



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ศึกษา

การศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนาแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

The Development of Tenth Grade Students' Conceptions on Chemical Reactions
by Context-Based Learning

นามผู้วิจัย นางสาวกรรณภััสสรณ์ จำชัยภูมิ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์จิตตมาศ สุขแสวง, ประ.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์ศุภกิจอาชีวะวานิช, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิทธิกร สุมาลี, ศษ.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาแนวคิดของนักเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

The Development of Tenth Grade Student s' Conceptions
on Chemical Reactions by Context-Based Learning

โดย

นางสาวกรณัฏฐสรณ์ จำชัยภูมิ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรศึกษา)

พ.ศ. 2558

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กรณีศึกษา จ้าชัญญ์ 2557: การพัฒนาแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ในระดับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
(วิทยาศาสตร์ศึกษา) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:
อาจารย์จิตตมาศ สุขแสง, ปร.ด 166 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวคิดเรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน และ 2) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่ช่วยพัฒนาแนวคิด เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มที่ศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2 จำนวน 35 คน ที่ศึกษาในรายวิชาเคมีพื้นฐาน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดแนวคิด เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ชนิดเลือกตอบแบบสองชั้นร่วมกับการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง บันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอน บันทึกหลังสอน อนุทินของผู้วิจัย อนุทินของนักเรียน และงานที่ได้รับมอบหมายของนักเรียน ผู้วิจัยจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม จากนั้นหาความถี่ของแต่ละกลุ่มแล้วคิดเป็นร้อยละ และวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน โดยใช้วิธีวิเคราะห์การตีความสร้างข้อสรุปเชิงอุปนัย จากข้อมูลต่างๆที่รวบรวมได้

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปฏิกริยาเคมีหลังเรียนสูงกว่าหลังเรียน โดยนักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุดในเรื่อง ปฏิกริยาเคมีในชีวิตประจำวัน อย่างไรก็ตาม นักเรียนส่วนหนึ่งยังมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนในเรื่อง การเกิดปฏิกริยาเคมีและปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี 2) แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การใช้ตัวอย่างสถานการณ์จริง และข้อมูลที่พบในชีวิตประจำวัน การปฏิบัติการทดลอง การสืบค้นข้อมูล การใช้การทดลองเสมือนจริง การนำเสนอข้อค้นพบ การให้แรงเสริมทางบวก และการนำเสนอบริบทใหม่ๆ

ลายมือชื่อนิติ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Ponpassorn Jachaiyaphum 2014: The Development of Tenth Grade Student s' Conceptions on Chemical Reactions by Context-Based Learning. Master of Education (Science Education), Major Field: Science Education, Department of Education. Thesis Advisor: Miss Chittamas Suksawang, Ph.D. 166 pages.

The purposes of this research were to 1) study 10th grade students' conceptions on Chemical Reactions for pre and post instruction by Context-Based Learning. 2) Study the effective ways of this instructional approach to enhance students' conceptions. The participants were 35 10th grade students at a school. The students enrolled the basic Chemistry Course in the second semester, B.E. 2556 academic year. Multiple data sources consisted of students' completing the concept test with semi-structured interview, field notes of classroom observation, Researcher's reflective journals, students' journals and students' task. The data of students' conceptions was analyzed to percentage. Inductive analysis was used to explore the effective ways of the approach.

The results revealed that 1) the percentage of students with sound understanding for post instruction was higher than pre instruction for almost conceptions. They had mostly sound understanding in the topic of Chemical reaction in daily life. However, some of the students had partial understanding and misunderstanding in the topic of occurrence of chemical reaction and factors affecting rate of reaction. 2) The effective ways of the approach: using of examples of situation or information in the daily life; doing experiment, exploring data; using visual experiment; presenting the findings; using positive reinforcement; and using new several contexts.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____/____/____

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.จิตตมาศ สุขแสวง และกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม อาจารย์ ดร.ศุภกิจ อาชีวะวานิช ที่ได้ทุ่มเทเวลา ในการให้คำแนะนำแนวทางในการศึกษาให้คำปรึกษาเมื่อพบปัญหา ช่วยเหลือและตรวจแก้ไข วิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้เสร็จสมบูรณ์ รวมทั้งให้กำลังใจในการทำงานแก่ผู้วิจัยตลอดมา

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี กาญจนชาติรี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมาภรณ์ พิมพทอง อาจารย์ ดร. วันเพ็ญ เหล่าศรีไพบุลย์ อาจารย์ศิริรัตน์ วงศ์ศิริ และ อาจารย์กัญญา สุภวรรณกิจ ผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ ในการวิจัยให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณผู้บริหารสถานศึกษาโรงเรียนที่กรุณาให้ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในโรงเรียน และ เพื่อนครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รวมทั้งนักเรียนทุกคนที่เข้าใจและให้ความร่วมมือใน การวิจัยนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่านที่ทำให้ข้าพเจ้า ได้พัฒนาตนเอง และเพื่อนๆในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกคนที่ช่วยเหลือ ครอบครัวยของ ข้าพเจ้าที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนตลอดระยะเวลาในการศึกษา คุณค่า และประโยชน์อันเกิด จากงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้กับบิดา มารดา บุรพาคณาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ภรณ์ภัสสรณ์ จำชัยภูมิ

ธันวาคม 2557

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(6)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
คำถามวิจัย	5
วัตถุประสงค์การวิจัย	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
ขอบเขตการวิจัย	6
นิยามศัพท์	7
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	10
ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	11
แนวคิด	14
การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน	26
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	33
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	37
รูปแบบการวิจัย	37
กลุ่มที่ศึกษา	40
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	40
การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	41
การเก็บรวบรวมข้อมูล	44
การวิเคราะห์ข้อมูล	45
การเพิ่มความเป็นที่วางใจได้ของการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล	48

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์	50
ผลการวิจัย	50
ข้อวิจารณ์	99
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	102
สรุปผลการวิจัย	105
ข้อเสนอแนะ	108
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	109
ภาคผนวก	117
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ	118
ภาคผนวก ข คำถามและคำตอบแนวคิดเรื่องปฏิกิริยาเคมี	120
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้	146
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	166

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	บทบาทของครูและผู้เรียน ในการจัดการเรียนการสอน ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	13
2	รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน	29
3	ขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอน โดยใช้บริบทเป็นฐาน	31
4	รายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้	42
5	การแจกแจงเนื้อหาของแบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบสองชั้น	44
6	เกณฑ์การกำหนดระดับคะแนนจากแนวการตอบ เรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมี	51
7	เกณฑ์การสรุประดับคะแนนแนวคิดเรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมี	53
8	สรุปจำนวนและร้อยละของนักเรียนที่ได้ระดับคะแนน แนวคิดเรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมี	54
9	เกณฑ์การกำหนดระดับคะแนนจากแนวการตอบ เรื่องพลังงานกับการเกิดปฏิกิริยา	56

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
10	เกณฑ์การสรุประดับคะแนนแนวคิดเรื่อง พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี	58
11	สรุปจำนวนและร้อยละของนักเรียนที่ได้ระดับคะแนน แนวคิด เรื่อง พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี	59
12	เกณฑ์การกำหนดระดับคะแนนจากแนวการตอบ เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	61
13	เกณฑ์การสรุประดับคะแนนแนวคิดเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	62
14	สรุปจำนวนและร้อยละของนักเรียนที่ได้ระดับคะแนน แนวคิด เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	63
15	เกณฑ์การกำหนดระดับคะแนนจากแนวการตอบ เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	65
16	เกณฑ์การสรุประดับคะแนนแนวคิด เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	68
17	สรุปจำนวนและร้อยละของนักเรียนที่ได้ระดับคะแนน แนวคิด เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา	69

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
18	เกณฑ์การกำหนดระดับคะแนนจากแนวการตอบ เรื่อง ปฏิกริยาเคมีในชีวิตประจำวัน	71
19	เกณฑ์การสรุประดับคะแนนแนวคิด เรื่อง ปฏิกริยาเคมีในชีวิตประจำวัน	73
20	สรุปจำนวนและร้อยละของนักเรียนที่ได้ระดับคะแนน แนวคิด เรื่อง ปฏิกริยาเคมีในชีวิตประจำวัน	74
21	จำนวนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่แสดงแนวคิด เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน	77

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กระบวนการเกิดแนวคิด	14
2	แผนภูมิพลังงานของปฏิกิริยา	23
3	การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน	29
4	ขั้นตอนการวิจัย	39
5	ใบกิจกรรม เรื่องยากับชีวิตของนักเรียนกลุ่มที่ 5	80
6	ใบกิจกรรม เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนกลุ่มที่ 5	84
7	ใบกิจกรรม เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนกลุ่มที่ 9	85
8	ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาของนักเรียนเลขที่ 32	88
9	ใบงานเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นักเรียนกลุ่มที่ 9	94

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาและเกิดความเข้าใจวิทยาศาสตร์ทั้งส่วนที่เป็นความรู้และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีความสงสัยเกิดคำถามในสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวกับโลกธรรมชาติรอบตัวเพื่อนำไปสู่คำตอบของคำถาม สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารคำถาม คำตอบ ข้อมูลที่ได้ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544) ดังนั้น หลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงต้องเชื่อมโยงทั้งเนื้อหา แนวคิดหลัก และกระบวนการที่เป็นสากล มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงทั้งระดับท้องถิ่น และระดับประเทศ และมีความยืดหยุ่นหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนได้รับการพัฒนาทั้งกระบวนการคิด ความสามารถในการเรียนรู้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา และการคิดค้นสร้างสรรค์องค์ความรู้ โดยใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นควบคู่กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

อย่างไรก็ตาม ที่ผ่านมามาประเทศไทยประสบกับวิกฤตทางด้านคุณภาพทางการศึกษา ดังจะเห็นได้จากการสอบวัดระดับความรู้ระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-net) ในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการทดสอบวัดความรู้พื้นฐานระดับชาติ โดยใช้มาตรฐานกลางในการวัดความรู้ของนักเรียน ซึ่งผลการทดสอบในปีการศึกษา 2554 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 47.84 คะแนนส่วนในปีการศึกษา 2555 นักเรียนมีผลคะแนนลดลงอยู่ที่ 37.46 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2556) สำหรับการสอบความถนัดทั่วไป (GAT) และความถนัดทางวิชาการและวิชาชีพ (PAT) พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยในการสอบความถนัดทั่วไป (GAT) ลดลงจากปี 2554 เหลือ 130.6 คะแนน ในปี 2555 และการสอบความถนัดทางวิชาการและวิชาชีพ (PAT) มีคะแนนเฉลี่ยน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2556) จากผลการทดสอบดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า กระบวนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยนั้นยังไม่บรรลุผลเท่าที่ควร จึงอาจส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน (สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, 2556) ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินเมื่อเทียบกับนานาชาติของ PISA (Programme for International

Student Assessment) ในปี 2009 ซึ่งพบว่านักเรียนไทยมีผลคะแนนเฉลี่ยของทุกวิชาต่ำกว่า นานาชาติและมีแนวโน้มที่ต่ำลงเมื่อเทียบกับการประเมินครั้งแรก (PISA 2000) นอกจากนี้ การประเมินผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ของ TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) ในปี 2007 พบว่านักเรียนได้คะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย (สำนักงานเลขาธิการสภา การศึกษา, 2556)

จากวิกฤตดังกล่าวจึงสะท้อนให้เห็นถึงสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ ดังที่ สุรวิทย์ วงศ์ศรี (2542) พบว่าการจัดการเรียนการสอนของครูส่วนใหญ่เน้นการ บรรยาย การจัดกระบวนการเรียนการสอนยังขาดการฝึกฝนให้ผู้เรียนค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ที่ หลากหลาย นอกจากนี้เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ไม่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง สิ่งเหล่านี้จึงส่งผล กระทบต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เช่น การเกิดแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ซึ่งจาก ผลงานวิจัยที่ผ่านมาค้นพบว่าผู้เรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนทางเคมีหลายแนวคิด ได้แก่ แนวคิด เรื่องโมล (Gilbert and Watts, 1983) แนวคิดเรื่องโครงสร้างอะตอม (Zoller, 1990) แนวคิดเรื่อง พลังงานจลน์ (Abraham, Grzybowski, Renner, and Marek, 1992) และแนวคิดเรื่องสารละลาย (Ravialo, 2001) เป็นต้น

สำหรับแนวคิดเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีนั้นเป็นแนวคิดที่มีความสำคัญในการศึกษาวิชาเคมี เนื่องจากเป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาเคมีในเรื่องอื่นๆ เช่น พันธะเคมี กรด - เบส สมดุลเคมี (ทวีชัย อมรศักดิ์ชัย, 2551; Van Driel, Wobbe, Verloop and Dekkers., 1998) นอกจากนี้แนวคิดเรื่อง ปฏิกิริยาเคมีนั้นยังมีความสำคัญในการดำรงชีวิตของผู้เรียนเป็นอย่างมาก เพราะผู้เรียนสามารถนำ ความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและสามารถอธิบาย ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นได้ เช่น การเกิดปฏิกิริยาที่สามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลง และไม่สามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พลังงานกับการ เกิดปฏิกิริยาเคมี และปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน (สุนันทา วิบูลย์จันทร์, 2545; Sirhan, 2007) อย่างไรก็ตาม จากผลการวิจัยบางเรื่อง พบว่า ผู้เรียนยังคงมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่องปฏิกิริยา เคมีและการผันกลับได้ของปฏิกิริยาเคมี (Zoller, 1990; Abraham *et al.*, 1992) ซึ่งผลการวิจัย ดังกล่าวสอดคล้องกับข้อมูลในบันทึกหลังสอนของผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนในการปฏิบัติการสอน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของปีการศึกษา 2554 และจากผลการสำรวจแนวคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับปฏิกิริยา เคมีโดยใช้แบบวัดแนวคิด ซึ่งพบว่า ผู้เรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เช่น ผู้เรียนไม่สามารถระบุสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่แสดงถึงการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ถูกต้อง รวมทั้ง ผู้เรียนใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง โดยผู้เรียนเข้าใจว่าการหลอมเหลวของไอศกรีมแสดง

ถึงการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพราะการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวสามารถทำให้ไอศกรีมกลับมาเป็นเหมือนเดิมได้ ด้วยการเปลี่ยนจากของแข็งไปเป็นของเหลว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวรภรณ์ แยมจินดา (2547) ที่ค้นพบว่า ผู้เรียนไม่สามารถจำแนกได้ว่าสถานการณ์ใดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีหรือเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ นอกจากนี้ ผู้เรียนยังมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาเคมีที่กำหนดให้ โดยผู้เรียนไม่สามารถระบุชนิดของสารตั้งต้น สารผลิตภัณฑ์ และตัวเลขแสดงสัมประสิทธิ์จำนวนโมลของสารได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ณัฏฐฤดี เกื้อทาน (2554) ที่พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่เรียนรู้แนวคิดทางเคมีจากการท่องจำมากกว่าการทำความเข้าใจโดยผู้เรียนไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมีในระดับมหภาค จุลภาคและสัญลักษณ์ได้ และผู้เรียนยังมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยา โดยผู้เรียนเข้าใจว่าการเพิ่มอุณหภูมิ จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น ข้อค้นพบดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของจินดา พรหมณัฐ (2553) ที่กล่าวว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยา

สำหรับสาเหตุที่ผู้เรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนดังกล่าวนี้ อาจมีสาเหตุมาจากเนื้อหาวิชายากต่อการทำความเข้าใจของผู้เรียนเพราะเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นนามธรรมซึ่งผู้เรียนต้องใช้จินตนาการ หรือเป็นแนวคิดที่ผู้เรียนไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าหรือ อาจเกิดจากภาษาที่ใช้ซึ่งเป็นเหมือนภาษาอีกภาษาหนึ่งที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้เพิ่มเติมนอกเหนือจากภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวัน มีคำศัพท์มากมายที่ผู้เรียนยังไม่คุ้นเคยและไม่เข้าใจ (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551) หรืออาจเกิดจากเนื้อหาในตำราเรียนไม่สอดคล้องกับบริบทในชีวิตประจำวันของผู้เรียน จึงส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถเชื่อมโยงแนวคิดที่ได้เรียนกับชีวิตประจำวันของตนเองได้ หรืออาจเป็นสาเหตุที่ครูผู้สอนเลือกใช้วิธีสอนที่ไม่เชื่อมโยงกับการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันของผู้เรียน (จินดา พรหมณัฐ, 2553) หรือการสอนของครูที่เน้นการบรรยายหรือบอกความรู้แก่นักเรียน (สุรวิทย์ วงศ์ศรี, 2542) ซึ่งสอดคล้องกับบันทึกหลังสอนของผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอน เรื่องปฏิกิริยาเคมี ในปีการศึกษา 2554 ที่ค้นพบว่า ผู้วิจัยเน้นการสอนที่บอกแนวคิดกับผู้เรียน ขาดการให้ผู้เรียนสร้างแนวคิดด้วยตนเอง สาเหตุเหล่านี้จึงทำให้ผู้เรียนส่วนใหญ่ที่ผู้วิจัยสอนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่องดังกล่าว

อย่างไรก็ตาม แนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ก็คือผู้เรียนจะต้องแสวงหาความรู้ และสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง โดยอาศัยความรู้เดิมเป็นพื้นฐานสำคัญของการสร้างความรู้ใหม่ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) (Osborne, 1982: 25–31) ซึ่งการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้

ผู้เรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา ตำราตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีต่างๆ จนทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน ตลอดจนผู้เรียนสามารถนำความรู้เหล่านั้นไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ ได้ (สุวิทย์ มูลคำ, 2551) ซึ่งการจัดการเรียนการสอนวิธีหนึ่งที่อยู่ภายใต้แนวคิดทฤษฎีดังกล่าวก็คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (Context-Based Learning: CBL) (Panek, 2012) ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานนี้ช่วยพัฒนาแนวคิดของผู้เรียนและส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถนำแนวคิดไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ (Panek, 2012) ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเริ่มจากผู้เรียนอภิปรายกลุ่มย่อยในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน โดยผู้เรียนช่วยกันวิเคราะห์สถานการณ์ที่อยู่ในบริบท แลกเปลี่ยนแนวคิดจากการอภิปรายกลุ่มเพื่อเป็นการตรวจสอบความรู้เดิม แล้ววางแผนในการแก้ปัญหาในสถานการณ์นั้น จากนั้นผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าความรู้เพื่อนำมาแก้ไขสถานการณ์นั้นๆ โดยผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะ (Williams and Day, 2003 อ้างใน Darkwah, 2006)

เนื่องจากการพัฒนาแนวคิดของผู้เรียน เรื่องปฏิกิริยาเคมีนั้นมีความสำคัญเพราะแนวคิดดังกล่าวนี้เป็นพื้นฐานสำคัญของการศึกษาแนวคิดเรื่องอื่นๆ และผู้เรียนสามารถนำแนวคิดที่ได้เรียนรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันของตนเองได้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและสามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นได้ อีกทั้งยังทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กับปรากฏการณ์ธรรมชาติ หรือประสบการณ์ในชีวิตจริงหรือชีวิตประจำวันของตนเอง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาพัฒนาการเกี่ยวกับแนวคิดของผู้เรียน เรื่องปฏิกิริยาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

คำถามวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีแนวคิดเรื่อง ปฏิกริยาเคมี ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้บริบทเป็นฐาน อย่างไร
2. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเรื่อง ปฏิกริยาเคมี ที่ช่วยพัฒนาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีลักษณะอย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน
2. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ที่ช่วยพัฒนาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ครูผู้สอนได้ทราบแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา และปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน
2. เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนนำผลการวิจัยที่ได้ไปปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนวิชาเคมี เพื่อให้ให้นักเรียนมีแนวคิด เชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

3. นักวิชาการ นักพัฒนาหลักสูตร ตลอดจนสถาบันผลิตและพัฒนาครูนำผลการวิจัยที่ได้ไปใช้พัฒนาและปรับปรุงหลักสูตรและจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ขอบเขตการวิจัย

1. กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 35 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่คัดความสามารถประกอบด้วย นักเรียนที่มีความสามารถในระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ของโรงเรียนแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 2

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เรื่อง ปฏิบัติการเคมี ซึ่งเป็นเนื้อหาในรายวิชาเคมีพื้นฐานในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด 5 เรื่อง โดยผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้และกำหนดคาบของการสอนเนื้อหาแต่ละเรื่อง ดังนี้แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 2 แผน (3 คาบ) พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 1 แผน (2 คาบ) อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 1 แผน (2 คาบ) ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา จำนวน 2 แผน (3 คาบ) และปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน จำนวน 1 แผน (3 คาบ)รวมใช้แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 7 แผน (13 คาบ)

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม - กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 รวมระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งสิ้น 6 สัปดาห์

นิยามศัพท์

แนวคิด หมายถึง ความรู้ความเข้าใจของบุคคลเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งอาจเป็นวัตถุ หรือสถานการณ์หรือเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ โดยบุคคลนั้นสามารถจำแนกแยกแยะลักษณะร่วมที่เหมือนกัน และอธิบายลักษณะที่แตกต่างกันของสิ่งนั้นได้ ซึ่งวัดได้จากการตอบคำถามของผู้เรียนในแบบวัดแนวคิดเรื่อง ปฏิริยาเคมี ร่วมกับการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง โดยจำแนกประเภทแนวคิดออกเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

1. แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Sound Understanding: SU) หมายถึง คำตอบหรือคำอธิบายแนวคิดที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนที่ถูกต้องและ สอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในทุกองค์ประกอบ ซึ่งได้จากการทำแบบวัดแนวคิด และจากการสัมภาษณ์แนวคิดเรื่อง ปฏิริยาเคมี ในด้าน การเกิดปฏิริยาเคมี พลังงานกับการเกิดปฏิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิริยาเคมีและปฏิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน

2. แนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Parial Understanding : PU) หมายถึง คำตอบหรือคำอธิบายแนวคิดที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนที่ถูกต้องแต่อธิบายไม่ครบสมบูรณ์ตามแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

3. แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (Parial Understanding and Misunderstanding: PU and MU) หมายถึง คำตอบหรือคำอธิบายแนวคิดที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนที่ถูกต้องบางส่วนตามแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และบางส่วนคลาดเคลื่อน

4. แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Complete Misunderstanding: CM) หมายถึง คำตอบหรือคำอธิบายแนวคิดที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในทุกองค์ประกอบ

5. ไม่ตอบคำถาม (Without Answer: WA) หมายถึง ผู้เรียนไม่ตอบคำถามใดๆ หรือไม่อธิบายคำตอบใดๆ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (Context-Based Learning: CBL) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ โดยการนำเอาสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวผู้เรียน ครูผู้สอน และโรงเรียนหรือประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของผู้เรียน เข้ามาให้ผู้เรียนได้ศึกษาเพื่อเข้าใจแนวคิด กฎ และทฤษฎี ตลอดจนสามารถเชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงกันในชีวิตประจำวันได้ โดยลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ คือ มีการอภิปรายกลุ่มย่อยในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน โดยผู้เรียนมีการช่วยกันวิเคราะห์สถานการณ์ที่อยู่ในบริบท มีการแลกเปลี่ยนแนวคิดจากการอภิปรายกลุ่มเพื่อเป็นการตรวจสอบความรู้เดิม จากนั้นครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าความรู้ มีการวางแผนในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ แล้วลงมือแก้ปัญหาในสถานการณ์นั้นๆ หรือคิดเชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงกัน โดยมีครูผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะ ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นกำหนดสถานการณ์** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนที่ผู้สอนนำเสนอเกี่ยวกับตัวอย่างข้อมูล สถานการณ์ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้อภิปรายถึงสถานการณ์ที่กำลังเผชิญ ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย ใคร่รู้ในแนวคิดที่เรียนขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้สอนได้ตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนซึ่งในการเลือกสถานการณ์นั้นอาจเริ่มจากความสนใจของผู้เรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่สนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ผู้เรียนเพิ่งเรียนรู้มา

2. **ขั้นลงมือปฏิบัติงาน** ในขั้นนี้ผู้เรียนได้ลงมือสำรวจและค้นหา ซึ่งวิธีการศึกษาอาจเป็นการสำรวจ การทดลอง การลงมือปฏิบัติ การสืบค้น การทำกิจกรรมภาคสนาม หรือการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลองก็ได้ ผลที่ได้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้และช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในแนวคิดใหม่ๆ

3. **ขั้นนำเสนอข้อค้นพบที่ได้** ในขั้นนี้เป็นการนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอโดยขั้นนี้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้แนวคิดจากการทำความเข้าใจกับแนวคิดหลัก มีการแลกเปลี่ยนสิ่งที่ได้เรียนรู้ซึ่งกันและกัน มีการอธิบายและลงข้อสรุปร่วมกัน เพื่อให้ได้แนวคิดที่ถูกต้องที่สุด

4. ขั้นการประยุกต์ใช้ ในขั้นนี้ผู้เรียนมีการอธิบายและขยายความรู้ หรือข้อค้นพบกับสถานการณ์อื่นที่คล้ายคลึงกัน โดยผู้สอนมีการนำเสนอบริบทใหม่ให้กับผู้เรียน หรือผู้เรียนยกตัวอย่างบริบทในการนำแนวคิดไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน



บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การพัฒนาแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้าเกี่ยวกับทฤษฎี หลักการ และผลงานวิจัยจากหนังสือ เอกสาร วารสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในหัวข้อต่อไปนี้

1. ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
 - 1.1 ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
 - 1.2 การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. แนวคิด
 - 2.1 นิยามของแนวคิด
 - 2.2 การเกิดแนวคิด
 - 2.3 ประเภทของแนวคิด
 - 2.4 วิธีวัดแนวคิด
 - 2.5 แนวคิด เรื่อง ปฏิกริยาเคมี
3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน
 - 3.1 นิยามของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน
 - 3.2 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน
 - 3.3 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

1. ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เป็นปรัชญาการศึกษาที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานความเชื่อที่ว่าบุคคลทุกคนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว และแสวงหาเพื่อจะอธิบายสิ่งแวดล้อมเหล่านั้น ซึ่งในการหาคำอธิบายนั้น บุคคลจะสร้างโมเดลหรือตัวแทนของวัตถุปรากฏการณ์ และเหตุการณ์ที่ได้พบโดยโมเดลที่สร้างขึ้นอาจแตกต่างจากโมเดลของผู้เชี่ยวชาญ บุคคลทุกคนสร้างความหมายให้กับสิ่งที่เขารับรู้ ซึ่งอาจจะได้รับคำแนะนำจากบุคคลอื่น การสร้างความหมายจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและผู้เรียนต้องมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง โดยครูเป็นเพียงผู้สนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้เท่านั้น (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540)

นอกจากนี้ มีนักการศึกษาบางท่านที่ได้กล่าวถึงการเรียนรู้ของบุคคล อาทิ Piaget ซึ่งเชื่อว่าบุคคลทุกคนตั้งแต่เกิดมามีความพร้อมที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม Piaget ถือว่าบุคคลนั้นมีการจัดและรวบรวมกระบวนการต่าง ๆ ภายในเข้าเป็นระบบอย่างต่อเนื่องและปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตามที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และบุคคลมีการปรับตัว ซึ่งเป็นการปรับให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมจนอยู่ในภาวะสมดุล โดยการซึมซับ หรือดูดซึมประสบการณ์ใหม่ หรือการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเขาวัยปัญหาที่มีอยู่แล้ว ให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมหรือประสบการณ์ใหม่ หรือเป็นการเปลี่ยนแปลงความคิดเดิมให้สอดคล้องกับสิ่งแวดล้อมใหม่ ทั้งนี้ Piaget เห็นว่าการจะสร้างความหมายจากสิ่งที่ตัวเองรับรู้ตามประสบการณ์เดิมของตน ความหมายที่สร้างขึ้นอาจสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องก็ได้และถือว่าความหมายที่สร้างขึ้น ไม่มีคำตอบที่ถูกหรือผิด แต่เรียกว่าไม่สอดคล้องกับความหมายที่ยอมรับในขณะนั้น การเรียนรู้ขึ้นอยู่กับความรู้เดิม เพราะสิ่งเหล่านี้มีอิทธิพลต่อการเลือกรับสิ่งเร้าและวิธีการที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งเหล่านั้น (Dimitruos, 1998) สำหรับ Vygotsky ได้เน้นความสำคัญของวัฒนธรรมและสังคมที่มีผลต่อการพัฒนาทางเขาวัยปัญหา โดยสังคมและวัฒนธรรมเป็นสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อมนุษย์ตั้งแต่เกิด และถือว่า การเรียนรู้เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างเด็กและผู้ใหญ่ (เช่น พ่อ แม่ ครู เพื่อน) การเรียนรู้และพัฒนาการทางเขาวัยปัญหาเกิดจากการถ่ายทอดความรู้จากบุคคลหนึ่งไปยังอีกบุคคลหนึ่งได้ ด้วยการแลกเปลี่ยนและสะท้อนความคิดเห็นแก่กันและกัน การมีเหตุผลกับความคิดเห็นของตนเองหรือโต้แย้งความคิดเห็นของบุคคลอื่น ทำให้ได้มีโอกาสพิจารณากระบวนการคิดของตนเองเปรียบเทียบกับกระบวนการคิดของผู้อื่น ทำให้มีการเจรจาต่อรองเกี่ยวกับการสร้าง

ความหมายของสิ่งต่างๆ ซึ่งจะช่วยให้สามารถปรับเปลี่ยนความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนได้ (Osborne and Cosgrove, 1983)

กล่าวโดยสรุป การสร้างองค์ความรู้ของผู้เรียนจะเกิดได้โดยผู้เรียนจะต้องมีพื้นฐานความรู้เดิมและการเรียนรู้เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ในขณะที่ผู้เรียนอยู่ในบริบททางสังคม (social context) การเรียนรู้และพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาเกิดจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม และการเรียนรู้จะขึ้นอยู่กับความรู้ ประสบการณ์เดิมและความเชื่อของผู้เรียน

2. การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เนื่องจากทฤษฎี Constructivism ไม่ใช่วิธีสอน จึงใช้การตีความทฤษฎีแล้วจึงนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ดังนั้น แนวคิดในการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ จึงมีหลากหลาย สามารถสรุปได้ดังนี้ ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ หรือความหมายของสิ่งที่รับรู้ขึ้นมาด้วยตนเอง โดยผู้เรียนแต่ละคนอาจสร้างความหมายของสิ่งที่รับรู้แตกต่างกันตามความรู้เดิมของแต่ละคน การสร้างความรู้ของผู้เรียนเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและเกี่ยวข้องกับกระบวนการอื่นๆ อย่างน้อย 3 กระบวนการ คือ กระบวนการกำกับตนเอง โดยผู้เรียนต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับการเรียนรู้ของตนเอง ด้วยการทำให้การเรียนรู้นั้นเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย คือ เข้าใจเรื่องที่เรียนได้อย่างลึกซึ้ง จนสามารถสร้างความหมายของสิ่งนั้นๆ ได้ด้วยตนเอง รวมทั้งสามารถนำความรู้และกระบวนการเรียนรู้ไปใช้ในบริบทอื่นได้ กระบวนการทางสังคม คือ พิจารณากระบวนการคิดของตนเองเปรียบเทียบกับกระบวนการคิดของผู้อื่น ทำให้มีการเจรจาต่อรองเกี่ยวกับการสร้างความหมายของสิ่งต่างๆ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถปรับเปลี่ยนความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนได้ และกระบวนการสืบสอบการเรียนการสอนตามแนวนี้ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาตามสภาพจริง หรือควรส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง และทำการสืบสอบด้วยตนเอง (สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ, 2545)

ทั้งนี้ บทบาทของครูและผู้เรียน ในการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ, 2545) แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 บทบาทของครูและผู้เรียน ในการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

บทบาทของครู	บทบาทของผู้เรียน
- ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้มุมมองที่หลากหลายในการนำเสนอความหมายของแนวคิด	- ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดเป้าหมายและจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ของตนเอง
- ครูแสดงบทบาทเป็นผู้ชี้แนะ ผู้กำกับ ผู้ฝึกฝน ผู้อำนวยการความสะดวกในการเรียนรู้ของผู้เรียน	- ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการสร้างความรู้และกำกับการเรียนรู้ของตนเอง
- ครูจัดบริบทของการเรียนเช่น กิจกรรม โอกาส เครื่องมือ สภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมวิธีการคิดและการกำกับเกี่ยวกับการรับรู้ของตนเอง	- ผู้เรียนเสริมสร้างความรู้ด้วยตนเอง ด้วยการเจรจาต่อรองทางสังคมและการเรียนรู้ร่วมกัน
- ครูจัดสถานการณ์การเรียนรู้ สภาพแวดล้อม ทักษะ เนื้อหา และงานที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนตามสภาพที่เป็นจริง	- ผู้เรียนได้เรียนรู้ตรงกับความต้องการ ความสนใจ และความถนัดของตนเอง
- ครูใช้ข้อมูลจากแหล่งปฐมภูมิเพื่อยืนยันตามสภาพการณ์ที่เป็นจริง	- ผู้เรียนมีโอกาสคิดอย่างสร้างสรรค์
- ครูพิจารณาความรู้เดิม ความเชื่อ ทักษะคิดของผู้เรียนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	- ผู้เรียนมีโอกาสแสดงออกอย่างอิสระ
ครูส่งเสริมการแก้ปัญหา ทักษะการคิดระดับสูงและความเข้าใจเรื่องที่เรียนอย่างลึกซึ้ง	- ผู้เรียนได้เป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเอง
- ครูนำความคิดพลาด ความเชื่อที่ไม่ถูกต้องของผู้เรียนมาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้	- ผู้เรียนได้เรียนจากสภาพจริงและได้รับประสบการณ์ตรง

ตารางที่ 1 (ต่อ)

บทบาทของครู	บทบาทของผู้เรียน
- ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นหาความรู้อย่างอิสระ วางแผนและการทำงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ของตนเอง	- ผู้เรียนได้ใช้สื่อต่าง ๆ เพื่อการเรียนรู้
- ครูให้ผู้เรียนได้เรียนรู้งานที่ซับซ้อน ทักษะ และความรู้ที่จำเป็นจากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง	- ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่นหรือได้ทำงานเป็นกลุ่ม
- ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดของเรื่องที่เรียน	- ผู้เรียนได้เรียนอย่างมีความสุข
- ครูอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยให้คำแนะนำหรือให้ทำงานร่วมกับผู้อื่น	
- ครูวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามสภาพที่เป็นจริงขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	

แนวคิด

1. นิยามของแนวคิด (Concept)

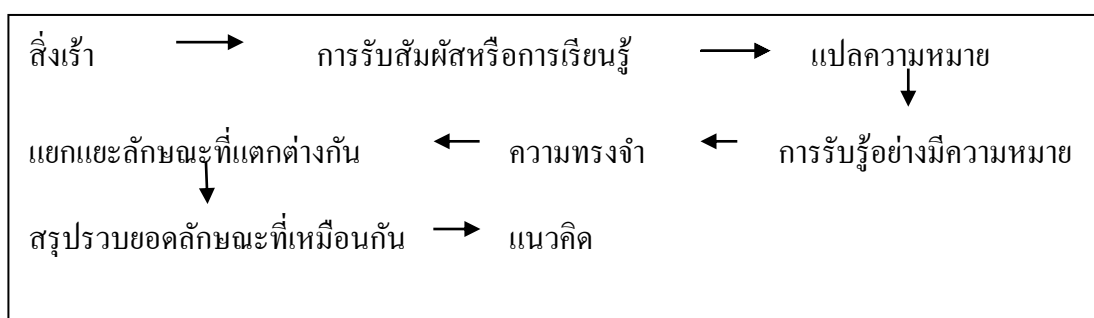
แนวคิด ภาษาอังกฤษใช้คำว่า Concept โดยนักการศึกษาหลายท่านใช้ชื่อเรียกที่หลากหลาย เช่น ความคิดรวบยอด (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531; วิชัย วงษ์ใหญ่, 2532; กันตักนิษฐ์เดชะปัญญา, 2554) มโนคติ (จินดารัตน์ แก้วพิกุล, 2554) หรือ สังกัป (มังกร ทองสุคติ, 2522) โดยนักการศึกษาได้ให้ความหมายของแนวคิดที่แตกต่างกัน โดยให้ความหมายว่าเป็น ภาพในใจหรือแบบของความคิดที่เป็นตัวแทนสิ่งของทั้งประเภท (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2532; กันตักนิษฐ์เดชะปัญญา, 2554) หรือเป็นมโนภาพที่เป็นนามธรรมที่ชี้แทนสิ่งของ สัตว์ วัตถุที่จัดไว้เป็นจำพวกเดียวกัน โดยมีการถือเอาลักษณะที่สำคัญเป็นเกณฑ์ (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531; เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2549; สุรางค์ ไคว์สกุล, 2550) หรือเป็นการอธิบายกลุ่มคำซึ่งแทนองค์ความรู้ที่ถูกสร้าง

ขึ้นเกี่ยวกับสิ่งนั้นๆ (West and Prines, 1985) หรือเป็นการให้สัญลักษณ์กับสิ่งใดสิ่งหนึ่งตามประสบการณ์ที่ผู้นั้นเคยได้รับรู้มา (Osborne and Cosgrove, 1983)

โดยสรุป แนวคิด หมายถึง ความรู้ความเข้าใจของบุคคลเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งอาจเป็นวัตถุ หรือสถานการณ์หรือเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ โดยบุคคลนั้นสามารถจำแนก แยกแยะลักษณะร่วมที่เหมือนกัน และอธิบายลักษณะที่แตกต่างกันของสิ่งนั้นได้

2. การเกิดแนวคิด

การทำให้เกิดแนวคิดได้นั้น ผู้เรียนจะต้องเข้าใจความหมายของสิ่งนั้นอย่างแท้จริงจนเกิดเป็นภาพจินตนาการขึ้น โดยมีประสบการณ์ตรงหรือประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมของสิ่งนั้นอยู่ก่อนแล้ว ซึ่งความสามารถในการใช้จินตนาการของบุคคลไม่เท่ากัน มีนักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายการเกิดแนวคิด โดยกล่าวว่า การที่บุคคลจะเกิดแนวคิดในเรื่องใดนั้น บุคคลนั้นต้องเคยมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ความจริง (facts) หลักการ (principles) ของเรื่องนั้นๆ มาก่อนแล้ว และต้องสามารถระลึกได้ว่า สิ่งนั้นมีลักษณะเฉพาะอย่างไรบ้าง โดยแยกแยะลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้นออกจากสิ่งอื่นได้อย่างชัดเจนซึ่งคุณลักษณะต่างๆ จะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยคุณสมบัติการสังเกตเป็นอย่างดี (จำนง พรายเข้มแข, 2516) หรือนักการศึกษาบางท่านได้อธิบายว่าบุคคลจะเกิดแนวคิดเมื่อได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้า จะเกิดการรับสัมผัสหรือการเรียนรู้ขึ้น ประสาทสัมผัสแปลความหมาย โดยอาศัยประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับสิ่งเร้านั้นเป็นการรับรู้ที่มีความหมายและเก็บการรับรู้ที่มีความหมายไว้ในความทรงจำ ต่อมาเมื่อได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้าใหม่ ก็จะเกิดการรับรู้และเปรียบเทียบกับความรู้ที่มีอยู่เดิมแล้วแยกแยะลักษณะที่แตกต่างกันและสรุปรวบยอดลักษณะที่เหมือนกันของสิ่งเร้าได้กลายเป็นแนวคิดที่ถูกต้อง (ทัศนา จันทนาภิธาน, 2540) ทั้งนี้กระบวนการเกิด แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนภาพกระบวนการเกิดแนวคิด

ที่มา: ทศนา จันทนาภิธาน (2540)

นอกจากนี้ Ausubel and Sullivan (1980) ได้สรุปการเกิดแนวคิด ดังนี้ การจะเกิดแนวคิดได้นั้น ผู้เรียนจะต้องวิเคราะห์แยกแยะความแตกต่างของกระบวนการสิ่งเร้าก่อน จากนั้นเป็นขั้นตอนการตั้งสมมติฐานโดยพิจารณาลักษณะร่วมของส่วนย่อยในแล้วจึงสำรวจสมมติฐานที่สามารถรวมกลุ่มสิ่งเร้า ซึ่งมีลักษณะบางประการร่วมกันได้ หากลักษณะเฉพาะของสิ่งเร้ามาสัมพันธ์กับแนวคิดของตน แยกแยะความแตกต่างระหว่างแนวคิดที่รับมาใหม่กับแนวคิดที่มีอยู่แล้ว เพื่อหาความสัมพันธ์กัน เมื่อมีอาจารย์ถึงขั้นนี้ ผู้เรียนจะสรุปครอบคลุมลักษณะเฉพาะของแนวคิดใหม่ให้ครอบคลุมส่วนย่อยทั้งหมดในกลุ่มพร้อมทั้งหาสัญลักษณ์ทางภาษาเป็นแนวคิดที่รับมาใหม่ได้

โดยสรุป การเกิดแนวคิดจะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนต้องมีประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานอยู่ก่อน และเมื่อมีสิ่งเร้าเข้ามา ผู้เรียนจะมีการรับสัมผัสและแปลความหมายเป็นการรับรู้โดยอาศัยประสบการณ์เดิม ตีความหมายจนเข้าใจ จากนั้นผู้เรียนจะเก็บไว้ในความทรงจำ เมื่อมีสิ่งเร้าใหม่มากระตุ้นอีก ผู้เรียนเกิดการรับรู้ใหม่เปรียบเทียบการรับรู้เดิม และแยกแยะความแตกต่างระหว่างการรับรู้ใหม่กับความรู้เดิม เพื่อหาความสัมพันธ์แล้วสรุปรวบยอดลักษณะที่เหมือนกันจัดเข้าเป็นหมวดหมู่ทำให้เกิดแนวคิดขึ้น

3. ประเภทของแนวคิด

มีนักการศึกษาได้จัดประเภทแนวคิดไว้ 5 ระดับ (Simpson and Marek, 1998) ดังนี้

1. แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Sound Understanding: SU) หมายถึง ผู้เรียนมีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ทุกองค์ประกอบ

2. แนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง ผู้เรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ

3. แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding and Misunderstanding : PU and MU) หมายถึง ผู้เรียนมีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ แต่ผู้เรียนได้แสดงข้อความที่บ่งชี้แนวคิดที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

4. แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ (Complete Misunderstanding : CM) หมายถึง ผู้เรียนมีแนวคิดไม่สอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

5. ไม่ตอบคำถาม (Without Answer: WA) หมายถึง ผู้เรียนไม่ตอบคำถามใดๆ หรือไม่อธิบายคำตอบ หรือทบทวนในลักษณะคำถามหรือไม่ตรงประเด็น

กาญจนา คังคประดิษฐ์ (2547) ได้จำแนกชนิดของคำตอบหรือคำอธิบายแนวคิดที่แสดงถึงความเชื่อหรือความรู้ความเข้าใจ แบ่งเป็น แนวคิดที่ถูกต้อง และแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ซึ่งแนวคิดคลาดเคลื่อนจะแบ่งได้เป็น แนวคิดที่ไม่สมบูรณ์ แนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน และแนวคิดที่ไม่ถูกต้อง

1. แนวคิดที่ถูกต้อง หมายถึง คำตอบหรือคำอธิบายแนวคิดที่แสดงถึงความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องเป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำแบบสำรวจแนวคิด

2. แนวคิดคลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบหรือคำอธิบายแนวคิดที่แสดงถึงความเชื่อหรือความรู้ ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง คลุมเครือ สับสน ไม่มีเหตุผลเพียงพอปราศจากพื้นฐานหรือไม่เป็นแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งได้เป็น

2.1 แนวคิดที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบหรือคำอธิบายแนวคิดที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่อธิบายไม่สมบูรณ์ตามแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์

2.2 แนวคิดที่คลาดเคลื่อนบางส่วน หมายถึง คำตอบหรือคำอธิบายแนวคิดที่แสดงถึงความรู้ ความเข้าใจที่บางส่วนถูกต้อง บางส่วนคลาดเคลื่อน

2.3 แนวคิดที่ไม่ถูกต้อง หมายถึง คำตอบหรือคำอธิบายแนวคิดที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง หรือไม่รู้ หรือจำไม่ได้

ในงานวิจัยเรื่องนี้ ผู้วิจัยได้จำแนกประเภทแนวคิดออกเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

1. แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Sound Understanding: SU) หมายถึง คำตอบหรือคำอธิบายแนวคิดที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนที่ถูกต้อง และสอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในทุกองค์ประกอบ ซึ่งได้จากการทำแบบวัดแนวคิดและการสัมภาษณ์แนวคิดของนักเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

2. แนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding : PU) หมายถึง คำตอบหรือคำอธิบายแนวคิดที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนที่ถูกต้อง แต่อธิบายไม่ครบสมบูรณ์ตามแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

3. แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding and Misunderstanding: PU and MU) หมายถึง คำตอบหรือคำอธิบายแนวคิดที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนที่ถูกต้องบางส่วนตามแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และบางส่วนคลาดเคลื่อน

4. แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Complete Misunderstanding: CM) หมายถึง คำตอบหรือคำอธิบายแนวคิดที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในทุกองค์ประกอบ

5. ไม่ตอบคำถาม (Without Answer: WA) หมายถึง ผู้เรียนไม่ตอบคำถามใดๆ หรือไม่อธิบายคำตอบใดๆ

4. วิธีวัดแนวคิด

วิธีการที่ใช้วัดแนวคิดที่เป็นที่นิยมนั้นมีหลากหลายวิธีด้วยกัน เช่น แบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบ แบบวัดแนวคิดชนิดคำถามปลายเปิด แบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบแบบสองชั้น และการสัมภาษณ์โดยแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังนี้

