



การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาเคมีโดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิง
รุก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ณรงค์ศักดิ์ ผาสุขเจริญไพบุลย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาเคมีโดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิง
รุก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



ณรงค์ศักดิ์ ผาสุขเจริญไพบูลย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

A STUDY OF LEARNING ACHIEVEMENT, ANALYTICAL THINKING, AND ATTITUDE
TOWARDS CHEMISTRY BY USING ACTIVE LEARNING FOR ELEVENTH GRADE STUDENTS



NARONGSAK PHASUKCHAROENPHAIBUN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR MASTER DEGREE OF EDUCATION
IN SCIENCE TEACHING
FACULTY OF EDUCATION
BURAPHA UNIVERSITY

2024

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ ณรงค์ศักดิ์ ผาสุขเจริญไพบูลย์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

.....

..... ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา)

(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉลอง ทับศรี)

..... กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา)

.....

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สมศิริ สิงห์หลพ)

..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. สญาญ์ ธีระวงษ์ชิตระกูล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิทวัส แจ่มเอียด)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

62910111: สาขาวิชา: การสอนวิทยาศาสตร์; กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้เชิงรุก/ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ การคิดวิเคราะห์/ เจตคติต่อวิชาเคมี

ณรงค์ศักดิ์ ผาสุขเจริญไพบุลย์ : การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาเคมีโดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (A STUDY OF LEARNING ACHIEVEMENT, ANALYTICAL THINKING, AND ATTITUDE TOWARDS CHEMISTRY BY USING ACTIVE LEARNING FOR ELEVENTH GRADE STUDENTS)
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: กิตติมา พันธุ์พฤกษา, กศ.ต., ภัทรภร ชัยประเสริฐ, วท.ด. ปี พ.ศ. 2567.

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน 2) เปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนของนักเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) เปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) ศึกษาเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านบึง "อุตสาหกรรมนุเคราะห์" ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 42 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกจำนวน 5 แผน โดยมีค่าความเหมาะสมตั้งแต่ 4.4-4.8 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.8-1.0 ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.33-0.77 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21-0.44 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.96 3) แบบวัดการคิดวิเคราะห์ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.8-1.0 ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.49-0.77 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21-0.40 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.60 และ 4) แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีการของลิเคิร์ท จำนวน 20 ข้อ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.8-1.0 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21-0.66 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.69 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน และการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มเดียว ผลการวิจัยพบว่า 1) คะแนนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) คะแนนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) เจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกโดยรวมมีค่าเฉลี่ย

เท่ากับ 4.36 ซึ่งอยู่ในระดับมาก



62910111: MAJOR: SCIENCE TEACHING; M.Ed. (SCIENCE TEACHING)

KEYWORDS: ACTIVE LEARNING; LEARNING ACHIEVEMENT; ANALYTICAL THINKING;
ATTITUDE TOWARDS CHEMISTRY

NARONGSAK PHASUKCHAROENPHAIBUN : A STUDY OF LEARNING
ACHIEVEMENT, ANALYTICAL THINKING, AND ATTITUDE TOWARDS CHEMISTRY BY USING
ACTIVE LEARNING FOR ELEVENTH GRADE STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: KITTIMA
PANPRUEKSA, Ed.D. PATTARAPORN CHAIPRASERT, Ph.D. 2024.

The purposes of this research were 1) to study the students' learning achievement, 2) to compare students' learning achievement after learning with 70 percent criteria, 3) to compare students' analytical thinking before learning with after learning, and 4) to study attitude towards chemistry by using active learning. The participants were 42 eleventh grade students in the second semester of the 2023 academic year at Ban Bung "Uttasahakamnukhro" School. They were selected by cluster random sampling. The research instruments were 1) five lesson plans using active learning (IOC=4.4-4.8), 2) the learning achievement test comprising 40 multiple-choice questions (IOC=0.8-1.0, $p=0.33-0.77$, $r=0.21-0.44$, $r_{cc}=0.96$), 3) an analytical thinking test comprising 15 multiple-choice questions (IOC=0.8-1.0, $p=0.49-0.77$, $r=0.21-0.40$, $r_{cc}=0.60$), and 4) an attitude towards chemistry questionnaire consisted of 20 items using a Likert scale (IOC=0.80-1.00, $r=0.21-0.66$, $r_{cc}=0.69$). The data were analyzed using mean, standard deviation, t-test for dependent samples, and t-test for one sample. The results were summarized as follows: 1) the posttest mean scores of students' learning achievement after learning with the active learning were statistically significant higher than the pretest mean scores at the .05 level, 2) the posttest mean scores of students' learning achievement after learning with the active learning were statistically significant higher than the 70 percent criteria at the .05 level, 3) the posttest mean scores of students' analytical thinking after learning with the active learning were statistically significant higher than the pretest mean scores at the .05 level, and 4) the students' attitude towards chemistry after learning with the active learning were at a high level (Mean = 4.36).



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางในการดำเนินงาน การศึกษาค้นคว้าหาความรู้ ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องด้วยความเอาใจใส่อย่างยิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ฉลอง ทับศรี ประธานสอบวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร. สมศิริ สิงห์ลพ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้ความรู้ ให้คำปรึกษา ตรวจ แก้ไขและวิจารณ์ผลงานทำให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีพร อนุศาสนนันท์ อาจารย์ ดร.ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ อาจารย์ ดร.สมศิริ สิงห์ลพ และนางสาวศิริวรรณ ตันหยง ที่กรุณาช่วย ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องมือวิจัย ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านบึง "อุตสาหกรรมนุเคราะห์" ตลอดจนคณะครูและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ขอขอบพระคุณทุกคนที่ได้ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือในและทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแต่บุพการี บุรพจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษา และประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

ณรงค์ศักดิ์ ผาสุขเจริญไพบูลย์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฌ
สารบัญตาราง.....	ฐ
สารบัญภาพ.....	ณ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
สมมติฐานการวิจัย.....	5
ประโยชน์ที่ได้รับ.....	6
ข้อจำกัดในการวิจัย.....	6
ขอบเขตการวิจัย.....	7
กรอบแนวคิด.....	8
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	9
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	12
คำอธิบายรายวิชาเคมี 4 รหัสวิชา ว30224 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์”.....	13
ผลการเรียนรู้รายวิชาเคมี.....	15
คุณภาพผู้เรียนที่เรียนครบทุกผลการเรียนรู้ มีคุณภาพดังนี้.....	18

การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning).....	21
ความหมายของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก.....	22
หลักการจัดการเรียนรู้เชิงรุก.....	24
ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก	24
ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก.....	25
บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก.....	28
บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก	30
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	31
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	31
การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	32
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	35
การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	37
การคิดวิเคราะห์.....	38
ความหมายของการคิดวิเคราะห์	38
องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์.....	39
การวัดและการประเมินการคิดวิเคราะห์	42
เจตคติต่อวิชาเคมี	44
ความหมายของเจตคติ.....	44
ความหมายของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์	44
องค์ประกอบของเจตคติ	45
องค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์	46
เครื่องมือวัดเจตคติ	48
วิธีการวัดเจตคติ	50
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	51

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ	51
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ	52
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	55
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	55
รูปแบบการวิจัย	55
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	56
การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	56
1. แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก	56
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	64
3. แบบวัดการคิดวิเคราะห์	69
4. แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี	70
วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	73
การวิเคราะห์ข้อมูล	73
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	74
1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	74
1.1 สถิติพื้นฐาน	74
1.2 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน	74
2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ	75
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	78
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	78
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	78
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	79
บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผล	83
สรุปผลการวิจัย	83

อภิปรายผลการวิจัย..... 83

ข้อเสนอแนะ..... 87

บรรณานุกรม..... 89

ประวัติย่อของผู้วิจัย..... 188



สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 เนื้อหาและเวลารายวิชาเคมีโรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” ภาคเรียนที่ 2 ...	14
ตารางที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี	16
ตารางที่ 3 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก	27
ตารางที่ 4 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest-Posttest Design	56
ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี	57
ตารางที่ 6 ตารางแสดงการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	65
ตารางที่ 7 ตารางแสดงการวิเคราะห์องค์ประกอบของเจตคติในการวัดเจตคติต่อวิชาเคมี	71
ตารางที่ 8 การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก	79
ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เกณฑ์ร้อยละ 70 (28 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน)	80
ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกก่อนเรียนและหลังเรียน	81
ตารางที่ 11 การศึกษาเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก	82
ตารางที่ 12 การประเมินระดับค่าความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เซลล์กัลวานิก	100
ตารางที่ 13 การประเมินระดับค่าความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก	104
ตารางที่ 14 การประเมินระดับค่าความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์	108
ตารางที่ 15 การประเมินระดับค่าความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การแยกสลายสารเคมีด้วยไฟฟ้า	112

ตารางที่ 16 การประเมินระดับค่าความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้า	116
ตารางที่ 17 ค่าการประเมินระดับความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	120
ตารางที่ 18 ค่าการประเมินระดับความสอดคล้องของแบบวัดการคิดวิเคราะห์	124
ตารางที่ 19 ค่าการประเมินระดับความสอดคล้องของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี	126
ตารางที่ 20 การปรับแก้แผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ	128
ตารางที่ 21 การปรับแก้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ.	128
ตารางที่ 22 การปรับแก้แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ.....	129
ตารางที่ 23 การปรับแก้แบบสอบถามวัดเจตคติตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ	134
ตารางที่ 24 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 80 ข้อ	135
ตารางที่ 25 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 40 ข้อ	137
ตารางที่ 26 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 40 ข้อ	138
ตารางที่ 27 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 ข้อ	139
ตารางที่ 28 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 40 ข้อ	140
ตารางที่ 29 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 ข้อ	141
ตารางที่ 30 คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 40 คะแนน).....	142
ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยวิเคราะห์ด้วยการทดสอบทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent sample t-test)	143

ตารางที่ 32 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยวิเคราะห์ด้วยการทดสอบที่แบบกลุ่มเดียว (One sample t-test)..... 145

ตารางที่ 33 ผลการวิเคราะห์การคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยวิเคราะห์ด้วยการทดสอบที่แบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent sample t-test)..... 146



สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	9



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดให้มีคุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นว่า ผู้เรียนทุกคนต้องผ่านการประเมินการอ่าน การคิดวิเคราะห์ และการเขียนตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) และเมื่อพิจารณาแล้วจะพบว่าในด้านการคิดมีการให้ความสำคัญเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ เพราะการคิดวิเคราะห์เป็นทักษะที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนสามารถขยายความรู้ ประสบการณ์ และความคิดของตนเองอย่างกว้างขวาง (นิรมล ศตวุฒ, 2548, หน้า 22) ดังนั้นการจัดการศึกษาเพื่อการพัฒนากำลังคนในยุคปัจจุบัน จึงควรเน้นการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ ดังพระราชดำรัสของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชฯ (จุฑามาศ เจริญธรรม, 2549) ความว่า “...ต้องช่วยกันให้การศึกษาดีขึ้น โดยเน้นกระบวนการคิดเพื่อจะได้คนที่มีคุณภาพ ครูต้องพัฒนาวิธีการคิด กระตุ้นให้นักเรียนคิด ฝึกให้เป็นคนอยากรู้อยากเห็น รักการศึกษา ค้นคว้า ให้เด็กเกิดความสงสัย สนุกกับการเรียนชุกชกกับความรู้ ให้ความสำคัญกับนักเรียนที่มีแนวคิดที่แตกต่าง ให้เด็กกล้าที่จะแสดงความคิดที่แหวกแนว...”

