การพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด–เบส ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ฝ่ายหอสมุด สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ศิริธร อ่างแก้ว

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC CONCEPTUAL UNDERSTANDING OF ACID-BASE BY USING 5E INQUIRY LEARNING CYCLE INCORPORATED WITH TEAMS GAMES TOURNAMENT FOR GRADE 11 STUDENTS

SIRITHORN ANGKAEW

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE

MAJOR IN SCIENCE EDUCATION

FACULTY OF SCIENCE

UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2017

COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด–เบส ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัย นางสาวศิริธร อ่างแก้ว

คณะกรรมการสอบ

ดร.สนธิ พลชัยยา	ประธานกรรมการ
ดร.อริสรา อิสสะรีย์	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภาษร	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(ดร.อริสรา อิสสะรีย์)

.....	.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชริดา ปุกหุต)	(รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์	รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2560

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีเพราะได้รับความกรุณาอย่างดียิ่งจาก ดร.อริสรา อิสสะรีย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภาษร และ ดร.สนธิ พลชัยยา ที่ให้ความรู้ คำปรึกษา ข้อเสนอแนะในการดำเนินงานวิจัย การเขียนรายงานวิจัย ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ ให้ความช่วยเหลือในการวิจัยแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด และคณาจารย์ทุกท่านที่กรุณาสละเวลาให้คำแนะนำจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างเรียบร้อย สมบูรณ์

ขอขอบคุณผู้อำนวยการ คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา จังหวัดสกลนคร ที่ให้ความช่วยเหลือและให้ความสะดวกในการวิจัย ตลอดจนขอขอบคุณนักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี และขอขอบคุณ มารดา พี่น้องและเพื่อน ๆ ที่คอยให้กำลังใจในการทำวิจัยในครั้งนี้เสมอมา

ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่กรุณาให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัยในครั้งนี้

ศิริธร อ่างแก้ว

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

เรื่อง : การพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด–เบส ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัย : ศิริธร อ่างแก้ว

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา: ดร.อริสรา อิสสะรีย์

คำสำคัญ : มโนมติวิทยาศาสตร์, การเรียนรู้แบบสืบเสาะ, การแข่งขันเกมแบบกลุ่ม, กรด-เบส

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม (TGT) โดยเป็นการวิจัยแบบกลุ่มตัวอย่างเดียวมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยมีทั้งหมด 2 กลุ่ม กลุ่มแรกคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 และ 5/2 จำนวน 62 คน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 กลุ่มที่สองคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 และ 5/2 จำนวน 70 คน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา จังหวัดสกลนคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งแกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องกรด–เบส ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคเกมการแข่งขันแบบกลุ่ม จำนวน 3 แผน รวม 14 ชั่วโมง และ 2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติแบบวินิจฉัยสองลำดับขั้น เรื่องกรด-เบส จำนวน 20 ข้อ โดยขั้นที่ 1 เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก และขั้นที่ 2 เป็นการเขียนอธิบายเหตุผลประกอบตัวเลือกในขั้นที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลโดยจัดกลุ่มมโนมติของนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม และคำนวณหาค่าร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมโนมติ

ผลการวิจัยพบว่าในปีการศึกษา 2558 นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนมโนมติหลังเรียน (ค่าเฉลี่ย 63.68 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.51) สูงกว่าก่อนเรียน (ค่าเฉลี่ย 10.71 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.16) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับค่า p น้อยกว่า 0.05 โดยนักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติอยู่ในระดับปานกลาง ($\langle g \rangle = 0.60$) โดยก่อนเรียนร้อยละของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มมโนมติผิด (52.97) และหลังเรียนร้อยละของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มมโนมติถูกต้อง (64.41) จะเห็นได้ว่าร้อยละของนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มมโนมติถูกต้องมีค่าเพิ่มขึ้น (+50.04) ในขณะที่ผลรวมร้อยละของนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มมโนมติผิดและคลาดเคลื่อนมีค่าลดลง

(-50.04) และในปีการศึกษา 2559 พบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนมโนมติหลังเรียน (ค่าเฉลี่ย 35.70 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.48) สูงกว่าก่อนเรียน (ค่าเฉลี่ย 3.85 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.43) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยนักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติอยู่ในระดับสูง (<g> = 0.88) โดยก่อนเรียนร้อยละของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มมโนมติผิด (80.46) และหลังเรียนร้อยละของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มมโนมติถูกต้อง (86.17) จะเห็นได้ว่าร้อยละของนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มมโนมติถูกต้องมีค่าเพิ่มขึ้น (+85.96) ในขณะที่ผลรวมร้อยละของนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มมโนมติผิดและคลาดเคลื่อนมีค่าลดลง (-85.96) จากผลการวิจัยทั้ง 2 ครั้ง แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม สามารถพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กรด-เบส ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ABSTRACT

TITLE : THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC CONCEPTUAL UNDERSTANDING OF ACID-BASE BY USING 5E INQUIRY LEARNING CYCLE INCORPORATED WITH TEAMS GAMES TOURNAMENT FOR GRADE 11 STUDENTS

AUTHOR : SIRITHORN ANGKAEW

DEGREE : MASTER OF DEGREE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

ADVISOR : ARISARA ISSAREE, Dr. RER. NAT.

KEYWORDS : SCIENTIFIC CONCEPTUAL, INQUIRY LEARNING, TEAMS GAME TOURNAMENT, ACID-BASE

The propose of this research was to develop scientific conceptual understanding of students on acid- base by using 5E inquiry learning cycle incorporated with Teams Games Tournament (TGT) approach. There were two groups of samples for this one group pretest-posttest research including 62 Grade-11 students from Classroom 1 and 2 during the second semester of the academic year 2015 and 70 Grade-11 students from Classroom 1 and 2 during the second semester of the academic year 2016 at Sakonnakhon Pattanasuksa School. The treatment tools were lesson plans on acid - base using 5E inquiry learning cycle incorporated with Teams Games Tournament (TGT) technique, 14 hours. The data collecting tool was the two-tier diagnostic conceptual understanding test in which the first tier was multiple choice and the second tier was explanation writing of the selected choice. The data were analyzed by categorizing students' concepts into three categories and determine the percentages of students' concept in each category.

The research results for the first samples in the academic year 2015 showed that the post-conception test score (mean 63.68, SD 7.51) was statistically significantly higher than the pre-test score (mean 10.71, SD 3.16) at a 95% confidence level. Their normalized learning gain was at medium gain level (<g> = 0.60). In addition, the highest percentages of students in pre- and post-conceptual test were in the misconception (52.97) and good conception (64.41) categories, respectively. Their

percentage of the good conception category was increased (+50.04), while the total percentage of the misconception and alternative conception categories was decreased (-50.04). In the same fashion, the research results for the second samples in the academic year 2016 showed that the post-conception test score (mean 35.70, SD 1.48) was statistically significantly higher than the pre-test score (mean 3.85, SD 2.43) at a 95% confidence level. Their normalized learning gain was at high gain level (<g> = 0.88). In addition, the highest percentages of students in pre-and post-conceptual test were in the misconception (80.46) and good conception (86.17) categories, respectively. Their percentage of the good conception category was increased (+85.96), while the total percentage of the misconception and alternative conception categories was decreased (-85.96). Consequently, the 5E inquiry learning cycle incorporated with TGT were effective to improve student' scientific conceptual understanding of acid-base.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	4
1.3 สมมติฐานของงานวิจัย	4
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การเรียนรู้แบบสืบเสาะ	7
2.2 เทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม	10
2.3 มโนมติทางวิทยาศาสตร์	11
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 แบบแผนการวิจัย	17
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	17
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	18
3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	21
3.5 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	23
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	23

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	
4.1 คุณภาพของแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส	26
4.2 ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์และความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่องกรด–เบส ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในปีการศึกษา 2558	26
4.3 ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์และความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่องกรด–เบส ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในปีการศึกษา 2559	33
4.4 การเปรียบเทียบผลการวิจัยจากกลุ่มตัวอย่างในปีการศึกษา 2558 และ กลุ่มตัวอย่างในปีการศึกษา 2559	41
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	44
5.2 ข้อเสนอแนะ	46
เอกสารอ้างอิง	**47**
ภาคผนวก	
ก แบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด–เบส	54
ข กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง กรด–เบส	67
ค คะแนนกลุ่มและคะแนนโบนัสในการทำกิจกรรม TGT	110
ง คะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องกรด–เบส ก่อนเรียนและหลังเรียน	113
จ การวิเคราะห์หาคุณภาพข้อสอบ	116
ฉ บทความงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่องกรด–เบส ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์, 11 ฉบับพิเศษ, 109-124.	119
ประวัติผู้วิจัย	**136**

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	ร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 3 ว30223 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา ปีการศึกษา 2556-2557	2
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	18
3.2	การแจกแจงแบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องกรด–เบส	20
3.3	เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์แบบตัวเลือกสองลำดับขั้น	24
4.1	คะแนนความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน เรื่องกรด-เบส	27
4.2	การเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนมติ เรื่องกรด–เบส	28
4.3	เกณฑ์การจัดกลุ่มแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่องกรด–เบส	29
4.4	ร้อยละของนักเรียนในกลุ่มมโนมติต่าง ๆ จำแนกตามคะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนมติ	30
4.5	คะแนนความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน เรื่องกรด-เบส	33
4.6	การเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติ เรื่องกรด–เบสจำแนกตามเนื้อหา	34
4.7	ร้อยละของนักเรียนในกลุ่มมโนมติต่าง ๆ จำแนกตามคะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนมติ	36
ค.1	คะแนนนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ปีการศึกษา 2559	111
ค.2	คะแนนนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ปีการศึกษา 2559	112
ง.1	คะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องกรด–เบส ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ปีการศึกษา 2559	114
ง.2	คะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องกรด–เบส ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ปีการศึกษา 2559	115
จ.1	ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์	117
จ.2	ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบลำดับขั้นที่ 1	118

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ขั้นตอนการการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น	9
3.1	ตัวอย่างคำถามในแบบทดสอบวัดมโนมติเรื่องกรด–เบส	21
4.1	มโนมติที่ถูกต้องของนักเรียนเรื่องสารละลายกรด–เบส	37
4.2	มโนมติที่ถูกต้องของนักเรียนเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์	38
4.3	มโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์	39
4.4	มโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเรื่องการไทเทรตกรด–เบส	40
4.5	มโนมติที่ผิดของนักเรียนเรื่องการไทเทรตกรด–เบส	41

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาในปัจจุบันพบว่านักเรียนขาดความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในรายวิชาเคมีที่เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งมโนมติวิทยาศาสตร์ในรายวิชาเคมีจำนวนมากมักจะเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ในระดับที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า เช่น เรื่อง โครงสร้างอะตอม พันธะเคมี และกรด-เบส ตลอดจนเนื้อหาหรือองค์ความรู้ส่วนใหญ่เป็นเรื่องที่ยากต่อการทำความเข้าใจ และเป็นเรื่องเกี่ยวกับนามธรรม ส่งผลให้การสร้างมโนมติวิทยาศาสตร์จึงเป็นเรื่องที่ยาก และนักเรียนส่วนใหญ่ยังมีแนวโน้มในการมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนหรือมโนมติทางเลือก (alternative conception) หรือผิด (misconception) จากความเป็นจริงทางวิทยาศาสตร์ (scientific consensus) มโนมติวิทยาศาสตร์ในรายวิชาเคมีจะมีความเกี่ยวเนื่องกันและกัน มโนมติวิทยาศาสตร์เดิมที่ผู้เรียนเรียนก่อนจะเป็นพื้นฐานของมโนมติวิทยาศาสตร์ที่จะเรียนในเรื่องถัดไป สมเจตน์ อุระศิลป์ และศักดิ์ศรี สุภาษร (2554) หากนักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อน นักเรียนจะไม่สามารถสร้างมโนมติวิทยาศาสตร์ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นก่อนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ ครูผู้สอนต้องรู้มโนมติของนักเรียนในเรื่องนั้น ๆ ก่อน แล้วนำผลที่ได้ไปออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างมโนมติวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากประสบการณ์การจัดการเรียนรู้วิชาเคมีของผู้วิจัยที่โรงเรียนสกลนครพัฒนาศึกษา จังหวัดสกลนคร ในช่วงปีการศึกษา 2556 - 2557 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่ชอบเรียนวิชาเคมี เนื่องจากเป็นวิชาที่มีเนื้อหาซับซ้อนต้องใช้ทฤษฎีและความรู้หลาย ๆ เรื่องมาเชื่อมเข้าด้วยกัน โดยเฉพาะเรื่องกรด–เบส ที่ผู้วิจัยได้รับหน้าที่สอนนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าเป็นเรื่องที่นักเรียนทำความเข้าใจได้ยาก และมีเนื้อหาย่อยเป็นจำนวนมาก นักเรียนต้องใช้ความรู้เดิมในเรื่องต่าง ๆ ที่เรียนผ่านมาแล้ว อาทิเช่น การดุลสมการเคมีเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณการไทเทรตกรด–เบส การแตกตัวของกรดและเบส การเขียนสมการเคมีแสดงการแตกตัวของกรดและเบส โดยเนื้อหาส่วนนี้เป็นนามธรรม นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจ และในส่วนเนื้อหาที่เป็นทฤษฎีต่าง ๆ นักเรียนต้องใช้ความจำ ส่งผลนักเรียนจึงเกิดความเบื่อหน่ายและต้องการเรียนให้พอผ่าน ๆ ไปเท่านั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 3 ว30223 ในช่วงปีการศึกษา 2556 – 2557 เมื่อทำการแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เกรด 0 – 1.50 จัดอยู่

ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน กลุ่มที่ 2 เกรด 2.00 – 3.00 จัดอยู่ในระดับปานกลาง และกลุ่มที่ 3 เกรด 3.50 – 4.00 จัดอยู่ในระดับดีถึงดีมาก แสดงดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 3 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา ปีการศึกษา 2556 – 2557

ปีการศึกษา	ร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 3		
	ระดับต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน	ระดับปานกลาง	ระดับดีถึงดีมาก
2556	52.71	29.19	18.10
2557	47.53	31.19	21.28

จากตารางที่ 1.1 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน เนื่องจากนักเรียนมีความเข้าใจผิดและคลาดเคลื่อนในเนื้อหาที่เรียน ซึ่งเนื้อหาในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 3 ประกอบด้วย 3 เรื่อง คือ อัตราการเกิดปฏิกิริยา สมดุลเคมี และกรด – เบส โดยอัตราส่วนชั่วโมงสอนและคะแนนเรื่องกรด – เบส มีมากที่สุด เนื่องจากเป็นเรื่องที่มีเนื้อหาย่อยจำนวนมาก และเป็นเนื้อหาที่ยากต่อการทำความเข้าใจ ส่งผลนักเรียนความเข้าใจที่ผิดและคลาดเคลื่อน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Artdeja, R. Ratanaroutaia, T. Coll, R.K. and Thongpanchangc, T., (2010) พบว่านักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนเรื่องกรด–เบส ผ่านมาแล้วยังคงมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนในหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้ 1) สารละลายอิเล็กโทรไลต์ 2) สารละลายกรด–เบส 3) ทฤษฎีกรด–เบส 4) คู่กรด–คู่เบส 5) การแตกตัวของกรดแก่ 6) การแตกตัวของกรดอ่อน 7) การแตกตัวของน้ำบริสุทธิ์ 8) การแตกตัวของเบส และ 9) การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออนในน้ำ

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีมโนมติที่ถูกต้องจึงมีความจำเป็นอย่างมาก การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E Inquiry Cycle) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ และสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตัวเอง ผ่านกระบวนการคิดและลงมือปฏิบัติ จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลัก หลักการ และทฤษฎี ที่เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้เรื่องอื่น ๆ ต่อไป จากงานวิจัยของ Yadigaroglua, M. and Demircioglub, G. (2012) พบว่าหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเรื่องแก๊ส นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะนักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเอง นักเรียนค้นพบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง อีกทั้งนักเรียนยังมีความสุขกับการเรียน ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุธี ผลดี และศักดิ์ศรี สุภาษร (2554) รายงานไว้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ เนื่องจากนักเรียน

ได้ลงมือปฏิบัติ สำรวจและค้นหาด้วยตัวนักเรียนเอง ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและเกิดการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น และจากงานวิจัยของนิรมล รอดไพ และภาคิน อินทร์ชิดจุ้ย (2558) ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ผสมผสานเทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมีและมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสูงขึ้น เพราะผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง ทำให้สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกันได้ ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถคิดและแก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bilgin (2009) ที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ผสมผสานเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือเรื่องกรด - เบส ผลการวิจัยพบว่านักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ผสมผสานเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนมากกว่านักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเพียงอย่างเดียว และยังมีเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะมากกว่า เพราะผู้เรียนเป็นผู้ลงมือทำทำกิจกรรมต่าง ๆ มีการคิดและวางแผนร่วมกับคนอื่น ๆ ภายในกลุ่ม เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ผู้เรียนสนุกสนานและมีความสุขกับการเรียน ผู้เรียนจึงมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนเรื่องกรด–เบส ส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกรด–เบส สูงขึ้นตามไปด้วย

การแข่งขันเกมแบบกลุ่ม (Teams Games Tournament: TGT) เป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือชนิดหนึ่งที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้เนื้อหาด้วยตนเองกับเพื่อนในกลุ่ม ทำให้นักเรียนเกิดปฏิสัมพันธ์เชิงบวกกับเพื่อนในกลุ่ม และมีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเอง จากงานวิจัยของ อรัญญา แวงดีสอน และมนตรี อนันตรักษ์ (2557) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการเรียนเรื่องการคำนวณเกี่ยวกับปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีระหว่างการสอนโดยใช้กลุ่มร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบ TGT และการเรียนแบบร่วมมือ (Student Team Achievement Division: STAD) และความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ TGT และ STAD พบว่าทั้ง 2 เทคนิคสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้ไม่แตกต่างกัน และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากกลุ่มร่วมมือเทคนิคการเรียนรู้แบบ TGT จะใช้เกมการแข่งขันวิชาการ ส่วนกลุ่มร่วมมือเทคนิคการเรียนรู้แบบ STAD ใช้การทดสอบความรู้ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่กระตุ้นให้นักเรียนมีความปรารถนาที่จะทำให้กลุ่มประสบผลสำเร็จเหมือนกัน จึงทำให้ผลการเรียนรู้ของนักเรียนไม่แตกต่างกัน

จากแนวคิด ทฤษฎี รวมถึงผลการวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนาความเข้าใจเรื่องกรด–เบส ของนักเรียน เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่นักเรียนมีความเข้าใจผิดและเข้าใจคลาดเคลื่อนมากดังได้กล่าวข้างต้น โดยนำเอาเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น มาผสมผสานกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยเลือกใช้การแข่งขันเกมแบบกลุ่ม (TGT) เนื่องจากการ

ใช้เทคนิคนี้จะเน้นเกม เพื่อให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นและสนุกกับการเรียน ให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และสามารถทำงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่มได้ สมาชิกในกลุ่มจะกระตุ้นเตือนกันให้ร่วมมือเพื่อความสำเร็จของกลุ่ม สมาชิกทุกคนจะรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย ทำให้ผู้เรียนแต่ละคนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาและได้รับความรู้อย่างเท่าเทียมกันทุกคน ด้วยเหตุผลนี้ผู้วิจัยจึงเชื่อว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ที่ผสมผสานกับเทคนิค TGT จะสามารถพัฒนามโนมติเรื่องกรด–เบส ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษามโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้ เรื่องกรด–เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม

1.2.2 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงร้อยละของนักเรียนในกลุ่มมโนมติต่าง ๆ จากการเรียนรู้ เรื่องกรด–เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม

1.3 สมมติฐานของงานวิจัย

1.3.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม เรื่อง กรด–เบส มีคะแนนมโนมติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.3.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม เรื่อง กรด–เบส มีร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติถูกต้องสูงขึ้น และมีร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติคลาดเคลื่อนและผิดลดลง

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1.4.1 ประชากรในการวิจัยได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ถึง 5/7 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์–คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา จำนวน 198 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ถึง 5/7 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์–คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา จำนวน 210 คน

1.4.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยมี 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 – 5/2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 62 คน และกลุ่มที่ 2 คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 - 5/2

ปีการศึกษา 2559 จำนวน 70 คน โดยเลือกแบบเจาะจงจากประชากร (purposive selection) เนื่องจากเป็นห้องเรียนที่โรงเรียนได้จัดนักเรียนที่มีความสามารถไม่แตกต่างกัน โดยเรียงตามเกรดเฉลี่ยของผู้เรียนจากสูงไปต่ำ

1.4.3 ตัวแปร

1.4.3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม เรื่องกรด-เบส

1.4.3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ มโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นกลุ่มตัวอย่างหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม

1.4.4 เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 เรื่องกรด-เบส ผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 หัวข้อ ดังนี้

1.4.4.1 สารละลายกรด-เบส

1.4.4.2 สารละลายอิเล็กโทรไลต์

1.4.4.3 ทฤษฎีกรด-เบส

1.4.4.4 การไทเทรตกรด-เบส

1.4.5 สถานที่และระยะเวลาในการทำวิจัย

สถานที่ในการทำวิจัย คือ โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 และ 2559 ใช้เวลาในการทำกิจกรรมปีการศึกษาละ 14 ชั่วโมง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 นักเรียนมีความสุข มีความกระตือรือร้น และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรายวิชาเคมีมากขึ้น

1.5.2 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และสามารถนำความรู้ที่ได้เรียนไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ต่อไป

1.5.3 เป็นแนวทางในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในเรื่องอื่น ๆ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนความสุขกับการเรียน และมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากขึ้น

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นสร้างความสนใจ (2) ขั้นสำรวจและค้นหา (3) ขั้นสร้างคำอธิบายและลงข้อสรุป (4) ขั้นขยายความรู้ และ (5) ขั้นการประเมินผล

1.6.2 มโนมติ (concept) หมายถึง ความรู้หรือความเข้าใจของผู้เรียนที่สามารถอธิบายหรือสรุปเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ

1.6.3 มโนมติถูกต้อง (Good conceptual understanding: GU) หมายถึง ความรู้หรือความเข้าใจของผู้เรียนที่ถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์และเป็นที่ยอมรับในปัจจุบัน

1.6.4 มโนมติคลาดเคลื่อนหรือมโนมติทางเลือก (Alternative conceptual understanding: AU) หมายถึง ความรู้หรือความเข้าใจของผู้เรียนที่ถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์แต่ไม่สมบูรณ์ เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลของแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับในปัจจุบัน

1.6.5 มโนมติที่ผิด (Mis-conceptual understanding: MU) หมายถึง ความรู้ความเข้าใจของนักเรียนที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับในปัจจุบัน

1.6.6 การแข่งขันเกมแบบกลุ่ม (Teams – Game – Tournament: TGT) เป็นรูปแบบหนึ่งในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือแต่เพิ่มเกมและการแข่งขันเข้ามาด้วย มีองค์ประกอบดังนี้การสอน เป็นการนำเสนอความคิดรวบยอดใหม่หรือบทเรียนใหม่ ซึ่งในงานวิจัยนี้เป็นการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น

1.6.6.1 การจัดทีม เป็นขั้นตอนการจัดกลุ่มหรือจัดทีมของนักเรียน โดยจัดให้คละกันตามความสามารถ และทีมจะต้องช่วยกันและกันในการเตรียมความพร้อมให้สมาชิกทุกคน

1.6.6.2 การแข่งขัน การแข่งขันจัดในช่วงท้ายสัปดาห์หรือท้ายบทเรียน โดยจะใช้คำถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนมาและผ่านการเตรียมความพร้อมของทีมมาแล้ว โดยให้สมาชิกทุกคนในทีมมีส่วนร่วมในการแข่งขันทุกคน แล้วนำคะแนนที่ได้ไปรวมเป็นคะแนนกลุ่มและเทียบหาค่าคะแนนโบนัส

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเพื่อพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรดเบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งนำเสนอตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

2.1 การเรียนรู้แบบสืบเสาะ

2.1.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

การเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นการศึกษาค้นคว้าหาเหตุผลเพื่อยืนยัน หรือสร้างองค์ความรู้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับรายวิชาวิทยาศาสตร์รูปแบบหนึ่ง คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตัวเอง ส่งผลให้ผู้เรียนได้ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ขึ้นด้วยตัวเอง จากการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะพบว่านักการศึกษาได้กล่าวไว้อย่างสอดคล้องกัน ดังนี้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือทำกิจกรรมต่างๆ โดยผ่านกระบวนการคิดและลงมือปฏิบัติ ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลัก หลักการ และทฤษฎี โดยครูผู้สอนเป็นเพียงคนคอยอำนวยความสะดวก

พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ (2544) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีครูคอยเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน

รัตนาพร ระงับทุกข์ (2545) กล่าวว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ลงมือศึกษาค้นคว้าหาคำตอบในสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนดให้ โดยมีครูคอยอำนวยความสะดวก

ชาตรี ฝ่ายคำตา (2551) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการศึกษาค้นหาคำตอบ เป็นกระบวนการที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ด้วยตัวเอง ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ๆ และนำองค์ความรู้ที่ได้มา

พัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาทักษะกระบวนการ และพัฒนาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากความหมายของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นั้น เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวเอง โดยผ่านกระบวนการคิดและลงมือปฏิบัติ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลัก หลักการ และทฤษฎี ที่เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้เรื่องอื่น ๆ ต่อไป โดยมีครูคอยทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก สนับสนุน ช่วยเหลือ และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดกระบวนการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายหรือจุดประสงค์ในการเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ

2.1.2 คุณลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้

กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์ (2560) การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นแนวทางที่ทำให้ผู้เรียนสร้างหรือรับองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีครูคอยทำหน้าที่เป็นผู้ช่วย (Facilitator) การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่จัดได้ว่าเป็นการสืบเสาะหาความรู้จะมีคุณลักษณะสำคัญ 5 ประการ (5E Essential features of Inquiry) ดังนี้

(1) ผู้เรียนตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนตั้งคำถาม ปัญหา หรือข้อสงสัยต่าง ๆ จากการสังเกต โดยมีครูผู้สอนคอยให้คำแนะนำในการตั้งคำถาม เพื่อให้สามารถสำรวจตรวจสอบได้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

(2) ผู้เรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานหรือประจักษ์พยานของคำถามที่ตั้งขึ้น โดยหลังจากที่ผู้เรียนตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะต้องลงมือปฏิบัติเพื่อหาคำตอบด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การสำรวจ การทดลอง ผู้เรียนจำเป็นต้องเก็บข้อมูลอย่างละเอียด ถูกต้อง และแม่นยำ ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

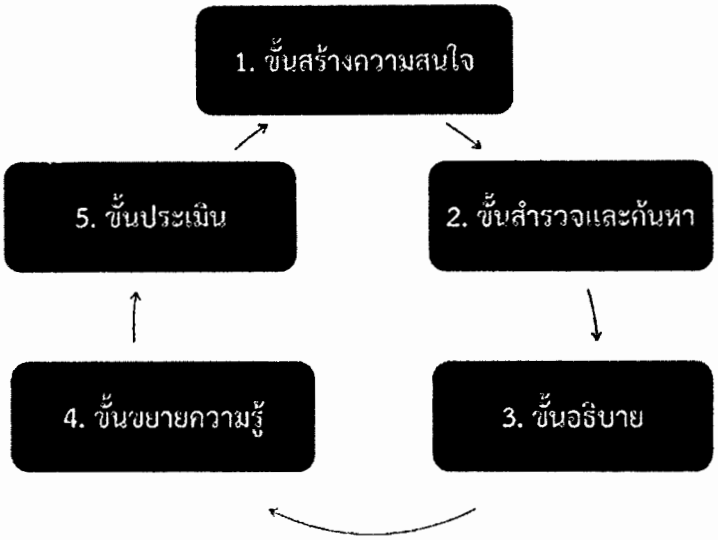
(3) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากข้อมูลและหลักฐานที่มี เมื่อผู้เรียนเก็บข้อมูลต่างๆ เรียบร้อย ผู้เรียนจะนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และใช้สร้างคำอธิบายอย่างซื่อสัตย์และสอดคล้องกับคำถามหรือปัญหาที่ตั้งไว้

(4) ผู้เรียนเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่ได้สู่องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนทำการสืบค้นเพื่อศึกษาหาความรู้ว่าคำอธิบายของตนเองที่สร้างขึ้นนั้น มีความสอดคล้องหรือแตกต่างจากองค์ความรู้ เช่น หลักการ ทฤษฎี กฎ หรือแนวทางคิดทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ในปัจจุบันอย่างไร

(5) ผู้เรียนสื่อสารและประเมินองค์ความรู้อย่างมีเหตุผล โดยผู้เรียนนำองค์ความรู้ที่สร้างขึ้นจากการลงมือปฏิบัติและสืบเสาะด้วยตนเอง มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น เป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ที่จะให้และรับข้อเสนอแนะจากผู้อื่น ซึ่งจะช่วยให้ความรู้ที่ได้เติมเต็มมากขึ้น

2.1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ให้แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เป็นผู้คิด เป็นผู้ลงมือสำรวจ ตรวจสอบองค์ความรู้ด้วยตัวเอง ซึ่งเรียกการจัดการเรียนรู้แบบนี้ว่า วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น โดยประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น

(1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นสร้างหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยหรือความสนใจในเนื้อหาที่จะเรียน โดยครูเป็นคนสร้างความสงสัยหรือความสนใจให้กับนักเรียนด้วยการสร้างสถานการณ์ปัญหา หรือใช้คำถาม

(2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมเพื่อสำรวจหรือค้นหาคำตอบของสถานการณ์หรือคำถามที่ผู้เรียนสงสัยหรือสนใจ โดยมีครูเป็นผู้คอยชี้แนะแนวทางในการศึกษาค้นคว้าเพื่อให้ได้คำตอบ

(3) ขั้นอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำองค์ความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมสำรวจและค้นหาคำตอบของสถานการณ์หรือปัญหา มาวิเคราะห์ สรุปผล และนำเสนอองค์ความรู้ที่ได้

(4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำองค์ความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมสำรวจและค้นหาคำตอบของสถานการณ์หรือปัญหาไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมของผู้เรียน และสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปใช้อธิบายหรือแก้ไขสถานการณ์ ปัญหาใหม่ได้

(5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นที่ครูประเมินผู้เรียนเกี่ยวกับองค์ความรู้ที่ผู้เรียนได้สร้างขึ้นด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติกิจกรรม

จากขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะ 5 ขั้น (Inquiry Cycle) สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะ 5 ขั้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติเพื่อสืบเสาะหาองค์ความรู้ในเรื่องที่สงสัย โดยที่ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติและสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง ผู้เรียนจะสร้างองค์ความรู้จากพื้นฐานความรู้เดิมที่ผู้เรียนมี เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและมีความเข้าใจที่ถูกต้องในเนื้อหานั้น ๆ

2.1.4 ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542); พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2544) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ดังนี้

ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1) นักเรียนได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง

2) นักเรียนได้พัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญา และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3) นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิด และฝึกทักษะการออกแบบหรือวางแผนในการศึกษาค้นคว้า ทำให้รู้จักวิธีจัดระบบความคิด

4) นักเรียนมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์เร็วขึ้น และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าข้อดีของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาศักยภาพของตัวเองอย่างเต็มที่ เนื่องด้วยผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ทำให้มีประสบการณ์ตรง ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ได้ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ ด้วยตัวเอง ทำให้ผู้เรียนมีความสุข สนุก ส่งผลให้การเรียนมีความหมาย มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนสามารถจดจำความรู้ได้นานและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