4.1 แบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบ ลักษณะทั่วไป คำถามแบบเลือกตอบประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง และคำถามแบบเลือกตอบที่ดี นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกันดูเผิน ๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมด เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดแนวคิดได้อย่างรวดเร็ว แต่จะต้องใช้เวลานานในการสร้างตัวลวงที่เหมาะสม ข้อดีของเครื่องมือชนิดนี้คือ สามารถระบุความเข้าใจได้อย่างรวดเร็ว เหมาะกับกลุ่มตัวอย่างที่มีปริมาณมาก แต่เป็นเครื่องมือที่ใช้เวลาในการสร้างเครื่องมือนาน (นุชลิ อุปภัย, 2551; จินดา พราหมณ์ชู, 2554) เช่น งานวิจัยของจินดา พราหมณ์ชู (2554) เป็นตัวอย่างงานวิจัยที่วัดแนวคิดด้วยข้อสอบเลือกตอบ ใช้แบบสำรวจวัดแนวคิดที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ชนิดถูก-ผิด จำนวน 30 ข้อ แล้วจึงนำคำตอบของนักเรียนมาจัดเกณฑ์

4.2 แบบวัดแนวคิดชนิดคำถามปลายเปิด แบบวัดแนวคิดชนิดนี้จะกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อวัดความเข้าใจของนักเรียน แบบวัดแนวคิดชนิดนี้ไม่ได้กำหนดคำตอบไว้เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้ตอบเขียนตอบอย่างอิสระด้วยความคิดของตนเอง แบบวัดชนิดนี้ประหยัดเวลาในการสร้าง แต่จะต้องระมัดระวังในการตรวจให้มากที่สุดผู้ตอบจะต้องคิดวิเคราะห์อย่างกว้างขวาง (จิตมาศ สุขแสวง, 2549; วรุณี โกสุมศุภมาลาม, 2552; Lee, 1933) เช่น งานวิจัยของจิตมาศ สุขแสวง (2549) ซึ่งได้ศึกษาแนวคิด เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และพฤติกรรมของครูผู้สอน ด้วยแบบวัดแนวคิดชนิดคำถามปลายเปิด จำนวน 28 ข้อ ใช้เวลา 100 นาที โดยวิเคราะห์เป็นร้อยละแนวคิดที่ถูกต้อง แนวคิดที่ไม่สมบูรณ์ แนวคิดที่คลาดเคลื่อน และแนวคิดที่ไม่ถูกต้อง

4.3 แบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบแบบสองชั้น แบบวัดแนวคิดชนิดนี้เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยเป็นแบบวัดแนวคิดที่เน้นศึกษาความเข้าใจของผู้เรียนและกระตุ้นให้ผู้เรียนตอบคำถามโดยใช้ความเข้าใจมากกว่าความจำ (Treagust, 1988; Tamir, 1989) ลักษณะของแนวคิดชนิดนี้จะแบ่งเป็นสองส่วนโดยส่วนที่หนึ่งเป็นแบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบที่มี 2, 3 หรือ 4 ตัวเลือกให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว และอีกส่วนหนึ่งจะเว้นให้ผู้เรียนแสดงแนวคิดเกี่ยวกับเหตุผลที่ผู้เรียนใช้ตอบคำถามในส่วนที่หนึ่ง (วรารักษ์ เข้มจินดา, 2547) ตัวอย่างงานวิจัยที่วัดแนวคิดด้วยแบบวัดชนิดนี้ (กาญจนา กังประดิษฐ์, 2547; เขียวเรศ ใจเย็น, 2549; วรารักษ์ เข้มจินดา, 2547) การจัดกลุ่มแนวคิดโดยใช้แบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบและให้เหตุผลที่เลือกตัวเลือกนั้น ถ้านักเรียนเลือกคำตอบถูกต้องพร้อมให้เหตุผลได้ถูกต้อง แสดงว่านักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้อง ถ้านักเรียนเลือกคำตอบได้ถูกต้องได้แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลในการตอบ แสดงว่าผู้เรียนมีแนวคิดที่ไม่สมบูรณ์ ถ้านักเรียนเลือกคำตอบไม่ถูกต้อง และแสดงเหตุผลไม่ถูกต้อง แสดงว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน หรือมีแนวคิดไม่ถูกต้อง หรือไม่มีแนวคิดนั้น

4.4 การสัมภาษณ์ การสัมภาษณ์เป็นวิธีการสื่อสารสองทางมีการสนทนาระหว่างผู้มีข้อมูลกับผู้ต้องการทราบข้อมูล เป็นการถาม-ตอบกันโดยตรง หากมีข้อสงสัย หรือเข้าใจไม่ชัดเจนก็ทำ ความเข้าใจจนชัดเจนในทันที การวัดแนวคิดสามารถใช้การสัมภาษณ์ หรือใช้แบบทดสอบร่วมกับการสัมภาษณ์ก็ได้ การสัมภาษณ์มีได้หลายลักษณะ เช่น

4.4.1 การสัมภาษณ์แบบที่มีโครงสร้างหรือแบบมาตรฐาน (Standardized interview) เป็นแบบที่มีการเตรียมการ มีแผนการสัมภาษณ์และการบริหารการสัมภาษณ์จัดเตรียมไว้อย่าง ค่อนข้างแน่นอนเป็นการล่วงหน้า การสัมภาษณ์เป็นมาตรฐานและเป็นทางการมาก ผู้ให้สัมภาษณ์ ทุกคนจะตอบคำถามเดียวกัน และถามคำถามก่อนหลังเรียงตามลำดับเหมือนกัน (กิตติพัฒน์ นนทปัทมะคุลย์, 2554)

4.4.2 การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง หรือแบบมาตรฐานน้อย (Less Standardized interview) นั้น การสัมภาษณ์จะยืดหยุ่น เปิดกว้างไม่เป็นทางการมากนัก จะถามอะไร ก่อนหลังก็ได้ รวมทั้งไม่จำเป็นต้องถามคำถามเหมือนกันทุกคนก็ได้ ผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการถาม และสามารถปรับเปลี่ยนการซักถามให้เหมาะสมกับผู้ให้สัมภาษณ์แต่ละคนได้เช่น งานวิจัยของ Osborne and Cosgrove (1983) ได้ศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนโดยใช้การสัมภาษณ์โดยใช้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง เช่น ใช้เรื่องกาไฟฟ้าตม้น้ำเดือดในแนวคิดเรื่องการเดือด โดยถามว่าเกิดอะไรขึ้นบ้างแล้วให้นักเรียนบรรยายพร้อมให้เหตุผล

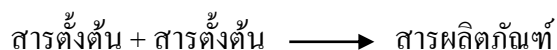
4.5 การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semistructured interview) เป็นการพูดคุย ซักถามใน ลักษณะที่เป็นกันเองระหว่างผู้สัมภาษณ์และผู้ถูกสัมภาษณ์ เพื่อตรวจสอบว่าผู้ถูกสัมภาษณ์มีความ เข้าใจแนวคิดนั้นอย่างไร การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างนี้ช่วยให้ผู้สัมภาษณ์เข้าใจแนวคิดของผู้เรียนที่ชัดเจนขึ้น (จิตตมาศ สุขแสวง, 2549)

ในงานวิจัยเรื่องนี้ ผู้วิจัยวัดแนวคิดของนักเรียนในเรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยใช้แบบวัด แนวคิดชนิดเลือกตอบแบบสองชั้น เพื่อให้ผู้เรียนมีแนวตอบที่ชัดเจน ตรงประเด็น ไม่คลุมเครือ และผู้วิจัยจะนำตัวเลือกที่นักเรียนตอบในส่วนที่หนึ่ง และคำอธิบายของนักเรียนในส่วนที่สองซึ่ง เป็นการเขียนอธิบายเหตุผลของผู้เรียนในการตอบคำถามไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลแล้วจัดกลุ่ม 5 กลุ่ม ได้แก่ แนวคิดเป็นแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ แนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ แนวคิดเชิง วิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และไม่ตอบคำถาม

5. แนวคิด เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

แนวคิด เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีได้จัดอยู่ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสารมาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ โดยมาตรฐานการเรียนรู้ช่วง ชั้นม.4-6 กำหนดไว้ดังนี้ ทดลอง อธิบายและเขียนสมการของปฏิกิริยาเคมีทั่วไปที่พบในชีวิตประจำวัน รวมทั้งอธิบายผลของสารเคมีที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมทดลองและอธิบาย อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีปัจจัย ที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ทั้งนี้ แนวคิดเรื่องปฏิกิริยาเคมี มีเนื้อหาครอบคลุมในประเด็นต่างเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมี ดังนี้

1. ปฏิกิริยาเคมี (chemical reaction) คือ กระบวนการที่เกิดจากการที่สารเคมีเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้วส่งผลให้เกิดสาร ใหม่ขึ้นมาซึ่งมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิม การเกิดปฏิกิริยาเคมี จำเป็นต้องมีสารเคมีตั้งต้น 2 ชนิดขึ้นไป (เรียกสารเคมีตั้งต้นเหล่านี้ว่า "สารตั้งต้น" หรือ reactant) ทำปฏิกิริยาต่อกัน และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในคุณสมบัติทางเคมี ซึ่งก่อตัวขึ้นมาเป็นสารใหม่ ที่เรียกว่า "ผลิตภัณฑ์" (product) ซึ่งสารผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติทางเคมีที่เปลี่ยนไปจากเดิม



หลังจากการเกิดปฏิกิริยาเคมีอะตอมทั้งหมดของสารตั้งต้นไม่มีการสูญหายไปไหนแต่เกิดการแลกเปลี่ยนจากสารหนึ่งไปสู่อีกสารหนึ่งซึ่งจะเห็นได้จากผลรวมของอะตอมของสารตั้งต้นจะเท่ากับผลรวมของอะตอมของผลิตภัณฑ์ ปฏิกิริยาเคมีแบ่งออกได้ 5 ชนิด ได้แก่

- | | | | |
|---------------------------------|------------|-------------------|------------|
| 1. ปฏิกิริยาการรวมตัว | $A + Z$ | $\longrightarrow$ | AZ |
| 2. ปฏิกิริยาการสลายตัว | AZ | $\longrightarrow$ | $A + Z$ |
| 3. ปฏิกิริยาการแทนที่เชิงเดี่ยว | $A + BZ$ | $\longrightarrow$ | $AZ + B$ |
| 4. ปฏิกิริยาการแทนที่เชิงคู่ | $AX + BZ$ | $\longrightarrow$ | $AZ + BX$ |
| 5. ปฏิกิริยาสะเทิน | $HX + BOH$ | $\longrightarrow$ | $BX + HOH$ |

ข้อสังเกตการเกิดปฏิกิริยาสารใหม่ที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาเคมี สังเกตได้ดังนี้ สี เช่น สารเดิมไม่มีสีเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมี จะมีสีใหม่เกิดขึ้น (สารใหม่) กลิ่น เช่น เกิดกลิ่นฉุน กลิ่นเหม็น กลิ่นหอม ตะกอน เช่น สารละลายเลด (II) ไนเตรต และโพแทสเซียมไอโอไดด์ เป็นของเหลวใสไม่มีสี เมื่อผสมกันแล้วเกิดตะกอนสีเหลือง ฟองแก๊ส เช่น กรดไฮโดรคลอริก ผสมกับหินปูนหรือแคลเซียมคาร์บอเนตเกิดฟองแก๊สขึ้น เกิดการระเบิด หรือเกิดประกายไฟ เช่น ไม้ขีดไฟเสียดสีติดไฟจะเกิดประกายไฟขึ้น มีอุณหภูมิเปลี่ยน ซึ่งสารโดยทั่วไปเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเกิดการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนควบคู่ไปด้วยเสมอ

ทฤษฎีที่ใช้อธิบายปฏิกิริยาเคมี การเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นการเปลี่ยนแปลงของสารที่ได้ผลิตภัณฑ์ของสารที่แตกต่างจากสารเดิมโดยอาจ สังเกตจากการเปลี่ยนสีของสาร การเกิดตะกอน หรือการเกิดกลิ่นใหม่ ทฤษฎีที่ใช้อธิบายปฏิกิริยาเคมี มีอยู่ 2 ทฤษฎี คือ

1. ทฤษฎีการชน (The Collision Theory) ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ ก็ต่อเมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นต้องมาปะทะกันหรือมาชนกัน การชนที่ประสบผลสำเร็จหรือการชนที่ทำให้เกิดสารผลิตภัณฑ์จะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญสองอย่าง คือ

1.1 ทิศทางของการชน (orientation of collision) สารตั้งต้นเป็นแก๊สหรือของเหลวเกิดปฏิกิริยาได้ง่าย เพราะอนุภาคที่เป็นแก๊สหรือของเหลวเคลื่อนที่ได้ง่าย โดยเฉพาะแก๊ส ถ้าใช้ความดันช่วยบีบให้อนุภาคเข้ามาชิดกันมากขึ้น ปฏิกิริยาจะยิ่งเกิดได้ง่ายมากขึ้น

1.2 พลังงานของการชน (energy of collision) อนุภาคจะชนกันในทิศทางที่ถูกต้อง แต่พลังงานของอนุภาคมีไม่มากเพียงพอ ก็ไม่อาจที่จะเกิดปฏิกิริยาได้ การเกิดปฏิกิริยาเคมีย่อมเกี่ยวข้องกับการสลายพันธะเดิมและสร้างพันธะใหม่ ซึ่งการสลายพันธะเดิมต้องใช้พลังงาน พลังงานในที่นี้ก็คือพลังงานที่เราเรียกว่า พลังงานก่อกัมมันต์ (activation energy) ส่วนพลังงานกระตุ้น (Activation energy: E_a) คือ พลังงานจำนวนน้อยที่สุดที่เกิดจากการชนของอนุภาคของสารตั้งต้นแล้วทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี ใช้หน่วยเป็น kJ/mol หรือ kcal/mol

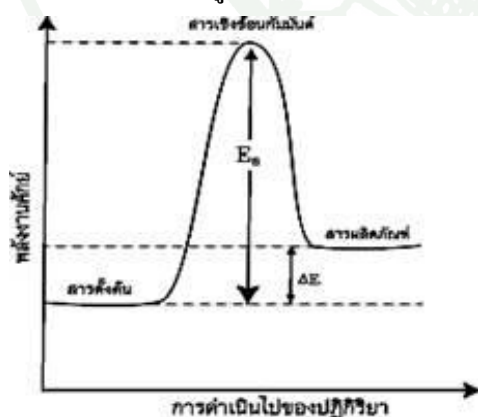
2. ทฤษฎีแอคติเวเตดคอมเพลกซ์หรือทฤษฎีสถานะทรานซิชัน (The Activated Complex Theory or The Transition State Theory) เป็นทฤษฎีที่ดัดแปลงมาจากทฤษฎีการชน โดยทฤษฎีนี้จะกล่าวถึงการชนอย่างมีประสิทธิภาพของสารตั้งต้นในลักษณะที่ เหมาะสม โดยจะเกิดเป็นสารประกอบใหม่ชั่วคราว ที่เรียกว่า สารเชิงซ้อนกัมมันต์ (Activated Complex) ซึ่งในระหว่างการ

เกิดสารชนิดนี้พันธะเคมีของสารตั้งต้นจะอ่อนลง และเริ่มมีการสร้างพันธะใหม่ระหว่างคู่อะตอมที่เหมาะสม จนในที่สุดพันธะเก่าจะถูกทำลายลงอย่างสิ้นเชิง และจะมีพันธะใหม่ถูกสร้างขึ้นมาแทนที่

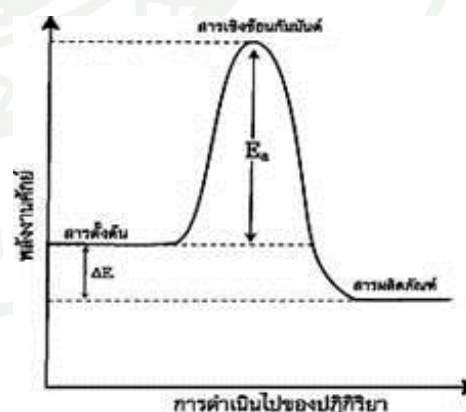
2. พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยา (Chemical energy) เป็นพลังงานศักย์ที่แฝงอยู่ในโครงสร้างของสาร เช่น อยู่ในรูปของน้ำมันเชื้อเพลิง ไขมัน ซึ่งเมื่อเกิดการเผาไหม้จะปล่อยพลังงานเคมีออกมา และนำมาใช้ประโยชน์ได้ พลังงานเคมีเป็นพลังงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องและสำคัญ กับสิ่งมีชีวิตมาก ในการเกิดปฏิกิริยาของสารแต่ละปฏิกิริยานั้น ต้องมีพลังงานเข้ามาเกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี 2 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 เป็นขั้นที่ดูดพลังงานเข้าไปเพื่อสลายพันธะใน สารตั้งต้น ขั้นที่ 2 เป็นขั้นที่คายพลังงานออกมาเมื่อมีการสร้างพันธะในผลิตภัณฑ์ ในแต่ละขั้นเกิดปฏิกิริยา ดังนี้

1. ปฏิกิริยาดูดความร้อน (Endothermic reaction) เป็นปฏิกิริยาที่ดูดพลังงานเข้าไปสลายพันธะมากกว่าที่คายออกมาเพื่อสร้างพันธะ โดยในปฏิกิริยาดูดความร้อนนี้สารตั้งต้นจะมีพลังงานต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ จึงทำให้สิ่งแวดล้อมเย็นลง อุณหภูมิลดลง เมื่อนำมือสัมผัสภาชนะจะรู้สึกเย็น

2. ปฏิกิริยาคายความร้อน (Exothermic reaction) เป็นปฏิกิริยาที่ดูดพลังงานเข้าไปสลายพันธะน้อยกว่าที่คายออกมาเพื่อสร้างพันธะ โดยในปฏิกิริยาคายความร้อนนี้สารตั้งต้นจะมีพลังงานสูงกว่าผลิตภัณฑ์ จึงให้พลังงานความร้อนออกมามาสู่สิ่งแวดล้อมทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นเมื่อนำมือสัมผัสภาชนะจะรู้สึกร้อน ดังภาพ



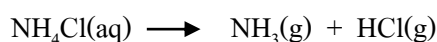
แผนภูมิพลังงานของปฏิกิริยาดูดความร้อน



แผนภูมิพลังงานของปฏิกิริยาคายความร้อน

ภาพที่ 2 แผนภูมิพลังงานของปฏิกิริยา

สมการเคมีเป็นสัญลักษณ์ที่แสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารตั้งต้น (อาจเป็นปฏิกิริยาระหว่างโมเลกุล อะตอม หรือไอออนก็ได้) เพื่อเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ โดยเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์และสูตรโมเลกุลที่เป็นตัวแทนของธาตุที่อยู่ในสารประกอบ ตัวอย่างสมการเคมี เช่น

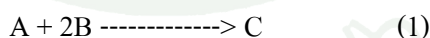


สมการเคมีจะใช้สัญลักษณ์แทนของธาตุต่าง ๆ มีลูกศรที่ชี้จากด้านซ้ายของสมการไปทางด้านขวาเพื่อบ่งบอกว่าสารตั้งต้น (reactant) ทางด้านซ้ายมือ ทำปฏิกิริยาเกิดสารใหม่ขึ้นมาเรียกว่าผลิตภัณฑ์ (product) ทางด้านขวามือ ดังนั้น จากสมการเคมีเราสามารถหาคำนวณหาได้ว่าใช้สารตั้งต้นเท่าใด แล้วจะได้ผลิตภัณฑ์ออกมาเท่าใด

ตามหลักของกฎทรงมวลต้องทำให้แต่ละข้างของสมการมีจำนวนอะตอม และประจุที่เท่ากัน เรียกว่า การดุลสมการ ซึ่งมีข้อสังเกตดังนี้

1. พยายามดุลธาตุที่เหมือนกันให้มีจำนวนอะตอมทั้งสองด้านเท่ากันก่อน
2. ในบางปฏิกิริยามีกลุ่มอะตอมให้ดุลเป็นกลุ่ม
3. ใช้สัมประสิทธิ์(ตัวเลขที่ใส่ไว้หน้าอะตอม)ช่วยในการดุลสมการ แล้วนับจำนวนอะตอมแต่ละข้างให้เท่ากัน

3. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หมายถึง ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลงต่อหนึ่งหน่วยเวลา หรือ ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นต่อหนึ่งหน่วยเวลาเมื่อพิจารณาจากปฏิกิริยาต่อไปนี้



จากปฏิกิริยาข้างต้นในขณะที่ปฏิกิริยาดำเนินไป สาร A และสาร B เป็นสารตั้งต้นถูกใช้ไป ดังนั้นความเข้มข้นของสาร A และ B จะลดลง ส่วนความเข้มข้นของสาร C ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้น จากปฏิกิริยา (1) จะพบว่าอัตราการลดลงของสาร A เป็นครึ่งหนึ่งของการลดลงของสาร B ดังนั้น เมื่อเขียนความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาในรูปของสารต่างๆ จะต้องคิดต่อ 1 โมลของสารนั้น ซึ่งสามารถเขียนได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี} &= \text{ปริมาณของสารตั้งต้นที่ลดลง} / \text{เวลา} \\ &= \text{ปริมาณของสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น} / \text{เวลา} \end{aligned}$$

ประเภทของอัตราการเกิดปฏิกิริยา อัตราการเกิดปฏิกิริยาแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

- อัตราเร็วเฉลี่ย หมายถึง อัตราเร็วโดยเฉลี่ย ตั้งแต่เริ่มต้น จนปฏิกิริยาเกิดขึ้นในช่วงเวลาหนึ่ง (หาได้จากการทดลอง)

- อัตราเร็ว ณ เวลาหนึ่ง หมายถึง อัตราเร็วของปฏิกิริยาที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่ง (หาจากค่าความชันของกราฟระหว่างปริมาณสารกับเวลา)

การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะพิจารณาจากการวัดปริมาณของสารตั้งต้นหรือสารผลิตภัณฑ์ก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสะดวกของการทดลองขึ้นอยู่กับลักษณะและสมบัติของสารที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น

1. ถ้าในปฏิกิริยาเกี่ยวข้องเป็นแก๊สอาจจะวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาจากปริมาณของแก๊สที่เกิดขึ้น หรือวัดจากความดันของระบบที่เปลี่ยนแปลงไป

2. ถ้าในปฏิกิริยาเกี่ยวข้องกับสารที่มีสีอาจจะวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาจากความเข้มข้นของสีที่ลดลงของสารตั้งต้นหรือความเข้มของสีที่เพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์

3. ถ้าในปฏิกิริยาเกี่ยวข้องกับสารละลาย จะวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาจากความเข้มข้นของสารละลายที่เปลี่ยนไป

4. ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี หมายถึง สิ่งที่จะมีผลทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นเร็วหรือช้า ได้แก่

4.1 ความเข้มข้น สารละลายที่มีความเข้มข้นมากกว่าจะเกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าสารละลายที่เจือจาง

4.2 พื้นที่ผิว ของแข็งที่มีพื้นที่ผิวมากกว่าจะเกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่า

4.3 อุณหภูมิ ที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะเกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า

4.4 ตัวเร่งปฏิกิริยาหรือตัวคะตะลิสต์ (catalyst) เป็นสารชนิดต่างๆ ที่สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น

5. **ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน** รอบๆ ตัวเราและในร่างกายมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา ปฏิกิริยาเคมีเกิดจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารต่างๆ มีผลให้พลังงานของระบบเปลี่ยนไป และให้ผลิตภัณฑ์หรือสารใหม่เกิดขึ้น ปฏิกิริยาเคมีบางชนิดเกิดขึ้นเอง แต่บางชนิดต้องได้รับพลังงานจำนวนหนึ่งก่อนจึงจะเกิดปฏิกิริยาได้ ปฏิกิริยาเคมีหลายชนิดสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ในอุตสาหกรรม เกษตรกรรมและทางการแพทย์ ในขณะที่ปฏิกิริยาบางชนิดก็ให้ผลลบต่อสิ่งแวดล้อมและชีวิตของมนุษย์เอง ปฏิกิริยาเคมีแต่ละชนิดมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 5 ประการ ได้แก่ ความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งปฏิกิริยา และธรรมชาติของสาร ผลของปัจจัยดังกล่าวสามารถหาได้จากการทดลอง การที่มนุษย์สามารถปรับเปลี่ยนและควบคุมปัจจัยต่างๆ ดังกล่าวได้ ทำให้มนุษย์สามารถใช้ประโยชน์จากปฏิกิริยาได้อย่างกว้างขวาง

สารต่างๆ ในโลกรวมทั้งสิ่งของเครื่องใช้ต่างๆ ล้วนแต่เป็นผลผลิตที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาเคมีของสารที่มีอยู่บนพื้นโลกเกือบทั้งสิ้น เมื่อทราบวิธีการเกิดปฏิกิริยาเคมีแล้วก็สามารถนำความรู้มาใช้ในการสร้างผลิตภัณฑ์ต่างๆ และป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ไม่ต้องการกับสิ่งต่างๆ ในชีวิตประจำวัน เพื่อรักษาสภาพของสิ่งนั้นให้สามารถใช้งานได้นานขึ้น

ตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน เช่น ปฏิกิริยาเผาไหม้เชื้อเพลิง ฝนกรด ปฏิกิริยาการเกิดสนิม ปฏิกิริยาการเกิดสนิมเหล็ก ปฏิกิริยาการสลายตัวของผงฟู ปฏิกิริยาการสลายตัวของหินปูน ปฏิกิริยาการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ปฏิกิริยาในดอกไม้ไฟ ปฏิกิริยาในน้ำอัดลม ปฏิกิริยาในแบตเตอรี่ ปฏิกิริยาสะเทินระหว่างกรดและเบส

การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

คำว่า บริบท ตรงกับที่ภาษาอังกฤษใช้ว่า context มีรากศัพท์มาจากภาษาละตินที่เป็นคำกริยาว่า contextus ซึ่งหมายถึง ความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยง หรือความเกี่ยวข้อง (Gilbert, 2006) ตามพจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2525) ได้ให้ความหมายของคำว่า บริบทหรือบริบท หมายถึง คำหรือข้อความแวดล้อมที่ช่วยให้เข้าใจความหมายของคำบางคำ หรือเรื่องบาง

เรื่อง ส่วนเปลือก ณ นคร (2529) ได้ให้ความหมายของคำว่า บริบทไว้ว่าเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้อง ข้อความที่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งแตกต่างจาก สอ เสถบุตร (2548) ที่ให้ความหมายของบริบทว่า เป็น สิ่งแวดล้อมความหมายของสภาพแวดล้อม (ของเหตุการณ์) ส่วนนักการศึกษาต่างประเทศได้ให้ความหมายของบริบทว่าเป็นสถานการณ์ หรือเหตุการณ์ที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิด หลักการ กฎ และสิ่งต่างๆ (Bennett, 2005; Jong, 2006; Gilbert, 2006)

กล่าวโดยสรุป บริบท หมายถึง สภาพแวดล้อมโดยทั่วไป ของสิ่งๆหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิด หลักการ กฎ และสิ่งต่างๆได้

1 นิยามของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ดังนี้

จินดา พรหมณัฐ (2553) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานว่าเป็นการเรียนรู้ที่มีการนำเอาสถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่างๆที่อยู่รอบตัวผู้เรียน ครูผู้สอน และโรงเรียนหรือประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาเป็นจุดเริ่มต้นหรือผลกดันให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในคำศัพท์แนวคิด หลักการ และสิ่งต่างๆได้ดียิ่งขึ้น ตลอดจนสามารถถ่ายโอนความรู้ความเข้าใจเหล่านั้นไปสู่สถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆได้

McLellan (1996) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานมีรากฐานมาจากทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้จากสถานการณ์ ที่มีแนวคิดหลักคือ ให้ผู้เรียนได้สร้างความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเองจากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้หรือประสบการณ์ที่มีอยู่เดิมซึ่งเน้นการจัดการเรียนรู้ด้วยการนำเสนอความรู้หรือแนวคิดผ่านสถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นผู้เรียนในชีวิตประจำวันของผู้เรียนเอง

Hanna (2012) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติในการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง แล้วมีการเชื่อมโยงการเรียนการสอนภายในชั้นเรียนกับชีวิตประจำวัน

Beasley and Butler (2002 cited in Donna King, 2009) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานคือ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้เมื่อมีความไม่เข้าใจในเนื้อหา หรือแนวคิดสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในโลก โดยผู้เรียนจะต้องเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ในสิ่งที่ต้องการรู้

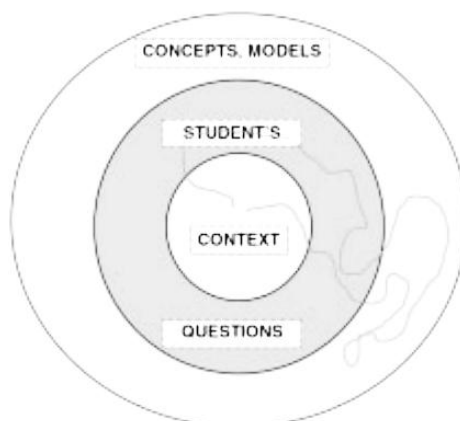
De jong (2006) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เป็นการนำเอาสถานการณ์เข้ามาอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิด กฎ และทฤษฎี รวมถึงการช่วยให้นักเรียนนำแนวคิดที่ได้จากการทำกิจกรรมในห้องเรียนมาใช้ในชีวิตประจำวัน

กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (Context-Based Learning: CBL) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ โดยการนำเอาสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวผู้เรียน ครูผู้สอน และโรงเรียนหรือประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของผู้เรียน เข้ามาให้ผู้เรียนได้ศึกษาเพื่อเข้าใจแนวคิด กฎ และทฤษฎี ตลอดจนสามารถเชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงกันในชีวิตประจำวันได้ โดยลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ คือ มีการอภิปรายกลุ่มย่อยในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน โดยผู้เรียนจะมีการช่วยกันวิเคราะห์สถานการณ์ที่อยู่ในบริบท มีการแลกเปลี่ยนแนวคิดจากการอภิปรายกลุ่มเพื่อเป็นการตรวจสอบความรู้เดิม จากนั้นครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าความรู้ มีการวางแผนในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ แล้วลงมือแก้ปัญหาในสถานการณ์นั้นๆ หรือคิดเชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงกัน โดยมีครูผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะ

2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยบริบทเป็นฐาน

Dong (2005) ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยบริบทเป็นฐาน ดังนี้

การเรียนรู้บริบทเริ่มจากผู้เรียน กำหนดกรอบปัญหาและสมมติฐานภายในบริบทที่ได้รับรู้ แล้วจึงหาความรู้ที่จำเป็นต่อการใช้ตัดสินใจแก้ปัญหาในสถานการณ์นั้นๆ เพื่อให้ได้แนวคิด ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

ที่มา: Dong (2005)

De Jong (2006) ได้แบ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานได้เป็น 3 รูปแบบ ได้แก่

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานแบบดั้งเดิม
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานแบบสมัยใหม่
3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานแบบปัจจุบัน

ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 รูปแบบดังแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

วิธีการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ บริบทเป็นฐาน	ลักษณะการจัดการเรียนรู้โดย ใช้บริบทเป็นฐาน	หน้าที่ของบริบท
แบบดั้งเดิม	บริบทตามแนวคิด หมายถึง ผู้เรียนทำความเข้าใจ เรียนรู้แนวคิดแล้วจึงมีการสอดแทรกบริบทเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในแนวคิดมากขึ้น เป็นการใช้นักคิดมาอธิบายสถานการณ์ที่เกิดขึ้น	บริบทถูกใช้เป็นภาพประกอบของแนวคิดที่มีอยู่แล้วโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของแนวคิดที่เป็นนามธรรม หรือเป็นการให้ผู้เรียนนำเสนอใช้ความรู้ความเข้าใจในแนวคิดนั้นออกมาในรูปของสถานการณ์

วิธีการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ บริบทเป็นฐาน	ลักษณะการจัดการเรียนรู้โดย ใช้บริบทเป็นฐาน	หน้าที่ของบริบท
สมัยใหม่	บริบทนำแนวคิด หมายถึงการนำ สถานการณ์มาใช้เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิด	บริบทเป็นจุดเริ่มต้นหรือเหตุผลใน การนำเข้าสู่บทเรียนและยังเป็นการ สร้างแรงจูงใจ สร้างความสนใจ ให้กับผู้เรียนในการปรับเปลี่ยน แนวคิดที่ถูกต้อง
ปัจจุบัน	เป็นการนำแบบดั้งเดิมและแบบสมัยใหม่มา ใช้ร่วมกัน คือ ใช้สถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียน เข้าใจในแนวคิด กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความ สงสัย ใคร่รู้ในแนวคิด และเมื่อเข้าใจแนวคิด แล้วจึงใช้สถานการณ์อื่นที่คล้ายคลึงกันมา ยกตัวอย่างเพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสดูเชื่อมโยง แนวคิดที่มีกับสถานการณ์อื่น	เป็นการใช้บริบทในการนำเข้าสู่ บทเรียน หรือ ใช้สร้างแรงจูงใจ สร้างความสนใจให้กับผู้เรียน เมื่อ ผู้เรียนเข้าใจในกฎ หลักการหรือ แนวคิดแล้ว บริบทจะมีหน้าที่เป็น การยกตัวอย่าง หรือเป็นการนำไป ประยุกต์ใช้

ที่มา: De Jong (2006)

3.3 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

Gerber (2001) ได้กำหนดขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการสำรวจ ขั้นนำเข้าสู่แนวคิด และขั้นนำแนวคิดไปประยุกต์ใช้ โดยแต่ละขั้นมีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นสำรวจ โดยนักเรียนพูดคุย ศึกษาในขั้นตอนการทดลอง นำเสนอความคิด ค้นหาข้อมูล
2. ขั้นนำเข้าสู่แนวคิด โดยผู้เรียนทำความเข้าใจกับแนวคิดหลัก แลกเปลี่ยนกันเพื่อให้ได้แนวคิดที่ดี ถูกต้องที่สุด
3. ขั้นการนำแนวคิดไปประยุกต์ใช้ โดยผู้เรียนจะเข้าสู่แนวคิดขั้นสูงของบลูม มีการสรุปหาแนวคิดที่ถูกต้อง และมีการนำแนวคิดที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นๆ

นอกจากนี้ De Jong (2006) ยังได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานไว้ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

ขั้นตอนของการจัดการรู้	วัตถุประสงค์
การนำเสนอบริบทเบื้องต้น	ผู้เรียนเกิดการตั้งคำถาม
การเก็บรวบรวมและการปรับคำถามของผู้เรียน	นักเรียนเตรียมความพร้อมสำหรับการหาคำตอบโดยเรียนรู้เกี่ยวกับแนวความคิดที่เกี่ยวข้อง
การเลือกเนื้อหาสำหรับเรียนหรือเลือกข้อมูลเว็บไซต์	เสริมสร้างการเชื่อมโยงระหว่างคำถามและข้อมูลในตำราหรือเว็บไซต์
การนำเสนอบริบทสืบค้นอื่น	ผู้เรียนมีการประยุกต์ใช้

ที่มา: De Jong (2006)

Gillbert (2006) ได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน โดยประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดสถานการณ์ ให้ผู้เรียนได้อภิปรายว่า ใคร ทำอะไร ที่ไหน เมื่อไหร่ และอย่างไร
2. ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าแนวทางการแก้ไขสถานการณ์
3. นำข้อค้นพบที่ได้มานำเสนอ
4. การประยุกต์ใช้ข้อค้นพบกับสถานการณ์อื่นที่คล้ายคลึงกัน

จากการศึกษาเอกสารรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานนั้นจะเห็นได้ว่า นักการศึกษาได้จัดรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทไว้อย่างหลากหลาย แต่จากการพิจารณารายละเอียดในแต่ละลักษณะหรือขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แล้วนั้นพบว่ามีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน คือ ใช้บริบทในการสร้างความสนใจให้กับผู้เรียนแล้วให้ผู้เรียนเกิดความเชื่อมโยงบริบทกับแนวคิดและสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของ Gillbert (2006) มาใช้เป็นกรอบในงานวิจัย โดยผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นกำหนดสถานการณ์ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนที่ผู้สอนนำเสนอเกี่ยวกับตัวอย่างข้อมูล สถานการณ์ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้อภิปรายถึงสถานการณ์ที่กำลังเผชิญ ช่วย กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย ใคร่รู้ในแนวคิดที่เรียนขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้สอนได้ตรวจสอบความรู้ เดิมของผู้เรียนซึ่งในการเลือกสถานการณ์นั้นอาจเริ่มจากความสนใจของตัวผู้เรียนเองหรือเกิดจาก การอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่สนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่อง ที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ผู้เรียนเพิ่งเรียนรู้มา

2. ขั้นลงมือปฏิบัติงาน ในขั้นนี้ผู้เรียนได้ลงมือสำรวจและค้นหา ซึ่งวิธีการศึกษาอาจเป็น การสำรวจ การทดลอง การลงมือปฏิบัติ การสืบค้น การทำกิจกรรมภาคสนาม หรือการใช้ คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลองก็ได้ ผลที่ได้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้และ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในแนวคิดใหม่ๆ

3. ขั้นนำเสนอข้อค้นพบที่ได้ ในขั้นนี้เป็นการนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอโดยขั้นนี้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้แนวคิดจากการทำความเข้าใจกับแนวคิดหลัก มีการ แลกเปลี่ยนสิ่งที่ได้เรียนรู้ซึ่งกันและกัน มีการอธิบายและลงข้อสรุปร่วมกัน เพื่อให้ได้แนวคิดที่ ถูกต้องที่สุด

4. ขั้นการประยุกต์ใช้ ในขั้นนี้ผู้เรียนมีการอธิบายและขยายความรู้ หรือข้อค้นพบกับ สถานการณ์อื่นที่คล้ายคลึงกัน โดยผู้สอนมีการนำเสนอบริบทใหม่ให้กับผู้เรียน หรือผู้เรียน ยกตัวอย่างบริบทในการนำแนวคิดไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

3.3 บทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ดังนี้

De Jong (2006) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ครูควรมีบทบาทดังนี้

1. ครู ควรเลือกบริบทให้สอดคล้องกับผู้เรียน เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจและ การเลือกใช้บริบทควรมีความหลากหลายเพราะความสนใจของผู้เรียนนั้นแตกต่างกัน บริบทไม่ควร หันเหความสนใจความสนใจของผู้เรียนจากแนวคิดที่เกี่ยวข้องและบริบทไม่ควรจะซับซ้อนเกินไป สำหรับผู้เรียน

2. ครูควรศึกษาลักษณะของผู้เรียน เช่น ที่อยู่อาศัย พื้นฐานครอบครัว สิ่งแวดล้อมในโรงเรียนในชุมชน เพื่อที่จะสามารถนำเสนอบริบทเบื้องต้นได้
3. ครูจะต้องเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้ตอบข้อคำถาม หรือช่วยชี้แนะผู้เรียน เพื่อนำผู้เรียนไปสู่แนวคิดที่ถูกต้อง
4. ครูต้องเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาตำราหรือเลือกข้อมูลเว็บไซต์ ในการเสริมสร้างคำถามที่จะนำผู้เรียนไปสู่แนวคิด
5. ครูควรติดตาม ชี้แนะ ผู้เรียนในการนำแนวคิดไปใช้

Panek (2012) กล่าวว่าในการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ครูมีบทบาทดังนี้

1. ครูต้องมีการเตรียมตัวเพื่อที่จะรับมือกับการตอบสนองของผู้เรียนที่แตกต่างกัน
2. ครูต้องสังเกต ค้นคว้าปรากฏการณ์ทางกายภาพ ด้วยความอยากรู้อยากเห็น มีความคิดสร้างสรรค์ และมีเหตุผล
3. ครูควรระบุปัญหาและผลกระทบที่มีความสนใจในท้องถิ่น
4. ครูควรใช้ทรัพยากรในท้องถิ่นในการแก้ไขสถานการณ์
5. ครูควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างกว้างขวางนอกเหนือจากที่เตรียมในชั้นเรียน
6. ครูควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนดำเนินการแก้ไขปัญหาที่พวกเขาค้นพบในฐานะพลเมือง

โดยสรุป บทบาทครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน คือ ครูจะต้องมีการเตรียมการสอนโดยจะต้องศึกษาลักษณะของผู้เรียน เช่น ที่อยู่อาศัย พื้นฐานครอบครัว สิ่งแวดล้อมในโรงเรียนในชุมชน เพื่อที่จะสามารถนำเสนอบริบทเบื้องต้นได้ ควรเลือกบริบทให้สอดคล้องกับผู้เรียนที่มีความหลากหลาย เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้ตอบข้อคำถาม หรือช่วยชี้แนะผู้เรียน เพื่อนำผู้เรียนไปสู่แนวคิดที่ถูกต้อง ชี้แนะผู้เรียนในการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดกับบริบทโดยการเสริมสร้างคำถามที่จะนำผู้เรียนไปสู่แนวคิด รวมถึงการติดตาม ชี้แนะ ผู้เรียนในการนำแนวคิดไปใช้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนเพื่อพัฒนาแนวคิดทางเคมี และงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ สามารถสรุปได้ดังนี้

จิตมาศ สุขแสง (2549) ได้ศึกษาแนวคิด เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 50 คน และพฤติกรรมของครูผู้สอนมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส 1 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่ แบบสำรวจแนวคิด เรื่อง กรด-เบส โดยมีลักษณะเป็นแบบทดสอบชนิดปลายเปิด จำนวน 28 ข้อ ใช้เวลา 2 คาบ (100 นาที) โดยวิเคราะห์เป็นร้อยละแนวคิดที่ถูกต้อง แนวคิดที่ไม่สมบูรณ์ แนวคิดที่คลาดเคลื่อน และแนวคิดที่ไม่ถูกต้อง และการสัมภาษณ์ถึงโครงสร้าง รวมทั้งสังเกตพฤติกรรมการสอน วิธีการสอน การใช้สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้ และการวัดและการประเมิน จากการวิจัยพบว่า นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องในเรื่อง กรด-เบสหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกแนวคิด นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องมากที่สุดในเรื่องสารละลายกรดและสารละลายเบส และมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดในเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ในส่วนของพฤติกรรมครูผู้สอนพบว่าโดยภาพรวม ครูมีการจัดเตรียมอุปกรณ์ สารละลายให้กับนักเรียน ครูใช้วิธีการสอนที่หลากหลาย โดยส่วนใหญ่ นักเรียนจะได้เรียนรู้แนวคิดจากการปฏิบัติการทดลอง มีเกณฑ์การตัดสินระดับคะแนน และใช้วิธีการวัดและการประเมินที่หลากหลาย

วรารณ แยมจินดา (2547) ได้ศึกษาแนวคิดเรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 และศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ในเรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารของครู ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาการสอนเรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารกลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 จำนวน 36 คน และครูที่สอนเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร จำนวน 6 คน เครื่องมือที่ให้ คือ แบบสัมภาษณ์โดยใช้เหตุการณ์สำหรับนักเรียน และแบบสัมภาษณ์แบบเป็นทางการสำหรับครู วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา และแบ่งกลุ่มแนวคิดของนักเรียนออกเป็น แนวคิดถูกต้อง แนวคิดถูกต้องบางส่วน แนวคิดคลาดเคลื่อน แนวคิดไม่ถูกต้องและไม่มีแนวคิด ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียน 1 ใน 3 ของนักเรียนทั้งหมดมีแนวคิดที่ถูกต้องครบทุกแนวคิด และนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่องการเดือด 2) ครูส่วนใหญ่พยายามเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอน ส่วนปัญหาการเรียน พบว่า เนื้อหาที่นักเรียนไม่เข้าใจมากที่สุด คือ เรื่องการดูดและคายพลังงานเมื่อสารเปลี่ยนสถานะ และความแตกต่างของการเดือดกับการระเหย

วรุณี โกสุมสุภมาลา (2545) ได้ศึกษาการพัฒนาแนวคิดเรื่องโมล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการสอนแบบการสร้างความรู้ด้วยตนเองเชิงสังคม วิจัยที่ใช้คือ การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม ผลวิจัยในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ศึกษาในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ภาควิชา ปีการศึกษา 2551 จำนวน 29 คน ของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง และผู้ร่วมการวิจัย 1 ท่าน คือ ครูผู้สอนวิชาเคมีระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เครื่องมือที่ใช้ใน

การวิจัย คือ แบบสำรวจสภาพการจัดการเรียนรู้เรื่องโมล แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องโมลตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองเชิงสังคม และแบบวัดแนวคิดเรื่องโมล ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้สถิติความถี่ ร้อยละ และข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการลงข้อสรุปและแบ่งกลุ่มแนวคิดผลการวิจัยพบว่า 1) จากความคิดเห็นของครูและนักเรียนเห็นว่าสภาพการจัดการเรียนรู้เรื่องโมลส่วนใหญ่ครูสอนแบบบรรยายและเน้นให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อแก้โจทย์ปัญหา 2) การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เรื่องโมลใช้กิจกรรมที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองเชิงสังคมโดยกิจกรรมเน้นให้นักเรียนได้พัฒนาแนวคิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและครูผู้สอน 3) เมื่อใช้กิจกรรมตามการสอนแบบการสร้างความรู้ด้วยตนเองเชิงสังคม พบว่า นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องในเรื่องโมลเพิ่มขึ้นในทุกแนวคิดและรู้สึกสนุก แต่อยากให้ใช้เวลาในการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น

จินดา พรหมชู (2553) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 41 คน โดยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอนและการสัมภาษณ์ครูผู้ร่วมวิจัยเพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น ศึกษาผลของการทำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่มีต่อความเข้าใจเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยามีจากการตรวจคำตอบในแบบสำรวจวัดแนวคิดที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ชนิดถูก-ผิด จำนวน 30 ข้อ โดยให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ถูก หน้าข้อที่เป็นแนวคิดที่ถูก แล้วจึงนำคำตอบของนักเรียนมาจัดเกณฑ์แล้วคำนวณร้อยละของนักเรียนในแต่ละแนวคิด ผลการศึกษาพบว่า มีการพัฒนาใน 2 ด้าน ได้แก่ ด้านโครงสร้างของกิจกรรมการเรียนรู้และด้านลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 4 ชั้น โดยชั้นที่มีการพัฒนามากที่สุดคือขั้นลงมือปฏิบัติงาน โดยกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้นช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้องในเรื่องแนวคิดเรื่องการวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นอกจากนี้ ยังพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีอยู่ในระดับดีทั้งในด้านลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้และประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน โดยนักเรียนให้เหตุผลว่าชอบการเรียนรู้ด้วยวิธีการนี้เพราะลักษณะกิจกรรมที่หลากหลาย แปลกใหม่ ได้ปฏิบัติด้วยตนเองและมีสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย

Hulya, Gokhan and Muammer (2008) เป็นงานวิจัยที่พัฒนาแนวคิดของนักเรียน เกรด 9 เรื่องของตารางธาตุ ในประเทศตุรกี เนื่องจากนักเรียนมีปัญหาในการเชื่อมโยงทฤษฎีกับการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ในงานวิจัยนี้จะแบ่งเป็นนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มควบคุมที่สอนด้วยวิธีการแบบดั้งเดิม คือวิธีการบรรยาย เขียน อธิบายคำตอบ และกลุ่มทดลองที่สอนด้วยวิธีการสร้างเรื่องภายใต้บริบท ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้โดยการสร้างเรื่อง

ภายใต้บริบท นักเรียนในกลุ่มทดลองมีประสิทธิภาพดีกว่าการสอนแบบดั้งเดิม โดยนักเรียนในกลุ่มทดลองมีความเข้าใจในแนวคิดของตารางธาตุและได้รับทัศนคติเชิงบวกมากขึ้น ผู้วิจัยยังให้ข้อคิดว่าการเรียนเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ควรเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน

Gilbert (2006) ได้ทำงานวิจัยเรื่อง ธรรมชาติของบริบทในการสอนเคมี ผู้วิจัยได้ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอนเคมีไว้ว่า มีเนื้อหาที่มากเกินไป ผู้เรียนไม่สามารถเชื่อมโยงแนวคิดที่เรียนผ่านมาแล้วเข้ากับแนวคิดใหม่ได้ อีกทั้งผู้เรียนไม่สามารถเชื่อมโยงแนวคิดที่ได้เรียนรู้กับชีวิตจริง และหลักสูตรการเรียนยังไม่เน้นเกี่ยวกับการนำเอาแนวคิดที่ได้ไปใช้ ผู้วิจัยได้ทดลองนำโมเดลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานมาใช้นับนักเรียนและผลที่ได้จากการวิจัย พบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้บริบทเป็นฐานนั้นสามารถแก้ไขปัญหาเหล่านี้ได้

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาแนวคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ได้แก่ การเกิดปฏิกิริยาเคมี พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา และปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน และศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ที่ช่วยพัฒนาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีคำถามวิจัย ดังนี้

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีแนวคิดเรื่อง ปฏิกริยาเคมี ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานอย่างไร

4. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเรื่อง ปฏิกริยาเคมี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีลักษณะอย่างไร

รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยปฏิบัติการ (Action research) ซึ่งลักษณะของการวิจัยปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นลงมือปฏิบัติ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผลของการปฏิบัติ (Reflect) เนื่องจากผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนได้ประสบปัญหาเกี่ยวกับความเข้าใจแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ผู้วิจัยจึงต้องการที่จะแก้ปัญหาและพัฒนาเกี่ยวกับการปฏิบัติการสอนของตนเอง และช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดในเรื่อง ปฏิกริยาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของการวิจัยปฏิบัติการของ Kemmiss and McTaggart (1998) มาใช้ โดยมีขั้นตอน คือ

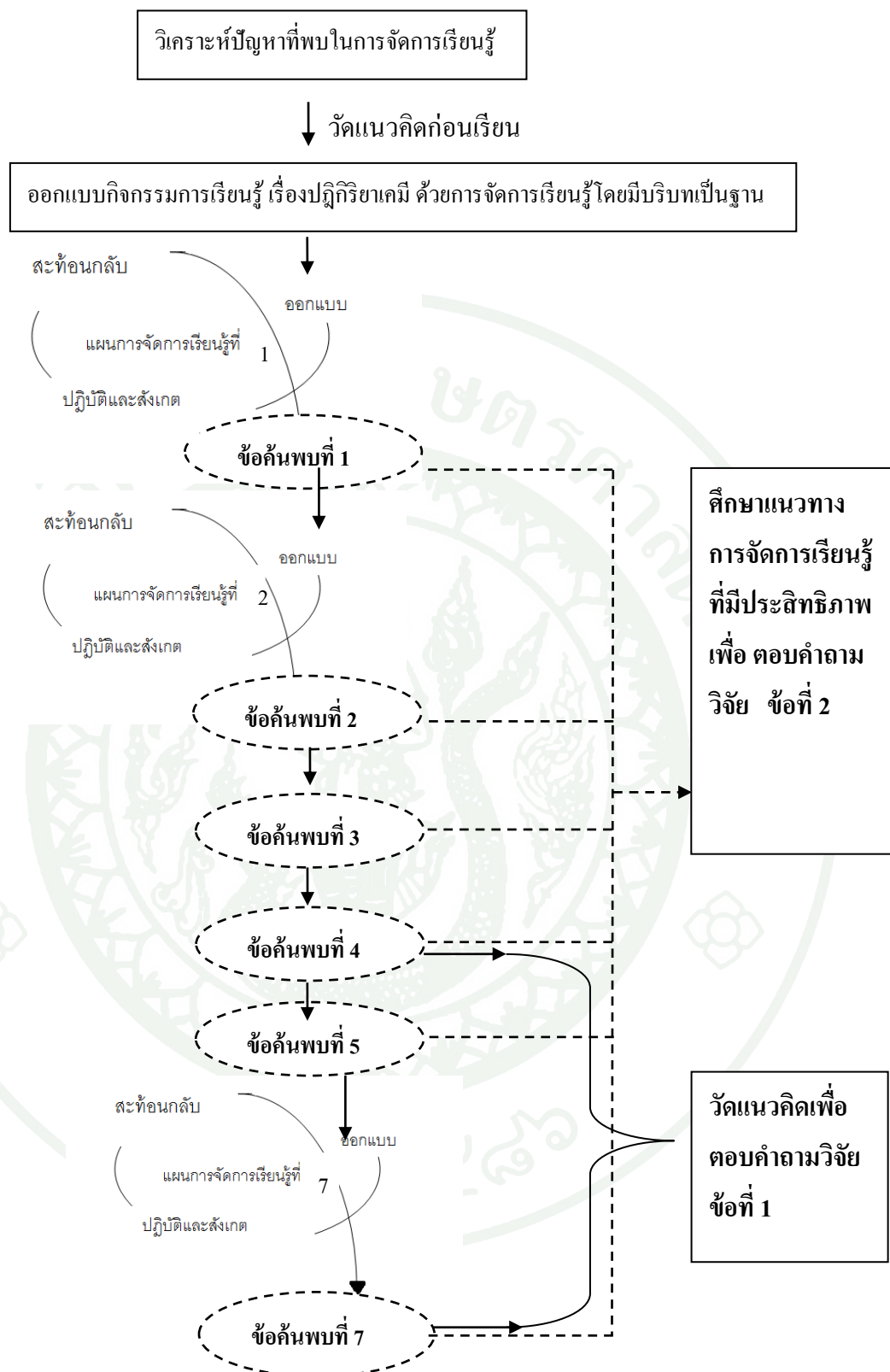
1. ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยวิเคราะห์สภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้เรื่องปฏิกิริยาเคมี โดยรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจแนวคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บันทึกการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนในปีที่ผ่านมาและจากการศึกษาเอกสารต่างๆ เพื่อปรับปรุงและหาแนวทางในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วสร้างแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ขั้นลงมือปฏิบัติ (Act) ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่สร้างขึ้นจำนวน 7 แผน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 13 ชั่วโมง มาดำเนินการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนเพื่อนำผลไปปรับปรุงการวางแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไปจนกว่าปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลดลง

3. ขั้นสังเกต (Observe) ผู้วิจัยสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งจะสังเกตข้อมูลที่น่าสนใจ สิ่งที่เป็นปัจจัยส่งเสริมหรือปัญหาอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่มีผลต่อการพัฒนาแนวคิด เรื่อง ปฏิกริยาเคมีของผู้เรียน โดยอาศัยบันทึกภาคสนาม การสังเกตการปฏิบัติการสอน อนุทินสะท้อนความคิดของครู อนุทินของผู้เรียน และแบบวัดแนวคิดเรื่องปฏิกริยาเคมี

4. ขั้นสะท้อนผลของการปฏิบัติ (Reflect) ผู้วิจัยประเมินผลการปฏิบัติการสอนของตนเอง และสะท้อนความคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ของตนเอง และการประเมินโดยผู้เรียน โดยผู้วิจัยสะท้อนผลการปฏิบัติหลังเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแนวคิด เพื่อให้ได้แนวทางในพัฒนาและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่ช่วยพัฒนาแนวคิด เรื่อง ปฏิกริยาเคมีของผู้เรียนในแนวคิดเรื่องอื่นๆต่อไป

โดยผู้วิจัยจะนำกรอบแนวคิดของการวิจัยปฏิบัติการแต่ละขั้นตอนมาดำเนินการวิจัยอย่างต่อเนื่อง ดังแสดงในแผนภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 1 ห้อง จำนวน 35 คน เป็นนักเรียนชาย 11 คน และหญิง 24 คน ซึ่งเป็นห้องเรียนที่ความสามารถ มีทั้งนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน และเรียนในรายวิชาเคมีพื้นฐานในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง ซึ่งเป็นโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 2

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบวัดแนวคิดเรื่องปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเป็นแบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบแบบสองชั้น (two-tier diagnostic test) ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นชนิดเลือกตอบ และส่วนที่สองเป็นการให้เหตุผลที่ผู้เรียนใช้ตอบคำถามในส่วนที่หนึ่ง แบบวัดแนวคิดในงานวิจัยครั้งนี้ มีจำนวนทั้งสิ้น 20 ข้อซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเอง และได้นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คนตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้องของแนวคิดสำคัญ ความเหมาะสมของข้อความถามและตัวเลือกความถูกต้องของคำตอบ การสื่อความของคำถาม และมีการแก้ไขแบบวัดแนวคิดตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำแบบวัดไปทดลองใช้ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 คนที่ไม่ใช่กลุ่มศึกษา และนำไปใช้จริงกับกลุ่มที่ต้องการศึกษา ตามลำดับ

2. การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง หลังจากให้ผู้วิจัยตรวจสอบแบบวัดแนวคิด เรื่องปฏิกิริยาเคมี ในกรณีที่พบว่าคำตอบในแบบวัดของนักเรียนคลุมเครือและไม่ชัดเจน ซึ่งอาจทำให้ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลได้ผิดพลาด ผู้วิจัยจึงสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับคำอธิบายของนักเรียนในข้อนั้นอีกครั้งหนึ่ง จนกว่าผู้วิจัยจะแน่ใจว่านักเรียนต้องการสื่อความหมายเกี่ยวกับเรื่องอะไร เพื่อนำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์

3. แผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ 7 แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 2 แผน (3 คาบ) พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 1 แผน (2 คาบ) อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 1 แผน (2 คาบ) ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 2 แผน (3 คาบ) และปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน จำนวน 1 แผน (3 คาบ) รวมใช้แผนการจัดการเรียนรู้ในการวิจัยครั้งนี้ทั้งหมด 7 แผน (รวม 13 คาบ) และนำแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่านตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา

ตลอดจนความเหมาะสมและความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัด และประเมินผล มีการแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ก่อนนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับห้องเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา และนำไปใช้จริงกับ ห้องเรียนที่เป็นกลุ่มศึกษาตามลำดับ

การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้และมีการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยสรุป ดังนี้

1. ผู้วิจัยวิเคราะห์ตัวชี้วัด ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรสถานศึกษา และคู่มือครูกลุ่มสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำหรับนักเรียนเน้นวิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

2. สร้างกรอบแนวคิดของการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกริยาเคมีโดยใช้บริบทเป็นฐาน ซึ่งมีลักษณะ คือ ขึ้นกำหนดสถานการณ์ เป็นการใช้สถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในแนวคิด กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย ใคร่รู้ในแนวคิด จึงนำมาสู่ขั้นลงมือปฏิบัติงานเป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ลงมือสำรวจและค้นหา ซึ่งวิธีการศึกษาอาจเป็นการสำรวจ การทดลอง การลงมือปฏิบัติผลที่ได้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้และช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในแนวคิดใหม่ๆ ขึ้นนำเสนอข้อค้นพบที่ได้ ในขั้นนี้เป็นการนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอ โดยขั้นนี้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้แนวคิดจากการทำความเข้าใจกับแนวคิดหลัก มีการแลกเปลี่ยนสิ่งที่ได้เรียนรู้ซึ่งกันและกัน มีการอธิบายและลงข้อสรุปร่วมกัน เพื่อให้ได้แนวคิดที่ถูกต้องที่สุด แล้วจึงนำมาสู่ขั้นการประยุกต์ใช้ ในขั้นนี้ผู้เรียนมีการอธิบายและขยายความรู้ หรือข้อค้นพบกับสถานการณ์อื่นที่คล้ายคลึงกัน โดยผู้สอนมีการนำเสนอบริบทใหม่ให้กับผู้เรียน หรือผู้เรียนยกตัวอย่างบริบทในการนำแนวคิดไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

3. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการสอน และการวัด ประเมินผล แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไข

4. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการสอน และการวัดและประเมินผล แล้วนำแผนมาปรับปรุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

5. นำแผนที่ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มศึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรม ภาษา และเวลาที่ใช้

ทั้งนี้ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา โดยมีรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 รายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้

แนวคิดเรื่อง	จำนวนแผน	จำนวนคาบ (คาบละ 50 นาที)
การเกิดปฏิกิริยาเคมี	2	3
พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี	1	2
อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	1	2
ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา	2	3
ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน	1	3
รวม	7	13

แบบวัดแนวคิดเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบวัดแนวคิดและตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดแนวคิด ดังนี้

1. ศึกษากรอบแนวคิด เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี จากตัวชี้วัด ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และคู่มือครูกลุ่มสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำหรับนักเรียนเน้นวิทยาศาสตร์ ของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

2. ศึกษาหลักการและวิธีการสร้างแบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบแบบสองชั้น (two-tier diagnostic test)
3. สร้างแบบวัดแนวคิดแบบเลือกตอบสองชั้นที่ครอบคลุมแนวคิด เรื่อง ปฏิกริยาเคมี จำนวน 20 ข้อ
4. นำแบบวัดแนวคิดที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของโครงสร้างแบบวัด เนื้อหา ภาษาที่ใช้ และความเหมาะสมของข้อคำถาม ตัวเลือกและคำตอบ แล้วนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไข
5. นำแบบวัดแนวคิด ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของโครงสร้างแบบวัด เนื้อหา ภาษาที่ใช้ และความเหมาะสมของข้อคำถาม ตัวเลือกและคำตอบ แล้วนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง
6. นำแบบสำรวจแนวคิดที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วจากข้อ 5 มาทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มศึกษา จำนวน 10 คน เพื่อนำคำตอบของนักเรียนมาจำแนกแนวคิด นอกจากนั้น ยังนำคำตอบของนักเรียนมาหาความสอดคล้องของผู้ตรวจแบบวัดแนวคิด โดยผู้วิจัยและคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ประเมินกันเพื่อตกลงว่าควรจัดคำตอบของนักเรียนอย่างไร เพื่อให้ตีความหมายได้ตรงกัน พร้อมกับไปดูเกณฑ์คำตอบที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการตรวจสอบว่ามีความไม่ชัดเจนหรือก่อให้เกิดความเข้าใจผิดอย่างไร เพื่อทำการแก้ไขให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังรายละเอียดในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การแจกแจงเนื้อหาของแบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบแบบสองชั้น
(two-tier diagnostic test)

แนวคิดเรื่อง	ข้อ
การเกิดปฏิกิริยาเคมี	1-4
พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี	5-8
อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	9-10
ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา	11-16
ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน	17-20

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดก่อนเรียนทั้ง 5 แนวคิด ได้แก่ การเกิดปฏิกิริยาเคมี พลังงานการเกิดปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี และ ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน แล้วนำข้อค้นพบที่ได้มาใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

2. ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนของการวิจัย โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามลำดับ พร้อมทั้งบันทึกวีดิทัศน์การสอนเพื่อใช้ในการสังเกตการสอนของตนเองและการเขียนอนุทินสะท้อนความคิดหลังการปฏิบัติการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ และให้นักเรียนเขียนอนุทินสัปดาห์ละ 1 ครั้ง โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 หลังจากผู้วิจัยได้ปฏิบัติการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ผู้วิจัยสังเกตและวิเคราะห์วีดิทัศน์การสอนของตนเองและเขียนบันทึกสะท้อนความคิดหลังสอนแล้วนำข้อค้นพบมาปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนที่ 2

2.2 เมื่อผู้วิจัยดำเนินการสอนจนจบการเรียนรู้เรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมีและพลังงานการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผู้วิจัยให้ผู้เรียนทำแบบวัดแนวคิด เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมีและพลังงานการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2.3 หลังจากผู้วิจัยได้ปฏิบัติการสอนจนจบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ผู้วิจัยให้ผู้เรียนทำแบบวัดแนวคิดเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี และปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน

2.4 เมื่อผู้วิจัยดำเนินการสอนจนครบทุกแผนแล้ว จึงนำข้อค้นพบทั้ง 7 ครั้ง มาวิเคราะห์ร่วมกันอีกครั้งเพื่อหาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพเพื่อตอบคำถามงานวิจัยข้อที่ 2

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้อาจจากการทำแบบวัดแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ร่วมกับการสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างมาทำการวิเคราะห์โดยการจำแนกประเภทแนวคิดออกเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

1. แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Sound Understanding: SU) หมายถึง คำตอบหรือคำอธิบายแนวคิดที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนที่ถูกต้อง และสอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในทุกองค์ประกอบ ซึ่งได้จากการทำแบบวัดแนวคิดและจากการสัมภาษณ์แนวคิดเรื่องปฏิกิริยาเคมี

2. แนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Parial Understanding : PU) หมายถึง คำตอบหรือคำอธิบายแนวคิดที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนที่ถูกต้อง แต่อธิบายไม่ครบสมบูรณ์ตามแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

3. แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (Parial Understanding and Misunderstanding: PU and MU) หมายถึง คำตอบหรือคำอธิบายแนวคิดที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนที่ถูกต้องบางส่วนตามแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และบางส่วนคลาดเคลื่อน

4. แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Complete Misunderstanding : CM) หมายถึง คำตอบหรือคำอธิบายแนวคิดที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในทุกองค์ประกอบ

5. ไม่ตอบคำถาม (Without Answer: WA) หมายถึง ผู้เรียนไม่ตอบคำถามใดๆ หรือไม่อธิบายคำตอบใดๆ

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่ช่วยพัฒนาแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

การวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ในองค์ประกอบ 5 ด้าน ได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้แนวความคิดหลัก กระบวนการจัดการเรียนรู้สื่อ/แหล่งการเรียนรู้และกระบวนการวัดและประเมินผล ร่วมกับการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติการสอนของครูผู้วิจัย โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากการถอดข้อความที่บันทึกได้ในภาคสนามในการสังเกตการปฏิบัติการสอน ตลอดจนบันทึกหลังสอนของครูผู้สอน อนุทินสะท้อนความคิดของผู้วิจัยและอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียนแล้ววิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีวิเคราะห์การตีความสร้างข้อสรุปเชิงอุปนัย (Inductive analysis) (สุภางค์ จันทวานิช, 2545) ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการนำข้อมูลที่ผู้วิจัยเก็บรวบรวมได้แล้วมาจัดระบบ แยกแยะ เชื่อมโยงทำความเข้าใจ และสามารถตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ ทั้งนี้การวิเคราะห์ข้อมูลของงานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับการจำแนกข้อมูลออกเป็นประเภท การตัดทอนคุณลักษณะของข้อมูลที่เปรียบเทียบกันจนเหลือแต่คุณลักษณะร่วมที่มีความหมาย และการตีความหมายเพื่อสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับข้อมูลนั้นที่ได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น การสังเกตการสอนของผู้วิจัยจากบันทึกภาคสนาม บันทึกหลังสอน อนุทินการจัดการเรียนรู้ และจากเอกสารที่ผู้วิจัยได้มอบหมายให้กับนักเรียน เช่น ใบงาน แบบฝึกหัด ใบกิจกรรม ตลอดจนอนุทินหรือบันทึกหลังสอนของนักเรียน สำหรับเงื่อนไขในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น ประกอบด้วย 1) การวิเคราะห์ข้อมูลต้องเริ่มกระทำพร้อม ๆ กับการเก็บรวบรวมข้อมูลและยังทำต่อไปหลังการเก็บข้อมูลเสร็จสิ้นแล้ว 2) การวิเคราะห์ข้อมูลต้องมีข้อมูลจากมุมมองของคนใน 3) การวิเคราะห์ข้อมูลต้องอาศัยสมมติฐานชั่วคราวจำนวนมากที่ผู้วิจัยคิดขึ้นเองอยู่ตลอดเวลา และ 4) ผู้วิจัยต้องเป็นผู้วิเคราะห์ข้อมูลด้วยตนเอง

ทั้งนี้การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเชิงคุณภาพ ส่วนใหญ่จะใช้วิธีวิเคราะห์ข้อมูลแบบสร้างข้อสรุปเชิงอุปนัย ซึ่งกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ ผู้วิจัยจะต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูลหรือ

สร้างข้อสรุปเป็นระยะ ๆ ซึ่งข้อสรุปที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในตอนนั้นหากยังไม่ได้รับการตรวจสอบยืนยันก็ถือเป็นสมมติฐานชั่วคราว (working hypothesis) แต่หากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมหรือหลักฐานต่าง ๆ ที่สามารถพิสูจน์สมมติฐานชั่วคราวนั้นได้ก็ถือว่าเป็นข้อสรุป สำหรับวิธีการหนึ่งของการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสร้างข้อสรุปเชิงอุปนัยก็คือ วิธีวิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบข้อมูล (constant comparative method) ดังที่ Glaser and Strauss (1967 อ้างใน สุกงศ์ จันทวานิช, 2545) กล่าวว่า การใช้วิธีเปรียบเทียบในการวิเคราะห์ข้อมูลจะนำไปสู่การสร้างข้อสรุปเชิงนามธรรมและการสร้างทฤษฎี ซึ่งขั้นตอนของวิธีวิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบข้อมูลนี้ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 เปรียบเทียบชุดข้อมูล/เหตุการณ์ (incidents) ประเภทต่าง ๆ จากบันทึกภาคสนาม โดยการพิจารณาจากดัชนีหรือการจำแนกประเภทข้อมูล/เหตุการณ์เป็นประเภทต่าง ๆ ที่ทำได้ เมื่อผู้วิจัยจำแนกประเภทหรือทำดัชนีแล้วจึงนำชุดข้อมูล/เหตุการณ์ที่วิเคราะห์แล้วมาเปรียบเทียบกับชุดข้อมูล/เหตุการณ์ก่อน ๆ ที่เกิดขึ้นกับคนกลุ่มเดิมหรือกลุ่มอื่นที่ใช้ระบบจำแนกประเภทระบบเดียวกัน เมื่อผู้วิจัยได้เปรียบเทียบระหว่างเหตุการณ์แล้วก็เขียนข้อสรุปชั่วคราวไว้ก่อนเพื่อป้องกันการลืม หลังจากนั้นให้ผู้วิจัยหยุดทำดัชนีชุดข้อมูล/เหตุการณ์ แล้วเขียนบันทึกเกี่ยวกับข้อค้นพบที่ได้จากการเปรียบเทียบเพื่อสรุปความคิด ถ้างานวิจัยที่ทำเป็นคณะ ควรมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน เพื่อคว่ามีประเด็นใดที่ผู้วิเคราะห์บางคนอาจมองข้ามไป และประเด็นใดบ้างที่มีข้อสรุปเหมือนกัน

ขั้นที่ 2 ประมวลประเภทของข้อมูลและคุณลักษณะ (properties) ของประเภทเข้าด้วยกัน เป็นการสังสมข้อค้นพบหรือข้อสรุปย่อย ๆ จากการเปรียบเทียบประเภทของข้อมูลและคุณลักษณะของประเภทซึ่งกันและกัน เมื่อเปรียบเทียบแล้วผู้วิจัยก็จะเริ่มเชื่อมโยงข้อมูลเหล่านั้นทำให้เห็นความสัมพันธ์และเกิดเป็นกรอบแนวคิดย่อย ๆ ขึ้นมา

ขั้นที่ 3 ขยายวงของการเปรียบเทียบแล้วเลือกเฟ้นเหตุการณ์ที่เป็นกุญแจสำคัญ โดยผู้วิจัยจะใช้แนวคิดที่ได้จากการสรุปลักษณะความสัมพันธ์ของข้อมูลในเหตุการณ์ต่าง ๆ ตามขั้นที่ 2 มาพิจารณาเหตุการณ์อื่น ๆ ที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ทางสังคม เมื่อได้ขยายวงของการเปรียบเทียบออกไปอีก คุณลักษณะที่คล้ายคลึงกันและที่แตกต่างกันของข้อมูลก็จะยังมีความชัดเจนมากขึ้นในขั้นนี้ถือว่า ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบคุณลักษณะของข้อมูล/เหตุการณ์แล้ว สิ่งที่ผู้วิจัยต้องทำต่อไปคือการตัดทอน (reduce) คุณลักษณะของข้อมูลที่เปรียบเทียบกันให้เหลือแต่คุณลักษณะร่วมที่มีความหมายเท่านั้น การวิเคราะห์ก็จะมีลักษณะเจาะลึกลงไปที่ข้อมูลที่ตัดทอนแล้วนี้เท่านั้น

ขั้นที่ 4 สร้างข้อสรุป เมื่อผู้วิจัยได้คัดทอนข้อมูลให้เหลือแต่คุณลักษณะร่วมที่มีความหมายและได้พิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลแล้ว ผู้วิจัยก็จะสามารถสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับข้อมูลนั้นได้ ซึ่งข้อสรุปดังกล่าวจะมีลักษณะเป็นกรอบแนวคิดที่เป็นนามธรรม การสร้างข้อสรุปจึงเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการวิเคราะห์ เมื่อข้อสรุปนั้นยังเป็นสมมติฐานชั่วคราว ผู้วิจัยก็จะตรวจสอบความถูกต้องและเมื่อตรวจสอบเรียบร้อยแล้ว การยืนยันข้อสรุปก็คือ การรายงานผลเกี่ยวกับข้อค้นพบของการวิจัย

การเพิ่มความเป็นที่ไว้วางใจได้ของการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยเชิงคุณภาพเป็นไปด้วยความถูกต้องและมีความครบถ้วนของข้อมูล ผู้วิจัยต้องประเมินคุณภาพของข้อมูลว่าอยู่ในระดับใดและมีคุณภาพเพียงพอที่จะตอบปัญหาของการวิจัยหรือไม่ ทั้งนี้ การเพิ่มความเป็นที่ไว้วางใจได้ของการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล (จิตตมาศ สุขแสวง, 2555) มีดังต่อไปนี้

1. ความเชื่อถือได้ (Credibility)

ความตรงภายใน (Internal Validity) ของการวิจัยเชิงปริมาณเป็นความแม่นยำของเครื่องมือที่ใช้วัดในการวัดสิ่งที่ต้องการวัด โดยผู้วิจัยต้องตรวจสอบว่าเครื่องมือที่ใช้วัดนั้น วัดในสิ่งที่ต้องการวัดหรือไม่ ส่วนในงานวิจัยเชิงคุณภาพนั้นใช้คำว่า ความเชื่อถือได้ (Credibility) แทนความตรงภายใน โดยความเชื่อถือได้นี้แสดงถึงความน่าเชื่อถือได้ของข้อค้นพบของงานวิจัย ซึ่งผู้วิจัยต้องสามารถเข้าถึงและมีความรู้ความเข้าใจในความหมายและข้อมูลต่างๆ อย่างไรก็ตามความเชื่อถือได้นี้อาจขึ้นอยู่กับทักษะและความสามารถของบุคคลในการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลด้วย ทั้งนี้ มีหลายวิธีที่ช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือได้ของการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล เช่น 1) Prolonged and substantial engagement โดยการที่ผู้วิจัยใช้เวลาที่เพียงพอในการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ 2) Persistent observation โดยการที่ผู้วิจัยระบุประเด็นต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับปัญหาที่พบจากการสังเกตเป็นเวลานาน 3) Peer debriefing โดยการที่ผู้วิจัยร่วมอภิปรายกับคณะที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เกี่ยวกับข้อค้นพบ ข้อสรุป การวิเคราะห์ ตลอดจนสมมติฐานต่าง ๆ 4) Progressive subjectivity โดยการที่ผู้วิจัยตรวจสอบเกี่ยวกับการพัฒนาข้อสรุปที่ได้ ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตั้งแต่เริ่มต้นการวิจัยจนกระทั่งสิ้นสุดการวิจัย 5) Member Check ซึ่งเป็นกลวิธีที่สำคัญที่สุดในการพัฒนาความน่าเชื่อถือ โดยที่ผู้วิจัยนำผลที่ได้

จากการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลมาตรวจสอบร่วมกับคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อให้ผู้วิจัยเกิดความกระจ่างชัดเกี่ยวกับการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล และช่วยพัฒนาความสามารถของผู้วิจัยเกี่ยวกับการเสนอข้อคิดเห็นที่ถูกต้องด้วย 6) Triangulation ซึ่งเกี่ยวข้องกับการตรวจสอบข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากแหล่งข้อมูลหรือวิธีที่แตกต่างกัน เพื่อให้ได้หลักฐานที่ตรงกันจากแหล่งข้อมูลเหล่านั้น ซึ่งผู้วิจัยสามารถใช้วิธีการที่หลากหลายในการตรวจสอบข้อมูล เช่น การสัมภาษณ์ การสังเกต และการตรวจสอบจากเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. การถ่ายโอนผลการวิจัย (Transferability)

ความตรงภายนอก (External Validity) ของการวิจัยเชิงปริมาณเป็นการพิจารณาว่าผลที่ได้จากการวิจัยสามารถนำไปประยุกต์กับสถานการณ์อื่นได้หรือไม่ แต่การวิจัยเชิงคุณภาพใช้คำว่า การถ่ายโอนผลการวิจัย (Transferability) แทนความตรงภายนอก ซึ่งการถ่ายโอนผลการวิจัยนี้จะพิจารณาว่าสามารถนำแนวคิดหรือทฤษฎีที่สร้างขึ้นจากสถานการณ์หนึ่ง ๆ ไปใช้กับสถานการณ์อื่นได้เพียงใด ดังนั้น ผู้วิจัยต้องอธิบายในเชิงลึก (thick description) ทั้งเรื่องของช่วงเวลา สถานที่ บริบท และวัฒนธรรมต่าง ๆ เพื่อให้ผู้อ่านสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับการนำผลการวิจัยไปใช้

3. การพึ่งพากับเกณฑ์อื่น ๆ (Dependability)

ในการวิจัยเชิงปริมาณใช้ความเที่ยง (Reliability) ในการพิจารณาว่าการวัดให้ผลตรงกันทุกครั้งหรือไม่ โดยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่ถูกวัด แต่ในการวิจัยเชิงคุณภาพนี้ใช้คำว่า การพึ่งพากับเกณฑ์อื่น ๆ (Dependability) แทนความเที่ยง ซึ่งการพึ่งพากับเกณฑ์อื่น ๆ นี้เน้นการสังเกตสิ่งเดียวกันโดยผู้วิจัยหลายคน แล้วร่วมกันพิจารณาว่าผลที่ได้นั้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลจากการสังเกตเพียงใด ในการเพิ่มการพึ่งพากับเกณฑ์อื่น ๆ นั้น ผู้วิจัยควรแสดงรายละเอียดและอธิบายเกี่ยวกับสมมติฐานและทฤษฎีที่อยู่ภายใต้งานวิจัย รายละเอียดของวิธีเก็บรวบรวมข้อมูล วิธีจำแนกประเภทของข้อมูล และวิธีการตัดสินใจจากข้อมูลที่รวบรวมได้ นอกจากนี้ ควรมีการตรวจสอบเกี่ยวกับการพึ่งพากับเกณฑ์อื่น ๆ เพื่อยืนยันคุณภาพและความเหมาะสมของกระบวนการวิจัย ซึ่งผลที่ได้จากการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลควรได้รับการตรวจสอบจากผู้ตรวจสอบเพื่อให้ผู้วิจัยได้รับข้อมูลสะท้อนกลับที่ถูกต้อง

บทที่ 4

ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

ในงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาแนวคิดของนักเรียนเรื่อง ปฏิกริยาเคมี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ส่วนที่สองเป็น แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง ปฏิกริยาเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยขอเสนอผลวิจัยในแต่ละส่วนดังต่อไปนี้

ผลการวิจัย

1. แนวคิดของนักเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

การศึกษาแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 2 ผู้วิจัยได้นำเสนอ ผลการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องปฏิกริยาเคมี ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ การเกิดปฏิกริยาเคมี พลังงานกับการเกิดปฏิกริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี ปฏิกริยาเคมีในชีวิตประจำวัน และสรุปแนวคิดทั้ง 5 ด้าน ตามลำดับ

การเกิดปฏิกริยาเคมี

การศึกษาแนวคิดใน เรื่อง การเกิดปฏิกริยาเคมี ของงานวิจัยเรื่องนี้ นักเรียนได้อธิบายโดยการเขียนตอบจากคำถามในแบบวัดแนวคิด ข้อที่ 1 – 4 ซึ่งคำถามข้อที่ 1 ถามเกี่ยวกับตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่แสดงถึงการเกิดปฏิกริยาเคมี ข้อที่ 2 ถามเกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่ไม่ใช่การเกิดปฏิกริยาเคมี ข้อที่ 3 ถามเกี่ยวกับการเขียนสมการเคมี และข้อที่ 4 ถามเกี่ยวกับการชนของอนุภาคที่สามารถเกิดปฏิกริยาเคมีได้ (รายละเอียดดังภาคผนวก ข) เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนตามแนวคิดเรื่องการเกิดปฏิกริยาเคมี มีรายละเอียดดังตารางที่ 6-7

ตารางที่ 6 เกณฑ์การกำหนดระดับคะแนนจากแนวการตอบเรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในแต่ละข้อ

ข้อที่	แนวการตอบ	ระดับคะแนน
1	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ได้ถูกต้อง คือเลือกตอบข้อ ก. ง. จ. และ ฉ. และอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้ถูกต้อง	5
	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ได้ถูกต้องบางส่วน และอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้ถูกต้อง	4
	- เลือกตอบข้อที่ 1 ได้ถูกต้องบางส่วนและอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้ถูกต้องบางส่วน แต่บางส่วนไม่ได้กล่าวถึง	4
	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ได้ถูกต้อง แต่อธิบายเหตุผลเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ หรืออธิบายไม่ถูกต้อง	3
	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ถูกต้องบางส่วน บางส่วนไม่ถูกต้อง และอธิบายเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ หรืออธิบายไม่ถูกต้อง	3
	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ไม่ถูกต้อง และไม่สามารถอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้ถูกต้อง	2
2	- ไม่ตอบคำถาม	1
	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ได้ถูกต้อง คือเลือกตอบข้อ ข. ค. และ ช. และอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ไม่เกิดปฏิกิริยาเคมีที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้ถูกต้อง	5
	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ได้ถูกต้องบางส่วน และอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เลือกตอบได้ถูกต้อง	4
	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ได้ถูกต้องบางส่วน และอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เลือกตอบได้ถูกต้องบางส่วนและบางส่วนไม่ได้กล่าวถึง	4
	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ได้ถูกต้อง แต่อธิบายเหตุผลเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์บางส่วน หรืออธิบาย	3

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ข้อที่	แนวการตอบ	ระดับคะแนน
	ไม่ครบถ้วน	
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ถูกบางส่วน บางส่วนผิด และอธิบายเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์บางส่วน	3
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ไม่ถูกต้อง และไม่สามารถอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่สอดคล้องกับสถานการณ์บางส่วน หรืออธิบายไม่ครบถ้วน	2
	- ไม่ตอบคำถาม	1
3	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง คือเลือกตอบข้อ ข. และค. และสามารถอธิบายได้ว่าสมการที่เลือกตอบไม่ถูกต้องอย่างไร หรือเขียนสมการที่ถูกต้องได้	5
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ได้ถูกต้องบางส่วน และสามารถอธิบายได้ว่าสมการที่เลือกตอบไม่ถูกต้องอย่างไร หรือเขียนสมการที่ถูกต้องได้	4
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ถูกต้องบางส่วน บางส่วนไม่ถูกต้อง และสามารถอธิบายได้ว่าสมการที่เลือกตอบไม่ถูกต้องอย่างไร หรือเขียนสมการที่ถูกต้องได้บางส่วน	3
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ไม่ถูกต้อง และไม่สามารถอธิบายได้ว่าสมการที่เลือกตอบไม่ถูกต้องอย่างไร หรือไม่สามารถเขียนสมการที่ถูกต้องได้	2
	- ไม่ตอบคำถาม	1
4	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง คือเลือกตอบข้อ ค. และอธิบายถึงลักษณะการชนกันในทิศทางที่เหมาะสมที่สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้ถูกต้อง	5
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง แต่อธิบายลักษณะการชนกันในทิศทางที่เหมาะสมไม่ครบถ้วน	4
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง แต่อธิบายลักษณะการชนกันในทิศทางที่เหมาะสมไม่ถูกต้อง	3
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ไม่ถูกต้อง และไม่สามารถอธิบายลักษณะการชน	2

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ข้อที่	แนวการตอบ	ระดับคะแนน
-	ไม่ตอบคำถาม	1

ตารางที่ 7 เกณฑ์การสรุประดับคะแนนแนวคิดเรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมี

จำนวนข้อของคำตอบที่ได้ระดับคะแนน	สรุประดับคะแนน
คำตอบทั้ง 4 ข้อ ได้ระดับคะแนน 5	5
คำตอบบางข้อได้ระดับคะแนน 5 บางข้อได้ระดับคะแนน 4	4
คำตอบทั้ง 4 ข้อ ได้ระดับคะแนน 4	4
คำตอบบางข้อได้ระดับคะแนน 4 บางข้อได้ระดับคะแนน 3	3
คำตอบทั้ง 4 ข้อ ได้ระดับคะแนน 3	3
คำตอบบางข้อได้ระดับคะแนน 3 บางข้อได้ระดับคะแนน 2	3
คำตอบบางข้อได้ระดับคะแนน 5 บางข้อได้ระดับคะแนน 4	3
บางข้อได้ระดับคะแนน 3 บางข้อได้ระดับคะแนน 2 บางข้อได้ระดับคะแนน 1	
คำตอบทั้ง 4 ข้อ ได้ระดับคะแนน 2	2
คำตอบทั้ง 4 ข้อ ได้ระดับคะแนน 1	1

หมายเหตุ: ระดับคะแนน 5 หมายถึง แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ระดับคะแนน 4 หมายถึง แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์

ระดับคะแนน 3 หมายถึง แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน

ระดับคะแนน 2 หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ไม่ตอบคำถาม

เมื่อนำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์ตามเกณฑ์ข้างต้นได้ผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 สรุปจำนวนและร้อยละของนักเรียนที่ได้ระดับคะแนนแนวคิดเรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมี ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

(n = 35)

สรุป ระดับ คะแนน	ประเภทแนวคิด	จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่ได้			
		ระดับคะแนนแนวคิด เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี			
		ก่อนเรียน		หลังเรียน	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
5	แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์	0	0.00	14	40.00
4	แนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์	0	0.00	10	28.57
3	แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและ คลาดเคลื่อนบางส่วน	2	5.71	11	31.43
2	แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิง วิทยาศาสตร์	33	94.29	0	0.00
1	ไม่ตอบคำถาม	0	0.00	0	0.00

จากตารางที่ 8 เมื่อพิจารณาแนวคิดของนักเรียนเรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่านักเรียนที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คือ สามารถอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ไม่เกิดปฏิกิริยาเคมีที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้ถูกต้องโดยอธิบายได้ว่าสมการที่เลือกตอบไม่ถูกต้องอย่างไร หรือเขียนสมการที่ถูกต้องได้ และอธิบายถึงลักษณะการชนกันในทิศทางที่เหมาะสมที่สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้ถูกต้อง พบว่า ก่อนเรียนไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์สมบูรณ์คิดเป็นร้อยละ 0.00 และหลังเรียนนักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์จำนวน 14 คนคิดเป็นร้อยละ 40.00

เมื่อพิจารณานักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนสามารถเลือกสถานการณ์การที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีและไม่เกิดปฏิกิริยาเคมีได้ถูกต้องแต่เลือกตอบไม่ครบถ้วน และบอกแต่เพียงว่ามีสารใหม่เกิดขึ้น หรือสารไม่สามารถกลับมาเป็นสารเดิมได้เท่านั้น เช่น สถานการณ์การอบเนื้อด้วยไมโครเวฟจะทำให้เนื้อสุกและไม่สามารถกลับมาเป็นเหมือนเดิมได้

รวมทั้งเลือกสมการเคมีที่ไม่ถูกต้องได้ไม่ครบถ้วน แต่สามารถเขียนอธิบายสมการเคมีที่เลือกตอบได้ว่าไม่ถูกต้องอย่างไร และสามารถพิจารณาแผนภาพการชนของอนุภาคที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมี แต่ไม่อธิบายถึงเหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ เช่น นักเรียนอธิบายว่า เมื่อ ไฮโดรเจน ไอออนและไอโอไดค์ไอออนชนกันแล้วจะได้เป็นสารใหม่ คือ ไฮโดรเจนไอออน 2 โมเลกุล พบว่า ก่อนเรียนมีนักเรียนจำนวน 0 คนคิดเป็นร้อยละ 0.00 และหลังเรียนจำนวน 10 คนคิดเป็นร้อยละ 28.57 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณานักเรียนที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนคือ เลือกตอบสถานการณ์ที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีและสถานการณ์ที่ไม่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้ถูกต้อง หรือถูกต้องเพียงบางส่วน และอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ เช่น นักเรียนตอบว่า การวางแอปเปิ้ลที่ปลูกเปลือกไว้บนโต๊ะจะทำให้แอปเปิ้ลเหี่ยวเฉา หรือแอปเปิ้ลสัมผัสลมทำให้เนื้อมีสีดำ และนักเรียนสามารถเลือกสมการถูกต้องบางส่วน บางส่วนไม่ถูกต้อง และสามารถอธิบายได้ว่าสมการที่เลือกตอบไม่ถูกต้องอย่างไร หรือเขียนสมการที่ถูกต้องได้บางส่วน รวมถึงนักเรียนสามารถพิจารณาภาพทิศทางการชนของสารได้ถูกต้อง แต่อธิบายลักษณะการชนกันในทิศทางที่เหมาะสมไม่ถูกต้อง เช่น นักเรียนกล่าวว่าภาพที่เห็นเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามลำดับ คือ ก่อนชน ขณะชน และหลังชนหรือนักเรียนกล่าวว่าการชนกันของ โมเลกุลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งพบว่า ก่อนเรียนมีนักเรียนจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.71 และหลังเรียน มีนักเรียนจำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 31.43 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณานักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่าก่อนเรียนมีจำนวน 33 คนคิดเป็นร้อยละ 94.29 และหลังเรียนไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 0.00 ตามลำดับ

กล่าวโดยสรุปนักเรียนที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์สามารถเลือกและอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีและไม่เกิดปฏิกิริยาเคมีที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้ถูกต้องโดยสามารถเขียนสมการที่ถูกต้อง และอธิบายถึงลักษณะการชนกันในทิศทางที่เหมาะสมที่สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้ถูกต้องทั้ง 4 ข้อ ส่วนนักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์สามารถเลือกสถานการณ์การที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีและไม่เกิดปฏิกิริยาเคมีได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน และบอกแต่เพียงว่ามีสารใหม่เกิดขึ้น หรือสารไม่สามารถกลับมาเป็นสารเดิมได้เท่านั้น ส่วนนักเรียนที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนเลือกสถานการณ์ที่เกิดปฏิกิริยาเคมีและไม่เกิดปฏิกิริยาเคมีได้ถูกต้องบางส่วน บางส่วนไม่ถูกต้องและอธิบายสถานการณ์ที่เกิดขึ้นไม่

ถูกต้อง หรือเขียนสมการเคมีไม่ถูกต้องรวมถึงไม่สามารถอธิบายเหตุการณ์กันของอนุภาคที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้ สำหรับนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์นั้นจะตอบคำถามในเรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมีไม่ถูกต้องทั้ง 4 ข้อ

พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

การศึกษาแนวคิดในเรื่องพลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของงานวิจัยฉบับนี้นักเรียนได้อธิบายโดย การเขียนตอบจากคำถามในแบบวัดแนวคิด ข้อที่ 5 – 8 ซึ่งคำถามข้อที่ 5 ถามเกี่ยวกับพลังงานก่อกัมมันต์ที่ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี ข้อที่ 6 ถามเกี่ยวกับเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่มปฏิกิริยาเคมีโดยดูจากกราฟที่กำหนดให้ ข้อที่ 7 ถามเกี่ยวกับสมการเคมีที่สอดคล้องกับกราฟพลังงานการเกิดปฏิกิริยาเคมี และข้อที่ 8 ถามเกี่ยวกับการจำแนกประเภทของปฏิกิริยาในชีวิตประจำวันที่เกิดขึ้นว่าเป็นปฏิกิริยาแบบดูดพลังงานหรือคายพลังงาน (รายละเอียดดังภาคผนวก ข) เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนตามแนวคิดเรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีรายละเอียดดังตารางที่ 9-10

ตารางที่ 9 เกณฑ์การกำหนดระดับคะแนนจากแนวการตอบ เรื่อง พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยา ในแต่ละข้อ

ข้อที่	แนวการตอบ	ระดับคะแนน
5	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง คือเลือกตอบข้อ ค. และสามารถคำนวณค่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาได้ถูกต้อง	5
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลที่เลือกตอบโดยกล่าวถึงช่วงคลื่น แต่ไม่ได้คำนวณค่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา	4
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถคำนวณค่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาได้ถูกต้อง	3
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ไม่ถูกต้อง แต่ไม่สามารถคำนวณค่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา ได้ถูกต้อง	2
	- ไม่ตอบคำถาม	1

