, 31, 32, 45)”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ คือ จะต้องมีปฏิกิริยาไปข้างหน้า (A + B → C + D) และมีปฏิกิริยาย้อนกลับ (C + D →A + B) หรือ A + B ⇌ C + D ” (แบบวัดแนวคิดข้อที่ 2 นักเรียน 35, 37, 38, 48, 49)

“นักวิทยาศาสตร์คนที่ 2 พบปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ เพราะ มีการผันกลับของสารผลิตภัณฑ์ไปเป็นสารตั้งต้น คือ มีทั้งปฏิกิริยาไปข้างหน้า และมีปฏิกิริยาย้อนกลับ ดังนี้ $COSO_4.5H_2O$ ⇌ $COSO_4.+ 5\ H_2O$” (แบบวัดแนวคิดข้อที่ 3 นักเรียน 6, 18, 20, 27, 35, 37, 39, 47)

“นักวิทยาศาสตร์คนที่ 2 เนื่องจากการทดลองของเขาผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นกลับกลายเป็นสารตั้งต้นได้อีกครั้ง แสดงว่าเป็นปฏิกิริยาผันกลับ” (แบบวัดแนวคิดข้อที่ 3 นักเรียน 2, 8, 10, 17, 18, 23, 24, 28, 32, 34, 40, 42, 52)

ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรม เรื่อง ปฏิกิริยาผันกลับได้ โดยให้นักเรียนตอบคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด คือ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อเผา $CaCO_3$ ในภาชนะปิด พบว่าเมื่อปล่อยให้ปฏิกิริยาดำเนินไปจะมีของแข็งสีขาว และแก๊สเกิดขึ้น เมื่อนำของแข็งสีขาวไปทดสอบพบว่ามีทั้ง $CaCO_3$ และCaO ส่วนแก๊สที่เกิดขึ้นเมื่อนำไปตรวจสอบพบว่าเป็น CO_2 ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาผันกลับได้หรือไม่ เพราะอะไร เขียนสมการได้อย่างไร ปฏิกิริยาไปข้างหน้าคืออะไร เขียนสมการได้อย่างไร ปฏิกิริยาย้อนกลับ คืออะไร เขียนสมการได้อย่างไร พบว่านักเรียนใหญ่ตอบคำถามได้ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

“เป็นปฏิกิริยาผันกลับได้ เพราะ มีทั้งปฏิกิริยาไปข้างหน้า คือ สารตั้งต้นเปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์ สมการ คือ $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$ และมีปฏิกิริยาย้อนกลับ คือ สารผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไปเป็นสารตั้งต้น สมการ คือ $CaO + CO_2 \rightarrow CaCO_3$ ดังนั้นจึงเป็นปฏิกิริยาผันกลับได้ เขียนสมการได้ดังนี้ $CaCO_3 \rightleftharpoons CaO + CO_2$ ” (ใบกิจกรรม เรื่อง ปฏิกิริยาผันกลับได้ นักเรียน 1, 7, 13, 18, 19, 22, 24, 37, 39, 48, 49, 50)

และสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์อนุทินบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน และบันทึกหลังการสอนของครู ดังตัวอย่างอนุทินบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนต่อไปนี้

“ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ คือ ปฏิกิริยาที่สารผลิตภัณฑ์สามารถผันกลับไปเป็นสารตั้งต้นได้ (ปฏิกิริยาไม่สมบูรณ์) แต่ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ คือ ปฏิกิริยาที่สารผลิตภัณฑ์ไม่สามารถ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กลับไปเป็นสารตั้งต้นได้” (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ปฏิกิริยาผันกลับได้ นักเรียน 4, 12, 14, 33)

“ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ คือ ปฏิกิริยาที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยากันได้ผลิตภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์ทำปฏิกิริยากันกลับเป็นสารตั้งต้น ภายในระบบยังคงมีทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ และมีทั้งการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และปฏิกิริยาย้อนกลับ” (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ปฏิกิริยาผันกลับได้ นักเรียน 8, 39, 52)

อย่างไรก็ตามยังพบนักเรียนร้อยละ 3.85 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยนักเรียนอธิบายว่านักวิทยาศาสตร์คนที่ 2 จะพบปฏิกิริยาผันกลับได้ เพราะได้สารตัวเดิม แสดงว่าผันกลับได้ แต่นักเรียนไม่อธิบายลักษณะของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น และมีนักเรียนร้อยละ 0.96 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนอธิบายได้ว่าปฏิกิริยาผันกลับได้มีทั้งปฏิกิริยาไปข้างหน้าและปฏิกิริยาย้อนกลับเกิดขึ้นพร้อมกัน แต่อธิบายเพิ่มเติมว่าปฏิกิริยาจะผันกลับได้เมื่อเติมสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์เข้าไปในปฏิกิริยา ได้แก่คำตอบของนักเรียนในแบบวัดแนวคิดต่อไปนี้

“นักวิทยาศาสตร์คนที่ 2 จะพบปฏิกิริยาผันกลับได้ เพราะได้สารตัวเดิม แสดงว่าผันกลับได้” (แบบวัดแนวคิดข้อที่3 นักเรียน 6, 14, 31, 33)

“เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นไปข้างหน้าและกลับมาเป็นสารตั้งต้นเดิมได้อีกเมื่อเติมสารเพิ่มลงไป ” (แบบวัดแนวคิดข้อที่ 2 นักเรียน 24)

อีกทั้งในอนุทินบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนที่ร่วมแสดงละครบอกว่า “การเล่นละครทำให้เขามองเห็นปัญหาที่ต้องการหาคำตอบจากการจัดการเรียนรู้ในวันนี้ และช่วยให้เรียนเข้าใจมากขึ้น” และนักเรียนที่เป็นผู้ดูบอกว่า “สนุกมาก ทำให้อยากเรียน อยากรู้ว่าตอนจบจะเป็นอย่างไร แต่อยากให้สมจริงมากกว่านี้”

3. สมดุลไดนามิก

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนเขียนสิ่งที่รู้แล้วเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของน้ำ จากนั้นให้นักเรียนชมคลิปวีดีโอแสดงการเปลี่ยนแปลงในระดับโมเลกุลในการหลอมเหลวของก้อนน้ำแข็ง เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมและให้นักเรียนทุกคนเกิดมุมมองเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

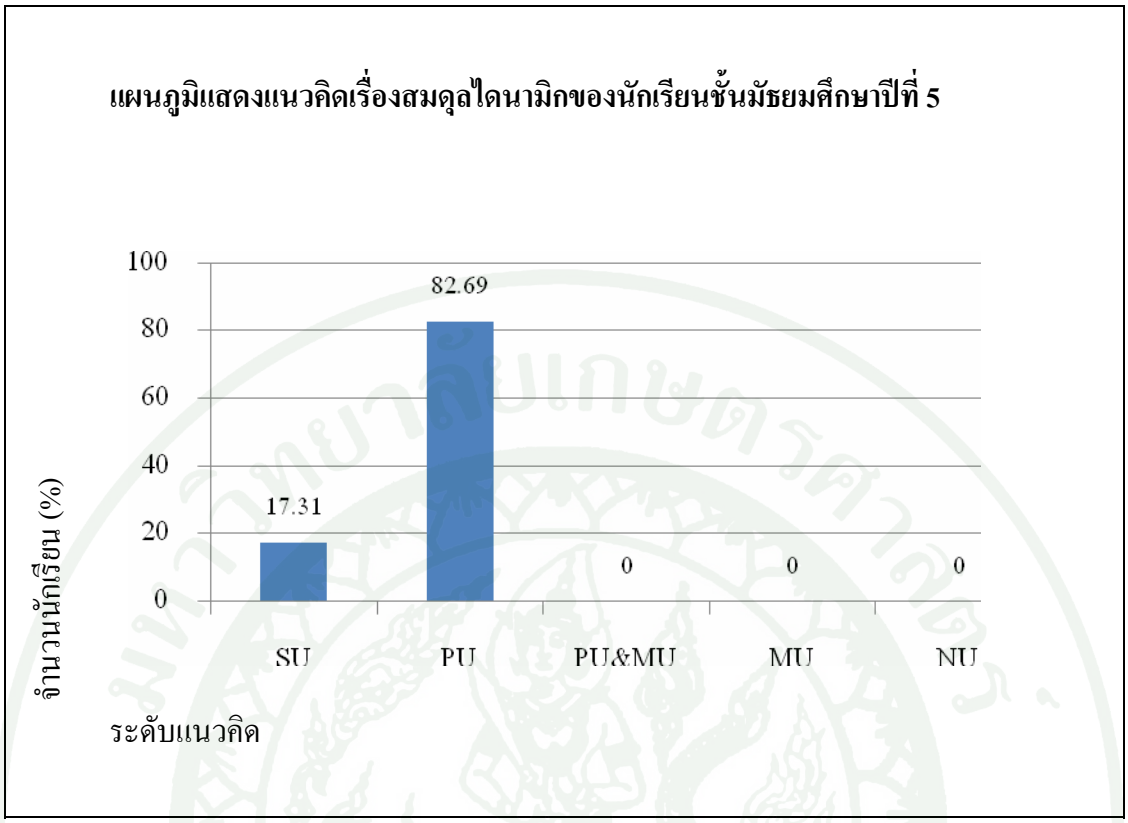
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ของสารในระดับโมเลกุล จากนั้นให้นักเรียนศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในการระเหยของน้ำและในสารละลายอิ่มตัวของโซเดียมคลอไรด์ โดยใช้คำถามกระตุ้นความคิด เช่น “เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรกับน้ำในภาชะที่เปิดฝาและปิดฝา” “ทำไมปริมาตรน้ำในภาชะที่ปิดฝาจึงคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงทั้งๆที่เวลาผ่านไปเรื่อยๆ” “นักเรียนคิดว่ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นหรือไม่ ขณะที่น้ำมีปริมาตรคงที่” ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ร่วมกับการทำใบกิจกรรม จากนั้นให้นักเรียนชมคลิปวีดีโอแสดงการระเหยของน้ำจนกระทั่งเข้าสู่ภาวะสมดุลไดนามิก และภาวะสมดุลในสารละลายอิ่มตัวของโซเดียมคลอไรด์ ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยใบกิจกรรม ครูนำเรื่องราวเกี่ยวกับประวัติศาสตร์ของเคมี เรื่อง Molecular Dynamics in Chemical Equilibrium มานำเสนอเพื่อเชื่อมโยงว่าสิ่งที่นักเรียนคิดสอดคล้องหรือไม่ อย่างไรกับการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนเขียนอนุทินบันทึกการเรียนรู้ และครูบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดโดยใช้คำถาม 2 ข้อ โดยข้อแรกใช้คำถามว่า “นักเรียนคนหนึ่งศึกษาการระเหยของของเหลวในภาชนะเปิดและปิด ที่อุณหภูมิและความดันคงที่ เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่ง เขาพบว่า ภาชนะ ก ซึ่งเป็นภาชนะเปิดปริมาณของน้ำลดลง ภาชนะ ข ซึ่งเป็นภาชนะปิดปริมาณของน้ำคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง นักเรียนคิดว่าการเปลี่ยนแปลงในภาชนะใดที่เกิดสมดุลไดนามิก จงอธิบายลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นพร้อมทั้งให้เหตุผลและวาดภาพประกอบ” และข้อที่สองใช้คำถามว่า “สมบัติของระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลไดนามิก เป็นอย่างไร”

ผลการวิเคราะห์เนื้อหาจากคำตอบของนักเรียนในแบบวัดแนวคิด โดยนำคำตอบของนักเรียนทั้งสองข้อมาจัดกลุ่มแนวคิด และหาค่าเฉลี่ยในแต่ละแนวคิดที่จัดกลุ่มได้ พบว่าสามารถจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนได้ดังแผนภูมิต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 4 แนวคิดเรื่องสมดุลไดนามิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จากแผนภูมิพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 82.69 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยนักเรียนอธิบายว่า ภาชนะ ข เกิดสมดุลไดนามิก เพราะของเหลว(H_2O)จะระเหยกลายเป็นไอ ไอบางส่วนจะควบแน่นกลับมาเป็นของเหลว(H_2O)เช่นเดิม เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบผันกลับได้ด้วยอัตราที่เท่ากัน ทำให้ปริมาณน้ำคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็น สมดุลไดนามิก สมบัติของระบบที่ภาวะสมดุล คือ เกิดในระบบปิด เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบผันกลับได้ด้วยอัตราที่เท่ากัน จะเห็นว่านักเรียนไม่กล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้นเกิดขึ้นตลอดเวลา ดังตัวอย่างคำตอบในแบบวัดแนวคิดของนักเรียนต่อไปนี้

“ภาชนะ ข เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบสมดุลไดนามิก น้ำในภาชนะปิดจะเกิดการระเหยเป็นไอน้ำ และไอน้ำเกิดการควบแน่นกลับไปเป็นน้ำอีกครั้ง” (แบบวัดแนวคิดข้อที่ 4 เรื่อง ภาวะสมดุลไดนามิก นักเรียน 5, 14, 20, 26, 39, 41, 50)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 5 ประกอบการตอบคำถามในแบบวัดแนวคิดข้อที่ 4 เรื่อง ภาวะสมดุลไดนามิก นักเรียน 5, 39)

"สมบัติของระบบที่ภาวะสมดุลไดนามิก คือ เกิดปฏิกิริยาผันกลับได้ในระบบปิด และสมบัติของระบบคงที่" (แบบวัดแนวคิดข้อที่ 5 เรื่อง ภาวะสมดุลไดนามิก นักเรียน 1, 5, 13, 33, 37)

ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์อนุทินบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ที่พบว่านักเรียนอธิบายภาวะสมดุลไดนามิกไม่ครบถ้วนตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ดังตัวอย่างอนุทินต่อไปนี้

"สมดุลไดนามิกเกิดในระบบปิด มีการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและย้อนกลับด้วยอัตราเร็วเท่ากัน จึงทำให้มีสมบัติคงที่" (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยที่ 3 เรื่อง ภาวะสมดุลไดนามิก นักเรียน 8, 9, 10, 12, 23, 25, 29, 30, 38, 44)

และสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ใบกิจกรรมของนักเรียนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบแก้ไขถ้าพบข้อมูลใหม่ที่เชื่อถือได้มากกว่าก่อนส่งใบกิจกรรมหลังจากเรียนจบหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 พบว่านักเรียนมีแนวคิดหลากหลายและพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยใบกิจกรรมที่ 3.1 เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล นักเรียนจะได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการระเหยของน้ำในกล่องที่ปิดฝา ที่เวลาต่างๆ กัน และการละลายของโซเดียมคลอไรด์ในสารละลายที่อิ่มตัว แล้วเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดและร่วมกันอภิปรายถึงการเปลี่ยนแปลงของสารเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจ เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล จากนั้นให้นักเรียนชมคลิปวีดีโอการเปลี่ยนแปลงของสารที่ภาวะสมดุล แล้วให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง สมดุลไดนามิก โดยให้นักเรียนบอกความหมายของภาวะสมดุลไดนามิก และเลือกระบบที่กำหนดให้ว่าระบบใดอยู่ในภาวะสมดุลไดนามิก พร้อมอธิบายเหตุผล ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“การระเหยของน้ำจะเกิดภาวะสมดุล คือ น้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้ากลายเป็นไอ และไอเกิดการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับกลายเป็นน้ำใหม่อีกครั้ง ซึ่งเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงไปเรื่อยๆ จะคงที่ แสดงว่าของเหลวและไออยู่ในภาวะสมดุล (ปฏิกิริยาไปข้างหน้า = ปฏิกิริยาย้อนกลับ)” (ใบกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล นักเรียน 7, 34, 46, 50)

“เมื่อสารละลายอิ่มตัวของโซเดียมคลอไรด์เข้าสู่ภาวะสมดุลจะยังมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น โดยโซเดียมคลอไรด์จะละลายน้ำ จากนั้นไอออนก็จะตกผลึก แล้วปฏิกิริยาก็สามารถกลับไปกลับมาได้ คือมีทั้งปฏิกิริยาย้อนกลับและปฏิกิริยาไปข้างหน้าด้วย” (ใบกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล นักเรียน 6, 12, 22, 30, 44)

“สมดุลไดนามิก หมายถึง สภาวะสมดุลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงไปและกลับเท่ากัน ทำให้โดยรวมปริมาณสารในระบบคงตัว แต่ไม่ใช่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง เช่น สมดุล(ไดนามิก) ของสาร A กับสารB คือ A เปลี่ยนเป็น B และ B ก็เปลี่ยนเป็น A ในอัตราที่เท่ากัน ทำให้ปริมาณทั้งสาร A และ B คงที่” (ใบกิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง สมดุลไดนามิก นักเรียน 1, 5, 12, 22, 42)

“ระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลไดนามิกจะมีลักษณะ คือ มีการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและย้อนกลับด้วยอัตราเร็วเท่ากัน สมบัติคงที่” (ใบกิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง สมดุลไดนามิก นักเรียน 6, 9, 18, 20, 35, 48)

จะเห็นว่านักเรียนอธิบายได้ไม่สมบูรณ์ กล่าวคือ ส่วนมากนักเรียนจะอธิบายว่าสมดุลไดนามิกเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ อัตราการเปลี่ยนแปลงเท่ากัน สมบัติของระบบคงที่ แต่ไม่อธิบายว่าการเปลี่ยนแปลงนี้ต้องเกิดขึ้นตลอดเวลา ในระบบปิด

นอกจากนั้นแล้วในการวิเคราะห์เนื้อหาจากคำตอบในแบบวัดแนวคิด ของนักเรียน พบว่านักเรียนร้อยละ 17.31 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนอธิบายว่า ภาชนะ ข เกิดสมดุลไดนามิก เพราะอยู่ในระบบปิด ปริมาณของน้ำคงที่ นั่นก็คือ จะมีการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและมีการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ ด้วยอัตราที่เท่ากัน และเกิดการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทำให้เห็นปริมาณน้ำคงที่ และ นักเรียนอธิบายว่า สมบัติของระบบที่ภาวะสมดุล คือ เกิดในระบบปิด เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบผันกลับได้ด้วยอัตราที่เท่ากัน เกิดการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา และมีปริมาณ ความเข้มข้น สี คงที่ ดังตัวอย่างคำตอบในแบบวัดแนวคิดของนักเรียนต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“ภาชนะ ข เกิดสมดุลไดนามิก เพราะการเปลี่ยนแปลงของน้ำในภาชนะที่ปิดฝา ปริมาณน้ำจะคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง น้ำจะระเหยเป็นไอน้ำ ไอน้ำไม่ระเหยออกนอกภาชนะเพราะถูกปิดอยู่ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและย้อนกลับตลอดเวลา ” (แบบวัดแนวคิดข้อที่ 4 เรื่อง ภาวะสมดุลไดนามิก นักเรียน 12, 19, 48)

“สมบัติของระบบที่ภาวะสมดุลไดนามิก คือ อยู่ในระบบปิด เกิดปฏิกิริยาผันกลับได้ เกิดการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา มีปริมาณสาร ความเข้มข้น สีคงที่” (แบบวัดแนวคิดข้อที่ 5 เรื่อง ภาวะสมดุลไดนามิก นักเรียน 3, 32)

ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนในอนุทินบันทึกการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และบันทึกหลังการสอนของครู ที่พบมีว่านักเรียนส่วนน้อยที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างอนุทินบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนต่อไปนี้

“สมดุลไดนามิก เป็นภาวะสมดุลที่ระบบไม่หยุดนิ่ง สารในระบบยังคงมีการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและย้อนกลับเกิดขึ้นตลอดเวลา ซึ่งต้องเกิดในระบบปิด เป็นปฏิกิริยาผันกลับได้ ณ ภาวะสมดุลสมบัติของระบบจะคงที่” (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยที่ 3 เรื่อง สมดุลไดนามิก นักเรียน 2 7, 19, 20, 26)

4. ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนดูภาพ 2 ภาพ เปรียบเทียบกัน ภาพหนึ่งเป็นภาวะสมดุลแล้วหยุดนิ่ง อีกภาพเป็นภาวะสมดุลไดนามิก แล้วใช้คำถามกระตุ้นความคิด เช่น “นักเรียนสังเกตเห็นอะไรในภาพ 2 ภาพนี้” “นักเรียนคิดว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในภาพเหมือนหรือต่างกันอย่างไร” “นักเรียนคิดว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาผันกลับได้จะมีลักษณะคล้ายกับภาพใด เพราะเหตุใด” จากนั้นให้นักเรียนทำการทดลองศึกษาภาวะสมดุลของปฏิกิริยา $2\ Fe^{3+}(aq) + 2\ I^{-}(aq) \rightleftharpoons 2\ Fe^{2+}(aq) + I_2\ (aq)$ โดยใช้คำถามกระตุ้นให้คิดว่า “ถ้าปฏิกิริยานี้เข้าสู่ภาวะสมดุลได้ จะพบสารใดในปฏิกิริยา และมีวิธีตรวจสอบอย่างไร” แล้วให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น ปฏิบัติการทดลอง สังเกตบันทึกผลการทดลอง จัดกระทำข้อมูล วิเคราะห์อภิปรายและสรุปร่วมกัน จากนั้นให้นักเรียนคิดต่อไปอีกว่า “ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมีมีลักษณะอย่างไร” ให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น จากนั้นให้นักเรียนอ่านบทความสั้นๆ ในประวัติศาสตร์ของเคมีเกี่ยวกับการพัฒนาแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์จากเดิมที่เคยคิดว่าเมื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลแล้วปฏิกิริยาจะหยุดนิ่งมาเป็นกระบวนทัศน์ใหม่คือภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมีเป็นภาวะสมดุลไดนามิก พร้อมกับขยายมุมมองแนวคิดเรื่องนี้โดยให้นักเรียนชมคลิปวีดีโอภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี และร่วมกันอภิปรายเพื่อ

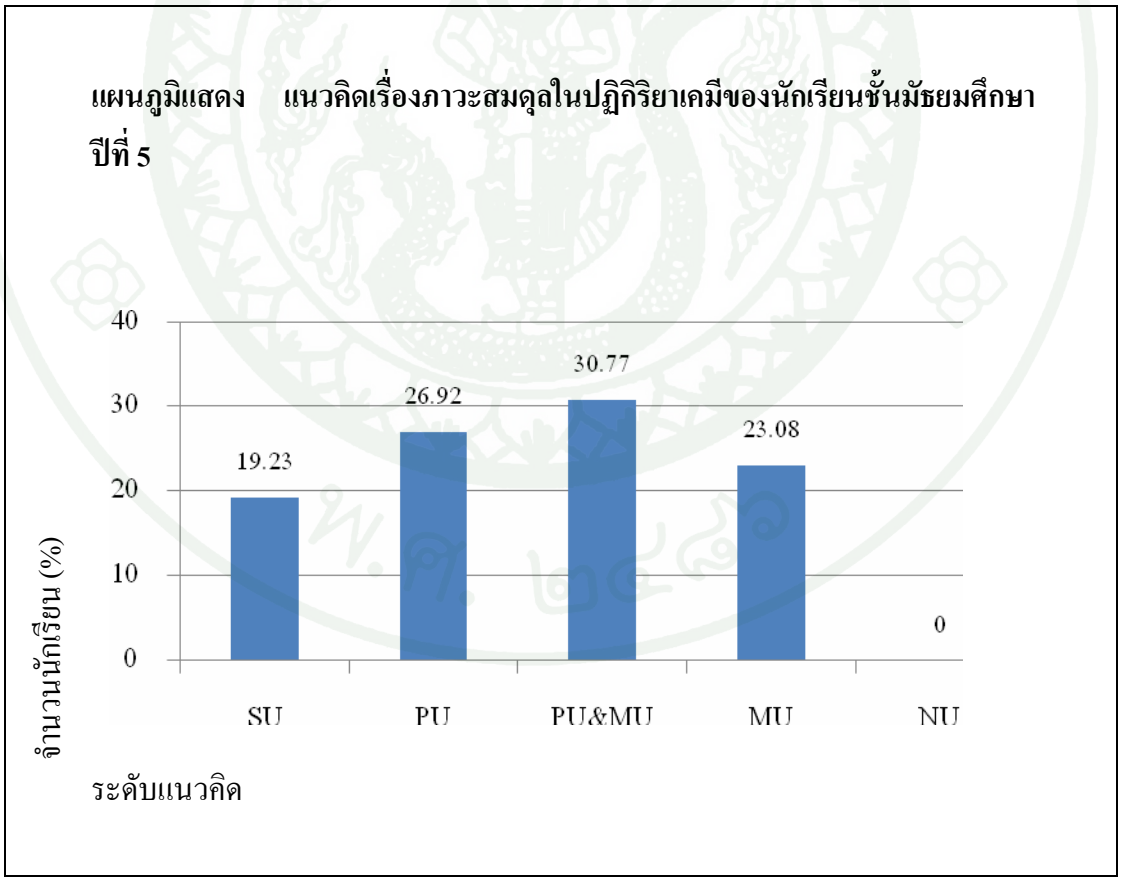
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุป โดยทำใบกิจกรรม ประกอบด้วยรายงานการทดลอง แบบทดสอบ รวมทั้งอนุทินบันทึกการเรียนรู้ และครูบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดโดยกำหนดให้นักเรียนพิจารณาปฏิกิริยาการสลายตัวของแก๊สไดไนโตรเจนเตตระออกไซด์ (N_2O_4) 8 โมเลกุล ในขวดที่ปิดสนิทเป็นดังสมการ $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2\ NO_2(g)$ (แก๊ส N_2O_4 ไม่มีสี ส่วนแก๊ส NO_2 สีน้ำตาลแดง) ให้นักเรียนระบุจำนวนโมเลกุลของสาร วาดภาพ และระบายสี เพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงของสารในระบบในแต่ละช่วงเวลาที่ปฏิกิริยาดำเนินไป (ตั้งแต่ วินาทีที่ 0 วินาทีที่ 10 วินาทีที่ 30 จนเข้าสู่ภาวะสมดุลที่วินาทีที่ 40 ถึง วินาทีที่ 60) พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

ผลการวิเคราะห์เนื้อหาจากคำตอบของนักเรียนในแบบวัดแนวคิด สามารถจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนได้ดังแผนภูมิต่อไปนี้

แผนภูมิแสดง แนวคิดเรื่องภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



ภาพที่ 6 แนวคิดเรื่องภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากแผนภูมิพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 30.77 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าเมื่อให้สารตั้งต้นทำปฏิกิริยากันเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งเมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่ง ปริมาณของสารตั้งต้นจะลดลงปริมาณผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้นจนกระทั่งอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับมีค่าเท่ากัน ทำให้ความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์และสารตั้งต้นคงที่ แต่นักเรียนระบุจำนวนโมเลกุลของสารที่เปลี่ยนแปลงไปไม่ถูกต้องกล่าวคือนักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับปริมาณสารสัมพันธ์ ดังตัวอย่างคำตอบส่วนใหญ่ของนักเรียนในแบบวัดแนวคิดต่อไปนี้

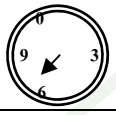
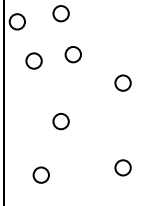
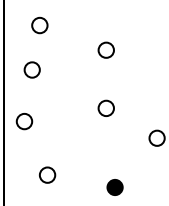
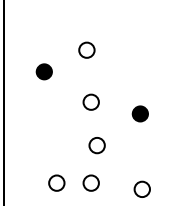
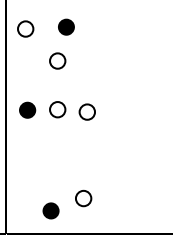
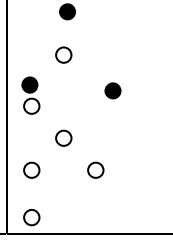
แบบวัดแนวคิดข้อที่ 6

6. ปฏิกิริยาการสลายตัวของแก๊สไดไนโตรเจนเตตระออกไซด์ (N_2O_4) 8 โมเลกุล ในขวดที่ปิดสนิทเป็นดังสมการ

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

(ไม่มีสี) (สีน้ำตาลแดง)

ให้นักเรียนระบุจำนวนโมเลกุลของสาร วาดภาพ และระบายสี เพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงของสารในระบบในแต่ละช่วงเวลาที่ปฏิกิริยาดำเนินไป พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ ในตารางต่อไปนี้

	เวลาที่ปฏิกิริยาดำเนินไป				
ข้อคำถาม					
1.ระบุความเข้มข้น (mol/dm^3)					
N_2O_4	8	7	6	5	5
NO_2	0	(1)	(2)	(3)	(3)
วาดภาพ ○ **N_2O_4** 1 mol/dm^3 ● **NO_2** 1 mol/dm^3					