2.2 เทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม

การแข่งขันเกมแบบกลุ่ม (Teams–Games–Tournament: TGT) เป็นเทคนิครูปแบบหนึ่งในการสอนแบบร่วมมือที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้กระบวนการกลุ่ม ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำงานร่วมกันเพื่อผลประโยชน์และเกิดความสำเร็จร่วมกันของกลุ่ม ด้วยการแข่งขันกันทำกิจกรรม ซึ่งเป็นการสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนสนใจมากขึ้น เทคนิควิธี TGT เป็นวิธีกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจตั้งใจ สนุกสนาน ตื่นเต้น และกระตือรือร้นที่จะเรียน นักเรียนมองเห็นคุณค่าของตนเองและกลุ่ม และสามารถพัฒนาผลการเรียนให้สูงขึ้น เนื่องจากนักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียน และยังช่วยให้นักเรียน

เกิดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้แก่ ทักษะการทำงานกลุ่ม ความรับผิดชอบต่อตนเองและกลุ่ม การช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เชื่อมั่นในตนเอง และกล้าแสดงออก TGT มีองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

2.2.1 ทีม (Teams) แบ่งนักเรียนออกเป็น 4 - 5 ทีม แต่ละทีมมีนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ในอัตราส่วน 1:2:1 สมาชิกจะอยู่ในทีมอย่างถาวร แต่ละทีมจะได้รับการฝึกฝนเหมือนกัน ในทีมจะช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทบทวนสิ่งที่ครูสอน

2.2.2 เกม (Games) เกมที่ใช้เป็นการฝึกทักษะ เน้นที่เนื้อหาวิชาเป็นหลัก

2.2.3 การแข่งขัน (Tournament) แต่ละทีมส่งตัวแทนเข้าแข่งขัน โดยที่นักเรียนที่มีความสามารถเท่ากันจะแข่งกัน และนำคะแนนของแต่ละคนในทีมมารวมกัน เรียงลำดับคะแนนแต่ละทีม ทีมใดคะแนนสูงสุดได้รับคะแนนโบนัส คะแนนของทีมจะแยกเป็นคะแนนสมาชิกแต่ละคนด้วย (ศูนย์พัฒนาทรัพยากรการศึกษา (CARD) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2558)

2.3 มโนมติทางวิทยาศาสตร์

2.3.1 มโนมติทางวิทยาศาสตร์

มีผู้ให้ความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific conception) ไว้ดังนี้

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2540) ให้ความหมายของมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (children's science) ไว้ว่า เป็นความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโลกที่เขาอาศัยอยู่ โดยเกิดจากการสร้างความหมายของคำที่นักเรียนได้รับก่อนที่นักเรียนจะได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียน โดยมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะพัฒนาในขณะที่นักเรียนพยายามที่จะเข้าใจสิ่งต่างๆ ในโลกที่เขาอาศัยอยู่ โดยอาศัยจากประสบการณ์ตรง และความรู้ในปัจจุบันด้วยภาษาของตนเอง

มังกร ทองสุขดี (2535) ให้ความหมายของมโนมติทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นความคิดสำคัญหรือเป็นข้อสรุปของความคิดที่ได้รับจากสิ่งแวดล้อมในการดำเนินชีวิต ซึ่งมโนมติบางชนิดจะช่วยเสริมสร้างประสบการณ์ชีวิต สามารถนำมาประยุกต์ใช้ชีวิตประจำวันได้ แต่อาจมีบางมโนมติที่อาจซ่อนอยู่ภายในและยังไม่สามารถจะนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

จากการศึกษาความหมายและแนวคิดของมโนมติวิทยาศาสตร์ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความคิด ความเข้าใจในการสรุปลักษณะสำคัญ ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกิดจากขึ้นจากการสังเกต หรือได้รับประสบการณ์จากสิ่งเหล่านั้น แล้วสามารถนำมาเชื่อมโยงเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง

2.3.2 มโนมติที่คลาดเคลื่อน

มีผู้ให้แนวคิดและความหมายเกี่ยวกับมโนมติที่คลาดเคลื่อน (Alternative conceptions) ไว้ดังนี้

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2540) ให้ความหมายมโนมติคลาดเคลื่อนว่า เป็นคำตอบหรือคำอธิบายที่แสดงให้เห็นถึงความคิดและความเข้าใจที่ไม่สอดคล้องกับคำตอบทางวิทยาศาสตร์ มีเหตุผลไม่เพียงพอ ขาดพื้นฐานหรือมโนมติที่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์

ชัยยนต์ ศรีเชียงหา (2554) ให้ความหมายมโนมติคลาดเคลื่อนว่า เป็นการเชื่อมโยงของมโนมติที่เกิดจากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน หรือการเชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่องใดเรื่องหนึ่งเข้ากับเนื้อหาที่คลาดเคลื่อนของอีกเรื่องหนึ่ง ก่อให้เกิดการเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

จากความหมายข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า มโนมติที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความคิดเห็นหรือความเข้าใจ ที่เกิดจากความรู้เดิมทีแตกต่างไปจากแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์เพียงบางส่วน

2.3.3 มโนมติที่ผิด

มีผู้ให้แนวคิดและความหมายมโนมติที่ผิด (Misconception) ไว้ดังนี้

Lawson and Thompson (1988) ให้ความหมาย มโนมติที่ผิดว่า เป็นความรู้หรือความเข้าใจที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิด ทฤษฎี หรือองค์ความรู้ทางนักวิทยาศาสตร์ โดยมโนมติที่ผิดนี้เกิดขึ้นจากประสบการณ์เดิมโดยตรง และส่วนใหญ่เป็นแนวคิดที่ผิดพลาดที่ฝังแน่น ยากที่จะเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้ถูกต้อง

Griffiths et al. (1988) ให้ความหมายมโนมติที่ผิด ว่า เป็นแนวความคิด ความเข้าใจเชิงมโนมติที่มีความหมายต่างกันไปจากความหมายของนักวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป เป็นแนวคิดที่มีอยู่เดิมที่ฝังแน่นและยากที่จะแก้ไขให้ถูกต้องได้

จากความหมายข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า มโนมติที่ผิด หมายถึง ความคิดและความเข้าใจที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ และเป็นความคิดที่ฝังแน่น ซึ่งยากที่จะเปลี่ยนแปลงและแก้ไขให้ถูกต้อง

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น

ศุภาพิชญ์ กุลธิ และศักดิ์ศรี สุภาษร (2555) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการแก้ปัญหาเรื่องกรด-เบส โดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกรด-เบส อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้ผู้เรียนมีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยผ่านกระบวนการคิดเพื่อทำการเชื่อมโยงเนื้อหาในแต่ละเรื่องที่ศึกษาและนำมาจัดเป็นองค์ความรู้ใหม่สำหรับตนเอง นอกจากนี้การได้

ลงมือปฏิบัติหรือแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ยังทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานในการเรียนรู้ส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนและทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะในการแก้ปัญหาสูงขึ้น

วิภารัตน์ เสนาผล และเสนอ ชัยรัมย์ (2555)ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบแนะนำเรื่องโปรตีนพบว่า นักเรียนมีคะแนนผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีแนวคิดเกี่ยวกับเคมีอินทรีย์ถูกต้องมากขึ้น และมีความพึงพอใจในการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทางในระดับดีมาก เนื่องจากวิธีการเรียนแบบนี้ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านการมีความคิดเห็นของตนเอง ความกล้าในการแสดงความคิดและการตั้งคำถาม อีกทั้งยังพบว่า การตั้งคำถามและการแนะนำของครูทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เคมีในหัวข้ออื่น ๆ ที่มีความสอดคล้องกับหัวข้อที่กำลังทำกิจกรรม

ธวัช ยะสุคำ (2555) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และมีคะแนนทักษะการคิดเชิงวิพากษ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 เช่นเดียวกัน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และในขั้นสร้างความสนใจได้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถามและสนใจที่จะหาคำตอบ มีการกำหนดสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดเชิงวิพากษ์ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้กำหนดเวลาที่เหมาะสมและมีการกำหนดสถานการณ์ที่หลากหลายเพื่อให้เกิดความหลากลายในกิจกรรม

วิชัย ลาธิ (2556) จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนรามวิทยารัชมังคลาภิเษก จากหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พบว่าผู้เรียนสนใจในการเรียนมากขึ้น เนื่องจากเกิดคำถามขึ้นในใจทำให้ผู้เรียนมีความต้องการที่จะรู้ว่าคำตอบที่ตัวเองคาดคะเนไว้ถูกต้องหรือไม่ เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นมากขึ้น อีกทั้งยังเป็นการช่วยพัฒนาทักษะการคิดของผู้เรียน และช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

ทัศวรรณ ภูผาดแร่ และศักดิ์ศรี สุภาษร (2557) จัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสกลพัฒนศึกษา เพื่อศึกษาสมบัติและปฏิกิริยาของสารคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน หลังจากการจัดการเรียนการสอนพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นในทุกหัวข้อ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียน และต้องการค้นหาคำตอบเพื่อมายืนยันหรืออธิบายคำตอบที่ตัวเองได้คาดคะเนไว้ในตอนแรก

พนิดา กันยะกาญจน์ และศักดิ์ศรี สุภาษร (2557) จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเชียงแก้วพิทยาคม มโนมติที่ทำการศึกษา ได้แก่ ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผลของสารบางชนิดที่มีต่ออัตรา ผลของพื้นที่ผิวที่มีต่ออัตรา ผลของความเข้มข้นที่มีต่ออัตรา กลไกของตัวเร่งที่มีต่ออัตรา และผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตรา หลังจากการจัดการเรียนการสอนพบว่านักเรียนมีมโนมติที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นในทุกมโนมติที่ศึกษา เนื่องจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเปรียบเทียบเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบด้วยตัวเองผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และนักเรียนได้เชื่อมโยงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันเข้ากับองค์ความรู้ที่ตัวเองค้นพบ ส่งผลให้นักเรียนสามารถอธิบายและเข้าใจในองค์ความรู้ที่ตัวเองค้นพบได้เป็นอย่างดี

ฮิกมะฮ์ อาแวกะจิ และศักดิ์ศรี สุภาษร (2558) ได้พัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลเคมี ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 53 คน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีคะแนนมโนมติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ส่วนคะแนนความคงทนของมโนมติหลังเรียนและหลังผ่านไป 30 วัน ไม่แตกต่างกัน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนเป็นผู้ออกแบบและวางแผนในการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบของคำถาม ผ่านกระบวนการคิดและแก้ปัญหา ส่งผลทำให้ผู้เรียนเข้าใจในองค์ความรู้เหล่านั้น เนื่องจากผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ฝึกทักษะการคิด การตั้งคำถาม การออกแบบวิธีการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบของปัญหา โดยมีครูคอยทำหน้าที่อำนวยความสะดวก สนับสนุน ชี้แนะ ช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม อีกทั้งยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนมติทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถใช้กับนักเรียนที่มีความสามารถทางสติปัญญาทุกระดับ และยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ท้าทายทักษะทางสติปัญญาขั้นสูง (higher-order cognitive skills) สำหรับผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์สูงได้อย่างดี (ศักดิ์ศรี สุภาษร, 2555)

2.4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนมติของนักเรียนในเรื่องกรด – เบส

Artdeja, R. Ratanaroutaia, T. Coll, R.K. and Thongpanchangc, T. (2010) ศึกษามโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร โดยใช้แบบทดสอบแบบ Two-tier (The acid-base diagnostic test ; ABDT) วัดคำตอบและเหตุผลที่นักเรียนตอบ ข้อสอบมีทั้งหมด 18 ข้อ ครอบคลุม 9 หัวข้อ ดังนี้ (1) สารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์ (2) สารละลายกรด-เบส (3) ทฤษฎีกรด-เบส (4) คู่กรด-คู่เบส (5) การแตกตัว

สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ของกรดแก่และเบสแก่ (6) การแตกตัวของกรดอ่อน (7) การแตกตัวของเบสอ่อน (8) การแตกตัวของน้ำบริสุทธิ์ และ (9) การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออนในน้ำ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนยังมีมโนมติคลาดเคลื่อนทุกหัวข้อ

จิณห์ณิภา นาคะเสนีย์, ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง และพรพรรณ พรศิลปะทิพย์ (2558) ได้ศึกษาแนวคิดเรื่องกรด–เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 48 คน โดยใช้แบบวัดแนวคิดชนิดปลายเปิดในหัวข้อสารละลายกรด–เบส และทฤษฎีกรด–เบส ผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีมโนมติคลาดเคลื่อนในมโนมติที่ทำการวิจัยทั้ง 2 มโนมติ

สุธี ผลดี และศักดิ์ศรี สุภาษร (2554) ได้ศึกษาการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกรด–เบส ด้วยชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการศึกษาพบว่าหลังเรียนนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติค้นคว้าหาองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเข้าใจในองค์ความรู้นั้นเป็นอย่างดี

ดาลารีน อับดุลฮานุง และศักดิ์ศรี สุภาษร (2555) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือร่วมกับโครงงานวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 18 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบ 4 ตัวเลือก เรื่องกรด - เบส แบบประเมินวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในระหว่างการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินโครงงานวิทยาศาสตร์โดยรวม จากการศึกษาพบว่า นักเรียนได้คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน คะแนนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการทำโครงงานและคะแนนโครงงานวิทยาศาสตร์โดยรวมพบว่ามีค่าอยู่ในระดับดี แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับโครงงานวิทยาศาสตร์สามารถช่วยเพิ่มความเข้าใจ และเสริมวิธีการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนได้จริง

2.4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม (TGT)

กัญญา โชคสวัสดิ์ภิญโญ และคณะ (2553) พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องโมลและสารละลาย โดยใช้ชุดการเรียนรู้แบบร่วมแรงร่วมใจด้วยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น อีกทั้งนักเรียนยังมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบดังกล่าวในระดับมากที่สุด เนื่องจากนักเรียนได้มีการช่วยเหลือกันและกัน เกิดปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกในกลุ่ม นักเรียนสนุกและกระตือรือร้นในการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้กลุ่มประสบความสำเร็จ ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจึงสูงขึ้นตาม

ธนัดดา คงมีทรัพย์ (2554) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคกลุ่มแข่งขัน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

เทคนิคกลุ่มแข่งขันเน้นให้นักเรียนช่วยเหลือกันและกัน สมาชิกในกลุ่มตั้งใจศึกษาเนื้อหาและฝึกฝนทำแบบฝึกหัด ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้มากขึ้น

นิรมล รอดไพ และภาคิณ อินทร์ชิดจุ้ย (2558) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเคมี และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบเทคนิคการแข่งขันแบบกลุ่มทำให้นักเรียนสนุก ตื่นเต้น และมีความสนใจในการเรียนเนื้อหาและทำกิจกรรมมากขึ้น เพราะความสำเร็จของนักเรียนแต่ละคนคือความสำเร็จของกลุ่ม ส่งผลให้นักเรียนแต่ละคนมีความตั้งใจในการเรียนรู้

จากแนวคิด ทฤษฎี รวมถึงผลการวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้นพบว่าการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น เนื่องจากเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติศึกษาค้นคว้าหาองค์ความรู้ด้วยตัวเอง ผู้เรียนรู้สึกตื่นเต้น สนุก และภูมิใจในการค้นพบองค์ความรู้ของตนเอง ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาความเข้าใจเรื่องกรด – เบส ของนักเรียน เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่นักเรียนมีความเข้าใจผิดและเข้าใจคลาดเคลื่อนมากดังได้กล่าวข้างต้น โดยนำเอาเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น มาผสมผสานกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยเลือกใช้การแข่งขันเกมแบบกลุ่ม (TGT) เนื่องจากการใช้เทคนิคนี้จะเน้นเกม เพื่อให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นและสนุกกับการเรียน ให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และสามารถทำงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่มได้ สมาชิกในกลุ่มจะกระตุ้นเตือนกันให้ร่วมมือเพื่อความสำเร็จของกลุ่ม สมาชิกทุกคนจะรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย ทำให้ผู้เรียนแต่ละคนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาและได้รับความรู้อย่างเท่าเทียมกันทุกคน ด้วยเหตุผลนี้ผู้วิจัยจึงเชื่อว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ที่ผสมผสานกับเทคนิค TGT จะสามารถพัฒนามโนมติเรื่องกรด–เบส ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคเกมการแข่งขันแบบกลุ่ม มีวิธีดำเนินการวิจัยตามลำดับดังนี้

3.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยนี้มีแบบแผนการวิจัยเป็นแบบกึ่งทดลอง ใช้รูปแบบการวิจัยเป็นแบบกลุ่มตัวอย่างเดียวมีการทดสอบก่อนและหลัง (One-group pretest and posttest design) ดังนี้

$$O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2 \qquad (3.1)$$

เมื่อ O_1 และ O_2 แทน การทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และการทดสอบหลังเรียน (Posttest)

X แทน วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับเทคนิคเกมการแข่งขันแบบกลุ่ม เรื่องกรด–เบส

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 198 คน และปีการศึกษา 2559 จำนวน 210 คน โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยมีทั้งหมด 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 และ 5/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 62 คน และกลุ่มที่ 2 คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 และ 5/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 70 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากเป็นห้องเรียนที่นักเรียนมีความสามารถไม่แตกต่างกันมาก

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 เครื่องมือทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง กรด-เบส ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคเกมการแข่งขันแบบกลุ่ม จำนวน 3 แผน รวม 14 ชั่วโมง รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 กิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรม	เกมใน TGT	ชั่วโมง
1. สารอิเล็กโทรไลต์และสารนอนอิเล็กโทรไลต์	กิจกรรมที่ 1.1 สนุกกับสารละลาย กิจกรรมที่ 1.2 ใครนำไฟฟ้าได้มากกว่ากัน	แข่งขันทำแบบทดสอบ	3
2. ทฤษฎีกรด - เบส	กิจกรรมที่ 2.1 จับคู่ให้หนูหน่อย กิจกรรมที่ 2.2 ให้ก็ได้รับก็ได้	แข่งขันทำแบบทดสอบ	3
3. การไทเทรตกรด-เบส	กิจกรรมที่ 3.1 จุดสมมูลกับจุดยุติอยู่ตรงไหน	แข่งขันทำแบบทดสอบ	8
	กิจกรรมที่ 3.2 อินดิเคเตอร์ชนิดไหนเหมาะสมที่สุด		
	กิจกรรมที่ 3.3 ในนี้มีกรดและเบสอยู่เท่าไหร่		
รวม			**14**

รายละเอียดของกิจกรรมในแต่ละแผนการเรียนรู้ มีดังนี้

3.3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ทบทวนความรู้เดิมเรื่องการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิกและสารประกอบโคเวเลนต์แล้วใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจเกี่ยวกับสารอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์ โดยใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) นักเรียนเรียนรู้โดยกระบวนการกลุ่มทำกิจกรรมที่ 1.1 เรื่องสนุกกับสารละลาย สังเกตและบันทึกผลกิจกรรม โดยมีครูคอยอำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำแก่นักเรียน

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรม 1.1

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง ใครนำไฟฟ้าได้มากกว่ากัน สังเกตและบันทึกผลกิจกรรม โดยมีครูคอยอำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำแก่นักเรียน

5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) นักเรียนทำกิจกรรม TGT ที่ 1 เรื่องสมบัติบางประการของสารละลาย โดยสมาชิกทุกคนในแต่ละกลุ่มทำแบบทดสอบทั้งหมดจำนวน 4 ชุด และคะแนนที่นักเรียนแต่ละคนได้จะนำไปรวมเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดได้คะแนนโบนัส 5 คะแนน ส่วนกลุ่มอื่น ๆ ได้รับคะแนนโบนัสเป็น 4, 3, 2, 1 และ 0 คะแนน ตามลำดับ

3.3.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องทฤษฎีกรด–เบส

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ทบทวนความรู้เรื่อง สารละลายกรด สารละลายเบส และการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องทฤษฎีกรด-เบส โดยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) นักเรียนทำกิจกรรมที่ 2.1 เรื่อง จับคู่ให้หนูหน่อย สังเกตและบันทึกผลกิจกรรม โดยมีครูคอยอำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำแก่นักเรียน

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรมที่ 2.1

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) นักเรียนทำกิจกรรมที่ 2.2 เรื่อง ให้ก็ได้รับก็ได้ สังเกตและบันทึกผลกิจกรรม โดยมีครูคอยอำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำแก่นักเรียน

5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) นักเรียนทำกิจกรรม TGT ที่ 2 เรื่องทฤษฎีกรด – เบส โดยสมาชิกทุกคนในแต่ละกลุ่มทำแบบทดสอบทั้งหมดจำนวน 4 ชุด และคะแนนที่นักเรียนแต่ละคนได้จะนำไปรวมเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดได้คะแนนโบนัส 5 คะแนน ส่วนกลุ่มอื่น ๆ ได้รับคะแนนโบนัสเป็น 4, 3, 2, 1 และ 0 คะแนน ตามลำดับ

3.3.1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการไทเทรตกรด – เบส

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ทบทวนความรู้เรื่อง สารละลายกรด - เบส และการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เชื่อมโยงเข้าสู่การไทเทรตกรด – เบส โดยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) นักเรียนทำกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง จุดสมมูลกับจุดยุติอยู่ตรงไหน สังเกตและบันทึกผลกิจกรรม โดยมีครูคอยอำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำแก่นักเรียน

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) นักเรียนนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากทำกิจกรรมที่ 3.1

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) นักเรียนทำกิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง อินดิเคเตอร์ชนิดไหนเหมาะสมที่สุด และกิจกรรมที่ 3.3 เรื่อง ในนี้มีกรดหรือเบสอยู่เท่าไหร่ สังเกตและบันทึกผลกิจกรรม โดยมีครูคอยอำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำแก่นักเรียน

5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) นักเรียนทำกิจกรรม TGT ที่ 3 เรื่องการไทเทรตกรด - เบส โดยสมาชิกทุกคนในแต่ละกลุ่มทำแบบทดสอบทั้งหมดจำนวน 4 ชุด และคะแนนที่นักเรียนแต่ละคนได้จะนำไปรวมเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดได้คะแนนโบนัส 5 คะแนน ส่วนกลุ่มอื่น ๆ ได้รับคะแนนโบนัสเป็น 4, 3, 2, 1 และ 0 คะแนน ตามลำดับ

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติแบบปรนัยชนิดตัวเลือก 2 ลำดับขั้น เรื่องกรด - เบส จำนวน 20 ข้อ โดยขั้นที่ 1 เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก และขั้นที่ 2 เป็นการเขียนอธิบายเหตุผลประกอบตัวเลือกในขั้นที่ 1 โดยแบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติมีระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ 3 ระดับ ตาม Bloom's Taxonomy รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การแจกแจงแบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องกรด – เบส

ที่	เรื่อง	เวลา (ชม.)	ระดับพฤติกรรมการเรียนรู้			จำนวนข้อ
			เข้าใจ	นำไปใช้	คิดวิเคราะห์	
1	สารละลายกรด – เบส	3	1	1	1	3
2	สารอิเล็กโทรไลต์และสารนอนอิเล็กโทรไลต์		1	1	1	3
3	ทฤษฎีกรด - เบส	3	2	2	1	5
4	การไทเทรตกรด - เบส	8	3	4	2	9
รวม		14	7	8	5	20

ตัวอย่างคำถามในแบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติเรื่อง กรด-เบส ก่อนเรียนและหลังเรียนแสดงดังภาพที่ 3.1

คำถาม : สารใดต่อไปนี้ ที่สามารถเป็นได้ทั้งกรดและเบส

1. CN^-

2. HCl

3. HF

4. HCO_3^-

เหตุที่เลือกตอบข้อ .....

เพราะ.....

.....

ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างคำถามในแบบทดสอบวัดมโนมติเรื่องกรด–เบส

3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 แผนการจัดการเรียนรู้

ในการจัดทำแผนจัดการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง กรด-เบส มีขั้นตอนดังนี้

3.4.1.1 ศึกษาหลักสูตรและขอบข่ายของเนื้อหาวิชาเคมี ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อให้เข้าใจโครงสร้างของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล

3.4.1.2 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาเรื่องกรด–เบส เพื่อที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้จากหนังสือเรียนวิชาเคมีเพิ่มเติม เล่ม 3 และคู่มือครูสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมเคมี เพื่อกำหนดความคิดรวบยอด จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้

3.4.1.3 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนการสอนจากหนังสือเรียนวิชาเคมีเพิ่มเติม เล่ม 3 และคู่มือครูสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมเคมี

3.4.1.4 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น และการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม

3.4.1.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่องกรด–เบส จำนวน 3 แผน รวม 14 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

1) การสร้างความสนใจ (Engage) เป็นขั้นตอนนำเข้าสู่บทเรียน จุดประสงค์ที่สำคัญของขั้นตอนนี้ คือ ทำให้ผู้เรียนสนใจในกิจกรรมที่จะนำเข้าสู่บทเรียน โดยจะเชื่อมโยง

ประสบการณ์การเรียนรู้เดิมกับปัจจุบัน และเป็นกิจกรรมที่กำลังจะเกิดขึ้น ซึ่งทำให้ผู้เรียนสนใจที่จะศึกษาความรู้ กระบวนการ หรือทักษะ และเริ่มคิดเชื่อมโยงความรู้ กระบวนการ หรือทักษะ กับประสบการณ์เดิม

2) การสำรวจและค้นหา (Explore) เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ร่วมกันในการสร้างและพัฒนาความรู้ กระบวนการ และทักษะ โดยให้เวลาและโอกาสแก่ผู้เรียนในการทำกิจกรรมการสำรวจและค้นหาสิ่งที่ผู้เรียนต้องการเรียนรู้ตามความคิดเห็นผู้เรียนแต่ละคน ผู้เรียนจะได้ตรวจสอบหรือเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความรู้ของผู้เรียนที่ยังไม่ถูกต้องและยังไม่สมบูรณ์

3) การอธิบาย (Explain) เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้พัฒนาความ สามารถในการอธิบายความรู้ที่ได้จากการสำรวจและค้นหา ให้โอกาสผู้เรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ให้ผู้เรียนใช้ข้อสรุปร่วมกันในการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ โดยครูชี้แนะผู้เรียนเกี่ยวกับการสรุปและการอธิบายรายละเอียด ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายด้วยตัวผู้เรียนเอง และเชื่อมโยงประสบการณ์ ความรู้เดิมและสิ่งที่เรียนรู้เข้าด้วยกัน

4) การขยายความรู้ (Elaborate) เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ยืนยันและขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในความรู้ให้กว้างขวางและลึกยิ่งขึ้น และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและปฏิบัติตามที่ผู้เรียนต้องการ เป้าหมายที่สำคัญของขั้นนี้ คือ ผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

5) การประเมินผล (Evaluate) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการอธิบายความรู้ความเข้าใจของตนเอง และครูได้ประเมินความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน

3.4.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและพิจารณาให้ข้อคิดเห็น แล้วนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไข

3.4.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

3.4.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

3.4.2 แบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์

ในการจัดทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

3.4.2.1 ศึกษาเนื้อหาเรื่องกรด-เบส และวิธีการสร้างแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก พร้อมทั้งให้เหตุผล จากเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล

3.4.2.2 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด เรื่องกรด-เบส เพื่อนำไปสร้างแบบทดสอบ

3.4.2.3 สร้างแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์แบบปรนัย 4 ตัวเลือก พร้อมทั้งให้เหตุผล (two-tier diagnostic test) เรื่องกรด–เบส

3.4.2.4 นำแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ ความเหมาะสมของภาษา

3.4.2.5 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.5 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.5.1 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที

3.5.2 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคเกมการแข่งขันแบบกลุ่ม ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้จำนวน 3 แผน รวม 14 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 และ 2559

3.5.3 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์หลังเรียน ด้วยแบบทดสอบชุดเดิม จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.6. 1 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.6.1.1 วิเคราะห์มโนมติก่อนและหลังการเรียนจากแบบวัดมโนมติ เรื่องกรด–เบส ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยจำแนกกลุ่มความเข้าใจมโนมติของนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้เกณฑ์ที่ปรับปรุงจากงานวิจัยของ สมเจตน์ อุระศิลป์ และศักดิ์ศรี สุภาษร (2554) ดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์แบบตัวเลือกสองลำดับขั้น

มโนมติ	ตัวเลือก	คะแนน	เหตุผล	คะแนน	คะแนนรวม
มโนมติถูกต้อง (GU)	ถูก	1	เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องสมบูรณ์	1	2
มโนมติคลาดเคลื่อน (AU)	ถูก	1	เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องบางส่วน	0.5	1.5
	ถูก	1	เขียนแสดงเหตุผลผิด	0	1
	ถูก	1	ไม่เขียนแสดงเหตุผล	0	1
	ผิด	0	เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องสมบูรณ์	1	1
	ผิด	0	เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องบางส่วน	0.5	0.5
มโนมติที่ผิด (MU)	ผิด	0	เขียนแสดงเหตุผลผิด	0	0
	ผิด	0	ไม่เขียนแสดงเหตุผล	0	0

3.6.1.2 คำนวณความก้าวหน้าทางการเรียนทั้งในกรณีที่เป็นร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนจริง (% actual learning gain) ซึ่งคำนวณจากร้อยละของคะแนนหลังเรียนลบด้วยร้อยละของคะแนนก่อนเรียน และในกรณีที่เป็นความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติ (normalized learning gain: <g>) ซึ่งคำนวณตามสูตรของ Hake (1998) ดังนี้

$$\langle g \rangle = \frac{\%\text{posttest} - \%\text{pretest}}{100\% - \%\text{pretest}} \qquad (3.2)$$

โดย $\langle g \rangle \leq 0.30$ เป็นความก้าวหน้าระดับต่ำ

$0.30 < \langle g \rangle \leq 0.70$ เป็นความก้าวหน้าระดับปานกลาง

$\langle g \rangle > 0.70$ เป็นความก้าวหน้าระดับสูง

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.2.1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยมโนมติของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการทดสอบค่าทีแบบตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (Dependent samples t-test) ที่ระดับ 0.05 เพื่อวิเคราะห์ความเข้าใจมโนมติ

3.6.2.2 เปรียบเทียบร้อยละของมโนมติของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติค่าร้อยละ

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิจัยเพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่อง กรด–เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคเกมการแข่งขันแบบกลุ่ม เป็นการวิจัยแบบกลุ่มตัวอย่างเดียวที่มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยมีทั้งหมด 2 กลุ่ม กลุ่มแรกคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 และ 5/2 จำนวน 62 คน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 กลุ่มที่สองคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 และ 5/2 จำนวน 70 คน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา จังหวัดสกลนคร ซึ่งสามารถแสดงผลการวิจัยและอภิปรายผล ดังนี้

4.1 คุณภาพของแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส

เนื่องจากในการทำการวิจัยครั้งนี้ไม่ได้ทำการวิเคราะห์เครื่องมือก่อนทำการวิจัย จึงต้องทำการหาคุณภาพเครื่องมือหลังการทำวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย คือ แบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่องกรด–เบส แบบ 2 ลำดับขั้น จำนวน 20 ข้อ ได้ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้และ ความเหมาะสมของภาษา หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามของแบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดย คณะกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ (1) ผู้ทรงคุณวุฒิสาขาวิชาเคมีศึกษาจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ สสวท. (2) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเคมีจากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และ (3) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเคมีศึกษาจากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 ถึง 1.00 และวิเคราะห์หาค่าดัชนีความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบพบว่ามีระดับความยาก (p) ตั้งแต่ 0.48-1.00 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.08-0.74

4.2 ความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์และความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในปีการศึกษา 2558

4.2.1 คะแนนความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์เฉลี่ยและความก้าวหน้าทางการเรียน

จากการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคเกมการแข่งขันแบบกลุ่ม โดยมีการวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่องกรด–เบส ก่อนเรียนและหลังเรียน แล้ววิเคราะห์หาร้อยละความก้าวหน้า (%ก้าวหน้า) คะแนนทางสถิติค่าที (t-test)

เพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (dependent samples t-test) ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คะแนนความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน เรื่องกรด-เบส