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ข้อที่	แนวการตอบ	ระดับคะแนน
6	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ได้ถูกต้อง คือเลือกตอบข้อ ข. และสามารถอธิบายได้ว่ากราฟใดเป็นกราฟแบบจุดพลังงานหรือคายพลังงานและสามารถคำนวณค่าพลังงานของปฏิกิริยาได้	5
	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ได้ถูกต้อง คือเลือกตอบข้อ ข. และสามารถอธิบายได้ว่ากราฟใดเป็นกราฟแบบขั้นตอนเดียวหรือหลายขั้นตอน	5
	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ได้ถูกต้อง และสามารถบอกได้ว่ากราฟใดเป็นกราฟจุดพลังงานหรือคายพลังงานแต่ไม่คำนวณค่าพลังงานของปฏิกิริยาอธิบายแค่ลักษณะของกราฟจุดพลังงานหรือคายพลังงานจากภาพที่เห็น	4
	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่ากราฟใดเป็นกราฟจุดพลังงานหรือคายพลังงาน	3
	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ไม่ถูกต้อง และไม่สามารถอธิบายได้ว่ากราฟใดเป็นกราฟจุดพลังงานหรือคายพลังงาน	2
	- ไม่ตอบคำถาม	1
7	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ได้ถูกต้อง คือเลือกตอบข้อ ก. และสามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกกราฟที่สอดคล้องกับสมการได้ถูกต้อง	5
	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกกราฟที่สอดคล้องกับสมการได้ถูกต้องบางส่วนบางส่วนไม่ได้กล่าวถึง	4
	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลในการเลือกกราฟที่สอดคล้องกับสมการได้ไม่ถูกต้อง	3
	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ไม่ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลในการเลือกกราฟที่สอดคล้องกับสมการได้ไม่ถูกต้อง	2
	- ไม่ตอบคำถาม	1
8	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ได้ถูกต้อง คือเลือกตอบข้อ ค. และอธิบายเหตุผลในการเลือกตอบได้สอดคล้องกับสถานการณ์ได้อย่างถูกต้อง	5
	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ได้ถูกต้อง อธิบายเหตุผลที่เลือกตอบสถานการณ์นั้นได้ถูกต้องบางส่วน บางส่วนไม่ได้กล่าวถึง	4
	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ได้ถูกต้อง แต่อธิบายเหตุผลที่เลือกตอบสถานการณ์บางส่วนได้ถูกต้อง และบางส่วนไม่ถูกต้อง	3

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ข้อที่	แนวการตอบ	ระดับคะแนน
สอดคล้องกับสถานการณ์		
- ไม่ตอบคำถาม		1

ตารางที่ 10 เกณฑ์การสรุประดับคะแนนแนวคิด เรื่อง พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

จำนวนข้อของคำตอบที่ได้ระดับคะแนน	สรุประดับคะแนน
คำตอบทั้ง 4 ข้อ ได้ระดับคะแนน 5	5
คำตอบบางข้อ ได้ระดับคะแนน 5 บางข้อ ได้ระดับคะแนน 4	4
คำตอบทั้ง 4 ข้อ ได้ระดับคะแนน 4	4
คำตอบบางข้อ ได้ระดับคะแนน 4 บางข้อ ได้ระดับคะแนน 3	3
คำตอบทั้ง 4 ข้อ ได้ระดับคะแนน 3	3
คำตอบบางข้อ ได้ระดับคะแนน 3 บางข้อ ได้ระดับคะแนน 2	3
คำตอบบางข้อ ได้ระดับคะแนน 5 บางข้อ ได้ระดับคะแนน 4 บางข้อ ได้ระดับคะแนน 3 บางข้อ ได้ระดับคะแนน 2 บางข้อ ได้ระดับคะแนน 1	3
คำตอบทั้ง 4 ข้อ ได้ระดับคะแนน 2	2
คำตอบทั้ง 4 ข้อ ได้ระดับคะแนน 1	1

หมายเหตุ: ระดับคะแนน 5 หมายถึง แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ระดับคะแนน 4 หมายถึง แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์

ระดับคะแนน 3 หมายถึง แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน

ระดับคะแนน 2 หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ไม่ตอบคำถาม

เมื่อนำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์ตามเกณฑ์ข้างต้นได้ ผลดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 สรุปจำนวนและร้อยละของนักเรียนที่ได้ระดับคะแนนแนวคิด เรื่อง พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ก่อนและหลังการเรียนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

(n = 35)

สรุป ระดับ คะแนน	ประเภทแนวคิด	จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่ได้ ระดับคะแนนแนวคิด เรื่อง พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี			
		ก่อนเรียน		หลังเรียน	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
5	แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์	0	0.00	9	25.71
4	แนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์	0	0.00	21	60.00
3	แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและ คลาดเคลื่อนบางส่วน	3	8.57	5	14.29
2	แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิง วิทยาศาสตร์	26	74.29	0	0.00
1	ไม่ตอบคำถาม	6	17.14	0	0.00

จากตารางที่ 11 เมื่อพิจารณาแนวคิดของนักเรียน เรื่องพลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ คือ นักเรียนสามารถพิจารณากราฟแล้วตอบได้ว่า ปฏิกิริยาที่มีพลังงานก่อกัมมันต์ต่ำปฏิกิริยาจะเกิดง่ายหรือเร็วกว่าปฏิกิริยาที่มีพลังงานก่อกัมมันต์สูง โดยนักเรียนสามารถคำนวณค่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาได้ถูกต้อง นอกจากนี้นักเรียนยังอธิบายได้ว่า พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีนั้นสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ ปฏิกิริยาคายพลังงานและดูดพลังงาน โดยนักเรียนสามารถคำนวณหาค่าพลังงานรวมของปฏิกิริยา (ΔE) นอกจากนี้ยังมีนักเรียนที่ใช้กลไกการเกิดปฏิกิริยาเป็นเกณฑ์ในการแบ่งปฏิกิริยาเคมีอีกด้วย อีกทั้งนักเรียนยังสามารถพิจารณาสมการเคมีที่สอดคล้องกับกราฟพลังงานได้อย่างเหมาะสม สามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกกราฟที่สอดคล้องกับสมการ เช่น นักเรียนให้เหตุผลว่า ปฏิกิริยาระหว่างไนโตรเจนไดออกไซด์กับคาร์บอนมอนอกไซด์ เป็นปฏิกิริยาขั้นตอนเดียว หลังจากเกิดปฏิกิริยาจะมีการปล่อยพลังงานออกมา 15 kJ จึงเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน จึงสอดคล้องกับกราฟที่ 1 และนักเรียนสามารถนำมาอธิบายปฏิกิริยาในชีวิตประจำวันได้ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถาม

ในข้อนี้ได้ถูกต้องเพราะเป็นปฏิกิริยาที่นักเรียนสามารถสังเกตได้ เช่น นักเรียนอธิบายว่า เมื่อมีการเผาไหม้ หรือหายใจ ถ้าเราอยู่ใกล้ๆเราจะรู้สึกร้อน ปฏิกิริยาเหล่านี้จึงเป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน พบว่า ก่อนเรียน มีจำนวน 0 คน คิดเป็นร้อยละ 0.00 และหลังเรียน จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 25.71 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณานักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์คือ นักเรียนพิจารณาการเกิดปฏิกิริยาจากช่วงของกราฟ แต่ไม่ได้คำนวณพลังงานก่อกัมมันต์ เช่น นักเรียนให้เหตุผลว่า ปฏิกิริยา $E \rightarrow G$ มีช่วงกราฟที่ชันที่สุดน่าจะใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยาน้อยและเกิดได้เร็วที่สุด นอกจากนี้นักเรียนยังแบ่งแยกได้ว่ากราฟในข้อใดเป็นกราฟแบบดูดพลังงานและกราฟใดเป็นกราฟคายพลังงาน แต่นักเรียนไม่กล่าวถึงค่าพลังงานรวมของปฏิกิริยา ΔE) นักเรียนพิจารณาจากกราฟโดยอธิบายว่า ถ้าพลังงานที่ใช้ในการเริ่มต้นน้อยกว่าพลังงานหลังการเกิดปฏิกิริยาจะเป็นปฏิกิริยาคายพลังงานและถ้าหากพลังงานที่ใช้เริ่มต้นมากกว่าพลังงานที่ปล่อยออกมาจะเป็นปฏิกิริยาดูดพลังงาน อีกทั้งนักเรียนสามารถพิจารณาสมการเคมีที่สอดคล้องกับกราฟพลังงานโดยให้เหตุผลว่าเป็นสมการคายพลังงาน และนักเรียนสามารถบอกถึงปฏิกิริยาในชีวิตประจำวันได้ว่าเป็นปฏิกิริยาประเภทใดแต่ไม่อธิบายเหตุผลในการเลือกตอบ พบว่าก่อนเรียนมีจำนวน 0 คนคิดเป็นร้อยละ 0.00 และหลังเรียนจำนวน 21 คนคิดเป็นร้อยละ 60.00 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณานักเรียนที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน คือ นักเรียนตอบคำถามในส่วนที่ 1 ได้ถูกต้องแต่ให้เหตุผลในการเลือกตอบไม่ถูกต้องบางส่วน เช่น นักเรียนบอกได้ว่าปฏิกิริยา $E \rightarrow G$ เกิดได้เร็ว แต่ให้เหตุผลในการเลือกตอบว่าพิจารณาจากตำแหน่งของสารตั้งต้นที่ใกล้เคียงกับสารผลิตภัณฑ์ หรือหากพิจารณากราฟขั้นตอนเดียวนักเรียนสามารถแบ่งประเภทได้ว่าเป็นปฏิกิริยาแบบดูดพลังงาน หรือคายพลังงาน แต่เมื่อให้พิจารณากราฟแบบหลายขั้นตอนนักเรียนไม่สามารถบอกได้ว่ากราฟใดเป็นกราฟดูดพลังงานหรือคายพลังงาน นักเรียนบางส่วนให้เหตุผลในการเลือกกราฟที่สอดคล้องกับสมการว่า หากมีการเขียนพลังงานต่อท้ายสมการทำให้พลังงานของผลิตภัณฑ์สูงกว่าของสารตั้งต้นจึงเป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน หรือ นักเรียนอธิบายเหตุผลในการเลือกตอบปฏิกิริยาในชีวิตประจำวันต่างๆ เช่น การเผาไหม้ป่าเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน เพราะเมื่อป่าได้รับความร้อนจากเปลวเพลิงทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสถานะเปลี่ยนไป พบว่า ก่อนเรียนมีจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 8.57 และหลังเรียน จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 14.29 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณานักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่าก่อนเรียนมีจำนวน 26 คนคิดเป็นร้อยละ 74.29 และหลังเรียนไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 0.00 และนักเรียนที่ไม่ได้ตอบคำถามทั้ง 4 ข้อพบว่า ก่อนเรียน มีจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 17.14 และหลังเรียนไม่มีนักเรียนที่ไม่ได้ตอบคำถาม คิดเป็นร้อยละ 0.00 ตามลำดับ

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

การศึกษาแนวคิดในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของงานวิจัยฉบับนี้นักเรียนได้อธิบาย โดย การเขียนตอบจากคำถามในแบบวัดแนวคิด ข้อที่ 9 – 10 ซึ่งคำถามข้อที่ 9 ถามเกี่ยวกับการคำนวณค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีแล้วให้นักเรียนตอบว่าปฏิกิริยาใดเกิดขึ้นช้า หรือเร็ว ข้อที่ 10 ถามเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่สัมพันธ์กับกราฟที่กำหนดให้ (รายละเอียดดังภาคผนวก ข) เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนตามแนวคิดเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยา มีรายละเอียดดังตารางที่ 12 – 13

ตารางที่ 12 เกณฑ์การกำหนดระดับคะแนนจากการตอบเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในแต่ละข้อ

ข้อที่	แนวการตอบ	ระดับคะแนน
9	- เลือกตอบใน ส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง คือเลือกตอบข้อ ข.เกิดปฏิกิริยาได้เร็วที่สุด และตอบข้อ ค.ว่าเกิดปฏิกิริยาได้ช้าที่สุด และสามารถคำนวณค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ถูกต้อง	5
	- เลือกตอบใน ส่วนที่ 1 ได้ถูกต้องแต่ไม่ได้คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	4
	- เลือกตอบใน ส่วนที่ 1 ได้ถูกต้องแต่ไม่สามารถคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้	3
	- เลือกตอบใน ส่วนที่ 1 ไม่ถูกต้อง และไม่สามารถคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ถูกต้อง	2
	- ไม่ตอบคำถาม	1

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ข้อที่	แนวการตอบ	ระดับคะแนน
10	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ได้ถูกต้อง คือเลือกตอบข้อ ข. และอธิบายความสัมพันธ์ของภาพกับกราฟแสดงอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ถูกต้อง	5
	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลที่เลือกตอบโดยดูจากจำนวนสาร A และสาร B เท่านั้น	4
	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ได้ถูกต้อง แต่อธิบายเหตุผลที่เลือกตอบไม่ถูกต้อง	3
	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ไม่ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลที่เลือกตอบไม่ถูกต้อง	2
	- ไม่ตอบคำถาม	1

ตารางที่ 13 เกณฑ์การสรุประดับคะแนนแนวคิด เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

จำนวนข้อของคำตอบที่ได้ระดับคะแนน	สรุประดับคะแนน
คำตอบทั้ง 2 ข้อ ได้ระดับคะแนน 5	5
คำตอบบางข้อได้ระดับคะแนน 5 บางข้อได้ระดับคะแนน 4	4
คำตอบทั้ง 2 ข้อ ได้ระดับคะแนน 4	4
คำตอบบางข้อได้ระดับคะแนน 4 บางข้อได้ระดับคะแนน 3	3
คำตอบทั้ง 2 ข้อ ได้ระดับคะแนน 3	3
คำตอบบางข้อได้ระดับคะแนน 3 บางข้อได้ระดับคะแนน 2	3
คำตอบบางข้อได้ระดับคะแนน 5 บางข้อได้ระดับคะแนน 4 บางข้อได้ระดับคะแนน 3 บางข้อได้ระดับคะแนน 2 บางข้อได้ระดับคะแนน 1	3
คำตอบทั้ง 2 ข้อ ได้ระดับคะแนน 2	2
คำตอบทั้ง 2 ข้อ ได้ระดับคะแนน 1	1

หมายเหตุ: ระดับคะแนน 5 หมายถึง แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ระดับคะแนน 4 หมายถึง แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์

ระดับคะแนน 3 หมายถึง แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อน

บางส่วน

ระดับคะแนน 2 หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ไม่ตอบคำถาม

เมื่อนำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์ตามเกณฑ์ข้างต้นได้ผลดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 สรุปจำนวนและร้อยละของนักเรียนที่ได้ระดับคะแนนแนวคิด เรื่อง อัตรา-
การเกิดปฏิกิริยาเคมี ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

(n = 35)

สรุป ระดับ คะแนน	ประเภทแนวคิด	จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่ได้ ระดับคะแนนแนวคิด เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี			
		ก่อนเรียน		หลังเรียน	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
5	แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์	0	0.00	23	65.71
4	แนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์	0	0.00	7	20.00
3	แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและ คลาดเคลื่อนบางส่วน	2	5.71	5	14.29
2	แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิง วิทยาศาสตร์	21	60.00	0	0.00
1	ไม่ตอบคำถาม	12	34.29	0	0.00

จากตารางที่ 14 เมื่อพิจารณาแนวคิดของนักเรียน เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่านักเรียนที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ คือ นักเรียนสามารถคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของภาพแสดงการดำเนินไปของปฏิกิริยา $A(g) \rightarrow B(g)$ กับกราฟแสดงอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้ถูกต้องพบว่า ก่อนเรียน มีจำนวน 0 คน คิดเป็นร้อยละ 0.00 และหลังเรียน จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 65.71ตามลำดับ

เมื่อพิจารณานักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์คือนักเรียนอธิบายเหตุผลที่เลือกตอบโดยพิจารณาจากจำนวนสาร A และสาร B เท่านั้นหรือนักเรียนบางส่วนตอบว่า จำนวนสาร A แปรผกผันกับสาร B โดยไม่อธิบายถึงความสัมพันธ์ของหลักการเกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่าก่อนเรียนมีจำนวน 0 คนคิดเป็นร้อยละ 0.00 และหลังเรียนจำนวน 7 คนคิดเป็นร้อยละ 20.00 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณานักเรียนที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนสามารถบอกได้ว่าปฏิกิริยาใดเกิดเร็วหรือเกิดช้าโดยนักเรียนดูจากเวลาที่ใช้ในการดำเนินไปของปฏิกิริยาเพียงอย่างเดียว พบว่า ก่อนเรียนมีจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.71 และหลังเรียนจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 14.29

เมื่อพิจารณานักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า ก่อนเรียนมีจำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 และหลังเรียนไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 0.00 และนักเรียนที่ไม่ได้ตอบคำถามทั้ง 4 ข้อ พบว่า ก่อนเรียน มีจำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 34.29 และหลังเรียนไม่มีนักเรียนที่ไม่ตอบคำถาม คิดเป็นร้อยละ 0.00

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

การศึกษาแนวคิดในเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของงานวิจัยฉบับนี้นักเรียนได้อธิบายโดย การเขียนตอบจากคำถามในแบบวัดแนวคิด ข้อที่ 11 - 16 ซึ่งคำถามข้อที่ 11- 12 ถามเกี่ยวกับปัจจัยที่จะส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยกำหนดสถานการณ์มาให้แล้วให้นักเรียนเลือกปัจจัยที่จะส่งผลให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น ข้อที่ 13 ถามเกี่ยวกับพื้นที่ผิวที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา ข้อที่ 14 ถามเกี่ยวกับอุณหภูมิและความเข้มข้นของสารที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา ข้อที่ 15 มีการกำหนดสถานการณ์ในชีวิตประจำวันมาให้แล้วให้นักเรียนเลือกควบคุมปัจจัยที่จะส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีดังกล่าว ข้อที่ 16 ถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีและพลังงานก่อกัมมันต์ (รายละเอียดดังภาคผนวก ข)

เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนตามแนวคิดเรื่องปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี รายละเอียดดังตารางที่ 15 – 16

ตารางที่ 15 เกณฑ์การกำหนดระดับคะแนนจากแนวการตอบ เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิด
ปฏิกิริยาเคมี ในแต่ละข้อ

ข้อที่	แนวการตอบ	ระดับคะแนน
11	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ได้ถูกต้อง คือเลือกตอบข้อ ข. และอธิบายเหตุผลในการเลือกตอบโดยอธิบายถึงปัจจัยที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้เร็วขึ้น คือการเพิ่มพื้นที่ผิวที่จะทำให้อนุภาคสารมีโอกาสชนกันได้มากขึ้นและการเพิ่มอุณหภูมิจะช่วยให้อนุภาคสารมีพลังงานจลน์มากขึ้นจึงเกิดปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น	5
	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลในการเลือกตอบโดยอธิบายถึงปัจจัยที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้เร็วขึ้นได้บางส่วน หรือไม่ได้กล่าวถึงเหตุผลว่าเพราะเหตุใดการเพิ่มพื้นที่ผิว หรือการเพิ่มอุณหภูมิส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น	4
	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลในการเลือกตอบโดยอธิบายถึงปัจจัยที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้เร็วขึ้นได้บางส่วน บางส่วนอธิบายเหตุผลได้ไม่ถูกต้อง	3
	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ไม่ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลที่เลือกตอบไม่สอดคล้องกับปัจจัยที่จะส่งผลให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเร็วขึ้น	2
	- ไม่ตอบคำถาม	1
12	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ได้ถูกต้อง คือเลือกตอบข้อ ง. และอธิบายเหตุผลในการเลือกตอบโดยอธิบายถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้เร็วขึ้นในทุกองค์ประกอบ คือ การเพิ่มพื้นที่ผิวที่จะทำให้อนุภาคสารมีโอกาสชนกันได้มากขึ้น การเติมตัวเร่งปฏิกิริยาลดพลังงานก่อกัมมันต์และการเพิ่มอุณหภูมิจะช่วยให้อนุภาคสารมีพลังงานจลน์มากขึ้นจึงเกิดปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น	5
	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลในการเลือกตอบโดยอธิบายถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้เร็วขึ้นได้บางส่วน หรือไม่ได้กล่าวถึงเหตุผลว่าเพราะเหตุใดการเพิ่มพื้นที่ผิว การเติมตัวเร่งปฏิกิริยาหรือการเพิ่มอุณหภูมิส่งผลให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดได้เร็วขึ้น	4
	- เลือกตอบในส่วนของข้อ 1 ได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลในการเลือกตอบโดยอธิบายถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้เร็วขึ้นได้บางส่วน	3

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ข้อที่	แนวการตอบ	ระดับคะแนน
	บางส่วนอธิบายเหตุผลได้ไม่ถูกต้อง	2
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ไม่ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลที่เลือกตอบไม่สอดคล้องกับปัจจัยที่จะส่งผลให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเร็วขึ้น	1
	- ไม่ตอบคำถาม	
13	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง คือเลือกตอบข้อ ก. และอธิบายเหตุผลในการเลือกตอบโดยอธิบายถึงปัจจัยที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้เร็วขึ้น คือการที่สารมีพื้นที่ผิวมากจะทำให้อนุภาคสารมีโอกาสชนกันได้มากขึ้นจึงเกิดปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น	5
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลในการเลือกตอบโดยอธิบายถึงปัจจัยที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้เร็วขึ้นได้บางส่วน หรือไม่ได้กล่าวถึงเหตุผลว่าเพราะเหตุใดการเพิ่มพื้นที่ผิวปฏิกิริยาเคมีเกิดได้เร็วขึ้น	4
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลในการเลือกตอบโดยอธิบายถึงปัจจัยที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้เร็วขึ้นได้บางส่วน บางส่วนอธิบายเหตุผลได้ไม่ถูกต้อง	3
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ไม่ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลที่เลือกตอบไม่สอดคล้องกับปัจจัยที่จะส่งผลให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเร็วขึ้น	2
	- ไม่ตอบคำถาม	1
14	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง คือเลือกตอบข้อ ง. และอธิบายเหตุผลในการเลือกตอบโดยเปรียบเทียบปัจจัยที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้เร็วหรือช้าคือในอุณหภูมิที่เท่ากัน การเกิดปฏิกิริยาจะเกิดได้เร็ว เมื่อสารมีความเข้มข้นมากกว่า	5
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลในการเลือกตอบโดยเปรียบเทียบปัจจัยที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้เร็วหรือช้าได้ถูกต้อง แต่ไม่ได้กล่าวถึงเหตุผลว่าเพราะเหตุใดในอุณหภูมิที่เท่ากัน การเกิดปฏิกิริยาจะเกิดได้เร็ว เมื่อสารมีความเข้มข้นมากกว่า	4
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง และเปรียบเทียบปัจจัยที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้เร็วหรือช้าได้ถูกต้องบางส่วน บางส่วนอธิบายเหตุผลได้ไม่	3

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ข้อที่	แนวการตอบ	ระดับคะแนน
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ไม่ถูกต้อง และเปรียบเทียบปัจจัยที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้เร็วหรือช้าไม่ถูกต้อง	2
	- ไม่ตอบคำถาม	1
15	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง คือเลือกตอบข้อ ก. และอธิบายเหตุผลได้ว่า หากต้องการลดการเน่าเสียของอาหารต้องควบคุมปัจจัยทางด้านอุณหภูมิ เพราะการทำงานของจุลินทรีย์จะทำงานได้ดีในอุณหภูมิที่เหมาะสม	5
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลได้ว่าหากต้องการลดการเน่าเสียของอาหารต้องควบคุมปัจจัยทางด้านอุณหภูมิ แต่ไม่อธิบายเหตุผลว่าเพราะเหตุใดต้องควบคุมอุณหภูมิ	4
	- การเน่าเสียของอาหารต้องควบคุมปัจจัยทางด้านอุณหภูมิ แต่ไม่อธิบายเหตุผลว่าทำไมต้องควบคุมอุณหภูมิเลือกตอบในส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง แต่อธิบายเหตุผลบางส่วนได้ไม่ถูกต้อง	3
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ไม่ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลได้ไม่ถูกต้อง	2
	- ไม่ตอบคำถาม	1
16	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง คือเลือกตอบข้อ ค. และอธิบายเหตุผลในการเลือกตอบโดยสามารถบอกได้ว่าตัวเร่งปฏิกิริยามีผลทำให้พลังงานก่อกัมมันต์ลดลง	5
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง แต่ไม่ได้อธิบายถึงการเติมตัวเร่งปฏิกิริยาจะทำให้พลังงานก่อกัมมันต์ลดลง	4
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลในการเลือกตอบโดยถูกต้องบางส่วนและบางส่วนไม่ถูกต้อง	3
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ไม่ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลในการเลือกตอบไม่ถูกต้อง	2
	- ไม่ตอบคำถาม	1

ตารางที่ 16 เกณฑ์การสรุประดับคะแนนแนวคิด เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

จำนวนข้อของคำตอบที่ได้ระดับคะแนน	สรุประดับคะแนน
คำตอบทั้ง 6 ข้อ ได้ระดับคะแนน 5	5
คำตอบบางข้อ ได้ระดับคะแนน 5 บางข้อ ได้ระดับคะแนน 4	4
คำตอบทั้ง 6 ข้อ ได้ระดับคะแนน 4	4
คำตอบบางข้อ ได้ระดับคะแนน 4 บางข้อ ได้ระดับคะแนน 3	3
คำตอบทั้ง 6 ข้อ ได้ระดับคะแนน 3	3
คำตอบบางข้อ ได้ระดับคะแนน 5 บางข้อ ได้ระดับคะแนน 4 บางข้อ ได้ระดับคะแนน 3 บางข้อ ได้ระดับคะแนน 2 บางข้อ ได้ระดับ คะแนน 1	3
คำตอบทั้ง 6 ข้อ ได้ระดับคะแนน 2	2
คำตอบทั้ง 6 ข้อ ได้ระดับคะแนน 1	1

หมายเหตุ: ระดับคะแนน 5 หมายถึง แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ระดับคะแนน 4 หมายถึง แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์

ระดับคะแนน 3 หมายถึง แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อน
บางส่วน

ระดับคะแนน 2 หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ไม่ตอบคำถาม

เมื่อนำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์ตามเกณฑ์ข้างต้นได้ผลดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 สรุปจำนวนและร้อยละของนักเรียนที่ได้ระดับคะแนนแนวคิดเรื่องปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

(n = 35)

สรุป ระดับ คะแนน	ประเภทแนวคิด	จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่ได้ ระดับคะแนนแนวคิด เรื่อง ปัจจัยที่มี ผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี			
		ก่อนเรียน		หลังเรียน	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
5	แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์	0	0.00	4	11.43
4	แนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์	0	0.00	20	57.14
3	แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและ คลาดเคลื่อนบางส่วน	0	0.00	11	31.43
2	แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิง วิทยาศาสตร์	32	91.43	0	0.00
1	ไม่ตอบคำถาม	3	8.57	0	0.00

จากตารางที่ 17 เมื่อพิจารณาแนวคิดของนักเรียน เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ คือ นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่า การเพิ่มพื้นที่ผิวทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น เพราะการลดขนาดของสารเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวเท่ากับเป็นการเพิ่มโอกาสให้อนุภาคของสารตั้งต้นเกิดการชนกันเพื่อเกิดปฏิกิริยา ส่วนการเพิ่มความเข้มข้นทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น เพราะการเพิ่มอนุภาคของสารที่เข้าทำปฏิกิริยาเมื่อมีอนุภาคของสารมากขึ้น โอกาสที่จะชนกันแล้วเกิดปฏิกิริยาก็จะมีมากขึ้นตามไปด้วย การเติมตัวเร่งทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น เพราะตัวเร่งปฏิกิริยาจะช่วยลดพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา โดยนักเรียนสามารถดูจากกราฟปฏิกิริยาสลายตัวของ A ไปเป็น B โดยมี M เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา การเพิ่มอุณหภูมิจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น เพราะเมื่อเพิ่มอุณหภูมิหรือให้ความร้อนแก่สารในปฏิกิริยาอนุภาคจะมีพลังงานจลน์เพิ่มขึ้นจะเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น โอกาสที่จะชนกันแล้วเกิดปฏิกิริยาก็จะมีมากขึ้น อีกทั้งนักเรียนยังสามารถเปรียบเทียบปัจจัยที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้เร็วหรือช้าในอุณหภูมิที่เท่ากัน การเกิดปฏิกิริยาจะเกิดได้เร็วเมื่อสารมีความเข้มข้นมากกว่า และนักเรียนยัง

สามารถเลือกควบคุมปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียของผลไม้ได้ถูกต้อง โดยนักเรียนส่วนหนึ่งให้เหตุผลว่า การควบคุมอุณหภูมิให้ลดต่ำลงจะมีผลต่อตัวการ(จุลินทรีย์)ที่จะทำให้ของเน่าเสีย พบว่า ก่อนเรียน มีจำนวน 0 คน คิดเป็นร้อยละ 0.00 และหลังเรียน จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 11.43 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณานักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนอธิบายเหตุผลในการเลือกตอบโดยอธิบายถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้เร็วขึ้นได้ถูกต้องบางส่วน หรือไม่ได้กล่าวถึงเหตุผลว่าเพราะเหตุใดการเพิ่มพื้นที่ผิว หรือการเพิ่มอุณหภูมิจึงส่งผลให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดได้เร็วขึ้นหรือนักเรียนเปรียบเทียบปัจจัยที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้เร็วหรือช้าได้ถูกต้อง แต่ไม่ได้กล่าวถึงเหตุผลว่าในอุณหภูมิที่เท่ากัน การเกิดปฏิกิริยาจะเกิดได้เร็ว เมื่อสารมีความเข้มข้นมากกว่า และนักเรียนสามารถเลือกควบคุมปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียของผลไม้ได้ถูกต้อง แต่นักเรียนให้เหตุผลว่า ถ้าทิ้งไว้ในอุณหภูมิปกติของจะเน่าเสียได้ง่ายแต่ถ้านำไปไว้ในตู้เย็นจะเก็บได้นานขึ้น โดยนักเรียนไม่กล่าวถึงเหตุผลที่ว่าเพราะเหตุใดตู้เย็นจึงทำให้ของเน่าเสียได้ช้าลง อีกทั้งนักเรียนดูกราฟปฏิกิริยาสลายตัวของ A ไปเป็น B โดยมี M เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา แล้วสามารถบอกได้ว่าระดับพลังงาน E_{a2} และ E_{a3} มีตัวเร่งปฏิกิริยาแต่ไม่ได้อธิบายถึงการเติมตัวเร่งปฏิกิริยาจะทำให้พลังงานก่อกัมมันต์ลดลง พบว่า ก่อนเรียน มีจำนวน 0 คน คิดเป็นร้อยละ 0.00 และหลังเรียน จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 57.14 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณานักเรียนที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน คือ นักเรียนเข้าใจว่า ขนาดของสารมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยถ้าสารมีขนาดเล็กจะเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ไวกว่าสารขนาดใหญ่แต่นักเรียนอธิบายหลักการเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวไม่ถูกต้อง เช่น นักเรียนตอบว่า เมื่อสังกะสีถูกบดให้มีขนาดเล็กลงจนเป็นผง ก็จะทำให้ของเพิ่มได้ง่ายขึ้น เพราะมีมวลที่เล็กจึงนำความร้อนได้ดี หรือนักเรียนให้เหตุผลว่าหากใช้สังกะสีที่เป็นผงจะเกิดการกัดกร่อนได้ดีกว่าเป็นแผ่นและเป็นก้อน ในเรื่องการเปรียบเทียบปัจจัยที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้เร็วหรือช้าโดยให้พิจารณาหลายปัจจัย นักเรียนส่วนหนึ่งเข้าใจว่า ถ้าความเข้มข้นของสารเท่ากัน อัตราการเกิดปฏิกิริยาต้องเท่ากันโดยขาดการพิจารณาในปัจจัยของอุณหภูมิ อีกทั้งนักเรียนดูกราฟปฏิกิริยาสลายตัวของ A ไปเป็น B โดยมี M เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา นักเรียนให้เหตุผลว่า E_{a3} เป็นปฏิกิริยาเดียวที่มีตัวเร่งปฏิกิริยาเพราะเป็นปฏิกิริยาที่มีพลังงานก่อกัมมันต์น้อยที่สุด พบว่า ก่อนเรียนมีจำนวน 0 คน คิดเป็นร้อยละ 0.00 และหลังเรียน จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 31.43

เมื่อพิจารณานักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า ก่อนเรียน มีจำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 91.43 และหลังเรียน ไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 0.00 และนักเรียนที่ไม่ได้ตอบคำถามทั้ง 4 ข้อ พบว่า ก่อนเรียน มีจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 8.57 และหลังเรียน ไม่มีนักเรียนที่ไม่ได้ตอบคำถาม คิดเป็นร้อยละ 0.00 ปฏิบัติการเคมีในชีวิตประจำวัน

ปฏิบัติการเคมีในชีวิตประจำวัน

การศึกษาแนวคิดในเรื่องปฏิบัติการเคมีในชีวิตประจำวัน ของงานวิจัยฉบับนี้นักเรียนได้อธิบายโดย การเขียนตอบจากคำถามในแบบวัดแนวคิด ข้อที่ 17 - 20 ซึ่งคำถามข้อที่ 17 ถามเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ข้อที่ 18 - 19 ถามเกี่ยวกับกรณีศึกษา เรื่องผลกระทบของฝนกรดและการป้องกัน ข้อที่ 20 ถามเกี่ยวกับสถานการณ์ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่เก็บไว้ในสถานที่ที่ต่างกัน (รายละเอียดดังภาคผนวก ข)

เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนตามแนวคิด เรื่อง ปฏิบัติการเคมีในชีวิตประจำวัน รายละเอียดดังตารางที่ 18 -19

ตารางที่ 18 เกณฑ์การกำหนดระดับคะแนนจากแนวการตอบเรื่องปฏิบัติการเคมีในชีวิตประจำวันในแต่ละข้อ

ข้อที่	แนวการตอบ	ระดับคะแนน
17	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง คือเลือกตอบข้อ ก. ข. และค. และอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ถูกต้อง	5
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ได้ถูกต้องแต่ไม่ครบ และอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ถูกต้อง	4
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง แต่อธิบายเหตุผลเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไม่สอดคล้องบางส่วนหรืออธิบายไม่ครบถ้วน	3
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ถูกบางส่วน บางส่วนผิด และอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไม่สอดคล้องกับ	3

ตารางที่ 18 (ต่อ)

ข้อที่	แนวการตอบ	ระดับคะแนน
	สอดคล้องกับสถานการณ์	
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ไม่ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์	2
	- ไม่ตอบคำถาม	1
18	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง คือเลือกตอบข้อ ก. และอธิบายเหตุผลในการเลือกตอบในกรณีศึกษา ว่าความเข้มข้นของสารมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	5
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง แต่ไม่ได้อธิบายเหตุผลในการเลือกตอบในกรณีศึกษาว่าความเข้มข้นของสารมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	4
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ถูกต้องบางส่วน บางส่วนไม่ถูกต้องและอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับการเลือกตอบในกรณีศึกษาไม่ถูกต้องบางส่วน	3
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ไม่ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับการเลือกตอบในกรณีศึกษาได้ไม่ถูกต้อง	2
	- ไม่ตอบคำถาม	1
19	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง คือเลือกตอบข้อ จ. และอธิบายเหตุผลในการเลือกตอบ โดยกล่าวถึงวิธีที่ป้องกันการผุกร่อนของหลังคาสังกะสี คือ การเติมตัวหน่วงปฏิกิริยา เช่น การเคลือบผิวของโลหะด้วยน้ำมัน หรือ ทาสี	5
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง แต่ไม่ได้อธิบายเหตุผลในการเลือกตอบ หรือไม่กล่าวถึงวิธีที่ป้องกันการผุกร่อนของหลังคาสังกะสี	4
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ถูกต้องบางส่วน บางส่วนไม่ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับการเลือกตอบในกรณีศึกษาไม่ถูกต้องบางส่วน	3
	- เลือกตอบในส่วนที่ 1 ไม่ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับการเลือกตอบในกรณีศึกษาได้ไม่ถูกต้อง	2
	- ไม่ตอบคำถาม	1

ตารางที่ 18 (ต่อ)

ข้อที่	แนวการตอบ	คะแนน
20	- เลือกตอบใน ส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง คือเลือกตอบข้อ ค. และอธิบาย เหตุผลในการเลือกตอบโดยสามารถบอกได้ว่าอุณหภูมิมีผลต่ออัตราการ สลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เพราะจะช่วยเพิ่มพลังงาน ก่อกัมมันต์	5
	- เลือกตอบใน ส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง อธิบายถึงอุณหภูมิมีผลต่ออัตราการ สลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์แต่ไม่ได้อธิบายถึงการเปลี่ยนแปลง พลังงานก่อกัมมันต์	4
	- เลือกตอบใน ส่วนที่ 1 ได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลในการเลือกตอบได้ ถูกต้องบางส่วนและบางส่วนไม่ถูกต้อง	3
	- เลือกตอบใน ส่วนที่ 1 ไม่ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลในการเลือกตอบ ไม่ถูกต้อง	2
	- ไม่ตอบคำถาม	1

ตารางที่ 19 เกณฑ์การสรุประดับคะแนนแนวคิด เรื่อง ปฏิกริยาเคมีในชีวิตประจำวัน

จำนวนข้อของคำตอบที่ได้ระดับคะแนน	สรุประดับคะแนน
คำตอบทั้ง 4 ข้อได้ระดับคะแนน 5	5
คำตอบบางข้อได้ระดับคะแนน 5 บางข้อได้ระดับคะแนน 4	4
คำตอบทั้ง 4 ข้อได้ระดับคะแนน 4	4
คำตอบบางข้อได้ระดับคะแนน 4 บางข้อได้ระดับคะแนน 3	3
คำตอบทั้ง 4 ข้อ ได้ระดับคะแนน 3	3
คำตอบบางข้อได้ระดับคะแนน 3 บางข้อได้ระดับคะแนน 2	3
คำตอบบางข้อได้ระดับคะแนน 5 บางข้อได้ระดับคะแนน 4 บางข้อได้ระดับ คะแนน 3 บางข้อได้ระดับคะแนน 2 บางข้อได้ระดับคะแนน 1	3
คำตอบทั้ง 4 ข้อ ได้ระดับคะแนน 2	2
คำตอบทั้ง 4 ข้อได้ระดับคะแนน 1	1

หมายเหตุ: ระดับคะแนน 5 หมายถึง แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ระดับคะแนน 4 หมายถึง แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์

ระดับคะแนน 3 หมายถึง แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อน

บางส่วน

ระดับคะแนน 2 หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ไม่ตอบคำถาม

เมื่อนำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์ตามเกณฑ์ข้างต้นได้ผลดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 สรุปจำนวนและร้อยละของนักเรียนที่ได้ระดับคะแนนแนวคิดเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

(n = 35)

สรุป ระดับ คะแนน	ประเภทแนวคิด	จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่ได้ ระดับคะแนนแนวคิด เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน			
		ก่อนเรียน		หลังเรียน	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
5	แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์	0	0.00	25	71.43
4	แนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์	0	0.00	7	20.00
3	แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและ คลาดเคลื่อนบางส่วน	0	0.00	3	8.57
2	แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิง วิทยาศาสตร์	28	80.00	0	0.00
1	ไม่ตอบคำถาม	7	20.00	0	0.00

จากตารางที่ 20 เมื่อพิจารณาแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน พบว่า นักเรียนที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ คือ นักเรียนสามารถเลือกสถานการณ์ที่ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมและอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับสถานการณ์นั้นได้ เช่น นักเรียนกล่าวว่าปฏิกิริยาการเผาไหม้ของรถยนต์บนท้องถนน การผลิตกระแสไฟฟ้าจากถ่านหิน และการเผาไหม้ของแก๊สชีวเทน ถ้วนแล้วจะก่อให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งจะเป็นผลทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน และเมื่อนักเรียน

ได้อ่านกรณีศึกษา เรื่องผลกระทบของฝนกรดที่ส่งผลต่อการผุกร่อนของสังกะสี แล้วนักเรียนสามารถบอกได้ว่าปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการผุกร่อนของสังกะสี คือ ความเข้มข้นของฝนกรด โดยให้เหตุผลว่า ความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) มากจึงส่งผลให้มีอัตราการผุกร่อนของสังกะสีสูงตามไปด้วย พร้อมทั้งระบุ การป้องกันการผุกร่อนของหลังคาสังกะสีได้โดยให้เหตุผลว่าต้องใช้ตัวหน่วงปฏิกิริยา เพราะตัวหน่วงปฏิกิริยาจะช่วยให้ปฏิกิริยาเกิดช้าและยังบอกถึงวิธีการป้องกัน เช่น การทาสี การทาน้ำมันเคลือบ หรือการชุบด้วยโลหะ และเมื่อให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์การสลายตัวของขดบรรจุไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เมื่อวางไว้ในสถานที่ที่แตกต่างกันนักเรียนทุกคนสามารถอธิบายได้ว่า หากวางขดบรรจุไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ไว้ที่แสงแดดส่องถึงจะทำให้ปฏิกิริยาการสลายตัวเกิดได้เร็วที่สุด โดยนักเรียนให้เหตุผลว่า อุณหภูมิเป็นผลให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้น พบว่า ก่อนเรียน มีจำนวน 0 คน คิดเป็นร้อยละ 0.00 และหลังเรียน จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 71.43 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณานักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์คือ นักเรียนเลือกสถานการณ์ที่ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมและอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับสถานการณ์นั้นได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน เช่น นักเรียนส่วนหนึ่งตอบว่าการเผาไหม้ของรถยนต์บนท้องถนน และการเผาไหม้ของแก๊สชีวเทนจะทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมโดยนักเรียนไม่พิจารณาการผลิตกระแสไฟฟ้าที่ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมเช่นกัน หรือนักเรียนบางส่วนเลือกตอบว่าการผลิตกระแสไฟฟ้าจากถ่านหินมีผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมตรงที่การผลิตกระแสไฟฟ้าจากถ่านหินจะทำให้ทรัพยากรถ่านหินหมดไป พบว่าก่อนเรียนมีจำนวน 0 คนคิดเป็นร้อยละ 0.00 และหลังเรียนจำนวน 7 คนคิดเป็นร้อยละ 20.00 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณานักเรียนที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนโดยนักเรียนเลือกตอบทุกสถานการณ์มีผลต่อสิ่งแวดล้อมโดยให้เหตุผลว่าทุกปฏิกิริยาเคมีล้วนแต่ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การเผาไหม้จะทำให้เกิดควัน และมีแก๊สไฮโดรเจนออกไซด์ปนเปื้อนอากาศ หรือจะทำให้ทรัพยากรถ่านหินหมดไป เป็นต้น และเมื่อนักเรียนได้อ่านกรณีศึกษา เรื่องผลกระทบของฝนกรดที่ส่งผลต่อการผุกร่อนของสังกะสีนักเรียนตอบว่าความเข้มข้นของสารมีผลต่อการผุกร่อนของสังกะสี และนักเรียนยังเลือกปัจจัยอื่นเช่น พื้นที่ผิวโดยให้เหตุผลว่า ถ้าสังกะสีมีขนาดใหญ่ก็จะทำให้เกิดการผุกร่อนได้มาก หรือเลือกตัวเร่งปฏิกิริยาโดยให้เหตุผลว่า เกิดจากรถยนต์ที่ทำให้เกิดฝนกรดเร็วขึ้น หรืออุณหภูมิ โดยให้เหตุผลว่าหากมีอุณหภูมิสูงก็จะทำให้หลังคาสังกะสีผุกร่อนได้มากตามไปด้วย และเมื่อให้นักเรียนพิจารณาปัจจัยที่จะช่วยให้หลังคาสังกะสีผุกร่อนช้าลงนักเรียนเลือกตอบ ตัวหน่วงปฏิกิริยาแต่ให้เหตุผลว่า หากลดการใช้สารเคมีที่ส่งผลให้เกิดฝนกรดจะช่วย

หลังคาฟูก่อนซ้ำ หรือ นักเรียนให้เหตุผลว่า งดการทำหลังคาด้วยสังกะสีเป็นต้น พบว่า ก่อนเรียน มีจำนวน 0 คน คิดเป็นร้อยละ 0.00 และหลังเรียน จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 8.57

เมื่อพิจารณานักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า ก่อนเรียน มีจำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 80.00 และหลังเรียนไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 0.00 และนักเรียนที่ไม่ได้ตอบคำถามทั้ง 4 ข้อ พบว่า ก่อนเรียน มีจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 20.00 และหลังเรียนไม่มีนักเรียนที่ไม่ตอบคำถาม คิดเป็นร้อยละ 0.00

กล่าวโดยสรุป ผลจากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียน เรื่อง ปฏิบัติวิชาชีพ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ใช้บริบทเป็นฐาน แสดงดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 จำนวนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่แสดงแนวคิดเรื่อง ปฏิบัติการเคมี ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

(N = 35)

แนวคิด	จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่แสดงแนวคิด																			
	แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์				แนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์				แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน				แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์				ไม่ตอบคำถาม			
	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ก่อนเรียน		หลังเรียน		ก่อนเรียน		หลังเรียน		ก่อนเรียน		หลังเรียน		ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%
การเกิดปฏิกิริยาเคมี	0	0.00	14	40.00	0	0.00	10	28.57	2	5.71	11	31.43	33	94.29	0	0.00	0	0.00	0	0.00
พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี	0	0.00	9	25.71	0	0.00	21	60.00	3	8.57	5	14.29	26	74.29	0	0.00	6	17.14	0	0.00
อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	0	0.00	23	65.71	0	0.00	7	20.00	2	5.71	5	14.29	21	60.00	0	0.00	12	34.29	0	0.00
ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	0	0.00	4	11.43	0	0.00	20	57.14	0	0.00	11	31.43	32	91.43	0	0.00	3	8.57	0	0.00
ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน	0	0.00	25	71.43	0	0.00	7	20.00	0	0.00	3	8.57	28	80.00	0	0.00	7	20.00	0	0.00

หมายเหตุ: แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง คำตอบของนักเรียนที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องและสอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในทุกองค์ประกอบ แนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์หมายถึง คำตอบของนักเรียนที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง แต่อธิบายไม่ครบสมบูรณ์ตามแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนหมายถึง คำตอบของนักเรียนที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องบางส่วน แต่บางส่วนคลาดเคลื่อน แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์หมายถึง คำตอบของนักเรียนที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในทุกองค์ประกอบ ไม่ตอบคำถาม หมายถึง นักเรียนไม่ตอบคำถามใดๆ หรือไม่อธิบายคำตอบใดๆ

ผลจากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน พบว่าหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ช่วยทำให้นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องปฏิกิริยาเคมี โดยนักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ถูกต้องสมบูรณ์มากที่สุดในหัวข้อแนวคิดเรื่อง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน โดยคิดเป็นร้อยละ 71.43 รองลงมามีนักเรียนยังมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ร้อยละ 65.71 อย่างไรก็ตาม นักเรียนยังมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ในเรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมีและปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี คิดเป็นร้อยละ 31.43 ทั้งสองแนวคิด ทั้งนี้ไม่พบนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์หรือไม่ตอบคำถาม

2. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ที่ช่วยพัฒนาแนวคิดของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ในรายวิชา เคมีพื้นฐาน ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่ช่วยพัฒนาแนวคิด เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องปฏิกิริยาเคมี จำนวน 7 แผน บันทึกภาคสนามในการสังเกต การปฏิบัติการสอน บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย อนุทินสะท้อนความคิดต่อการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัย อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน และงานที่ได้รับมอบหมายต่างๆ จากการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดทำให้ทราบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่ช่วยพัฒนาแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ควรมีลักษณะดังนี้

1. ขั้นตอนกำหนดสถานการณ์

1.1 ผู้วิจัยใช้ตัวอย่างสถานการณ์จริง และตัวอย่างข้อมูลที่พบในชีวิตประจำวัน เป็นตัวแทนในการนำเสนอแนวคิดในเรื่องที่สอน

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในขั้นตอนกำหนดสถานการณ์ตามแนวคิดของGillbert (2006) โดยผู้วิจัยได้พิจารณาจากแผนการจัดการเรียนรู้ บันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอน บันทึกหลังสอน อนุทินของผู้วิจัย งานที่ได้รับมอบหมายของนักเรียน ซึ่งพบว่า ตัวแทนในการนำเสนอแนวคิดในเรื่องที่ผู้วิจัยสอน มี 2 แบบได้แก่การใช้ตัวอย่างสถานการณ์จริงที่พบในชีวิตประจำวันของนักเรียน เช่น สถานการณ์เกี่ยวกับการเผาไหม้ขยะ การ

เผาไหม้ของเชื้อเพลิง การเกิดสนิมเหล็ก การเน่าเสียของผลไม้ การจราจรในเขตชุมชนเมือง มลพิษที่เกิดขึ้นในกรุงเทพมหานคร การเกิดฝนกรด และตัวอย่างข้อมูลที่พบในชีวิตประจำวัน เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับการยับยั้งของยาแอมพิซิลลินที่มีความเข้มข้นต่างๆต่อเชื้อโรคบางชนิดที่พบในชีวิตประจำวัน ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างของการใช้ตัวอย่างสถานการณ์จริงที่พบในชีวิตประจำวันเป็นตัวแทนในการนำเสนอแนวคิดในเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้ภาพสถานการณ์เกี่ยวกับการเผาไหม้ของกระดาษ การเกิดสนิมเหล็กของรถยนต์ และการเน่าเสียขององุ่นเป็นสถานการณ์ที่นำเข้าสู่บทเรียนโดยให้ผู้เรียนอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ดังกล่าวที่กำหนดให้ ซึ่งจากบันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัย พบว่า ผู้วิจัยได้มีการอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นดังต่อไปนี้

ผู้วิจัย : นักเรียนภาพการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่นักเรียนเห็นมีความเร็วในการเกิดเท่ากันหรือไม่

นักเรียน : ไม่เท่ากันคะ/ครับ

ผู้วิจัย : ไม่เท่ากันอย่างไร นักเรียนเรียงจากภาพปฏิกิริยาที่เกิดได้ไวไปช้าได้ไหมคะ

นักเรียน1 : ได้ค่ะ ภาพที่เกิดได้เร็วที่สุดคือ การเผาไหม้ของกระดาษ การเน่าเสียขององุ่นและสุดท้ายคือการเกิดสนิมเหล็กคะ

ผู้วิจัย : แล้วคนอื่นคิดว่าอย่างไรคะ เพื่อนตอบถูกแล้วหรือยัง

นักเรียน : เหมือนคะ/ครับ

ผู้วิจัย : นักเรียนคะ ปฏิกิริยาต่างๆเกิดขึ้นด้วยเวลาที่แตกต่างกัน บางปฏิกิริยาเกิดได้เร็ว บางปฏิกิริยาเกิดขึ้นช้า นักเรียนจะมีวิธีใดบ้างที่จะบอกว่าปฏิกิริยาเกิดได้เร็วหรือช้าเพียงใด

นักเรียน2 : วัดปฏิกิริยาคะครู

ผู้วิจัย : วัดอย่างไรคะ

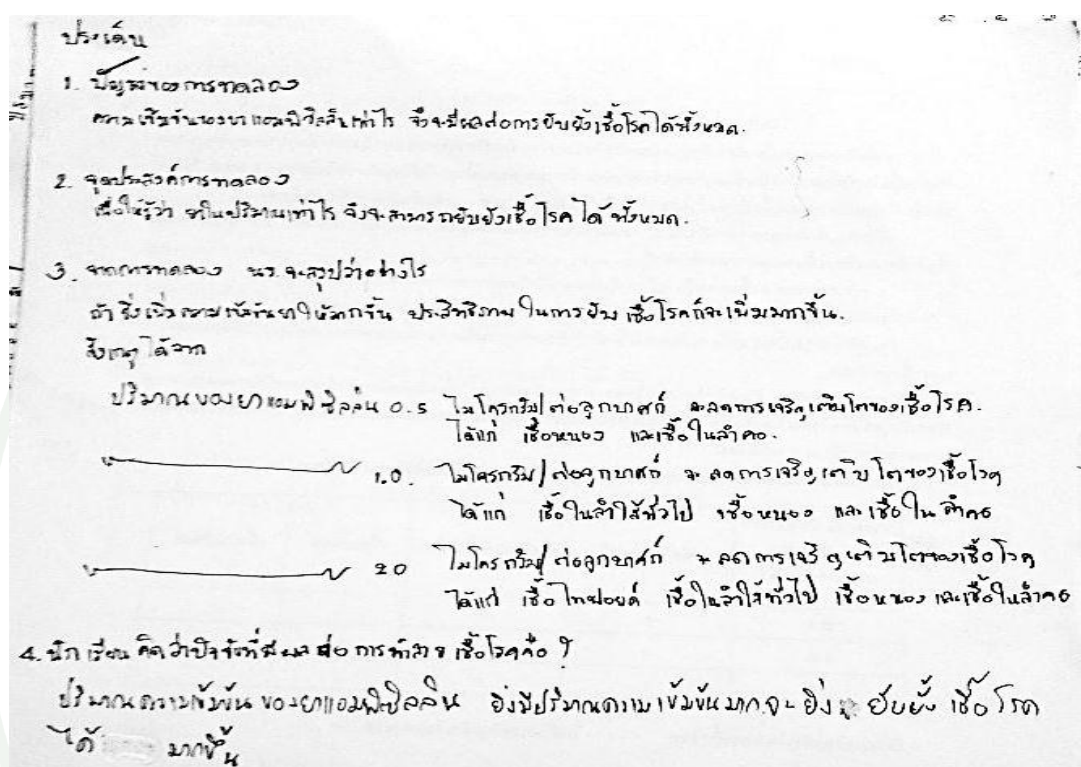
นักเรียน : ไม่ทราบคะ/ครับ

(บันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอน ครั้งที่ 4, 21 มกราคม 2557)

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ใช้ตัวอย่างข้อมูลที่พบในชีวิตประจำวัน เป็นตัวแทนในการนำเสนอแนวคิดในเรื่องความเข้มข้นของสารที่ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้บทความเกี่ยวกับการทดลองหาปริมาณความเข้มข้นของยาแอมพิซิลลิน ที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อโรคบางชนิด นำเข้าสู่บทเรียนโดยให้ผู้เรียนอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ดังกล่าวที่กำหนดให้ ซึ่งจาก

งานที่ได้รับมอบหมายของนักเรียน พบว่า นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหา และสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาของบทความ ดังภาพชิ้นงานต่อไปนี้

ภาพที่ 5 ใบกิจกรรม เรื่องยากับชีวิตของนักเรียนกลุ่มที่ 5, 21 มกราคม 2557



นอกจากนี้เมื่อพิจารณาจากอนุทินของผู้วิจัยพบว่า การใช้สถานการณ์ในชีวิตประจำวันและข้อมูลการผลิตฯ ช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายมากขึ้น (อนุทินของผู้วิจัยครั้งที่ 4, 21 มกราคม 2557)

ดังนั้นชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยครูผู้สอนมีการนำเหตุการณ์ หรือสถานการณ์ตัวอย่าง หรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน หรือชีวิตจริงของนักเรียน จะทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ และมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น

โดยสรุป ผู้วิจัยใช้ตัวอย่างสถานการณ์จริง และตัวอย่างข้อมูลที่พบในชีวิตประจำวัน เป็นตัวแทนในการนำเสนอแนวคิดในเรื่องที่สอน

1.2 ผู้วิจัยใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและสงสัยในแนวคิดที่จะเรียน

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในชั้นกำหนดสถานการณ์ตามแนวคิดของ Gillbert (2006) โดยผู้วิจัยได้พิจารณาจากแผนการจัดการเรียนรู้ บันทึกภาคสนามการสังเกต การปฏิบัติการสอน บันทึกหลังสอน อนุทินของนักเรียนและงานที่ได้รับมอบหมายต่างๆ พบว่า สื่อการเรียนรู้ที่ช่วยกระตุ้นผู้เรียนในการเรียนรู้แนวคิดสำคัญ มี 3 แบบได้แก่ 1) รูปภาพสถานการณ์ เช่น สถานการณ์เกี่ยวกับการเผาไหม้ขยะ การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การเกิดสนิมเหล็ก การนำเสียของผลไม้ 2) วิดีโอ เช่น วิดีโอการ์ตูน เรื่อง How to speed up chemical reactions (and get a date) และ 3) ของจริง เช่น การจุดไม้ขีดไฟ ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างของการใช้วิดีโอการ์ตูนเป็นสื่อการเรียนรู้เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและสงสัยในแนวคิดที่จะเรียน ผู้วิจัยได้ใช้วิดีโอการ์ตูน เรื่อง How to speed up chemical reactions (and get a date) ในการนำเสนอแนวคิดเรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งผู้วิจัยได้บันทึกในอนุทินหลังการสอนพบว่า จากการสังเกตการสอน นักเรียนทุกคนสนใจ ตั้งใจชมวิดีโอการ์ตูนเป็นอย่างมาก และเมื่อจบ ผู้วิจัยให้นักเรียนอธิบายถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น นักเรียนจึงสามารถอธิบายเหตุการณ์ได้ และเมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนเปรียบเทียบกับ การเกิดปฏิกิริยาเคมี นักเรียนยังไม่สามารถบอกได้ แต่เมื่อผู้วิจัยเกริ่นนำว่าให้เปรียบเทียบ หุญในวิดีโอเป็นอนุภาคของสารต่างชนิดกัน นักเรียนสามารถบอกได้ว่า เมื่ออนุภาคสารเคลื่อนที่มาชนกัน จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น แล้วนักเรียนถามต่อว่า การเดินชนคนอื่นไม่ได้เป็นแฟนกันทุกครั้ง ทำให้นักเรียนเกิดการสงสัยว่าการที่อนุภาคของสารมาชนกันทุกครั้งจะเกิดปฏิกิริยาหรือไม่ หรือ นักเรียนคนอื่นสงสัยว่าเมื่ออนุภาคชนกันเบาๆ จะเกิดปฏิกิริยาหรือไม่ (อนุทินของผู้วิจัยครั้งที่ 2, 10 มกราคม 2557) นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ใช้ของจริงในชีวิตประจำวัน เช่น การจุดไม้ขีดไฟเพื่อสังเกตการเผาไหม้ของก้านไม้ขีดไฟในการนำเสนอแนวคิด เรื่อง พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งจากบันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัย พบว่า เมื่อนักเรียนจุดไม้ขีดไฟ นักเรียนมีการสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและได้มีการอภิปรายร่วมกันกับผู้วิจัยและเพื่อนนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นดังต่อไปนี้

นักเรียนเกิดสงสัยและถามสมาชิกในกลุ่มว่า

นักเรียน1 : ทำไมไฟมันถึงร้อน

นักเรียน2 : เพราะมันเป็นไฟ

ผู้วิจัย : แล้วคนอื่นคิดว่าอย่างไรคะ (ไม่มีนักเรียนคนใดตอบคำถาม)

ผู้วิจัย : นักเรียนจากการจุดไม้ขีดไฟมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นหรือไม่คะ

นักเรียน 2 : เกิดคะ มันมีไฟเกิดขึ้น มีเขม่าควันเกิดขึ้น

ผู้วิจัย : ความร้อนที่เกิดขึ้นมันเป็นผลจากการเกิดปฏิกิริยาเคมีใช่ไหมคะ

นักเรียน1 : ใช่ แต่บางปฏิกิริยาเคมีมันไม่ร้อนนะครู

(บันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอน ครั้งที่ 3, 14 มกราคม 2557)

สำหรับรูปภาพสถานการณ์ที่ผู้วิจัยใช้ในการสอน เช่น สถานการณ์เกี่ยวกับการเผาไหม้ของการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การเกิดสนิมเหล็ก การเน่าเสียของผลไม้ เป็นสถานการณ์ในการสอนแนวคิด เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยผู้วิจัยให้ผู้เรียนอภิปรายเกี่ยวกับภาพสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งการใช้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันของนักเรียนซึ่งเกี่ยวข้องกับแนวคิดที่สอน จะช่วยกระตุ้นความสงสัยของนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นได้ ดังจะเห็นได้จากอนุทินของนักเรียนคนหนึ่ง ที่ระบุว่า “ตอนที่หนูได้ดูภาพการเกิดสนิม การเน่าเสียของผลไม้และการเผาไหม้ หนูก็สงสัยว่า อาจารย์จะให้หนูดูรูปพวกนี้ทำไม หนูก็เห็นอยู่ทุกวัน แต่พออาจารย์ถามว่า นักเรียนรู้ได้อย่างไรว่ามันเกิดช้าหรือเร็ว หนูก็เริ่มสงสัย หนูเปรียบเทียบการเกิดปฏิกิริยากับเวลาแต่หนูไม่รู้ว่าจะวัดมันได้อย่างไร” (อนุทินนักเรียนเลขที่ 14 ครั้งที่ 4,21 มกราคม 2557)

ดังนั้นชี้ให้เห็นว่าการใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย เหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหาและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและสงสัยในแนวคิดที่จะเรียน

โดยสรุป ผู้วิจัยใช้สื่อที่ใช้กระตุ้นผู้เรียนในแนวคิดเรื่อง มี 3 แบบได้แก่ รูปภาพสถานการณ์ วิดีโอการ์ตูน และสถานการณ์ที่นักเรียนพบได้ในชีวิตประจำวัน

1.3 ผู้วิจัยมีการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องที่จะสอน

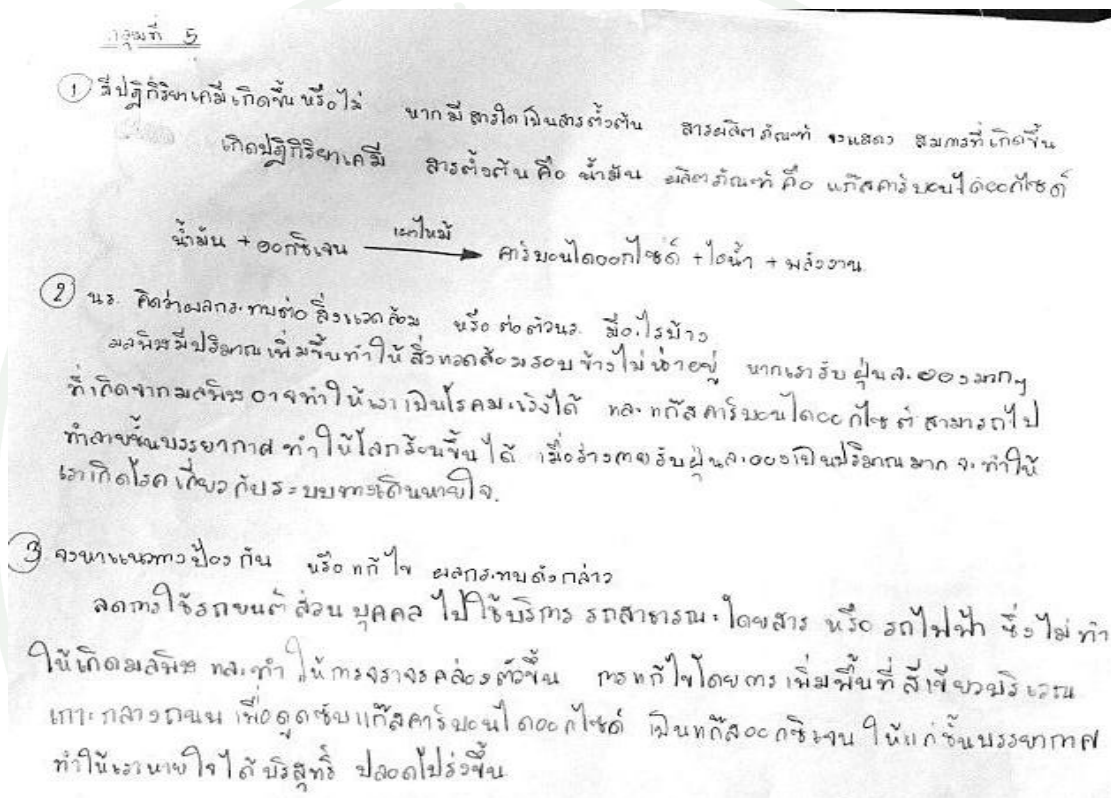
ผู้วิจัยได้วิเคราะห์การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในชั้นกำหนดสถานการณ์ตามแนวคิดของGillbert (2006) โดยผู้วิจัยได้พิจารณาจากแผนการจัดการเรียนรู้บันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอน บันทึกหลังสอน พบว่า ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องที่จะสอนจากการสังเกตของจริง การใช้สถานการณ์ที่นักเรียนพบได้ในชีวิตประจำวัน เช่น การจุดพลุ การจุดไม้ขีดไฟ วิดีโอ เรื่อง มลพิษบนท้องถนน และรูปภาพสถานการณ์ เช่น สถานการณ์เกี่ยวกับการเผาไหม้ขยะ การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การเกิดสนิมเหล็ก การเน่าเสียของผลไม้ และและวิดีโอเกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างสถานการณ์ที่นักเรียนพบได้ในชีวิตประจำวัน เช่น การจุดพลุ การจุดไม้ขีดไฟ ในการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้ภาพสถานการณ์เกี่ยวกับการจุดพลุ เป็นสถานการณ์ที่นำเข้าสู่บทเรียน ซึ่งจากบันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัย พบว่า ผู้วิจัยได้มีการอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นดังต่อไปนี้

- ผู้วิจัย : นักเรียนในวันที่ 5 ธันวาคม ที่โรงเรียนเราจัดงานวันพ่อ ในงานพิธีมีกิจกรรมใดเกิดขึ้นบ้าง
- นักเรียน : ทำบุญตักบาตร จุดเทียนถวายพระพร การแสดงบนเวที และการจุดพลุ
- ผู้วิจัย : มีการกระทำไหนบ้างคะที่มีการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น
- นักเรียน 1 : การจุดพลุ กับ การจุดเทียนถวายพระพรครับ
- ผู้วิจัย : นักเรียนรู้ได้อย่างไรว่ามันเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น
- นักเรียน : มันกลับมาเป็นเหมือนเดิมไม่ได้
- นักเรียน 1 : มันมีควันเกิดขึ้น มีแสง มีความร้อน มีจี๊ดๆ
- นักเรียน 2 : มันมีเสียงดังด้วยนะครู

(บันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอน ครั้งที่ 1,7 มกราคม 2557)

ผู้วิจัยใช้ตัวอย่างสถานการณ์ที่นักเรียนพบได้ในชีวิตประจำวัน เช่น การจุดไม้ขีดไฟ ในการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน ซึ่งผู้วิจัยได้ให้นักเรียนจุดไม้ขีดไฟแล้วอภิปรายสิ่งที่เกิดขึ้น เป็นสถานการณ์ที่นำเข้าสู่บทเรียน ซึ่งจากบันทึกอนุทินของผู้วิจัย พบว่า เมื่อครูให้นักเรียนจุดไม้ขีดไฟ นักเรียนสามารถทราบได้ทันทีว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น ซึ่งการใหม่ที่เกิดขึ้นได้แก่ ความร้อน ควัน จี๊ดๆ (อนุทินของผู้วิจัย แผ่นที่3,14 มกราคม 2557) นอกจากนี้ผู้วิจัย

ยังได้ใช้วิดีโอ เรื่อง ปัญหามลพิษในกรุงเทพมหานคร ประกอบกับการถามคำถามเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเรื่อง ปฏิกริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ซึ่งจากการตอบคำถามของนักเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์จราจรบนท้องถนนที่ได้ขมนั้นมีปฏิกริยาเคมีเกิดขึ้นและสามารถเขียนสมการเคมีได้ถูกต้อง รวมถึงบอกถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น รวมถึงนักเรียนสามารถบอกถึงแนวทางป้องกันปัญหาได้ถูกต้อง ดังคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ 5 ต่อไปนี้



ภาพที่ 6 ใบกิจกรรม เรื่อง ปฏิกริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนกลุ่มที่ 5, 28 มกราคม 2557

นอกจากนี้ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ระบุสมการเคมีที่เกิดขึ้นไม่ถูกต้อง แต่นักเรียนสามารถบอกถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น รวมถึงนักเรียนสามารถบอกถึงแนวทางป้องกันปัญหาได้ถูกต้องดังคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ 9 ต่อไปนี้

กลุ่ม 9 :

วิปฎิธิกรรมใน ชีวิตประจำวัน ใช้ผลิตภัณฑ์อะไร และประโยชน์

น้ำยาล้างจาน + $O_2(g)$ $\xrightarrow{\text{แก๊สไฮโดรเจน}}$ $CO_2(g)$ (แก๊ส)

แก๊สไฮโดรเจน = H_2
ผลิตภัณฑ์ = CO_2

2. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ

- ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ
- ทำให้เกิดโลกร้อน
- ฝุ่นละออง - ละอองน้ำ (จากกระบวนการผลิต)
- รกตึง, อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุ
- ฝุ่นละอองในอากาศสกปรก
- ฝุ่นที่จับตามองตาและผิวหนัง

3. แนวทางป้องกัน, แก้ไข

- ควบคุมปริมาณการเผาไหม้
- ควบคุมการปล่อยมลพิษ
- ปลูกต้นไม้เพื่อลด CO_2 ในอากาศ
- ไม่ใช้รถส่วนตัว
- ใช้พลังงานทดแทน
- ปลูกต้นไม้เพื่อลดมลพิษ

ภาพที่ 7 ใบกิจกรรม เรื่อง ปฏิบัติการเคมีในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนกลุ่มที่ 9, 28 มกราคม 2557

ดังนั้นชี้ให้เห็นว่าการเลือกใช้สถานการณ์ในการนำเข้าสู่บทเรียน จะช่วยให้ผู้วิจัยได้ทราบความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อที่ผู้วิจัยจะสามารถนำข้อค้นพบที่ได้มาวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นต่อไปหรือนำมาปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนให้กับผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม

โดยสรุป ผู้วิจัยมีการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องที่จะสอน โดยใช้ตัวอย่างสถานการณ์จริง และวิดีโอสถานการณ์ชีวิตประจำวันเป็นตัวแทนในการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน

2. ขั้นตอนปฏิบัติงาน

2.1 ผู้วิจัยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองด้วยการทดลอง การสืบค้น และการใช้การทดลองเสมือนจริง เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่องที่สอนซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในแนวคิดใหม่ๆได้

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในชั้นลงมือปฏิบัติงาน ตามแนวคิดของ Gillbert (2006) โดยผู้วิจัยได้พิจารณาจากแผนการจัดการเรียนรู้บันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอน อนุทินหลังสอน บันทึกหลังสอนและผลงานของนักเรียน พบว่า ผู้วิจัยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองโดยการทดลอง เรื่องความเข้มข้นของสารที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา การสืบค้นข้อมูลจากปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันที่นักเรียนสนใจ และการใช้การทดลองเสมือนจริง เรื่อง Reactions & Rates เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่องที่สอนต่อไปนี้เป็นตัวอย่างของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง โดยการทดลอง เรื่องความเข้มข้นของสารที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา โดยผู้วิจัยให้นักเรียนออกแบบการทดลองจากอุปกรณ์และสารเคมีที่กำหนดให้เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีซึ่งจากบันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัย พบว่า นักเรียนได้ทำการทดลองอย่างตั้งใจ หลังจากการทดลองผู้วิจัยได้อภิปรายร่วมกับนักเรียนดังนี้

ผู้วิจัย : เกิดอะไรขึ้นบ้าง
 นักเรียน1: ลูกโป่งมันพองครุ แต่มันพองไม่เท่ากัน
 ผู้วิจัย : ไม่เท่ายังง
 นักเรียน2: อันที่มีความเข้มข้นของผงฟูมากลูกโป่งมันจะพองไวและพองมาก แต่ลูกโป่งที่มีความเข้มข้นของผงฟูน้อยจะพองน้อยและพองช้า

(บันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอน ครั้งที่ 5, 24 มกราคม 2557)

นอกจากนี้ จากการที่ผู้วิจัยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองด้วยการสืบค้นข้อมูล เรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันโดยผู้วิจัยนำเสนอคลิปวิดีโอต่างๆ เช่น เตือนอันตรายฝนกรด ห้ามดื่มน้ำฝน ม.เกษตร-มาบตาพุด การเกิดสนิม “The impact of corrosion on pipelines” 5 นาที.. ที่เมืองตรัง ตอนถ้ำเลเขากอบ ปฏิบัติการสลายตัวของผงฟู จากนั้นให้นักเรียนเลือกปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน หรือปฏิกิริยาเคมีที่นักเรียนสนใจ กลุ่มละ 1 ชนิด เมื่อเลือกแล้วให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากคลิปวิดีโอ ดังที่ผู้วิจัยบันทึกหลังการสอนว่า “หลังจากที่นักเรียนได้ดูคลิปแล้วทำการสืบค้นข้อมูลด้วยตนเองนักเรียน ส่วนใหญ่สามารถบอกถึงปัจจัยที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลให้เกิดปฏิกิริยานั้นเร็วขึ้น หรือช้าลง ผลกระทบต่อภาวะแวดล้อมทั้งในด้านประโยชน์และโทษ รวมทั้งการควบคุมการเกิดปฏิกิริยาได้อย่างถูกต้อง” (บันทึกหลังแผนการสอน แผนที่ 7, 31 มกราคม 2557) ซึ่งสอดคล้องกับบันทึกภาคสนามการสังเกตการ

ปฏิบัติการสอนยกตัวอย่างเช่น การนำเสนอผลการสืบค้นของนักเรียนกลุ่มหนึ่งที่ศึกษา คลิปวิดีโอ "5 นาที..ที่เมืองตรัง ตอนถ้ำเลเขากอบ" ดังข้อมูลต่อไปนี้

- นักเรียน 1 : หลังจากทีกลุ่มเราได้ดูวิดีโอ เรื่อง "5 นาที..ที่เมืองตรัง ตอนถ้ำเลเขากอบ" พวกเราก็ตกใจว่า การเกิดหินงอกหินย้อยในถ้ำเขากอบเกิดขึ้นได้อย่างไร พวกเราก็เลยไปศึกษาและนำมาให้เพื่อนๆ ได้รู้กันคะ
- นักเรียน 2 : หินงอก หินย้อย จะเกิดกับภูเขาหินปูน เกิดจากกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) ทำปฏิกิริยากับหินปูน(แคลเซียมคาร์บอเนต) เกิดแคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต เมื่อแคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตได้รับความร้อนจะสลายตัวได้แคลเซียมคาร์บอเนตสะสมเป็นหินย้อยลงมาจากเพดานถ้ำ และบริเวณพื้นถ้ำที่สารแคลเซียมคาร์บอเนตหยดลงจะสะสมขึ้นเรื่อยๆ กลายเป็นหินงอก
- นักเรียน 3 : ความเป็นกรดของน้ำฝนจะส่งผลต่อการเกิดหินงอกหินย้อย คือถ้าฝนมีความเป็นกรดมากจะเกิดปฏิกิริยาได้ดี
- นักเรียน 4 : หินงอกหินย้อยมีประโยชน์ในการทำให้ถ้ำสวยงามขึ้นและเป็นสถานที่ท่องเที่ยว

(บันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอน ครั้งที่ 7, 31 มกราคม 2557)

นอกจากนี้เมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง โดยการใช้การทดลองเสมือนจริงเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในแนวคิดใหม่ๆ ได้ ดังจะเห็นได้จากอนุทินหลังการสอนของผู้วิจัยที่บันทึกว่า “จากการตรวจใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามในใบกิจกรรมได้ถูกต้อง และสามารถเขียนสมการเคมี วาดภาพแสดงปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง รวมถึงบอกได้ว่าจะเกิดปฏิกิริยาเคมีได้นั้นต้องมีแรงและทิศทางที่เหมาะสม” (อนุทินหลังการสอนแผนที่ 2, 10 มกราคม 2557) ซึ่งสอดคล้องกับผลงานของนักเรียนคนหนึ่ง ดังภาพ

ดังนั้นชี้ให้เห็นว่าในชั้นลงมือปฏิบัติงาน การให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองทั้ง การทดลอง การสืบค้น และการใช้การทดลองเสมือนจริง จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองทำให้เกิดความเข้าใจในแนวคิดที่เรียนได้

โดยสรุป ผู้วิจัยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองด้วยการทดลอง การสืบค้น และการใช้การทดลองเสมือนจริง เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่องที่สอนซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในแนวคิดใหม่ๆได้

2.2 ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติที่ช่วยกระตุ้นความสนใจและการมีส่วนร่วมของนักเรียน

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในชั้นการลงมือปฏิบัติตามแนวคิดของ Gillbert (2006) โดยผู้วิจัยได้พิจารณาจากแผนการจัดการเรียนรู้ บันทึกภาคสนามการสังเกต การปฏิบัติการสอน อนุทินหลังสอน พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติที่ช่วยกระตุ้นความสนใจและการมีส่วนร่วมของนักเรียน โดยผู้วิจัยได้ใช้ กิจกรรมการทดลอง เรื่อง ความเข้มข้นของสารที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา การทดลอง เรื่อง พื้นที่ผิว และตัวเร่งที่ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยา รวมถึงการทดลองเสมือนจริง เรื่อง Reactions & Rates ในการเรียนรู้แนวคิด เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมีเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติที่ช่วยกระตุ้นความสนใจและการมีส่วนร่วมของนักเรียน เห็นได้จากตัวอย่างของการที่นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองโดยการทดลอง เรื่อง ความเข้มข้นของสารที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา โดยผู้วิจัยให้นักเรียนออกแบบการทดลองจากอุปกรณ์และสารเคมีที่กำหนดให้เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งจากบันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัย พบว่านักเรียนได้มีการอภิปรายกันในเรื่องการใช้ความเข้มข้นของผงฟู โดยจะเห็นได้จากบทสนทนา ระหว่างนักเรียน ดังต่อไปนี้

นักเรียน 1 : เราคิดว่าเราน่าจะใช้ผงฟูในลูกโป่งใบที่ 1 กรัม และลูกโป่งใบที่ 2 5 กรัมไหม

นักเรียน 2: เรารู้ว่าความเข้มข้นของผงฟู กับปริมาณของผงฟูนั่นต่างกันนะ

นักเรียน 3: เรารู้ว่าเอามันไปละลายน้ำก่อนเถอะ เราก็เอาน้ำมา 2 บีกเกอร์ เท่าๆกันแล้ว ก็ใส่ผงฟู 5 กรัม กับ 10 กรัม แล้วค่อยเอามาใส่ในลูกโป่ง

นักเรียน 4: เรารู้ว่าเอาน้ำที่นักเรียน 3 พูดย่อๆ น่าจะเวิร์ค (work)

(บันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอน ครั้งที่ 5, 24 มกราคม 2557)

นอกจากนี้ยังมีการทดลอง เรื่อง พื้นที่ผิว และตัวเร่งที่ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยา โดยที่ผู้วิจัยให้นักเรียนทำการทดลองใส่แคลเซียมคาร์บอเนตแบบผงกับแบบเม็ดลงในกรดซัลฟิวริกเข้มข้น และการทดลองระหว่างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์กับแมงกานีสออกไซด์ ซึ่งจากบันทึกภาคสนาม การสังเกตการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัย พบว่านักเรียนได้มีการอภิปรายกันถึงผลการทดลองที่เกิดขึ้นอย่างสนใจ โดยจะเห็นได้จากบทสนทนาระหว่างนักเรียน ดังต่อไปนี้

สถานการณ์การทดลองใส่แคลเซียมคาร์บอเนตแบบผงกับแบบเม็ดลงในกรดซัลฟิวริก
เข้มข้น

นักเรียน 1 : แคลเซียมคาร์บอเนตแบบผงลงในกรดซัลฟิวริกเข้มข้นมีฟองเกิดขึ้นเร็ว
มากมีกลิ่นด้วยเหม็นๆ แคลเซียมคาร์บอเนตแบบเม็ดในกรดซัลฟิวริก
เข้มข้นมีฟองเกิดขึ้นนิดเดียวเอง

นักเรียน 2 : ทำไม มันก็แคลเซียมคาร์บอเนตเหมือนกันทำไมมันไม่ได้ผลเหมือนกัน

นักเรียน 3 : เหมือนเนือครีมเลย (แคลเซียมคาร์บอเนตแบบผงลงในกรดซัลฟิวริก
เข้มข้น)

สถานการณ์การทดลองระหว่างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์กับแมงกานีสออกไซด์

นักเรียน 1 : มันเกิดฟองเยอะมากเลย ฟองมันพุ่ง มีกลิ่นด้วย

นักเรียน 2 : เราลองคนกันไหม มันร้อนๆ ลองจับคูสิ

นักเรียน 3 : มันเหมือนขี้เถ้าเลย มันเป็นสีของปฏิกิริยา หรือสีของแมงกานีสออกไซด์
เมื่อเวลาผ่านไป 2 นาที

นักเรียน 1 : ฟองมันหายไปแล้ว แสดงว่าปฏิกิริยามันเสร็จแล้วใช่ไหม

(บันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอน ครั้งที่ 6, 28 มกราคม 2557)

หรือจากการที่ผู้วิจัยให้นักเรียนได้ดูการทดลองเสมือนจริง เรื่อง Reactions & Rates ในการเรียนรู้แนวคิด เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งจากการอ่านอนุทินหลังสอนของผู้วิจัย พบว่าการที่นักเรียนได้ชมการทดลองเสมือนจริง ทำให้นักเรียนได้เห็นในสิ่งที่ไม่สามารถเห็นได้ ทำให้นักเรียนเข้าใจในการเกิดปฏิกิริยามากขึ้นและนักเรียนรู้สึกว่ามันยอดเยี่ยมที่ได้เห็น (อนุทินหลังการสอน แผนที่ 2, 10 มกราคม 2557) ซึ่งสอดคล้องกับบันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอน จากสถานการณ์ นักเรียนคนหนึ่งดูการทดลองเสมือนจริง นักเรียนรู้สึกตื่นเต้นและจ้องมองแบบใจ

จดจ่อว่าจะเกิดอะไรขึ้น และเมื่อครูจบนักเรียนก็พูดว่า “มันเจ๋งเลยครู มันดีมากครูหนูเข้าใจมันมากเลย” (บันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอน ครั้งที่ 2, 10 มกราคม 2557)

ดังนั้นชี้ให้เห็นว่า ในชั้นลงมือปฏิบัติงานการให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ด้วยการทดลอง และการใช้การทดลองเสมือนจริง จะช่วยกระตุ้นความสนใจและเมื่อนักเรียนสนใจในกิจกรรมจะทำให้ให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วม หรือร่วมแสดงความคิดเห็นในกิจกรรมที่เกิดขึ้นก็จะส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในแนวคิดใหม่ๆ ได้

โดยสรุป ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติที่ช่วยกระตุ้นความสนใจและการมีส่วนร่วมของนักเรียน

2.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในชั้นการลงมือปฏิบัติตามแนวคิดของ Gillbert (2006) โดยผู้วิจัยได้พิจารณาจากแผนการจัดการเรียนรู้บันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอน อนุทินหลังสอน และอนุทินของนักเรียน พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน ดังตัวอย่างในชั้นปฏิบัติการ เรื่องปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี โดยผู้วิจัยให้นักเรียนค้นหาคำตอบ เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสารตัวอย่างที่กำหนดให้เป็นการเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ ซึ่งผู้วิจัยได้จัดกลุ่มนักเรียนแบบคละความสามารถ จากอนุทินหลังการสอนพบว่า “ในการทำการทดลองนักเรียนทุกคนร่วมมือกันทำตามแผนและหน้าที่ที่กำหนดไว้ นักเรียนจะสามารถทำการทดลองได้ถูก และตรงเวลา จะมีบางกลุ่มที่ขาดการวางแผน คือ อ่านไปทดลองไป (นักเรียนจะวุ่นวายกันมาก)” (อนุทินหลังสอน ครั้งที่ 1, 7 มกราคม 2557)

นอกจากนี้ในการจัดการเรียนการสอน เรื่อง ความเข้มข้นของสารที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา โดยผู้วิจัยให้นักเรียนออกแบบการทดลองจากอุปกรณ์และสารเคมีที่กำหนดให้เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งจากอนุทินของนักเรียนคนหนึ่งกล่าวว่า “ชอบการทดลองที่เป็นกลุ่ม ตอนแรกหนูตั้งใจจะเอาผงฟู 1 กรัมและ 5 กรัม ในใส่ในลูกโป่งเลย แต่เมื่อได้คุยกับเพื่อนในกลุ่มก็เข้าใจว่า ความเข้มข้นของผงฟู กับปริมาณของผงฟูมันต่างกัน” (อนุทินนักเรียนเลขที่ 14 ครั้งที่ 5, 24 มกราคม 2557) ซึ่งสอดคล้องกับบันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัย พบว่านักเรียนได้มีการอภิปรายร่วมกันในเรื่องการใช้ความ

เข้มข้นของผงฟู เพื่อให้ได้ข้อสรุปในการทดลอง โดยจะเห็นได้จากบทสนทนาระหว่างนักเรียนดังต่อไปนี้

นักเรียน 1: เราคิดว่าเราน่าจะใช้ผงฟูในลูกโป่งใบที่ 1 1 กรัม และลูกโป่งใบที่ 2 5 กรัมไหม

นักเรียน 2: เราว่าความเข้มข้นของผงฟู กับปริมาณของผงฟุนั้นต่างกันนะ

นักเรียน 3: เราว่าเอามันไปละลายน้ำก่อนเถอะ เราก็เอาน้ำมา 2 บีกเกอร์ เท่ากันแล้วก็ใส่ผงฟู 5 กรัม กับ 10 กรัม แล้วค่อยเอามาใส่ในลูกโป่ง

นักเรียน 4: เราว่าเอาที่นักเรียน 3 พูดเถอะ น่าจะเวิร์ค (work)

(บันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอน ครั้งที่ 5, 24 มกราคม 2557)

ดังนั้นชี้ให้เห็นว่า ในชั้นลงมือปฏิบัติงานการให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองเป็นกลุ่มจะทำให้นักเรียนที่มีความรู้ ความสามารถแตกต่างกันได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดการเรียนรู้ และผู้วิจัยยังได้ใช้เป็นแนวทางในปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนการสอนในแผนการสอนถัดไป

โดยสรุป ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มจะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน

3. ขั้นนำเสนอข้อค้นพบ

3.1 นักเรียนสามารถเรียนรู้แนวคิดจากการทำความเข้าใจกับแนวคิดหลัก ร่วมกับการอภิปรายสิ่งที่ได้เรียนรู้ในกลุ่มเพื่อนำไปสู่การลงข้อสรุปร่วมกัน

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในขั้นนำเสนอข้อค้นพบตามแนวคิดของ Gilbert (2006) โดยผู้วิจัยได้พิจารณาจากแผนการจัดการเรียนรู้บันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอน อนุทินหลังสอน และผลงานนักเรียน พบว่านักเรียนเรียนสามารถเรียนรู้แนวคิดจากการทำความเข้าใจกับแนวคิดหลัก โดยเห็นได้จากการจัดการเรียนการสอนเรื่องปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี และการจัดการเรียนการสอนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตัวอย่างการจัดการเรียนการสอนเรื่อง ปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมการทดลองการเกิดปฏิกิริยาเคมีจนทราบผลของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นแล้ว ผู้วิจัยได้ให้นักเรียน เขียนสมการเคมีจากการ

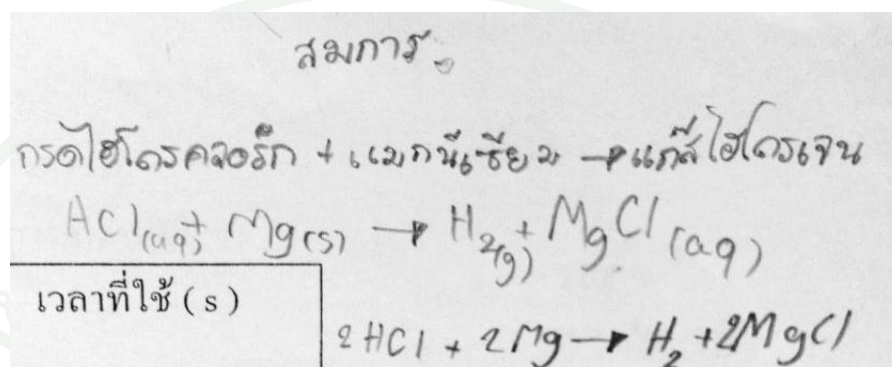
ทดลองที่เกิดขึ้น จากอนุทินหลังสอนพบว่า “ จะเห็นว่าขั้นตอนการสอนนักเรียนเขียนสมการเคมีแบบที่กำหนดในแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่ช่วยให้นักเรียนสามารถนำไปปฏิบัติกับข้ออื่นๆ ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งก่อนการเรียนเรื่องนี้ ครูเคยให้นักเรียนเขียนสมการแบบง่ายๆ นักเรียนไม่สามารถเขียนได้” (อนุทินหลังสอน ครั้งที่ 1, 7 มกราคม 2557) ซึ่งสอดคล้องกับบันทึกภาคสนาม การสังเกตการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัย พบว่า ผู้วิจัยได้มีการอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นดังต่อไปนี้

- ผู้วิจัย : นักเรียนเราจะเขียนสมการเคมีจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้ไหม
(ไม่มีนักเรียนคนใดตอบคำถาม)
- ผู้วิจัย : ก่อนอื่นเราต้องหาสารตั้งต้นก่อน การทดลองตอนที่ 1 สารตั้งต้นคืออะไร
- นักเรียน 2 : สารละลายเลด (II) ไนเตรต + สารละลาย โพแทสเซียมไอโอไดด์
- ผู้วิจัย : เขียนสูตรทางเคมีได้อย่างไร และระบุสถานะให้ครูด้วยได้ไหม
- นักเรียนส่วนใหญ่จะสังเกตจากข้างขวดสารเคมีและเขียนลงในใบกิจกรรม
- ผู้วิจัย : แล้วผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากการทดลอง คือ เลด (II) ไอโอไดด์ + โพแทสเซียมไนเตรต นักเรียนเขียนสูตรทางเคมีให้ครูได้ไหมคะ
- นักเรียนเขียนลงในใบกิจกรรม ผู้วิจัยสุ่มของนักเรียนคนหนึ่งออกมานำเสนอหน้าชั้น
- ผู้วิจัย : สารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากการทดลอง คือตะกอนสีเหลือง มันคือสารใด
- นักเรียน 1 : เลด (II) ไอโอไดด์
- ผู้วิจัย : นักเรียนระบุสถานะของสารในสมการได้ไหมคะ
- นักเรียนเขียนลงในใบกิจกรรม ผู้วิจัยสุ่มของนักเรียนคนหนึ่งออกมานำเสนอหน้าชั้น
- ผู้วิจัย : จำนวนอะตอมของธาตุแต่ละชนิดฝั่งผลิตภัณฑ์และสารตั้งต้น ควรจะต้องเท่ากัน นักเรียนควรทำอย่างไรดี
- นักเรียน 2 : คูณสมการคะ / นักเรียนคูณสมการที่เกิดขึ้น
- นักเรียนเขียนลงในใบกิจกรรม ผู้วิจัยสุ่มของนักเรียนคนหนึ่งออกมานำเสนอหน้าชั้น

(บันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอน ครั้งที่ 1, 7 มกราคม 2557)

หรือการจัดการเรียนการสอนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยผู้วิจัยให้นักเรียนทำการทดลอง นำลวดแมกนีเซียมใส่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเพื่อศึกษาอัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยา จากอนุทินหลังสอนของผู้วิจัยพบว่า “การที่นักเรียนได้ทำการทดลองหลายๆครั้ง และได้ลองสรุปผลการทดลองในเรื่องนี้ ทำให้นักเรียนสรุปผลได้ดี ถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหาและ

จุดประสงค์การทดลอง และเมื่อครูสอนเรื่องการคำนวณ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงการทดลองในการเรียนกับการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้” (อนุทินหลังสอนครั้งที่ 4, 21 มกราคม 2557) และนักเรียนยังสามารถเขียนสมการเคมีจากการทดลองที่เกิดขึ้นได้อีกด้วย เห็นได้จากผลงานนักเรียนที่เขียนสมการเคมีลงในใบงาน ดังภาพ



ภาพที่ 9 ใบงานเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นักเรียนกลุ่มที่ 9, 21 มกราคม 2557

ดังนั้นชี้ให้เห็นว่า ในขั้นนำเสนอข้อค้นพบจากการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติงานแล้ว นักเรียนจะเกิดแนวคิดหลัก และเมื่อนักเรียนเข้าใจแนวคิดหลักนักเรียนจะสามารถนำมาใช้กับสถานการณ์ใหม่ได้

โดยสรุป นักเรียนสามารถเรียนรู้แนวคิดจากการทำความเข้าใจกับแนวคิดหลัก ร่วมกับการอภิปรายสิ่งที่ได้เรียนรู้ในกลุ่มเพื่อนำไปสู่การลงข้อสรุปร่วมกัน