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระบายสี	(ไม่มีสี)	(เริ่มมีสีน้ำตาลแดงจางๆ)	(สีน้ำตาลแดงเริ่มชัดขึ้น)	(สีน้ำตาลแดง)	(สีน้ำตาลแดง)
เขียนอธิบายเหตุผล	(ที่เวลานี้ยังไม่เกิดปฏิกิริยา มีแต่สารตั้งต้นที่ไม่มีสี)	(เริ่มเกิดปฏิกิริยา N_2O_4 ลดลง และมี NO_2 เกิดขึ้น เริ่มมีสีน้ำตาลแดงจางๆ)	(N_2O_4 สลายตัวมากขึ้นและเกิด NO_2 มากขึ้น สีน้ำตาลแดงชัดขึ้น)	(ปฏิกิริยาเกิดมากขึ้นจนเข้าสู่ภาวะสมดุล คืออัตราการสลายตัวของ N_2O_4 เท่ากับอัตราเกิด NO_2)	(ที่ภาวะสมดุลจำนวนของสารจะคงที่ เพราะเกิดการเปลี่ยนแปลงในอัตราที่เท่ากัน)

ภาพที่ 7 แบบวัดแนวคิดเรื่องภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี

ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์เนื้อหาจากคำตอบในใบกิจกรรม อนุทินบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน และบันทึกหลังการสอนของครู ที่พบว่านักเรียนส่วนมากมีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรมต่อไปนี้

“เมื่อเผาแคลเซียมคาร์บอเนตในภาชนะเปิดไม่อยู่ในภาวะสมดุลเพราะ เมื่อเผาแคลเซียมคาร์บอเนตจะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และแก๊สนี้จะลอยออกจากภาชนะไม่สามารถกลับมาเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตได้ ดังสมการ $CaCO_3 \rightarrow CO_2(g)$ ” (ใบกิจกรรมที่ 4.3 เรื่อง ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี นักเรียน 4, 6, 7, 9, 10, 14, 25, 28, 43)

“เมื่อเผาแคลเซียมคาร์บอเนตในภาชนะปิด จะเกิดภาวะสมดุลเพราะ เมื่อเผาแคลเซียมคาร์บอเนตจะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และแก๊สนี้จะลอยออกไปไม่ได้ จึงเกิดการรวมตัวกันกลับมาเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตได้ จากการทดลองนี้เป็นปฏิกิริยาผันกลับได้และมีปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับปฏิกิริยาย้อนกลับ จึงอยู่ในภาวะสมดุล เขียนสมการได้ $CaCO_3 \rightleftharpoons CO_2$” (ใบกิจกรรมที่ 4.3 เรื่อง ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี นักเรียน 3, 9, 12, 27, 40, 46, 51)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมีมีลักษณะ คือ เกิดในระบบปิด เป็นปฏิกิริยาผันกลับได้ ปริมาณสารเท่ากัน” (ใบกิจกรรมที่ 4.3 เรื่อง ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี นักเรียน 32, 44, 49, 50)

จากคำตอบนี้จะเห็นว่านักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนและมีแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน เพราะในการเผาแคลเซียมคาร์บอเนตจะเกิดคาร์บอนไดออกไซด์ และแคลเซียมออกไซด์จึงจะรวมตัวกันย้อนกลับมาเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตได้ ดังสมการ $CaCO_3 \rightleftharpoons CO_2 + CaO$ และภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมีปริมาณสารอาจจะเท่ากันหรือไม่ก็ได้ แต่ปริมาณสารจะคงที่ เพราะที่ภาวะสมดุลอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ

และจากการวิเคราะห์คำตอบในแบบวัดแนวคิดพบว่ามีนักเรียนร้อยละ 23.08 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดยระบุจำนวนโมลของสารที่เปลี่ยนแปลงไปไม่ถูกต้อง และอธิบายว่าที่ภาวะสมดุลความเข้มข้นของสารตั้งต้นจะมีค่าเท่ากับผลิตภัณฑ์ หรือปฏิกิริยาจะเข้าสู่ภาวะสมดุลได้เมื่อมีการเติมผลิตภัณฑ์ หรือเมื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลผลิตภัณฑ์จะมากขึ้นและลดลงเรื่อยๆเมื่อเวลาผ่านไป ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่มีความเข้าใจเกี่ยวกับภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี

อย่างไรก็ตามพบว่านักเรียนร้อยละ 19.23 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์และร้อยละ 26.92 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์เนื้อหาจากคำตอบในใบกิจกรรม อนุทินบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน และบันทึกหลังการสอนของครู ที่พบว่ามีนักเรียนแค่ส่วนน้อยที่ตอบคำถามได้ถูกต้อง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรมต่อไปนี้

“ตามความเข้าใจของผม ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี คือ สารตั้งต้นเกิดปฏิกิริยาได้สารตัวใหม่คือผลิตภัณฑ์ และจะผันกลับมาเป็นสารตั้งต้นเกิดปฏิกิริยาแบบผันกลับได้ โดยอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะใช้สัญลักษณ์ $\rightleftharpoons$ ” (ใบกิจกรรมที่ 4.3 เรื่อง ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี นักเรียน 40)

และสรุปผลการทดลองในใบกิจกรรมที่ 4.2 เรื่อง การทดสอบภาวะสมดุลระหว่าง Fe^{3+} กับ Fe^{2+} ของนักเรียนกลุ่มที่ 8 (นักเรียน 40, 41, 42, 43, 44, 51 และ 52) ที่พบว่านักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง ดังนี้

“สรุปผลการทดลอง พบว่า Fe^{3+} ทำปฏิกิริยากับ I_2 ได้ผลิตภัณฑ์เป็น Fe^{2+} และ I^- ยังพบว่ามี Fe^{3+} เหลืออยู่ในระบบด้วย ทั้งๆ ที่ ใช้ปริมาณของ I_2 มากเกินพอ แสดงว่า Fe^{3+} น่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เกิดจากปฏิกิริยาย้อนกลับระหว่าง Fe^{2+} และ I^- และผลการทดลองที่ 2 ยืนยันว่า Fe^{2+} และ I^- ทำปฏิกิริยากับ ได้จริง จึงสรุปได้ว่าปฏิกิริยาระหว่าง Fe^{3+} กับ I_2 เป็นปฏิกิริยาผันกลับได้และเป็นสมดุลไดนามิก เพราะเกิดการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลามีปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับปฏิกิริยาย้อนกลับ ระบบจะเข้าสู่ภาวะสมดุล สังเกตได้จากสีของระบบคงที่ เขียนสมการได้ดังนี้ $Fe^{3+} + I_2 \rightleftharpoons Fe^{2+} + 2\ I^-$"

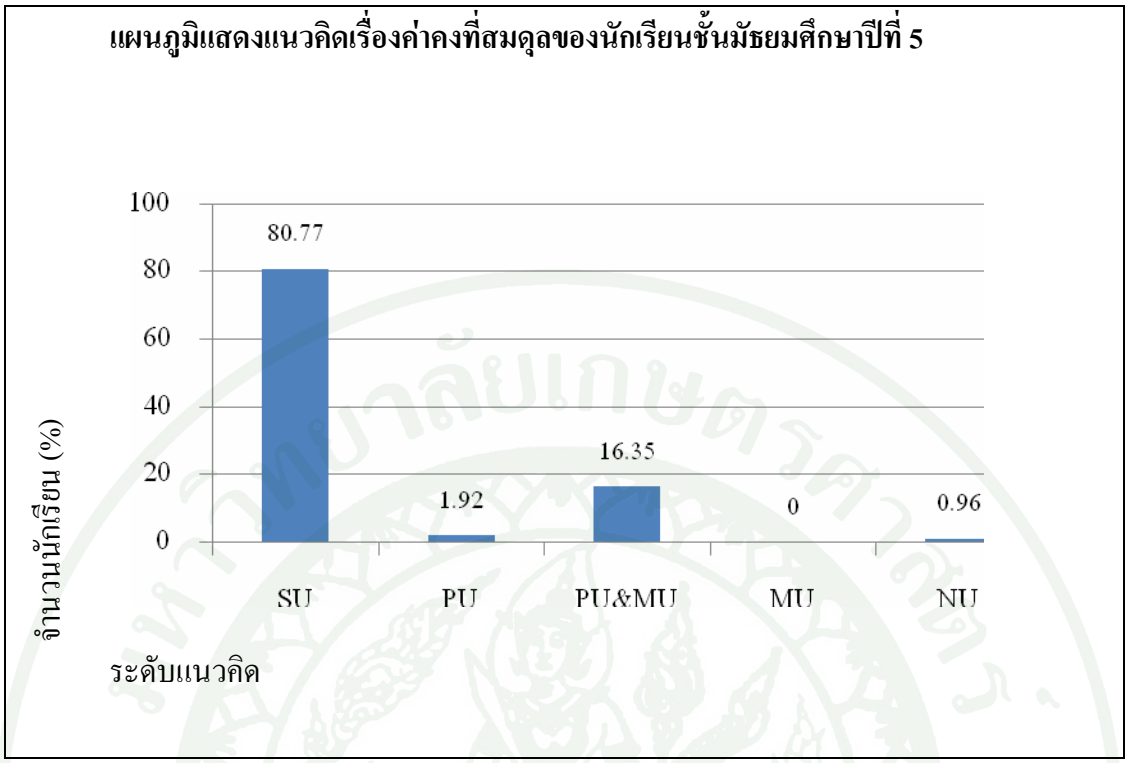
5. ค่าคงที่สมดุล

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนศึกษาภาพจำลองการเกิดปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สไอโอดีน เกิดแก๊สไฮโดรเจนไอโอไดด์ โดยให้แต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นและตอบคำถามในใบกิจกรรม เช่น "ขณะเกิดปฏิกิริยาความเข้มข้นของสารเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร" "ความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุลเป็นอย่างไร" จากนั้นให้นักเรียนศึกษากฎของแมสแอคชัน จากนั้นใช้คำถามกระตุ้นความคิดว่า "จากกฎของแมสแอคชัน อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับของปฏิกิริยานี้หาได้อย่างไร" "ที่ภาวะสมดุลของปฏิกิริยานี้อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับเป็นอย่างไร" "ถ้าให้นักเรียนสร้างสมการทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์นี้ นักเรียนจะสร้างสมการอย่างไร" "นักเรียนคิดว่าค่าคงที่ที่เกิดขึ้นนี้ควรเรียกว่าอะไร" "ค่าคงที่สมดุลคืออะไร" จากนั้นให้นักเรียนคำนวณหาค่าคงที่สมดุลเพิ่มเติมโดยการทำใบกิจกรรม เขียนอนุทินบันทึกการเรียนรู้ และครูบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดโดยใช้คำถาม 4 ข้อ ข้อแรกให้นักเรียนเขียนค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่อไปนี้ $BiCl_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons BiOCl(s) + 2\ HCl(aq)$ พร้อมทั้งอธิบายหลักการเขียนค่าคงที่สมดุลโดยละเอียด ข้อที่สองให้แสดงวิธีหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาที่เกิดจากการรวมกันของปฏิกิริยาย่อย ข้อที่สามให้อธิบายว่าภาพแสดงอัตราส่วนความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ณ ภาวะสมดุล ภาพใดที่มีความเป็นไปได้ว่าค่าคงที่สมดุลจะมีค่ามากกว่า 1 พร้อมให้เหตุผล และข้อที่สี่ให้แสดงวิธีคำนวณหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา $2NO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + O_2(g)$ เมื่อนำ NO(g) มา 2 โมล บรรจุลงในภาชนะ ขนาด 1 ลิตร ที่อุณหภูมิ 25 ^{0}c ที่ภาวะสมดุลพบว่า แก๊ส NO สลายตัวไป 0.4 mol/dm^3

ผลการวิเคราะห์เนื้อหาจากคำตอบของนักเรียนในแบบวัดแนวคิด โดยนำคำตอบของนักเรียนทั้งสองข้อมาจัดกลุ่มแนวคิด และหาค่าเฉลี่ยในแต่ละแนวคิดที่จัดกลุ่มได้ พบว่าสามารถจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนได้ดังแผนภูมิต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 8 แนวคิดเรื่องค่าคงที่สมดุลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จากแผนภูมิพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 80.77 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนอธิบายว่า ค่าคงที่สมดุลเขียนได้ดังนี้ $K = [HCl]^2 / [BiCl_3]$ เพราะค่าคงที่สมดุล เกิดจากการนำความเข้มข้นที่ภาวะสมดุลของผลิตภัณฑ์คูณกัน โดยยกกำลังด้วยจำนวนโมลของสารแต่ละชนิด แล้วหารด้วยความเข้มข้นของสารตั้งต้นคูณกัน โดยยกกำลังด้วยจำนวนโมลของสารแต่ละชนิด แต่ถ้าเป็นของแข็งหรือของเหลวจะไม่นำมาคิด และถ้าอัตราส่วนความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์มากกว่าสารตั้งต้นค่าคงที่สมดุลจะมีค่ามากกว่า 1 ดังตัวอย่างต่อไปนี้

“ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา $BiCl_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons BiOCl(s) + 2\ HCl(aq)$ คือ $K = [HCl]^2/[BiCl_3]$ เพราะ ค่าคงที่สมดุล หาจากการนำความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์คูณกันแล้วยกกำลังด้วยโมลของผลิตภัณฑ์นั้นๆ แล้วหารด้วยความเข้มข้นของสารตั้งต้นคูณกันแล้วยกกำลังด้วยโมลสารตั้งต้นนั้น แต่ถ้าเป็นของแข็งหรือของเหลวบริสุทธิ์ จะไม่นำมาคิด และค่า K ไม่มีหน่วย” (แบบวัดแนวคิดข้อที่ 7 เรื่อง ค่าคงที่สมดุล นักเรียน 2, 4, 8, 11, 12, 18, 21, 36, 40, 44, 45, 46, 47)

“ คำถามในแบบวัดแนวคิดข้อที่ 8

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กำหนดค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา ที่ 25 ^{0}c ดังนี้

ปฏิกิริยาที่ 1 $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g)$; $K_1 = a$

ปฏิกิริยาที่ 2 $B(g) + D(g) \rightleftharpoons E(g)$; $K_2 = b$

ปฏิกิริยาที่ 3 $2C(g) + D(g) \rightleftharpoons 2A(g) + E + B(g)$; K_3

จงแสดงวิธีหาค่าคงที่สมดุลของ ปฏิกิริยาที่ 3

คำตอบของนักเรียน 17, 19, 24, 34, 39, 41, 51

กลับสมการที่ 1 จะได้ $C(g) \rightleftharpoons A(g) + 2B(g)$; $K_{ใหม่} = 1/a$ สมการที่ 4

สมการที่ 4 คูณ 2 จะได้ $2C(g) \rightleftharpoons 2A(g) + 2B(g)$; $K_{ใหม่} = (1/a)^2$ สมการที่ 5

เอาสมการ 5 และ 2 มารวมกัน จะได้ สมการที่ 3

ดังนี้ $2C(g) + B(g) + D(g) \rightleftharpoons 2A(g) + 2B(g) + E(g)$

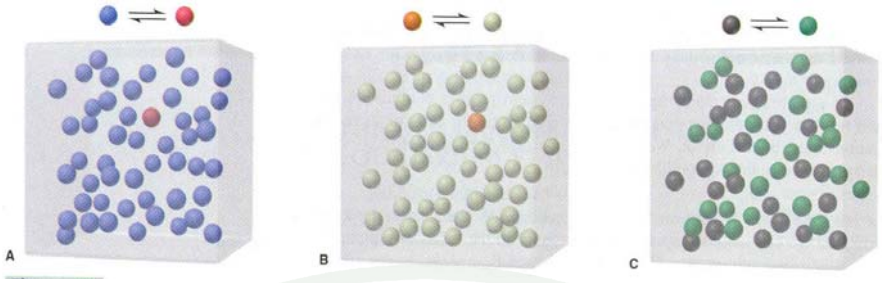
จะได้ $2C(g) + D(g) \rightleftharpoons 2A(g) + B(g) + E(g)$

ดังนั้น $K_3 = (1/a)^2 \times b$ ”

“คำถามในแบบวัดแนวคิดข้อที่ 9

ภาพแสดงอัตราส่วนความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ณ ภาวะสมดุล ภาพใดที่มีความเป็นไปได้ว่าค่าคงที่สมดุลจะมีค่ามากกว่า 1 เพราะเหตุใด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 9 แบบวัดแนวคิดเรื่องค่าคงที่สมดุลข้อที่ 9
ที่มา: โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ (2549)

คำตอบของนักเรียน 1, 5, 6, 7, 18, 19

ภาพ B เพราะ มีผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นมากกว่าสารตั้งต้น แสดงว่า ณ ภาวะสมดุลเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้ามากกว่าปฏิกิริยาย้อนกลับ ในกรณีนี้ความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์มีค่าสูงกว่าสารตั้งต้น ค่าคงที่สมดุลจึงมากกว่า 1 ”

“คำถามในแบบวัดแนวคิดข้อที่ 10

ปฏิกิริยา $2NO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + O_2(g)$ เมื่อนำ NO(g) มา 2 โมล บรรจุลงในภาชนะ ขนาด 1 ลิตร ที่อุณหภมิ 25 ^{0}c ที่ภาวะสมดุลพบว่า NO(g)สลายตัวไป 0.4 mol/dm^3 จงแสดงวิธีทำเพื่อหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยานี้

คำตอบของนักเรียน 9, 10, 24, 26, 30, 32, 40, 43, 47

สมการ	$2\ NO(g)$	$\rightleftharpoons$	$N_2(g)$	+	$O_2(g)$
ความเข้มข้นที่ภาวะเริ่มต้น	2		0	0	
ความเข้มข้นที่เปลี่ยนไป	-0.4		+0.4/2	+0.4/2	
ความเข้มข้นที่ภาวะสมดุล	1.6		0.2	0.2	

$K = [N_2][O_2] / [NO]^2 = (0.2)(0.2)/(1.6)^2 = 0.01563$ ”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ซึ่งสอดคล้องกับอนุทินบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ที่พบว่านักเรียนส่วนมากอธิบายความหมายของค่าคงที่สมดุลได้ถูกต้อง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

“ค่าคงที่สมดุล หรือ ค่า K เป็นค่าคงที่ของอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้น ณ ภาวะสมดุล ยกกำลังด้วยสัมประสิทธิ์แสดงจำนวนโมลของสารนั้นโดยไม่คิดสารที่อยู่ในสถานะของแข็งและของเหลว” (อนุทินบันทึกการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ค่าคงที่สมดุล นักเรียน 1, 6, 12, 35, 21, 47, 48)

นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนอีกร้อยละ 16.35 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนในกลุ่มนี้อธิบายวิธีการหาค่าคงที่สมดุลได้ถูกต้องแต่เอาของแข็งและของเหลวมาคิดด้วย และมีนักเรียนบางส่วนในกลุ่มนี้คูณเศษส่วนผิดแต่อธิบายและแสดงวิธีหาค่าคงที่สมดุลได้ถูกต้อง อีกทั้งมีนักเรียนร้อยละ 0.96 ไม่มีแนวคิด กล่าวคือ นักเรียนวาดกราฟอธิบายถึงสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ แต่ไม่กล่าวถึงค่าคงที่สมดุล

ข้อวิจารณ์

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมีช่วยในการปรับเปลี่ยนและเสริมสร้างแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีให้กับนักเรียนได้ โดยนักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 60.58 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ รองลงมาร้อยละ 23.85 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน ร้อยละ 11.73 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 3.46 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน และร้อยละ 0.38 ไม่มีแนวคิด โดยมีแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการจัดประสบการณ์ให้กับนักเรียนคล้ายกับเหตุการณ์ในประวัติศาสตร์ของเคมีที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดในเรื่องสมดุลเคมี เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนและทำให้เกิดปัญหาที่นำไปสู่การค้นหาคำตอบด้วยวิธีการคล้ายกับนักวิทยาศาสตร์ โดยการปฏิบัติจริง การทำการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การอภิปราย ร่วมกับการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ครู และสื่อทั้งที่เป็นคลิปวีดีโอ ใบกิจกรรม วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี เพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวคิดของตนเองกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์จากประวัติศาสตร์ของเคมีซึ่งจะทำให้นักเรียนยอมรับแนวคิดใหม่ได้ง่ายขึ้นและมีแนวคิดที่ถูกต้องมากขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในบทเรียน จนทำให้นักเรียนเกิดความสงสัยหรือเกิดคำถามในใจ กระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค้นหาคำตอบ ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ทำให้นักเรียนเกิดการคิดเพื่อหาคำตอบให้ตนเอง และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง

โดยรวมนักเรียนมีแนวคิด เรื่อง ปฏิกิริยาผันกลับได้ ถูกต้องมากที่สุด ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนนี้ผู้วิจัยได้นำเรื่องราวทางประวัติศาสตร์ของเคมีที่เกี่ยวกับปฏิกิริยาผันกลับได้มาใช้บูรณาการร่วม โดยจากประวัติศาสตร์ของเคมีในส่วนที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดนี้ จะเป็นเรื่องราวการเดินทางของนักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศสที่มีชื่อเสียงโด่งดังในสมัยนั้น ชื่อ Berthollet เขาได้รับการคัดเลือกจากกษัตริย์นโปเลียนให้ร่วมเดินทางไปยังประเทศอียิปต์ในคณะนักวิทยาศาสตร์ ที่นั่น Berthollet ได้พบปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่สร้างความประหลาดใจให้เขา เขาพบแถบสีขาวบริเวณกว้างใหญ่ไพศาลรอบทะเลสาบนาตันเลค เขาเกิดความสงสัยว่าแถบสีขาวนั้นคืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร และเมื่อทำการตรวจสอบเขาก็ยิ่งประหลาดใจ เพราะแถบสีขาวนั้นคือ Na_2CO_3 และบริเวณโดยรอบก็เป็นภูเขาหินปูนซึ่งก็คือ $CaCO_3$ น้ำในทะเลสาบมี NaCl อยู่ในปริมาณมหาศาล และในดินเขาพบ $CaCl_2$ อยู่ในปริมาณมหาศาลเช่นกัน ซึ่ง Berthollet ทราบมาแล้วว่า Na_2CO_3 จะทำปฏิกิริยากับ $CaCl_2$ เกิดเป็น NaCl และ $CaCO_3$ และจากแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ก่อนหน้านี้ที่เชื่อว่าปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ กล่าวคือ ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทิศทางเดียวคือจากสารตั้งต้นไปเป็นผลิตภัณฑ์ นั่นคือ $NaCO_3$ หรือแถบสีขาวรอบทะเลสาบ และ $CaCl_2$ ในดินจะต้องลดลงเรื่อยๆ จนหมด ในขณะที่ $CaCO_3$ หรือภูเขาหินปูนรอบทะเลสาบ และ NaCl ที่ละลายอยู่ในน้ำจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ยิ่งมีผลิตภัณฑ์มากมายมหาศาลอย่างนี้ สารตั้งต้นก็ยิ่งต้องเหลือน้อยหรือแทบไม่มีเลย แต่สิ่งที่เขาพบไม่ได้เป็นไปตามนั้น เขาพบว่าที่ทะเลสาบนาตันเลคนี้มีทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์อยู่ในที่เดียวกันในปริมาณที่มหาศาล ทำให้ Berthollet สงสัยและอยากหาคำตอบในเรื่องนี้ เขาจึงทำการศึกษาค้นคว้าทอลองเพิ่มเติมจนเกิดเป็นแนวคิดใหม่ว่าปฏิกิริยาเคมีสามารถผันกลับได้ ผู้วิจัยได้นำเหตุการณ์นี้มาสร้างเป็นละครสั้นๆ บอกเล่าเรื่องราวที่เกิดขึ้นผ่านบทสนทนาของ Berthollet และเพื่อนนักวิทยาศาสตร์อีก 2 คน จะหยุดทิ้งปมปริศนาไว้ให้นักเรียนช่วยกันค้นหาคำตอบเช่นเดียวกับที่โดยให้ตัวแทนนักเรียนแสดง เพื่อให้นักเรียนได้มีประสบการณ์คล้ายกับเหตุการณ์ในประวัติศาสตร์ของเคมี แต่ละครจะเล่นไม่จบจะทิ้งปมปริศนาหรือปัญหาไว้ให้นักเรียนช่วยกันค้นหาคำตอบด้วยวิธีเดียวกับที่นักวิทยาศาสตร์ทำ ซึ่งผู้วิจัยพบว่าขณะที่ตัวแทนห้องเล่นละครอยู่ นักเรียนทุกคนจะหยุดทำกิจกรรมทุกอย่างและพุ่งความสนใจไปที่การแสดงละครของเพื่อน ซึ่งอาจเป็นเพราะว่านักเรียนเกิดความสนใจอย่างมาก และการที่นักเรียนสนใจจะทำให้นักเรียนได้คิดได้ตรวจสอบความรู้เดิมของตนเองโดยเฉพาะเรื่องปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์เพื่อที่จะนำมาอธิบายเหตุการณ์ตามละคร แต่เมื่ออธิบายไม่ได้ นักเรียนจะเกิดความสงสัยและอยากรู้ว่าคำตอบคืออะไร เกิดเป็นคำถามขึ้นมาในใจ กระตุ้นให้นักเรียนอยากค้นหาคำตอบ จากนั้นนักเรียนก็จะได้ลงมือปฏิบัติจริง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ได้ปฏิบัติการทดลอง สังเกตบันทึกผลการทดลอง จัดกระทำข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย สรุปผลการทดลอง และนำเสนอข้อมูลเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น จากนั้นให้ตัวแทนกลุ่มออกมาแสดงละครตอนจบของเรื่องโดยการนำข้อค้นพบที่ได้จากการร่วมกันอภิปรายผลการทดลองมาสร้างเป็นบทละครตอนจบ ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม การได้ลงมือปฏิบัติจริง ทำให้เกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ อีกทั้งทำให้นักเรียนเห็นถึงแนวคิดคลาดเคลื่อนที่เคยเกิดขึ้นกับนักวิทยาศาสตร์ในอดีต และการค้นพบแนวคิดใหม่ที่เชื่อถือได้มากกว่าตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนยอมรับแนวคิดที่ถูกต้องได้ง่ายขึ้น ไม่ยึดถือแนวคิดเดิมของตนเองไว้ ประกอบกับนักเรียนได้มีโอกาสถ่ายทอดความรู้ที่ค้นพบโดยการแสดงละคร ซึ่งอยู่ในความสนใจของนักเรียน กล่าวคือ นักเรียนชอบที่จะแสดงออก ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องนี้มากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมรักษ์ แสงสุวรรณ (2551) ศึกษาการสอนให้เกิดแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี โดยวิธีจัดการเรียนรู้ตามแนวการสร้างความรู้ด้วยตนเอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวการสร้างความรู้ด้วยตนเองเป็นการพัฒนาให้นักเรียนเกิดแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี และมีแนวคิดที่ถูกต้องในหัวข้อการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดภาวะสมดุล ร้อยละ 86.84 สมดุลในปฏิกิริยาเคมี ร้อยละ 85.52

ทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของอรรัมภา คำนูเอนก (2554) ที่ศึกษาแนวคิดเรื่องการรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมร่วมกับการใช้แผนผังแนวคิดกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมที่จะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาแนวคิดได้นั้น จะต้องมีการตรวจสอบความรู้เดิมโดยครูผู้สอนจะต้องสร้างสถานการณ์ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงออกในสิ่งที่เขารู้ เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ทั้งระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกัน หรือระหว่างผู้เรียนกับครู และสุดท้ายผู้เรียนสรุปสิ่งที่เกิดการเรียนรู้ด้วยตัวของผู้เรียนเองโดยใช้แผนผังแนวคิด และพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดอยู่ในระดับแนวคิดที่สมบูรณ์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของสุรเดช ศรีทา(2554) ที่ศึกษาการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องระบบหมุนเวียนเลือดในคนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องระบบหมุนเวียนเลือดในคน โดยนักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น โดยปัจจัยที่มีผลส่งเสริมได้แก่ การได้ลงมือปฏิบัติจริง การจัดกิจกรรมที่หลากหลาย การดูวีดีทัศน์ที่เป็นเรื่องจากเหตุการณ์และภาพ การทำงานกลุ่ม และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การถามคำถามหรือการทำกิจกรรมเพื่อสำรวจความรู้เดิมก่อน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อีกทั้งจากการศึกษาเอกสารของผู้วิจัยพบว่า วิธีการนำประวัติศาสตร์ของเคมีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเรื่องสมดุลเคมี ผ่านวิวัฒนาการแนวคิดที่เกี่ยวข้องกันของนักวิทยาศาสตร์ที่ทำให้เกิดเป็นแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีขึ้นนั้น พบว่าช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงใน 3 ลักษณะ คือ 1) ปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางความคิดของผู้เรียนให้มีแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีได้ 2) ช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจมุมมองต่างๆ ของการสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) ช่วยส่งเสริมศักยภาพของผู้เรียนด้านพุทธิปัญญา (Wandersee and Griffard, 2002; Quilez, 2004, 2007) เพราะในตอนแรกนั้นนักวิทยาศาสตร์ก็ยังไม่มีแนวคิดหรือมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องสมดุลเคมีเช่นเดียวกับนักเรียน แต่เมื่อมีข้อค้นพบที่เชื่อถือได้มากกว่ามาโต้แย้งหรือสนับสนุนความเชื่อเดิม ทำให้นักวิทยาศาสตร์เข้าใจแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีได้ ดังนั้นการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามแนวทางการค้นพบความรู้เรื่องสมดุลเคมีของนักวิทยาศาสตร์ในประวัติศาสตร์ จะช่วยให้เข้าใจแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีได้ดีขึ้น

ส่วนแนวคิด เรื่อง ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี เป็นแนวคิดที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด อาจเป็นเพราะแนวคิดเรื่องนี้เป็นแนวคิดที่เป็นนามธรรม นักเรียนไม่สามารถมองเห็นหรือสัมผัสได้ ทำให้นักเรียนไม่สามารถเข้าใจแนวคิดได้ อีกทั้งนักเรียนขาดความเข้าใจและการเชื่อมโยงแนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีและปริมาณสารสัมพันธ์ และนักเรียนอาจสับสนเรื่องภาวะสมดุลกับคำว่าสมดุล และนักเรียนไม่นึกภาพถึงการเปลี่ยนแปลงของสารในระดับจุลภาคได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชัยยนต์ ศรีเชียงหา (2553) ได้ศึกษาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 49 คน ผลการศึกษาบ่งชี้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนในทุกแนวคิด ยกเว้นแนวคิด เรื่อง ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมีที่พบว่านักเรียนยังมีแนวคิดคลาดเคลื่อนอยู่มากอาจเนื่องมาจากลักษณะของแนวคิดที่มีความเป็นนามธรรมโดยเฉพาะเรื่องสมดุลในปฏิกิริยาเคมีที่เป็นสมดุลไดนามิก นักเรียนไม่สามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในการทดลองได้ จึงส่งผลทำให้นักเรียนยากต่อการทำความเข้าใจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมีเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี ที่ช่วยในการปรับเปลี่ยนและเสริมสร้างแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และเพื่อศึกษาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี ซึ่งสรุปสาระสำคัญของการวิจัยแต่ละระยะได้ดังนี้

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาประจำอำเภอแห่งหนึ่งในจังหวัดสระบุรี โดยการเลือกแบบจำเพาะเจาะจง(purposive sampling) 1 ห้องเรียน จำนวน 52 คน เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาเรื่องสมดุลเคมี แบ่งเป็น 5 หัวข้อ ได้แก่ ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ ภาวะสมดุลไดนามิก สมดุลในปฏิกิริยาเคมี และค่าคงที่สมดุล ระยะเวลาในการศึกษาอยู่ระหว่างเดือน มกราคม 2555 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ 2555 3 คาบ/สัปดาห์ คาบละ 50 นาที

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (classroom action research) ซึ่งใช้แนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี และศึกษาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบวัดแนวคิดแบบปลายเปิดเกี่ยวกับเรื่องสมดุลเคมี ร่วมกับอนุทินบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ใบกิจกรรม และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี ในเรื่องสมดุลเคมี จำนวน 5 หน่วยการเรียนรู้ เป็นระยะเวลา 15 คาบ และดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 52 คน ทำแบบวัดแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี ใช้เวลาในการทำแบบวัดแนวคิด 60 นาที หลังจากที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมีครบทั้ง 5 หน่วยการเรียนรู้ ร่วมกับการให้นักเรียนเขียนอนุทินบันทึกการเรียนรู้เมื่อเรียนจบในแต่ละหน่วยในประเด็นเกี่ยวกับความรู้ที่ได้รับ ปัญหาข้อสงสัยที่ยังไม่เข้าใจ และความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนการสอน และให้นักเรียนทำใบกิจกรรมในระหว่างที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละหน่วย รวมทั้งการบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยของครู

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์แนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี โดยหลังจากสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนครูผู้วิจัยเขียนบันทึกในแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ และนักเรียนเขียนอนุทินบันทึกการเรียนรู้ จากนั้นนำมาวิเคราะห์จัดกลุ่มหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ และเรียบเรียงเพื่อนำเสนอ

วิเคราะห์แนวคิด โดยผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ดังนี้ นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ อนุทินบันทึกการเรียนรู้ ใบงาน ใบกิจกรรม และแบบทดสอบแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี มาทำการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (triangulation) วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการประมวลผล แบบทดสอบแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี มาจัดกลุ่มแนวคิด 5 กลุ่ม โดยประยุกต์จากแนวทางการจัดกลุ่มแนวคิดของ Haidar (1997) แล้วเรียบเรียงนำเสนอในรูปความเรียง ส่วนการวิเคราะห์เชิงปริมาณนั้นผู้วิจัยหาความถี่ของคำตอบและรายงานโดยใช้ค่าร้อยละ เพื่อแสดงจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีในกลุ่มต่างๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปผลการวิจัย

ตอนที่ 1 แนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี ที่ช่วยในการปรับเปลี่ยนและเสริมสร้างแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1. การจัดประสบการณ์คล้ายกับเหตุการณ์ในประวัติศาสตร์ของเคมีที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดในเรื่องสมดุลเคมี โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ครูและสื่อ เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน และทำให้เกิดปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ สามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

1.1 การให้นักเรียนทำกิจกรรมที่สอดคล้องกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ในประวัติศาสตร์ของเคมี แล้วเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนไปสู่แนวคิดของนักวิทยาศาสตร์

1.2 การใช้ละครย้อนรอยประวัติศาสตร์ โดยทิ้งปมปริศนาหรือข้อสงสัยให้นักเรียนค้นหาคำตอบโดยนำเหตุการณ์ในประวัติศาสตร์ของเคมีมาสร้างเป็นบทละครสั้น บอกเล่าเรื่องราวที่เกิดขึ้นในประวัติศาสตร์ผ่านบทสนทนาของตัวละคร

1.3 การให้นักเรียนสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการค้นพบแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ในประวัติศาสตร์ของเคมี แล้วใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด

1.4 การให้นักเรียนแข่งขันตอบคำถามเกี่ยวกับภาพที่สอดคล้องกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ในประวัติศาสตร์ของเคมีที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดในเรื่องสมดุลเคมี

2. การค้นหาคำตอบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกับกระบวนการหาคำตอบของนักวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบความรู้เรื่องนั้น ๆ ร่วมกับการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ครู และสื่อทั้งที่เป็นคลิปวีดีโอ ใบกิจกรรม วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี เพื่อให้นักเรียนสามารถค้นหาความรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

2.1 การให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมเพื่อหาคำตอบหรือสร้างคำอธิบายที่เชื่อมโยงประวัติศาสตร์ของเคมีด้วยตนเองโดยการปฏิบัติจริง ร่วมกับสื่อที่เข้าใจง่าย เช่นการ์ตูน คลิปวิดีโอ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 การใช้กิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเกิดการค้นพบด้วยตนเองก่อนแล้วนำไปเชื่อมโยงกับการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์โดยการร่วมกันอภิปรายเปรียบเทียบแนวคิดของนักเรียนกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ร่วมกับการเล่าเรื่องราวทางประวัติศาสตร์ของเคมีที่เกี่ยวข้อง

2.3 การใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดเพื่อนำเข้าสู่เนื้อหาที่จะเรียน ควรถามจากสิ่งที่พบเห็นได้ในธรรมชาติอย่างชัดเจน เริ่มจากคำถามง่ายๆ จากสิ่งที่มองเห็นได้ชัดเจน ไปสู่คำถามที่ต้องอาศัยจินตนาการ จะเป็นคำถามที่ท้าทายให้นักเรียนอยากตอบ และช่วยให้นักเรียนนำเสนอหรือสื่อสารความคิดได้ดี และเชื่อมโยงแนวคิดย่อยไปสู่แนวคิดในเรื่องที่จะเรียนได้ดี

2.4 การทำกิจกรรมการทดลอง ควรทำเป็นลำดับขั้นตอน และควรอภิปรายเกี่ยวกับการวางแผนการทดลอง การใช้อุปกรณ์ การใช้สารเคมีอย่างเป็นระบบก่อนการทดลองเพื่อให้เข้าใจกระบวนการหาคำตอบ โดยกิจกรรมการทดลองอาจใช้การทดลองเดียวกับที่นักวิทยาศาสตร์ทำหรือปรับเปลี่ยนกิจกรรมการทดลองเพราะนักเรียนมีความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอ

2.5 ควรทบทวนความรู้และทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ก่อน ได้แก่ ความรู้เรื่องการเขียนสมการ การดุลสมการ และทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ จุดประสงค์การทดลอง การตั้งสมมติฐาน การทำการทดลอง การใช้อุปกรณ์ การรับสารเคมี การสรุปผลการทดลอง ตลอดจนการเขียนสูตรและเรียกชื่อสารเคมี ซึ่งอาจทำได้โดยใช้เป็นเกมเพื่อนคู่คิดให้เขียนสมการง่ายๆ ดุลสมการง่ายๆ ก่อน แล้วร่วมกันเฉลยเพื่อตรวจสอบความรู้ของตนเองว่าถูกผิดอย่างไร

3. เชื่อมโยงข้อความรู้ที่ได้จาการค้นพบกับการค้นพบความรู้ของนักวิทยาศาสตร์โดยการถามคำถาม การใช้คลิปวีดีโอ การเล่าเรื่องราวประวัติศาสตร์และการเล่นละคร เพื่อตรวจสอบความคิดใหม่ที่สร้างขึ้น สามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

3.1 สรุปบทเรียนด้วยละคร ช่วยเสริมสร้างและปรับเปลี่ยนแนวคิดของนักเรียนได้

3.2 ให้นักเรียนอ่านบทความทางประวัติศาสตร์ของเคมี หรือครูเล่า ซึ่งสามารถทำได้โดยหลังจากที่นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเฉลยใบกิจกรรมและสรุปบทเรียน ให้นักเรียนศึกษาบทความสั้นๆ ทางประวัติศาสตร์ของเคมีเรื่องที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน แล้วใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงกับบทสรุปที่ได้จากการเรียน หรือบางเรื่องที่ยากต่อการเข้าใจครูก็อาจจะเป็นคนเล่าเรื่องเอง หรืออาจให้นักเรียนศึกษาบทความทางประวัติศาสตร์ของเคมีแล้วชมคลิปวีดีโอเพื่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขยายความเข้าใจของนักเรียนถ้าเนื้อหานั้นเป็นเรื่องที่ต้องอาศัยจินตนาการหรือมุมมองระดับโมเลกุล

ตอนที่ 2 แนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องสมดุลเคมี นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 60.58 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ รองลงมาร้อยละ 23.85 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน ร้อยละ 11.73 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 3.46 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน และร้อยละ 0.38 ไม่มีแนวคิด โดยรวมนักเรียนมีแนวคิด เรื่อง ปฏิกิริยาผันกลับได้ ถูกต้องมากที่สุด ซึ่งอาจเป็นเพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมโดยนำเรื่องราวทางประวัติศาสตร์ของเคมีที่เกี่ยวกับปฏิกิริยาผันกลับได้มาบูรณาการ โดยให้ตัวแทนนักเรียนแสดงละครย้อนรอยประวัติศาสตร์การค้นพบแนวคิดเรื่องปฏิกิริยาผันกลับได้ แต่ทิ้งปัญหาไว้ให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบด้วยวิธีเดียวกับที่นักวิทยาศาสตร์ทำ คือ การปฏิบัติการทดลอง สังเกตบันทึกผลการทดลอง จัดกระทำข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย สรุปผลการทดลอง และนำเสนอข้อมูลเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น จากนั้นให้ตัวแทนกลุ่มออกมาแสดงละครตอนจบของเรื่องโดยการนำข้อค้นพบที่ได้จากการร่วมกันอภิปรายผลการทดลองมาสร้างเป็นบทละครตอนจบ ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม การได้ลงมือปฏิบัติจริง ทำให้เกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ ที่คล้ายคลึงกับการค้นพบแนวคิดเรื่องปฏิกิริยาผันกลับได้ของนักวิทยาศาสตร์ในประวัติศาสตร์ของเคมี ทำให้นักเรียนเห็นถึงแนวคิดคลาดเคลื่อนที่เคยเกิดขึ้นกับนักวิทยาศาสตร์ในอดีต และการค้นพบแนวคิดใหม่ที่เชื่อถือได้มากกว่าตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนยอมรับแนวคิดที่ถูกต้องได้ง่ายขึ้น ไม่ยึดถือแนวคิดเดิมของตนเองไว้ ประกอบกับนักเรียนได้มีโอกาสถ่ายทอดความรู้ที่ค้นพบโดยการแสดงละคร ซึ่งอยู่ในความสนใจของนักเรียน กล่าวคือ นักเรียนชอบที่จะแสดงออก ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องนี้มากยิ่งขึ้น

แต่อย่างไรก็ตามยังพบนักเรียนบางส่วนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ในเรื่องภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ รวมทั้งพบว่ามีนักเรียนจำนวนหนึ่งไม่มีแนวคิดในเรื่องค่าคงที่สมดุล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมีที่ช่วยในการปรับเปลี่ยนและเสริมสร้างแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนได้นั้น สามารถทำได้โดยการจัดประสบการณ์คล้ายกับเหตุการณ์ในประวัติศาสตร์ของเคมีที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดในเรื่องสมดุลเคมี เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน และทำให้เกิดปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ จากนั้นให้นักเรียนค้นหาคำตอบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกับกระบวนการหาคำตอบของนักวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบความรู้เรื่องนั้น ๆ และเชื่อมโยงข้อความรู้ที่ได้จาการค้นพบกับการค้นพบความรู้ของนักวิทยาศาสตร์โดยการถามคำถาม การใช้คลิปวีดีโอ การเล่าเรื่องราวประวัติศาสตร์และการเล่นละคร โดยเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ร่วมกับการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ครูและสื่อทั้งที่เป็นคลิปวีดีโอ ใบกิจกรรม วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี เพื่อให้นักเรียนสามารถค้นหาความรู้ได้ด้วยตนเอง ทั้งนี้ครูผู้สอนควรศึกษาทำความเข้าใจประวัติศาสตร์ของเคมีก่อนที่จะนำไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับสภาพห้องเรียนของตนเอง ตัวอย่างเช่น การใช้ละครอาจจะไม่เหมาะกับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ นักเรียนอาจจะคิดว่าทำให้เสียเวลาในการเรียน และต้องไม่มุ่งเน้นให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาในประวัติศาสตร์ของเคมีมากเกินไป เพราะบางทีอาจกลายเป็นการสอนประวัติศาสตร์ของเคมีแทน และควรใช้ประวัติศาสตร์ของเคมีร่วมกับกิจกรรมหรือสื่ออื่นๆ เช่น การปฏิบัติการทดลอง การใช้คำถาม คลิปวีดีโอ และใช้เทคนิคการเสริมแรง จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างดี โดยเน้นให้มีการตรวจสอบความรู้เดิม การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และสรุปความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง จากประสบการณ์ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยขอเสนอแนะแนวทางการจัดกิจกรรมเพิ่มเติมดังนี้

1. อาจให้นักเรียนดูภาพยนตร์ประวัติศาสตร์ในเรื่อง ถ้าภาพยนตร์นั้นมีส่วนเกี่ยวข้องกับเรื่องที่สอน ในการนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน แล้วใช้คำถามเชื่อมโยงเข้าสู่บทเรียน

2. อาจให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมุติเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่มีแนวคิดแตกต่างกัน แล้วให้สืบค้นข้อมูลและแสดงความคิดเห็นโต้ตอบกัน โดยอาศัยหลักฐาน ข้อมูล ที่เชื่อถือได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. อาจให้นักเรียนทำการทดลองที่พบข้อมูลที่ต่างกัน เช่นกลุ่มที่ 1 2 3 ทำการทดลองเพื่อศึกษาปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ แต่กลุ่มที่ 4 5 6 ทำการทดลองเพื่อศึกษาปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ แล้วให้นักเรียนนำเสนอข้อมูลที่พบ โดยครูตั้งประเด็นในการนำเสนอเพื่อช่วยให้นักเรียนสื่อสารสิ่งที่คิดออกมาได้ แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน เหมือนกับที่เกิดขึ้นในสังคมของนักวิทยาศาสตร์

4. อาจพานักเรียนไปดูของจริง เช่นปรากฏการณ์หินงอกหินย้อย ให้นักเรียนเห็นการเปลี่ยนแปลงระดับมหาภาคเหมือนอย่างที่ Berthollet พบปรากฏการณ์ที่ทะเลสาปนาตันเลค และทำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจนกระทั่งพบแนวคิดเรื่องปฏิกิริยาผันกลับได้

โดยพิจารณาให้เหมาะสมกับแนวทางสรรคนิยม ขอบเขตของเนื้อหา บริบทของการเรียนรู้ และพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี และศึกษาแนวคิดของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสรรคนิยมร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี พบว่านักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้บ้าง โดยนักเรียนพูดว่า “ความรู้ไม่ได้มีอยู่แล้วหรือ คน(นักวิทยาศาสตร์)คิดขึ้นมาหรือ” ดังนั้นแนวทางการจัดการเรียนรู้นี้อาจใช้ในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งควรทำการวิจัยต่อไป อีกทั้งในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนจากแบบวัดแนวคิดร่วมกับอนุทิน ใบกิจกรรม และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู ซึ่งผู้วิจัยต้องอาศัยการตีความคำคอบหรือความคิดเห็นของผู้เรียนเป็นสำคัญ ดังนั้นเพื่อให้การวิจัยในครั้งต่อไปสมบูรณ์มากขึ้น ผู้วิจัยควรมีการสัมภาษณ์และบันทึกเสียงสัมภาษณ์ของนักเรียนเพิ่มเติม นอกจากนี้ควรเพิ่มการบันทึกเทปวีดีโอระหว่างทีมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ประกอบกับบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ได้ข้อมูลมากยิ่งขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กฤษดา สงวนสิน. 2548. **แนวคิดเกี่ยวกับสถานะและการเปลี่ยนสถานะของสารของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.** วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาศึกษาศาสตร์-การสอน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คำไพย พานุสี. 2553. **มโนมติทางเลือก เรื่อง แสงและการเกิดภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้วิธีการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ชัยยนต์ ศรีเชียงหา. 2553. **"แนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5."** บทความวิจัยนำเสนอในโครงการสัมมนาเชิงปฏิบัติการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ เรื่อง การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการคิด, 19-20 สิงหาคม 2553. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชัยยนต์ ศรีเชียงหา. 2554ก. **การพัฒนาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชาตรี ฝ่ายคำตา. 2551. "แนวคิดทางเลือกของนักเรียนในวิชาเคมี." **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี**. 19(2): 10-28**.**

ทบวงมหาวิทยาลัย. 2552. **ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่มที่ 1.** กรุงเทพมหานคร: ทบวงมหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี. 2555. **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.** พิมพ์ครั้งที่ 15. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทัศนา ฉันทนาภิธาน. 2540. ก**ารศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเรื่องโมเลกุล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษาส่วนกลาง กลุ่มที่ 7.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์. 2547. **การปรับเปลี่ยนมโนมติเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่โดยใช้การจัดการเรียนรู้บนเครื่อข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึม.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์. 2552. **การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง. 2551. “การจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด.” **วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น**. 31(1): 27-35

พรหม ผูกดวง. 2542. **ผลของการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พิรุณพรรณ พลมุข. 2550. **ผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ของ Underhill ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในวิชาเคมี.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ภพ เลาหไพบูลย์. 2542. **แนวการสอนวิทยาศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพาณิชย์ จำกัด.

เยาวเรศ ใจเย็น. 2550. “แนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.” **วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์**. 13(4): 541-553

โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์. 2549. **สมดุลเคมี** (online).www.mwit.ac.th/~teppode/sheet_equilirium.pdf, 10 ตุลาคม 2554.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วราภรณ์ สีดำนิล. 2550. **การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ศรานนท์ วะปะแก้ว. 2547. **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องสมดุลเคมี ระหว่างการสอน ตามแนวคอนสตรักติวิสซึมและการสอนตามปกติ.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2547. **หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมเคมี เล่ม 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สมรักษ์ แสงสุวรรณ. 2551. **การสอนให้เกิดแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี โดยวิธีจัดการเรียนรู้ตามแนวการสร้างความรู้ด้วยตนเอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.** งานวิจัยในชั้นเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนท่าเรือนิตยานุกูล.

สมหมาย มะลิกอง. 2552. **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อวิธีจัดการเรียนรู้ภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูป ที่เน้นทักษะการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540. **ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไอเดียสแควร์.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2550. **การจัดการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. 25533. **แนวทางการนำจุดเน้นการพัฒนาผู้เรียนสู่การปฏิบัติ.** กรุงเทพมหานคร.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุรเดช ศรีทา. 2554. **การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องระบบหมุนเวียนเลือดในคน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรักติวิซึม.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ. 2546**. วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: ภาพพิมพ์.

สุวิมล เขี้ยวแก้ว. 2540. **สาระร่วมสมัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา.** ปัตตานี: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. (อัดสำเนา)

อรรัมภา คำนูเอนก. 2554. **แนวคิดเรื่องการรับรู้และตอบสนองของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมร่วมกับการใช้แผนผังแนวคิด.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Haidar, A. H. 1997. "Prospective chemistry teachers' conception of the conservation of matter and related Concepts." **Journal of Research in Science Teaching.** 34(2): 181-197.

Monk, M. and J. Osborne. 1997. Placing the history and philosophy of science on the curriculum: A model for development of pedagogy. **Science Education**, 81: 405-424.

Niaz, M. 1998. A lakatosian conceptual change teaching strategy based on student ability to build models with varying degrees of conceptual understanding of chemical equilibrium. **Science & Education**, 7: 107-127.

Quilez, J. 2004. "A historical approach to the development of chemical equilibrium through the evolution of the affinity concept:some educational suggestions." **Journal of Chemical Education.** 5(1): 69-87.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Quilez, J. 2007a. "A historical/philosophical foundation for teaching chemical equilibrium." **Ninth International History Philosophy and Science Teaching [IHPST] Conference. June 24-28, 2007.** Canada.

_____. 2007b. "Theories in the evolution of chemical equilibrium: implications for its teaching and learning." **6TH International Conference on The History of Chemistry. August 28 and September 1, 2007.** Belgium.

Van Driel, J. H. and W. Graber. 2002. "The teaching and learning of Chemical Equilibrium." *In* J.K. Gilbert et al (eds.). **Chemical Education: Towards Research – Based Practice.** Dordrecht: Kluwer, 271-292.

Wandersee, J. H. and P. B. Griffard. 2002. "The history of Chemistry: potential and actual contribution to Chemical Education." In J.K. Gilbert et al (eds.), **Chemical Education: Towards Research – Based Practice.** Dordrecht: Kluwer, 29-46.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาตรี ฝ่ายคำตา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. นายอารมณ์ เบสูงเนิน ครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย สระบุรี

3. นางสุวารี จำนงค์ศาสตร์ ครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนเสาไห้ "วิมลวิทยานุกูล"

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้สมดุลเคมีตามแนวสรรคนิยม
ร่วมกับประวัติศาสตร์ของเคมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้หน่วยที่ 2

รหัส ว32222 รายวิชาเคมี 2 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เวลา 3 ชั่วโมง**

เรื่อง ปฏิกิริยาผันกลับได้ **ผู้สอนนางวิลาวรรณ หิตาพิสุทธิ์**

---

1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 3 สารและการเปลี่ยนแปลง

มาตรฐาน ว 3. 2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8. 1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

ว 8.1ม.5/1 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจ หรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

ว8.1ม.5/2 สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับ หรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ หรือสร้างแบบจำลองหรือสร้างรูปแบบ เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

ว 8.1ม.5/7 วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปหรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ว 8.1ม.5/8 พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้หลักความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ

ว 8.1ม.5/9 นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

ว 8.1ม.5/10 ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบาย การลงความเห็น และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

ว 8.1ม.5/11 บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิงหรือค้นคว้าเพื่อเติม เพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมีการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม ซึ่งท้าทายให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวัง อันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่

ว 8.1ม.5/12 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการและผลของโครงงานหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

2. สาระสำคัญ

ปฏิกิริยาเคมีบางปฏิกิริยาสามารถผันกลับได้ เรียกว่า ปฏิกิริยาผันกลับได้ (reversible reaction) ซึ่งเกิดทั้งปฏิกิริยาไปข้างหน้าและปฏิกิริยาย้อนกลับ มีทั้งสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์อยู่ในระบบ

3. ผลการเรียนรู้

ความรู้

1. อธิบายความหมายของปฏิกิริยาไปข้างหน้า ปฏิกิริยาย้อนกลับ และปฏิกิริยาผันกลับได้

ทักษะ/กระบวนการ

1. ปฏิบัติการทดลอง สังเกตบันทึกผลการทดลอง จัดกระทำข้อมูล วิเคราะห์ อภิปรายและสรุปผลการทดลอง
2. นำเสนอข้อมูลและเขียนรายงานผลการทดลอง

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. เข้าเรียน ปฏิบัติการ และส่งรายงานตรงเวลา
2. แสวงหาความรู้ ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นและแสดงความคิดอย่างมีเหตุผล
3. ทำแบบฝึกหัด บันทึกข้อมูลการทดลอง และทำแบบทดสอบด้วยความซื่อสัตย์
4. รักษาความสะอาด เก็บรักษาอุปกรณ์

4. สาระการเรียนรู้

สารบางชนิดเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้วอาจเปลี่ยนกลับเป็นสารเดิมได้ เช่น น้ำที่ได้รับความร้อนจะเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำเมื่ออุณหภูมิลดลงไอน้ำจะควบแน่นกลับเป็นน้ำ หรือการละลายของน้ำตาลทรายในน้ำร้อนจนได้สารละลายอิ่มตัว เมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจะมีน้ำตาลทรายบางส่วนตกผลึกออกมา การเปลี่ยนแปลงลักษณะนี้เรียกว่า การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ นอกจากนั้นแล้วปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นทั้งไปข้างหน้าและย้อนกลับมีทั้งสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์อยู่ในระบบเรียกว่า ปฏิกิริยาผันกลับได้ เช่น ปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย $CuSO_4$ และสารละลาย HCl ซึ่งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปฏิกิริยาไปข้างหน้า : เป็นปฏิกิริยาที่สารตั้งต้นเปลี่ยนไปเป็นสารผลิตภัณฑ์

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

สีฟ้า ไม่มีสี สีเหลือง ไม่มีสี

ปฏิกิริยาย้อนกลับ :เป็นปฏิกิริยาที่สารผลิตภัณฑ์เปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้น

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

สีเหลือง ไม่มีสี สีฟ้า ไม่มีสี

ปฏิกิริยาผันกลับ : เกิดทั้งปฏิกิริยาไปข้างหน้าและปฏิกิริยาย้อนกลับ

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

สีฟ้า ไม่มีสี สีเหลือง ไม่มีสี

5. หลักฐานหรือร่องรอยของการเรียนรู้/การวัดและประเมินผล

5.1 ความรู้

ภาระงาน/ชิ้นงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน	ผู้ประเมิน
ทำแบบทดสอบเรื่องปฏิกิริยาผันกลับได้	ตรวจการทำแบบทดสอบ	แบบทดสอบเรื่องปฏิกิริยาผันกลับได้	ตอบคำถามในแบบทดสอบได้ถูกต้องตั้งแต่ 70 % ขึ้นไป	ครู เพื่อน
เขียนอนุทินบันทึกการเรียนรู้	ตรวจสอบการเขียนอนุทินบันทึกการเรียนรู้	อนุทินบันทึกการเรียนรู้	เขียนสรุปความในอนุทินบันทึกการเรียนรู้ได้ถูกต้องตั้งแต่ 80% ขึ้นไป	ครู

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.2 ทักษะ/กระบวนการ

ภาระงาน/ชิ้นงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน	ผู้ประเมิน
ทำการทดลองเรื่องการศึกษาปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย $CuSO_4$ และสารละลาย HCl	สังเกตพฤติกรรม -การวางแผนการทดลอง -การออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง - การปฏิบัติการทดลอง -การสังเกตและบันทึกผลการทดลอง -การจัดกระทำกับข้อมูล -การวิเคราะห์ อภิปราย และสรุปผลการทดลอง -การนำเสนอข้อสรุป	แบบประเมินทักษะในการปฏิบัติการทดลอง	ระดับคุณภาพตั้งแต่ 3 ขึ้นไป	เพื่อน ครู
เขียนรายงานการทดลอง	ตรวจสอบการเขียน -สมมติฐานการทดลอง -จุดประสงค์การทดลอง -การออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง -การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง	แบบประเมินการเขียนรายงานการทดลอง	ระดับคุณภาพตั้งแต่ 3 ขึ้นไป	ครู