คะแนน	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	% ก้าวหน้า	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t-test	<g>
ก่อนเรียน	10.81	28.40	43.95	6.95	17.25*	0.60
หลังเรียน	28.40	70.99		4.05		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$)

จากการวิเคราะห์คะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนมติเรื่องกรด–เบส พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจมโนมติก่อนเรียนเท่ากับ 10.81 (SD = 6.95) คิดเป็นร้อยละ 27.40 และมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจมโนมติหลังเรียนเท่ากับ 28.40 (SD = 4.05) คิดเป็นร้อยละ 70.99 และคิดเป็นความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 43.95 หรือความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติ <g> เท่ากับ 0.60 ซึ่งอยู่ในระดับ “ความก้าวหน้าปานกลาง” จากการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มศึกษาไม่อิสระต่อกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจมโนมติเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4.2.2 คะแนนความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์และความก้าวหน้าทางการเรียนจำแนกตามเนื้อหา

จากการวิเคราะห์คะแนนความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์และความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่องกรด-เบส จำแนกตามเนื้อหา ผลการวิจัยดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนมติเรื่องกรด–เบส

เนื้อหา	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน			หลังเรียน			ความก้าวหน้า		T-test
		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละ	%	<g>**	
สารละลายกรด–เบส	6	2.76	1.62	45.97	4.90	1.34	81.72	35.75	0.66	10.13*
สารละลายอิเล็กโทรไลต์	6	2.15	19.3	35.75	4.96	0.97	82.66	46.91	0.73	10.98*
ทฤษฎีกรด–เบส	10	2.54	2.22	25.40	7.54	1.83	75.40	50.00	0.67	14.70*
การไทเทรตกรด–เบส	18	3.37	2.63	18.73	10.99	2.01	61.07	42.34	0.52	16.20*
รวม	**40**	**10.81**	**6.95**	**27.04**	**28.40**	**4.05**	**70.99**	**43.95**	**0.60**	**17.25**

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

** $\langle g \rangle \leq 0.30$, $0.30 - 0.70$, ≥ 0.70 มีความก้าวหน้าระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์คะแนนความเข้าใจมโนมติและความก้าวหน้าทางการเรียนจำแนกตามเนื้อหาเป็น 4 หัวข้อ ได้แก่ (1) สารละลายกรด–เบส (2) สารละลายอิเล็กโทรไลต์ (3) ทฤษฎีกรด–เบส และ (4) การไทเทรตกรด–เบส ดังแสดงในตารางที่ 4.2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนก่อนเรียนร้อยละ 45.97 35.75 25.40 และ 18.73 ตามลำดับ และมีคะแนนหลังเรียนร้อยละ 81.72 82.66 75.40 และ 61.07 ตามลำดับ โดยเรื่องสารละลายกรด–เบส และเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์ เป็นหัวข้อที่นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเป็นเรื่องที่มีเนื้อหาไม่ซับซ้อน และนักเรียนเคยเรียนเรื่องสารละลายกรด–เบส ช่วงมัธยมศึกษาตอนต้นผ่านมาแล้ว นักเรียนจึงเข้าใจได้ง่าย และจากการทำกิจกรรมเพื่อเรียนรู้เรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์ นักเรียนสามารถสร้างมโนมติทางวิทยาศาสตร์ได้ง่าย เนื่องจากสามารถมองภาพได้อย่างชัดเจน ส่วนเรื่องการไทเทรตกรด–เบส เป็นหัวข้อที่นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนต่ำที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเป็นเนื้อหาที่ใหม่และมีเนื้อหาย่อยเยอะ เช่น การดุลสมการในการทำปฏิกิริยาระหว่างกรดและเบส การคำนวณหาความเข้มข้นของกรดหรือเบสจากการไทเทรต การคำนวณหาปริมาณกรดหรือเบสในสารตัวอย่าง ส่งผลให้นักเรียนสับสนและทำความเข้าใจได้ยาก ทำให้นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนและผิด จากการวิเคราะห์ด้วยการทดสอบแบบกลุ่มศึกษาไม่เป็นอิสระต่อกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจมโนมติเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกหัวข้อ โดยมีร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียน

จริง (% actual learning gain) ของแต่ละหัวข้อเป็น 35.75 46.91 50.00 และ 42.34 ตามลำดับ และมีความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติ <g> เป็น 0.66 0.73 0.67 และ 0.52 ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในระดับ "ความก้าวหน้าปานกลาง" 3 มโนมติหลัก ได้แก่ (1) สารละลายกรด–เบส (2) ทฤษฎีกรด–เบส และ (3) การไทเทรตกรด–เบส ส่วนมโนมติเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์ จัดอยู่ใน "ความก้าวระดับสูง" และเป็นมโนมติที่นักเรียนมีร้อยละคะแนนหลังเรียน และความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติ สูงที่สุด เนื่องจากเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์มีเนื้อหาไม่ซับซ้อน นักเรียนจึงสามารถเข้าใจได้ง่าย และสร้างเป็นองค์ความรู้ได้อย่างถูกต้อง ส่วนมโนมติเรื่องการไทเทรตกรด–เบส เป็นมโนมติที่นักเรียนมีร้อยละของคะแนนหลังเรียน และความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติต่ำที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนบางส่วนยังดุลสมการเคมีไม่เป็นและมีทักษะด้านการคำนวณต่ำ อีกทั้งยังสับสนเกี่ยวกับจุดสมมูล โดยนักเรียนบางส่วนเข้าใจว่าจุดสมมูล คือ จุดที่กรดและเบสทำปฏิกิริยาพอดีกันโดยใช้ปริมาตรเท่ากัน ซึ่งเป็นความเข้าใจที่ผิดจากมโนมติทางวิทยาศาสตร์ โดยจุดสมมูล คือ จุดที่กรดกับเบสทำปฏิกิริยาพอดีกันโดยใช้โมลเท่ากัน

4.2.3 การจำแนกกลุ่มมโนมติของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดมโนมติ

การวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนมติของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติเป็นรายข้อโดยใช้ความถี่ และร้อยละ ซึ่งแบบทดสอบครอบคลุมเนื้อหา 4 หัวข้อ ได้แก่ 1) สารละลายกรด–เบส 2) สารละลายอิเล็กโทรไลต์ 3) ทฤษฎีกรด–เบส และ 4) การไทเทรตกรด–เบส จำแนกกลุ่มมโนมติของนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ตามเกณฑ์คำตอบที่ได้จำแนกตามระดับความเข้าใจมโนมติ 3 ระดับ (ปรับปรุงจาก สมเจตน์ อุระศิลป์ และศักดิ์ศรี สุภาษร, 2554) ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 เกณฑ์การจัดกลุ่มแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่องกรด–เบส

มโนมติ	ตัวเลือก	คะแนน	เหตุผล	คะแนน	คะแนนรวม
มโนมติถูกต้อง (GU)	ถูก	1	เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องสมบูรณ์	1	2
มโนมติคลาดเคลื่อน (AU)	ถูก	1	เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องบางส่วน	0.5	1.5
	ถูก	1	เขียนแสดงเหตุผลผิด	0	1
	ถูก	1	ไม่เขียนแสดงเหตุผล	0	1
	ผิด	0	เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องสมบูรณ์	1	1
	ผิด	0	เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องบางส่วน	0.5	0.5
มโนมติที่ผิด (MU)	ผิด	0	เขียนแสดงเหตุผลผิด	0	0
	ผิด	0	ไม่เขียนแสดงเหตุผล	0	0

จากการจำแนกกลุ่มมโนมติของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดมโนมติเรื่องกรด–เบส สามารถจำแนกเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้เกณฑ์ในการจำแนกตามตารางที่ 4.3 พบว่า ก่อนเรียนมีร้อยละของนักเรียนที่มโนมติถูกต้อง (GU) มโนมติคลาดเคลื่อน (AU) และมโนมติที่ผิด (MU) เป็น 14.37 32.67 และ 52.97 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 52.97 อยู่ในกลุ่มมโนมติที่ผิด (MU) เมื่อพิจารณาความเข้าใจมโนมติหลังเรียน พบว่าหลังเรียนมีร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มเป็น 64.41 22.66 และ 12.93 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติที่คลาดเคลื่อน (AU) และมโนมติที่ผิด (MU) ลดลงจากก่อนเรียน 10.00 และ 40.04 ตามลำดับ ส่วนร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติที่ถูกต้อง (GU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนเป็น 50.04 โดยนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มมีมโนถูกต้อง ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ร้อยละของนักเรียนในกลุ่มมโนมติต่าง ๆ จำแนกตามคะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนมติ

เนื้อหา	ร้อยละของนักเรียนในกลุ่มมโนมติ								
	ก่อนเรียน			หลังเรียน			การเปลี่ยนแปลง*		
	GU	AU	MU	GU	AU	MU	GU	AU	MU
สารละลายกรด – เบส	26.90	33.31	39.79	69.35	17.74	12.90	+42.45	-15.59	-26.86
สารละลายอิเล็กโทรไลต์	18.82	32.80	48.39	68.82	21.00	10.22	+49.98	-11.80	-38.18
ทฤษฎีกรด–เบส	7.10	36.13	56.77	55.00	34.30	10.70	+47.90	-1.83	-46.07
การไทเทรตกรด–เบส	4.64	28.40	66.96	64.50	17.60	17.90	+59.86	-10.80	-49.06
เฉลี่ย	14.37	32.67	52.97	64.41	22.66	12.93	+50.04	-10.00	-40.04

* เครื่องหมาย + และ – หมายถึงการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่เพิ่มขึ้นและลดลง ตามลำดับ

จากตารางที่ 4.4 พบว่า เมื่อจำแนกร้อยละของนักเรียนในกลุ่มมโนมติต่าง ๆ ก่อนเรียน พบว่าทุกมโนมติหลักมีร้อยละของนักเรียนในกลุ่มที่มีมโนมติที่ผิดรวมกับร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติคลาดเคลื่อน (MU+AU) สูงกว่าร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติที่ถูกต้อง (GU) ค่อนข้างมาก แสดงให้เห็นว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องกรด–เบส เป็นความเข้าใจที่ผิดและคลาดเคลื่อน เมื่อวิเคราะห์ร้อยละของนักเรียนในแต่ละมโนมติหลักหลังเรียน พบว่า แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงร้อยละของนักเรียนในกลุ่มมโนมติต่าง ๆ เป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้น โดยหลังเรียนมีร้อยละของนักเรียนในกลุ่มที่มีมโนมติที่ถูกต้อง (GU) สูงกว่าร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติที่ผิดรวมกับร้อยละ

ของนักเรียนที่มีมโนมติคลาดเคลื่อน (MU+AU) แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่มสามารถพัฒนาความเข้าใจมโนมติของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอย่างละเอียดจะพบว่าเรื่องสารละลายกรด-เบส และเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์ เป็นหัวข้อที่มีร้อยละของนักเรียนในกลุ่มมโนมติถูกต้องสูงที่สุด ส่วนเรื่องทฤษฎีกรด-เบส เป็นหัวข้อที่มีร้อยละของนักเรียนในกลุ่มมโนมติคลาดเคลื่อนสูงที่สุดและเรื่องการไทเทรตกรด-เบสเป็นหัวข้อที่มีร้อยละของนักเรียนในกลุ่มมโนมติผิดสูงที่สุดซึ่งสอดคล้องกับคะแนนความเข้าใจมโนมติที่อธิบายในข้างต้น โดยในเรื่องทฤษฎีกรด-เบส นักเรียนบางส่วนยังสับสนเกี่ยวกับการให้และรับโปรตอนของสารแอมโฟเทอริก คือ เมื่อรับโปรตอนมาแล้วจะเป็นอย่างไร หรือเมื่อให้โปรตอนไปแล้วจะเกิดไอออนใด ส่วนในเรื่องการไทเทรตกรด-เบสนั้น พบว่านักเรียนบางส่วนลืมดุลสมการเคมีก่อนทำการคำนวณ ทำให้การคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสผิดพลาด และยังมีความสับสนเกี่ยวกับสารละลายมาตรฐานและสารละลายตัวอย่างเมื่อมีการกำหนดสถานการณ์การไทเทรตมาให้ นักเรียนไม่สามารถระบุได้ว่าสารใดควรเป็นสารละลายมาตรฐาน และสารใดควรเป็นสารตัวอย่าง

4.2.4 ร้อยละมโนมติถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิด จำแนกตามหัวข้อ

เมื่อแยกวิเคราะห์ผลการทำแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องกรด-เบส ของนักเรียน จำแนกตามหัวข้อ ผลที่ได้แสดงดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.2.4.1 เรื่องสารละลายกรด-เบส

ก่อนจัดการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม เรื่องสารละลายกรด-เบส พบว่าร้อยละของนักเรียนส่วนใหญ่มีมโนมติคลาดเคลื่อน (AU = 20.20)และมโนมติที่ผิด (MU = 30.20) สูงกว่าร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติถูกต้อง (GU = 26.88) หลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม พบว่าในหัวข้อเรื่องกรด-เบส นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนมติที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นร้อยละ 42.45 และมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนและผิดลดลงร้อยละ 15.59, 26.86 ตามลำดับ เป็นผลเนื่องจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นสำรวจและค้นหา เรื่องสนุกกับสารละลาย เป็นกิจกรรมที่ทำได้ง่าย สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงได้อย่างชัดเจนจากสีที่เปลี่ยนไปของกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ นักเรียนตื่นเต้นและสนุกที่ได้ทำการทดลอง ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจและสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตัวนักเรียนเอง

4.2.4.2 เรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์

ก่อนจัดการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม พบว่าร้อยละของนักเรียนส่วนใหญ่มีมโนมติคลาดเคลื่อน (AU = 21.48) และมโนมติที่ผิด (MU = 40.36) ซึ่งสูงกว่าร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติถูกต้อง (GU = 18.82) หลังการ

จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม พบว่าในหัวข้อเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์ นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนมติถูกต้องเพิ่มขึ้นร้อยละ 49.98 และมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนและผิดลดลงร้อยละ 11.80, 38.18 ตามลำดับ เป็นผลเนื่องจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นสำรวจและค้นหา เรื่องใครนำไฟฟ้าได้มากกว่ากัน เป็นกิจกรรมที่ทำได้ง่าย สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงได้อย่างชัดเจนจากความสว่างของหลอดไฟ อีกทั้งเนื้อหาเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์ไม่ซับซ้อน ง่ายต่อการทำความเข้าใจ นักเรียนจึงเข้าใจและสรุปเนื้อหาสร้างเป็นองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเอง

4.2.4.3 เรื่องทฤษฎีกรด–เบส

ก่อนจัดการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม พบว่าร้อยละของนักเรียนส่วนใหญ่มีมโนมติคลาดเคลื่อน (AU = 36.13) และมโนมติที่ผิด (MU = 56.77) ซึ่งสูงกว่าร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติถูกต้อง (GU = 7.09) หลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม พบว่าในหัวข้อเรื่องทฤษฎีกรด–เบส นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนมติถูกต้องเพิ่มขึ้นร้อยละ 47.90 และมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนและผิดลดลงร้อยละ 1.83, 46.07 ตามลำดับ จากผลการวิจัยพบว่านักเรียนในกลุ่มที่มีมโนมติคลาดเคลื่อนลดลงเพียงเล็กน้อย อาจจะเป็นผลเนื่องจากเนื้อหาเรื่องทฤษฎีกรด–เบส เป็นเนื้อหาที่มีความซับซ้อน ต้องอาศัยความเข้าใจเรื่องการแตกตัวเป็นไอออนของกรด–เบส การเป็นไอออนบวกไอออนลบ หรือโมเลกุลของสารหลังการให้โปรตอนของกรดและการรับโปรตอนของเบส ซึ่งนักเรียนไม่สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงการเกิดเป็นไอออนบวก ไอออนลบ และโมเลกุลของกรด–เบส ได้ด้วยตา จึงยากต่อการทำความเข้าใจ หลังเรียนจึงพบว่านักเรียนยังมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนค่อนข้างสูง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 34.30

4.2.4.4 เรื่องการไทเทรตกรด–เบส

ก่อนจัดการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม พบว่าร้อยละของนักเรียนส่วนใหญ่มีมโนมติคลาดเคลื่อน (AU = 28.39) และมโนมติที่ผิด (MU = 66.96) ซึ่งสูงกว่าร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติถูกต้อง (GU = 4.64) หลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม พบว่าในหัวข้อเรื่องการไทเทรตกรด–เบส นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนมติถูกต้องเพิ่มขึ้นร้อยละ 59.86 และมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนและผิดลดลงร้อยละ 10.03, 49.06 ตามลำดับ จากผลวิจัยพบว่านักเรียนยังมีมโนมติคลาดเคลื่อนและมโนมติที่ผิดค่อนข้างสูง เนื่องจากเนื้อหาเรื่องการไทเทรตกรด–เบส เป็นเนื้อหาใหม่สำหรับนักเรียนและต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจในหลาย ๆ เรื่องที่เรียนผ่านมาแล้ว เช่น การเขียนสมการเคมี การดุลสมการ และต้องอาศัยพื้นฐานด้านการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนบางส่วนที่มีมโนมติคลาดเคลื่อนและมโนมติที่ผิดในเรื่องที่เรียนผ่านมาอยู่แล้ว จึงส่งผลให้เรื่องการ

ไทเทรตกรด–เบส เป็นเรื่องที่ยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียน นักเรียนจึงไม่สามารถสร้างองค์ความรู้ที่ถูกต้องด้วยตนเองได้ ดังนั้นหลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานการแข่งขันเกมแบบกลุ่มยังคงมีนักเรียนที่มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนและมโนมติที่ผิดค่อนข้างสูง

4.3 ความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์และความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่องกรด–เบส ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในปีการศึกษา 2559

4.3.1 คะแนนความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์เฉลี่ยและความก้าวหน้าทางการเรียน

จากการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคเกมการแข่งขันแบบกลุ่ม โดยมีการวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่องกรด–เบส ก่อนเรียนและหลังเรียน แล้ววิเคราะห์หาร้อยละความก้าวหน้า (%ก้าวหน้า) คะแนนทางสถิติค่าที (t-test) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (dependent samples t-test) ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 คะแนนความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน เรื่องกรด-เบส

คะแนน	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	% ก้าวหน้า	ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน	t-test	<g>
ก่อนเรียน	3.85	9.63	79.62	2.43	83.47*	0.88
หลังเรียน	35.70	89.25		1.48		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง พบว่าคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์เฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 3.85 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 9.63 ของคะแนนเต็ม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.43 ส่วนคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์เฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 35.70 คิดเป็นร้อยละ 79.20 ของคะแนนเต็ม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.48 และค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (dependent sample t- test) มีค่าเท่ากับ 83.47 ส่วนร้อยละของความก้าวหน้าของคะแนนมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 79.62 และมีความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติ <g> เท่ากับ 0.88 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ “ความก้าวหน้าระดับสูง” เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่มทำให้นักเรียนสนุกกับการเรียน

และกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาคำตอบ เพื่อนำองค์ความรู้ที่ได้ไปแข่งขันเพื่อให้ได้คะแนนกลุ่มสูงสุด และได้คะแนนโบนัสให้กับกลุ่ม ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่มสามารถช่วยให้นักเรียนมีโมมติวิทยาศาสตร์เรื่องกรด–เบส สูงขึ้นจริง

4.3.2 คะแนนความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์และความก้าวหน้าทางการเรียนจำแนกตามเนื้อหา

จากการวิเคราะห์คะแนนความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์และความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่องกรด-เบส จำแนกตามเนื้อหา ผลการวิจัยดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 การเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติเรื่องกรด–เบส จำแนกตามเนื้อหา

เนื้อหา	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน			หลังเรียน			ความก้าวหน้า		t-test
		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละ	ร้อยละ	<g>**	
สารละลายกรด–เบส	6	0.52	0.70	8.67	6.00	0.00	100.00	91.33	1.00	65.57*
สารละลายอิเล็กโทรไลต์	6	0.53	0.78	8.83	5.94	0.34	99.00	90.17	0.99	51.69*
ทฤษฎีกรด–เบส	10	1.21	0.90	12.10	9.36	0.82	93.60	81.50	0.93	51.75*
การไทเทรตกรด–เบส	18	1.59	1.43	8.83	14.40	1.15	80.00	71.17	0.78	57.24*
รวม	40	3.85	2.43	9.63	35.70	1.48	89.25	79.62	0.88	83.47

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

** $\langle g \rangle \leq 0.30$, 0.30 – 0.70, ≥ 0.70 มีความก้าวหน้าระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ตามลำดับ

จากตารางที่ 4.6 เมื่อจำแนกตามเนื้อหาเป็น 4 หัวข้อ ได้แก่ (1) สารละลายกรด–เบส (2) สารละลายอิเล็กโทรไลต์ (3) ทฤษฎีกรด–เบส และ (4) การไทเทรตกรด–เบส พบว่า นักเรียนมีคะแนนก่อนเรียนร้อยละ 8.67, 8.83, 12.10 และ 8.83 ตามลำดับ และมีคะแนนหลังเรียนร้อยละ 100.00, 99.00, 93.60 และ 80.00 ตามลำดับ โดยเรื่องสารละลายกรด–เบส (100.00) และเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์ (99.00) เป็นมโนมติที่นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเป็นเรื่องที่มีเนื้อหาไม่ซับซ้อน และนักเรียนเคยเรียนเรื่องสารละลายกรด–เบส ในช่วง

มัธยมศึกษาตอนต้นผ่านมาแล้ว นักเรียนจึงเข้าใจได้ง่าย และจากการทำกิจกรรมเพื่อเรียนรู้เรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์ นักเรียนสามารถสร้างมโนมติทางวิทยาศาสตร์ได้ง่าย เนื่องจากสามารถมองภาพได้อย่างชัดเจน ส่วนเรื่องการไทเทรตกรด-เบส เป็นมโนมติที่นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนต่ำที่สุด (80.00) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเป็นเนื้อหาที่ใหม่ และมีเนื้อหาย่อยจำนวนมาก เช่น การดุลสมการในการทำปฏิกิริยาระหว่างกรดและเบส การคำนวณหาความเข้มข้นของกรดหรือเบสจากการไทเทรต การคำนวณหาปริมาณกรดหรือเบสในสารตัวอย่าง ส่งผลให้นักเรียนสับสนและทำความเข้าใจได้ยาก ทำให้นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนและผิด

จากการวิเคราะห์ด้วยการทดสอบแบบกลุ่มศึกษาไม่เป็นอิสระต่อกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจมโนมติเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกมโนมติหลัก โดยมีร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนจริง (% actual learning gain) ของแต่ละมโนมติหลักเป็น 91.33, 90.17, 81.50 และ 71.17 ตามลำดับ และมีความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติ <g> เป็น 1.00, 0.99, 0.93 และ 0.78 ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในระดับ "ความก้าวหน้าระดับสูง" ทั้ง 4 มโนมติหลัก มโนมติเรื่องสารละลายกรด-เบส เป็นมโนมติที่นักเรียนมีร้อยละคะแนนหลังเรียน (100.00) และความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติ (91.33) สูงที่สุด เนื่องจากเรื่องสารละลายกรด-เบส มีเนื้อหาไม่ซับซ้อน นักเรียนสามารถเข้าใจได้ง่าย และสร้างเป็นองค์ความรู้ได้อย่างถูกต้อง ส่วนมโนมติเรื่องการไทเทรตกรด-เบส เป็นมโนมติที่นักเรียนมีร้อยละของคะแนนหลังเรียน (80.00) และความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติ (0.78) ต่ำที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนบางส่วนลืมดุลสมการเคมีก่อนทำการคำนวณ ทำให้การคำนวณได้คำตอบที่ผิด อีกทั้งนักเรียนบางส่วนมีทักษะด้านการคำนวณต่ำ ทำให้การสร้างมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องการไทเทรตกรด-เบส ยังเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยากสำหรับนักเรียน

เมื่อพิจารณาแยกตามรายเนื้อหาพบว่าหัวข้อนักเรียนมีคะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วม และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนค้นพบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจในองค์ความรู้นั้น ๆ ได้เป็นอย่างดีและมีประสิทธิภาพ

4.3.3 การจำแนกกลุ่มมโนมติของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดมโนมติเรื่องกรด-เบส

การวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนมติของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติแต่ละมโนมติเป็นรายข้อโดยใช้ความถี่ และร้อยละ ซึ่งแบบทดสอบครอบคลุม 4 หัวข้อ ได้แก่ 1) สารละลายกรด-เบส 2) สารละลายอิเล็กโทรไลต์ 3) ทฤษฎีกรด-เบส และ 4) การไทเทรตกรด-เบส จำแนกกลุ่มมโนมติของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดมโนมติเรื่องกรด-เบส ออกเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้เกณฑ์ในการจำแนกตามตารางที่ 4.3 พบว่า ก่อนเรียนมีร้อยละของนักเรียนที่มโนมติถูกต้อง (GU) มโนมติคลาดเคลื่อน (AU) และมโนมติที่ผิด (MU) เป็น 0.21, 19.33 และ 80.46 ตามลำดับ จะ

เห็นได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 19.33 และ 80.46 อยู่ในกลุ่มมโนมติคลาดเคลื่อน (AU) และมโนมติที่ผิด (MU) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความเข้าใจมโนมติหลังเรียน พบว่า หลังเรียนมีร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มเป็น 86.17, 10.43 และ 3.40 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติที่คลาดเคลื่อน (AU) และมโนมติที่ผิด (MU) ลดลงจากก่อนเรียน 8.90 และ 77.06 ตามลำดับ ส่วนร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติที่ถูกต้อง (GU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน 85.96 โดยนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มมีมโนถูกต้อง ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ร้อยละของนักเรียนในกลุ่มมโนมติต่าง ๆ จำแนกตามคะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนมติ

เนื้อหา	ร้อยละของนักเรียนในกลุ่มมโนมติ								
	ก่อนเรียน			หลังเรียน			การเปลี่ยนแปลง*		
	GU	AU	MU	GU	AU	MU	GU	AU	MU
สารละลายกรด–เบส	1.43	13.33	85.24	100.0	0.00	0.00	+98.57	-13.33	-85.24
สารละลายอิเล็กโทรไลต์	0.00	18.57	81.43	99.05	0.00	0.95	+99.05	-18.57	-81.43
ทฤษฎีกรด–เบส	0.00	24.57	75.43	90.86	4.86	4.29	+90.86	-19.71	-71.14
การไทเทรตกรด–เบส	0.00	18.67	81.33	79.28	16.44	4.28	+79.28	-2.23	-77.05
เฉลี่ย	**0.21**	**19.33**	**80.46**	**86.17**	**10.43**	**3.40**	**+85.96**	**-8.90**	**-77.06**

* เครื่องหมาย + และ – หมายถึงการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่เพิ่มขึ้นและลดลง ตามลำดับ

จากตารางที่ 4.7 พบว่า เมื่อจำแนกร้อยละของนักเรียนในกลุ่มมโนมติต่าง ๆ ก่อนเรียน พบว่าทุกหัวข้อมีร้อยละของนักเรียนในกลุ่มที่มีมโนมติที่ผิดรวมกับร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติคลาดเคลื่อน (MU+AU) สูงกว่าร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติที่ถูกต้อง (GU) ค่อนข้างมาก แสดงให้เห็นว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องกรด–เบส เป็นความเข้าใจที่ผิดและคลาดเคลื่อน เมื่อวิเคราะห์ร้อยละของนักเรียนในแต่ละหัวข้อหลังเรียน พบว่าแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงร้อยละของนักเรียนในกลุ่มมโนมติต่าง ๆ เป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้น โดยหลังเรียนมีร้อยละของนักเรียนในกลุ่มที่มีมโนมติที่ถูกต้อง (GU) สูงกว่าร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติที่ผิดรวมกับร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติคลาดเคลื่อน (MU+AU) แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่มสามารถพัฒนาความเข้าใจมโนมติของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาอย่างละเอียดจะพบว่า เรื่องสารละลายกรด–เบส (100.00) และเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์ (99.05) เป็นหัวข้อที่มีร้อยละของ

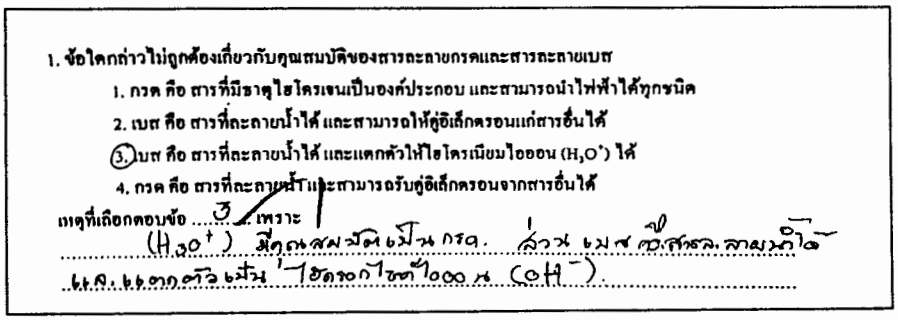
นักเรียนในกลุ่มมโนมติคลาดเคลื่อนสูงที่สุด (16.44) และเรื่องทฤษฎีกรด–เบสเป็นหัวข้อที่มีร้อยละของนักเรียนในกลุ่มมโนมติผิดสูงที่สุด (4.29) ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนความเข้าใจมโนมติที่อธิบายในข้างต้น โดยในเรื่องทฤษฎีกรด–เบส นักเรียนบางส่วนยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับการให้และรับโปรตอนของสารแอมโฟเทอริก คือ เมื่อรับโปรตอนมาแล้วจะเป็นอย่างไร หรือเมื่อให้โปรตอนไปแล้วจะเกิดไอออนใด ส่วนในเรื่องการไทเทรตกรด–เบส นั้น พบว่านักเรียนบางส่วนยังมีความสับสนเกี่ยวกับสารละลายมาตรฐานและสารละลายตัวอย่างเมื่อมีการกำหนดสถานการณ์การไทเทรตมาให้ นักเรียนไม่สามารถระบุได้ว่าสารใดควรเป็นสารละลายมาตรฐาน และสารใดควรเป็นสารตัวอย่าง

4.3.4 ร้อยละมโนมติถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิด จำแนกตามหัวข้อ

เมื่อแยกวิเคราะห์ผลการทำแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องกรด–เบส ของนักเรียน จำแนกตามหัวข้อ ผลที่ได้แสดงดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.3.4.1 มโนมติเรื่องสารละลายกรด–เบส

ก่อนจัดการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานการแข่งขันเกมแบบกลุ่มเรื่องสารละลายกรด-เบส พบว่าร้อยละของนักเรียนส่วนใหญ่มีมโนมติคลาดเคลื่อน (AU = 13.33) และมโนมติที่ผิด (MU = 85.24) สูงกว่าร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติถูกต้อง (GU = 1.43) หลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานการแข่งขันเกมแบบกลุ่มพบว่าในหัวข้อสารละลายกรด–เบส นักเรียนทุกคนมีมโนมติอยู่ในกลุ่มมโนมติถูกต้องเนื่อง เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานการแข่งขันเกมแบบกลุ่มและการทำกิจกรรมเรื่องสนุกกับสารละลาย นักเรียนตื่นเต้น สนุก และมีความสุขกับการเรียน สมาชิกในกลุ่มได้ช่วยกันศึกษาค้นคว้า ทำกิจกรรม ช่วยกันสรุปและสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน ส่งผลให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มเข้าใจและมีมโนมติเรื่องสารละลายกรด–เบส ได้อย่างถูกต้อง ตัวอย่างการตอบแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานการแข่งขันเกมแบบกลุ่มเรื่องสารละลายกรด-เบส แสดงดังภาพที่ 4.1


1. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับคุณสมบัติของสารละลายกรดและสารละลายเบส
1. กรด คือ สารที่มีธาตุไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ และสามารถนำไฟฟ้าได้ทุกชนิด
2. เบส คือ สารที่ละลายน้ำได้ และสามารถให้คู่อิเล็กตรอนแก่สารอื่นได้
3. เบส คือ สารที่ละลายน้ำได้ และแตกตัวให้ไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) ได้
4. กรด คือ สารที่ละลายน้ำได้และสามารถรับคู่อิเล็กตรอนจากสารอื่นได้

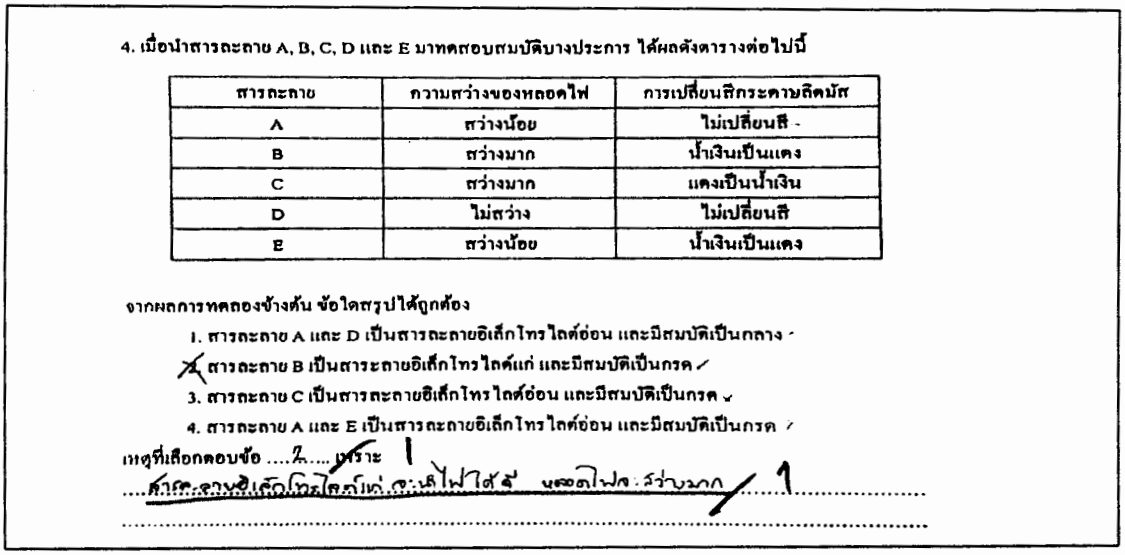
เหตุที่เลือกตอบข้อ ... 3 ... เพราะ
(H_3O^+) มีคุณสมบัติเป็น กรด. ส่วน เบส ก็สลาย. สายมาได้
และ ตากตัว เป็น ไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-).

ภาพที่ 4.1 มโนมติที่ถูกต้องของนักเรียน เรื่องสารละลายกรด–เบส

จากภาพที่ 4.1 พบว่า ผลการวิเคราะห์ นักเรียนสามารถบอกไอออนที่แสดงสมบัติความเป็นกรดและเบสได้

4.3.4.2 มโนมติเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์

มโนมติเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ก่อนจัดการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม พบว่าร้อยละของนักเรียนส่วนใหญ่มีมโนมติคลาดเคลื่อน (AU = 18.57) และมโนมติที่ผิด (MU = 81.43) ซึ่งสูงกว่าร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติถูกต้อง (GU = 0.00) หลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์อยู่ในกลุ่มมโนมติถูกต้อง (GU = 99.05) เนื่องด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนตื่นเต้นสนุกและมีความสุขกับการเรียน นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเอง และเนื้อหาเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์ไม่ซับซ้อน นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้จากการทำกิจกรรม เพราะสามารถมองภาพได้อย่างชัดเจน ส่งผลให้นักเรียนมีมโนมติอย่างถูกต้อง ส่วนนักเรียนร้อยละ 0.95 อยู่ในกลุ่มที่มีมโนมติที่ผิด คือ นักเรียนใช้ลูกศรในสมการแสดงการแตกตัวเป็นไอออนของสารอิเล็กโทรไลต์อ่อนผิด คือ ใช้ลูกศรไปด้านเดียว ตัวอย่างการตอบแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์ แสดงดังภาพที่ 4.2



4. เมื่อนำสารละลาย A, B, C, D และ E มาทดสอบสมบัติบางประการ ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

สารละลาย	ความสว่างของหลอดไฟ	การเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส
A	สว่างน้อย	ไม่เปลี่ยนสี
B	สว่างมาก	น้ำเงินเป็นแดง
C	สว่างมาก	แดงเป็นน้ำเงิน
D	ไม่สว่าง	ไม่เปลี่ยนสี
E	สว่างน้อย	น้ำเงินเป็นแดง

จากผลการทดลองข้างต้น ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

1. สารละลาย A และ D เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน และมีสมบัติเป็นกลาง
2. สารละลาย B เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ และมีสมบัติเป็นกรด
3. สารละลาย C เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน และมีสมบัติเป็นกรด
4. สารละลาย A และ E เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน และมีสมบัติเป็นกรด

เหตุที่เลือกตอบข้อ ....2..... เพราะ 1

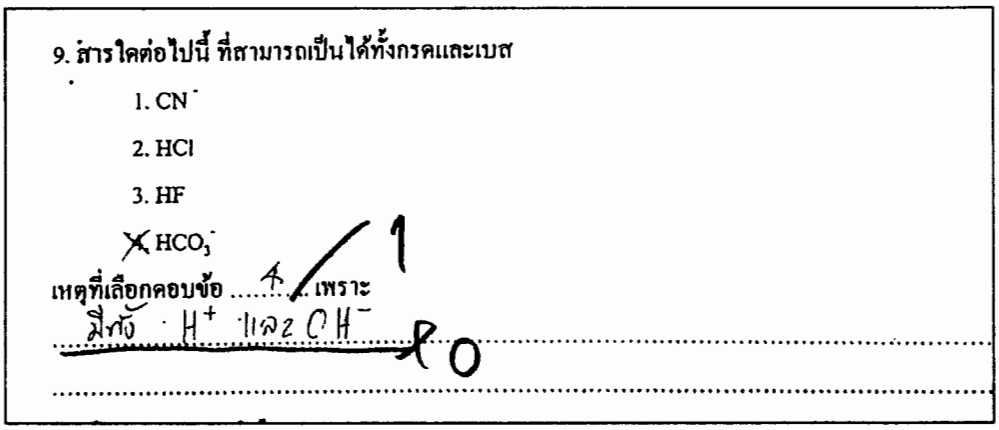
สารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ จะนำไฟฟ้าได้ดี และหลอดไฟสว่างมาก 1

ภาพที่ 4.2 มโนมติที่ถูกต้องของนักเรียนเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์

จากภาพที่ 4.2 พบว่า ผลการวิเคราะห์ นักเรียนสามารถระบุการนำไฟฟ้าของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ได้

4.3.4.3 มโนมติเรื่องทฤษฎีกรด–เบส

มโนมติเรื่องทฤษฎีกรด–เบส ก่อนจัดการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม พบว่าร้อยละของนักเรียนส่วนใหญ่มีมโนมติคลาดเคลื่อน (AU = 24.57) และมโนมติที่ผิด (MU = 75.43) ซึ่งสูงกว่าร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติถูกต้อง (GU = 0.00) หลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องทฤษฎีกรด–เบส อยู่ในกลุ่มมโนมติถูกต้อง (GU = 90.86) กลุ่มมโนมติคลาดเคลื่อน (AU = 4.86) และกลุ่มมโนมติที่ผิด (MU = 4.29) ซึ่งในเรื่องทฤษฎีกรด–เบส นี้เนื้อหาค่อนข้างซับซ้อน นักเรียนบางส่วนยังไม่เข้าใจหรือมองภาพไม่ออกเกี่ยวกับการให้และรับโปรตอนของสารแอมโฟเทอริก และยังสับสนไอออนที่เกิดขึ้นหลังจากที่ให้โปรตอนหรือรับโปรตอนเข้ามา และนักเรียนบางส่วนเข้าใจว่าสารที่สามารถเป็นได้ทั้งกรดและเบส คือ สารที่มีทั้ง H^+ และ OH^- ซึ่งผิดจากมโนมติวิทยาศาสตร์ (สารที่สามารถเป็นได้ทั้งกรดและเบส คือ สารที่สามารถให้ H^+ และรับ H^+ ได้) ตัวอย่างการตอบแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนเรื่องทฤษฎีกรด–เบส แสดงดังภาพที่ 4.3


9. สารใดต่อไปนี้ ที่สามารถเป็นได้ทั้งกรดและเบส

1. CN^-
2. HCl
3. HF
4. HCO_3^-

เหตุที่เลือกตอบข้อ 4 เพราะ มีสัญ H^+ และ OH^-

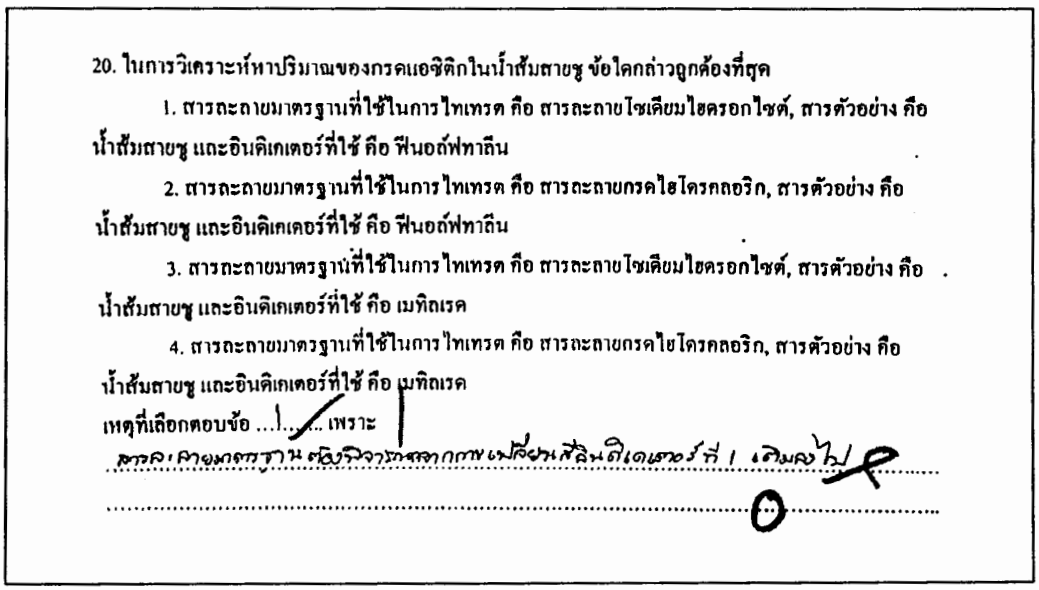
ภาพที่ 4.3 มโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์

จากภาพที่ 4.3 พบว่า ผลการวิเคราะห์ นักเรียนไม่สามารถบอกเหตุผลที่สารสามารถเป็นได้ทั้งกรดและเบสได้

4.3.4.4 มโนมติเรื่องการไทเทรตกรด–เบส

มโนมติเรื่องการไทเทรตกรด–เบส ก่อนจัดการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม พบว่าร้อยละของนักเรียนส่วนใหญ่มีมโนมติคลาดเคลื่อน (AU = 18.67) และมโนมติที่ผิด (MU = 81.33) ซึ่งสูงกว่าร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติถูกต้อง (GU = 0.00) หลังการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานการ

แข่งขันเกมแบบกลุ่ม พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องทฤษฎีกรด–เบส อยู่ในกลุ่มมโนมติถูกต้อง (GU = 79.28) กลุ่มมโนมติคลาดเคลื่อน (AU = 16.44) และกลุ่มมโนมติที่ผิด (MU = 4.28) ซึ่งในเรื่องการไทเทรตกรด–เบส นี้เนื้อหาย่อยจำนวนมากและค่อนข้างซับซ้อน ต้องอาศัยความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องต่าง ๆ เช่น การดุลสมการเคมี นักเรียนบางส่วนจะลืมดุลสมการก่อนทำการคำนวณ ส่งผลให้คำนวณผิดพลาด และเรื่องการไทเทรตกรด–เบส เมื่อกำหนดสถานการณ์มาให้นักเรียนบางส่วนไม่สามารถระบุได้ว่าสารใดควรเป็นสารมาตรฐาน และสารใดควรเป็นสารตัวอย่าง โดยนักเรียนเข้าใจว่าสารละลายมาตรฐาน ต้องพิจารณาจากการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ที่เติมลงไปซึ่งเป็นมโนมติที่ผิด ตัวอย่างการตอบแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนเรื่องการไทเทรตกรด–เบส แสดงดังภาพที่ 4.4 นักเรียนสามารถบอกสารมาตรฐานและสารตัวอย่างได้ แต่บอกเหตุผลผิด และภาพที่ 4.5 นักเรียนไม่สามารถบอกได้ว่าสารใดเป็นสารมาตรฐานและสารใดเป็นสารตัวอย่าง


20. ในการวิเคราะห์หาปริมาณของกรดเอซิติกในน้ำส้มสายชู ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด

1. สารละลายมาตรฐานที่ใช้ในการไทเทรต คือ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์, สารตัวอย่าง คือ น้ำส้มสายชู และอินดิเคเตอร์ที่ใช้ คือ ฟีนอล์ฟทาลีน

2. สารละลายมาตรฐานที่ใช้ในการไทเทรต คือ สารละลายกรดไฮโดรคลอริก, สารตัวอย่าง คือ น้ำส้มสายชู และอินดิเคเตอร์ที่ใช้ คือ ฟีนอล์ฟทาลีน

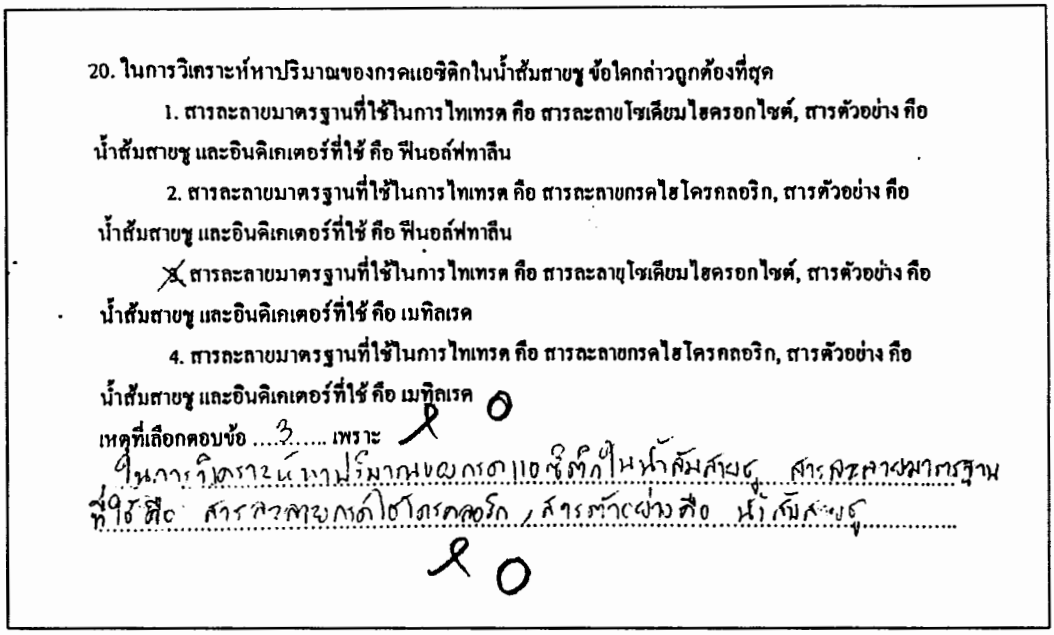
3. สารละลายมาตรฐานที่ใช้ในการไทเทรต คือ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์, สารตัวอย่าง คือ น้ำส้มสายชู และอินดิเคเตอร์ที่ใช้ คือ เมทิลเรด

4. สารละลายมาตรฐานที่ใช้ในการไทเทรต คือ สารละลายกรดไฮโดรคลอริก, สารตัวอย่าง คือ น้ำส้มสายชู และอินดิเคเตอร์ที่ใช้ คือ เมทิลเรด

เหตุที่เลือกตอบข้อ ...1... เพราะ

สารละลายมาตรฐาน ต้องวิเคราะห์จากการเปลี่ยนสีอินดิเคเตอร์ที่ 1 เติมลงไป

ภาพที่ 4.4 มโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเรื่องการไทเทรตกรด–เบส


20. ในการวิเคราะห์หาปริมาณของกรดเอซิติกในน้ำส้มสายชู ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด

1. สารละลายมาตรฐานที่ใช้ในการไทเทรต คือ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์, สารตัวอย่าง คือ น้ำส้มสายชู และอินดิเคเตอร์ที่ใช้ คือ ฟีนอล์ฟทาลีน

2. สารละลายมาตรฐานที่ใช้ในการไทเทรต คือ สารละลายกรดไฮโดรคลอริก, สารตัวอย่าง คือ น้ำส้มสายชู และอินดิเคเตอร์ที่ใช้ คือ ฟีนอล์ฟทาลีน

X สารละลายมาตรฐานที่ใช้ในการไทเทรต คือ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์, สารตัวอย่าง คือ น้ำส้มสายชู และอินดิเคเตอร์ที่ใช้ คือ เมทิลเรด

4. สารละลายมาตรฐานที่ใช้ในการไทเทรต คือ สารละลายกรดไฮโดรคลอริก, สารตัวอย่าง คือ น้ำส้มสายชู และอินดิเคเตอร์ที่ใช้ คือ เมทิลเรด

เหตุที่เลือกตอบข้อ ....3..... เพราะ X 0

ในการวิเคราะห์หาปริมาณของกรดเอซิติกในน้ำส้มสายชู สารละลายมาตรฐานที่ใช้คือ สารละลายกรดไฮโดรคลอริก / สารตัวอย่าง คือ น้ำส้มสายชู

X 0

ภาพที่ 4.5 มโนมติที่ผิดของนักเรียนเรื่องการไทเทรตกรด–เบส

จากผลการวิจัยทั้ง 2 ปีการศึกษา พบว่านักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องกรด–เบส หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม ทำให้นักเรียนสนุก ตื่นเต้น และมีความสุขกับการเรียน สมาชิกในกลุ่มช่วยกันศึกษาค้นคว้า ทำกิจกรรม สรุปและสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน เพราะความสำเร็จของตนเองเป็นความสำเร็จของกลุ่ม ทำให้นักเรียนตั้งใจแต่ละคนตั้งใจทำกิจกรรมและศึกษาเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนในแต่ละคนเข้าใจและมีมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องสารละลายกรด–เบส อย่างถูกต้อง

4.4 การเปรียบเทียบผลการวิจัยจากกลุ่มตัวอย่างในปีการศึกษา 2558 และกลุ่มตัวอย่างในปีการศึกษา 2559

4.4.1 คะแนนความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์เฉลี่ยและความก้าวหน้าทางการเรียน

จากผลการวิจัยกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม พบว่าทั้ง 2 กลุ่มมีคะแนนความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์เฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ 1 ในปีการศึกษา 2558 เท่ากับ 0.60 ซึ่งเป็นความก้าวหน้าระดับปานกลาง ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่ 2 ในปีการศึกษา 2559 ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติเท่ากับ 0.80 เป็นความก้าวหน้าระดับสูง เป็นผลเนื่องจากนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ 1 ก่อนเรียนนักเรียนบางส่วนมีความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 14.37 แต่นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ 2 ก่อน

เรียนนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 0.21 จึงส่งผลให้หลังเรียนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ 2 มีความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติสูงกว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ 1

4.4.2 คะแนนความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์และความก้าวหน้าทางการเรียนจำแนกตามเนื้อหา

จากผลการวิจัยกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม พบว่าทั้ง 2 กลุ่มมีร้อยละคะแนนหลังเรียนในเรื่องสารละลายกรด–เบส และเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์สูงที่สุด ซึ่งเป็นผลมาจากเรื่องสารละลายกรด–เบส มีเนื้อหาไม่ซับซ้อน นักเรียนเคยเรียนเนื้อหาบางส่วนผ่านมาแล้วในช่วงมัธยมศึกษาตอนต้น ทำให้เข้าใจในเนื้อหาได้ดี และจากการทำกิจกรรมเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์ นักเรียนมองภาพได้อย่างชัดเจน ทำให้นักเรียนสร้างมโนมติวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ส่วนเรื่องทฤษฎีกรด–เบส และการไทเทรตกรด–เบส เป็นมโนมติที่นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนต่ำสุด เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่ใหม่และต้องอาศัยการสร้างจินตนาการเรื่องการให้และรับโปรตอนของสาร นักเรียนบางส่วนสับสนและทำความเข้าใจได้ยาก และเป็นผลเนื่องจากเนื้อหาย่อยเรื่องการไทเทรตกรด–เบส มีจำนวนมากเช่น การดุลสมการในการทำปฏิกิริยา การคำนวณหาความเข้มข้น การคำนวณหาปริมาณกรดหรือเบสในสารตัวอย่าง นักเรียนบางส่วนมีพื้นฐานด้านการคำนวณต่ำ ส่งผลทำให้นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนและผิด

4.4.3 การจำแนกกลุ่มมโนมติของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดมโนมติเรื่องกรด – เบส

จากผลการวิจัยกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม พบว่าเมื่อจำแนกกลุ่มมโนมตินักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ มโนมติที่ถูกต้อง (GU) มโนมติคลาดเคลื่อน (AU) และมโนมติที่ผิด (MU) พบว่าก่อนเรียนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม มีร้อยละของนักเรียนในกลุ่มที่มีมโนมติที่ถูกต้อง (GU) ต่ำกว่าร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติคลาดเคลื่อนรวมกับร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติที่ผิด (AU+MU) แต่หลังเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงมโนมติในทิศทางที่ดีขึ้น โดยหลังเรียนมีร้อยละของนักเรียนในกลุ่มที่มีมโนมติที่ถูกต้อง (GU) สูงกว่าร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติคลาดเคลื่อนรวมกับร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติที่ผิด (AU+MU)

4.4.4 ร้อยละมโนมติถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิด จำแนกตามหัวข้อ

จากผลการวิจัยกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม พบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนมีร้อยละของนักเรียนในกลุ่มที่มีมโนมติที่ถูกต้อง (GU) ในมโนมติหลักเรื่องสารละลายกรด–เบส ทั้ง 2 กลุ่ม แต่หัวข้อที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดคือเรื่องการไทเทรตกรด–เบส คิดเป็นร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 59.86 นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ 2 หัวข้อที่นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดคือเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งคิดเป็นร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 99.05 เป็นผลเนื่องมาจากนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ 1 ก่อนเรียนมีมโนมติที่ถูกต้อง (GU) ต่ำสุดคือเรื่องการไทเทรตกรด–เบส ในช่วงระหว่างที่ทำกิจกรรมและศึกษาเนื้อหาเรื่องการ

ไทเทรตกรด–เบส นักเรียนจึงให้ความสนใจเป็นพิเศษ อีกทั้งนักเรียนมีความตื่นเต้นและสนุกกับการทำกิจกรรม ส่งผลให้หลังเรียนนักเรียนมีมโนมติที่ถูกต้องเพิ่มสูงขึ้น ส่วนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ 2 นั้น พบว่า ก่อนเรียนไม่มีนักเรียนที่มีมโนมติถูกต้อง (GU) ในหัวข้อ 1) สารละลายอิเล็กโทรไลต์ 2) ทฤษฎีกรด–เบส และ 3) การไทเทรตกรด–เบส เลย อาจเนื่องมาจากนักเรียนทราบว่าคะแนนก่อนเรียนไม่มีผลต่อคะแนนของกลุ่มและคะแนนของตัวนักเรียนเอง ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่จึงไม่ตั้งใจทำแบบทดสอบ และไม่เขียนเหตุผลในส่วนที่ให้เหตุผลอธิบายการตอบในแบบทดสอบ มโนมติหลักที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดคือเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์ เนื่องจากการทำกิจกรรมช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพได้อย่างชัดเจน ไม่ซับซ้อน และไม่มีเรื่องการคำนวณเข้ามาเกี่ยวข้อง จึงส่งผลให้หลังเรียนนักเรียนมีมโนมติที่ถูกต้องเพิ่มสูงขึ้น

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม เรื่อง กรด–เบส ครั้งนี้ สามารถสรุปผลและมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 5/1 และ 5/2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 62 คน และปีการศึกษา 2559 จำนวน 70 คน โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม สามารถพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กรด–เบส ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ตลอดจนได้เรียนรู้ผ่านเกมที่สนุกและมีความสุขกับการเรียน ผลการวิจัยที่ได้สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 คะแนนความเข้าใจมโนมติ เรื่อง กรด–เบส ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในปีการศึกษา 2558

ผลการเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจมโนมติเรื่องกรด–เบส ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม พบว่าคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจมโนมติเรื่องกรด–เบส ก่อนเรียนเฉลี่ย 10.81 คิดเป็นร้อยละ 28.40 และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 28.40 คิดเป็นร้อยละ 70.99 ซึ่งคะแนนเพิ่มขึ้น ร้อยละ 43.95 มีความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติอยู่ในระดับปานกลาง ($\langle g \rangle = 0.60$) เมื่อวิเคราะห์ด้วยการทดสอบค่าทีแบบตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบว่า คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.05

5.1.2 การเปลี่ยนแปลงร้อยละในกลุ่มความเข้าใจมโนมติต่าง ๆ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในปีการศึกษา 2558

ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนมติของนักเรียนในแต่ละมโนมติก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม จากการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนมติของนักเรียนใน 4 หัวข้อ ได้แก่สารละลายกรด–เบส

สารละลายอิเล็กโทรไลต์ ทฤษฎีกรด–เบส และการไทเทรตกรด–เบส พบว่า ก่อนเรียนร้อยละของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มมโนมติผิด (MU) 52.97 และหลังเรียนร้อยละของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มมโนมติถูกต้อง (GU) 64.41 โดยในหัวข้อจะมีร้อยละของนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มมโนมติถูกต้อง (GU) มีค่าเพิ่มขึ้น ผลรวมร้อยละของนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มมโนมติผิดและคลาดเคลื่อน (AU+MU) ก่อนเรียน 85.64 และหลังเรียนเท่ากับ 35.59 ซึ่งมีค่าลดลง

5.1.3 คะแนนความเข้าใจมโนมติ เรื่อง กรด–เบส ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ปีการศึกษา 2559

ผลการเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจมโนมติเรื่องกรด–เบส ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม พบว่าคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจมโนมติเรื่องกรด–เบส ก่อนเรียนเฉลี่ย 3.85 คิดเป็นร้อยละ 9.63 และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 35.70 คิดเป็นร้อยละ 89.25 ซึ่งคะแนนเพิ่มขึ้น ร้อยละ79.62 มีความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติอยู่ในระดับสูง ($\langle g \rangle = 0.88$) เมื่อวิเคราะห์ด้วยการทดสอบค่าทีแบบตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบว่า คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.48

5.1.4 การเปลี่ยนแปลงร้อยละในกลุ่มความเข้าใจมโนมติต่าง ๆ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในปีการศึกษา 2559

ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนมติของนักเรียนในแต่ละมโนมติก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม จากการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนมติของนักเรียนใน 4 หัวข้อ ได้แก่สารละลายกรด–เบส สารละลายอิเล็กโทรไลต์ ทฤษฎีกรด–เบส และการไทเทรตกรด–เบส พบว่า ก่อนเรียนร้อยละของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มมโนมติผิด (MU) 80.46 และหลังเรียนร้อยละของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มมโนมติถูกต้อง (GU) 86.17 โดยในทุกหัวข้อจะมีร้อยละของนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มมโนมติถูกต้อง (GU) มีค่าเพิ่มขึ้น ผลรวมร้อยละของนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มมโนมติผิดและคลาดเคลื่อน (AU + MU) ก่อนเรียน 99.79 และหลังเรียนเท่ากับ 13.83 ซึ่งมีค่าลดลง

กล่าวโดยสรุปการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม ช่วยให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น มุ่งเน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง ศึกษาค้นคว้าหาคำตอบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (ปิยมาศ อาจหาญ, 2554) และสร้างแรงจูงใจ ให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น ให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรม แสวงหาความรู้ หรือคำตอบสำหรับสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก (รุ่งทิพย์ ศศิธร, ศักดิ์ศรี สุภาษร และชาญ อินทร์แต้ม, 2554) อีกทั้งยังสามารถทำให้ผู้เรียนสามารถจัดเก็บองค์ความรู้ไว้ในโครงสร้างของสมองได้ยาวนาน และสามารถนำองค์ความรู้

ต่าง ๆ มาใช้เมื่อเจอกับสถานการณ์ใหม่ที่ได้เผชิญได้อย่างถูกต้อง (สมจิต ผอมเซ่ง, ดวงเดือน พินสุวรรณ์ และนวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์, 2557) อีกทั้งการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม ยังช่วยให้ผู้เรียนมีความเอื้อเฟื้อและช่วยเหลือซึ่งกันและกันกับเพื่อนในกลุ่มและทำให้นักเรียนมีความสุขและสนุกกับการเรียน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเอง เกิดการเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่าง ๆ ด้วยตัวเอง ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจเนื้อและจดจำเนื้อหาที่เรียนได้ดีขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

5.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับเทคนิคการการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม

5.2.1.1 ควรทดสอบความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนทำการจัดการเรียนรู้เรื่องต่าง ๆ เพื่อนำผลการทดสอบที่ได้ไปออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบต่าง ๆ เพื่อช่วยพัฒนามโนมติของนักเรียน

5.2.1.2 ควรมีการศึกษาและเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ผสมผสานกับการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม เรื่อง กรด-เบส กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้รูปแบบอื่น ๆ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพจากการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะกับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีอื่น

5.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

5.2.2.1 ในการนำการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับการแข่งขันเกมแบบกลุ่มในขั้นขยายความรู้ไปใช้ในเนื้อหาอื่นต่อไป ครูควรทำความเข้าใจกับนักเรียนทุกคนให้ตรงกัน ว่าความสำเร็จของนักเรียนคือความสำเร็จของกลุ่ม นักเรียนต้องยอมรับความสำเร็จของกลุ่ม และช่วยเหลือกันเพื่อให้ได้คะแนนตามที่กลุ่มคาดหวัง

5.2.2.2 ในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรทำการหาคุณภาพของข้อสอบที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างก่อน เพื่อให้ได้ข้อสอบที่สามารถจำแนกนักเรียนได้ และน่าเชื่อถือมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

กัญญา โชคสวัสดิ์ภิญโญ และมะลิวรรณ อมธงไชย. **ศึกษาการใช้ชุดการเรียนรู้แบบร่วมแรงร่วมใจด้วยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง โมลและสารละลาย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2553.

กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์. (2558) "5 คุณลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ (5 Essential features of inquiry)", **เอกสารประกอบการสอน ศูนย์วิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ** PDF. http://sciedcenter.swu.ac.th/Portals/25/Documents/News/5 Essential features of inquiry_Kamonwan.pdf?timestamp=1434440007462. มกราคม, 2560.

จิณห์ณิภา นาคะเสนีย์, ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง และพรพรรณ พรศิลปะทิพย์. "การศึกษาแนวคิดเรื่องกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5", **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้**. 6(1): 70–83; พฤษภาคม, 2558.

ชัยยนต์ ศรีเชียงหา. **การพัฒนาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2554.

ชาตรี ฝ่ายคำตา. "การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้", **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร**. 11(1): 33–44; มกราคม, 2551.

ดาลารีน อับดุลฮานุง และศักดิ์ศรี สุภาษร. "การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด–เบส และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือกับโครงงานวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5", **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี**. 23(1): 124–134; มกราคม–เมษายน, 2555.

ทัศวรรณ ภูผาดแร่ และศักดิ์ศรี สุภาษร. "การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สารชีวโมเลกุล โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย", ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติ "วิทยาศาสตร์วิจัย"ครั้งที่ 6**. น.1-6. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา, 2557.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ธนัดดา คงมีทรัพย์. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Teams-Games-Tournament (TGT) กับแบบปกติ", **วารสาร Rajabhat Journal of Sciences, Humanities & Social Sciences มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม**. 13(2): 65–74; กรกฎาคม–ธันวาคม, 2554.

ธวัช ยะสุคำ และศักดิ์ศรี สุภาษร. "การพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี", **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร**. 14(2): 23–33; พฤษภาคม, 2555.

นิรมล รอดไพ และภาคิน อินทร์ชิดจุ้ย. "ผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเคมี และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4", **วารสารวิชาการเครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ**. 5(ฉบับพิเศษ): 159–170; กรกฎาคม, 2558.

ปิยมาศ อาจหาญ. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2554.

พนิดา กันยะกาญจน์ และศักดิ์ศรี สุภาษร. "การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบเปรียบเทียบเพื่อพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5", **ในการประชุมวิชาการระดับชาติ "วิทยาศาสตร์วิจัย"ครั้งที่ 6.** 26-31. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา, 2557.

พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. **การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิธีและเทคนิคการสอน** 1. กรุงเทพมหานคร: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเมนท์, 2544.

ภพ เลาหไพบูลย์. **แนวการสอนวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนพานิชย์, 2542.

มังกร ทองสุขดี. **การสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

รัตนา พันสนิท และไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ. "การพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่องงานและพลังงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย", **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น**. 35(2): 87-92; เมษายน, 2555.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

รุ่งทิพย์ ศศิธร, ศักดิ์ศรี สุภาษร และชาญ อินทร์แต้ม. "การเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องไฟฟ้าเคมี ด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับชุดการเรียนรู้แบบ 5E", เอกสารสืบเนื่องการประชุมวิชาการ **การเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติครั้งที่ 23. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน**. 723–728; ธันวาคม, 2554.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. **การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว), 2540.

วิชัย ลาธิ และศักดิ์ศรี สุภาษร. "การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์", **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี**. 24(1): 29–52; มกราคม, 2556.

วิภารัตน์ เสนาผล และเสนอ ชัยรัมย์. "การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะเรื่องสารประกอบอินทรีย์โดยใช้สารประกอบในชีวิตประจำวัน", ใน **การประชุมวิชาการ มอบ.วิจัย ครั้งที่ 6**. น.25–27. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2555.

ศักดิ์ศรี สุภาษร. "กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในการทดลองเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย :ทบทวนงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี", **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี**. 22(3): 331–343; กันยายน, 2554.

_____. "บทบาทของเมนทอลโมเดลในการเรียนรู้วิชาเคมีระดับโมเลกุล", **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น**. 35(1): 1–7; มกราคม, 2555.

ศุภาพิชญ์ กุลธิ และศักดิ์ศรี สุภาษร. "การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาเรื่องกรด-เบส โดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5", ใน **การประชุมวิชาการ มอบ.วิจัย ครั้งที่ 6**. น.121–131. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2555.

ศูนย์พัฒนาทรัพยากรการศึกษา (CARD) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. (2558) **หน่วยการเรียนที่ 3 กลวิธีการสอน**. http://www.elearning.msu.ac.th/opencourse/0503780/Unit03/unit03_020.htm. 10 พฤศจิกายน, 2558.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **การจัดการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาพื้นฐาน**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546.

สมเจตน์ อุระศิลป์ และศักดิ์ศรี สุภาษร. "การเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง พันธะเคมีตามโมเดลการเรียนรู้ T5 แบบกระดาษ", **วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น.** 1(1): 38–57; เมษายน–มิถุนายน, 2554.

สมจิต ผอมเซ่ง, ดวงเดือน พินสุวรรณ์ และนวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์. "ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อผลสมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนกเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6", **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.** 7(1): 160–173; มกราคม–มิถุนายน, 2557.

สุธี ผลดี และศักดิ์ศรี สุภาษร. "การเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกรด–เบส ด้วยชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน", **วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น**. 1(2): 45–66; กรกฎาคม–กันยายน, 2554.

ศูนย์พัฒนาทรัพยากรการศึกษา (CARD) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. (2558). **หน่วยการเรียนที่ 3 กลวิธีการสอน**. http://www.elearning.msu.ac.th/opencourse/0503780/Unit03/unit03_020.htm. 10 พฤศจิกายน, 2558.

อรัญญา แวงดีสอน และมนตรี อนันตรักษ. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการเรียนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์เรื่องการคำนวณเกี่ยวกับปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีระหว่างการสอนโดยใช้กลุ่มร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบ TGT และแบบ STAD", **วารสารมหาวิทยาลัยนครพนม**. 4(2): 80–87; พฤษภาคม–สิงหาคม, 2557.

ฮิกมะฮ์ อาแวกะจิ และศักดิ์ศรี สุภาษร. "การพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลเคมี ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการทำนาย–สังเกต–อธิบายในขั้นขยายความรู้ สาหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5", ใน **การประชุมวิชาการ มอบ.วิจัย ครั้งที่ 9**. น.388–398. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2558.

Artdeja, R. Ratanaroutaia, T. Coll, R.K. and Thongpanchangc, T. "Thai Grade 11 students' alternative conceptions for acid–base chemistry", **Research in Science & Technological Education**. 8(2): 167–183; July, 2010.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Bilgin, I. "The effects of guided inquiry instruction incorporating a cooperative learning approach on university students' achievement of acid and bases concepts and attitude toward guided inquiry instruction", **Scientific Research and Essay**. 4(10): 1038–1046; October, 2009.

Griffiths, A. K. and et al. "Remediation of student–specific misconceptions relating to three science concepts", **Journal of Research in Science Teaching**. 25: 709–719; 1988.

Hake, R. R. "Interactive engagement vs. traditional methods : A six-thousand student survey of mechanics test data for introductory physics courses", **American Journal of Physics.** 61(1): 64–74; 1998.

Lawson, A.,Thomson, L. "Formalreasoningabillityand misconceptions concerning genetics and natural selection", **Journal of Research in Science Teaching.** 25,733–746; 1988.

Yadigaroglua, M. and Demircioglub, G. "The effect of activities based on 5e model on grade 10 students' understanding of the gas concept", **SciVerse ScienceDirect**. 47(2012): 634–637; 2012.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด–เบส

แบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด–เบส
จำนวน 20 ข้อ เวลา 60 นาที

คำชี้แจง แบบทดสอบมี 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับข้อที่เลือก (ข้อละ 1 คะแนน)

ส่วนที่ 2 ให้นักเรียนเขียนเหตุผลที่เลือกตอบแต่ละข้อในส่วนที่ 1 (ข้อละ 1 คะแนน)

---

1. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับคุณสมบัติของสารละลายกรดและสารละลายเบส

1. กรด คือ สารที่มีธาตุไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ และสามารถนำไฟฟ้าได้ทุกชนิด
2. เบส คือ สารที่ละลายน้ำได้ และสามารถให้คู่อิเล็กตรอนแก่สารอื่นได้
3. เบส คือ สารที่ละลายน้ำได้ และแตกตัวให้ไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) ได้
4. กรด คือ สารที่ละลายน้ำ และสามารถรับคู่อิเล็กตรอนจากสารอื่นได้

เหตุที่เลือกตอบข้อ .....

เพราะ.....

.....

คำตอบ : 3. เบส คือ สารที่ละลายน้ำได้ และแตกตัวให้ไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) ได้

อธิบาย : - เบส คือ สารที่ละลายน้ำได้ และแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) ส่วนไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) เป็นไอออนที่เกิดจากการแตกตัวของสารละลายกรด

2. สารละลาย A นำไฟฟ้าได้ เมื่อนำไปทำปฏิกิริยากับหินปูนพบว่ามีแก๊สเกิดขึ้น แก๊สชนิดนี้สามารถทำให้น้ำปูนใสขุ่นได้ สาร A ควรเป็นสารใด

1. NaCl
2. NaOH
3. HCl
4. NH_3

เหตุที่เลือกตอบข้อ .....

เพราะ.....

.....

คำตอบ : 3. HCl

อธิบาย : สารละลายกรด (HCl) เมื่อทำปฏิกิริยากับหินปูน ($CaCO_3$) จะเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซึ่งสามารถทำให้น้ำปูนใสขุ่น

- NaCl มีสมบัติเป็นกลาง และ NaOH , NH_3 มีสมบัติเป็นเบส จะไม่ทำปฏิกิริยากับหินปูน

3. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถึงสมบัติของสารละลายแต่ละชนิดได้ถูกต้อง

1. สารละลาย NaCl เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ และเปลี่ยนกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นน้ำเงิน

2. สารละลาย NaOH เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ และเปลี่ยนกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นน้ำเงิน

3. สารละลาย HCl เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ และเปลี่ยนกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นน้ำเงิน

4. สารละลาย NH_4Cl เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน และเปลี่ยนกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นน้ำเงิน

เหตุที่เลือกตอบข้อ .....

เพราะ.....

.....

คำตอบ : 2. สารละลาย NaOH เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ และเปลี่ยนกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นน้ำเงิน

อธิบาย : สารละลาย NaCl เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ และเป็นกลาง ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสทั้งสีน้ำเงินและสีแดง

สารละลาย HCl เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ และเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากน้ำเงินเป็นแดง

สารละลาย NH_4Cl เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน และเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากน้ำเงินเป็นแดง

4. เมื่อนำสารละลาย A, B, C, D และ E มาทดสอบสมบัติบางประการ ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

สารละลาย	ความสว่างของหลอดไฟ	การเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส
A	สว่างน้อย	ไม่เปลี่ยนสี
B	สว่างมาก	น้ำเงินเป็นแดง
C	สว่างมาก	แดงเป็นน้ำเงิน
D	ไม่สว่าง	ไม่เปลี่ยนสี
E	สว่างน้อย	น้ำเงินเป็นแดง

จากผลการทดลองข้างต้น ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

1. สารละลาย A และ D เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน และมีสมบัติเป็นกลาง
2. สารละลาย B เป็นสาระลายอิเล็กโทรไลต์แก่ และมีสมบัติเป็นกรด
3. สารละลาย C เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน และมีสมบัติเป็นกรด
4. สารละลาย A และ E เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน และมีสมบัติเป็นกรด

เหตุที่เลือกตอบข้อ .....

เพราะ.....

.....

คำตอบ : 2. สารละลาย B เป็นสาระลายอิเล็กโทรไลต์แก่ และมีสมบัติเป็นกรด

อธิบาย : สารละลาย A เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน มีสมบัติเป็นกลาง เนื่องจากไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสทั้งสีแดงและสีน้ำเงิน ส่วนสารละลาย D เป็นสารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ และมีสมบัติเป็นกลาง

- สารละลาย C เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ และมีสมบัติเป็นเบส
- สารละลาย A เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน มีสมบัติเป็นกลาง เนื่องจากไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสทั้งสีแดงและสีน้ำเงิน ส่วนสารละลาย E เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน และมีสมบัติเป็นกรด

5. จากสมการต่อไปนี้ข้อใดกล่าวถูกต้อง

$CH_3COOH\ (aq) + H_2O\ (l) \rightleftharpoons H_3O^+\ (aq) + CH_3COO^-\ (aq)$ ..... (1)

$HCl\ (aq)\ H_2O\ (l) \rightarrow H_3O^+\ (aq) + Cl^-\ (aq)$ ..... (2)

1. สารละลาย HCl สามารถนำไฟฟ้าได้ ส่วนสารละลาย CH_3COOH ไม่สามารถนำไฟฟ้าได้
2. สารละลาย HCl และสารละลาย CH_3COOH สามารถนำไฟฟ้าได้เท่ากัน
3. เมื่อความเข้มข้นเท่ากันสารละลาย HCl นำไฟฟ้าได้มากกว่าสารละลาย CH_3COOH
4. เมื่อความเข้มข้นเท่ากันสารละลาย HCl นำไฟฟ้าได้น้อยกว่าสารละลาย CH_3COOH

เหตุที่เลือกตอบข้อ .....

เพราะ.....

.....

คำตอบ : 3. เมื่อความเข้มข้นเท่ากันสารละลาย HCl นำไฟฟ้าได้มากกว่าสารละลาย CH_3COOH เนื่องจาก HCl เป็นอิเล็กโทรไลต์แก่ แตกตัวได้หมด

อธิบาย : สารละลาย HCl และสารละลาย CH_3COOH สามารถนำไฟฟ้า

- สารละลาย HCl และสารละลาย CH_3COOH สามารถนำไฟฟ้าได้ไม่เท่ากัน เนื่องจาก HCl เป็นอิเล็กโทรไลต์แก่ แตกตัวได้หมด นำไฟฟ้าได้ ส่วนสารละลาย CH_3COOH เป็นอิเล็กโทรไลต์อ่อน แตกตัวได้บางส่วน นำไฟฟ้าได้น้อย

- เมื่อความเข้มข้นเท่ากันสารละลาย HCl นำไฟฟ้าได้มากกว่าสารละลาย CH_3COOH

6. จากข้อมูลต่อไปนี้ สารละลาย A, B, C และ D ควรเป็นสารละลายใดตามลำดับ

สารละลาย	การนำไฟฟ้า	การเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส
A	นำ	ไม่เปลี่ยนสี
B	นำ	น้ำเงินเป็นแดง
C	นำ	แดงเป็นน้ำเงิน
D	ไม่นำ	ไม่เปลี่ยนสี

1. น้ำเกลือ, น้ำส้มสายชู, น้ำปูนใส และน้ำเชื่อม
2. น้ำเชื่อม, น้ำเกลือ, น้ำปูนใส และน้ำส้มสายชู
3. น้ำเชื่อม, น้ำส้มสายชู, น้ำเกลือ และน้ำปูนใส
4. น้ำเกลือ, น้ำปูนใส, น้ำส้มสายชู และน้ำเชื่อม

เหตุที่เลือกตอบข้อ .....

เพราะ.....

.....

<u>คำตอบ</u> : 1. น้ำเกลือ, น้ำส้มสายชู, น้ำปูนใส และน้ำเชื่อม

<u>อธิบาย</u> : B เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์และมีสมบัติเป็นกรด, C เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์และมีสมบัติเป็นเบส และ D เป็นสารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์และมีสมบัติเป็นกลาง

- น้ำเกลือ เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ มีสมบัติเป็นกลาง (สาร A)
- น้ำส้มสายชู เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ มีสมบัติเป็นกรด (สาร B)
- น้ำปูนใส เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ มีสมบัติเป็นเบส (สาร C)
- น้ำเชื่อม เป็นสารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์และมีสมบัติเป็นกลาง (สาร D)

7. $NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$ จากสมการข้อใดกล่าวถูกต้อง

1. H_2O และ NH_4^+ ทำหน้าที่เป็นกรด
2. NH_3 และ NH_4^+ ทำหน้าที่เป็นกรด
3. NH_3 และ NH_4^+ ทำหน้าที่เป็นเบส

4. H_2O และ OH^- ทำหน้าที่เป็นเบส

เหตุที่เลือกตอบข้อ .....

เพราะ.....

.....

คำตอบ : 1. H_2O และ NH_4^+ ทำหน้าที่เป็นกรด เนื่องให้โปรตอน (H^+) แก่สารอื่น ในสมการ H_2O ให้โปรตอนแก่ NH_3 ทำให้ NH_3 เปลี่ยนเป็น NH_4^+ และ H_2O เปลี่ยนเป็น OH^-

อธิบาย : กรด คือ สารที่ให้โปรตอนแก่สารอื่น

เบส คือ สารที่รับโปรตอนจากสารอื่น

8. ในปฏิกิริยาใดต่อไปนี้ที่ HCO_3^- ไอออนทำหน้าที่เป็นกรด

1. $HCO_3^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq) + OH^-(aq)$
2. $HCO_3^-(aq) + OH^-(aq) \rightleftharpoons H_2O(l) + CO_3^{2-}(aq)$
3. $HCO_3^-(aq) + HSO_4^-(aq) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq) + SO_4^{2-}(aq)$
4. $HCO_3^-(aq) + CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons H_2O(l) + CO_2(g) + CH_3COO^-(aq)$

เหตุที่เลือกตอบข้อ .....

เพราะ.....

.....

คำตอบ : 2. $HCO_3^-(aq) + OH^-(aq) \rightleftharpoons H_2O(l) + CO_3^{2-}(aq)$ เนื่องจาก HCO_3^- ให้โปรตอนแก่ OH^-

อธิบาย : กรด คือ สารที่ให้โปรตอนแก่สารอื่น (ทำให้จำนวนโปรตอนลดลง)

เบส คือ สารที่รับโปรตอนจากสารอื่น (ทำให้จำนวนโปรตอนเพิ่มขึ้น)

9. สารใดต่อไปนี้ ที่สามารถเป็นได้ทั้งกรดและเบส

1. CN^-
2. HCl
3. HF
4. HCO_3^-

เหตุที่เลือกตอบข้อ .....

เพราะ.....

.....

คำตอบ : 4. HCO_3^- เป็นได้ทั้งกรดและเบส เพราะสามารถให้ และรับโปรตอน (H^+) ได้

อธิบาย : ข้อ 1 เป็นเบสได้เพียงอย่างเดียว เพราะให้โปรตอนไม่ได้เนื่องจากไม่มี H^+ ส่วนข้อ 2 และ 3 เป็นกรดได้เพียงอย่างเดียว เพราะไม่สามารถรับโปรตอนได้

10. คู่กรดของ HPO_4^{2-} คือ

1. HPO_4^-
2. $H_3PO_4^{2-}$
3. $H_2PO_4^{2-}$
4. $H_2PO_4^-$

เหตุที่เลือกตอบข้อ .....

เพราะ.....

.....

คำตอบ : 4. $H_2PO_4^-$

อธิบาย : คู่กรดจะมีจำนวน H^+ มากกว่าคู่เบส 1 ตัว

11. $HCl(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$

จากสมการข้างต้น ข้อใดกล่าวถูกต้อง

1. HCl เป็นคู่เบสของ Cl^-
2. H_2O เป็นคู่เบสของ H_3O^+
3. HCl เป็นคู่กรดของ H_2O
4. H_2O เป็นคู่กรดของ H_3O^+

เหตุที่เลือกตอบข้อ .....

เพราะ.....

.....

คำตอบ : 2 H_2O เป็นคู่เบสของ H_3O^+

อธิบาย : ตามทฤษฎีกรดเบสเบรินสเตด - ลาวรี คู่กรดจะมีโปรตอนมากกว่าคู่เบส 1 ตัว

12. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับจุดสมมูลในการไทเทรตกรดเบส

1. จุดสมมูล คือ จุดที่กรดและเบสทำปฏิกิริยากันโดยใช้ปริมาตรเท่ากัน
2. จุดสมมูล คือ จุดที่กรดและเบสทำปฏิกิริยากันโดยใช้จำนวนโมลเท่ากัน
3. จุดสมมูล คือ จุดที่กรดและเบสทำปฏิกิริยากันโดยใช้มวลเท่ากัน
4. จุดสมมูล คือ จุดที่กรดและเบสทำปฏิกิริยากันโดยใช้ความเข้มข้นเท่ากัน

เหตุที่เลือกตอบข้อ .....

เพราะ.....

.....

คำตอบ : 2. จุดสมมูล คือ จุดที่กรดและเบสทำปฏิกิริยากันโดยใช้จำนวนโมลเท่ากัน

อธิบาย : - จุดที่กรดและเบสทำปฏิกิริยากันพอดี หรือจุดที่ H_3O^+ ไอออนหรือ H^+ ทำปฏิกิริยาพอดีกับ OH^- ไอออน ด้วยจำนวนโมลที่เท่ากัน เรียกว่า จุดสมมูล

13. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถูกต้อง

1. ในการไทเทรตกรดแก่กับเบสแก่ จุดสมมูลจะมีค่า pH มากกว่า 7
2. ในการไทเทรตกรดแก่กับเบสอ่อน จุดสมมูลจะมีค่า pH น้อยกว่า 7
3. ในการไทเทรตกรดแก่กับเบสแก่ จุดสมมูลจะมีค่า pH น้อยกว่า 7
4. ในการไทเทรตกรดแก่กับเบสอ่อน จุดสมมูลจะมีค่า pH มากกว่า 7

เหตุที่เลือกตอบข้อ .....

เพราะ.....

.....

คำตอบ : จุดสมมูลในการไทเทรตระหว่างกรดแก่กับเบสอ่อน จะมี pH น้อยกว่า 7

อธิบาย : เกลือที่ได้จากการเกิดปฏิกิริยาระหว่างกรดและเบส จะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสทำให้ได้ H_3O^+ ซึ่งมีสมบัติเป็นกรด สารละลายที่ได้จึงมีค่า pH น้อยกว่า

14. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับจุดยุติในการไทเทรตกรด – เบส

1. จุดยุติของการไทเทรตกรดแก่กับเบสแก่มี pH เท่ากับ 7
2. จุดยุติของการไทรเทรตกรดอ่อนกับเบสแก่มีค่ามากกว่า 7
3. จุดยุติของการไทรเทรตเบสอ่อนกับกรดแก่มีค่าน้อยกว่า 7
4. จุดยุติของการไทรเทรต คือ จุดที่อินดิเคเตอร์เปลี่ยนสี

เหตุที่เลือกตอบข้อ .....

เพราะ.....

.....

คำตอบ : 1. จุดยุติของการไทเทรตกรดแก่กับเบสแก่มี pH เท่ากับ 7

อธิบาย : - จุดยุติของการไทเทรต คือ จุดที่อินดิเคเตอร์เปลี่ยนสี

- การไทเทรตกรดอ่อนกับเบสแก่ ที่จุดยุติจะมีค่า pH มากกว่า 7
- การำทเทรตเบสอ่อนกับกรดแก่ ที่จุดยุติจะมีค่า pH น้อยกว่า 7

การไทเทรตระหว่างกรดแก่กับเบสแก่ จุดที่มีค่า pH เท่ากับ 7 คือ จุดสมมูล ไม่ใช่จุดยุติ

ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 15

ตารางแสดงอินดิเคเตอร์ และช่วง pH ของการเปลี่ยนสี

อินดิเคเตอร์	ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี	สีที่เปลี่ยน
เมทิลเรด	4.2 – 6.3	แดง – เหลือง
โบรโมไทมอลบลู	6.0 – 7.6	เหลือง – แดง
ฟีนอลเรด	6.8 – 8.4	เหลือง – แดง
ฟีนอล์ฟทาลีน	8.3 – 10.0	ไม่มีสี – สีชมพู

15. ในการไทเทรตระหว่างกรดแก่กับเบสอ่อน ควรเลือกใช้อินดิเคเตอร์ชนิดใดจึงจะมีค่า pH ที่จุดกึ่งกลางช่วงการเปลี่ยนสีใกล้เคียงหรือเท่ากับ pH ที่จุดสมมูลของปฏิกิริยา

1. เมทิลเรด
2. โบรโมไทมอลบลู
3. ฟีนอล์ฟทาลีน
4. ไทมอลบลู

เหตุที่เลือกตอบข้อ .....

เพราะ.....

.....

คำตอบ : 1. เมทิลเรด

อธิบาย : การเลือกอินดิเคเตอร์มาใช้ในการบอกจุดยุติในการไทเทรตกรดเบส อินดิเคเตอร์ที่เลือกต้องมีช่วงการเปลี่ยนสีที่ใกล้เคียงกับค่า pH ที่จุดสมมูลพอดี ในการไทเทรตกรดแก่กับเบสอ่อน จุดสมมูลมีค่า pH น้อยกว่า 7

16. ในการไทเทรตสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.02 M ปริมาตร 20 cm^3 จะต้องใช้กรด HCl เข้มข้น 0.01 mol/dm^3 กี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

1. 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4. 40 ลูกบาศก์เซนติเมตร

เหตุที่เลือกตอบข้อ .....

เพราะ.....

.....

คำตอบ : 4. 40 ลูกบาศก์เซนติเมตร

$$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H2O$$

จากปฏิกิริยา NaOH 1 โมล ทำปฏิกิริยาพอดีกับ HCl 1 โมล

$$nNaCl = nHCl$$

$$CV/1000 = CV/1000$$

$$(0.02)(20)/1000 = (0.01)V/1000$$

$$V = (0.02)(20)/ (0.01)$$

$$V = 40\ cm^3$$

17. ในการไทเทรตสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.1 M ปริมาตร 30 cm^3 จะต้องใช้กรด H_2SO_4 เข้มข้น 0.1 M กี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

1. 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4. 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร

เหตุที่เลือกตอบข้อ .....

เพราะ.....

.....

คำตอบ : 2. 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร

$$2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

จากปฏิกิริยา NaOH 2 โมล ทำปฏิกิริยาพอดีกับ H_2SO_4 1 โมล

$$nNaCl/2 = nHCl$$

$$CV/1000x2 = CV/1000$$

$$(0.1)(30)/2000 = (0.1)V/1000$$

$$V = (0.1)(30)/(0.1)(2)$$

$$V = 15\ cm^3$$

18. เกลือในข้อใด เมื่อละลายน้ำแล้วสามารถเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงินได้ทุกชนิด

1. NH_4NO_3, NaI
2. NH_4Cl, HCOONa
3. NaF, CH_3COONa
4. KNO_2, NaCl

เหตุที่เลือกตอบข้อ .....

เพราะ.....

.....

คำตอบ : 3. NaF, CH_3COONa

อธิบาย : NH_4NO_3 เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสกับน้ำ สารละลายที่ได้มีสมบัติเป็นกรด

NaI ไม่เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสกับน้ำ สารละลายที่ได้มีสมบัติกลาง

NH4Cl เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสกับน้ำ สารละลายที่ได้มีสมบัติเป็นกรด

HCOONa เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสกับน้ำ สารละลายที่ได้มีสมบัติเป็นเบส

NaF เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสกับน้ำ สารละลายที่ได้มีสมบัติเป็นเบส

CH3COONa เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสกับน้ำ สารละลายที่ได้มีสมบัติเป็นเบส

KNO2 เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสกับน้ำ สารละลายที่ได้มีสมบัติเป็นเบส

NaCl ไม่เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสกับน้ำ สารละลายที่ได้มีสมบัติเป็นกลาง (ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส)

19. จงเลือกอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดในการไทเทรตระหว่างสารละลายกรดอ่อน HA 0.1 mol/L จำนวน 25 cm^3 กับสารละลายเบสแก่ BOH 0.1 mol/L จำนวน 25 cm^3 (กำหนดค่า K_a ของกรด HA ที่ 25 ^0C เท่ากับ 1.8×10^{-5} และ log 2.7 = 0.43)

1. เมทิลออเรนจ์ เปลี่ยนสีในช่วง pH เท่ากับ 3.2 – 4.4 จากสีแดงเป็นสีเหลือง
2. เมทิลเรด เปลี่ยนสีในช่วง pH เท่ากับ 4.2 – 6.3 จากสีแดงเป็นสีเหลือง
3. ฟีนอล์ฟทาลีน เปลี่ยนสีในช่วง pH เท่ากับ 8.3 – 9.6 จากไม่มีสีเป็นสีชมพู
4. อะลิซาลินเยลโลอาร์ เปลี่ยนสีในช่วง pH เท่ากับ 10.1 – 12.0 จากสีเหลืองเป็นสีแดง

เหตุที่เลือกตอบข้อ .....

เพราะ.....

.....

<u>คำตอบ</u> : 3. **ฟีนอล์ฟทาลีน** เปลี่ยนสีในช่วง pH เท่ากับ 8.3 – 9.6 จากไม่มีสีเป็นสีชมพู

<u>อธิบาย</u> : การเลือกอินดิเคเตอร์มาใช้ในการบอกจุดยุติในการไทเทรตกรดเบส อินดิเคเตอร์ที่เลือกต้องมีช่วงการเปลี่ยนสีที่ใกล้เคียงกับค่า pH ที่จุดสมมูลพอดี ในการไทเทรต จากการคำนวณพบว่าค่า pH

ของสารละลายหลังไทเทรตมีค่าเท่ากับ 8.57 ดังนั้นจะต้องเลือกใช้อินดิเคเตอร์ฟีนอล์ฟทาลีน ที่เปลี่ยนสีในช่วง pH เท่ากับ 8.3 – 9.6 จึงจะเหมาะสมที่สุด

วิธีคิด HA(aq) + BOH(aq) $\rightarrow$ BA (aq) + H_2O (l)

จำนวนโมลของ HA = $\frac{0.1x25}{1000}$ = 2.5 x 10^{-3} mol

จำนวนโมลของ BOH = $\frac{0.1x25}{1000}$ = 2.5 x 10^{-3} mol

สารละลายทั้งสองทำปฏิกิริยากันพอดีด้วยจำนวนโมลเท่ากัน คือ 2.5 x 10^{-3} mol และได้ผลิตภัณฑ์เป็น BA จำนวน 2.5 x 10^{-3} mol ในปริมาตร 100 cm^3 (50 cm^3 + 50 cm^3)

ความเข้มข้นของ BA = $\frac{1000}{100}$ x 2.5 x 10^{-3} = 0.025 mol/L

BA (aq) $\rightarrow$ B^+ (aq) + A^- (aq) ; A^- เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสต่อ แต่ B^+ ไม่เกิดไฮโดรไลซิส

A^- (aq) + H_2O $\rightleftharpoons$ HA (aq) + OH^- (aq)

ความเข้มข้นเริ่มต้น	0.025	0	0
ความเข้มข้นที่เปลี่ยนไป	-x	+x	+x
ความเข้มข้นที่ภาวะสมดุล	0.025-x	x	x

$$K_h = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]} = \frac{x.x}{0.025-x}$$

และจากสมการ $K_h = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1.0x10^{-14}}{1.8x10^{-5}} = \frac{x.x}{0.025-x}$

5.6 x 10^{-10} = $\frac{X^2}{0.025-x}$; x มีค่าน้อยมาก สามารถตัด x ออกจาก 0.025-x ได้

5.6 x 10^{-10} = $\frac{X^2}{0.025}$

X = 3.7 x 10^{-6}

แสดงว่า $[OH^-]$ = 3.7 x 10^{-6}

$[H_3O^+]$ = $\frac{1.0x10^{-14}}{3.7x10^{-6}}$ = 2.7 x 10^{-9}

pH = -log$[H_3O^+]$

= -log (2.7 x 10^{-9}) = 8.57

20. ในการวิเคราะห์หาปริมาณของกรดแอซิติกในน้ำส้มสายชู ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด

1. สารละลายมาตรฐานที่ใช้ในการไทเทรต คือ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์, สารตัวอย่าง คือ น้ำส้มสายชู และอินดิเคเตอร์ที่ใช้ คือ ฟีนอล์ฟทาลีน

2. สารละลายมาตรฐานที่ใช้ในการไทเทรต คือ สารละลายกรดไฮโดรคลอริก, สารตัวอย่าง คือ น้ำส้มสายชู และอินดิเคเตอร์ที่ใช้ คือ ฟีนอล์ฟทาลีน

3. สารละลายมาตรฐานที่ใช้ในการไทเทรต คือ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์, สารตัวอย่าง คือ น้ำส้มสายชู และอินดิเคเตอร์ที่ใช้ คือ เมทิลเรด

4. สารละลายมาตรฐานที่ใช้ในการไทเทรต คือ สารละลายกรดไฮโดรคลอริก, สารตัวอย่าง คือ น้ำส้มสายชู และอินดิเคเตอร์ที่ใช้ คือ เมทิลเรด

เหตุที่เลือกตอบข้อ .....

เพราะ.....

.....

<u>คำตอบ</u> : 1. สารละลายมาตรฐานที่ใช้ในการไทเทรต คือ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์, สารตัวอย่าง คือ น้ำส้มสายชู และอินดิเคเตอร์ที่ใช้ คือ ฟีนอล์ฟทาลีน

<u>อธิบาย</u> : การไทเทรตหาปริมาณกรดแอซิติกในน้ำส้มสายชู สารตัวอย่าง คือ น้ำส้มสายชู ที่มีสมบัติเป็นกรด เนื่องจากมีกรดแอซิติกเป็นองค์ประกอบ ดังนั้นสารละลายมาตรฐานที่ใช้ในการไทเทรต คือ สารละลายที่มีสมบัติเป็นเบส (โซเดียมไฮดรอกไซด์) ส่วนอินดิเคเตอร์ที่ใช้ในการไทเทรต คือ ฟีนอล์ฟทาลีน เนื่องจากเป็นการไทเทรตระหว่างเบสแก่กับกรดอ่อน

ภาคผนวก ข
กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง กรด–เบส

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม
เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

ทบทวนความรู้เดิมเรื่องการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิกและสารประกอบโคเวเลนต์แล้วใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจเกี่ยวกับสารอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์ โดยใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนดังนี้

- นักเรียนคิดว่าน้ำกลั่นสามารถนำไฟฟ้าได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
- นักเรียนคิดว่าสารละลายที่นำไฟฟ้าได้ต้องมีสมบัติเป็นกรด เบส หรือกลาง
- นักเรียนคิดว่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแต่ละชนิดเท่ากันหรือไม่

ครูยกตัวอย่างการทดลองโดยวัดการนำไฟฟ้าของน้ำมะนาวให้นักเรียนดู เพื่อให้เกิดความสงสัยในผลที่เกิดขึ้น พร้อมกับให้นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามเกี่ยวกับขอบเขต เป้าหมายและประเด็นที่นักเรียนต้องการรู้จากผลการทดลองที่นักเรียนสงสัย

ตัวอย่างคำถามเพื่อการสำรวจและค้นหา เช่น

- สารที่สามารถนำไฟฟ้าได้ มีลักษณะอย่างไร (สารที่สามารถแตกตัวเป็นไอออนได้)
- การนำไฟฟ้าของสารละลายแต่ละชนิดเท่ากันหรือไม่ อย่างไร (การนำไฟฟ้าของสารละลายแต่ละชนิดแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปริมาณของไอออนในสารละลายชนิดนั้นๆ)

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

1. นักเรียนเรียนรู้โดยกระบวนการกลุ่ม โดยแบ่งกลุ่มออกเป็น 8 กลุ่มๆ ละ 4 - 5 คน โดยในกลุ่มจะประกอบไปด้วยนักเรียนกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน คละกัน ให้แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาใบกิจกรรมที่ 1 ที่ครูแจกให้ให้เข้าใจและช่วยกันทำกิจกรรมที่ 1.1 เรื่องสมบัติบางประการของสารละลาย โดยมีครูคอยอำนวยความสะดวก (ครูเตรียมสารละลายแต่ละชนิดใส่บีกเกอร์ไว้ให้)

2. ครูแนะนำให้นักเรียนทดสอบสารละลายด้วยกระดาษลิตมัส โดยใช้แท่งแก้วจุ่มสารละลายแล้วนำมาแตะกับกระดาษลิตมัสทั้งสองสี และการวัดการนำไฟฟ้าของสารละลายให้ใช้แอมมิเตอร์ต่อพ่วงกับเครื่องตรวจวัดสภาพการนำไฟฟ้าแล้วจุ่มลงในสารละลายที่ครูเตรียมไว้ให้ อ่านค่าการนำไฟฟ้าบนเครื่องแอมมิเตอร์ พร้อมทั้งสังเกตความสว่างของหลอดไฟที่เครื่องวัดสภาพการนำไฟฟ้า บันทึกผลการทดลอง

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทดลองเรื่องสมบัติบางประการของสารละลาย ซึ่งสามารถสรุปได้ด้วยประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- เมื่อใช้สมบัติการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสเป็นเกณฑ์ จำแนกสารละลายได้เป็น 3 ประเภท คือ กรด เบส และกลาง

☐ กรด เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสสีน้ำเงินเป็นสีแดง

☐ เบส เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสสีแดงเป็นสีน้ำเงิน

☐ กลาง ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสทั้งสีแดงและสีน้ำเงิน

- เมื่อใช้สมบัติการนำไฟฟ้าเป็นเกณฑ์จำแนกสารละลายได้เป็น 2 ประเภท คือ สารละลายที่นำไฟฟ้า เรียกว่าสารละลายอิเล็กโทรไลต์ และสารละลายที่ไม่นำไฟฟ้า เรียกว่าสารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์

- สารอิเล็กโทรไลต์ คือ สารที่ละลายน้ำแล้วสามารถแตกตัวเป็นไอออนได้ เช่น โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) กรดไฮโดรคลอริก (HCl) โซเดียมไฮดรอกไซด์ NaOH)

- สารละลายอิเล็กโทรไลต์มีสมบัติเป็นได้ทั้งกรด เบส และกลาง

☐ สารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่มีสมบัติเป็นกลาง เช่น NaCl, KCl, KNO_3

☐ สารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่มีสมบัติเป็นกรด เช่น HCl, HNO_3, CH_3COOH

☐ สารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่มีสมบัติเป็นเบส เช่น NaOH, KOH, $Ca(OH)_2$

- สารละลายอิเล็กโทรไลต์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ สารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ และสารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน

☐ สารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ เช่น NaCl, HNO_3

☐ สารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน เช่น NH_4Cl, CH_3COOH

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

ครูอธิบายและพูดเชื่อมโยงถึงผลที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรมเรื่องสมบัติบางประการของสารละลาย และเชื่อมโยงกิจกรรมเพิ่มเติมให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายกับความสามารถในการนำไฟฟ้า โดยกระตุ้นด้วยคำถาม

- นักเรียนคิดว่าเมื่อความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้น ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด (ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายจะเพิ่มขึ้น เพราะความสามารถในการนำไฟฟ้าของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ขึ้นอยู่กับปริมาณไอออนในสารละลาย เมื่อเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้น ปริมาณไอออนในสารละลายจะเพิ่มขึ้นด้วย)

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation)

ขั้นทำกิจกรรม TGT ที่ 1 สมบัติบางประการของสารละลาย

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมาทำแบบทดสอบทั้งหมด 4 ชุด คะแนนที่นักเรียนแต่ละคนได้นำไปรวมเป็นคะแนนกลุ่ม ครูประกาศผลคะแนนแต่ละกลุ่ม และยกย่องชมเชยกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด และให้คะแนนโบนัส 5 คะแนน ส่วนกลุ่มอื่น ๆ ได้รับคะแนนโบนัสเป็น 4, 3, 2, 1 และ 0 คะแนน ตามลำดับ

2. ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปสิ่งที่ตัวเองได้เรียนรู้ในการทดลองครั้งนี้ลงในสมุดของตัวเอง และทำแบบฝึกหัดที่ 1 เพื่อเพิ่มเติมและทบทวนความรู้ที่ได้

กิจกรรมที่ 1.1
เรื่องสมบัติบางประการของสารละลาย

<u>จุดประสงค์การทดลอง</u>

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาสมบัติบางประการของสารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์ได้
2. อธิบายผลที่สารละลายอิเล็กโทรไลต์นำไฟฟ้าได้แตกต่างกัน
3. จำแนกประเภทของสารละลาย โดยใช้การเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสและการนำไฟฟ้าของสารละลายเป็นเกณฑ์ได้
4. อธิบายและสรุปได้ว่าสารใดเป็นอิเล็กโทรไลต์แก่ อิเล็กโทรไลต์อ่อน

สมาชิกกลุ่ม

1) .....ชั้น.....เลขที่.....
2) .....ชั้น.....เลขที่.....
3) .....ชั้น.....เลขที่.....
4) .....ชั้น.....เลขที่.....
5) .....ชั้น.....เลขที่.....

สารเคมีและอุปกรณ์

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. สารละลาย HCl, CH_3COOH, NaCl, KNO_3, NaOH, KOH, KI, Na_2CO_3, NH_4Cl, C_2H_5OH, $C_6H_{12}O_6$ และ $C_{12}H_{22}O_{11}$ เข้มข้น 1 mol/dm^3	-
2. กระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงิน	ชนิดละ 12 ชิ้น
อุปกรณ์	
1. แอมมิเตอร์	1 เครื่อง
2. เครื่องตรวจสภาพการนำไฟฟ้า	1 เครื่อง
3. กระจกนาฬิกาหรือแผ่นกระจก	1 อัน

วิธีการทดลอง

1. ครูเตรียมสารละลาย HCl, CH_3COOH, NaCl, KNO_3, NaOH, KOH, KI, Na_2CO_3, NH_4Cl C_2H_5OH, $C_6H_{12}O_6$, $C_{12}H_{22}O_{11}$ เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 ใส่ในบีกเกอร์ไว้ให้

2. ทดสอบการเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสของสารละลายแต่ละชนิด และบันทึกผลการทดลอง

3. ทดสอบการนำไฟฟ้าของสารละลายแต่ละชนิด โดยจุ่มลวดตัวนำของเครื่องตรวจวัดสภาพการนำไฟฟ้าให้ลึกเท่าๆ กัน และต่อพ่วงเข้ากับเครื่องแอมมิเตอร์ สังเกตความสว่างของหลอดไฟ และอ่านค่าความสามารถการนำไฟฟ้าของสารละลายบนเครื่องแอมมิเตอร์ บันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สารละลาย	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้			
	การเปลี่ยนสีของลิตมัส	การนำไฟฟ้า	ความสว่างของหลอดไฟ	ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย (μA)
HCl				
CH_3COOH				
NaCl				
KNO_3				
NaOH				
KOH				
KI				
Na_2CO_3				
NH_4Cl				
C_2H_5OH				
$C_{12}H_{22}O_{11}$				
$C_6H_{12}O_6$				

อภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 1.2
เรื่องความเข้มข้นของสารละลายกับความสามารถในการนำไฟฟ้า

จุดประสงค์การทดลอง

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารละลายอิเล็กโทรไลต์กับความสามารถในการนำไฟฟ้า
2. บอกเหตุผลที่สารละลายอิเล็กโทรไลต์นำไฟฟ้าได้แตกต่างกันเมื่อความเข้มข้นของสารละลายแตกต่างกัน

สมาชิกกลุ่ม

1) .....ชั้น.....เลขที่.....
2) .....ชั้น.....เลขที่.....
3) .....ชั้น.....เลขที่.....
4) .....ชั้น.....เลขที่.....
5) .....ชั้น.....เลขที่.....

สารเคมีและอุปกรณ์

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. สารละลาย HCl, NaCl, NaOH เข้มข้น 0.01, 0.1,และ 1.0 mol/dm^3	ชนิดละ 2 cm^3
2. น้ำกลั่น	1 ขวด
อุปกรณ์	
1. หลอดทดลองขนาดเล็ก	9 หลอด
2. เครื่องตรวจวัดสภาพการนำไฟฟ้า	1 เครื่อง
3. กระบอกตวงขนาด 10 cm^3	1 ใบ
4. ที่ตั้งหลอดทดลอง	1 อัน
5. แอมมิเตอร์	1 เครื่อง

วิธีการทดลอง

1. นำสารละลาย HCl เข้มข้น 0.01 mol/dm^3 ใส่ในหลอดทดลองขนาดเล็ก จำนวน 2 cm^3

2. ทดสอบการนำไฟฟ้าของสารละลายโดยจุ่มลวดตัวนำของเครื่องตรวจวัดสภาพการนำไฟฟ้าที่ต่อพ่วงกับเครื่องแอมมิเตอร์ อ่านค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายบนเครื่องแอมมิเตอร์ บันทึกผลการทดลอง

3. ทำการทดลองเหมือนข้อ 1-2 แต่เปลี่ยนความเข้มข้นของสารละลายเป็น 0.1 mol/dm^3 และ 1.0 mol/dm^3

4. ทำการทดลองเหมือนข้อ 1-3 แต่เปลี่ยนสารละลายเป็น NaCl และ NaOH

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สารละลาย	ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย (μA)		
	0.01 mol/dm^3	0.1 mol/dm^3	1.0 mol/dm^3
HCl			
NaCl			
NaOH			

อภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรม TGT ที่ 1 สมบัติบางประการของสารละลาย

ชุดที่ 1

จงเขียนสมการแสดงการแตกตัวเป็นไอออนในน้ำของสารต่อไปนี้ (4 คะแนน)

1. HBr และ KCl เป็นอิเล็กโทรไลต์แก่
2. HCN และ HF เป็นอิเล็กโทรไลต์อ่อน

HBr

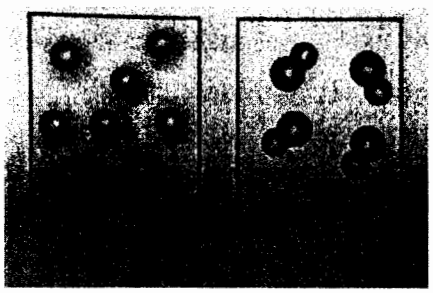
KCl

HCN

HF

ชุดที่ 2

สาร 2 ชนิด มีสูตร PQ และ AB เมื่อละลายน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงดังรูป ก และ ข ตามลำดับ สารใดน่าจะเป็นอิเล็กโทรไลต์ เพราะเหตุใด (4 คะแนน)



.....

.....

.....

.....

.....

ชุดที่ 3

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย √ หน้าข้อความที่กล่าวถูกต้อง และเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่กล่าวผิด (4 คะแนน)

.....1) สารละลายที่มีสมบัติเป็นกลางมีทั้งนำไฟฟ้าและไม่นำไฟฟ้า

.....2) สารละลายที่มีสมบัติเป็นกลางและนำไฟฟ้าได้จัดเป็นสารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์

.....3) สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรดและเบสทุกชนิดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

.....4) สารละลายที่นำไฟฟ้าได้น้อยหรือนำไฟฟ้าได้ไม่ดี จัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน

ชุดที่ 4

เมื่อนำสารละลาย A B C D และ E ซึ่งมีความเข้มข้นเท่ากันไปทดสอบการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัส และความสามารถในการนำไฟฟ้า ได้ข้อมูลดังนี้ (4 คะแนน)

สารละลาย	การเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส	ความสว่างของหลอดไฟ
A	ไม่เปลี่ยนสี	สว่างมาก
B	แดง → น้ำเงิน	สว่างน้อย
C	น้ำเงิน → แดง	สว่างมาก
D	ไม่เปลี่ยนสี	ไม่สว่าง
E	น้ำเงิน → แดง	สว่างน้อย

จากข้อมูลข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1). สารละลายที่จัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ คือ

.....

.....

2). สารละลายที่จัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน คือ

.....

.....

3). สารละลายที่จัดเป็นสารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ คือ

.....

.....

วัตถุประสงค์

นักเรียนสามารถบอกสมบัติของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ และระบุประเภทของสารอิเล็กโทรไลต์ได้

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. สารละลายอิเล็กโทรไลต์เหมือนหรือแตกต่างจากสารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. สารละลายอิเล็กโทรไลต์นำไฟฟ้าได้หรือไม่ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. จงยกตัวอย่างสารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์อย่างละ 3 ชนิด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. สารละลายอิเล็กโทรไลต์มีกี่ประเภท อะไรบ้าง แต่ละประเภทแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

5. เขียนสมการการแตกตัวเป็นไอออนของสารต่อไปนี้

a. HI เป็นอิเล็กโทรไลต์แก่

b. KCl เป็นอิเล็กโทรไลต์แก่

c. HF เป็นอิเล็กโทรไลต์อ่อน

d. H_2S เป็นอิเล็กโทรไลต์อ่อน

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม
เรื่อง ทฤษฎีกรด–เบส

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

ครูทบทวนความรู้เรื่อง สารละลายกรด สารละลายเบส และการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องทฤษฎีกรด-เบส โดยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน

- HCO_3^- (aq) + H_2O (l) $\rightleftharpoons$ H_2CO_3 (aq) + OH^- (aq) จากปฏิกิริยานักเรียนคิดว่า H_2O ทำหน้าที่เป็นกรดหรือเบส เพราะเหตุใด
- นักเรียนคิดว่าสาร 1 ชนิด สามารถเป็นได้ทั้งกรดหรือเบสหรือไม่ อย่างไร

ครูตั้งคำถามเกี่ยวกับขอบเขต เป้าหมายและประเด็นที่นักเรียนต้องรู้จากการทำกิจกรรมการทดลอง

- $NaHCO_3$ มีสมบัติเป็นกรดหรือเบส เพราะเหตุใด ($NaHCO_3$ ละลายน้ำได้ สารละลายที่มีสมบัติเป็นเบส เนื่องจากเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน)
- เมื่อเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ลงในสารละลาย HCO_3^- ผลที่ได้เป็นอย่างไร (HCO_3^- ทำหน้าที่เป็นเบสเมื่อทำปฏิกิริยากับ HCl โดยรับโปรตอนจาก HCl เกิดเป็น H_2CO_3 ซึ่งจะสลายตัวให้แก๊ส CO_2)
- เมื่อเติมสารละลายเบสแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$) อิ่มตัว ลงในสารละลาย HCO_3^- ผลที่ได้เป็นอย่างไร (HCO_3^-) ทำหน้าที่เป็นกรดเมื่อทำปฏิกิริยากับ $Ca(OH)_2$ เกิดเป็น $CaCO_3$ ซึ่งเป็นตะกอนสีขาว)
- HCO_3^- มีสมบัติเป็นกรดหรือเบส อย่างไร (HCO^-_3 สามารถให้และรับโปรตอนได้ จึงเป็นได้ทั้งกรดและเบส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสารที่ทำปฏิกิริยาด้วย)

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

2.1 นักเรียนเรียนรู้โดยกระบวนการกลุ่ม โดยแบ่งกลุ่มออกเป็น 8 กลุ่มๆ ละ 4-5 คน โดยในกลุ่มจะประกอบไปด้วยนักเรียนกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน คละกัน

2.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรมที่ 2.1 เรื่องคู่กรด–คู่เบส ตามใบกิจกรรมที่ครูแจกให้

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากเรื่องทฤษฎีกรด–เบส และจากการทำกิจกรรมเรื่องคู่กรด–คู่เบส และเรื่อง ปฏิกิริยา

การให้และรับโปรตอนของไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน ซึ่งสามารถสรุปได้ด้วยประเด็นต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ทฤษฎีกรด-เบสอาร์เนียส กล่าวว่า กรดคือสารที่ละลายน้ำแล้วตัวให้ไฮโดรเจนไอออน และเบสคือสารที่ละลายแล้วแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน

2. ทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตด-ลาวรี กล่าวคือ กรดคือสารที่ให้โปรตอนแก่สารอื่น และเบสคือสารที่รับโปรตอนจากสารอื่น (คู่กรด–คู่เบส)

3. ทฤษฎีกรด-เบสลิวอิส กล่าวคือ กรดคือสารที่รับคู่อิเล็กตรอนจากสารอื่น และเบสคือสารที่ให้คู่อิเล็กตรอนจากสารอื่น

4. ทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตด-ลาวรีใช้อธิบายสมบัติของกรด-เบสได้กว้างกว่าทฤษฎีกรด-เบสอาร์เนียส เพราะพิจารณาความเป็นกรด-เบสของสารจากการถ่ายโอนโปรตอน รวมทั้งไม่จำเป็นต้องอยู่ในสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย

5. สารบางชนิดสามารถให้และรับโปรตอนได้ จึงเป็นได้ทั้งกรดและเบส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสารที่ทำปฏิกิริยาด้วย

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

ครูอธิบายและพูดเชื่อมโยงถึงผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองที่ 2 เรื่องคู่กรด–คู่เบส และเชื่อมโยงถึงกิจกรรมที่ 2.1 ที่สารบางชนิดที่สามารถเป็นได้ทั้งกรดและเบส โดยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัยและต้องการอยากทราบคำตอบ

- นักเรียนคิดว่าสารแต่ละชนิดมีสมบัติเป็นกรด หรือ เบส ได้เพียงอย่างเดียวหรือไม่ อย่างไร
- สารที่มีลักษณะอย่างไรที่สามารถเป็นได้ทั้งกรดและเบส

จากนั้นให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 2.2 เรื่อง ปฏิกิริยาการให้และรับโปรตอนของไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน ตามใบกิจกรรมที่ครูแจกให้

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation)

ขั้นทำกิจกรรม TGT ที่ 2 ทฤษฎีกรด–เบส

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมาทำแบบทดสอบทั้งหมด 4 ชุด คะแนนที่นักเรียนแต่ละคนได้นำไปรวมเป็นคะแนนกลุ่ม ครูประกาศผลคะแนนแต่ละกลุ่ม และยกย่องชมเชยกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด และให้คะแนนโบนัส 5 คะแนน ส่วนกลุ่มอื่น ๆ ได้รับคะแนนโบนัสเป็น 4, 3, 2, 1 และ 0 คะแนน ตามลำดับคะแนนกลุ่มที่ได้

2. ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปสิ่งที่ตัวเองได้เรียนรู้ในการทดลองครั้งนี้ลงในสมุดของตัวเอง และทำแบบฝึกหัดที่ 2 เพื่อเพิ่มเติมและทบทวนความรู้ที่ได้

กิจกรรมที่ 2.1
เรื่องทฤษฎีกรด-เบส

จุดประสงค์การทดลอง

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาคู่กรด – คู่เบส ของสารได้
2. นักเรียนสามารถเขียนปฏิกิริยาและบอกคู่กรด – คู่เบส ของสารได้
3. อธิบายและบอกความแตกต่างของคู่กรด – คู่เบสได้

สมาชิกกลุ่ม

1) .....ชั้น.....เลขที่.....
2) .....ชั้น.....เลขที่.....
3) .....ชั้น.....เลขที่.....
4) .....ชั้น.....เลขที่.....
5) .....ชั้น.....เลขที่.....

สารเคมีและอุปกรณ์

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. สารละลาย HCl, HNO_3, CH_3COONa, $NaHCO_3$, NaOH เข้มข้น 0.1 mol/dm^3	ชนิดละ 2 cm^3
2. อินดิเคเตอร์ (Methyl yellow, Bromocresol green, Phenopthalein)	-
3. น้ำกลั่น	20 cm^3
อุปกรณ์	
1. หลอดทดลองขนาดเล็ก	4 หลอด
2. แท่งแก้วคนสาร	1 ชุด
3. กระบอกตวงขนาด 10 cm^3	1 ใบ
4. ที่ตั้งหลอดทดลอง	1 อัน

วิธีการทดลอง

1. เตรียมหลอดทดลองขนาดเล็ก จำนวน 4 หลอด แล้วนำไปเติมสารละลายดังต่อไปนี้

- หลอดที่ 1 เติมน้ำกลั่น 1 cm^3 และเติมอินดิเคเตอร์ Methyl red จำนวน 3 หยด
- หลอดที่ 2 เติมน้ำกลั่น 1 cm^3 และเติมอินดิเคเตอร์ Phynol red จำนวน 3 หยด
- หลอดที่ 3 เติมสารละลาย HCl จำนวน 1 cm^3 และเติมยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ จำนวน 3 หยด
- หลอดที่ 4 เติมสารละลาย CH_3COONa จำนวน 1 cm^3 และเติมยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ จำนวน 3 หยด

2. หยดสารละลาย HNO_3, $NaHCO_3$, NaOH, และ HCl เข้มข้น 1 mol/dm^3 ลงในหลอดทดลองที่เตรียมได้จากข้อที่ 1 ดังนี้

- หลอดที่ 1 หยดสารละลาย HNO_3 cm^3
- หลอดที่ 2 หยดสารละลาย $NaHCO_3$
- หลอดที่ 3 หยดสารละลาย NaOH
- หลอดที่ 4 หยดสารละลาย HCl

(สังเกตการณ์เปลี่ยนสีที่เกิดขึ้นในแต่ละหลอด บันทึกผลการทดลองในใบกิจกรรมที่ 2.1)

ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	การเปลี่ยนสี
หลอดทดลองที่ 1	
หลอดทดลองที่ 2	
หลอดทดลองที่ 3	
หลอดทดลองที่ 3	

สมการแสดงการคู่กรด–คู่เบส

.....

.....

.....

.....

.....

.....

อภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 2.2
ปฏิกิริยาการให้และรับโปรตอนของไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน

จุดประสงค์การทดลอง

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาปฏิกิริยาให้และรับโปรตอนของไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออนได้

2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เมื่อโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตละลายน้ำ และเมื่อเติมกรดและเบสลงไปได้

3. อธิบายการเกิดปฏิกิริยาของไฮโดรเจนคาร์บอเนตเมื่อทำหน้าที่เป็นกรดหรือเบสได้

สมาชิกกลุ่ม

1) .....ชั้น.....เลขที่.....

2) .....ชั้น.....เลขที่.....

3) .....ชั้น.....เลขที่.....

4) .....ชั้น.....เลขที่.....

5) .....ชั้น.....เลขที่.....

สารเคมีและอุปกรณ์

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. สารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) เข้มข้น 1 mol/dm^3	2 cm^3
2. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เข้มข้น 1 mol/dm^3	5 หยด
3. สาระลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$) อิ่มตัว	5 หยด
4. กระดาษลิตมัสสีน้ำเงินและสีแดง	ชนิดละ 3 ชิ้น
อุปกรณ์	
1. หลอดทดลองขนาดเล็ก	2 หลอด
2. หลอดหยด	2 หลอด
3. กระบอกตวงขนาด 10 cm^3	1 ใบ
4. แท่งแก้วคนสาร	1 อัน

วิธีการทดลอง

1. เติมสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก หลอดละ 1 cm^3 และทดสอบการเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสของสารละลาย $NaHCO_3$ บันทึกผลการทดลอง

2. นำหลอดทดลองทั้ง 2 (จากข้อ 1) ไปเติมสารละลาย ดังนี้

- หลอดทดลองที่ 1 เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) จำนวน 1 cm^3 สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น บันทึกผลการทดลอง

- หลอดทดลองที่ 2 เติมสาระลายแคลเซียมไฮดรอก ($Ca(OH)_2$) ไซด์อิ่มตัว จำนวน 1 cm^3 สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น บันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดสอบสารละลาย $NaHCO_3$	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้
1. เมื่อทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส 2. เมื่อเติมสารละลาย HCl 3. เมื่อเติมสารละลาย $Ca(OH)_2$ อิ่มตัว	

สมการแสดงปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในหลอดทดลองทั้ง 2 หลอด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

อภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรม TGT ที่ 2 ทฤษฎีกรด – เบส

ชุดที่ 1

จงเขียนสมการที่แสดงว่า $H_2PO_4^{2-}$ และ H_2O สามารถเป็นได้ทั้งกรดและเบส (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

ชุดที่ 2

สารต่อไปนี้ ข้อใดทำหน้าที่ได้ทั้งกรดและเบส (2 คะแนน)

ก. $HC_2O_4^{2-}$ ค. CN^-

ข. CO_3^{2-} ง. HSO_4^-

.....

.....

.....

.....

.....

ชุดที่ 3

จากปฏิกิริยาต่อไปนี้สารใดทำหน้าที่เป็นกรด สารใดทำหน้าที่เป็นเบส ตามทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตต-ลาวรี

(2 คะแนน)

$$HSO_4^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons SO_4^{2-} + H_3O^+$$

.....

.....

.....

.....

.....

ชุดที่ 4

จากสมการต่อไปนี้ ให้นักเรียนจับคู่กรด-คู่เบส ให้ถูกต้อง

$$HCO_3^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq) + OH^-(aq)$$

.....

.....

.....

.....

.....

แบบฝึกหัดที่ 2 เรื่องทฤษฎีกรด–เบส

วัตถุประสงค์

นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของทฤษฎีกรด-เบส อาร์เรเนียส ทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตด-ลาวรี และทฤษฎีกรด-เบสลิวอีส พร้อมทั้งอธิบายสมบัติของกรดหรือเบสได้

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ทฤษฎีกรด–เบส อาร์เรเนียส กล่าวว่าอย่างไร และมีข้อจำกัดอย่างไร

.....

.....

2. ทฤษฎีกรด–เบส เบรินสเตด-ลาวรี กล่าวว่าอย่างไร และมีข้อจำกัดอย่างไร

.....

.....

3. ทฤษฎีกรด–เบส ลิวอิส กล่าวว่าอย่างไร

.....

.....

4. จงบอกคู่กรด–คู่เบสของสารต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

คู่เบสของ H_2S คือ .....

คู่เบสของ H_2O คือ .....

คู่กรดของ $H_2PO_4^{2-}$ คือ .....

คู่กรดของ NH_3 คือ .....

5. จงเขียนปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส ตามทฤษฎีเบรินสเตด-ลาวรีและระบุคู่กรด-คู่เบส

5.1) HCl กับ H_2O

5.2) NH_3 กับ H_2O

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม
เรื่อง การไทเทรตกรด–เบส

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

ครูทบทวนความรู้เรื่อง สารละลายกรด สารละลายเบส และการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และเชื่อมโยงเข้าสู่การไทเทรตกรด – เบส โดยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน

- นักเรียนคิดว่า ขณะที่เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในกรดไฮโดรคลอริก pH ของสารละลายผสมมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
- ณ จุดยุติ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับกรดไฮโดรคลอริก มีปริมาตรเท่าใด
- เมื่อสิ้นสุดการไทเทรต สารละลายผสมควรมี pH เท่าใด และ pH ที่วัดได้ ณ จุดยุติมีค่าเท่าใด

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

2.1 ครูให้ความรู้เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส ตามรายละเอียดในใบความรู้ที่ 3 วิธีการไทเทรต การเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์บอกจุดยุติ เพื่อนำเข้าสู่การหาจุดยุติของปฏิกิริยาระหว่างกรดไฮโดรคลอริกกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ด้วยวิธีการไทเทรต

2.2 นักเรียนเรียนรู้โดยกระบวนการกลุ่ม โดยแบ่งกลุ่มออกเป็น 8 กลุ่มๆ ละ 4-5 คนโดยในกลุ่มจะประกอบไปด้วยนักเรียนกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน คละกัน

2.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรมที่ 3.1 เรื่องการไทเทรตหาจุดยุติและจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่ ตามใบกิจกรรมที่ครูแจกให้

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากเรื่องการไทเทรตกรด–เบส และจากการทำกิจกรรม เรื่อง การไทเทรตหาจุดยุติของปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่ ซึ่งสามารถสรุปได้ด้วยประเด็นต่างๆ ดังต่อไปนี้

- pH ของสารละลาย HCl ก่อนทำการไทเทรตวัดได้เท่ากับ 1 เมื่อหยดสาระลาย HCl รวมทั้งพิจารณา NaOH ลงไป จะทำให้ปริมาณ HCl ลดลง pH ของระบบจึงเพิ่มขึ้นจนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อนถาวร แสดงว่า HCl เข้าทำปฏิกิริยาหนด การไทเทรตขณะนั้นจึงถึงจุดยุติแล้ว

- จุดยุติของการไทเทรตสารละลาย HCl กับสารละลาย NaOH ควรมี pH เท่ากับ 7 แต่ในการทดลองนี้ใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ซึ่งเปลี่ยนสีในช่วง pH 8.3-10.0 แสดงว่าสารละลายผสมมี

เบสเกินไปเล็กน้อย เมื่อวัด pH ที่จุดยุติได้ค่าประมาณ 7 - 8 จุดยุติในการทดลองนี้จึงไม่ใช่ภาวะที่สารละลายกรดและสารละลายเบสทำปฏิกิริยาพอดีกัน

- ปริมาตรเฉลี่ยของสารละลาย NaOH ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลาย HCl มีค่าเท่ากับ 10.20 cm^3 เมื่อนำไปคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลาย HCl ตามวิธีแสดงไว้ในบทเรียน/ใบความรู้ ได้ความเข้มข้นของสารละลาย HCl เท่ากับ 0.102 mol/dm^3

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

ครูอธิบายและพูดเชื่อมโยงถึงผลที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรมที่ 3.1 เรื่องการไทเทรตหาจุดยุติและจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่ และเชื่อมโยงถึงกิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง การเลือกอินดิเคเตอร์ในการไทเทรตกรด-เบส และกิจกรรมที่ 3.3 เรื่องการหาปริมาณกรด-เบส ในสารที่นักเรียนสนใจ โดยใช้วิธีการไทเทรต โดยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัยและต้องการอยากทราบคำตอบ

- ในการไทเทรตกรด–เบส ถ้าใช้อินดิเคเตอร์ต่างชนิด ผลที่ได้เหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร
- ถ้านักเรียนต้องการหาปริมาณกรดในน้ำส้มสายชู นักเรียนมีวิธีการหาอย่างไร

จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง การเลือกอินดิเคเตอร์ในการไทเทรตกรด-เบส และกิจกรรมที่ 3.3 เรื่องการหาปริมาณกรด- เบส ในสารที่นักเรียนสนใจ ตามใบกิจกรรมที่ครูแจกให้

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation)

ขั้นทำกิจกรรม TGT ที่ 3 การไทเทรตกรด–เบส

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมาทำแบบทดสอบทั้งหมด 4 ชุด คะแนนที่นักเรียนแต่ละคนได้นำไปรวมเป็นคะแนนกลุ่ม ครูประกาศผลคะแนนแต่ละกลุ่ม และยกย่องชมเชยกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด และให้คะแนนโบนัส 5 คะแนน ส่วนกลุ่มอื่นๆ ได้รับคะแนนโบนัสเป็น 4, 3, 2, 1 และ 0 คะแนน ตามลำดับคะแนนกลุ่มที่ได้
4. ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปสิ่งที่ตัวเองได้เรียนรู้ในการทดลองครั้งนี้ลงในสมุดของตัวเอง และทำแบบฝึกหัดที่ 3 เพื่อเพิ่มเติมและทบทวนความรู้ที่ได้

กิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง การไทเทรตหาจุดยุติและจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่

จุดประสงค์การทดลอง

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาหาจุดยุติและจุดสมมูลโดยวิธีการไทเทรตได้
2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายขณะไทเทรตสารละลาย HCl กับสารละลาย NaOH ได้
3. คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลาย HCl ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลาย NaOH ได้

สมาชิกกลุ่ม

1) .....ชั้น.....เลขที่.....
2) .....ชั้น.....เลขที่.....
3) .....ชั้น.....เลขที่.....
4) .....ชั้น.....เลขที่.....
5) .....ชั้น.....เลขที่.....

สารเคมีและอุปกรณ์

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 mol/dm^3	30 cm^3
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 mol/dm^3	50 cm^3
3. กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ (กระดาษ pH)	4 ชิ้น
4. ฟีนอล์ฟทาลีน	9 หยด
อุปกรณ์	
1. ปิเปตต์ขนาด 10 cm^3	1 อัน
2. บิวเรตต์ขนาด 50 cm^3	1 อัน
3. ขวดรูปกรวยขนาด 100 cm^3	3 ใบ
4. บีกเกอร์ขนาด 100 cm^3	1 ใบ
5. หลอดหยด	1 อัน
6. กรวยแก้ว	1 อัน
7. ขาตั้งพร้อมที่จับหลอดทดลอง	1 ชุด
8. ลูกยาง (สำหรับสวมปิเปตต์)	1 อัน
9. pH meter	1 อัน

วิธีการทดลอง

1. บรรจุสารละลายมาตรฐาน (NaOH) 0.1 mol/dm^3 ลงในบิวเรตต์

2. ปิเปตต์สารละลายตัวอย่าง (สารละลายกรด HCl) จำนวน 25.00 mL ใส่ในขวดรูปชมพู่ แล้วหยดอินดิเคเตอร์ Phenolphthalein 3-5 หยด

3. ไขสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 จากบิวเรตต์ลงในสารละลายข้อ 2 ครั้งละ 5 cm^3 3 ครั้ง วัดค่า pH ของสารละลายผสมทุกครั้งที่เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไป

4. ไขสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อไปอีก ครั้งละ 1 cm^3 บันทึกค่า pH ทุกครั้งที่เติม และไทเทรตต่อไปจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน วัด pH ของสารละลาย และบันทึกปริมาตรของสารละลาย NaOH ที่ใช้ในการไทเทรต

5. หลังจากจุดยุติแล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ครั้งละ 1 cm^3 ต่อไปอีก 3 ครั้ง บันทึกค่า pH ทุกครั้งที่เติม

6. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH ของสารละลายกับปริมาตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมลงไป

7. ทำการไทเทรตซ้ำอีก 2 ครั้ง เพื่อหาปริมาตรเฉลี่ยของสารละลาย NaOH ที่ใช้ (ไม่ต้องวัดค่า pH ของสารละลาย) แล้วคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายกรด HCl

ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลองครั้งที่	ปริมาตรสารละลายกรด HCl (cm^3)	สารละลาย NaOH 0.1 mol/dm^3		
		ขีดวัดปริมาตรเมื่อเริ่มต้น (cm^3)	ขีดวัดปริมาตรเมื่อถึงจุดยุติ (cm^3)	ปริมาตรสารละลาย NaOH ที่ใช้ (cm^3)
1				
2				
3				

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ปริมาตรสารละลาย NaOH (cm^3) ที่เติมลงไป	pH ของสารละลาย	ปริมาตรสารละลาย NaOH (cm^3) ที่เติมลงไป	pH ของสารละลาย
0		21	
5		22	
10		23	
15		24	
16		25	
17		26	
18		27	
19		28	
20		29	

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH ของสารละลายกับปริมาตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์

อภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง การเลือกอินดิเคเตอร์ในการไทเทรตกรด–เบส

จุดประสงค์การทดลอง

1. ทำการทดลองเพื่อเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสม ในการไทเทรตระหว่างสารละลาย CH_3COOH กับสารละลาย NaOH ได้
2. บอกชนิดของอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมกับการไทเทรตสารละลาย CH_3COOH กับสารละลาย NaOH พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลได้

สมาชิกกลุ่ม

1) .....ชั้น.....เลขที่.....
2) .....ชั้น.....เลขที่.....
3) .....ชั้น.....เลขที่.....
4) .....ชั้น.....เลขที่.....
5) .....ชั้น.....เลขที่.....

สารเคมีและอุปกรณ์

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. สารละลายกรดแอซีติกเข้มข้น 0.1 mol/dm^3	5 cm^3
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 mol/dm^3	5 cm^3
3. ฟีนอล์ฟทาลีน	3 หยด
4. เมทิลออเรนจ์	3 หยด
อุปกรณ์	
1. หลอดทดลองขนาดเล็ก	2 หลอด
2. หลอดหยด	2 อัน
3. ขาตั้งพร้อมที่จับหลอดทดลอง	1 ชุด

วิธีการทดลอง

1. เติมสารละลาย CH_3COOH 0.1 mol/dm^3 จำนวน 1 cm^3 ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก และเติมอินดิเคเตอร์ (ฟีนอล์ฟทาลีน) จำนวน 3 หยด

2. หยดสารละลาย NaOH 0.1 mol/dm^3 ลงในหลอดทดลองข้อ 1 บันทึก ทีละหยด เขย่าหลอดทดลองทุกครั้งที่หยดลงไป ทำเช่นนี้ต่อไปจนอินดิเคเตอร์เปลี่ยนสี บันทึกจำนวนหยดของสารละลาย NaOH ที่ใช้

3. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1-2 แต่เปลี่ยนอินดิเคเตอร์ โดยใช้เมทิลออเรนจ์แทนฟีนอล์ฟทาลีน

ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลองครั้งที่	ปริมาตรสารละลาย CH_3COOH (cm^3)	จำนวนหยด NaOH ที่ใช้	
		ฟีนอล์ฟทาลีน	เมทิลออเรนจ์
1			
2			
3			

อภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 3.3 เรื่องการหาปริมาณกรดเบสในสารที่นักเรียนสนใจศึกษา โดยใช้วิธีการไทเทรต

จุดประสงค์การทดลอง

1. ทำการทดลองหาปริมาณกรด–เบส ในสารที่นักเรียนสนใจศึกษา โดยใช้วิธีการไทเทรตได้
2. คำนวณหาปริมาณของกรด–เบสทั้งหมด ในสารที่นักเรียนสนใจศึกษาได้

สมาชิกกลุ่ม

1) .....ชั้น.....เลขที่.....
2) .....ชั้น.....เลขที่.....
3) .....ชั้น.....เลขที่.....
4) .....ชั้น.....เลขที่.....
5) .....ชั้น.....เลขที่.....

สารเคมีและอุปกรณ์

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. สารที่สนใจ.....	1 ชนิด
2. สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 mol/dm^3	50 cm^3
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 mol/dm^3	50 cm^3
4. กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ (กระดาษ pH)	1 ชิ้น
5. อินดิเคเตอร์	3 - 5 หยด
อุปกรณ์	
1. ปิเปตต์ขนาด 10 cm^3	1 อัน
2. บิวเรตต์ขนาด 50 cm^3	1 อัน
3. ขวดรูปกรวยขนาด 250 cm^3	3 ใบ
4. บีกเกอร์ขนาด 100 cm^3	1 ใบ
5. หลอดหยด	1 อัน
6. กรวยแก้ว	1 อัน
7. ขาตั้งพร้อมที่จับหลอดทดลอง	1 ชุด
8. ลูกยาง (สำหรับสวมปิเปตต์)	1 อัน

วิธีการทดลอง (กรณีที่สนใจต้องการหาปริมาณเบส)

1. ชั่งสารที่นักเรียนสนใจศึกษาหาปริมาณเบสทั้งหมด ลงในขวดรูปชมพู่ ประมาณ 0.50 g (บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน)

2. ปิเปตต์สารละลาย HCl 0.1 mol/L ปริมาตร 15.00 mL ใส่ในขวดรูปชมพู่ และเติมบรอมไทมอลบลู 3 – 5 หยด จะได้สารละลายสีเหลือง ถ้าได้สารละลายสีน้ำเงิน แสดงว่าใส่กรดน้อยเกินไป ให้เติมกรด HCl ลงไปอีก บันทึกปริมาตรกรด HCl ที่ใช้ทั้งหมด

3. ไทเทรตด้วยสารละลาย NaOH 0.1 mol/L จนถึงจุดยุติ (สารละลายเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีน้ำเงิน) ในขณะไทเทรต ให้ระมัดระวังปริมาตรของสารละลาย NaOH ที่ใช้ เพราะอาจถึงจุดยุติเร็วมาก (2–3 mL) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ HCl ที่เติมลงไป

4. เมื่อเติม NaOH หยดสุดท้าย (ครึ่งหยด) ลงในสารละลาย แล้วสารละลายเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีน้ำเงิน ให้หยุดไทเทรต บันทึกปริมาตร NaOH ที่ใช้

5. ทำการไทเทรตซ้ำอีก 2 ครั้ง แล้วคำนวณหาปริมาณเบสทั้งหมดในสารทำความสะอาดตัวอย่าง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สารที่นักเรียนสนใจศึกษา “.....”

ตารางที่ 1 ปริมาตรของสารละลาย NaOH ที่ใช้ในการไทเทรต

ครั้งที่	สารละลาย HCl ที่เติม (mL)	สารละลาย NaOH ที่ใช้ในการไทเทรต (mL)
1		
2		
3		

ตารางที่ 2 ปริมาณเบสทั้งหมดในสารที่นักเรียนสนใจศึกษา

การทดลอง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
น้ำหนักสารที่สนใจศึกษา (g)			
จำนวนโมล HCl ทั้งหมด (mol)			
จำนวนโมล NaOH ที่ใช้ (mol)			
จำนวนโมลของเบสในสารที่นักเรียนสนใจศึกษา (mol)			
จำนวนโมลของเบสต่อกรัมสารที่นักเรียนสนใจศึกษา (mol/g)			
เฉลี่ยจำนวนโมลของเบสต่อกรัมสารที่นักเรียนสนใจศึกษา (mol/g)			

แสดงวิธีการคำนวณ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

อภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

วิธีการทดลอง (กรณีที่สนใจต้องการหาปริมาณกรด)

1. ชั่งสารที่นักเรียนสนใจศึกษาหาปริมาณกรดทั้งหมด ลงในขวดรูปชมพู่ ประมาณ 0.50 g (บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน)

2. ปิเปตต์สารละลาย NaOH 0.1 mol/L ปริมาตร 15.00 mL ใส่ในขวดรูปชมพู่ และเติมบรอมไทมอลบลู 3–5 หยด จะได้สารละลายสีน้ำเงิน ถ้าได้สารละลายสีเหลือง แสดงว่าใส่เบสน้อยเกินไป ให้เติม NaOH ลงไปอีก บันทึกปริมาตรกรด NaOH ที่ใช้ทั้งหมด

3. ไทเทรตด้วยสารละลาย HCl 0.1 mol/L จนถึงจุดยุติ (สารละลายเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีเหลือง) ในขณะไทเทรต ให้ระมัดระวังปริมาตรของสารละลาย HCl ที่ใช้ เพราะอาจถึงจุดยุติเร็วมาก (2 – 3 mL) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ NaOH ที่เติมลงไป

4. เมื่อเติม HCl หยดสุดท้าย (ครึ่งหยด) ลงในสารละลาย แล้วสารละลายเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีเหลืองให้หยุดไทเทรต บันทึกปริมาตร HCl ที่ใช้

5. ทำการไทเทรตซ้ำอีก 2 ครั้ง แล้วคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดในสารที่นักเรียนสนใจศึกษา

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สารที่นักเรียนสนใจศึกษา “.....”

ตารางที่ 1 ปริมาตรของสารละลาย HCl ที่ใช้ในการไทเทรต

ครั้งที่	สารละลาย NaOH ที่เติม (mL)	สารละลาย HCl ที่ใช้ในการไทเทรต (mL)
1		
2		
3		

ตารางที่ 2 ปริมาณกรดทั้งหมดในสารที่นักเรียนสนใจศึกษา

การทดลอง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
น้ำหนักสารที่นักเรียนสนใจศึกษา (g)			
จำนวนโมล NaOH ทั้งหมด (mol)			
จำนวนโมล HCl ที่ใช้ (mol)			
จำนวนโมลของกรดในสารที่นักเรียนสนใจศึกษา (mol)			
จำนวนโมลของกรดต่อกรัมสารที่นักเรียนสนใจศึกษา (mol/g)			
เฉลี่ยจำนวนโมลของกรดต่อกรัมสารที่นักเรียนสนใจศึกษา (mol/g)			

แสดงวิธีการคำนวณ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

อภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรม TGT ที่ 3 การไทเทรตกรด – เบส

ชุดที่ 1

ในการไทเทรตสารละลายกรดแอซิติกเข้มข้น 0.1 mol/dm^3 กับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ได้ผลการทดลองดังนี้

ครั้งที่	ปริมาตรสารละลายกรดแอซิติก (cm^3)	ปริมาตรสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (cm^3)
1	25.00	15.10
2	25.00	15.50
3	25.00	16.00

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มีความเข้มข้นเท่าใด (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

ชุดที่ 2

ให้นักเรียนเขียนกราฟของการไทเทรตกรดแก่กับเบสแก่ และหาจุดสมมูลจากกราฟ (2 คะแนน)

ชุดที่ 3

ในการไทเทรตกรดอ่อนกับเบสแก่ ค่า pH ของสารละลายผสมก่อนจุดสมมูล และหลังจุดสมมูล เหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

ชุดที่ 4

บอกนิยามของคำต่อไปนี้ (2 คะแนน)

จุดสมมูล

.....

.....

.....

จุดยุติ

.....

.....

.....

แบบฝึกหัดที่ 3 เรื่องการไทเทรตกรด–เบส

วัตถุประสงค์

1. บอกความหมายของการไทเทรต จุดสมมูล สารละลายมาตรฐานได้
2. คำนวณหาปริมาณกรดหรือเบสที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน โดยใช้ข้อมูลจากการไทเทรตได้
3. ทำนายค่า pH ของสารละลาย ณ จุดยุติ จากการไทเทรตกรด เบส แต่ละคู่ที่กำหนดให้ได้
4. เลือกอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรตกรด เบส แต่ละคู่ที่กำหนดให้ได้
5. นำหลักการไทเทรตกรด เบส ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. การไทเทรต หมายถึง

.....

2. จุดสมมูล หมายถึง

.....

3. สารละลายมาตรฐาน หมายถึง

.....

4. ไทเทรตสารละลาย CH_3COOH เข้มข้น 0.1 mol/dm^3 จำนวน 25 cm^3 กับสารละลาย NaOH จำนวน 18 cm^3 ความเข้มข้นของสารละลาย NaOH มีค่าเท่าใด ในการไทเทรตครั้งนี้ควรเลือกใช้อินดิเคเตอร์ชนิดใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ถ้านักเรียนต้องการวิเคราะห์หาปริมาณกรดในวิตามินซีโดยใช้การไทเทรต นักเรียนจะมีวิธีการทำอย่างไร (บอกเป็นข้อ ๆ)

.....

.....

.....

แสดงวิธีการคำนวณ

1. การเตรียมสารละลายมาตรฐาน NaOH 0.1 M 1000 cm^3

จากสูตร $\frac{g}{M} = \frac{CV}{1000}$; M คือ มลโมเลกุล NaOH (40g/mol), C คือ ความเข้มข้น (0.1mol/dm^3), V คือ ปริมาตรของสารละลาย (1000 cm^3)

$$\frac{g}{40} = \frac{0.1x1000}{1000}$$
$$g = 4$$

ชั่ง NaOH มาทั้งหมด 4.000 กรัม นำมาละลายน้ำ แล้วปรับปริมาตรในขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 mL

2. การเตรียมสารละลายมาตรฐาน HCl 0.1 M 500 cm^3 จากสารละลาย HCl 1 M

จากสูตร $C_1V_1 = C_2V_2$; C คือ ความเข้มข้นสารละลาย (mol/dm^3), V คือ ปริมาตรของสารละลาย (cm^3)

$$(1M)V_1 = (0.1M)(500\ cm^3)$$
$$V_1 = 50\ cm^3$$

ปิเปตต์สารละลาย HCl 1 M มาทั้งหมด 50.00 mL ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 500 mL แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 500 mL ด้วยน้ำกลั่น

3. ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณเบสในสารทำความสะอาด

- โฟมล้างหน้าชนิดที่เป็นของเหลว ยี่ห้อ Clean & Clear

จำนวนโมลของเบสในสารทำความสะอาด = จำนวนโมลกรด HCl ทั้งหมดที่เติม–จำนวนโมลเบส NaOH

ครั้งที่ 1

จำนวนโมลกรด HCl ทั้งหมดที่เติม $= \frac{0.1\ mol}{1000\ cm^3} x15cm^3$

$= 1.5 \times 10^{-3}$ mol

ที่จุดยุติ ใช้ NaOH ทั้งหมด 5.40 mL หมายความว่า ที่จุดนี้จำนวนโมลของกรด HCl กับจำนวนโมลของกรดเท่ากันพอดี (ทำปฏิกิริยาพอดีกัน)

จำนวนโมลของเบส NaOH $= \frac{0.1\ mol}{1000\ cm^3} x5.40cm^3$

$= 5.40 \times 10^{-4}$ mol

จำนวนโมลของเบสในโฟมล้างหน้า = 1.5 X 10^{-3} mol - 5.40 x 10^{-4} mol

= 9.60 x 10^{-4} mol

จำนวนโมลของเบสต่อกรัมของโฟมล้างหน้า (ครั้งที่ 1 ชั่งล้างหน้ามา 0.8400 g)

$$= \frac{9.60 \times 10^{-4}\ \text{mol}}{0.8200\ g}$$

= 11.44x10^{-4} mol/g

การคำนวณหาปริมาณเบสในสารทำความสะอาดครั้งต่อ ๆ ไป สามารถคำนวณได้ดังวิธีเดียวกันนี้

ภาคผนวก ค
คะแนนกลุ่มและคะแนนโบนัสในการทำกิจกรรม TGT

ตารางที่ ค.1 คะแนนนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ปีการศึกษา 2559

กิจกรรม TGT	กลุ่มที่	คะแนนของกลุ่ม (คะแนน)	คะแนนโบนัส (คะแนน)	คะแนนรวม (คะแนน)
กิจกรรม TGT ที่ 1	1	20	5	25
	2	20	5	25
	3	20	5	25
	4	20	5	25
	5	20	5	25
	6	20	5	25
กิจกรรม TGT ที่ 2	1	20	5	25
	2	20	5	25
	3	20	5	25
	4	20	5	25
	5	20	5	25
	6	20	5	25
กิจกรรม TGT ที่ 3	1	17	4	21
	2	15	2	17
	3	18	5	23
	4	14	1	15
	5	16	3	19
	6	17	4	21

ตารางที่ ค.2 คะแนนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ปีการศึกษา 2559

กิจกรรม TGT	กลุ่มที่	คะแนนของกลุ่ม (คะแนน)	คะแนนโบนัส (คะแนน)	คะแนนรวม (คะแนน)
กิจกรรม TGT ที่ 1	1	20	5	25
	2	20	5	25
	3	20	5	25
	4	20	5	25
	5	20	5	25
	6	20	5	25
กิจกรรม TGT ที่ 2	1	20	5	25
	2	20	5	25
	3	19	4	23
	4	20	5	25
	5	17	2	19
	6	20	5	25
กิจกรรม TGT ที่ 3	1	17	4	21
	2	18	5	23
	3	14	1	15
	4	18	5	23
	5	16	3	19
	6	18	5	23

ภาคผนวก ง

คะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องกรด-เบส ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ ง.1 คะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องกรด – เบส ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ปีการศึกษา 2559

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	9	36.0	18	5	36.0
2	3	36.5	19	3	37.5
3	1	37.5	20	6	35.0
4	4	37.0	21	3	38.0
5	6	37.5	22	2	36.0
6	9	36.5	23	2	36.0
7	4	37.5	24	3	37.5
8	1	35.5	25	7	34.0
9	3	36.5	26	4	36.0
10	4	36.0	27	2	36.5
11	2	35.0	28	3	36.0
12	3	35.0	29	3	37.0
13	7	33.5	30	6	36.0
14	2	34.5	31	1	35.0
15	1	36.0	32	3	36.0
16	1	37.0	33	3	37.0
17	1	37.0	34	7	36.5
เฉลี่ย				3.61	36.28

ตารางที่ ง.2 คะแนนมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องกรด – เบส ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ปีการศึกษา 2559

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	4	35	19	7	33
2	2	36	20	10	36
3	3	33	21	7	34
4	4	35	22	3.5	36
5	5.5	35	23	9	33
6	5.5	35.5	24	3	36.5
7	7	33	25	1	31
8	8	34	26	4	34
9	8	33	27	6	36
10	1	38.5	28	5	36
11	1	33	29	1	36.5
12	5	37	30	1	37
13	3	34	31	5	36
14	6	34	32	3	37
15	4	35	33	1	36
16	3	36	34	1	36
17	1	36	35	7	33
18	1	36	36	10	36
เฉลี่ย				4.10	35.09

ภาคผนวก จ
การวิเคราะห์หาคุณภาพข้อสอบ

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกรด- เบส แบบ 2 ลำดับขั้น โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

ตารางที่ จ.1 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
4	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
5	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
6	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
7	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
8	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
9	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
10	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
11	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
12	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
13	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
14	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
15	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
16	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
17	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
18	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
19	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
20	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด- เบส แบบ 2 ลำดับขั้น

ตารางที่ จ.2 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบลำดับขั้นที่ 1

ข้อสอบข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	1.00	0.08
2	1.00	0.08
3	1.00	0.08
4	1.00	0.08
5	0.94	0.22
6	1.00	0.08
7	1.00	0.08
8	1.00	0.08
9	0.78	0.44
10	0.97	0.13
11	0.97	0.17
12	1.00	0.08
13	1.00	0.08
14	1.00	0.08
15	0.93	0.30
16	1.00	0.08
17	1.00	0.08
18	1.00	0.08
19	0.91	0.35
20	0.48	0.74
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ		0.06

ภาคผนวก ฉ

บทความงานวิจัยเรื่อง

การพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่องกรด–เบส ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์, 11 ฉบับพิเศษ, 109-124.

วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์
Social Sciences Research and Academic Journal
109

การพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด–เบส ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*

ศิริธร อ่างแก้ว[1]
อริสรา อิสสะรีย์[2] *ศักดิ์ศรี สุภาษร*[3]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม (TGT) โดยเป็นการวิจัยแบบกลุ่มตัวอย่างเดียวมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 และ 5/2 จำนวน 62 คน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนมโนมติหลังเรียน (ค่าเฉลี่ย 63.68 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.51) สูงกว่าก่อนเรียน (ค่าเฉลี่ย 10.71 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.16) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับค่า p น้อยกว่า 0.05 โดยนักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติอยู่ในระดับปานกลาง ($\langle g \rangle = 0.60$) โดยก่อนเรียนร้อยละของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มมโนมติผิด (52.97) และหลังเรียนร้อยละของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มมโนมติถูกต้อง (64.41) จะเห็นได้ว่าร้อยละของนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มมโนมติถูกต้องมีค่าเพิ่มขึ้น (+50.04) ในขณะที่ผลรวมร้อยละของนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มมโนมติผิดและคลาดเคลื่อนมีค่าลดลง (-50.04) แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม สามารถพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กรด - เบส ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การเรียนรู้แบบสืบเสาะ, การแข่งขันเกมแบบกลุ่ม, มโนมติวิทยาศาสตร์, กรด-เบส

---

* บทความวิทยานิพนธ์, หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

[1] ครู, โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา, E-mail: ihappynd2139@gmail.com

[2] อาจารย์, ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

[3] ผู้ช่วยศาสตราจารย์, หน่วยวิจัยและนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ศึกษา (RISE Unit) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

The Development of Scientific Conceptual Understanding of Acid–Base by Using 5E Inquiry Learning Cycle Incorporated with Teams Games Tournament for Grade 11 Students*

Sirithorn Angkaew[1]
Arisara Issaree[2] *Saksri Supasorn*[3]

Abstract

The aim of this research was to develop the scientific conceptual understanding of acid- base by using 5E inquiry learning cycle incorporated with Teams Games Tournaments (TGT) approach. In this study we performed a pre-test and a post-test survey on a group of 62 Grade-11 students from Classroom 1 and 2 at Sakonnakhon Pattanasuksa School; this sampling was during the second semester of the academic year of 2015.

The results revealed that the post-test conception score (mean 63.68, SD 7.51) was statistically higher than the pre-test score (mean 10.71, SD 3.16) at $p < 0.05$. The normalized learning gain was at the medium gain level (<g> = 0.60), moreover the highest percentages of students in pre- and post-conceptual test were in the misconception (52.97) and good conception (64.41) categories, respectively. Their percentages of the good conception category was increased (+50.04), while the total percentages of the misconception and alternative conception categories were decreased (-50.04). Consequently, the 5E inquiry learning cycle incorporated with TGT was effective to improve students' scientific conceptual understanding of acid- base.

Keywords: inquiry learning, teams game tournament, scientific conceptual, acid-base

---

* Research Article from thesis for Master of Science in Science Education Program, Faculty of Science, Ubon Rathchathani University

[1] Teacher, Sakonakhon Pattanasuksa school, E-mail: ihappynd2139@gmail.com

[2] Lecturer, Department of Chemistry, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

[3] Assistant Professor, Research and Innovation in Science Education (RISE) Unit, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ความสำคัญและปัญหาการวิจัย

จากผลการศึกษาในปัจจุบันพบว่าประเทศไทยกำลังเผชิญกับปัญหาทางด้านคุณภาพของการศึกษาโดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายวิชาวิทยาศาสตร์ จากผลการประเมินนักเรียนระดับนานาชาติตามโครงการ PISA (Programme for International Student Assessment) ในปี 2012 พบว่าคะแนนของนักเรียนไทยอยู่ในลำดับที่ 50 และผลคะแนนรายวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนไทยมีคะแนน 444 คะแนน จากค่าเฉลี่ย 501 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) จากผลการสอบ PISA ของนักเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ทำให้ทราบว่านักเรียนยังขาดความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ จึงส่งผลให้ผลการสอบอยู่ในระดับต่ำ โดยเฉพาะในรายวิชาเคมีที่เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ มโนมติวิทยาศาสตร์ในรายวิชาเคมีจำนวนมากมักจะเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ในระดับที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า เช่น เรื่อง โครงสร้างอะตอม พันธะเคมี และกรด-เบส ตลอดจนเนื้อหาหรือองค์ความรู้ส่วนใหญ่เป็นเรื่องที่ยากต่อการทำความเข้าใจ และเป็นเรื่องเกี่ยวกับนามธรรม ส่งผลให้การสร้างมโนมติวิทยาศาสตร์จึงเป็นเรื่องที่ยาก และนักเรียนส่วนใหญ่ยังมีแนวโน้มในการมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนหรือมโนมติทางเลือก (alternative conception) หรือผิด (misconception) จากความเป็นจริงทางวิทยาศาสตร์ (scientific consensus) มโนมติวิทยาศาสตร์ในรายวิชาเคมีจะมีความเกี่ยวเนื่องกันและกัน มโนมติวิทยาศาสตร์เดิมที่ผู้เรียนเรียนก่อนจะเป็นพื้นฐานของมโนมติวิทยาศาสตร์ที่จะเรียนในเรื่องถัดไป (สมเจตน์ อุระศิลป์ และศักดิ์ศรี สุภาษร, 2554) หากนักเรียนมโนมติที่คลาดเคลื่อน นักเรียนจะไม่สามารถสร้างมโนมติวิทยาศาสตร์ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นก่อนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ ครูผู้สอนต้องรู้มโนมติของนักเรียนในเรื่องนั้นๆ ก่อน แล้วนำผลที่ได้ไปออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างมโนมติวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากประสบการณ์การจัดการเรียนรู้วิชาเคมีของผู้วิจัยที่โรงเรียนสกลนครพัฒนาศึกษา จังหวัดสกลนคร ในช่วงปีการศึกษา 2555 - 2557 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่ชอบเรียนวิชาเคมี เนื่องจากเป็นวิชาที่มีเนื้อหาซับซ้อนต้องใช้ทฤษฎีและความรู้หลาย ๆ เรื่องมาเชื่อมเข้าด้วยกัน โดยเฉพาะเรื่องกรด - เบส มีเนื้อหาย่อยเป็นจำนวนมาก และเป็นเนื้อหาที่ต้องใช้ความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องต่าง ๆ ที่เรียนผ่านมาแล้ว อาทิเช่น การดุลสมการเคมีเพื่อนำไปใช้ในการการคำนวณการไทเทรตกรด - เบส ในเรื่องการแตกตัวของกรดและเบส และหลังจากกรดและเบสแตกตัวแล้วจะต้องมีไอออนชนิดใดเกิดขึ้นบ้าง เนื้อหาส่วนนี้เป็นนามธรรม นักเรียนไม่สามารถมองภาพออก และในส่วนเนื้อหาที่เป็นทฤษฎีต่าง ๆ นักเรียนต้องใช้ความจำในการจำทฤษฎีเหล่านั้น นักเรียนจึงเกิดความเบื่อหน่ายและต้องการเรียนให้พอผ่าน ๆ ไปเท่านั้น (ศิริธร อ่างแก้ว, 2557) จากสาเหตุนี้จึงทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ผิดและความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่องกรด-เบส ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของร่มเกล้า อาจเดช (2010) ที่รายงานว่านักเรียน

มัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนเรื่องกรด-เบส ผ่านมาแล้วยังคงมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนในหัวข้อต่างๆ ดังนี้ 1) สารละลายอิเล็กโทรไลต์ 2) สารละลายกรด-เบส 3) ทฤษฎีกรด-เบส 4) คู่กรด-คู่เบส 5) การแตกตัวของกรดแก่ 6) การแตกตัวของกรดอ่อน 7) การแตกตัวของน้ำบริสุทธิ์ 8) การแตกตัวของเบส และ 9) การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออนในน้ำ