3.2 ผู้วิจัยกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียนมีการแลกเปลี่ยนสิ่งที่ได้เรียนรู้ซึ่งกันและกัน มีการอธิบายและลงข้อสรุปร่วมกัน เพื่อให้ได้แนวคิดที่ถูกต้องที่สุด

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในขั้นนำเสนอข้อค้นพบตามแนวคิดของ Gilbert (2006) โดยผู้วิจัยได้พิจารณาจากแผนการจัดการเรียนรู้บันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอน บันทึกหลังสอน พบว่าผู้วิจัยกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียนมีการแลกเปลี่ยนสิ่งที่ได้เรียนรู้ซึ่งกันและกัน มีการอธิบายและลงข้อสรุปร่วมกัน เพื่อให้ได้แนวคิดที่ถูกต้องที่สุด ดังตัวอย่างการจัดการเรียนการสอน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี หลังจากที

นักเรียนได้ทำการทดลองเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนออกมานำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน โดยให้นำเสนอกลุ่มละ 1 ตอนแล้วให้กลุ่มอื่นเปรียบเทียบผลการทดลองกับกลุ่มของตนเองว่าเหมือนหรือต่างอย่างไร จากนั้นทักหลังสอน พบว่า “ นักเรียนทุกกลุ่มได้ผลการทดลองที่เหมือนกัน ยกเว้นการทดลองที่ 4 ที่มีการระเหยสาร สีของสารที่ได้จากการระเหยแตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความแตกต่าง แล้วได้ข้อสรุปว่า น่าจะเกิดจากสิ่งเจือปนในภาชนะระเหยแห้ง” (บันทึกหลังสอน ครั้งที่ 1,7 มกราคม 2557) ซึ่งจะสอดคล้องกับบันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอนดังบทสนทนาต่อไปนี้

- ผู้วิจัย : นักเรียนจะทำไมสีที่ได้จากการระเหยแห้งถึงต่างกันคะ
 นักเรียน1 : เกิดจากใช้ปริมาตรสารไม่เท่ากัน
 นักเรียน2: ภาชนะที่ใช้ระเหยไม่สะอาด
 ผู้วิจัย : ถ้าเกิดจากใช้ปริมาตรสารไม่เท่ากันน่าจะเกิดอะไรขึ้น
 นักเรียน2: จะทำให้เกิดปริมาตรตะกอนที่ไม่เท่ากัน
 ผู้วิจัย : แล้วถ้าภาชนะที่ใช้ระเหยไม่สะอาด
 นักเรียน3 : อาจมีสารอื่นผสมลงไปทำให้มีสีที่แตกต่าง

(บันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอน ครั้งที่ 1 7 มกราคม 2557)

ดังนั้นชี้ให้เห็นว่า ในขั้นนำเสนอข้อค้นเมื่อผู้วิจัยกับนักเรียน หรือนักเรียนกับนักเรียนมีการแลกเปลี่ยนสิ่งที่ได้เรียนรู้ซึ่งกันและกัน มีการอธิบายและลงข้อสรุปร่วมกัน จะทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจแนวคิดได้ถูกต้อง

โดยสรุป ผู้วิจัยกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียนมีการแลกเปลี่ยนสิ่งที่ได้เรียนรู้ซึ่งกันและกัน มีการอธิบายและลงข้อสรุปร่วมกัน เพื่อให้ได้แนวคิดที่ถูกต้องที่สุด

3.3 ผู้วิจัยมีการเสริมแรงทางบวก เมื่อนักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ หรือมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียนด้วยกัน ทำให้นักเรียนกล้าแสดงออกในการแสดงความคิดเห็น มีส่วนร่วมใน การทำกิจกรรมการเรียนรู้และการอภิปรายผลมากขึ้น

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในชั้นลงมือปฏิบัติงาน ตามแนวคิดของ Gillbert (2006) โดยผู้วิจัยได้พิจารณาจากแผนการจัดการเรียนรู้บันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอน อนุทินหลังสอน พบว่า ผู้วิจัยมีการเสริมแรงทางบวก เมื่อนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับครูผู้สอน หรือมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน เพื่อให้ผู้เรียนกล้าแสดงออกในการแสดงความคิดเห็น การทำกิจกรรม และการอภิปรายผล ดังจะเห็นได้จากอนุทินที่ผู้วิจัยได้บันทึกว่า “นักเรียนทุกคนสนใจการเรียนในวันนี้มาก ทุกคนร่วมกันทำกิจกรรมในทุกขั้นตอนและนักเรียนรู้สึกภูมิใจที่ตอบคำถาม หรือหาคำตอบจากการทดลองได้ (อนุทินหลัง การสอน แผนที่ 1, 7 มกราคม 2557) ซึ่งจะสอดคล้องกับบันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอนที่พบว่า เมื่อครูได้บอกให้นักเรียนออกมานำเสนอผลงานของตนเองนักเรียนไม่กล้าออกมา แต่เมื่อครูเรียกนักเรียนคนหนึ่งออกมา หลังจากนักเรียนคนนั้นนำเสนอจบ ครูกล่าวชมเชยและปรบมือให้ ในครั้งถัดมาเมื่อครูเรียกนักเรียนจะยกมือขอออกมานำเสนอผลงานที่ตนเองทำ (บันทึกภาคสนามการสังเกตการปฏิบัติการสอน ครั้งที่ 1, 7 มกราคม 2557) นอกจากนี้ นักเรียนกล้าแสดงออกในการแสดงความคิดเห็น และการอภิปรายผลโดยจะเห็นได้จากอนุทินหลังการสอนของครูว่า “นักเรียนนำเสนองานได้อย่างถูกต้องไม่เจลอาย เมื่อครูบอกให้นำเสนอ นักเรียนหลายคนกล้าที่จะยกมือขอเสนอ และสมาชิกในห้องเมื่อฟังจบก็มีการยกมือถาม / อภิปรายผลการทดลอง ว่าสอดคล้องกับของเพื่อนแต่เวลาแตกต่างกัน (อนุทินหลังการสอน แผนที่ 4, 17 มกราคม 2557)

ดังนั้นชี้ให้เห็นว่า ในชั้นนำเสนอข้อค้นเมื่อผู้วิจัยมีการส่งเสริมแรงทางบวกจะช่วยสนับสนุนให้นักเรียนกล้าแสดงออกในการแสดงความคิดเห็น ในการทำกิจกรรมและการอภิปรายผล กล้าที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับกิจกรรม กับครูผู้สอน หรือมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน

โดยสรุป ผู้วิจัยมีการเสริมแรงทางบวก เมื่อนักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ หรือมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียนด้วยกัน ทำให้นักเรียนกล้าแสดงออกในการแสดงความคิดเห็น มีส่วนร่วมใน การทำกิจกรรมการเรียนรู้และการอภิปรายผลมากขึ้น

4. ขั้นตอนการประยุกต์ใช้

4.1 ผู้วิจัยมีการนำเสนอบริบทใหม่ให้กับผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนอธิบายและขยายความรู้หรือข้อค้นพบกับสถานการณ์อื่นที่คล้ายคลึงกัน

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในชั้นประยุต์ใช้ตามแนวคิด Gillbert (2006) ผู้วิจัยได้พิจารณาจากแผนการจัดการเรียนรู้บันทึกภาคสนาม การสังเกตการปฏิบัติการสอน บันทึกหลังสอนงานที่ได้รับมอบหมายของนักเรียน พบว่า จากอนุทินหลังสอนของผู้วิจัย พบว่า ในการจัดการเรียนการสอน เรื่อง ปฏิกริยาเคมีและสมการเคมี ในชั้นการประยุต์ใช้ ผู้วิจัยได้กำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่ามีปฏิกริยาเคมีเกิดขึ้นหรือไม่ ซึ่งสถานการณ์ที่กำหนดได้แก่ การระเหยของน้ำ การเคี้ยวข้าวก่อนกลืน การสังเคราะห์ด้วยแสง การฟอกสบู่ในน้ำกระด้าง การทาแลกเกอร์เคลือบผิวไม้ การเติมผงกาแฟลงในน้ำร้อนนักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบได้ถูกต้อง (อนุทินหลังการสอน แผนที่ 1, 7 มกราคม 2557) ซึ่งสอดคล้องกับในการจัดการเรียนการสอนเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกริยา ในชั้นประยุต์ใช้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาคำนวนอัตราการเกิดปฏิกริยาจากสถานการณ์ข้าวไฟไหม้ตึก โดยครูให้คำนวณปฏิกริยาการเพิ่มขึ้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ นักเรียนทำได้ทุกกลุ่ม และจากการตรวจใบงานนักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ นักเรียนส่วนใหญ่ตอบคำถามเกี่ยวกับความหมาย และสามารถคำนวณอัตราการเกิดปฏิกริยาได้ถูกต้อง แต่จากการอ่านบันทึกหลังการเรียนรู้นักเรียนในเรื่องของการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน นักเรียนยังคิดว่า การเรียนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกริยาเคมีไม่จำเป็นในชีวิตประจำวัน เพราะ หากไฟไหม้ตึกจริงทำไมต้องมาคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี มันดูไม่มีประโยชน์ (อนุทินหลังการสอน แผนที่ 4, 17 มกราคม 2557)

ดังนั้นชี้ให้เห็นว่า ในชั้นการประยุต์ใช้จะเป็นขั้นตอนหนึ่งที่ครูจะได้ตรวจสอบแนวคิดของนักเรียนเพื่อใช้ในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในแผนต่อๆมา อีกทั้งสถานการณ์ที่ผู้วิจัยเลือกใช้ควรเป็นสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียน เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันเพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกเห็นคุณค่าในการเรียนแนวคิดนั้นๆ และ จากการที่ผู้วิจัยได้นำเสนอบริบทใหม่ให้กับนักเรียน พบว่านักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดจากการปฏิบัติและสามารถนำมาอธิบายและขยายความรู้ หรือข้อค้นพบกับสถานการณ์อื่นที่คล้ายคลึงกันได้

โดยสรุป ผู้วิจัยมีการนำเสนอบริบทใหม่ให้กับผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนอธิบายและขยายความรู้ หรือข้อค้นพบกับสถานการณ์อื่นที่คล้ายคลึงกัน

4.2 ผู้วิจัยให้ผู้เรียนยกตัวอย่างบริบทในการนำแนวคิดไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันโดยให้ยกตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีที่พบเจอในชีวิตประจำวัน

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในชั้นประยุกต์ใช้ตามแนวคิด Gilbert (2006) โดยผู้วิจัยได้พิจารณาจากแผนการจัดการเรียนรู้บันทึกภาคสนาม การสังเกตการปฏิบัติการสอน บันทึกหลังสอน และอนุทินของนักเรียน พบว่า ในการจัดการเรียนรู้แนวคิดเรื่องปฏิกิริยาเคมี เมื่อนักเรียนเรียนจบแล้วกลับมาเขียนอนุทิน นักเรียนสามารถยกตัวอย่างการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันได้คำตอบที่หลากหลาย เช่น

นักเรียนเลขที่ 5: การเผาถ่านมะพร้าวไต้ยุ้ง การทอดหมู การใช้น้ำยาล้างห้องน้ำ การบีบ มะนาวใส่พริกเพื่อทำน้ำจิ้ม การรดน้ำต้นไม้ตอนกลางวัน

นักเรียนเลขที่ 21: มีด จอบ เสียมที่เป็นโลหะวางทิ้งไว้เกิดปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจนในอากาศทำให้สีหมองคล้ำเป็นสนิม การทำเค้กที่ต้องใส่ผงฟูเมื่อนำไปอบจะทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ให้นมฟู

นักเรียนเลขที่ 29: การที่บีบมะนาวกับทัพพีแสดงเลขทำให้ทัพพีสึกกร่อน (แต่นักเรียนเข้าใจว่า การใช้หิน กรวด ทราย กรองน้ำเป็นการเกิดปฏิกิริยาเคมีด้วย)

(อนุทินหลังการสอน แผนที่ 1, 7 มกราคม 2557)

ซึ่งจะสอดคล้องกับอนุทินของนักเรียนคนหนึ่งกล่าวว่า “ ตอนที่หนูนั่งรถกลับบ้านหนูก็คิดในใจว่าเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน (มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง) และเมื่อกลับถึงบ้านขณะที่แม่ทำกับข้าว ก็คิดว่าการเผาไหม้ของก๊าซก็เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน ปฏิกิริยาส่วนใหญ่เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน และพอหนูนำเอาน้ำตาลทรายและด่างทับทิมในครวไปทำที่บ้านให้ น้องคุณน้องต้นต้นมากเลยคะ” (อนุทินนักเรียนเลขที่ 32, 14 มกราคม 2557)

นอกจากนี้เมื่อนักเรียนเรียนเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หลังเรียนเสร็จผู้วิจัยได้ให้นักเรียนบันทึกอนุทิน จากการตรวจอนุทินนักเรียนพบว่า นักเรียนยกตัวอย่างอัตราการเกิดปฏิกิริยา

ในชีวิตประจำวันได้ถูกต้องเช่นนักเรียนคนหนึ่งกล่าวว่า การที่แม่ของนักเรียนซึ่งเป็นแม่ค้าขายส้มตำ ใช้ทัพพีในการตักส้มตำและใช้เป็นที่ยืนน้ำมะนาวเมื่อใช้ไปสักระยะหนึ่งทัพพีจะบางลงและถูกกัดกร่อนไปเรื่อยๆ เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นซ้ำและยกตัวอย่างรถยนต์ที่เดินทางมาเรียนในการเผาไหม้เชื้อเพลิง นักเรียนบอกเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเร็ว (อนุทินแผนที่ 4, 17 มกราคม 2557)

ดังนั้นชี้ให้เห็นว่า เมื่อให้นักเรียนยกตัวอย่างบริบทในการนำแนวคิดไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันโดยให้ยกตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีที่พบเจอนักเรียนสามารถยกตัวอย่างได้ โดยนักเรียนจะยกตัวอย่างที่ใกล้ตัวที่นักเรียนพบเจออยู่เสมอๆ แต่ก่อนหน้านี้ตัวนักเรียนเองจะไม่เคยนึกถึงในแง่วิทยาศาสตร์

โดยสรุป ผู้วิจัยให้ผู้เรียนยกตัวอย่างบริบทในการนำแนวคิดไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันโดยให้ยกตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีที่พบเจอในชีวิตประจำวัน

ข้อวิจารณ์

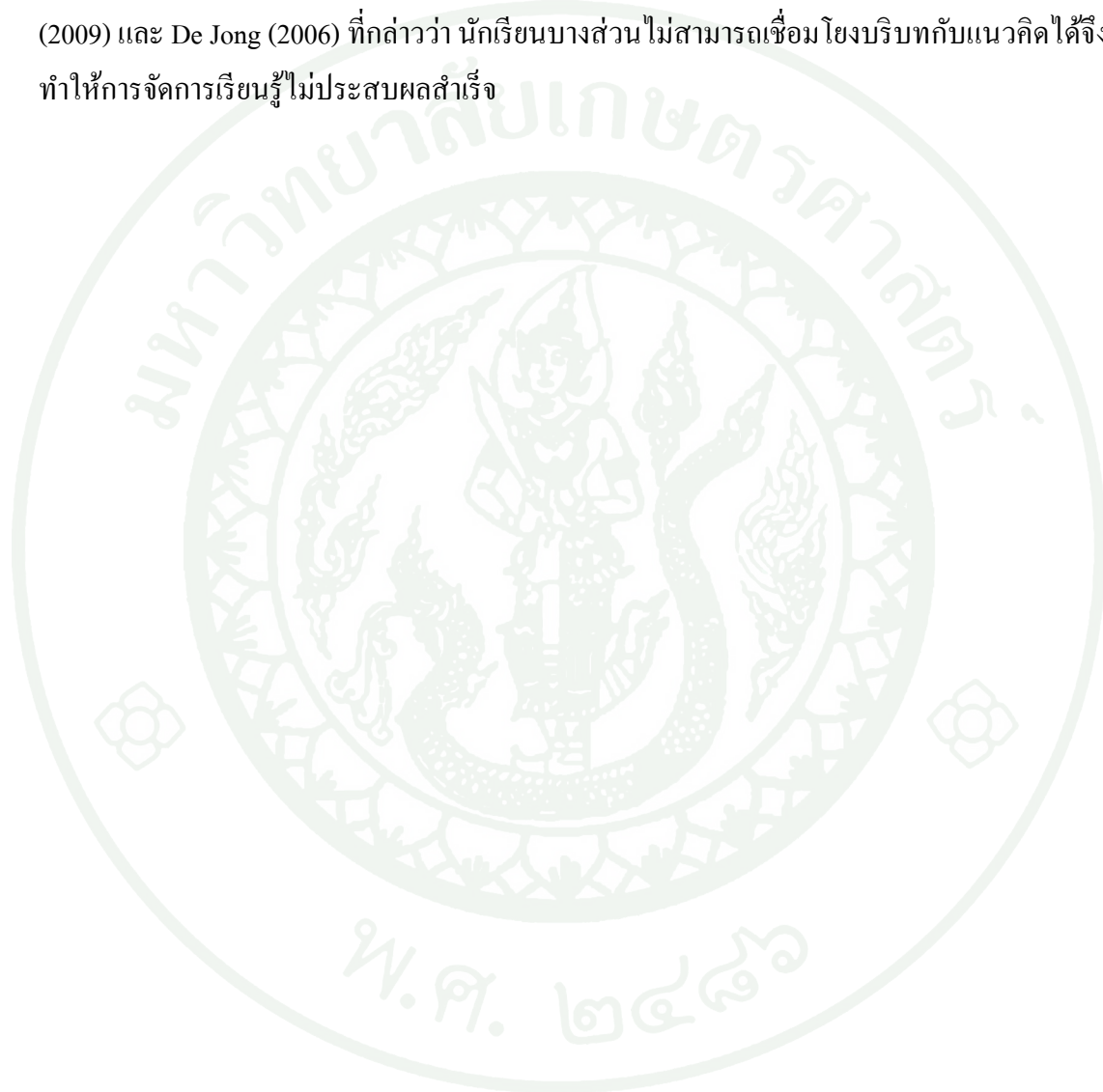
การวิจารณ์ผลการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจารณ์แนวคิดของนักเรียน เรื่องปฏิกิริยาเคมี ร่วมกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ ที่ช่วยพัฒนาแนวคิดของนักเรียน ผู้วิจัยขอเสนอรายละเอียด ดังนี้

ผลจากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน พบว่าหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้โดยใช้บริบทเป็นฐาน นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์มากขึ้นเรื่องปฏิกิริยาเคมี ซึ่งสอดคล้องกับ จินดา พรหมณัฐ (2553) ซึ่งกล่าวถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานว่าเป็นการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้นช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน นักเรียนได้ลงมือสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง จากการนำเอาสถานการณ์ที่อยู่รอบตัว หรือประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของผู้เรียน ตลอดจนสามารถเชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงกันในชีวิตประจำวันได้ ทั้งนี้ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลยังแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานช่วยพัฒนาแนวคิดของนักเรียนให้มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องสมบูรณ์มากที่สุด ในหัวข้อแนวคิดเรื่อง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันโดยคิดเป็นร้อยละ 71.43 และนักเรียนยังมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สูงถึงร้อยละ 65.71 สอดคล้องกับ จินดา พรหมณัฐ (2553) ซึ่งกล่าวว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานช่วยให้นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้องในเรื่องแนวคิดเรื่องการวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ทั้งนี้การที่นักเรียนนั้นมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่สูงทั้งสอง

แนวคิดทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้วิจัยใช้ตัวอย่างสถานการณ์จริง และตัวอย่างข้อมูลที่พบในชีวิตประจำวันและเป็นสถานการณ์ที่อยู่ในความสนใจเป็นตัวแทนในการนำเสนอแนวคิดในเรื่องที่สอน ซึ่งสอดคล้องกับ De jong (2006) ที่กล่าวว่า ครูควรเลือกบริบทให้สอดคล้องกับผู้เรียน เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจ บริบทไม่ควรจะซับซ้อนเกินไปสำหรับผู้เรียน และนักเรียนยังเป็นผู้ลงมือสืบค้นข้อมูลจากปฏิกิริยาเคมีที่นักเรียนสนใจ และนำเสนอหน้าชั้นเรียน ทำให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเข้าใจในแนวคิดจนสามารถนำไปให้กับบริบทใหม่ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จินดา พรหมชู (2553) ที่กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานว่าเป็นการเรียนรู้ที่มีการนำเอาสถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่อยู่รอบตัวผู้เรียนมาเป็นจุดเริ่มต้นหรือผลักดันให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในคำศัพท์แนวคิดหลักการและสิ่งต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้นตลอดจนสามารถถ่ายโอนความรู้ความเข้าใจเหล่านั้นไปสู่สถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ได้นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับซึ่งสอดคล้องกับ Gilbert (2006) และ De jong (2006) ซึ่งได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานนั้นสามารถแก้ไขปัญหาผู้เรียนที่ไม่สามารถเชื่อมโยงแนวคิดที่ได้เรียนรู้กับชีวิตจริง และหลักสูตรการเรียนการสอนที่ยังไม่เน้นเกี่ยวกับการนำเอาแนวคิดไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า การที่ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิดโดยการนำผลงานที่ตนเองได้ทดลอง และสืบค้นมานำเสนอหน้าชั้นเรียนนั้นก็ยิ่งช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดแนวคิดที่ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับ วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540) ซึ่งกล่าวว่าแนวคิดจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น และยังสอดคล้องกับ Osborne and Cosgrove (1983) ที่กล่าวถึงการแลกเปลี่ยนและสะท้อนความคิดเห็นแก่กันและกัน การมีเหตุผลกับความคิดเห็นของตนเองหรือโต้แย้งความคิดเห็นของบุคคลอื่น ทำให้ได้มีโอกาสพิจารณากระบวนการคิดของตนเองเปรียบเทียบกับกระบวนการคิดของผู้อื่น ทำให้มีการเจรจาต่อรองเกี่ยวกับการสร้างความหมายของสิ่งต่างๆ ซึ่งจะช่วยให้สามารถปรับเปลี่ยนความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนได้

อย่างไรก็ตามนักเรียนยังมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ในเรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมีและปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี คิดเป็นร้อยละ 31.43 ซึ่งทั้งสองแนวคิด ถึงแม้ว่าผู้วิจัยจะหาบริบทที่อยู่ในชีวิตประจำวันและให้ผู้เรียนได้ลงมือหาความรู้ด้วยตนเองแล้วก็ตาม แต่จากการพิจารณาคำตอบของนักเรียนจะเห็นได้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่ตอบถูกต้องในส่วนที่นักเรียนมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น นักเรียนสามารถเลือกสถานการณ์ที่เกิดปฏิกิริยาเคมีและไม่เกิดปฏิกิริยาเคมีได้ถูกต้อง แต่นักเรียนไม่สามารถอธิบายในส่วนที่นักเรียนมองไม่เห็นได้ด้วยตาเปล่าได้ถูกต้อง สาเหตุดังกล่าวอาจเกิดจากทั้งสองแนวคิดเป็นแนวคิดที่เป็นนามธรรม ซึ่งผู้เรียนไม่สามารถมองเห็นปฏิกิริยาเคมีในระดับอนุภาคที่เกิดขึ้นได้ด้วยตาเปล่า ซึ่ง

สอดคล้องกับ ชาตรี ฝ่ายคำตา (2551) ที่กล่าวว่าเนื่องจากวิชาเคมีเป็นวิชาที่ค่อนข้างเป็นนามธรรมไม่สามารถมองเห็นปรากฏการณ์ในระดับจุลภาคการที่นักเรียนจะเข้าใจการอธิบายแนวคิดในระดับจุลภาคค่อนข้างเกิดได้ยากและนักเรียนไม่สามารถนึกภาพในระดับจุลภาคได้จึงทำให้นักเรียนไม่เข้าใจเนื้อหาในวิชาเคมี ทั้งนี้ยังอาจมีสาเหตุมาจากการเลือกใช้บริบทที่ยังไม่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกใคร่รู้ และนักเรียนไม่สามารถนำแนวคิดมาใช้กับบริบทใหม่ได้ซึ่งสอดคล้องกับ Donna (2009) และ De Jong (2006) ที่กล่าวว่า นักเรียนบางส่วนไม่สามารถเชื่อมโยงบริบทกับแนวคิดได้จึงทำให้การจัดการเรียนรู้ไม่ประสบผลสำเร็จ



บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาแนวคิดของนักเรียนและแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ที่ช่วยพัฒนาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยขอสรุปขั้นตอนการวิจัยได้ดังนี้

วัตถุประสงค์

3. เพื่อศึกษาแนวคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน
4. เพื่อศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ที่ช่วยพัฒนาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มศึกษา

สำหรับกลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ศึกษาในวิชาเคมีพื้นฐาน จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวนทั้งสิ้น 35 คน เป็นนักเรียนชาย 10 คน หญิง 25 คน ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 2

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แบบวัดแนวคิดเรื่องปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเป็นแบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบแบบสองชั้น (two-tier diagnostic test) ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นชนิดเลือกตอบ และส่วนที่สองเป็นการให้เหตุผลที่ผู้เรียนใช้ตอบคำถามในส่วนที่หนึ่ง แบบวัดแนวคิดในงานวิจัยครั้งนี้ มีจำนวนทั้งสิ้น 20 ข้อซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเอง และได้นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้องของแนวคิดสำคัญ ความเหมาะสมของข้อคำถามและตัวเลือก ความถูกต้องของคำตอบ การสื่อความของคำถาม และมีการแก้ไขแบบวัดแนวคิดตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำแบบวัดไปทดลองใช้ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 คนที่ไม่ใช่กลุ่มศึกษา และนำไปใช้จริงกับกลุ่มที่ต้องการศึกษา ตามลำดับ

2. การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง หลังจาก que ผู้วิจัยตรวจแบบวัดแนวคิด เรื่องปฏิกิริยาเคมีเสร็จแล้ว ในกรณีที่พบว่าคำตอบในแบบวัดของนักเรียนคลุมเครือและไม่ชัดเจน ซึ่งอาจทำให้ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลได้ผิดพลาด ผู้วิจัยจึงสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับคำอธิบายของนักเรียนในข้อนั้นอีกครั้งหนึ่งจนกว่าผู้วิจัยจะแน่ใจว่านักเรียนต้องการสื่อความหมายเกี่ยวกับเรื่องอะไร เพื่อนำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์

3. แผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ 7 แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 2 แผน (3 คาบ) พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 1 แผน (2 คาบ) อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 1 แผน (2 คาบ) ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา จำนวน 2 แผน (3 คาบ) และปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน จำนวน 1 แผน (3 คาบ) รวมใช้แผนการจัดการเรียนรู้ในการวิจัยครั้งนี้ทั้งหมด 7 แผน (รวม 13 คาบ) และนำแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่านตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ตลอดจนความเหมาะสมและความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล มีการแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ก่อนนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับห้องเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา และนำไปใช้จริงกับห้องเรียนที่เป็นกลุ่มศึกษาตามลำดับ

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องปฏิกิริยาเคมี จำนวน 7 แผน บันทึกภาคสนามในการสังเกตการปฏิบัติการสอน บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย อนุทินสะท้อนความคิดต่อการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัย อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน และงานที่ได้รับมอบหมายต่างๆ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดก่อนเรียนทั้ง 5 แนวคิด เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน แล้วนำข้อค้นพบที่ได้มาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนของการวิจัย โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามลำดับ พร้อมทั้งบันทึกวิธีทัศนการสอนเพื่อใช้ในการสังเกตการสอนของตนเองและการเขียนอนุทินสะท้อนความคิดหลังสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ และให้นักเรียนเขียนอนุทินสัปดาห์ละ 1 ครั้ง หลังจากผู้วิจัยได้ปฏิบัติการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ผู้วิจัยสังเกตและวิเคราะห์วิธีทัศนการสอนของตนเองและการเขียนบันทึกสะท้อนความคิดหลังสอน แล้วนำข้อค้นพบมาปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนที่ 2 เมื่อผู้วิจัยดำเนินการสอนจนจบการเรียนรู้เรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมีและพลังงานการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผู้วิจัยให้ผู้เรียนทำแบบวัดแนวคิด เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมีและพลังงานการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากนั้นผู้วิจัยได้ปฏิบัติการสอนจนจบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ผู้วิจัยให้ผู้เรียนทำแบบวัดแนวคิด เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี และปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน เมื่อดำเนินการสอนจนครบทุกแผนจึงนำข้อค้นพบทั้ง 7 ครั้ง มาวิเคราะห์ร่วมกันอีกครั้งเพื่อหาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพเพื่อตอบคำถามงานวิจัยข้อที่ 2

วิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิดของนักเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีโดยนำคำตอบของนักเรียนมาจัดจำแนกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ แนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และไม่ตอบคำถาม แล้วจึงนำมาคำนวณค่าร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มแนวคิด นอกจากนี้ ผู้วิจัยวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ในองค์ประกอบ 5 ด้าน ได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้แนวความคิดหลัก กระบวนการจัดการเรียนรู้สื่อ/แหล่งการเรียนรู้และกระบวนการวัดและประเมินผล ร่วมกับการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติการสอนของครูผู้วิจัย โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากการถอดข้อความที่บันทึกได้ในภาคสนามในการสังเกตการ

ปฏิบัติการสอน ตลอดจนบันทึกหลังสอนของครูผู้สอน อนุทินสะท้อนความคิดของผู้วิจัยและ อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียนและงานที่มอบหมายต่างๆ แล้ววิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธี วิเคราะห์การตีความสร้างข้อสรุปเชิงอุปนัย (Inductive analysis)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาแนวคิดเรื่อง ปฏิกริยาเคมี และแนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยใช้บริบทเป็น ฐาน สรุปผลได้ดังนี้

1. แนวคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ก่อนและหลังการ จัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

1.1 แนวคิดเรื่องเกิดการเกิดปฏิกริยาเคมี พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน จากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุด จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 94.29 แต่หลังเรียนนักเรียนมี แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุด จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00 และยังมีนักเรียนบางส่วนมี แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 31.43

1.2 แนวคิดเรื่องพลังงานกับการเกิดปฏิกริยาเคมี พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีความ เข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 74.29 แต่หลังเรียน นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 25.7 และส่วนใหญ่่นักเรียนมีแนวคิด วิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00

1.3 แนวคิดเรื่องอัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีแนวคิด คลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 ส่วนหลังเรียนนักเรียนมี แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 65.71 และนักเรียนบางส่วนมีแนวคิดเชิง วิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน จำนวน 5 คนคิดเป็นร้อยละ 14.29

1.4 แนวคิดเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกริยาเคมี พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีแนวคิด คลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 91.43 ส่วนหลังเรียนนักเรียนมี แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 11.43 และส่วนใหญ่่นักเรียนมีแนวคิด วิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 57.14 อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณา

นักเรียนที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน มีจำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 31.43

1.5 แนวคิดเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุด จำนวน 28 คน คิดเป็นถึงร้อยละ 80.00 แต่หลังเรียนนักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุด จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 71.43

กล่าวโดยสรุป ในภาพรวมก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในทุกแนวคิดของ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ส่วนหลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ได้พัฒนาแนวคิดในเรื่องดังกล่าว โดยนักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุดในเรื่อง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน รองลงมาคือเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การเกิดปฏิกิริยาเคมี พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี และน้อยที่สุดคือเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตามลำดับ

2. แนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยใช้บริบทเป็นฐานที่จะช่วยให้ นักเรียนมีแนวคิดเรื่องปฏิกิริยาเคมี ควรมีลักษณะดังนี้

2. ขั้นกำหนดจุดสถานการณ์

2.1 ผู้วิจัยใช้ตัวอย่างสถานการณ์จริง และตัวอย่างข้อมูลที่พบในชีวิตประจำวัน เป็นตัวแทนในการนำเสนอแนวคิดในเรื่องที่สอน

2.2 ผู้วิจัยใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและสงสัยในแนวคิดที่จะเรียน

2.3 ผู้วิจัยมีการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องที่จะสอน

2. ขั้นลงมือปฏิบัติงาน

2.1 ผู้วิจัยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองด้วยการทดลอง การสืบค้น และการใช้การทดลองเสมือนจริง เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่องที่สอนซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในแนวคิดใหม่ๆ ได้

4.2 ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติที่ช่วยกระตุ้นความสนใจและการมีส่วนร่วมของนักเรียน

4.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน

3. ขั้นนำเสนอข้อค้นพบ

3.1 นักเรียนสามารถเรียนรู้แนวคิดจากการทำความเข้าใจกับแนวคิดหลัก ร่วมกับการอภิปรายสิ่งที่ได้เรียนรู้ในกลุ่มเพื่อนำไปสู่การลงข้อสรุปร่วมกัน

3.2 ผู้วิจัยกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียนมีการแลกเปลี่ยนสิ่งที่ได้เรียนรู้ซึ่งกันและกัน มีการอธิบายและลงข้อสรุปร่วมกัน เพื่อให้ได้แนวคิดที่ถูกต้องที่สุด

3.3 ผู้วิจัยมีการเสริมแรงทางบวก เมื่อนักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ หรือมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียนด้วยกัน ทำให้นักเรียนกล้าแสดงออกในการแสดงความคิดเห็น มีส่วนร่วมใน การทำกิจกรรมการเรียนรู้และการอภิปรายผลมากขึ้น

4. ขั้นการประยุกต์ใช้

4.1 ผู้วิจัยมีการนำเสนอบริบทใหม่ให้กับผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนอธิบายและขยายความรู้หรือข้อค้นพบกับสถานการณ์อื่นที่คล้ายคลึงกัน

4.2 ผู้วิจัยให้ผู้เรียนยกตัวอย่างบริบทในการนำแนวคิดไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยให้ยกตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีที่พบเจอในชีวิตประจำวัน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัย

1.1 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยบริบทเป็นฐานจำเป็นต้องใช้สถานการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนเข้ามาเกี่ยวข้อง การเลือกสถานการณ์ในชั้นนำเข้าสู่บทเรียนและชั้นประยุกต์ใช้ ครูควรเลือกที่อยู่ในชีวิตประจำวันของนักเรียน เป็นสถานการณ์ที่เร้าความสนใจของนักเรียน และเป็นสถานการณ์ที่สื่อถึงแนวคิดเป้าหมาย

1.2 ครูผู้สอนควรให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองด้วยการทดลอง การสืบค้น และการใช้การทดลองเสมือนจริง ซึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่องที่สอนซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในแนวคิดใหม่ๆ ได้

1.3 การสอนแนวคิดเรื่องใดก็ตามครูผู้สอนควรมีการส่งเสริมแรงทางบวกเพื่อให้นักเรียนกล้าแสดงออกในการแสดงความคิดเห็น การทำกิจกรรม และการอภิปรายผล ซึ่งจะผลดีต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

1.4 ในการวิจัยเชิงปฏิบัติการผู้วิจัยควรทำการบันทึกหลังสอนทันที และควรบันทึกภาคสนามในการปฏิบัติการสอนเพื่อให้สามารถสะท้อนความคิดหลังการจัดการเรียนรู้ได้ครบถ้วนครอบคลุมและนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแผนการสอนในแนวคิดถัดไป

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในแนวคิดเรื่อง ปฏิกริยาเคมี นักเรียนบางส่วนยังมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สมบูรณ์และมีแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับแนวคิดดังกล่าว

2.2 ควรศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้บริบทเป็นฐานในด้านอื่นๆ ด้วย เช่น การพัฒนาเจตคติต่อวิชาเคมี การพัฒนาการคิด เป็นต้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. 2544. การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.

กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภา.

_____. 2551. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (Online).

<http://school.obec.go.th/maeyangp/B2.pdf>, 25 พฤศจิกายน 2555.

กาญจนา คังคะประดิษฐ์. 2547. การสอนให้เกิดแนวคิดเรื่อง พันธะเคมีตามแนวคอนสตรัคติวิซึม
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอน
วิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กิตติพัฒน์ นนทปัทมะคุลย์. 2554. การวิจัยเชิงคุณภาพในสวัสดิการสังคม: แนวคิดและวิธีการวิจัย.
กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

จ่านง พรายแยมแบ. 2516. คู่มือวิชาการศึกษาเทคนิคและวิธีสอนวิชาวิทยาศาสตร์.
กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.

จินดา พรหมณัฐ. 2553. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง อัตราการเกิด
ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จินดารัตน์ แก้วพิกุล. 2555. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถด้านการ
คิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้
การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดและการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น.
ปริญญาานิพนธ์การศึกษาศุภบัณฑิต สาขาวิจัยและพัฒนาหลักสูตร,
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

จิตตมาส สุขแสง. 2549. การศึกษาแนวคิดของนักเรียน และพฤติกรรมการสอนของครู
เรื่อง กรด – เบส ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในเขตจตุจักร
กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____. 2554. กรณีศึกษาการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอนผนวกหลักการและวิธี
สอนของนิสิตครูวิทยาศาสตร์ ในระหว่างการศึกษาปฏิบัติการสอน. วิทยานิพนธ์ปรัชญา
ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชาตรี ฝ่ายคำตา. 2551. “แนวคิดทางเลือกของนักเรียนในวิชาเคมี.” วารสารศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี 19 (2): 11-28.

ณัชรฤต เกื้อทาน. 2551. แบบจำลองความคิดเรื่องพันธะเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.
วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์.

ทัศนา ฉันทนาภิธาน. 2540. การศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อน เรื่อง โมเลกุล ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษาส่วนกลาง กลุ่มที่ 7.
วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทิศนา แยมมณี. 2548. รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย. กรุงเทพมหานคร:
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

_____. 2550. ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.
กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เปลื้อง ณ นคร. 2529. **พจนานุกรมไทย**. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.

ภิญญาพัชน์ ปลายัดทอง. 2551. **การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการเผชิญอุปสรรค ของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 2. ปริญญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิจัยและพัฒนาหลักสูตร, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.**

มังกร ทองสุกดี. 2522. **โครงสร้างของการศึกษาวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภา.

สุภางค์ จันทวานิช. 2545. **การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเชิงคุณภาพ**. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ราชบัณฑิตยสถาน. 2525. **พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2525**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์.

วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2540. **การประเมินทักษะกระบวนการและการแก้ปัญหา**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

วราภรณ์ แยมจินดา. 2547. **แนวคิดเรื่องการเปลี่ยนสถานะของสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6. วิชานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.**

วรวิภา โกศลสุกมาลา. 2552. **การพัฒนาแนวคิดเรื่องโมล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการสอนแบบการสร้างความรู้ด้วยตนเองเชิงสังคม. วิชานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.**

วิชัย วงษ์ใหญ่. 2532. **การพัฒนาหลักสูตรแบบครบวงจร**. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เยาวเรศ ใจเย็น. 2550. แนวคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.
วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์.

สาขาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2554. เอกสารการอบรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5
ขั้นตอน.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2553. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานเคมี ชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภา.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. 2556. รายงานผลสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน
(Online) <http://phichituta.files.wordpress.com/2014/05/report-o-net-m3.pdf>,
25 พฤศจิกายน 2556.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540. ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด.
กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสแควร์.

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. 2556. แผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา ฉบับที่ 11
(พ.ศ. 2555-2559). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2556. สถิติการศึกษาของประเทศไทย ปีการศึกษา 2555-2556.
กรุงเทพมหานคร: บริษัทพริกหวานกราฟฟิค จำกัด.

สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี, และอัมพิกา ประโมจันย์. 2549. การเรียนรู้เพื่อวันพรุ่งนี้.
กรุงเทพมหานคร: เซเวนพรีนติ้ง กรุ๊ป.

สุรวิทย์ วงศ์ศรี. 2542. แนวคิดเรื่องเสียงและการเคลื่อนที่แนวตรง ของนักเรียนชายและนักเรียน
หญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอน
วิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรางค์ ไคว์สกุล. 2550. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. 2545. **เรียนรู้สู่ครูมืออาชีพ**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ที่.
พี.พรินท์

สุวิทย์ มูลคำ. 2551. **กลยุทธ์...การสอนคิดเชิงมนทัศน์**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร:
ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์.

สุวัฒน์ นิยมคำ. 2531. **ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้**.
กรุงเทพมหานคร: เจเนอรัลบุ๊คเซนเตอร์ จำกัด

Abraham, M. R., E. B. Grzybowski, J. W. Renner, and E. A. Marek. 1992. Understandings and
Misunderstandings of Eight Graders of Five Chemistry Concepts Found in Chemistry
Textbooks, **Journal of Research in Science Teaching**, 29 (2): 105–120.

Ausubel, D. P. and E. V. Sullivan. 1980. **Theory and problems of child development**.
New York: Grune & Stratton.

Barbara, J. 1993. **Constructivism and teaching-the socio-cultural context** (Online).
<http://www.grout.demon.co.uk/Barbara/chreods.htm#bk3>, February 18, 2012.

Beasley, W. and J. Butler. 2002. **Implementation of context- based science within the
freedoms offered by Queensland schooling**. Cited in King D. T. 2009. “Context-based
chemistry : creating opportunities for fluid transitions between concepts and context”.
Teaching Science. **The Journal of the Australian Science Teachers Association**,
55 (4): 13-19.

Bennett, J. and J. Holman. 2005. **Context-based approaches to the teaching of chemistry.**
The University of York, UK

Dong, Z. 2005. "Improving Learning in Undergraduate Control Engineering Courses using Context-based Learning Models." **International Journal of Engineering Education.** 21 (6): 1076-1082.

De Jong O. 2006. "**Context-Based Chemical Education: How to improve it.**" The Plenary Lecture Presented at the 19th ICCE, August 12-17, 2006.

George, W. and C. Michelle "**Constructivist Learning Design.**" (Online).
<http://www.prainbow.com/cld/cldp.html>, February 18, 2012.

Gilbert John. 2006. "On the nature of 'context' in chemical education." **International Journal of Science Education.** Special Issue Research Paper

Gilbert, J. K. and D. M. Watts. 1983. Concepts Misconceptions And Alternative Conceptions: Changing Perspectives In Science Education, **Studies in Science Education**, 10: 61–98.

Hulya, D., D. Gokhan and Ç. Muammer. 2008. "Investigating the effectiveness of storylines embedded within a context-based approach: the case for the Periodic Table". **The Royal Society of Chemistry.** 10: 241–249

Panek H. 2012. "**Context Based Science Instruction**". Department of Education and Human Development of the State University of New York College, 5.

Kemmis, S. and M. Wilkinson. 1998. Wparticipatory action research and the study of practice." **Action Research in practice : Partnerships for Social Justice In Education.** London: Routledge, 21-36.

King, D. T. 2009. "Context-based chemistry : creating opportunities for fluid transitions

between concepts and context”. **Teaching Science. The Journal of the Australian Science Teachers Association**, 55 (4), 13-19.

_____, A. Bellocchi and S. M. Ritchie. 2007. “Making Connections: Learning and Teaching Chemistry in Context” **Res Sci Educ** 38: 365–384

McLellan, H. 1996. **Situated Learning Perspectives**. U.S.A. : Education Technology Publications, Inc.

Nomnian, S. “**Constructivism : Theory and Its Application to Language Teaching.**” (Online). http://www.sc.mahidol.ac.th/scig/sllt/Constructivism__singhanart_.pdf, February 18, 2012.

Osborne, R. and P. Freyberg. 1985 “Learning in Science.” The Implications of Children’s Science. อ้างใน ทศนา นันทนาภิธาน. 2540. การศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อน เรื่อง โมเลกุล ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษา ส่วนกลาง กลุ่มที่ 7. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Osborne, R. and M. Cosgrove. 1983 Children's conceptions of the changes of state of water, **Journal of Research in Science Teaching**, 20 (9): 825–838.

Ravialo, A. 2001. Assessing Student s’ Conceptual Understanding of Solubility Equilibrium, **Journal of Chemical Education**, 78 (5): 629–631.

Sirhan, G. 2007. “Learning difficulties in chemistry : an overview.” **Journal of Turkish Science Education**. 4 (2): 1-20.

Simpson, W. D. and E. A. Marek. 1988. Understanding and misconceptions of biology concepts

held by students attending small high schools and students attending large high schools.

Journal of Research in Science Teaching, 25(5): 361-374.

Tamir, P. 1989. Some issues related to the use of justifications to multiple-choice answers,

Journal of Biological Education, 23: 285-292.

Treagust, D. F. 1988. Development and use of diagnostic tests to evaluate student s'

misconceptions in science, **International Journal of Science Education**, 10: 159-169.

Tuncel, V. 2009. "The Effect of Short Story Reading through Constructivist Activities on Language of Primary School students." (Online).

http://www.sosyalarastirmalar.com/cilt2/sayi6pdf/tuncel_ridvan.pdf, February 18, 2010.

Van Driel, J. H., D. V. Wobbe, N. Verloop., and H. Dekkers. 1998. "Developing secondary

students' conceptions of chemical reactions: the introduction of chemical equilibrium"

International Journal of Science Education. 20 (4): 379-392.

Zoller, U. 1990. Student s' Misunderstandings and Alternative Conceptions in College

Freshman Chemistry (General and Organic), **Journal of Research in Science**

Teaching, 27 (10): 1053–1065.





รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้รับความอนุเคราะห์จากผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้กรุณาให้คำแนะนำพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและแก้ไขเพิ่มเติมเพื่อหาความตรงของเนื้อหา เรื่องปฏิกิริยาเคมี มีรายนามดังต่อไปนี้

1. ผศ.ดร.สุมาลี กาญจนชาติรี ผู้ทรงคุณวุฒิพิเศษ
2. ผศ.ดร.ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง อาจารย์สังกัด ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. ดร. วันเพ็ญ เหล่าศรีไพบูลย์ อาจารย์โครงการจัดตั้งสายวิชาเคมี คณะศิลปศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ม.เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
4. อาจารย์ศิริรัตน์ วงศ์ศิริ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย
5. อาจารย์กัญญภา สุวรรณกิจ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม



ภาคผนวก ข

คำถามและคำตอบแนวคิดเรื่องปฏิกิริยาเคมี วิชาเคมี
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แบบวัดแนวคิด เรื่อง ปฏิริยาเคมี

แบบวัดแนวคิดเรื่องปฏิริยาเคมี ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยพิจารณาจากหลักสูตรแกนกลาง
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีรายละเอียดของมาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการ
เรียนรู้แกนกลาง ดังตารางที่ 1



ตารางที่ 1 สารที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 : เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. ทดลอง อธิบายและเขียนสมการของปฏิกิริยาเคมี ทว่าไป ที่พบในชีวิตประจำวัน รวมทั้งอธิบายผลของ สารเคมีที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (ว3.2ม.4-6/1)	- ในชีวิตประจำวันจะพบเห็นปฏิกิริยาเคมีจำนวนมาก ทั้งที่เกิดใน ธรรมชาติ และมนุษย์เป็นผู้กระทำ ปฏิกิริยาเคมีเขียนแทนได้ด้วย สมการเคมีโดยเขียนสารตั้งต้นไว้ทางด้านซ้ายผลิตภัณฑ์ไว้ทางด้านขวา และคั่นด้วย ลูกศร - มนุษย์นำสารเคมีมาใช้ประโยชน์ทั้งในบ้านและในทางการเกษตร และ อุตสาหกรรม แต่ สารเคมีบางชนิดเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต และ สิ่งแวดล้อม เช่น โลหะหนัก แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน
2. ทดลองและอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัย ที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และการนำความรู้ ไปใช้ประโยชน์ (ว 3.2ม. 4-6/2)	- ปริมาณของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงไปต่อหน่วยเวลา เรียกว่า การเกิดปฏิกิริยาเคมี และปริมาณของสารที่เปลี่ยนแปลงไปนั้น อาจวัดจากค่าความเข้มข้น ปริมาตร และมวลของสาร ซึ่งขึ้นอยู่กับ ลักษณะของสาร - ความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การควบคุมปัจจัยเหล่านี้ เพื่อทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นในอัตราที่เหมาะสม สามารถนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์

การแจกแจงเนื้อหาที่ครอบคลุมแนวคิดเรื่องปฏิกิริยาเคมี จำนวน 20 ข้อ มีรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การแจกแจงเนื้อหาเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

แนวคิด เรื่อง	แนวคิดสำคัญ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี	ข้อ
การเกิดปฏิกิริยาเคมี	1. การเกิดปฏิกิริยาเคมีคือ กระบวนการที่เกิดจากการที่สารเคมีเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้วส่งผลให้เกิดสาร ใหม่ขึ้นมาซึ่งมีคุณสมบัติเปลี่ยนไป จากเดิม สามารถสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงดังนี้ การเกิดตะกอน การเกิดฟองแก๊ส การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือการเปลี่ยนแปลงสีของสาร	1-2
	2. สมการเคมีเป็นสัญลักษณ์ทางเคมีที่จะบอกว่ามีสิ่งใดเกิดขึ้นในปฏิกิริยาเคมีโดยมีส่วนประกอบสำคัญคือ สารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ ลูกศร เครื่องหมายบวก สถานะของสาร และสภาวะของปฏิกิริยา เมื่อเขียนสมการเสร็จแล้วให้ทำการดุลสมการ เพื่อให้จำนวนอะตอมทั้งสองด้าน เท่ากันเสมอ	3
	3. ทฤษฎีการชนคือทฤษฎีที่ใช้อธิบายปฏิกิริยาเคมี การชนที่ทำให้เกิดสารผลิตภัณฑ์จะต้องประกอบด้วย ทิศทางของการชน และพลังงานของ การชนที่เหมาะสม	4-5
พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยา เคมี	4. การเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีพลังงานเข้ามาเกี่ยวข้องเสมอ โดยปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นแล้วให้พลังงานความร้อนออกมา เรียกว่าปฏิกิริยาคายความร้อน ส่วนปฏิกิริยาที่ดูดความร้อนจากสิ่งแวดล้อมเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเรียกว่า ปฏิกิริยาดูดความร้อน	6-8
อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	5. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเป็นสิ่งที่บ่งบอกว่าปฏิกิริยานั้นเกิดขึ้นได้เร็วหรือช้า การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถวัดจากอัตราการลดลง ของสารตั้งต้นหรืออัตราการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์	9-10

ตารางที่ 2 (ต่อ)

แนวคิดเรื่อง	แนวคิดสำคัญ เรื่อง ปฏิริยาเคมี	ข้อ
ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา	6. การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารมีผลทำให้เกิดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเปลี่ยนไปคือ ความเข้มข้นสารละลายที่มีความเข้มข้นมากกว่าจะเกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าสารละลายที่เจือจาง	11-16
	7. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นอยู่กับอุณหภูมิขณะเกิดปฏิกิริยาอุณหภูมิ ที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะเกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า	11-16
	8. การเพิ่มหรือลดปริมาณพื้นที่ผิวของสารที่เข้าทำปฏิกิริยา จะมีผลทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเปลี่ยนแปลงไป โดยพื้นที่ผิวของแข็งที่มีพื้นที่ผิวมากกว่าจะเกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่า	11-16
	9. ปฏิกิริยาเคมีบางปฏิกิริยาอาจทำให้เร็วขึ้นหรือช้าลงได้ เมื่อเติมตัวเร่งหรือตัวหน่วงปฏิกิริยาที่เหมาะสมตัวเร่งปฏิกิริยาหรือตัวคะตะลิสต์ (catalyst) เป็นสารชนิดต่างๆ ที่สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น	11-16
ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน	10. ปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวันบางปฏิกิริยาส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและต่อมนุษย์โดยตรง มีทั้งที่ทำให้ประโยชน์และทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เช่น - แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากปฏิกิริยาการเผาไหม้เป็นอันตรายต่อระบบหายใจอาจทำให้เสียชีวิตได้ - ฝนกรดที่เกิดจากแก๊สบางชนิดที่ได้จากโรงงานอุตสาหกรรมจะทำให้สิ่งปลูกสร้าง อาคารบ้านเรือนหรือพืชผลทางการเกษตรเสียหาย - เหล็กเมื่อสัมผัสกับอากาศและความชื้นจะทำให้เกิดสนิมเหล็กทำให้สิ่งก่อสร้างที่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบสึกกร่อนได้ - การสลายตัวของโซเดียมไฮโดรเจนคาบอเนตนำมาใช้ประโยชน์ในการทำอาหารและการดับไฟฟ้าได้ - ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สลายตัวให้แก๊สออกซิเจนกับน้ำ ใช้เป็นสารฟอกสีผมและฆ่าเชื้อโรคได้	17-20

แบบวัดแนวคิด เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง แบบวัดแนวคิดเรื่องปฏิกริยาเคมี มีจำนวน 20 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นชนิดเลือกตอบ

ส่วนที่ 2 เป็นชนิดเขียนอธิบายเหตุผลจากตัวเลือกในส่วนที่ 1

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องพร้อมเขียนอธิบายเหตุผลประกอบ

จงพิจารณาตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อที่ 1 – 2

ก. การอบเนื้อด้วยเตาไมโครเวฟ

ข. การเติมน้ำตาลลงในน้ำชา

ค. การหลอมเหลวของเทียนไข

ง. การย่อยสลายของใบไม้

จ. การทำไวน์จากองุ่น

ฉ. การวางผลแอปเปิ้ลที่ปอกเปลือกแล้วไว้บนโต๊ะ

ช. การแข็งตัวของน้ำ

1. จากตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันข้างต้น สถานการณ์ใดบ้างที่แสดงถึงการปฏิกิริยาเคมี เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น (เลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

คำตอบ.....

เหตุผล.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำตอบ ก. การอบเนื้อด้วยเตาไมโครเวฟ ง. การย่อยสลายของใบไม้ จ. การทำไวน์จากองุ่น ฉ. การวางผลแอปเปิ้ลที่ปอกเปลือกแล้วไว้บนโต๊ะ

เหตุผล การเกิดปฏิกิริยาเคมีคือ กระบวนการที่เกิดจากการที่สารเคมีเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้วส่งผลให้เกิดสารใหม่ขึ้นมาซึ่งมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิม สามารถสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เช่น การเกิดตะกอน การเกิดฟองแก๊ส การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือการเปลี่ยนแปลงสีของสาร สำหรับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่แสดงถึงการเกิดปฏิกิริยาเคมี ได้แก่

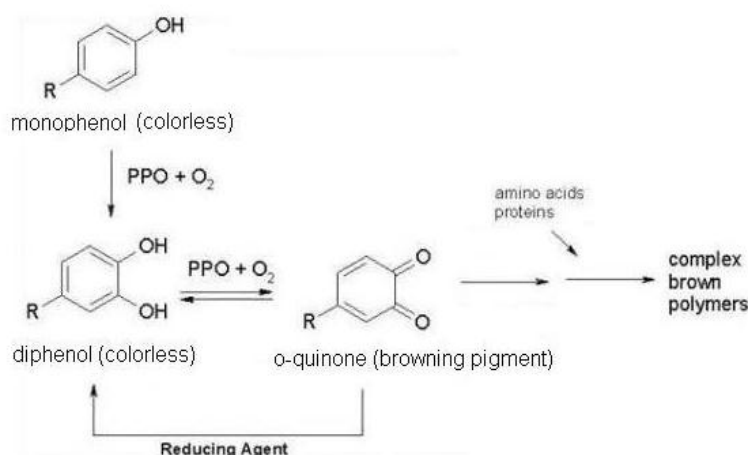
- การอบเนื้อด้วยเตาไมโครเวฟ เนื่องจาก ความร้อนที่ได้จากไมโครเวฟจะเปลี่ยนแปลงสภาพโปรตีนของเนื้อให้มีผลทำให้โครงสร้างทางเคมีเปลี่ยนไปแต่ไม่ทำลายพันธะเปปไทด์ด้วยความร้อนจะทำให้โปรตีนไมโอซิน (myosin) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของเส้นใยกล้ามเนื้อ

(myofibril) เกิดการคลายตัว และแตกตะกอนทำให้เนื้อมีสีที่เปลี่ยนไป ผิวสัมผัสแข็ง และสมบัติของเนื้อไม่สามารถกลับมาเป็นแบบเดิมได้

- การย่อยสลายของใบไม้เป็นกระบวนการเปลี่ยนสารอินทรีย์ให้เป็นสารอนินทรีย์ โดยผู้ย่อยสลายจำพวก จุลินทรีย์แบคทีเรียได้ทำลายโครงสร้างของใบไม้ ให้กลายเป็นอินทรีย์วัตถุที่เป็นส่วนประกอบของดิน และ เมื่อจุลินทรีย์ย่อยสลายซากใบไม้แล้ว จะมีการปล่อยแอมโมเนียมไนเตรท ซัลเฟต ให้ออกมาด้วย
- การทำไวน์จากองุ่น เนื่องจาก การหมักน้ำผลไม้ด้วยเชื้อยีสต์ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ชนิดหนึ่ง โดยยีสต์จะเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคส หรือน้ำตาลฟรุคโตส ให้เป็นแอลกอฮอล์ และมีผลพลอยได้เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ได้สมการดังนี้



- การวางผลแอปเปิ้ลที่ปอกเปลือกแล้วไว้บนโต๊ะ เนื่องจาก ผิวของแอปเปิ้ลมีสาร ฟีนอล เมื่อปอกเปลือกแอปเปิ้ลทิ้งไว้ ออกซิเจนในอากาศจะไปสัมผัสโดยตรงกับฟีนอล จนเปลี่ยนสีของเนื้อแอปเปิ้ลจากสีขาวเป็นสีน้ำตาลดำ โดยปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลนี้เป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) จะเกิดขึ้นเมื่อเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเกิดการชำรุด ฝีก ขาด เมื่อถูกกระแทก บด หั่น สับทำให้ ฟีนอลถูกออกซิไดซ์ เป็นไควโนนซึ่งไม่มีสี และ ถูกออกซิไดซ์ต่อเป็น o-quinone ซึ่งมีสีน้ำตาล ดังสมการ



2. จากตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันข้างต้นสถานการณ์ใดบ้างที่ไม่ใช่การเกิดปฏิกิริยาเคมี เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น (เลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

คำตอบ.....

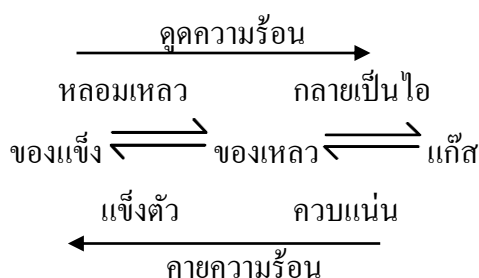
เหตุผล.....

.....

.....

 ตอบ ข. การเติมน้ำตาลลงในน้ำชา ค. การหลอมเหลวของเทียนไข ช. การแข็งตัวของน้ำ

เหตุผล การเติมน้ำตาลลงในสารละลายน้ำชาเป็นการละลายโดยมีน้ำตาลเป็นตัวละลายและน้ำเป็นตัวทำละลายการหลอมเหลวของเทียนไข และการแข็งตัวของน้ำ เป็นการเปลี่ยนสถานะของสาร ดังแผนภาพต่อไปนี้



จากแผนภาพจะเห็นว่า การหลอมเหลวของเทียนไขเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบดูดความร้อนและเป็นการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งกลายเป็นของเหลว ส่วนการแข็งตัวของน้ำเป็นการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็งและเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบคายความร้อน

3.จากสมการแสดงปฏิกิริยาต่อไปนี้ข้อใดเขียนสมการเคมีไม่ถูกต้อง เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น(เลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ก. $4\text{Fe(s)} + 3\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3\text{(g)}$
- ข. $4\text{HBr(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O(l)} + \text{Br}_2\text{(g)}$
- ค. $\text{NaOH(aq)} + \text{HCl(aq)} \rightarrow \text{NaH}_2\text{(s)} + \text{ClO(l)}$
- ง. $\text{H}_2\text{(g)} + 436 \text{ KJ} \rightarrow 2\text{H(g)}$
- จ. $2\text{CH}_3\text{COOH(aq)} + \text{NaHCO}_3\text{(s)} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COONa(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)} + \text{CO}_2\text{(g)}$

คำตอบ.....

เหตุผล.....

.....

ตอบ ข ค และ จ

เหตุผล สมการเคมีเป็นสัญลักษณ์ทางเคมีที่จะบอกว่ามีสิ่งใดเกิดขึ้นในปฏิกิริยาเคมีโดยมีส่วนประกอบสำคัญคือ สารตั้งต้น (reactants) คือสารที่เข้าทำปฏิกิริยากันเขียนแทนด้วยสูตรเคมีเขียนไว้ทางซ้ายมือของสมการ

ผลิตภัณฑ์ (product) คือ สารที่เกิดจากปฏิกิริยากันเขียนแทนด้วยสูตรเคมี เขียนไว้ทางขวามือของสมการ

ลูกศร (arrow) มีความหมายถึง เกิดเป็น

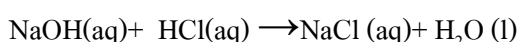
เครื่องหมายบวก (plus) หมายถึง การทำปฏิกิริยากับ

สถานะของสาร (state of matter) จะเป็นวงเล็บห้อยไว้ทางด้านล่างขวาในปฏิกิริยาในการแบ่งสถานะของสารในปฏิกิริยาจากสมการเคมี เป็นการเขียนสมการให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยใช้สัญลักษณ์ตัวเล็ก s, l, g, aq แทนสถานะของสารดังนี้

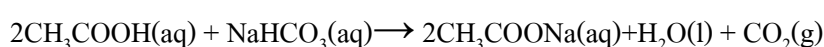
s	=	solid	=	ของแข็ง
l	=	liquid	=	ของเหลว
g	=	gas	=	แก๊ส
aq	=	aqueous	=	สารที่ละลายในน้ำ

และสถานะของปฏิกิริยาเป็นภาวะต่าง ๆ ที่กำหนดให้ปฏิกิริยาเคมี เช่น อุณหภูมิ ตัวเร่งปฏิกิริยา ความดัน เงื่อนไขเหล่านี้เขียนบอกไว้บนหรือล่างลูกศรได้ โดยสัญลักษณ์ลูกศรคั่นอยู่ระหว่างสารตั้งต้นกับผลิตภัณฑ์เมื่อเขียนสมการเสร็จแล้วให้ทำการดุลสมการ เพื่อให้จำนวนอะตอมทั้งสองด้านเท่ากันเสมอ ซึ่งจากสมการแสดงปฏิกิริยาข้างต้น ข้อ ข. ค. และจ. เขียนไม่ถูกต้องดังนี้

เมื่อพิจารณาในสมการแสดงปฏิกิริยาข้อ ข. จะพบว่า สัมประสิทธิ์แสดงจำนวนอะตอมของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ไม่เป็นไปตามกฎทรงมวลคือ จำนวนอะตอมของธาตุโบรมีนในสารตั้งต้นเท่ากับ 4 ของสารผลิตภัณฑ์มีจำนวนอะตอมเท่ากับ 2 สมการที่ถูกต้องควรจะเป็น ดังนี้ $4\text{HBr(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O(l)} + 2\text{Br}_2\text{(g)}$ ข้อ ค. ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่สัมพันธ์กับสารตั้งต้นจากสมการเป็นปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส เมื่อกรดและเบสทำปฏิกิริยากันเกิดเป็นเกลือกับน้ำ ฉะนั้นหากนำสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) มาทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก (HCl) จะต้องได้ผลิตภัณฑ์เป็น เกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) และน้ำ (H₂O) ดังสมการ

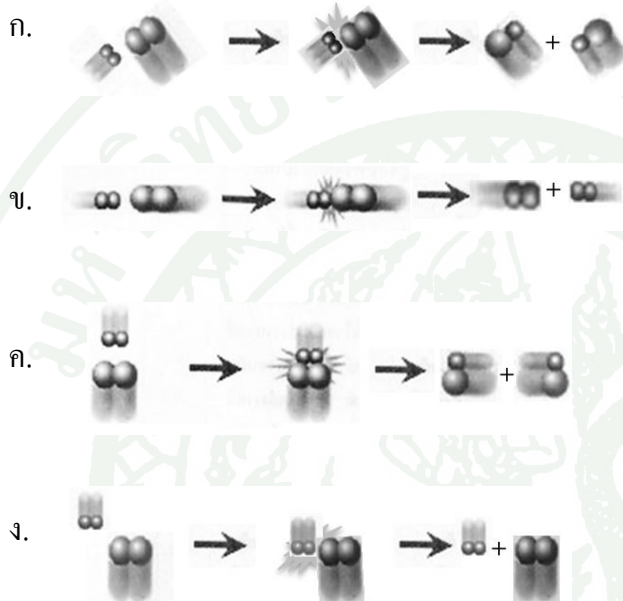


และ ในข้อจ. ในสมการบอกสถานะของสารไม่ถูกต้อง สมการที่ถูกต้องสมบูรณ์ คือ



4. จากรูปภาพแสดงการชนของอนุภาคของแก๊สไฮโดรเจน (H_2) กับแก๊สไอโอดีน (I_2) เกิดเป็นไฮโดรเจนไอโอดด์ซึ่งสมการการชนในลักษณะใดที่สามารถเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

กำหนดให้  แทนโมเลกุลของ H_2  แทนโมเลกุลของ I_2



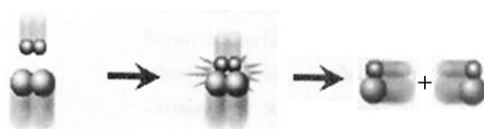
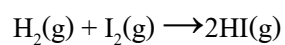
คำตอบ.....
 เหตุผล.....

ตอบ ค

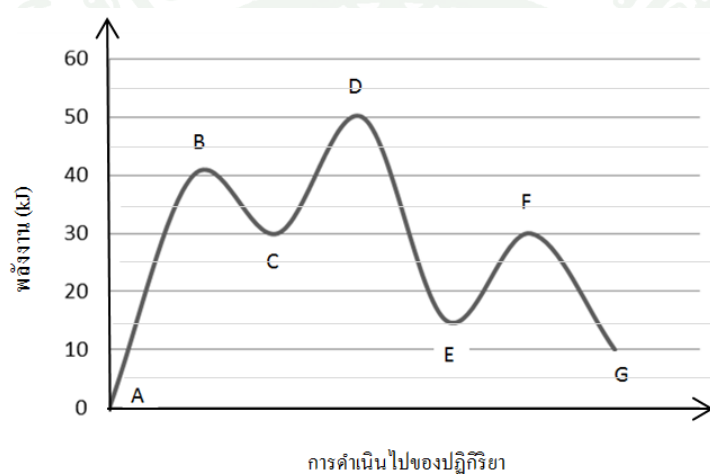
เหตุผล ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้เมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสม รวมทั้งอนุภาคที่ชนกันจะต้องเคลื่อนที่ด้วยความเร็วจนได้พลังงานจลน์ที่สูงพอที่จะทำให้เกิดการสลายพันธะได้ ถ้าพลังงานที่ชนกันมีค่าสูง พลังงานที่ได้จากการชนกันก็สูงด้วย ถ้าพลังงานที่ได้จากการชนสูงมากพอจะทำให้เกิดการสลายพันธะในสารเดิม และเกิดมีการสร้างพันธะใหม่ขึ้นกลายเป็นผลิตภัณฑ์ พลังงานน้อยที่สุดที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาขึ้นเรียกว่า พลังงานก่อกัมมันต์ หรือพลังงานกระตุ้น

เมื่อพิจารณาการชนกันของอนุภาคของ แก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สไอโอดีน พบว่าการชนกันแบบ ค. มีโอกาสที่จะเกิดปฏิกิริยาเคมีได้มากกว่าแบบอื่นเนื่องจากทิศทางในการชนกันของ

โมเลกุลทั้งสองมีความเหมาะสม การชนของอนุภาคของ แก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สไอโอดีนเกิดเป็นไฮโดรเจนไอโอไดด์สมการในข้อ ค.



คำชี้แจงจงพิจารณาข้อมูลจากแผนภาพของการสลายตัวของสาร $\text{A} \rightarrow \text{G}$ ซึ่งเป็นปฏิกิริยาแบบหลายขั้นตอนต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อที่ 5



5. จากแผนภาพข้างต้นปฏิกิริยาในขั้นตอนใดเกิดง่ายและเร็วที่สุด

ก. ปฏิกิริยา $\text{A} \rightarrow \text{C}$

ข. ปฏิกิริยา $\text{C} \rightarrow \text{E}$

ค. ปฏิกิริยา $\text{E} \rightarrow \text{G}$

ง. ปฏิกิริยา $\text{A} \rightarrow \text{G}$

คำตอบ.....

เหตุผล.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ ก.

เหตุผล พลังงานก่อกัมมันต์ คือ พลังงานจำนวนน้อยที่สุดที่เกิดจากการชนของอนุภาคของสารตั้งต้นแล้วทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี ปฏิกิริยาที่มีพลังงานก่อกัมมันต์ต่ำปฏิกิริยาจะเกิดง่ายหรือเร็วกว่าปฏิกิริยาที่มีพลังงานก่อกัมมันต์สูง

จากกราฟข้างต้นแสดงให้เห็นถึงปฏิกิริยาเคมีที่มีขั้นตอนหลายขั้น ปฏิกิริยาขั้นตอนย่อยแต่ละขั้นจะมีพลังงานก่อกัมมันต์ไม่เท่ากัน จากกราฟเป็นปฏิกิริยาที่มีขั้นตอนย่อยเกิดขึ้น 3 ขั้น จึงมีพลังงานก่อกัมมันต์ 3 ค่า

ดังนี้

ปฏิกิริยา A $\rightarrow$ C มีค่าพลังงานก่อกัมมันต์ คือ $E_{a1} = 40 \text{ kJ/mol}$

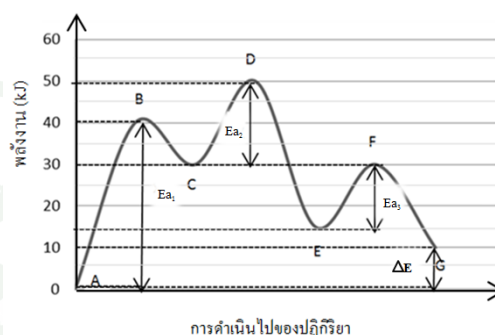
ปฏิกิริยา C $\rightarrow$ E มีค่าพลังงานก่อกัมมันต์ คือ $E_{a2} = 20 \text{ kJ/mol}$

ปฏิกิริยา E $\rightarrow$ G มีค่าพลังงานก่อกัมมันต์ คือ $E_{a3} = 15 \text{ kJ/mol}$

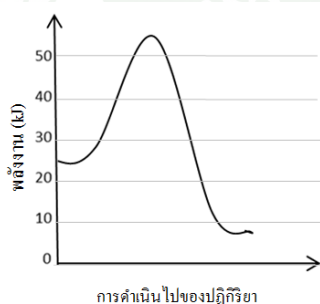
ปฏิกิริยา A $\rightarrow$ G เป็นพลังงานของปฏิกิริยา ΔE

ฉะนั้นขั้นตอนของปฏิกิริยา E $\rightarrow$ G จึงเป็นขั้นที่เกิดง่ายและเร็วที่สุด

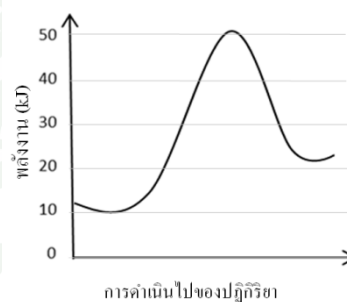
จงพิจารณากราฟของปฏิกิริยาต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อที่ 6-7



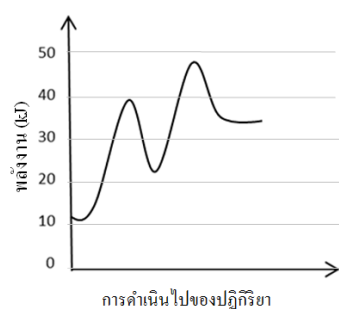
1.



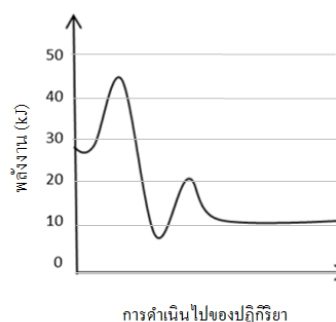
2.



3.



4.



6. จากกราฟที่กำหนดให้ นักเรียนสามารถจัดกลุ่ม

ปฏิกิริยาได้ก็กลุ่มอะไรบ้างเพราะเหตุใดนักเรียนจึงจัดกลุ่มเช่นนั้น

ก. 1 กลุ่ม

ข. 2 กลุ่ม

ค. 3 กลุ่ม

ง. 4 กลุ่ม

คำตอบ.....

เหตุผล.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ ข.

เหตุผล 2 กลุ่ม ซึ่งมีแนวตอบได้ 2 แนวตอบดังนี้

แนวตอบที่ 1 เกณฑ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่มคือพลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ทั้งนี้ในการเกิดปฏิกิริยาหนึ่งๆ จะต้องมีพลังงานเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเสมอ โดยพลังงานที่มาเกี่ยวข้องนั้นมีอยู่สองส่วน คือ

1. พลังงานที่ต้องใช้สลายเพื่อสลายพันธะเดิม ซึ่งต้องมีค่าน้อยเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์
2. พลังงานที่คายออกมาเมื่อมีการสร้างพันธะใหม่ ซึ่งจะมากหรือน้อยกว่าพลังงานที่ดูดเข้าไปขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาโดยปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นแล้วให้พลังงานความร้อนออกมา เรียกว่าปฏิกิริยาคายความร้อน(exothermic reaction) ส่วนปฏิกิริยาที่ดูดความร้อนจากสิ่งแวดล้อมเพื่อให้เกิดปฏิกิริยา เรียกว่า ปฏิกิริยาดูดความร้อน(endothermic reaction) แต่ในสมการเคมีสามารถเขียนได้หลายรูปแบบ ซึ่งถ้าพิจารณาจากกราฟการเกิดปฏิกิริยาจะต้องพิจารณาจากค่า ΔE คือค่าพลังงานรวมของปฏิกิริยาซึ่งจะมีได้ทั้งค่าบวกและลบ

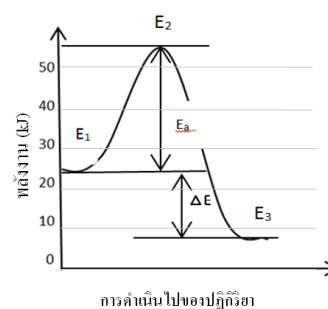
ถ้าสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมีพลังงานมากกว่าสารตั้งต้น($E_3 > E_1$) เราจึงเรียกปฏิกิริยาชนิดนี้ว่า ปฏิกิริยาดูดความร้อน (endothermic reaction) หาค่าพลังงานรวมได้จาก

$$E_3 - E_1 = + \Delta E$$

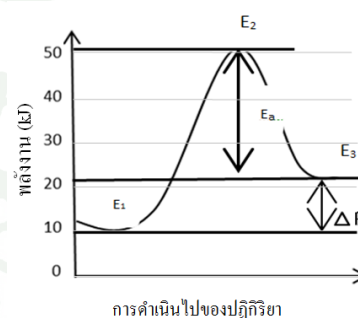
ถ้าสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมีพลังงานต่ำกว่าสารตั้งต้น($E_3 < E_1$) เราจึงเรียกปฏิกิริยาชนิดนี้ว่า ปฏิกิริยาคายความร้อน (exothermic reaction) หาค่าพลังงานรวมได้จาก

$$E_3 - E_1 = - \Delta E$$

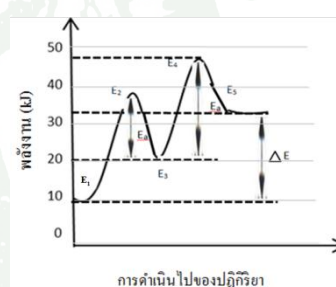
จากกราฟข้อที่ 1 เมื่อนำ $E_3 - E_1$ จะได้ ΔE เป็นลบ ฉะนั้นเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน (exothermic reaction)



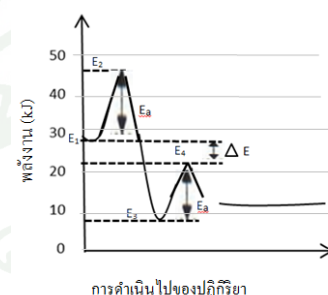
จากกราฟข้อที่ 2 เมื่อนำ $E_3 - E_1$ จะได้ ΔE เป็นบวก ฉะนั้นเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน (endothermic reaction)



จากกราฟข้อที่ 3 เป็นปฏิกิริยาที่มีหลายขั้นตอน แต่เมื่อนำ $E_5 - E_1$ จะได้ ΔE เป็นบวก ฉะนั้นเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน (endothermic reaction)



จากกราฟข้อที่ 4 เป็นปฏิกิริยาที่มีหลายขั้นตอน แต่เมื่อนำ $E_5 - E_1$ จะได้ ΔE เป็นลบ ฉะนั้นเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน (exothermic reaction)



แนวข้อที่ 2 ใช้กลไกในการเกิดปฏิกิริยาเป็นเกณฑ์ กลไกในการเกิดปฏิกิริยา หมายถึง ขั้นตอนต่างๆของการเกิดปฏิกิริยาปฏิกิริยาเคมีหนึ่งๆอาจจะมีขั้นตอนของการเกิดปฏิกิริยาเพียง 1 ขั้นตอนแต่ปฏิกิริยาบางชนิดอาจเกิดขึ้นหลายขั้นตอนแต่ละขั้นตอนเรียกว่าขั้นตอนย่อยของปฏิกิริยา ทุกๆขั้นตอนย่อยจะมีพลังงานก่อกัมมันต์หรือพลังงานกระตุ้นประจำขั้นและมีค่าต่างกัันขั้นตอนย่อยที่สำคัญที่สุดคือขั้นตอนที่เกิดช้าที่สุดซึ่งจะมีพลังงานก่อกัมมันต์มากที่สุดเรียกว่าขั้นกำหนดอัตรา

การเกิดปฏิกิริยาปฏิกิริยาขั้นตอนเดียว ได้แก่กราฟในข้อ 1 และข้อ2 ปฏิกิริยาหลายขั้นตอนได้แก่กราฟในข้อ 3 และข้อ4

7. จากกราฟที่กำหนดให้นักเรียนคิดว่ากราฟใดที่มีความสอดคล้องกับสมการ



เมื่อสมการที่กำหนดให้เป็นสมการ 1 ขั้นตอน

ก. กราฟที่ 1

ข. กราฟที่ 2

ค. กราฟที่ 3

ง. กราฟที่ 4

คำตอบ.....

เหตุผล.....

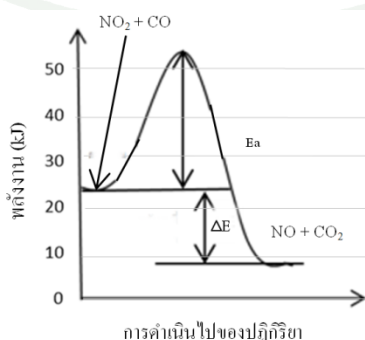
.....

ตอบ ก.

เหตุผล ในการเกิดปฏิกิริยาหนึ่งๆ จะต้องมีความพลังงานเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเสมอ โดยพลังงานที่เข้ามาเกี่ยวข้องนั้นมีอยู่สองส่วน คือ 1 พลังงานที่ต้องใช้สลายเพื่อสลายพันธะเดิม ซึ่งต้องมีค่าน้อยกว่าเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์

2. พลังงานที่คายออกมาเมื่อมีการสร้างพันธะใหม่ ซึ่งจะมากหรือน้อยกว่าพลังงานที่ดูดเข้าไปขึ้นอยู่กับปฏิกิริยา เมื่อพิจารณาถึงปฏิกิริยาระหว่างไนโตรเจนไดออกไซด์กับคาร์บอนมอนอกไซด์ ดังสมการ

$\text{NO}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \rightarrow \text{NO}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) + 234 \text{ KJ}$ จะเห็นว่าหลังจากเกิดปฏิกิริยาจะได้มีการปล่อยพลังงานออกมาค่าหนึ่ง จึงกล่าวได้ว่าปฏิกิริยาระหว่างไนโตรเจนไดออกไซด์กับคาร์บอนมอนอกไซด์ เป็นปฏิกิริยาประเภทคายความร้อน เมื่อเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาได้ดังนี้



จะเห็นว่าก่อนการเกิดปฏิกิริยาสารตั้งต้นทั้งสองมีพลังงานค่าหนึ่ง เมื่อสารทั้งสองผสมกันและเกิดการชนกันจะมีการถ่ายเทพลังงานซึ่งกันและกันและได้รับพลังงานจากสิ่งแวดล้อมจนมีพลังงานมากพอและมีค่าเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์ และจะมีการสลายพันธะเดิมและสร้างพันธะใหม่ได้เป็นผลิตภัณฑ์

จงพิจารณาภาพต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อที่ 8



การสังเคราะห์แสง



การหายใจ



การเผาไหม้ป่า

8. จากรูปภาพของปฏิกิริยาในชีวิตประจำวันที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาประเภทใดบ้าง เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

	การสังเคราะห์แสง	การหายใจ	การเผาไหม้ป่า
ก	ดูดความร้อน	ดูดความร้อน	ดูดความร้อน
ข	คายความร้อน	ดูดความร้อน	คายความร้อน
ค	ดูดความร้อน	คายความร้อน	คายความร้อน
ง	คายความร้อน	คายความร้อน	คายความร้อน

คำตอบ.....

เหตุผล.....

.....

.....

.....

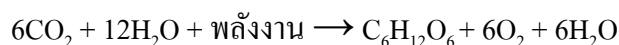
.....

.....

ตอบ ก

เหตุผล ภาพที่ 1 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) เป็นการสร้างอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรตของพืชสีเขียวจากน้ำและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยอาศัยคลอโรฟิลล์และ

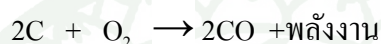
พลังงานแสงเป็นตัวอย่างสำคัญจึงจัดเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงประกอบด้วยปฏิกิริยาเคมีต่างๆ สรุปเป็นสมการได้ดังนี้



ภาพที่ 2 การหายใจระดับเซลล์ คือการสลายสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงานออกมา จึงจัดเป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน หรือคายความร้อนดังสมการ



ภาพที่3การเผาไหม้ของต้นไม้จะก่อให้เกิดพลังงานขึ้น การเผาไหม้เป็นปฏิกิริยาการรวมตัวกันของเชื้อเพลิงกับออกซิเจนอย่างรวดเร็ว พร้อมกับเกิดการลุกไหม้และการคายความร้อน โดยปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นแล้วให้พลังงานความร้อนออกมา เรียกว่าปฏิกิริยาคายความร้อน



9. ปฏิกิริยาในข้อใดเกิดได้เร็วที่สุดและช้าที่สุด ตามลำดับ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

สมการ	เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา (วินาที)	ความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ (โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร)
ก. $\text{A} (\text{s}) + \text{B} (\text{aq}) \rightarrow \text{C} (\text{aq})$	5	0.75
ข. $\text{X} (\text{g}) + \text{Y} (\text{g}) \rightarrow \text{Z} (\text{g})$	2	0.62
ค. $\text{A} (\text{g}) + \text{C} (\text{g}) \rightarrow \text{D} (\text{g})$	3	0.55
ง. $\text{M} (\text{g}) + \text{N} (\text{g}) \rightarrow \text{O} (\text{g})$	4	0.99

คำตอบ.....

เหตุผล.....

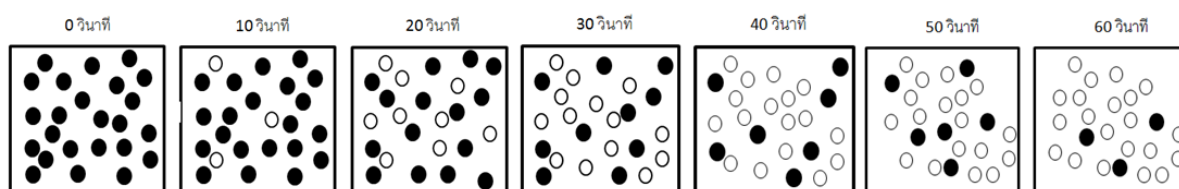
.....

.....

ตอบ ปฏิกิริยาที่เกิดเร็วที่สุดคือ ข. และปฏิกิริยาที่เกิดช้าที่สุด คือ ก.

เหตุผล อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเป็นสิ่งที่บ่งบอกว่าปฏิกิริยานั้นเกิดขึ้นได้เร็วหรือช้า การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถวัดจากอัตราการลดลงของสารตั้งต้นหรืออัตราการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ หากนำปริมาณสารตั้งต้นที่เกิดขึ้นมาหารด้วยเวลาที่ใช้ก็จะทำให้ทราบถึงอัตราที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งจะพบว่า สมการ ข. $\text{X} (\text{g}) + \text{Y} (\text{g}) \rightarrow \text{Z} (\text{g})$ มีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วที่สุดเท่ากับ 0.32 และสมการ ก. $\text{A} (\text{s}) + \text{B} (\text{aq}) \rightarrow \text{C} (\text{aq})$ มีอัตราการเกิดปฏิกิริยาช้าที่สุดเท่ากับ 0.15

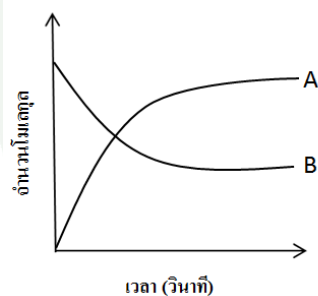
จงพิจารณารูปภาพแสดงการดำเนินไปของปฏิกิริยา $A(g) \rightarrow B(g)$ ในแต่ละช่วงเวลาแล้วตอบคำถามข้อที่ 10



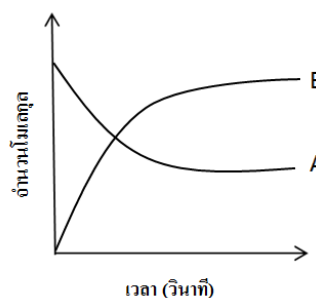
กำหนดให้ ● สีเข้ม แทน โมเลกุลของสาร A ○ สีขาว แทน โมเลกุลของสาร B

10. กราฟในข้อใดแสดงอัตราการเกิดปฏิกิริยา $A(g) \rightarrow B(g)$ ที่สัมพันธ์รูปภาพข้างต้น เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

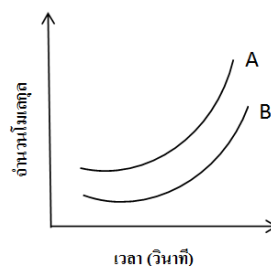
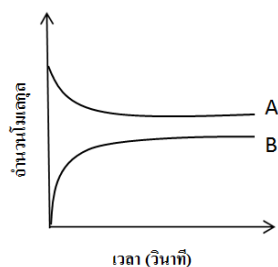
ก.



ข.



ค.ง.

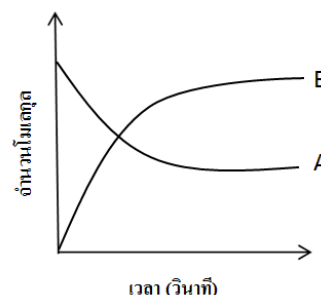


คำตอบ.....
 เหตุผล.....

ตอบ ข.

เหตุผล อัตราการเกิดปฏิกิริยา หมายถึงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตั้งต้น หรือสารผลิตภัณฑ์ต่อหน่วยเวลา ในระหว่างที่ปฏิกิริยาดำเนินไปนั้นสารเริ่มต้นถูกใช้ไป ในขณะที่สารผลิตภัณฑ์จะเกิดขึ้น ดังนั้น

เราสามารถติดตามการดำเนินไปของปฏิกิริยาได้จากการตรวจวัดการลดลงของความเข้มข้นของสารตั้งต้นหรือการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ จากภาพจะเห็นว่าเมื่อเริ่มต้นจะมีเฉพาะโมเลกุลของ A (● สีเข้ม) ขึ้นเท่านั้น เมื่อเวลาผ่านไปจะเกิดเป็นโมเลกุลของ B (○ สีขาว) เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อนำมาแสดงในรูปของกราฟจึงได้กราฟข้อ ข.



11. จากการทดลองนำชิ้นสังกะสี Zn (s) มาทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรเจนซัลเฟต $\text{H}_2\text{SO}_4\text{(aq)}$ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ ดังสมการ $\text{Zn (s)} + \text{H}_2\text{SO}_4\text{(aq)} \rightarrow \text{ZnSO}_4\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$ อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นเมื่อใด

1. เพิ่มความเข้มข้นของซิงค์ซัลเฟต
2. บดสังกะสีให้มีขนาดเล็กกลหรือเป็นผง
3. เพิ่มอุณหภูมิเพื่อให้สารตั้งต้นขยายตัวมีพื้นที่ผิวเพิ่มขึ้น
4. เพิ่มอุณหภูมิเพื่อให้โมเลกุลมีพลังงานจลน์สูงเพิ่มมากขึ้น

ข้อใดถูกต้อง เหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

ก. 1 และ 2

ข. 2 และ 4

ค. 3 และ 4

ง. 1, 2, 3, และ 4

คำตอบ.....

เหตุผล.....

.....

ตอบ ข.

เหตุผลการเพิ่มอัตราเร็วของปฏิกิริยาในสมการข้างต้นทำได้โดยบดสังกะสีให้มีขนาดเล็กกลหรือเป็นผงเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวให้กับสารตั้งต้นทำให้สารมีโอกาสชนได้ดีกว่า และเพิ่มอุณหภูมิเพื่อให้โมเลกุลมีพลังงานจลน์สูงเพิ่มมากขึ้น

12. ปฏิกิริยา $\text{A(s)} + \text{B(aq)} \rightarrow \text{C(aq)} + \text{D(aq)} + 540 \text{ kJ}$ อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นเมื่อใด

- ก. ลดขนาดของ A เพิ่มความเข้มข้นของ B ลดอุณหภูมิ
- ข. ลดปริมาณของ D เพิ่มความเข้มข้นของ B ลดอุณหภูมิ
- ค. เพิ่มขนาดของ A ลดความดัน เพิ่มอุณหภูมิ
- ง. ลดขนาดของ A เติมตัวเร่งปฏิกิริยา เพิ่มอุณหภูมิ

ตอบ ง.

เหตุผล อัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังนี้ ความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ และ ตัวเร่งปฏิกิริยา

การลดขนาดของ A เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น เพราะการลดขนาดของสารเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวเท่ากับเป็นการเพิ่มโอกาสให้อนุภาคของสารตั้งต้นเกิดการชนกันเพื่อเกิดปฏิกิริยา

การเพิ่มความเข้มข้นของ B ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น เพราะ การเพิ่มอนุภาคของสารที่เข้าทำปฏิกิริยา เมื่อมีอนุภาคของสารมากขึ้น โอกาสที่จะชนกันแล้วเกิดปฏิกิริยาก็จะมีมากขึ้นตามไปด้วย

การเติมตัวเร่งทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น เพราะตัวเร่งปฏิกิริยาจะช่วยลดพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา

การเพิ่มอุณหภูมิจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น เพราะเมื่อเพิ่มอุณหภูมิหรือให้ความร้อนแก่สารในปฏิกิริยา อนุภาคจะมีพลังงานจลน์เพิ่มขึ้น จะเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น ชนกันมากขึ้น โอกาสที่จะชนกันแล้วเกิดปฏิกิริยาก็จะมีมากขึ้น

13 การทดลองในข้อใดมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงที่สุดที่อุณหภูมิเดียวกัน

- ก. ใส่สังกะสีผงละเอียด หน้า 1 กรัม ลงในกรด HCl 0.1 mol/dm^3
- ข. ใส่ลวดสังกะสี 1 เส้น หน้า 1 กรัม ลงในกรด HCl 0.1 mol/dm^3
- ค. ใส่แผ่นสังกะสี 1 ชิ้น หน้า 1 กรัม ลงในกรด HCl 0.2 mol/dm^3
- ง. ใส่ก้อนสังกะสีหน้า 1 กรัม ลงในกรด HCl 0.2 mol/dm^3

คำตอบ.....

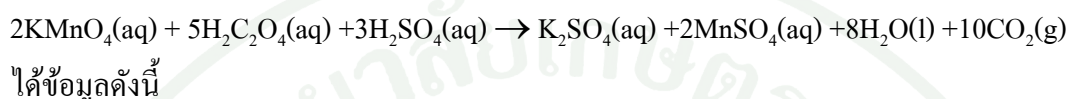
เหตุผล.....