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

คุณลักษณะอันพึงประสงค์	ภาระงาน/ชิ้นงาน/พฤติกรรม	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน	ผู้ประเมิน
ความรับผิดชอบ	การเข้าเรียน การปฏิบัติกิจกรรม การส่งงาน	สังเกตพฤติกรรมการเข้าเรียน การปฏิบัติกิจกรรม การส่งงาน	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพตั้งแต่ 3 ขึ้นไป	ครู นักเรียน เพื่อน
ใฝ่เรียนรู้	ความร่วมมือในการเรียน แสวงหาความรู้ ตอบคำถาม ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นและแสดงความคิดอย่างมีเหตุผล	สังเกตพฤติกรรมความร่วมมือในการเรียน แสวงหาความรู้ ตอบคำถาม ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นและแสดงความคิดอย่างมีเหตุผล	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพตั้งแต่ 3 ขึ้นไป	ครู นักเรียน เพื่อน
ซื่อสัตย์	การปฏิบัติกิจกรรม การเขียนรายงาน การทดลอง และ การทำแบบทดสอบ	สังเกตพฤติกรรมขณะทำกิจกรรม	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพตั้งแต่ 3 ขึ้นไป	ครู นักเรียน เพื่อน
รักความสะอาด	รักษาความสะอาดและเก็บรักษาอุปกรณ์	สังเกตพฤติกรรมการรักษาความสะอาดและเก็บรักษาอุปกรณ์	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพตั้งแต่ 3 ขึ้นไป	ครู นักเรียน เพื่อน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. คำถามสำคัญ

1. ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้มีลักษณะอย่างไร
2. ปฏิกิริยาใดเป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับได้

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์โดยการอภิปรายและตอบคำถามจากเรื่องเล่าต่อไปนี้

   "ในปี คศ.1798 *Claude Louis Berthollet* นักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงโด่งดังในสมัยนั้น ได้ศึกษาการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง Na_2CO_3 กับ $CaCl_2$ พบว่าเกิดผลิตภัณฑ์เป็น $CaCO_3$ กับ NaCl ซึ่งความรู้นี้ถูกนำไปใช้ประโยชน์ในหลายๆ ด้าน"

   "สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยานี้ คือสารใด"

   (สารตั้งต้น คือ Na_2CO_3 กับ $CaCl_2$ และผลิตภัณฑ์ คือ $CaCO_3$ กับ NaCl)

   "เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้อย่างไร"

   ($Na_2CO_3 + CaCl_2 \rightarrow CaCO_3 + 2\ NaCl$)

   "ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์หรือไม่ อย่างไร"

   (เป็นปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ เกิดการเปลี่ยนแปลงทิศทางเดียว คือ สารตั้งต้นเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์)
2. ครูแจ้งให้ทราบว่า วันนี้ครูจะพานักเรียนย้อนกลับไปสู่อดีตกาล ไปพบกับการเดินทางของนักวิทยาศาสตร์ท่านหนึ่ง คือ Berthollet ที่ทำให้เกิดแนวคิดสำคัญในเรื่องสมดุลเคมี
3. ตัวแทนนักเรียนนำเสนอประวัติศาสตร์ของเคมี ด้วยละครสั้น เรื่อง Berthollet and the Importance of the Amounts of the Reactance

ฉายภาพประวัติศาสตร์การเดินทาง Napolean และร่วมบรรดานักวิทยาศาสตร์ สู่ประเทศอียิปต์ และภาพทะเลสาป Natron Lakes

พากย์

ในปี ค.ศ. 1798 Claude Louis Berthollet นักเคมีผู้มีชื่อเสียงโด่งดังในสมัยนั้น เขาเป็นหนึ่งในบรรดานักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับเลือกให้เดินทางไปประเทศอียิปต์กับ Napolean

Claude Louis Berthollet และเพื่อน 2 คน เดินเข้ามาในห้อง พร้อมกับพูดว่า

เพื่อน 1 : นี่เหรอทะเลสาบน้ำเค็ม Natron Lakes แห่งอียิปต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Berthollet : โอ้!*(เสียงดังด้วยความประหลาดใจ)* นั่นอะไร แถบสีขาวกว้างใหญ่ไพศาลรอบขอบทะเลสาบแห่งนี้คืออะไรกัน เห็นทีเราต้องลองตรวจสอบดูซักหน่อยแล้ว

*(**Berthollet** และเพื่อน ใช้เครื่องมือตรวจสอบสารที่พบและวิเคราะห์สารที่มีในน้ำ)*

Berthollet : แถบสีขาวนี่มันเป็น โซเดียมคาร์บอเนต นี่นา (พร้อมชูป้ายที่เขียน Na_2CO_3 ขึ้นตั้งไว้ให้ทุกคนเห็นได้) แล้วในน้ำนี่ก็เต็มไปด้วย โซเดียมคลอไรด์ ภูเขาแถวนี้ก็เป็นภูเขาหินปูน และดูนี่ซิมีแคลเซียมคลอไรด์ซึมอยู่ในดินเต็มไปหมด (ขึ้นป้าย NaCl $CaCO_3$ และ $CaCl_2$)

เพื่อน 2 : อะไรนะท่าน ที่แห่งนี้มี โซเดียมคลอไรด์ หินปูน โซเดียมคาร์บอเนต และแคลเซียมคลอไรด์ (ขึ้นป้าย NaCl $CaCO_3$ Na_2CO_3 และ $CaCl_2$) เต็มไปหมดเลยเหรอ เรียกว่ามหาศาลได้เลย

Berthollet : เราเคยทดลองเอา โซเดียมคาร์บอเนตและแคลเซียมคลอไรด์มาผสมกันมันจะเกิดหินปูนและโซเดียมคลอไรด์ ซึ่งมันเป็นปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ ดังนั้นสารตั้งต้นมันต้องหมดไป

เพื่อน 1 : ใช่ตามแนวคิดของท่าน **Geoffroy** มันก็ต้องเป็นอย่างนั้น ปฏิกิริยาเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ เป็นการเปลี่ยนแปลงทิศทางเดียว คือ สารตั้งต้นเปลี่ยนไปเป็นสารผลิตภัณฑ์

เพื่อน 2 : ถ้าเช่นนั้น โซเดียมคาร์บอเนตและแคลเซียมคลอไรด์ ซึ่งเป็นสารตั้งต้นก็ต้องไม่มีเหลือ แล้วเกิดเป็น โซเดียมคลอไรด์และหินปูนขึ้นมาแทน

เพื่อน 1 : โซเดียมคาร์บอเนตและแคลเซียมคลอไรด์ ก็ต้องไม่มีเหลือ แต่หลักฐานที่เราเห็นอยู่ตอนนี้มันขัดแย้งกับแนวคิดที่ท่านพูดอยู่นะ

Berthollet : นั่นนะซิ ข้าถึงประหลาดใจอยู่นี่อย่างไรล่ะ ที่แห่งนี้มีปริมาณของโซเดียมคลอไรด์และหินปูนมากมายขนาดนี้ จึงไม่น่าจะมีโซเดียมคาร์บอเนตเหลืออยู่ในปริมาณมากมายอย่างนี้ แต่นี่อะไรกันนี่ ในที่แห่งนี้มีทั้ง โซเดียมคาร์บอเนต โซเดียมคลอไรด์ และหินปูน มันจะเป็นไปได้อย่างไร โอหรือว่า...

4. ครูชี้แจงว่า คำตอบจะได้จากการทดลองต่อไปนี้ เพราะเราจะยกตัวอย่างเหตุการณ์หนึ่งที่คล้ายกับการค้นพบของ Berthollet มาให้นักเรียนได้ศึกษา
5. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน คละความสามารถ นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาวิธีการทดลองเรื่องปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย $CuSO_4$ และสารละลาย HCl ช่วยกันวางแผนการทดลอง แบ่งหน้าที่รับผิดชอบ ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คนที่ 2 รับอุปกรณ์ และ ประเมินกลุ่มอื่น

คนที่ 3-4 ควบคุมการทำการทดลอง

คนที่ 5 บันทึกผลการทดลอง

คนที่ 1 ประเมินกลุ่มตัวเอง และล้างเก็บอุปกรณ์

6. นักเรียนคนที่ 2 ของแต่ละกลุ่ม รับอุปกรณ์ และ แบบประเมินทักษะในการปฏิบัติการทดลอง และแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 2 ชุด โดยประเมินกลุ่มตนเอง 1 ชุด และประเมินกลุ่มอื่น 1 ชุด โดยกลุ่ม 1 ประเมินกลุ่ม 2 กลุ่ม 2 ประเมินกลุ่ม 3 ไปเรื่อยๆ
7. ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับการทดลอง โดยนักเรียนตอบคำถามดังนี้
   1) วัตถุประสงค์ของการทดลองคืออะไร
   (เพื่อศึกษาการเกิดปฏิกิริยาผันกลับได้)
   2) นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับได้
   (มีสารตั้งต้น และสารผลิตภัณฑ์อยู่ในระบบ สังเกตจากสีของสารละลาย)
   3) สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยานี้คือสารใด สีอะไร
   (สารตั้งต้นคือ $[Cu(H_2O)_4]^{2+}(aq)$ สีฟ้า และ $Cl^-(aq)$ไม่มีสี ผลิตภัณฑ์ คือ $[CuCl_4]^{2-}(aq)$ สีเหลือง และ$H_2O(l)$ไม่มีสี)
8. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง เรื่องปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย $CuSO_4$ และสารละลาย HCl และบันทึกผลการทดลอง
9. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ผลการทดลอง ช่วยกันตอบคำถามท้ายการทดลอง ตั้งคำถาม และอธิบาย เพื่อหาคำตอบในสิ่งที่พบจากการทดลองจนสามารถวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง
10. ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการทดลองและสรุปผลการทดลองหน้าชั้นเรียน นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และเพื่อให้ได้ข้อสรุปร่วมกัน เกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาที่ผันกลับได้
11. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาแสดงเป็น Berthollet เพื่อประกาศแนวคิดเกี่ยวกับปฏิกิริยาผันกลับได้
12. นักเรียนทำแบบฝึกหัด มีการแลกเปลี่ยนกันตรวจและผู้สอนแจ้งผลให้ทราบทันที
13. ครูให้ผู้เรียนออกข้อสอบ 1 ข้อ 4 ตัวเลือก เกี่ยวกับปฏิกิริยาย้อนกลับได้
14. นักเรียนเขียนสรุปความรู้โดยใช้กลวิธี Exit ticket
15. ครูให้นักเรียนเขียนอนุทิน ในประเด็นต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1) ความรู้ที่ได้จากการเรียน
2) คำถามหรือข้อสงสัยในเรื่องที่ยังไม่เข้าใจ
3) ความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ และสื่อ ทั้งส่วนที่ดีและไม่ดี
4) ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการเรียนการสอน

8. สื่อ วัสดุ อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

สื่อ วัสดุ อุปกรณ์

1) อุปกรณ์ประกอบการเล่นละครสั้น เช่น หน้ากาก Berthollet ภาพ Natron Lake
2) เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับเครื่อง projector
3) ใบกิจกรรม การทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย $CuSO_4$ และสารละลาย HCl
4) ใบกิจกรรม แบบทดสอบ เรื่อง ปฏิกิริยาผันกลับได้
5) แบบเขียนรายงานการทดลองของกลุ่ม
6) แบบประเมินทักษะในการปฏิบัติการทดลองของกลุ่ม
7) แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์
8) วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี การทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย $CuSO_4$ และสารละลาย HCl

รายการ	ปริมาณต่อกลุ่ม
สารเคมี	
1. สารละลาย $CuSO_4$ อิ่มตัว	1 cm^3
2. สารละลาย HCl 6 mol/dm^3	1 cm^3
3.น้ำกลั่น	1 cm^3
อุปกรณ์	
1. หลอดทดลองขนาดเล็ก	2 หลอด
2. หลอดหยด	3 อัน

แหล่งเรียนรู้

1) หนังสือเรียนเคมีเล่ม 3 สสวท.
2) หนังสือเคมีจากสำนักพิมพ์ต่างๆ
3) ข้อมูลจากอินเตอร์เน็ต
4) อื่น ๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9. กิจกรรมเสนอแนะ

นักเรียนศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ และการค้นพบแนวคิดเรื่องปฏิกิริยาย้อนกลับได้ จากแหล่งเรียนรู้ เช่น อินเตอร์เน็ต แล้วนำผลการศึกษาค้นคว้ามาเผยแพร่แลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

แบบวัดแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบวัดแนวคิด เรื่อง สมดุลเคมี
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

1. แบบวัดแนวคิด เรื่อง สมดุลเคมี มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบแนวคิดของนักเรียนในเรื่องสมดุลเคมี ได้แก่ ปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์ ปฏิกิริยาผันกลับได้ สมดุลไดนามิก สมดุลในปฏิกิริยาเคมี และค่าคงที่สมดุล
2. แบบวัดแนวคิดฉบับนี้ข้อคำถามเป็นแบบปลายเปิด ประกอบด้วยคำถาม 10 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบวัดแนวคิดนี้ 60 นาที
3. ให้นักเรียนตอบคำถามตามความรู้ความเข้าใจของนักเรียนและตอบคำถามให้ครบถ้วนทุกข้อ
4. ขอให้นักเรียนให้ความร่วมมือและตั้งใจทำเพื่อนำผลการวิเคราะห์จากคำตอบของนักเรียนไปใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ขอขอบคุณนักเรียนทุกๆ คนที่ให้ความร่วมมือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ- สกุล……เลขที่ ……ม……

โรงเรียนเสาไห้ “วิมลวิทยานุกูล” อำเภอเสาไห้ จังหวัดสระบุรี

1. ปฏิกิริยาการเผาไหม้ของแก๊สมีเทน(CH_4)ในภาวะที่มีปริมาณของแก๊สออกซิเจน (O_2) พอดีกับการเกิดปฏิกิริยา ได้ผลิตภัณฑ์คือแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และน้ำ(H_2O) ถ้าเกิดปฏิกิริยานี้อย่างสมบูรณ์ เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาจะมีสารใดบ้าง เพราะเหตุใด และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยานี้ได้อย่างไร

……
……
……
……
……
……
……
……
……

2. ปฏิกิริยาระหว่างสาร A และสาร B เกิดผลิตภัณฑ์เป็นสาร C และสาร D พบว่าเป็นปฏิกิริยาผันกลับได้ และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้ดังนี้ $A + B \rightleftharpoons C + D$ ให้นักเรียนอธิบายลักษณะของปฏิกิริยาที่ผันกลับได้นี้

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. นักวิทยาศาสตร์ 2 คนทำการทดลองเพื่อศึกษาปฏิกิริยาผันกลับได้ นักเรียนคิดว่าการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ท่านใดที่จะพบปฏิกิริยาผันกลับได้ เพราะเหตุใดจงอธิบายโดยละเอียด

นักวิทยาศาสตร์คนที่ 1 ศึกษาปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดไฮโดรคลอริก(HCl) และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) พบว่าเมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดจะมีโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ซึ่งมีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว และน้ำ(H_2O)เกิดขึ้น

นักวิทยาศาสตร์คนที่ 2 ทดลองเผาจุนสี($CuSO_4.\ 5H_2O$) ในขวดปิดสนิท พบว่าผลึกสีฟ้าของจุนสีเปลี่ยนเป็นผลึกสีขาวของจุนสีสะตุ($CuSO_4$) และมีไอน้ำ(H_2O) เกิดขึ้น และเมื่อตั้งทิ้งไว้ให้เย็นจะกลายเป็นผลึกสีฟ้าของจุนสี($CuSO_4.5H_2O$)

……
……
……
……
……

4. นักเรียนคนหนึ่งศึกษาการระเหยของของเหลวในภาชนะเปิดและปิด ที่อุณหภูมิและความดันคงที่ เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่ง เขาพบว่า

ภาชนะ ก ซึ่งเป็นภาชนะเปิดปริมาณของน้ำลดลง

ภาชนะ ข ซึ่งเป็นภาชนะปิดปริมาณของน้ำคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง

นักเรียนคิดว่าการเปลี่ยนแปลงในภาชนะใดที่เกิดสมดุลไดนามิก จงอธิบายลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นพร้อมทั้งให้เหตุผลและวาดภาพประกอบ

……
……
……
……
……
……
……

5. ระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลไดนามิกต้องมีสมบัติอย่างไร

……
……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. ปฏิกิริยาการสลายตัวของแก๊สไดไนโตรเจนเตตระออกไซด์ (N_2O_4) ความเข้มข้น 8 mol/dm^3 ในขวดปิดสนิท เป็นดังสมการ $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2\,NO_2(g)$

(ไม่มีสี) (สีน้ำตาลแดง)

ให้นักเรียน ระบุความเข้มข้นของสาร (mol/dm^3) วาดภาพ และระบายสี เพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงของสารในระบบในแต่ละช่วงเวลาที่ปฏิกิริยาดำเนินไป พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ โดยทำตารางต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

	เวลาที่ปฏิกิริยาดำเนินไป				
ข้อคำถาม					
1.ระบุความเข้มข้น (mol/dm^3) N_2O_4 NO_2	8 0	7 …	6 …	5 …	5 …
2.วาดภาพ ○ แทนความเข้มข้นของ N_2O_4 1 mol/dm^3 ● แทนความเข้มข้นของ NO_2 1 mol/dm^3					
3.ระบายสี ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสารในระบบ					
4.เขียนอธิบายเหตุผล					

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. นักวิทยาศาสตร์ท่านหนึ่งศึกษาปฏิกิริยาของ $BiCl_3$ กับ น้ำ พบว่าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังสมการต่อไปนี้

$$BiCl_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons BiOCl(s) + 2\,HCl(aq)$$

จงเขียนสมการแสดงค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยานี้ พร้อมทั้งอธิบายหลักการเขียนค่าคงที่สมดุลโดยละเอียด

……

……

……

……

……

……

……

……

8. กำหนดค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา ที่ 25 ^{0}c ดังนี้

ปฏิกิริยาที่ 1 $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g);\ K_1 = a$

ปฏิกิริยาที่ 2 $B(g) + D(g) \rightleftharpoons E(g);\ K_2 = b$

ปฏิกิริยาที่ 3 $2C(g) + D(g) \rightleftharpoons 2A(g) + E(g);\ K_3 = ?$

จงแสดงวิธีหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาที่ 3

……

……

……

……

……

……

……

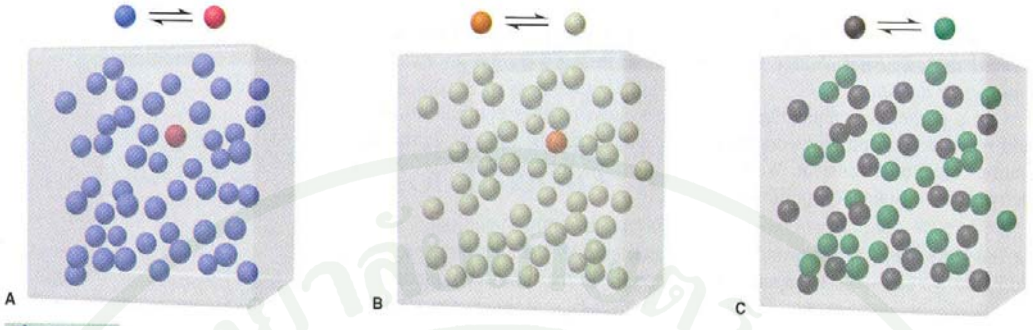
……

……

……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9. ภาพแสดงอัตราส่วนความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ณ ภาวะสมดุล ภาพใดที่มีความเป็นไปได้ว่าค่าคงที่สมดุลจะมีค่ามากกว่า 1 เพราะเหตุใด



ที่มา: โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ (2549)

……

……

……

……

……

……

……

10. ปฏิกิริยา $NO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + O_2(g)$ (สมการยังไม่ดุล) เมื่อนำแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) มา 2 โมล บรรจุลงในภาชนะขนาด 1 ลิตรที่อุณหภูมิ 25 ^{0}c ณ ภาวะสมดุล พบว่าแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) สลายตัวไป 0.4 mol/dm^3 ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยานี้มีค่าเท่าไร จงแสดงวิธีทำโดยละเอียด

……

……

……

……

……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแบบบันทึกหลังการสอนของครู

ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียน

ตัวอย่างอนุทินบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบบันทึกหลังการสอนของครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ .....

เรื่อง……..

เวลา……วัน……เดือน……พ.ศ……

ผลการจัดกระบวนการเรียนรู้

ขั้นนำ

.....

.....

.....

ขั้นสอน

.....

.....

.....

ขั้นสรุป

.....

.....

.....

ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ หรือแนวทางปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางวิลาวรรณ หิตาพิสุทธิ์)

ครูผู้สอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิชาเคมี2 รหัสวิชา ว32222 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ใบกิจกรรมการทดลอง

เรื่องปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย $CuSO_4$ กับสารละลาย HCl

วัน/เดือน/ปีที่ทดลอง.....

ชื่อกลุ่ม..... **ม.** .....

ชื่อ-สกุล..... **เลขที่**.....

ชื่อ-สกุล..... **เลขที่**.....

ชื่อ-สกุล..... **เลขที่**.....

ชื่อ-สกุล..... **เลขที่**.....

ชื่อ-สกุล..... **เลขที่**.....

ครูผู้ควบคุมการทดลอง นางวิลาวรรณ หิตาพิสุทธิ์

วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี

รายการ	**ปริมาณต่อกลุ่ม**
สารเคมี	
1. สารละลาย $CuSO_4$ อิ่มตัว	1 cm^3
2. สารละลาย HCl 6 mol/dm^3	1 cm^3
3.น้ำกลั่น	1 cm^3
อุปกรณ์	
1. หลอดทดลองขนาดเล็ก	2 หลอด
2. หลอดหยด	3 อัน

วิธีทดลอง

1. ใส่สารละลาย $CuSO_4$ ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก 2 หลอด ๆ ละ 5 หยด
2. เติมน้ำกลั่น 15 หยด ลงในหลอดที่ 1 เขย่าและตั้งไว้เพื่อใช้เปรียบเทียบสี
3. หยดสารละลาย HCl 6 mol/dm^3 ลงในหลอดที่ 2 ทีละหยดพร้อมกับเขย่าจนสารละลายเปลี่ยนสีบันทึกผล
4. หยดน้ำกลั่นลงในสารละลายในข้อ 3 ทีละหยดพร้อมกับเขย่าจนสารละลายเปลี่ยนสีบันทึกผล
5. ทำการทดลองซ้ำกับสารในหลอดเดิมอีกครั้งตามข้อ 3-4 สังเกตการเปลี่ยนแปลง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำถามก่อนทำกิจกรรม

ปัญหา

1. วัตถุประสงค์ของการทดลอง คืออะไร

……

……

……

สมมติฐาน

2. นักเรียนคาดว่าผลที่เกิดขึ้นน่าจะเป็นเช่นไร

……

……

……

ตารางบันทึกผลการทดลอง

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำถามหลังทำกิจกรรม

แปลความหมายและสรุปผล

1. ผลการทดลองตรงตามสมมติฐานหรือไม่ อย่างไร

   .....

   .....

   .....

2. จากการทดลองเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาไปข้างหน้าได้อย่างไร

   .....

   .....

   .....

3. จากการทดลองเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาย้อนกลับได้อย่างไร

   .....

   .....

   .....

4. จากการทดลองเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาผันกลับได้อย่างไร

   .....

   .....

   .....

5. ปฏิกิริยาผันกลับได้มีลักษณะอย่างไร

   .....

   .....

   .....

6. เมื่อปฏิกิริยาผันกลับได้ดำเนินไประยะเวลาหนึ่ง ทั้งสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ยังคงทำปฏิกิริยาต่อไปอีกหรือไม่ เพราะเหตุใด

   .....

   .....

   .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิชาเคมี2 รหัสวิชา ว32222 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แบบเขียนรายงานการทดลอง

คำชี้แจง

ให้นักเรียนวางแผนการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองให้ถูกต้องสมบูรณ์

การทดลอง เรื่อง……

วัน/เดือน/ปีที่ทดลอง.....

ชื่อกลุ่ม..... **ม.** .....

ชื่อ-สกุล……..... **เลขที่**.....

ชื่อ-สกุล……..... **เลขที่**.....

ชื่อ-สกุล……..... **เลขที่**.....

ชื่อ-สกุล……..... **เลขที่**.....

ชื่อ-สกุล……..... **เลขที่**.....

ครูผู้ควบคุมการทดลอง นางวิลาวรรณ หิตาพิสุทธิ์

สมมติฐาน

……

……

……

……

จุดประสงค์ของการทดลอง

……

……

……

……..

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการทดลอง

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิชาเคมี 2 รหัสวิชา ว32222 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ชื่อ-สกุล..... เลขที่.....ชั้น…….

ใบกิจกรรมเรื่องปฏิกิริยาผันกลับได้

ผลการเรียนรู้

อธิบายความหมายของ ปฏิกิริยาไปข้างหน้า ปฏิกิริยาย้อนกลับ และปฏิกิริยาผันกลับได้

คำชี้แจง

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนคนหนึ่งทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อเผา $CaCO_3$ ในภาชนะปิด ผลการทดลองของเขาพบว่ามี เมื่อปล่อยให้ปฏิกิริยาดำเนินไปจะมีของแข็งสีขาว และแก๊ส เมื่อนำของแข็งสีขาวไปทดสอบพบว่ามีทั้ง $CaCO_3$ ปนอยู่กับ CaO ส่วนแก๊สที่เกิดขึ้นเมื่อนำไปตรวจสอบพบว่าเป็น CO_2 จากข้อมูลที่กำหนดให้ จงตอบคำถามต่อไปนี้

   1.1 ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนี้ผันกลับได้หรือไม่ เพราะอะไร เขียนสมการได้อย่างไร

   ……

   ……

   1.2 ปฏิกิริยาไปข้างหน้าคืออะไร เขียนสมการได้อย่างไร

   ……

   ……

   1.3 ปฏิกิริยาย้อนกลับคืออะไร เขียนสมการได้อย่างไร

   ……

   ……

2. การเปลี่ยนแปลงหรือปฏิกิริยาที่กำหนดให้ในคู่ต่อไปนี้ การเปลี่ยนแปลงหรือปฏิกิริยาใดผันกลับได้ เพราะเหตุใด

   2.1 การระเหิดของการบูร และ การระเหยของน้ำในภาชนะปิดฝา

   ……

   ……

   ……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 การเผากระดาษ และ การละลายของเกลือในน้ำร้อนจนได้สารละลายอิ่มตัว แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

……

……

……

3 ถ้าปฏิกิริยาระหว่างสาร A และ สาร B เกิดเป็นสาร C และสาร D เป็นปฏิกิริยาผันกลับได้ และอยู่ในระบบปิด เมื่อทำการตรวจสอบสารในระบบนี้ จะพบสารใดบ้าง เพราะเหตุใด

……

……

……

……

……

……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิชาเคมี 2 รหัสวิชา ว32222 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ชื่อ-สกุล……..... เลขที่.....ชั้น……..

อนุทินบันทึกการเรียนรู้

วัน…….ที่……...เดือน……. พ.ศ. 2555

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้และแสดงความคิดเห็นตรงกับความเป็นจริง

1. สิ่งที่ได้เรียนรู้ในวันนี้

   1.1 ปฏิกิริยาผันกลับได้ หมายความว่าอย่างไร

   ……

   ……

   1.2 ปฏิกิริยาผันกลับได้ กับปฏิกิริยาที่เกิดอย่างสมบูรณ์เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

   ……

   ……

   1.3 จงยกตัวอย่างปฏิกิริยาผันกลับได้ มา 1 ตัวอย่างพร้อมอธิบาย

   ……

   ……

2. นักเรียนมีคำถามในเรื่องที่ยังไม่เข้าใจในวันนี้หรือไม่ โปรดระบุ

   ……

   ……

3. นักเรียนต้องการรู้อะไรเพิ่มเติมหรือไม่ โปรดระบุ

   ……

   ……

4. ความคิดเห็นต่อกิจกรรมและสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

   ……

   ……

5. ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน

   ……

   ……

   ……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางวิลาวรรณ หิตาพิสุทธิ์
วันเดือนปีที่เกิด	10 ตุลาคม 2516
สถานที่เกิด	จังหวัดร้อยเอ็ด
ประวัติการศึกษา	ศึกษาศาสตรบัณฑิต (เคมี-ชีววิทยา) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ตำแหน่งปัจจุบัน	ครู คศ. 2
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนเสาไห้ “วิมลวิทยานุกูล” อำเภอเสาไห้ จังหวัดสระบุรี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาเขต 4 ปทุมธานี-สระบุรี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์