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีมโนมติที่ถูกต้องจึงมีความจำเป็นอย่างมาก การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E Inquiry Cycle) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ และสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตัวเอง โดยผ่านกระบวนการคิดและลงมือปฏิบัติ ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลัก หลักการ และทฤษฎี ที่เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้เรื่องอื่นๆ ต่อไป จากงานวิจัยของ Mustafa (Yadigaroglua, M. and Demircioglub, G., 2012) พบว่าหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเรื่องแก๊ส นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะนักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเอง นักเรียนค้นพบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง อีกทั้งนักเรียนยังมีความสุขกับการเรียน ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุธี ผลดี และศักดิ์ศรี สุภาษร (2554) ที่รายงานไว้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ เนื่องจากนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติสำรวจและค้นหาด้วยตัวนักเรียนเอง ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและเกิดการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น และจากงานวิจัยของ นิรมล รอดไพ และภาคิน อินทร์ชิดชุ้ย (2557) ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ผสมผสานเทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมีและมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสูงขึ้น เพราะผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง ทำให้สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกันได้ ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถคิดและแก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ibrahim Bilgin (2009) ที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ผสมผสานเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือเรื่องกรด - เบส ผลการวิจัยพบว่านักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ผสมผสานเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนมากกว่านักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเพียงอย่างเดียว และยังมีเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะมากกว่า เพราะผู้เรียนเป็นผู้ลงมือทำทำกิจกรรมต่าง ๆ มีการคิดและวางแผนร่วมกับคนอื่น ๆ ภายในกลุ่ม เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ผู้เรียนสนุกสนานและมีความสุขกับการเรียน ผู้เรียนจึงมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนเรื่องกรด-เบส ส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกรด-เบส สูงขึ้นตามไปด้วย

การแข่งขันเกมแบบกลุ่ม (Teams Games Tournament หรือ TGT) เป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือชนิดหนึ่งที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้เนื้อหาด้วยตนเองกับเพื่อนในกลุ่ม ทำให้นักเรียนเกิดปฏิสัมพันธ์เชิงบวกกับเพื่อนในกลุ่ม และมีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเอง จากงานวิจัยของอรัญญา แวงดีสอน, ทัศนา ประสานตรี และมนตรี อนันตรักษ์ (2557) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการเรียนเรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีระหว่างการสอนโดยใช้กลุ่มร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบ TGT และแบบ STAD และความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ TGT และ STAD พบว่าทั้ง 2 เทคนิคสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้ไม่แตกต่างกัน และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากกลุ่มร่วมมือเทคนิคการเรียนรู้แบบ TGT จะใช้เกมการแข่งขันวิชาการส่วนกลุ่มร่วมมือเทคนิคการเรียนรู้แบบ STAD ใช้การทดสอบความรู้ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่กระตุ้นให้นักเรียนมีความปรารถนาที่จะทำให้กลุ่มประสบผลสำเร็จเหมือนกัน จึงทำให้ผลการเรียนรู้ของนักเรียนไม่แตกต่างกัน

จากแนวคิด ทฤษฎี รวมถึงผลการวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนาความเข้าใจเรื่องกรด-เบส ของนักเรียน เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่นักเรียนมีความเข้าใจผิดและเข้าใจคลาดเคลื่อนมากดังได้กล่าวข้างต้น โดยนำเอาเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น มาผสมผสานกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยเลือกใช้การแข่งขันเกมแบบกลุ่ม (TGT) เนื่องจากการใช้เทคนิคนี้จะเน้นเกมเพื่อให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นและสนุกกับการเรียน ให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และสามารถทำงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่มได้ สมาชิกในกลุ่มจะกระตุ้นเตือนกันให้ร่วมมือเพื่อความสำเร็จของกลุ่ม สมาชิกทุกคนจะรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย ทำให้ผู้เรียนแต่ละคนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาและได้รับความรู้อย่างเท่าเทียมกันทุกคน ด้วยเหตุผลนี้ผู้วิจัยจึงเชื่อว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นที่ผสมผสานกับเทคนิค TGT จะสามารถพัฒนามโนมติเรื่องกรด-เบส ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษามโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกรณีก่อนเรียน หลังเรียน และความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติ จากการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม

2. เพื่อศึกษาร้อยละของนักเรียนในกลุ่มมโนมติถูกต้อง มโนมติคลาดเคลื่อน และไม่มีมโนมติในกรณีก่อนเรียน หลังเรียน และการเปลี่ยนแปลงของร้อยละในแต่ละกลุ่มมโนมติ จากการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะ 5 ขั้น

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะ 5 ขั้น (Inquiry Cycle) จะเน้นการลงมือปฏิบัติเพื่อสืบเสาะหาองค์ความรู้ในเรื่องที่สงสัย โดยที่ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติและสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง ผู้เรียนจะสร้างองค์ความรู้จากพื้นฐานความรู้เดิมที่ผู้เรียนมี เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย และมีความเข้าใจที่ถูกต้องในเนื้อหานั้น ๆ ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นสร้างสถานการณ์หรือกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยในประเด็นที่จะเรียน 2) ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นขั้นลงมือทำกิจกรรมเพื่อสำรวจและค้นหาคำตอบในสิ่งที่ผู้เรียนสงสัย เป็นขั้นที่สร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตัวของผู้เรียนเอง 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำองค์ความรู้ใหม่ที่ตัวเองค้นพบมาร่วมกันอภิปรายภายในชั้นเรียนร่วมกับคนอื่น ๆ 4) ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องนำองค์ความรู้ที่ได้จากประสบการณ์เดิมไปประยุกต์ใช้กับสถานใหม่ที่แตกต่างจากเดิม เพื่อให้ผู้เรียนมีองค์ความรู้ที่กว้างขึ้น 5) ขั้นประเมิน เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ตรวจสอบและประเมินองค์ความรู้ของตัวเอง ว่าในเรื่องนั้น ๆ ผู้เรียนมีองค์ความรู้มากน้อยเพียงใด (ไอนิง เจ๊ะเหลาะ อนุมัติ เดชนะ และ สธน เสนาสวัสดิ์, 2558)

การแข่งขันเกมแบบกลุ่ม (Teams - Games - Tournament; TGT)

การแข่งขันเกมแบบกลุ่ม เป็นเทคนิครูปแบบหนึ่งในการสอนแบบร่วมมือที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้กระบวนการกลุ่ม ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำงานร่วมกันเพื่อผลประโยชน์และเกิดความสำเร็จร่วมกันของกลุ่ม ด้วยการแข่งขันกันทำกิจกรรม ซึ่งเป็นการสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนสนใจมากขึ้น เทคนิควิธี TGT เป็นวิธีกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจ ตั้งใจ สนุกสนาน ตื่นเต้น และกระตือรือร้นที่จะเรียน นักเรียนมองเห็นคุณค่าของตนเองและกลุ่ม และสามารถพัฒนาผลการเรียนให้สูงขึ้น เนื่องจากนักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียน และยังช่วยให้นักเรียนเกิดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้แก่ ทักษะการทำงานกลุ่ม ความรับผิดชอบต่อตนเองและกลุ่ม การช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เชื่อมั่นในตนเอง และกล้าแสดงออก TGT มีองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

1. ทีม (Teams) แบ่งนักเรียนออกเป็น 4 - 5 ทีม แต่ละทีมมีนักเรียนหลากหลาย คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน ในอัตราส่วน 1:2:1 ตามลำดับ สมาชิกจะอยู่ในทีมอย่างถาวร แต่ละทีมจะได้รับการฝึกฝนเหมือนกัน ในทีมจะช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทบทวนสิ่งที่ครูสอน

2. เกม (Games) เกมที่ใช้เป็นการฝึกทักษะ เน้นที่เนื้อหาวิชาเป็นหลัก

3. การแข่งขัน (Tournament) แต่ละทีมส่งตัวแทนเข้าแข่งขัน โดยที่นักเรียนที่มีความสามารถเท่ากันจะแข่งกัน และนำคะแนนของแต่ละคนในทีมมารวมกัน เรียงลำดับคะแนนแต่ละทีม ทีมใดคะแนน

สูงสุดได้รับคะแนนโบนัส คะแนนของทีมจะแยกเป็นคะแนนสมาชิกแต่ละคนด้วย (ศูนย์พัฒนาทรัพยากรการศึกษา (CARD) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2558)

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้มีเป็นแบบกลุ่มตัวอย่างเดียวมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One-Group Pretest-Posttest Design) โดยมีรายละเอียดของวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา จำนวน 123 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 และ 5/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 62 คน ได้จากการเลือกแบบเจาะจง

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ มโนมติเรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 และ 5/2 และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม

ตัวแปรตาม ได้แก่ มโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 และ 5/2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องกรด-เบส แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 แผน รวม 14 ชั่วโมง รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้หรือสภาพแวดล้อมการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรม	ชั่วโมง
1. สารอิเล็กโทรไลต์และสารนอนอิเล็กโทรไลต์	กิจกรรมที่ 1.1 สนุกกับสารละลาย กิจกรรมที่ 1.2 ใครนำไฟฟ้าได้มากกว่ากัน	3
2. ทฤษฎีกรด - เบส	กิจกรรมที่ 2.1 จับคู่ให้หนูหน่อย กิจกรรมที่ 2.2 ให้ก็ได้รับก็ได้	3
3. การไทเทรตกรด – เบส	กิจกรรมที่ 3.1 จุดสมมูลกับจุดยุติอยู่ตรงไหน กิจกรรมที่ 3.2 อินดิเคเตอร์ชนิดไหนเหมาะสมที่สุด กิจกรรมที่ 3.3 ในนี้มีกรดและเบสอยู่เท่าไหร่	8
รวม		**14**

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดมโนมติแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก 2 ลำดับขั้น (2-tier conceptual test) เรื่องกรด-เบส จำนวน 20 ข้อ โดยในหนึ่งข้อประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 คือคำถามชนิด 4 ตัวเลือก และส่วนที่ 2 คือส่วนที่ให้นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบในส่วนที่ 1 แสดงดังภาพที่ 1

คำถาม : สารใดต่อไปนี้ ที่สามารถเป็นได้ทั้งกรดและเบส

1. CN^-
2. HCl
3. HF
4. HCO_3^-

เหตุที่เลือกตอบข้อ..... เพราะ.....

.....

ภาพที่ 1 ตัวอย่างคำถามในแบบทดสอบวัดมโนมติเรื่องกรด-เบส

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดมโนมติก่อนเรียนเรื่อง กรด-เบส จำนวน 20 ข้อ

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม จำนวน 3 แผน รวม 14 ชั่วโมง

3. เมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดมโนมติเรื่อง กรด-เบส ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูลและผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้สามารถแยกวิเคราะห์ออกเป็น 2 ประเด็นดังนี้

1) วิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียนจากแบบทดสอบวัดมโนมติเรื่อง กรด - เบส เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยมโนมติของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มที่ศึกษาไม่อิสระต่อกัน (dependent samples t-test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และคำนวณหาความก้าวหน้าทางการเรียนทั้งในกรณีที่เป็นร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนจริง (% actual learning gain) โดยคำนวณจากร้อยละของคะแนนหลังเรียนลบด้วยร้อยละของคะแนนก่อนเรียน และในกรณีที่เป็นความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติ (Normalized learning gain, <g>) คำนวณตามสูตร Hake (1998) ได้แก่ <g> = (%post-test - %pre-test)/(100% - %pre-test) โดยที่ค่า <g> น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.30 จัดเป็น

ความก้าวหน้าระดับต่ำ ค่า <g> มากกว่า 0.30 แต่น้อยกว่า 0.70 จัดเป็นความก้าวหน้าระดับปานกลาง และค่า <g> มากกว่าหรือเท่ากับ 0.70 จัดเป็นความก้าวหน้าระดับสูง

จากการวิเคราะห์คะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนมติเรื่องกรด-เบส พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจมโนมติก่อนเรียนเท่ากับ 10.81 (SD 6.95) และมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจมโนมติหลังเรียนเท่ากับ 28.40 (SD 4.05) คิดเป็นความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 43.95 หรือความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติ <g> เท่ากับ 0.61 ซึ่งอยู่ในระดับ "ความก้าวหน้าปานกลาง" จากการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มศึกษาไม่อิสระต่อกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจมโนมติเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนมติเรื่องกรด - เบส

มโนมติ	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน			หลังเรียน			ความก้าวหน้า		T-test
		Mean	SD	%	Mean	SD	%	%	<g>**	
สารละลายกรด – เบส	6	2.76	1.62	45.97	4.90	1.34	81.72	35.75	0.66	10.13*
สารละลายอิเล็กโทรไลต์	6	2.15	1.93	35.75	4.96	0.97	82.66	46.91	0.73	10.98*
ทฤษฎีกรด – เบส	10	2.54	2.22	25.40	7.54	1.83	75.40	50.00	0.67	14.70*
การไทเทรตกรด – เบส	18	3.37	2.63	18.73	10.99	2.01	61.07	42.34	0.52	16.20*
รวม	**40**	**10.81**	**6.95**	**27.04**	**28.40**	**4.05**	**70.99**	**43.95**	**0.60**	**17.25***

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

** $\langle g \rangle \leq 0.30$, $0.30 - 0.70$, ≥ 0.70 มีความก้าวหน้าระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ตามลำดับ

จากตารางที่ 2 เมื่อจำแนกตามเนื้อหาเป็น 4 มโนมติหลักได้แก่ (1) สารละลายกรด-เบส (2) สารละลายอิเล็กโทรไลต์ (3) ทฤษฎีกรด–เบส และ (4) การไทเทรตกรด-เบส พบว่า นักเรียนมีคะแนนก่อนเรียนร้อยละ 45.97 35.75 25.40 และ 18.73 ตามลำดับ และมีคะแนนหลังเรียนร้อยละ 81.72 82.66 75.40 และ 61.07 ตามลำดับ โดยเรื่องสารละลายกรด-เบส (81.72) และเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์ (82.66) เป็นมโนมติที่นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเป็นเรื่องที่มีเนื้อหาไม่ซับซ้อน และนักเรียนเคยเรียนเรื่องสารละลายกรด-เบส ช่วงมัธยมศึกษาตอนต้นผ่านมาแล้ว นักเรียนจึงเข้าใจได้ง่าย และจากการทำกิจกรรมเพื่อเรียนรู้เรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์ นักเรียนสามารถสร้างมโนมติทางวิทยาศาสตร์ได้ง่าย เนื่องจากสามารถมองภาพได้อย่างชัดเจน ส่วนเรื่องการไทเทรตกรด-เบส เป็นมโนมติที่นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนต่ำที่สุด (61.07) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเป็นเนื้อหาที่ใหม่และมีเนื้อหาย่อยเยอะ เช่น การดุลสมการในการทำปฏิกิริยาระหว่างกรดและเบส การคำนวณหาความเข้มข้นของกรดหรือเบสจากการไทเทรต การคำนวณหาปริมาณกรดหรือเบสในสารตัวอย่าง ส่งผลให้นักเรียนสับสนและทำความเข้าใจได้ยาก ทำให้นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนและผิด จากการวิเคราะห์ด้วยการทดสอบแบบกลุ่มศึกษาไม่เป็นอิสระต่อกัน

ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจมโนมติเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกมโนมติหลัก โดยมีร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนจริง (% actual learning gain) ของแต่ละมโนมติหลักเป็น 35.75 46.91 50.00 และ 42.34 ตามลำดับ และมีความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติ <g> เป็น 0.66 0.73 0.67 และ 0.52 ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในระดับ "ความก้าวหน้าปานกลาง" 3 มโนมติหลัก ได้แก่ (1) สารละลายกรด-เบส (2) ทฤษฎีกรด-เบส และ (3) การไทเทรตกรด-เบส ส่วนมโนมติเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์ จัดอยู่ใน "ความก้าวระดับสูง" และเป็นมโนมติที่นักเรียนมีร้อยละคะแนนหลังเรียน (82.66) และความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติ (0.73) สูงที่สุด เนื่องจากเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์มีเนื้อหาไม่ซับซ้อน นักเรียนจึงสามารถเข้าใจได้ง่าย และสร้างเป็นองค์ความรู้ได้อย่างถูกต้อง ส่วนมโนมติเรื่องการไทเทรตกรด-เบส เป็นมโนมติที่นักเรียนมีร้อยละของคะแนนหลังเรียน (61.07) และความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติ (0.52) ต่ำที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนบางส่วนยังดุลสมการเคมีไม่เป็นและมีทักษะด้านการคำนวณต่ำ อีกทั้งยังสับสนเกี่ยวกับจุดสมมูล โดยนักเรียนบางส่วนเข้าใจว่าจุดสมมูล คือ จุดที่กรดและเบสทำปฏิกิริยาพอดีกันโดยใช้ปริมาตรเท่ากัน ซึ่งเป็นความเข้าใจที่ผิดจากมโนมติทางวิทยาศาสตร์ โดยจุดสมมูล คือ จุดที่กรดกับเบสทำปฏิกิริยาพอดีกันโดยใช้โมลเท่ากัน

2) จำแนกกลุ่มมโนมติของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดมโนมติเรื่องกรด-เบส

วิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนมติของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจมโนมติแต่ละมโนมติเป็นรายข้อโดยใช้ความถี่ และร้อยละ ซึ่งแบบทดสอบครอบคลุม 4 มโนมติหลัก (Concept) ได้แก่ 1) สารละลายกรด-เบส 2) สารละลายอิเล็กโทรไลต์ 3) ทฤษฎีกรด-เบส และ 4) การไทเทรตกรด-เบส จำแนกกลุ่มมโนมติของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดมโนมติเรื่องกรด-เบส ออกเป็น 3 กลุ่ม ตามเกณฑ์คำตอบที่ได้จำแนกตามระดับความเข้าใจมโนมติ 3 ระดับ (ปรับปรุงจาก สมเจตน์ อุระศิลป์ และศักดิ์ศรี สุภาษร, 2554) ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกณฑ์การจัดกลุ่มแบบทดสอบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่องกรด - เบส

มโนมติ	ตัวเลือก	คะแนน	เหตุผล	คะแนน	คะแนนรวม
มโนมติถูกต้อง	ถูก	1	เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องสมบูรณ์	1	2
มโนมติคลาดเคลื่อน	ถูก	1	เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องบางส่วน	0.5	1.5
	ถูก	1	เขียนแสดงเหตุผลผิด	0	1
	ถูก	1	ไม่เขียนแสดงเหตุผล	0	1
	ผิด	0	เขียนแสดงเหตุผลถูกต้องบางส่วน	0.5	0.5
มโนมติที่ผิด	ผิด	0	เขียนแสดงเหตุผลผิด	0	0
	ผิด	0	ไม่เขียนแสดงเหตุผล	0	0

จากการจำแนกกลุ่มมโนมติของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดมโนมติเรื่องกรด-เบส สามารถจำแนกเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้เกณฑ์ในการจำแนกตามตารางที่ 3 พบว่า ก่อนเรียนมีร้อยละของนักเรียนที่มโนมติถูกต้อง (GU) มโนมติคลาดเคลื่อน (AU) และมโนมติที่ผิด (MU) เป็น 14.36 32.66 และ 52.97 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 32.66 และ 52.97 อยู่ในกลุ่มมโนมติคลาดเคลื่อน (AU) และมโนมติที่ผิด (MU) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความเข้าใจมโนมติหลังเรียน พบว่า หลังเรียนมีร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มเป็น 64.41 22.66 และ 12.93 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติที่คลาดเคลื่อน (AU) และมโนมติที่ผิด (MU) ลดลงจากก่อนเรียน 10.00 และ 40.04 ตามลำดับ ส่วนร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติที่ถูกต้อง (GU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนเป็น 50.04 โดยนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มมีมโนถูกต้อง ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ร้อยละของนักเรียนในกลุ่มมโนมติต่างๆ จำแนกตามคะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนมติ

มโนมติ	ก่อนเรียน (%)			หลังเรียน (%)			การเปลี่ยนแปลง (%)*		
	GU	AU	MU	GU	AU	MU	GU	AU	MU
สารละลายกรด เบส	26.90	33.31	39.79	69.35	17.74	12.90	+42.45	-15.59	-26.86
สารละลายอิเล็กโทรไลต์	18.82	32.80	48.39	68.82	21.00	10.22	+49.98	-11.80	-38.18
ทฤษฎีกรด เบส	7.10	36.13	56.77	55.00	34.30	10.70	+47.90	-1.83	-46.07
การไทเทรตกรด เบส	4.64	28.40	66.96	64.50	17.60	17.90	+59.86	-10.80	-49.06
เฉลี่ย	14.37	32.67	52.97	64.41	22.66	12.93	+50.04	-10.00	-40.04

* เครื่องหมาย + และ – หมายถึงการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่เพิ่มขึ้นและลดลง ตามลำดับ

จากตารางที่ 4 พบว่า เมื่อจำแนกร้อยละของนักเรียนในกลุ่มมโนมติต่าง ๆ ก่อนเรียน พบว่าทุกมโนมติหลักมีร้อยละของนักเรียนในกลุ่มที่มีมโนมติที่ผิดรวมกับร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติคลาดเคลื่อน (MU+AU) สูงกว่าร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติที่ถูกต้อง (GU) ค่อนข้างมาก (สูงกว่าประมาณ 2.70 - 20.55 เท่า) แสดงให้เห็นว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องกรด-เบสเป็นความเข้าใจที่ผิดและคลาดเคลื่อน เมื่อวิเคราะห์ร้อยละของนักเรียนในแต่ละมโนมติหลักหลังเรียน พบว่า แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงร้อยละของนักเรียนในกลุ่มมโนมติต่าง ๆ เป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้น โดยหลังเรียนมีร้อยละของนักเรียนในกลุ่มที่มีมโนมติที่ถูกต้อง (GU) สูงกว่าร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติที่ผิดรวมกับร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติคลาดเคลื่อน (MU+AU) (สูงกว่าประมาณ 1.82 - 2.26 เท่า) แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่มสามารถพัฒนาความเข้าใจมโนมติของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอย่างละเอียดจะพบว่า เรื่องสารละลายกรด-เบส (69.35) และเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์

(68.82) เป็นมโนมติหลักที่มีร้อยละของนักเรียนในกลุ่มมโนมติถูกต้องสูงที่สุด ส่วนเรื่องทฤษฎีกรด-เบส เป็นมโนมติหลักที่มีร้อยละของนักเรียนในกลุ่มมโนมติคลาดเคลื่อนสูงที่สุด (34.30) และเรื่องการไทเทรตกรด-เบสเป็นมโนมติหลักที่มีร้อยละของนักเรียนในกลุ่มมโนมติผิดสูงที่สุด (17.90) ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนความเข้าใจมโนมติที่อธิบายในข้างต้น โดยในเรื่องทฤษฎีกรด-เบส นักเรียนบางส่วนยังสับสนเกี่ยวกับการให้และรับโปรตอนของสารแอมโฟเทอริก คือ เมื่อรับโปรตอนมาแล้วจะเป็นอย่างไร หรือเมื่อให้โปรตอนไปแล้วจะเกิดไอออนใด ส่วนในเรื่องการไทเทรตกรด-เบส นั้น พบว่านักเรียนบางส่วนลืมดุลสมการเคมีก่อนทำการคำนวณ ทำให้การคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสผิดพลาด และยังมีความสับสนเกี่ยวกับสารละลายมาตรฐานและสารละลายตัวอย่างเมื่อมีการกำหนดสถานการณ์การไทเทรตมาให้ นักเรียนไม่สามารถระบุได้ว่าสารใดควรเป็นสารละลายมาตรฐาน และสารใดควรเป็นสารตัวอย่าง

สรุปผลการวิจัย

จากการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 5/1 และ 5/2 โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา จำนวน 62 คน พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม สามารถพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กรด-เบส ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ตลอดจนได้เรียนรู้ผ่านเกมที่สนุกและมีความสุขกับการเรียน โดยสามารถสรุปผลการวิจัยได้เป็น 2 ประเด็น ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจมโนมติเรื่องกรด–เบส ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม พบว่าคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจมโนมติเรื่องกรด-เบส ก่อนเรียนเฉลี่ย 10.81 และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 28.40 ซึ่งคะแนนเพิ่มขึ้น 43.95% มีความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติอยู่ในระดับปานกลาง ($\langle g \rangle = 0.60$) เมื่อวิเคราะห์ด้วยการทดสอบค่าทีแบบตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบว่า คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

2. ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนมติของนักเรียนในแต่ละมโนมติก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม จากการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนมติของนักเรียนใน 4 มโนมติหลัก ได้แก่ สารละลายกรด-เบส สารละลายอิเล็กโทรไลต์ ทฤษฎีกรด–เบส และการไทเทรตกรด–เบส พบว่า ก่อนเรียนร้อยละของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มมโนมติผิด และหลังเรียนร้อยละของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มมโนมติถูกต้อง

โดยในทุกมโนมติจะมีร้อยละของนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มมโนมติถูกต้องมีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ผลรวมร้อยละของนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มมโนมติผิดและคลาดเคลื่อนมีค่าลดลง

อภิปรายผลการวิจัย

1. คะแนนความเข้าใจมโนมติของนักเรียน

จากการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน คะแนนความเข้าใจมโนมติก่อนเรียนเฉลี่ย 10.81 และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 28.40 ซึ่งคะแนนเพิ่มขึ้น 43.95% มีความก้าวหน้าทางการเรียนแบบปกติอยู่ในระดับปานกลาง ($\langle g \rangle = 0.60$) แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติเพิ่มขึ้น โดยที่คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น มุ่งเน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง ศึกษาค้นคว้าหาคำตอบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (ปิยมาศ อาจหาญ, 2554) และสร้างแรงจูงใจ ให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น ให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมแสวงหาความรู้ หรือคำตอบสำหรับสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก (รุ่งทิพย์ ศศิธร ศักดิ์ศรี สุภาษร และชาญ อินทร์แต้ม, 2554) อีกทั้งยังสามารถทำให้ผู้เรียนสามารถจัดเก็บองค์ความรู้ไว้ในโครงสร้างของสมองได้ยาวนาน และสามารถนำองค์ความรู้ต่างๆ มาใช้เมื่อเจอกับสถานการณ์ใหม่ที่ได้เผชิญได้อย่างถูกต้อง (สมจิต ผอมเซ่ง ดวงเดือน พินสุวรรณ์ และนวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์, 2557) อีกทั้งการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม ยังช่วยให้ผู้เรียนมีความเอื้อเฟื้อและช่วยเหลือซึ่งกันและกันกับเพื่อนในกลุ่ม

2. ร้อยละของนักเรียนจำแนกเป็นมโนมติที่ผิด คลาดเคลื่อน และถูกต้อง

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม สามารถทำให้นักเรียนมีร้อยละของมโนมติที่คลาดเคลื่อนและมโนมติที่ผิดลดน้อยลง และมีร้อยละของมโนมติที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ จากการศึกษามโนมติหลักทั้งหมด 4 มโนมติหลัก พบว่านักเรียนมีมโนมติถูกต้องสมบูรณ์มากที่สุด คือ มโนมติเรื่องสารละลายกรด–เบส คิดเป็นร้อยละ 69.35 รองลงมาคือ มโนมติเรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์ การไทเทรตกรด–เบส และทฤษฎีกรด–เบส ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 68.82, 64.50 และ 55.00 ตามลำดับ จากการใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผสมผสานกับเทคนิคการแข่งขันเกมแบบกลุ่ม ทำให้นักเรียนมีความสุขและสนุกกับการเรียน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเอง เกิดการเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่าง ๆ ด้วยตัวเอง ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจเนื้อและจดจำเนื้อหาที่เรียนได้ดีขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ควรทดสอบความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนทำการจัดการเรียนรู้เรื่องต่าง ๆ เพื่อนำผลการทดสอบที่ได้ไปออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบต่าง ๆ เพื่อช่วยพัฒนามโนมติของนักเรียน

2. ควรมีการทดสอบความคงทนของความรู้หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไปแล้ว ทั้งนี้เพราะจะได้เป็นการตรวจสอบว่านักเรียนมีความเข้าใจและจดจำเนื้อหาได้ดีหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับการแข่งขันเกมแบบกลุ่มในขั้นขยายความรู้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ในการนำการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานกับการแข่งขันเกมแบบกลุ่มในขั้นขยายความรู้ไปใช้ในเนื้อหาอื่นต่อไป ครูควรทำความเข้าใจกับนักเรียนทุกคนให้ตรงกัน ว่าความสำเร็จของนักเรียนคือความสำเร็จของกลุ่ม นักเรียนต้องยอมรับความสำเร็จของกลุ่ม และช่วยเหลือกันเพื่อให้ได้คะแนนตามที่กลุ่มคาดหวัง

เอกสารอ้างอิง

นิรมล รอดไพ และภาคิน อินทร์ชิดจุ้ย. (2558, กรกฎาคม). ผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเคมี และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิชาการเครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ*. 5(ฉบับพิเศษ), 159-170.

ปิยมาศ อาจหาญ. 2554. *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

รุ่งทิพย์ ศศิธร, ศักดิ์ศรี สุภาษร และชาญ อินทร์แต้ม. (2554, ธันวาคม). *การเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ไฟฟ้าเคมี ด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับชุดการเรียนรู้แบบ 5E*. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติครั้งที่ 23: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน. (723-728).

สมจิต ผอมเซ่ง, ดวงเดือน พินสุวรรณ์ และนวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์. (2557, มกราคม-มิถุนายน). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกบการใช้เทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อผลสมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนกเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช*. 7(1), 160-173.

สุธี ผลดี และ ศักดิ์ศรี สุภาษร. (2554, กรกฎาคม-กันยายน). การเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส ด้วยชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 1(2), 45-66.

สมเจตน์ อุระศิลป์ และศักดิ์ศรี สุภาษร. (2554, เมษายน-มิถุนายน). การเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง พันธะเคมีตามโมเดลการเรียนรู้ T5 แบบกระดาษ. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 1(1), 38-57.

อรัญญา แวงดีสอน, อรัญญา แวงดีสอน และมนตรีอนันตรักษ์. (2557, พฤษภาคม - สิงหาคม). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการเรียน กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีระหว่าง การสอนโดยใช้กลุ่มร่วมมือด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบ TGT และแบบ STAD. *วารสารมหาวิทยาลัยนครพนม*. 4(2), 80-87.

ศูนย์พัฒนาทรัพยากรการศึกษา (CARD) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. *หน่วยการเรียนที่ 3 กลวิธีการสอน*. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 พฤศจิกายน 2558, จาก http://www.elearning.msu.ac.th/opencourse/0503780/Unit03/unit03_020.htm

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 พฤศจิกายน 2558, จาก http://pisathailand.ipst.ac.th/isbn9786163621344

สาขาวิชาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนากระบวนการคิดระดับสูง วิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 พฤศจิกายน 2558, จาก http://biology.ipst.ac.th/?p=688

ศิริธร อ่างแก้ว. (2557). *บันทึกหลังการสอนวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557*. โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา. จังหวัดสกลนคร.

Artdeja, R. Ratanaroutaia, T. Coll, R.K. and Thongpanchangc, T. (2010, July). Thai Grade 11 students' alternative conceptions for acid-base chemistry. *Research in Science & Technological Education*. 8(2), 167-183.

Bilgin, I. (2009, October). The effects of guided inquiry instruction incorporating a cooperative learning approach on university students' achievement of acid and bases concepts and attitude toward guided inquiry instruction. *Scientific Research and Essay*. 4(10), 1038-1046.

Hake, R. R. [1998]. Interactive engagement vs. traditional methods: A six-thousand student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*. 61(1), 64-74.

Yadigaroglua, M. and Demircioglub, G. (2012). The effect of activities based on 5e model on grade 10 students' understanding of the gas concept. *SciVerse ScienceDirect*. 47(2012), 634-637.

****

สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวศิริธร อ่างแก้ว
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2548-พ.ศ. 2551 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี
	พ.ศ. 2552 มหาวิทยาลัยขอนแก่น
	ประกาศนียบัตรบัณฑิต วิชาชีพครู
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2552- ปัจจุบัน
	โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา
	อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร
ตำแหน่ง	ครู ค.ศ.1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา
	อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร
	โทรศัพท์ 092-8509450
	Email: baiboonnaka@gmail.com