ตอบ ก.

เหตุผล การทดลองที่อุณหภูมิเดียวกันปัจจัยที่จะส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา คือ พื้นที่ผิวสัมผัส หากใส่สังกะสีผงละเอียดจะเป็นการเพิ่มโอกาสให้อนุภาคของสารตั้งต้นเกิดการชนกันเพื่อเกิดปฏิกิริยาได้ดีกว่าแบบแผ่นและความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกหากกรดไฮโดรคลอริกมี

ความเข้มข้นมากเท่ากับเป็นการเพิ่มอนุภาคของสารที่เข้าทำปฏิกิริยา เมื่อมีอนุภาคของสารมากขึ้น โอกาสที่จะชนกันแล้วเกิดปฏิกิริยาก็จะมีมากขึ้นตามไปด้วย

14. จากการทดลองปฏิกิริยาระหว่างกรดออกซาลิก ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) และ โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (KMnO_4) โดยทำการทดลอง 4 ครั้งทำการทดลองกำหนดให้ใช้สาร ในปริมาตรที่เท่ากัน เกิดปฏิกิริยา ดังสมการ



การทดลองที่	ความเข้มข้นของ $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (mol/dm^3)	ความเข้มข้นของ KMnO_4 (mol/dm^3)	อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)
1	0.05	0.05	30
2	0.10	0.10	30
3	0.10	0.10	40
4	0.10	0.20	40

ข้อใดถูกต้องเพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

- ก.การทดลองที่ 1 มีอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้เท่ากับการทดลองที่ 2
- ข.การทดลองที่ 2 มีอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้เท่ากับการทดลองที่ 3
- ค. การทดลองที่ 2 มีอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าการทดลองที่ 4
- ง.การทดลองที่ 4มีอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าการทดลองที่ 3

คำตอบ.....

เหตุผล.....
.....
.....

ตอบ ง.

เหตุผลจากข้อมูลการเกิดปฏิกิริยาระหว่างกรดออกซาลิก ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) และ โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (KMnO_4) ข้างต้น กำหนดให้สารในปริมาตรที่เท่ากันทำการทดลอง แต่มีความเข้มข้นและอุณหภูมิที่แตกต่างกัน

ก. ผิด เพราะ อุณหภูมิที่ใช้ในการทดลองเท่ากัน แต่ความเข้มข้นของสารตั้งต้นในการทดลองที่ 2 มีความเข้มข้นมากกว่าการทดลองที่ 1 จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาในการทดลองที่ 2 เร็วกว่า

ข. ผิด เพราะ ความเข้มข้นของสารตั้งต้นทั้งการทดลองที่ 2 เท่ากับการทดลองที่ 3 แต่อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาในการทดลองที่ 2 น้อยกว่าการทดลองที่ 3 จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาในการทดลองที่ 2 เกิดปฏิกิริยาได้ช้ากว่าการทดลองที่ 3

ค. ผิด เพราะ เมื่อพิจารณาจากความเข้มข้นของสารตั้งต้นและอุณหภูมิที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาการเกิดปฏิกิริยาในการทดลองที่ 2 เกิดปฏิกิริยาได้ช้ากว่าการทดลองที่ 4

ง. ถูก เพราะ ในอุณหภูมิที่เท่ากัน การเกิดปฏิกิริยาจะเกิดได้เร็ว เมื่อสารมีความเข้มข้นมากกว่า

15. นำองุ่นวางไว้บนโต๊ะ 5 วัน จนองุ่นเน่า ถ้านักเรียนต้องการควบคุมปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียขององุ่น ควรควบคุมปัจจัยชนิดใด เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

ก. อุณหภูมิ ข. ความเข้มข้น ค. พื้นที่ผิว ง. ตัวเร่งปฏิกิริยา

คำตอบ.....

เหตุผล.....

.....

.....

.....

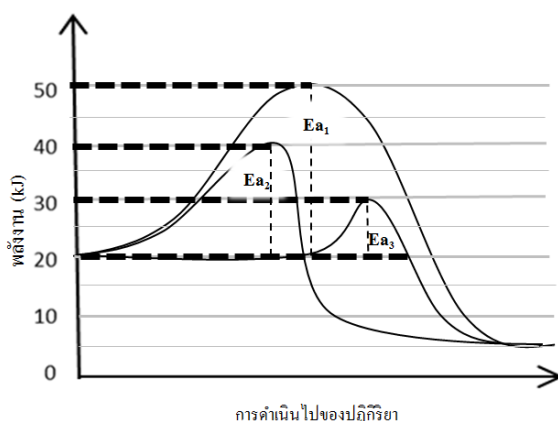
.....

.....

ตอบ ก. อุณหภูมิ

เหตุผลการเน่าเสียของผลไม้เน่านี้เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์จำพวก Mesophile จุลินทรีย์ดังกล่าวจะทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงลักษณะคุณภาพของอาหาร โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมของจุลินทรีย์จำพวกนี้อยู่ระหว่าง 20 - 40 องศาเซลเซียส หากต้องการป้องกัน ชะลอการทำงานของจุลินทรีย์ที่เป็นต้นเหตุการเน่าเสียของอาหารจึงต้องควบคุมปัจจัยทางด้านอุณหภูมิ

16. กราฟแสดง ปฏิกิริยาสลายตัวของ A ไปเป็น B โดยมี M เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาดังสมการ $A \xrightarrow{M} B$ จากกราฟแสดงระดับพลังงานก่อนกัมมันต์ ระดับพลังงานใดบ้างที่บ่งบอกว่ามีตัวเร่งปฏิกิริยา



- ก. E_3 เท่านั้น
 ข. E_1 และ E_2
 ค. E_2 และ E_3
 ง. E_1 , E_2 และ E_3

ตอบค.

เหตุผล ปฏิกิริยาสลายตัวของ A ไปเป็น B โดยมี M เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา $A \xrightarrow{M} B$ M มีส่วนร่วมในปฏิกิริยาโดยตรงทำให้ปฏิกิริยาดำเนินไปตามเส้นทางใหม่ มีหลายขั้นตอนย่อย และแต่ละขั้นตอนมีพลังงานกระตุ้นต่ำกว่าเดิมตัวอย่างกลไกของปฏิกิริยาเปรียบเทียบกับกรณีไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งเกิดเพียงขั้นตอนเดียว และมีพลังงานกระตุ้นสูง

รูปการเปลี่ยนแปลงพลังงานเมื่อเติมตัวเร่งปฏิกิริยา

E_1 = พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา เมื่อไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา

E_2 = พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา เมื่อมีตัวเร่งปฏิกิริยาของขั้นแรก

E_3 = พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา เมื่อมีตัวเร่งปฏิกิริยาของขั้นที่สอง

จากกราฟจะเห็นได้ว่า $E_2 > E_3$ เนื่องจากขั้นแรกของปฏิกิริยาที่มีตัวเร่งปฏิกิริยาเกิดช้ากว่าขั้นที่ 2 พลังงานก่อกัมมันต์จึงสูงกว่า

17. สถานการณ์ใดต่อไปนี้ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม(เลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) พร้อมแสดง

เหตุผลในการตอบ

- ก. ปฏิกิริยาการเผาไหม้ของรถยนต์บนท้องถนน
 ข. การผลิตกระแสไฟฟ้าจากถ่านหิน
 ค. การเผาไหม้ของแก๊สชีวภาพ
 ง. การสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

คำตอบ.....

เหตุผล.....

.....

ตอบก. ข. และ ค.

เหตุผล สถานการณ์ที่ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมได้แก่

ข้อก.จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ของรถยนต์บนท้องถนนจะทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ดังสมการ



ข้อ ข. การผลิตกระแสไฟฟ้าจากถ่านหินก่อให้เกิดแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เป็นแก๊สที่ก่อให้เกิดฝนกรดแก๊สชนิดนี้จะทำปฏิกิริยากับน้ำ (H_2O) และสารเคมีอื่น ๆ ในชั้นบรรยากาศเพื่อก่อให้เกิดกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) และสารมลพิษอื่น ๆ

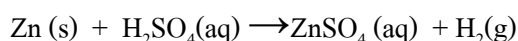
ข้อค.การเผาไหม้ของแก๊สชีวเวทนดังสมการ $2\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g}) + 13\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 18\text{CO}_2(\text{g}) + 10\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{พลังงาน}$ ก็เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เช่นกันทั้งแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากปฏิกิริยาการเผาไหม้เป็นอันตรายต่อระบบหายใจอาจทำให้เสียชีวิตได้

ข้อ ง. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เป็นสารฟอกสีผสมและฆ่าเชื้อโรคเมื่อสลายตัวจะให้แก๊สออกซิเจนกับน้ำ ดังสมการ $2\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$ ผลของปฏิกิริยาไม่ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม

ให้นักเรียนอ่านกรณีศึกษา เรื่อง ผลกระทบต่อฝนกรด แล้วตอบคำถามข้อที่ 18-19

ผลกระทบของฝนกรด

เป็นที่ทราบกันดีว่าฝนกรดก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ต่อสภาพแวดล้อมมากมายเนื่องจากฝนกรดสามารถทำปฏิกิริยากับสารได้หลายชนิด เช่นทำปฏิกิริยากับหลังคาที่มุงด้วยสังกะสี ดังสมการ



ในแถบชุมชนที่อยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรมเป็นชุมชนที่ได้รับผลกระทบอันเนื่องจากฝนกรดเนื่องจากชาวบ้านยังใช้สังกะสีในการมุงหลังคาบ้าน ทางสำนักสิ่งแวดล้อมได้ตรวจวัดความเข้มข้นของน้ำฝนในชุมชนในปี 2552 – 2555 ได้ผลดังตาราง

ปี พ.ศ.	ความเข้มข้นของ H_2SO_4 (M)
2552	0.05
2553	1.13
2554	2.50
2555	1.84

ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 18-19

ก. ความเข้มข้น

ข. อุณหภูมิ

ค. พื้นที่ผิว

ง. ตัวเร่งปฏิกิริยา

จ. ตัวหน่วงปฏิกิริยา

18. นักเรียนคิดว่าปัจจัยอะไรบ้างที่มีผลต่อการสุกของหลังคาสังกะสี

คำตอบ.....

เหตุผล.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ ก.

เหตุผล อัตราการกัดกร่อนของหลังคาสังกะสีในปี พ.ศ. 2554 > พ.ศ. 2555 > พ.ศ. 2553 > พ.ศ. 2552 เนื่องจากความเข้มข้นของสารมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ ถ้าความเข้มข้นของ H_2SO_4 มากก็จะทำให้มีอัตราการเกิดปฏิกิริยาสูง แต่ถ้าความเข้มข้นของ H_2SO_4 น้อยอัตราการเกิดปฏิกิริยา ก็จะต่ำ

19. นักเรียนคิดว่าจะมีปัจจัยใดบ้างที่ป้องกันการสุกของหลังคาสังกะสี

คำตอบ.....

เหตุผล.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ จ.

เหตุผล ปัจจัยใดบ้างที่ป้องกันการสุกของหลังคาสังกะสีคือ การเติมตัวหน่วงปฏิกิริยา เช่น การเคลือบผิวของโลหะด้วยน้ำมัน ทาสี หรือเคลือบด้วยพลาสติก เพื่อป้องกันไม่ให้ผิวของโลหะสัมผัสกับน้ำและแก๊สออกซิเจน เป็นวิธีที่สะดวกและให้ผลดีในการป้องกันการเกิดสนิม หรือ การชุบด้วยโลหะ เป็นการเคลือบผิวของโลหะไม่ให้สัมผัสกับน้ำและแก๊สออกซิเจน โดยใช้หลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ เช่น การชุบโลหะ นิกเกิล ทองแดง ดีบุก เงิน โครเมียม หรืออาจใช้วิธีจุ่มโลหะที่ต้องการชุบลงในโลหะที่หลอมเหลว เช่น การชุบแผ่นเหล็กในสังกะสีที่หลอมเหลว เพื่อทำสังกะสีมุงหลังคาบ้าน

20. หากนำขวดบรรจุไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์(H_2O_2)จำนวน 3 ขวด (ที่มีปริมาตรเท่ากัน) ไปเก็บไว้ตามสถานที่ต่างๆ ดังตารางต่อไปนี้

ขวดที่	สถานที่เก็บ
1	ตู้ควบคุมความเย็น
2	บนโต๊ะข้างหน้าต่างที่แสงแดดส่องถึง
3	บนโต๊ะในห้องที่อุณหภูมิปกติ

ข้อใดถูกต้อง เหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

- ก. อัตราการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในขวดที่ 1, 2 และ 3 เท่ากัน
- ข. อัตราการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในขวดที่ 1 มากกว่า 2
- ค. อัตราการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในขวดที่ 2 มากกว่า 3
- ง. อัตราการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในขวดที่ 1 และ 3 เท่ากัน

คำตอบ.....

เหตุผล.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ ค.

เหตุผล ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่วางบนโต๊ะข้างหน้าต่างที่แสงแดดส่องถึงจะเกิดการสลายตัวได้ดีที่สุด รองมาคือในห้องที่อุณหภูมิปกติและตู้ควบคุมความเย็นตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิหรือความร้อนสูง (จากแสงแดด) จะทำให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เกิดการสลายตัวเร็วขึ้น และอุณหภูมิหรือความเย็นต่ำ (ตู้ควบคุมความเย็น) จะทำให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เกิดการสลายตัวช้า



แผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

มัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีการชนและพลังงานก่อกัมมันต์

วิชา เคมีพื้นฐาน เวลาเรียน 50 นาที

ผู้สอน นางสาวกรณภัตสรณ์ จำชัยภูมิ

โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 3.2 : เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2. ตัวชี้วัด

ว 3.2 ม. 4-6/1 ทดลอง อธิบาย และเขียนสมการของปฏิกิริยาเคมีทั่วไปที่พบในชีวิตประจำวัน รวมทั้งอธิบายผลของสารเคมีที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ว 8.1 ม. 4-6/9 นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายทฤษฎีการชนกันและพลังงานก่อกัมมันต์

2. นำความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีการชนกันและพลังงานก่อกัมมันต์ไปใช้ในสถานการณ์ที่กำหนดได้

2. ด้านทักษะ / กระบวนการ (P)

1. นักเรียนสามารถการตีความหมายจากข้อมูลและลงข้อสรุปจากการชมการทดลองเสมือนจริงได้

3. ด้านเจตคติ (A)

1. นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้

2. มีความรับผิดชอบ มุ่งมั่นในการทำงาน

3. ใจกว้างและร่วมแสดงความคิดเห็น รับฟังความคิดเห็นผู้อื่น

4. แนวความคิดหลักทฤษฎีการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ทฤษฎีที่ใช้อธิบายปฏิกิริยาเคมี คือ

ทฤษฎีการชน (The Collision Theory) ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ ก็ต่อเมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นต้องมาปะทะกันหรือมาชนกัน ในการชนกันของสารเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมีนั้นจะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญสองอย่าง คือ 1. ทิศทางของการชน และ 2. พลังงานของการชน ซึ่งพลังงานในที่นี้ก็คือ พลังงานก่อกัมมันต์ (activation energy: E_a) คือ พลังงานจำนวนน้อยที่สุดที่เกิดจากการชนของอนุภาคของสารตั้งต้นแล้วทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี ใช้หน่วยเป็น kJ/mol หรือ kcal/mol

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. กำหนดสถานการณ์

- ครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปรายในเรื่องเกี่ยวกับ ความรักของชายและหญิง ดังนี้
 1. นักเรียนคิดว่าคนที่ผู้ชายและผู้หญิงจะชอบพอกับกัน รักกันได้ จะต้องเกิดอะไรขึ้นก่อนอันดับแรก
(แนวตอบ ผู้ชายและผู้หญิงจะต้องเจอหน้ากัน มีการพบปะพูดคุยกัน)
 2. การที่ผู้ชายและผู้หญิงเจอหน้ากัน มีการพูดคุยกัน จำเป็นต้องเป็นคู่รักกันทุกคนหรือไม่ เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น
(แนวตอบ ไม่จำเป็น เพราะการที่ผู้ชายและผู้หญิงจะรักกันจะต้องมีการพูดคุยกันถุกคอ มีความชื่นชอบ อยู่ด้วยกันแล้วมีความสุข)
- ครูกล่าวว่า “ การชอบพอกับกันระหว่างคู่รักกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีนั้นมีความคล้ายคลึงกัน” โดยครูชวนนักเรียนชมวิดีโอการ์ตูน เรื่อง How to speed up chemical reactions (and get a date) จากเว็บไซต์

<http://www.youtube.com/watch?v=OttRV5ykP7A> ใช้คำถามนำเข้าสู่บทเรียน ดังนี้

1. วิดีโอที่นักเรียนได้ชม เป็นเรื่องเกี่ยวกับอะไร

(แนวตอบ นักวิทยาศาสตร์ ชื่อ เสมิสกำลังทดลองเรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี เสมิสก็ได้ขึ้นย้อนกลับไปถึงวัยเรียนมัธยม ในวันหนึ่งถึงเวลาเข้าเรียนแล้วและเสมิสกำลังจะเข้าเรียนสาย เช่นเดียวกับฮารอต ทั้งคู่จึงออกวิ่งและชนกันอย่างแรงจนล้มลง หนังสือที่ถือมาตกกระจาย ฮารอต : ฉันขอโทษ ฉันจะช่วยเหลือเก็บหนังสือนะ ฮารอตผู้มีจิตใจดีจึงช่วยเสมิสเก็บหนังสือ ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมาทั้งคู่ก็ได้ไปงานแต่งงานด้วยกัน เป็นคู่รักกันตลอดมา

2. หากเปรียบเทียบการกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับการชอบพอกบหากันระหว่างคู่รักในวิดีโอกล่าวว่อย่างไร

(แนวตอบ ชายและหญิง เปรียบเหมือนอนุภาคของสาร ที่เคลื่อนที่มาชนกัน)

3. ถ้าทั้งคู่ชนกันเบาๆ หนังสือไม่ตกจากมือของเฮมมิส นักเรียนคิดว่าทั้งคู่จะได้เป็นคู่รักกันหรือไม่

(แนวตอบ ไม่ เพราะ ฮารอตจะไม่มีโอกาสได้แสดงออกว่าเป็นคนใจดีให้เฮมมิสเห็น เฮมมิสก็จะไม่ชอบ)

4. นักเรียนคิดว่าในวิดีโอการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร เหมือนกับการที่ชาย หญิง เป็นคู่รักกันอย่างไร

(แนวตอบ การที่ชายหญิง เปรียบเหมือนอนุภาคของสาร เมื่อมีการชนกันด้วยแรงที่มากพอก็จะทำให้เกิดสารใหม่ได้)

นักเรียนจะได้ศึกษาการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากกิจกรรมต่อไปนี้

2. ขั้นลงมือปฏิบัติงาน

- ครูให้นักเรียนดูการทดลองเสมือนจริง เรื่อง Reactions & Rates โดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายก่อนการทดลองดังนี้

1. ในการทดลองเสมือนจริงครั้งนี้เป็นการทดลองเกี่ยวกับเรื่องใด

(แนวตอบ ทฤษฎีการชนและพลังงานก่อกัมมันต์)

2. การทดลองเสมือนจริงในครั้งนี้นักเรียนต้องสังเกตอะไรบ้าง

(แนวตอบ การชนกันของอนุภาคสาร และกราฟแสดงระดับพลังงานในการทดลอง)

นักเรียนสังเกตสิ่งที่ได้พบแล้วตอบคำถามลงในใบกิจกรรม เรื่อง ทฤษฎีการชน

3. ขั้นนำเสนอข้อค้นพบที่ได้

- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอสิ่งที่ค้นพบ ซึ่งควรได้ข้อสรุปดังนี้

1. จากการทดลองเป็นปฏิกิริยาของอะไร และสารตั้งต้นที่ใช้มีอะไรบ้าง อย่างละกี่โมเลกุล จงวาดภาพประกอบ

(แนวตอบ เป็นปฏิกิริยาระหว่าง สาร A แทนด้วย  จำนวน 4

โมเลกุล

สาร BC แทนด้วย



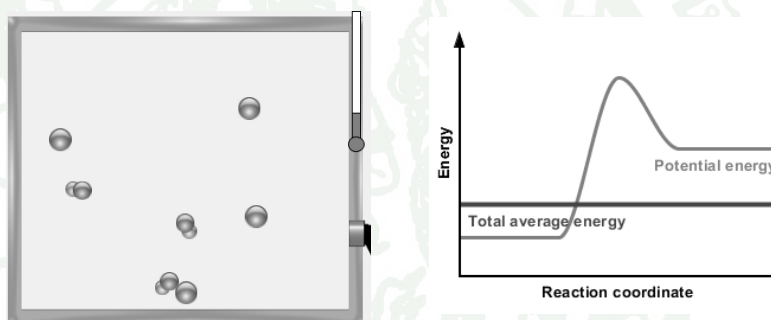
จำนวน 3 โมเลกุล

เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

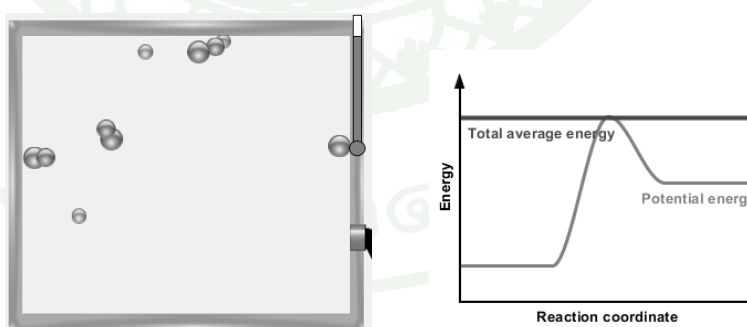


2. เมื่อเริ่มต้นเติมสารตั้งต้นในระบบมีลักษณะอย่างไรและเส้นกราฟแสดงระดับพลังงานเป็นอย่างไร (วาดภาพประกอบ)

(แนวตอบ โมเลกุลเคลื่อนที่ไปมาในระบบเกิดการชนกันของสาร A กับสาร A และสาร A กับสาร BC แต่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของโมเลกุล)



3. เมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ระบบจนถึงจุดสูงสุดของกราฟ เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร วาดภาพประกอบ



(แนวตอบ โมเลกุลของสารเคลื่อนที่ชนกันแรงขึ้นจนทำให้เกิดสารใหม่)

4. การชนกันของอนุภาคสารทุกครั้งเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ นักเรียนคิดว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

(แนวตอบ ไม่ จากการทดลองพบว่า การชนกันของอนุภาค ไม่สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาทุกครั้ง มีเพียงบางครั้งเท่านั้นที่มีปฏิกิริยาเกิดขึ้น)

5. จากการทดลองที่นักเรียนได้ดูข้างต้นสรุปได้ว่าปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้จะต้องอาศัยปัจจัยใดบ้าง

(แนวตอบ 1. อนุภาคของสารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสม 2. พลังงานของการชนต้องมากพอ)

6. ทำไมอนุภาคของสารจึงเคลื่อนที่ได้

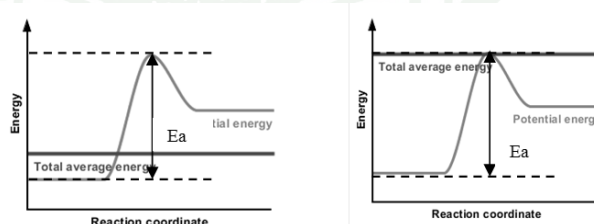
(แนวตอบ อนุภาคของสารมีพลังงานจลน์ทำให้เคลื่อนที่)

7. นักเรียนคิดว่าอุณหภูมิที่เพิ่มให้แก่ระบบมีส่วนช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(แนวตอบ เป็นการเพิ่มพลังงานจลน์ ช่วยให้อนุภาคสารเคลื่อนที่ชนกันเร็วและแรงขึ้นทำให้เกิดสารใหม่ได้)

1. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมในเรื่อง พลังงานก่อกัมมันต์ (activation energy, E_a) พลังงานต่ำที่สุดที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้ พลังงานก่อกัมมันต์เป็นค่าที่คำนวณจากผลการทดลองซึ่งในแต่ละปฏิกิริยาจะมีค่า พลังงานก่อกัมมันต์ไม่เท่ากันโดยปกติโมเลกุลที่มีพลังงานเท่ากับหรือมากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์มีจำนวนน้อยมาก ใช้หน่วยเป็น kJ/mol หรือ kcal/mol)

2. ครูให้นักเรียนสังเกตระดับพลังงานของกราฟที่ได้จากการทดลอง แล้วระบุตำแหน่งของพลังงานก่อกัมมันต์ในการทดลอง



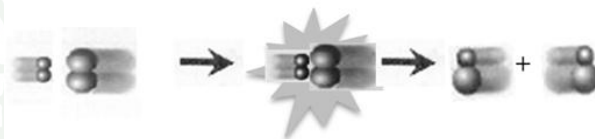
3. นักเรียนสามารถคำนวณหาค่าพลังงานก่อกัมมันต์ในการเกิดปฏิกิริยาได้หรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ ได้ โดยการนำค่าพลังงานเริ่มต้น – พลังงานต่ำสุดที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา)

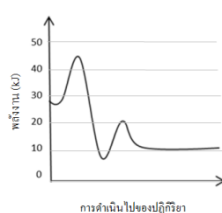
4. ขั้นตอนการประยุกต์ใช้

ครูให้นักเรียนดูวิดีโอ การเกิดปฏิกิริยาของ H_2 และ I_2 แล้วตอบคำถามในใบงาน ดังนี้

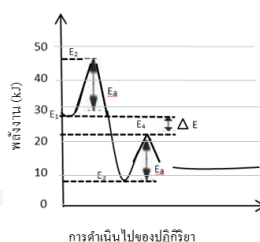
1. จากการชนกันในลักษณะที่ 1 นักเรียนคิดว่าจะเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ เหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น (นาที่ที่ 1-23) (แนวตอบ ไม่เกิดปฏิกิริยา เพราะ ในการชนกันของโมเลกุลมีทิศทางที่ไม่เหมาะสม)
2. การชนกันในลักษณะที่ 2 นักเรียนคิดว่าจะเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ เหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น (นาที่ที่ 0.55-1.05) (แนวตอบ ไม่เกิดปฏิกิริยา เพราะ ในการที่โมเลกุลชนกันจนเกิดสารใหม่นั้นจะต้องใช้พลังงาน หากพลังงานที่ใช้ไม่เพียงพอ ก็จะไม่เกิดปฏิกิริยาเคมี)
3. พลังงานต่ำสุดที่โมเลกุลใช้ในการชนกันเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมี คือพลังงานอะไร (แนวตอบ พลังงานก่อกัมมันต์)
4. การชนกันในลักษณะที่ 3 นักเรียนคิดว่าจะเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ เหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น (นาที่ที่ 3.26-3.36) (แนวตอบ ไม่เกิดปฏิกิริยา เพราะ ในการชนกันของโมเลกุลมีทิศทางที่ไม่เหมาะสม)
5. การชนกันในลักษณะที่ 4 เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (นาที่ที่ 2.04 – 3.20) (วาดภาพประกอบการอธิบาย) (แนวตอบ



6. การชนกันของสารเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมี จะต้องอาศัยสิ่งใดบ้าง (แนวตอบ ต้องประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญสองอย่าง คือ 1.ทิศทางของการชน และ 2. พลังงานของการชน ซึ่งพลังงานในที่นี้ก็คือ พลังงานก่อกัมมันต์ (activation energy: E_a)
- ครูให้นักเรียนดูกราฟแล้วถามคำถามดังนี้



1. จากกราฟการเกิดปฏิกิริยา จงวาดภาพหาค่าพลังงานก่อกัมมันต์ (E_a)



2. ค่าพลังงานก่อกัมมันต์ในการเกิดปฏิกิริยาของทั้งสองขั้นตอนมีค่าเท่าใด

$$\begin{array}{llll}
 \text{(แนวตอบ)} & E_{a1} & = & E_2 - E_1 & E_{a2} & = & E_4 - E_3 \\
 & & & = 45 - 28 & & & = 20 - 8 \\
 & & & = 17 \text{ kJ} & & & = 12 \text{ kJ}
 \end{array}$$

3. ขั้นตอนใดของปฏิกิริยาเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ง่ายที่สุด

(แนวตอบ ขั้นตอนที่ 2 เพราะพลังงานก่อกัมมันต์ คือ พลังงานจำนวนน้อยที่สุดของอนุภาคของสารตั้งต้นที่ชนกันแล้วทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี ปฏิกิริยาที่มีพลังงานก่อกัมมันต์ต่ำปฏิกิริยาจะเกิดง่ายหรือเร็วกว่าปฏิกิริยาที่มีพลังงานก่อกัมมันต์สูง)

6. สารเคมี/วัสดุ / อุปกรณ์ -
สื่อ / แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี
- เว็บไซต์ <http://www.youtube.com/watch?v=OttRV5ykP7A>
- การทดลองเสมือนจริง เรื่อง Reactions & Rates
- วิดีโอ การเกิดปฏิกิริยาของ H_2 และ I_2
- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีการชนกันและพลังงานก่อกัมมันต์
- ใบงานที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีการชนกันและพลังงานก่อกัมมันต์

7. การวัดและประเมินผล

ด้าน	จุดประสงค์	วิธีประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ด้านความรู้ (K)	1.อธิบายทฤษฎีการชนกันและพลังงานก่อกัมมันต์ 2.นำความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีการชนกันและพลังงานก่อกัมมันต์ไปใช้ในสถานการณ์ที่กำหนดได้	- ตอบคำถามในใบงานที่ 2 เรื่องทฤษฎีการชนกันและพลังงานก่อกัมมันต์	- ชิ้นงานของนักเรียน - ใบงานที่ 2 เรื่องทฤษฎีการชนกันและพลังงานก่อกัมมันต์	ผ่านการประเมินระดับคะแนน 2 ตามเกณฑ์ประเมินใบงาน
2. ด้านทักษะ / กระบวนการ (P)	1.นักเรียนสามารถการตีความหมายจากข้อมูลและลงข้อสรุปจากการชมการทดลองเสมือนจริงได้	สังเกตพฤติกรรมผู้เรียน	- แบบประเมินทักษะกระบวนการ	ผู้เรียนสามารถทำผ่านการประเมินเมื่อได้ระดับ 2
3. ด้านเจตคติ (A)	1. นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ 2. มีความรับผิดชอบ มุ่งมั่นในการทำงาน 3. ใจกว้างและร่วมแสดงความคิดเห็น รับฟังความคิดเห็นผู้อื่น	สังเกตพฤติกรรมผู้เรียน	-แบบประเมินพฤติกรรมผู้เรียน	ผ่านการประเมินเมื่อได้ระดับ 3

8. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรคในการจัดการเรียนรู้

.....

.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(.....)

วันที่.....

เกณฑ์ประเมินใบงาน

ระดับคะแนน	เกณฑ์ตัดสิน
ดีมาก 4	คำตอบหรือคำอธิบายแนวคิดที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนที่ถูกต้อง เรื่อง ทฤษฎีการชนและพลังงานก่อกัมมันต์ และสอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในทุกองค์ประกอบ
ดี 3	คำตอบหรือคำอธิบายแนวคิดที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนที่ถูกต้อง เรื่อง ทฤษฎีการชนและพลังงานก่อกัมมันต์ แต่อธิบายไม่ครบสมบูรณ์ตามแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์
พอใช้ 2	คำตอบหรือคำอธิบายแนวคิดที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนที่ถูกต้อง เรื่อง ทฤษฎีการชนและพลังงานก่อกัมมันต์ บางส่วนตามแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และบางส่วนคลาดเคลื่อน
ต้องปรับปรุง 1	คำตอบหรือคำอธิบายแนวคิดที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนที่ไม่สอดคล้อง เรื่อง ทฤษฎีการชนและพลังงานก่อกัมมันต์ กับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในทุกองค์ประกอบ

แบบประเมินทักษะกระบวนการ

ผู้สังเกต..... วันที่ประเมิน

การทดลองเรื่อง

เกณฑ์ระดับคุณภาพ : 3= ดี 2=พอใช้ 1= ปรับปรุง

กลุ่ม ที่	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล		
	เพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จาก การสังเกตหรือทดลองอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิม (3)	เพิ่มความคิดเห็น ให้กับข้อมูลที่สังเกต หรือทดลอง (2)	เพิ่มความคิดเห็นให้กับ ข้อมูลที่สังเกตหรือ ทดลองไม่ได้ (1)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

แบบประเมินพฤติกรรมผู้เรียน

ผู้สังเกต..... วันที่ประเมิน

การจัดการเรียนรู้เรื่อง

คำชี้แจง บันทึกตัวเลขลงในช่องตรงกับคุณลักษณะที่นักเรียนแสดงออกระดับพฤติกรรม

แสดงออกโดยจำแนกระดับ พฤติกรรมการแสดงออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

- 4 หมายถึง ผู้เรียนมีพฤติกรรมการแสดงออกอย่างมาก
- 3 หมายถึง ผู้เรียนมีพฤติกรรมการแสดงออกเป็นครั้งคราว
- 2 หมายถึง ผู้เรียนมีพฤติกรรมการแสดงออกน้อยครั้ง
- 1 หมายถึง ผู้เรียนไม่มีพฤติกรรมการแสดงออกเลย

รายการ	กลุ่มที่				
					
1. ความสนใจใฝ่รู้อยากรู้อยากเห็น					
1.1 มีความใฝ่ใจและพอใจในการสืบเสาะแสวงหาความรู้					
1.2 มีความกระตือรือร้นต่อกิจกรรมและเรื่องอื่นๆ					
1.3 ชอบทดลอง ค้นคว้า					
1.4 ชอบสนทนาซักถาม ฟัง อ่าน เพื่อให้ได้ความรู้เพิ่มขึ้น					
2. ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่นในการทำงาน					
2.1 ยอมรับผลการกระทำของตนเองทั้งที่เป็นผลดีและผลเสีย					
2.2 ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ตามกำหนดและตรงเวลา					
2.3 ทำงานเต็มความสามารถ					
2.4 ไม่ทอดทิ้งในการทำงานเมื่อมีอุปสรรคหรือล้มเหลว					
2.5 มีความอดทนแม้การดำเนินการแก้ปัญหาจะยุ่งยากและใช้เวลา					
3. ความใจกว้างร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น					
3.1 รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น					
3.2 ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเองและยอมรับการเปลี่ยนแปลง					
3.3 รับฟังความคิดเห็นที่ตัวเองไม่เข้าใจและพร้อมที่จะทำความเข้าใจ					
สรุป ($\bar{x}$)					

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง ทฤษฎีการชนกัน และพลังงานก่อกัมมันต์

คำชี้แจง นักเรียนดูการทดลองเสมือนจริง แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากการทดลองเป็นปฏิกิริยาของอะไร และสารตั้งต้นที่ใช้มีอะไรบ้าง อย่างละกี่โมเลกุล จงวาดภาพประกอบ

.....

.....

.....

.....

2. เมื่อเริ่มต้นเติมสารตั้งต้นในระบบมีลักษณะอย่างไรและเส้นกราฟแสดงระดับพลังงานเป็นอย่างไร (วาดภาพประกอบ)



-
- เมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ระบบจนถึงจุดสูงสุดของกราฟ เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร วาดภาพประกอบ



.....

.

3. การชนกันของอนุภาคสารทุกครั้งเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ นักเรียนคิดว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น
-
-
4. จากการทดลองที่นักเรียนได้ดูข้างต้นสรุปได้ว่าปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้จะต้องอาศัยปัจจัยใดบ้าง
-
-
5. ทำไมอนุภาคของสารจึงเคลื่อนที่ได้
-
-
6. นักเรียนคิดว่าอุณหภูมิที่เพิ่มให้แก่วัสดุมีส่วนช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
-
-
7. นักเรียนสามารถคำนวณหาค่าพลังงานก่อกำเนิดในการเกิดปฏิกิริยาได้หรือไม่ อย่างไร
-
-
-

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

ใบงานที่ 2

เรื่องทฤษฎีการชนกัน และพลังงานก่อกัมมันต์

คำชี้แจง นักเรียนคู่วีดีโอ การเกิดปฏิกิริยาของ H_2 และ I_2 แล้วตอบคำถามในใบงาน ดังนี้

1. จากการชนกันในลักษณะที่ 1 นักเรียนคิดว่าจะเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ เหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

.....

.....

.....

2. การชนกันในลักษณะที่ 2 นักเรียนคิดว่าจะเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ เหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

.....

.....

.....

3. พลังงานต่ำสุดที่โมเลกุลใช้ในการชนกันเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมี คือพลังงานอะไร

.....

.....

.....

4. การชนกันในลักษณะที่ 3 นักเรียนคิดว่าจะเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ เหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

.....

.....

.....

5. การชนกันในลักษณะที่ 4 เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (วาดภาพประกอบการอธิบาย)

.....

.....

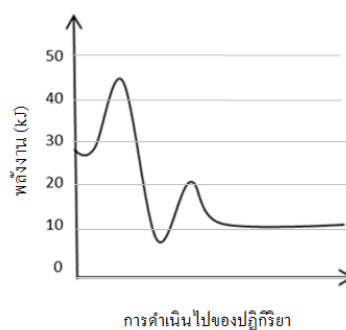
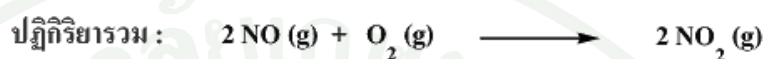
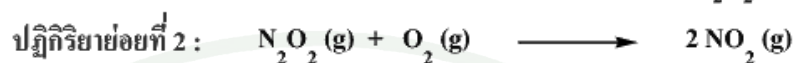
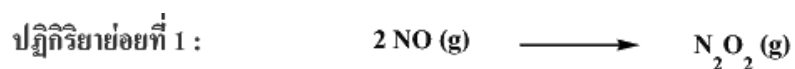
6. การชนกันของสารเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมี จะต้องอาศัยสิ่งใดบ้าง

.....

.....

พิจารณากราฟ แล้วคำถามข้อ 7-8

ปฏิกิริยาการเกิดแก๊ส ไนโตรเจนไดออกไซด์ ดังสมการ



7. จากกราฟการเกิดปฏิกิริยา จงวาดภาพหาค่าพลังงานก่อกัมมันต์ (E_a)



8. ค่าพลังงานก่อกัมมันต์ในการเกิดปฏิกิริยาของทั้งสองขั้นตอนมีค่าเท่าใด

.....

9. ขั้นตอนใดของปฏิกิริยาเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ง่ายที่สุด

.....

เฉลย

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง ทฤษฎีการชนกัน และพลังงานก่อกัมมันต์

คำชี้แจง นักเรียนดูการทดลองเสมือนจริง แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

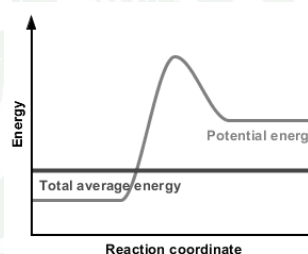
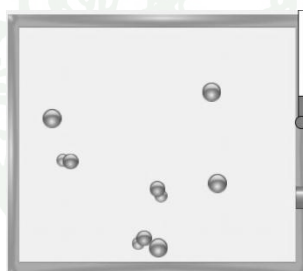
1. จากการทดลองเป็นปฏิกิริยาของอะไร และสารตั้งต้นที่ใช้มีอะไรบ้าง อย่างละกี่โมเลกุล จงวาดภาพประกอบ

ตอบ เป็นปฏิกิริยาระหว่าง สาร A แทนด้วย  จำนวน 4 โมเลกุล
สาร BC แทนด้วย  จำนวน 3 โมเลกุล
เขียนเป็นสมการได้ ดังนี้



2. เมื่อเริ่มต้นเติมสารตั้งต้นในระบบมีลักษณะอย่างไรและเส้นกราฟแสดงระดับพลังงานเป็นอย่างไร (วาดภาพประกอบ)

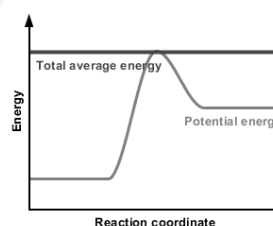
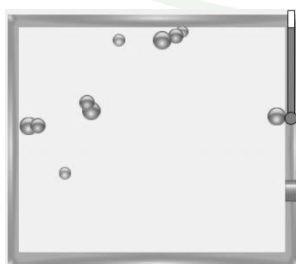
ตอบ



โมเลกุลเคลื่อนที่ไปมาในระบบเกิดการชนกันของสาร A กับสาร A และสาร A กับสาร BC แต่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของโมเลกุล

3. เมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ระบบจนถึงจุดสูงสุดของกราฟ เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร วาดภาพประกอบ

ตอบ



โมเลกุลของสารเคลื่อนที่ชนกันแรงขึ้นจนทำให้เกิดสารใหม่

4. การชนกันของอนุภาคสารทุกครั้งเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ นักเรียนคิดว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

ตอบ ไม่ จากการทดลองพบว่า การชนกันของอนุภาค ไม่สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาทุกครั้ง มีเพียงบางครั้งเท่านั้นที่มีปฏิกิริยาเกิดขึ้น

5. จากการทดลองที่นักเรียนได้ดูข้างต้นสรุปได้ว่าปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้จะต้องอาศัยปัจจัยใดบ้าง

ตอบ 1. อนุภาคของสารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสม
2. พลังงานของการชนต้องมากพอ

6. ทำไมอนุภาคของสารจึงเคลื่อนที่ได้

ตอบ อนุภาคของสารมีพลังงานจลน์ทำให้เคลื่อนที่

7. นักเรียนคิดว่าอุณหภูมิที่เพิ่มให้แก่วัสดุมีส่วนช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ตอบ เป็นการเพิ่มพลังงานจลน์ ช่วยให้อนุภาคสารเคลื่อนที่ชนกันเร็วและแรงขึ้นทำให้เกิดสารใหม่ได้

8. นักเรียนสามารถคำนวณหาค่าพลังงานก่อกัมมันต์ในการเกิดปฏิกิริยาได้หรือไม่ อย่างไร

ตอบ ได้ โดยการนำค่าพลังงานเริ่มต้น – พลังงานต่ำสุดที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา

เฉลย

ใบงานที่ 2

เรื่องทฤษฎีการชนกัน และพลังงานก่อกัมมันต์

คำชี้แจง นักเรียนคู่วีดีโอ การชนกันของ H_2 และ I_2 แล้วตอบคำถามในใบงาน ดังนี้

1. จากการชนกันในลักษณะที่ 1 นักเรียนคิดว่าจะเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ เหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

ตอบ ไม่เกิดปฏิกิริยา เพราะ ในการชนกันของโมเลกุลมีทิศทางที่ไม่เหมาะสม

2. การชนกันในลักษณะที่ 2 นักเรียนคิดว่าจะเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ เหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

ตอบ ไม่เกิดปฏิกิริยา เพราะ ในการที่โมเลกุลชนกันจนเกิดสารใหม่นั้นจะต้องใช้พลังงาน หากพลังงานที่ใช้ไม่เพียงพอก็จะไม่เกิดปฏิกิริยาเคมี

3. พลังงานต่ำสุดที่โมเลกุลใช้ในการชนกันเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมี คือพลังงานอะไร

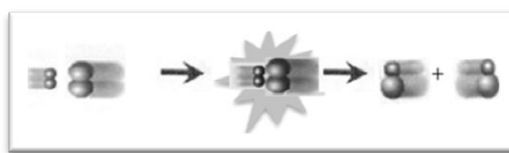
ตอบ พลังงานก่อกัมมันต์

4. การชนกันในลักษณะที่ 3 นักเรียนคิดว่าจะเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ เหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

ตอบ ไม่เกิดปฏิกิริยา เพราะ ในการชนกันของโมเลกุลมีทิศทางที่ไม่เหมาะสม

5. การชนกันในลักษณะที่ 4 เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (วาดภาพประกอบการอธิบาย)

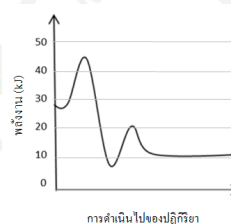
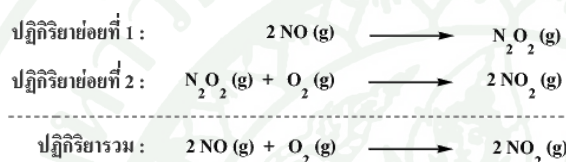
ตอบ



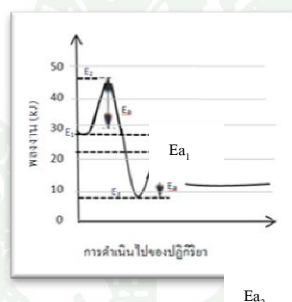
6. การชนกันของสารเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมี จะต้องอาศัยสิ่งใดบ้าง

ตอบ ต้องประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญสองอย่าง คือ 1.ทิศทางของการชน และ 2. พลังงานของการชน ซึ่งพลังงานในที่นี้ก็คือ พลังงานก่อกัมมันต์ (activation energy: E_a)

พิจารณากราฟ แล้วคำถามข้อ 7-8



7. จากกราฟการเกิดปฏิกิริยา จงวาดภาพหาค่าพลังงานก่อกัมมันต์ (E_a)



8. ค่าพลังงานก่อกัมมันต์ในการเกิดปฏิกิริยาของทั้งสองขั้นตอนมีค่าเท่าใด

ตอบ

$$\begin{aligned} E_{a1} &= E_2 - E_1 & E_{a2} &= E_4 - E_3 \\ &= 45 - 28 & &= 20 - 8 \\ &= 17 \text{ kJ} & &= 12 \text{ kJ} \end{aligned}$$

9. ขั้นตอนใดของปฏิกิริยาเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ง่ายที่สุด

ตอบ ขั้นตอนที่ 2 เพราะ พลังงานก่อกัมมันต์ คือ พลังงานจำนวนน้อยที่สุดของอนุภาคของสารตั้งต้นที่ชนกันแล้วทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี ปฏิกิริยาที่มีพลังงานก่อกัมมันต์ต่ำปฏิกิริยาจะเกิดง่ายหรือเร็วกว่าปฏิกิริยาที่มีพลังงานก่อกัมมันต์สูง

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวภรณ์ภัสสรณ์ จำชัยภูมิ
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 10 เดือน กันยายน พ.ศ. 2527
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	ศึกษาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ – เคมี) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสายปัญญารังสิต