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับคนทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยีเครื่องมือเครื่องใช้ และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ การเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอนมีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริง โดยกำหนดสาระสำคัญ 4 สาระ ได้แก่ 1) วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ซึ่งเป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม 2) วิทยาศาสตร์กายภาพ ซึ่งเป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับสารและการเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น 3) วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ ซึ่งเรียนรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของเอกภพ และ 4) เทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

วิชาเคมีจัดอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นรายวิชาที่ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงและจำเป็นต่อการจัดการศึกษาสังคมสมัยใหม่สังคมแห่งการเรียนรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) โดยวิชาเคมีเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและองค์ประกอบของสสาร การเปลี่ยนแปลงและกลไกของปฏิกิริยาที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสสารนั้น ๆ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ศึกษาเกี่ยวกับสสารเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ตามจุดประสงค์ต่าง ๆ มากมาย สาขาเคมีจึงได้รับการพัฒนาการมาโดยตลอดเกิดเป็นสาขาย่อย ๆ หลายสาขาโดยเน้นประเด็นของการศึกษาแตกต่างกันไป วิชาเคมีเป็นวิชาที่มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น อาหาร และยารักษาโรค ตลอดจนอุตสาหกรรมหลายประเภทล้วนอาศัยความรู้ และหลักการของวิชาเคมีมาใช้ แต่เนื้อหาวิชาเคมีมีความเป็นนามธรรม ผู้เรียนมีอุปสรรคเกี่ยวกับภาษาสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน และการจัดการเรียนการสอนของครูมักจะขัดแย้งกับธรรมชาติการเรียนรู้ของผู้เรียนเพราะผู้สอนมักใช้วิธีการสอนแบบเก่าคือการสอนโดยใช้การจดแต่ไม่มีการปฏิบัติดังนั้นจึงทำให้ผู้เรียนไม่สามารถมองเห็นภาพของสิ่งที่เกิดขึ้นหรือเข้าใจในบทเรียนที่เป็นนามธรรมได้ (พัชรี ร่มพยอม, 2558, หน้า 188-197) จึงทำให้ผู้เรียนบางส่วนเกิดความเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียน ขาดแรงจูงใจในการเรียน โดยเฉพาะเนื้อหาในบทเรียนไฟฟ้าเคมี ซึ่งมีความเป็นนามธรรมสูงผู้เรียนไม่สามารถวิเคราะห์และสรุปประเด็นของเนื้อหาที่เป็นนามธรรมนี้ได้ และจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีพบว่าไม่ค่อยเป็นที่น่าพอใจสำหรับผู้เรียนและผู้สอน จึงสะท้อนถึงสภาพปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี อีกทั้งในด้านการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนใช้รูปแบบและวิธีการสอนบรรยายให้ความรู้เป็นส่วนใหญ่โดยยึดครูเป็นศูนย์กลาง จึงทำให้ผู้เรียนบางส่วนเกิดความเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียน ขาดแรงจูงใจในการเรียนส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำ และผลของการจัดการเรียนการสอนแบบบรรยายนี้ทำให้ผู้เรียนขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญของการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) อีกทั้งการจัดการเรียนการสอนแบบบรรยายนี้ไม่เอื้อให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ เนื่องจากผู้เรียนไม่สามารถวิเคราะห์เนื้อหาทางไฟฟ้าเคมีที่มีความเป็นนามธรรม ไม่สามารถมองรูปแบบของเซลล์ทางไฟฟ้าเคมี ไม่สามารถจำแนกแยกลักษณะสำคัญของเซลล์แต่ละประเภท รวมถึงไม่สามารถจัดกลุ่มของแบตเตอรี่แต่ละประเภทได้ และจากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนบ้านบึง "อุตสาหกรรมนุเคราะห์" เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ในวิชาเคมี และจากการสังเกตการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มักจะจดจำสมการ สูตร และโจทย์ตัวอย่าง เพื่อนำไปใช้ในการสอบเพียงอย่างเดียวแต่ไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาที่แตกต่างจากโจทย์ตัวอย่างได้ จึงส่งผลให้นักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจ ในมโนทัศน์ที่สำคัญของวิชาเคมี รวมถึงผู้เรียนไม่สามารถจับประเด็นจากสิ่งที่ครูสอนเนื้อหาในบทเรียนได้ อีกทั้งเมื่อครูให้นักเรียนทำการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเริ่มต้นทำการแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเองได้ เนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจในเนื้อหาที่เรียนและขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ที่จะใช้ในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา จึงทำให้ไม่สามารถนำความรู้ที่ได้รับมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ ได้ จากเหตุผลดังกล่าวจึงส่งผล

ให้นักเรียนรู้สึกเบื่อหน่าย และเกิดทัศนคติทางด้านลบกับวิชาเคมี นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ของครูส่วนใหญ่มักคำนึงเกี่ยวกับเนื้อหาว่าจะสอนได้ทันเวลาหรือไม่ ทำให้จัดการเรียนการสอนได้ไม่เต็มรูปแบบ ดังนั้นครูส่วนใหญ่จึงเลือกใช้วิธีการสอนแบบบรรยายแทนการสอนที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ (ศิริวรรณ ต้นหยง, สัมภาษณ์, 11 กันยายน 2563)

จากรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในวิชาวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2560-2565 พบว่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 29.37, 30.51, 29.20, 32.68, 25.65 และ 28.08 ตามลำดับ และสำหรับโรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” ปีการศึกษา 2560-2565 มีคะแนนเฉลี่ยในวิชาวิทยาศาสตร์ร้อยละ 28.14, 29.91, 27.91, 33.12, 32.92 และ 37.56 ตามลำดับ (โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์”, 2565) จากข้อมูลดังกล่าวพบว่าคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” และระดับประเทศมีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 40 เมื่อพิจารณาคะแนนตามมาตรฐานการเรียนรู้ พบว่า ในสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.1 ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ปฏิริยาเคมี รวมถึงการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.48 ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 30 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2565) จากข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะวิชาเคมียังเป็นปัญหาที่ต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งการจัดการเรียนรู้ของครูเป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์การสอบ O-NET ต่ำ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรซึ่งการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมีส่วนใหญ่ ครูใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามหนังสือมากกว่าการฝึกปฏิบัติจริง ทำให้เกิดการท่องจำมากกว่าการที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่จะนำเสนอเกี่ยวกับ สูตร นิยาม และมุ่งให้จดจำสมการเพื่อนำไปใช้ ส่งผลให้นักเรียนไม่เกิดความรู้ความเข้าใจ (สุทัศน์ เอกา, 2559) และการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายยังทำให้ผู้เรียนขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ ซึ่งเป็นพื้นฐานของการคิดขั้นสูงอีกหลายประเภท ซึ่งนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ไว้แตกต่างกันซึ่งสรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์แบ่งได้ 3 ด้าน คือ 1) การจำแนกแยกแยะหรือแยกย่อย 2) การจัดระบบ และ 3) การให้เหตุผล (Anderson, 2001) โดยความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนนั้นสามารถพัฒนาได้จากการจัดประสบการณ์ที่หลากหลาย ซึ่งการจัดการเรียนการสอนของครูก็เป็นอีกหนึ่งแนวทางในการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยเฉพาะสาระเคมี ผู้วิจัยพบว่าแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนวิชาเคมีได้ คือ การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้มีการลงมือปฏิบัติ และสร้างองค์ความรู้จากสิ่งที่ได้ลงมือปฏิบัติในระหว่างการเรียนการสอน โดยเน้นการพัฒนาทักษะ

ความสามารถที่ตรงกับพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มาจาก การปฏิบัติและความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญ (ทวิวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ, 2557) ซึ่งการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในรายวิชาวิทยาศาสตร์จะสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความรู้สึกอยากที่จะเรียน เพราะผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมที่นำไปสู่การเรียนการสอนที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองทำให้ผู้เรียนเห็นประโยชน์ในการเรียนโดยสถาบันการศึกษาหลายแห่งได้มีการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เพื่อนำมาพัฒนาแก้ไขปัญหาคอนกรีตของชั้นเรียนแบบเดิม (ณัฐพงษ์ สกุลเลี่ยว, 2553, หน้า 1-10) และในปัจจุบันได้มีผู้นำรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก มาค้นคว้าวิจัยเพื่อหาข้อสรุปอย่างต่อเนื่อง ซึ่งผลการวิจัยของ พรรณิภา กิจเอก (2550) พบว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ารูปแบบการเรียนรู้แบบเดิม อีกทั้งเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมีของผู้เรียนเพิ่มขึ้น และการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ยังสามารถทำให้เกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ทางเคมีที่สูงขึ้น อันเนื่องมาจากผลของการที่ให้ผู้เรียนได้เกิดการลงมือปฏิบัติทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างอิสระเพื่อค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งทำให้เกิดการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบขึ้น นอกจากนั้นแล้วการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์และพัฒนากระบวนการเรียนรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้ทักษะและเชื่อมโยงองค์ความรู้นำไปปฏิบัติเพื่อแก้ไข้ปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวัน และถือเป็นการจัดการเรียนรู้ประเภทหนึ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในยุคปัจจุบัน (สุทัศน์ เอกา, 2559) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้เชิงรุก จึงเป็นการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี และการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนให้สูงขึ้น

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะนำการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มาใช้ในการพัฒนาผู้เรียนเนื่องจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุก จะเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้มีการลงมือปฏิบัติและสร้างองค์ความรู้จากสิ่งที่ได้ลงมือปฏิบัติในระหว่างการเรียนการสอน โดยเน้นการพัฒนาทักษะความสามารถที่ตรงกับพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มาใช้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” ให้สูงขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
2. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกก่อนเรียนและหลังเรียน
4. เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าแนวคิดการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาเคมี เช่น พัชรี รมพยอม (2558) ได้เสนอการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเคมีของครูว่าเนื้อหาวิชาเคมีส่วนใหญ่มีความเป็นนามธรรม ทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติทางด้านลบต่อวิชาเคมีและในวิชาเคมีมีการใช้ภาษาเชิงสัญลักษณ์จึงทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจในการใช้ภาษาในรายวิชาเคมีจึงส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนควรให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติหรือลงมือทดลองในเนื้อหา นั้น ๆ เพื่อทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจเนื้อหาเพิ่มมากขึ้นและเกิดการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น และ ชลธร วิเชียรรัตน์ (2559) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุก วิชาเคมีเรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและทักษะการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและทักษะการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รวมถึงเจตคติต่อวิชาเคมีหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก อยู่ในระดับดี และจากงานวิจัยของ จรรย์รักษ์ กุลพวง (2559) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เชิงรุก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูง

กว่าเกณฑ์ระดับมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากงานวิจัยของ ชุมสุข สุขหิ้น (2560) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เพื่อเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จากการวิจัยพบว่าความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ตั้งสมมติฐาน 3 ข้อ ดังนี้

1. คะแนนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน
2. คะแนนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
3. การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาเคมีสูงขึ้น
2. ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้และพัฒนาแนวคิดความรู้เฉพาะตนขึ้นมาเองโดยผ่านการลงมือปฏิบัติจริงในระหว่างการเรียนการสอน
3. ผู้เรียนสามารถที่จะสรุปความรู้ได้ด้วยตนเองและนำความรู้ที่ได้จากการเรียนการสอนไปสู่การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้
4. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการพัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ในรายวิชาอื่น ๆ

ข้อจำกัดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi experimental research) เนื่องจากในการวิจัยมีปัจจัยต่าง ๆ ที่อาจส่งผลต่อการทดลอง เช่น วุฒิภาวะ สภาพอารมณ์ อิทธิพลของเครื่องมือวัด เป็นต้น ซึ่งปัจจัยที่เป็นตัวแปรแทรกซ้อนเหล่านี้ ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมได้อย่างสมบูรณ์ (McIntyre, 2005) อีกทั้งการเก็บรวบรวมข้อมูลกระทำในสถานการณ์จริงในสถานศึกษา ซึ่งไม่สามารถจัดการกระทำทดลองได้อย่างถ่องแท้ และยังมีข้อจำกัดหลายประการจึงไม่สามารถทำการสุ่มตัวอย่างนักเรียนที่

มีปัญหาเข้ากลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองได้ ภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดเหล่านี้ ทำให้ผู้วิจัยเลือกออกแบบการวิจัยเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi experimental research) แทนการวิจัยเชิงทดลอง (True-experimental research designs)

ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 5 ห้องเรียน รวม 185 คน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 42 คน โดยการสุ่มห้องเรียนด้วย วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้เชิงรุก

2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาเคมี

3. เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ สาระเคมี ตามผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ในวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยแบ่งออกเป็น 4 เรื่อง ดังนี้

3.1 เซลล์กัลวานิก

3.2 เซลล์อิเล็กโทรไลติก

3.3 ประโยชน์ของเซลล์ไฟฟ้าเคมี

3.4 ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ไฟฟ้า

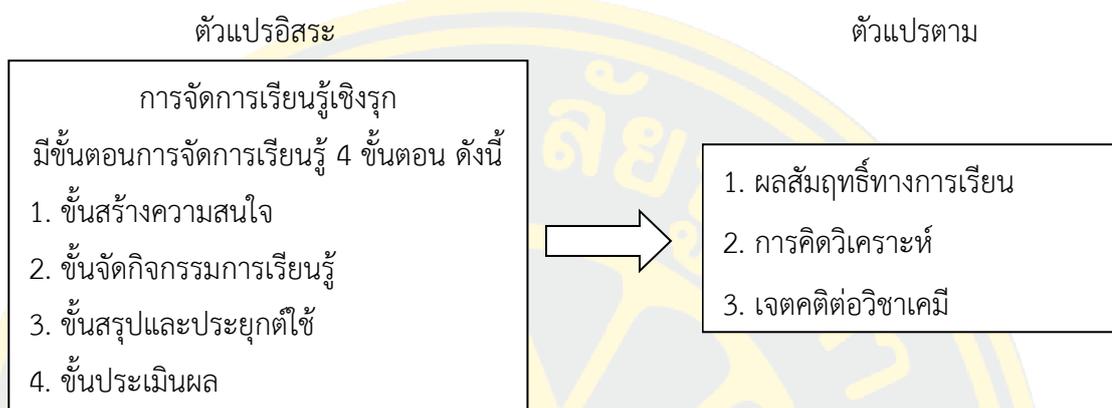
4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ใช้เวลาในการดำเนินการวิจัย 19 คาบ คาบละ 50 นาที ประกอบด้วย การทดสอบก่อนเรียน 2 คาบ ทดลองสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ 15 คาบ และการทดสอบหลังเรียน 2 คาบ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการวิจัยด้วยตนเอง

กรอบแนวคิด

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ พบว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุกเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความสนุกสนาน น่าสนใจ และไม่เกิดความเบื่อหน่าย โดยการจัดการเรียนรู้จะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะเน้นให้ผู้เรียนซึมซับความรู้ ความเข้าใจผ่านกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาแนวคิดความรู้เฉพาะตนขึ้น (ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา, 2547, หน้า 136) ซึ่งผู้เรียนจะสามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเองและนำไปสู่การประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง ซึ่งผลการวิจัยของ พรธนิภา กิจเอก (2550) ยังพบอีกว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ารูปแบบการเรียนรู้แบบเดิม รวมถึงเจตคติต่อวิชาเคมีของผู้เรียนเพิ่มขึ้น อีกทั้งการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกิจกรรมที่มีจุดมุ่งหมายให้เกิดความสนุกสนาน น่าสนใจ และไม่เกิดความเบื่อหน่าย (ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ, 2557) และจากงานวิจัยของ ชุมสุข สุขหิ้น (2560) พบว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับดี และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้น ดังนั้นการจัดการเรียนรู้เชิงรุก จึงเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น รวมถึงทำให้ผู้เรียนมีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิชาเคมีเพิ่มขึ้น ดังที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ทำให้ผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้มากกว่าการเรียนการสอนแบบเดิม โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้และสนใจในเนื้อหาที่จะสอน โดยผู้เรียนจะต้องแยกแยะความเกี่ยวข้องและความสำคัญ เพื่อดึงความรู้เดิมของตนมาเชื่อมโยงหรืออธิบายเหตุการณ์นั้น ๆ ขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์ด้านการจำแนกแยกแยะหรือแยกย่อย 2) ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนกำหนดแนวทางในการหาคำตอบ สืบค้น สืบค้น ตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ และเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้กระบวนการกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ชัดเจนหรือเกิดองค์ความรู้ใหม่ ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์ด้านการจัดระบบ 3) ขั้นสรุปและประยุกต์ใช้ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนสรุปความรู้และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ โดยผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาแล้ว มาวิเคราะห์ สรุปผล อภิปรายผล และนำเสนอผลโดยอ้างอิงหลักการและทฤษฎีประกอบ ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์ด้านการให้เหตุผล และ 4) ขั้นประเมินผล เป็นขั้นที่ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ด้วยวิธีต่าง ๆ โดยผู้สอนจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รู้จักการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันหรือให้ผู้เรียนได้ค้นคว้า

อิสระเพิ่มเติม ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์ด้านการให้เหตุผลโดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุกจะทำให้ให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดขั้นสูง ซึ่งช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาเคมี จากแนวคิดดังกล่าวผู้วิจัยสามารถนำเสนอกรอบแนวคิดการวิจัยดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้เชิงรุก หมายถึง การเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนไม่เกิดความเบื่อหน่าย โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนซึมซับความรู้ ความเข้าใจผ่านกิจกรรมกลุ่ม เน้นการกระตุ้นให้เข้าใจและถกเถียงกันในเนื้อหาสาระระหว่างทำกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาแนวคิดว่า ความรู้เฉพาะตนขึ้นมาเอง โดยทำการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวคิดของมัวร์ (1992), จอห์นสัน (1991), บัญญัติ ชำนาญกิจ (2549) และบาลด์วิน และ วิลเลียม (1988) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

1.1 ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้และสนใจในเนื้อหาที่จะสอน ผู้สอนอาจใช้คำถามปลายเปิด หรือมีการจัดกิจกรรมสร้างแรงจูงใจ โดยผู้เรียนจะต้องแยกแยะความเกี่ยวข้องและความสำคัญ เพื่อดึงความรู้เดิมของตนมาเชื่อมโยงหรืออธิบายเหตุการณ์นั้น ๆ และยังช่วยให้ผู้สอนได้ทราบถึงความรู้เดิมของผู้เรียนว่าเป็นอย่างไร ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์ด้านการจำแนกแยกแยะหรือแยกย่อย

1.2 ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนทำการวางแผน กำหนดแนวทางในการหาคำตอบ สืบค้น สืบค้น ตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ และเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้กระบวนการกลุ่ม โดยผู้สอนให้ผู้เรียนเข้ากลุ่มย่อยเพื่อทำงานร่วมกัน อีกทั้งต้องแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันระหว่างกลุ่ม

อื่น ๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนหรือเกิดองค์ความรู้ใหม่ ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์ด้านการจัดระบบ

1.3 ขั้นสรุปและประยุกต์ใช้ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนสรุปความรู้และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ โดยผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาแล้ว มาวิเคราะห์ สรุปผล อภิปรายผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยอ้างอิงหลักการและทฤษฎีประกอบ ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์ด้านการให้เหตุผล

1.4 ขั้นประเมินผล เป็นขั้นที่ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดประเมินผลจากแบบสังเกตพฤติกรรม ใบกิจกรรม และบันทึกการเรียนรู้ โดยผู้สอนจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รู้จักการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตจริง หรือเป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ค้นคว้าอิสระเพิ่มเติม ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์ด้านการให้เหตุผล

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากกระบวนการเรียนการสอนที่จะทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ทำการประเมินความรู้ด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของ Anderson & Krathwohl 6 ด้าน ได้แก่ 1) ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การประยุกต์ใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การประเมินค่า และ 6) การสร้างสรรค์

4. การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการพิจารณา จำแนกแยกแยะ ส่วนย่อยของเนื้อหา ตามแนวคิดของ Anderson & Krathwohl สามารถวัดได้จากแบบวัดการคิดวิเคราะห์ ซึ่งแบ่งองค์ประกอบได้เป็น 3 ด้าน ได้แก่

4.1 การจำแนกแยกแยะหรือแยกย่อย (Differentiating) เป็นความสามารถในการแยกแยะคุณสมบัติทางกายภาพของสิ่งต่าง ๆ ที่รับรู้เข้ามาว่ามีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร รวมถึงการจำแนกส่วนต่าง ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือสิ่งของออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้

4.2 การจัดระบบ (Organizing) เป็นความสามารถในการจัดประเภท จัดลำดับ หรือจัดกลุ่มของสิ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันเข้าด้วยกันโดยระบุคุณสมบัติร่วมกันของวัตถุสิ่งนั้น ๆ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ทำให้สิ่งเหล่านั้นต่างจากกลุ่มอื่น ๆ อีกทั้งสามารถระบุความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่าง ๆ ได้

4.3 การให้เหตุผล (Attributing) เป็นความสามารถในการจับประเด็นและสรุปผลจากสิ่งที่กำหนดให้เพื่อยืนยันว่าข้อสรุปที่ได้มานั้นเป็นความจริง รวมถึงสามารถบอกถึงจุดประสงค์ที่มากับการสื่อสารต่าง ๆ ได้

5. แบบวัดการคิดวิเคราะห์ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการวัดการคิดวิเคราะห์ เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ ทำการประเมินการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของ Anderson & Krathwohl (2001) ซึ่งแบ่งองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์เป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) การจำแนกแยกแยะหรือแยกย่อย 2) การจัดระบบ และ 3) การให้เหตุผล

6. เจตคติต่อวิชาเคมี หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาเคมีในเชิงบวกหรือเชิงลบซึ่งวัดได้จากแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี ทำการประเมินเจตคติต่อวิชาเคมีตามแนวคิดของ (Sax, 1997) ตามองค์ประกอบ 5 ด้าน คือ 1) ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี 2) ความสนใจในวิชาเคมี 3) การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี 4) การเห็นความสำคัญของวิชาเคมี และ 5) การนิยมชมชอบในวิชาเคมี

7. แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี หมายถึง แบบสอบถามความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาเคมีในเชิงบวกหรือเชิงลบ มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ตามวิธีการของลิเคิร์ท ประกอบด้วยข้อคำถามเชิงบวก (Positive) 10 ข้อ และข้อคำถามเชิงลบ (Negative) 10 ข้อ จำนวนทั้งหมด 20 ข้อ ทำการประเมินเจตคติต่อวิชาเคมีตามแนวคิดของ Sax ตามองค์ประกอบ 5 ด้าน คือ 1) ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี 2) ความสนใจในวิชาเคมี 3) การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี 4) การเห็นความสำคัญของวิชาเคมี และ 5) การนิยมชมชอบในวิชาเคมี

8. เกณฑ์ร้อยละ 70 หมายถึง เกณฑ์คะแนนที่ต่ำที่สุดในระดับดี ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม 100 คะแนน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาลักษณะสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาเคมีโดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. การจัดการเรียนรู้เชิงรุก
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. การคิดวิเคราะห์
5. เจตคติต่อวิชาเคมี
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีได้กำหนดสาระสำคัญพื้นฐานไว้ 4 สาระ ได้แก่ 1) วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ซึ่งเป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม 2) วิทยาศาสตร์กายภาพ ซึ่งเป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับสารและการเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น 3) วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ ซึ่งเรียนรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของเอกภพ และ 4) เทคโนโลยี และกำหนดสาระสำคัญเพิ่มเติมไว้ 4 สาระ ได้แก่ 1) สาระชีววิทยา 2) สาระเคมี 3) สาระฟิสิกส์ และ 4) สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) โดยในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาตัวชี้วัด มาตรฐาน และสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในสาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในสาระเคมี และได้ศึกษาคำอธิบายรายวิชาเคมีกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” โดยมีรายละเอียดดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560, หน้า 130) ได้กล่าวถึงสาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ดังนี้

สาระเคมี

1. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมี และสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์ และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์ และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจหลักการปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

คำอธิบายรายวิชาเคมี 4 รหัสวิชา ว30224 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์”

ศึกษาทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรี และลิวอิส คำนวณความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดและเบส ค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส ศึกษาปฏิกิริยาสะเทินและปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ การไทเทรต และการเลือกใช้อินดิเคเตอร์ คำนวณปริมาณสารหรือความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรต ศึกษาสมบัติและองค์ประกอบของสารละลายบัฟเฟอร์ รวมทั้งการนำความรู้เกี่ยวกับกรด-เบสไปใช้ประโยชน์

ศึกษาเลขออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดอกซ์ ตัวรีดิวซ์ ตัวออกซิไดส์ ครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์ เปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ การเขียนและดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา ศึกษาเซลล์เคมีไฟฟ้าและการเขียนแผนภาพเซลล์ คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ ศึกษาหลักการทำงานของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ หลักการทางเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์และการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะรวมทั้งความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร

เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ ใฝ่เรียนรู้ มีความซื่อสัตย์ มีระเบียบวินัย ตรงต่อเวลา ขยัน อดทน มีความรับผิดชอบ ทำงานเป็นทีม มีจิตสาธารณะ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันและประยุกต์ใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคต มีจิตวิทยาศาสตร์จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ตารางที่ 1 เนื้อหาและเวลารายวิชาเคมีโรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ชื่อเรื่อง	เนื้อหา	ชั่วโมง
1	กรด-เบส	ทฤษฎีกรด-เบส	- ทฤษฎีกรด-เบส	3
		คู่กรด-เบส	- คู่กรด-เบส	3
		การแตกตัวของกรดเบส และน้ำ	- การแตกตัวของกรด เบสและน้ำ	3
		สมบัติกรด-เบสของเกลือ	- สมบัติกรด-เบสของเกลือ	3
		pH ของสารละลายกรดและเบส	- pH ของสารละลายกรดและเบส	3
		ปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรดและเบส	- ปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรดและเบส	3
		การไทเทรตกรด-เบส	- การไทเทรตกรด-เบส - การคำนวณจากการไทเทรตกรด-เบส	3 3
		สารละลายบัฟเฟอร์	- สารละลายบัฟเฟอร์	3
		รประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส	- การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส	3

ตารางที่ 1 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ชื่อเรื่อง	เนื้อหา	ชั่วโมง
2	ไฟฟ้าเคมี		- เลขออกซิเดชัน	3
		เลขออกซิเดชัน และ	- ปฏิกริยารีดอกซ์	3
		ปฏิกริยารีดอกซ์	- เปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์	3
		การดุลสมการรีดอกซ์	- การดุลสมการรีดอกซ์ (วิธีเลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา)	6
		เซลล์กัลวานิก	- เซลล์เคมีไฟฟ้า และค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์	2
			- เซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ	1
		เซลล์อิเล็กโทรไลติก	- เซลล์อิเล็กโทรไลติก การกักกร่อนและการป้องกัน	3
		ประโยชน์ของ	- การทำให้โลหะบริสุทธิ์	3
		เซลล์ไฟฟ้าเคมี	- แยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า	3
		ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ไฟฟ้า	- เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเคมีไฟฟ้า	3
			รวม	60

ผลการเรียนรู้รายวิชาเคมี

1. คำนวณเลขออกซิเดชันและระบุปฏิกิริยาที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์
2. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันและระบุตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ รวมทั้งเขียนครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดอกซ์ของปฏิกิริยารีดอกซ์
3. ทดลองและเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ และเขียนแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์
4. ดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชัน และวิธีครึ่งปฏิกิริยา
5. ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้าและเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์

6. คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า
ขั้วไฟฟ้า และปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น

7. อธิบายหลักการทํางานและเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์
ทุติยภูมิ

8. ทดลองชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า และอธิบายหลักการทางเคมีไฟฟ้า
ที่ใช้ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ และการป้องกันการกัด
กร่อนของโลหะ

9. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์
เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยสนใจศึกษาผลการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ดังนั้นผู้วิจัยจึง
นำเสนอรายละเอียดของผลการเรียนรู้และเวลาเรียน เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี

หน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)
หน่วยที่ 1 เซลล์กัลวานิก	1.ระบุงค์ประกอบของ เซลล์เคมีไฟฟ้า และ เขียนสมการเคมีของ ปฏิกิริยาที่แอโนดและ แคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์	- เซลล์เคมีไฟฟ้าประกอบด้วยแอโนด แคโทด และสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ซึ่ง อาจเชื่อมต่อกันด้วยสะพานเกลือ โดยที่ แอโนดเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและแคโทด เกิดปฏิกิริยารีดักชัน ทำให้อิเล็กตรอน เคลื่อนที่จากแอโนดไปแคโทด เซลล์	3
	2. คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้า มาตรฐานของเซลล์ และระบุประเภทของ เซลล์เคมีไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้า และปฏิกิริยา เคมีที่เกิดขึ้น	เคมีไฟฟ้าสามารถเขียนแสดงได้ด้วย แผนภาพเซลล์ - ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ คำนวณ ได้จากค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานครึ่งเซลล์ ถ้า ค่ามีเป็นบวก แสดงว่าปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้เอง ซึ่งทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเรียกเซลล์ชนิดนี้ ว่า เซลล์กัลวานิก	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

หน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)
หน่วยที่ 2 เซลล์อิเล็ก โทรไลติก	1. ทดลองชุบโลหะและ แยกสารเคมีด้วย กระแสไฟฟ้า และ อธิบายหลักการทาง เคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการ ชุบโลหะ การแยก สารเคมีด้วย กระแสไฟฟ้า การทำ โลหะให้บริสุทธิ์ และ การป้องกันการกัด กร่อนของโลหะ	- ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์คำนวณ ได้จากค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานครึ่งเซลล์ ถ้ามี ค่าเป็นลบ แสดงว่าปฏิกิริยาไม่สามารถเกิด ได้เอง ต้องมีการให้กระแสไฟฟ้าเรียกเซลล์ ชนิดนี้ว่า เซลล์อิเล็กโทรไลติก - เซลล์อิเล็กโทรไลติกสามารถนำไปใช้ ประโยชน์ได้ทั้งในชีวิตประจำวัน และใน อุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น การชุบ โลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ และการป้องกันการ กัดกร่อนของโลหะ	3
หน่วยที่ 3 ประโยชน์ ของ เซลล์ไฟฟ้ าเคมี	1. ทดลองชุบโลหะและ แยกสารเคมีด้วย กระแสไฟฟ้า และ อธิบายหลักการทาง เคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการ ชุบโลหะ การแยก สารเคมีด้วย กระแสไฟฟ้า การทำ โลหะให้บริสุทธิ์ และ การป้องกันการกัด กร่อนของโลหะ	- เซลล์อิเล็กโทรไลติกสามารถนำไปใช้ ประโยชน์ได้ทั้งในชีวิตประจำวัน และใน อุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น การชุบ โลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ และการป้องกันการ กัดกร่อนของโลหะ	6

ตารางที่ 2 (ต่อ)

หน่วย การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)
หน่วยที่ 4 ความก้าว หน้า เทคโนโลยี ที่ เกี่ยวข้อง กับไฟฟ้า เคมี	1. สืบค้นข้อมูล และ นำเสนอตัวอย่าง ความก้าวหน้าทาง เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง กับเซลล์เคมีไฟฟ้าใน ชีวิตประจำวัน	- ปฏิบัติเคมีหลายปฏิกิริยาที่พบใน ชีวิตประจำวันเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ เช่น ปฏิกิริยาการเผาไหม้ปฏิกิริยาในเซลล์ เคมีไฟฟ้า ซึ่งความรู้เรื่องเซลล์เคมีไฟฟ้าและ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับ เซลล์เคมีไฟฟ้า นำไปสู่นวัตกรรมด้าน พลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	3
รวม			15

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกหน่วยการเรียนรู้จำนวน 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ หน่วยที่ 1 เซลล์กัลวานิก หน่วยที่ 2 เซลล์อิเล็กโทรไลติก และหน่วยที่ 3 ประโยชน์ของเซลล์ไฟฟ้าเคมี และหน่วยที่ 4 ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ไฟฟ้า ใช้เวลาทั้งสิ้น 15 คาบ

คุณภาพผู้เรียนที่เรียนครบทุกผลการเรียนรู้ มีคุณภาพดังนี้

1. เข้าใจการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ กลไกการรักษาคุณภาพของมนุษย์ ภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์และความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน การใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชสร้างขึ้น การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วิวัฒนาการที่ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตความสำคัญและผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

2. เข้าใจความหลากหลายของไบโอมในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ของโลก การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบ นิเวศ ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

3. เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม สมบัติบางประการของธาตุ การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ ชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง

ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว พันธะเคมี โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ การเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและการเขียนสมการเคมี

4. เข้าใจปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวลและความเร่ง ผลของความเร่ง ที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุแรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้าและแรงภายในนิวเคลียส

5. เข้าใจพลังงานนิวเคลียร์ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้านพลังงาน การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและการรวมคลื่น การได้ยินปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง สึกกับการมองเห็นสี คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

6. เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีสัณฐาน สาเหตุกระบวนการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิ ผลกระทบแนวทางการเฝ้าระวังและการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

7. เข้าใจผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริโอลิสที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูดและผลที่มีต่อภูมิอากาศ ความสัมพันธ์ของการหมุนเวียนของอากาศและการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร และผลต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ ลม ฟ้า อากาศ ที่สำคัญจากแผนที่อากาศ และข้อมูลสารสนเทศ

8. เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพ หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซี โครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซี ทางช้างเผือกกระบวนการเกิดและการสร้างพลังงาน ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะ และผลที่มีต่อโลก รวมทั้งการสำรวจอวกาศและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

9. ระบุปัญหาตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบโดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทางตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

10. ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจ ตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสม มีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกว่าวัสดุอุปกรณ์รวมทั้งวิธีการในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ

11. วิเคราะห์แปลความหมายข้อมูลและประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบจัดทำข้อมูลและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจโดยมีหลักฐานอ้างอิงหรือมีทฤษฎีรองรับ

12. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ มีเหตุผลและยอมรับได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

13. แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้พบคำตอบหรือแก้ปัญหาได้ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

14. เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่างๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิตสังคมและสิ่งแวดล้อม

15. ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวันใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชื่นงานที่เป็นผลมาจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

16. แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

17. วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะ

วิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์ วิเคราะห์เปรียบเทียบและตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิตสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ ทรัพยากรเพื่อออกแบบสร้างหรือพัฒนาผลงานสำหรับแก้ปัญหาที่มีผลกระทบต่อสังคม โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอผลงานเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

18. ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อรวบรวมข้อมูลในชีวิตจริงจากแหล่งต่าง ๆ และความรู้จากศาสตร์อื่นมาประยุกต์ใช้ สร้างความรู้ใหม่ เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม วัฒนธรรม และใช้อย่างปลอดภัย มีจริยธรรม

การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีแนวคิดพื้นฐานมาจากแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) โดยทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองมีรากฐานมาจากผลงานของ Ausubel และ Piaget ซึ่งประเด็นสำคัญ คือ ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม โดยใช้กระบวนการทางปัญญา (cognitive apparatus) ของตน ซึ่งก็คือผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ โดยการนำประสบการณ์ที่ได้รับมาเชื่อมโยงกับความรู้เดิม และสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง (ทิตินา แคมมณี, 2554) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหาวิชา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้หรือสร้างความรู้ให้เกิดขึ้นในตนเอง ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงผ่านสื่อหรือกิจกรรมการเรียนรู้ ที่มีครูผู้สอนเป็นผู้แนะนำ กระตุ้น หรืออำนวยความสะดวก ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ขึ้น โดยกระบวนการคิดขั้นสูง กล่าวคือ ผู้เรียนมีการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินค่าจากสิ่งที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความหมายและนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาพร พงศพิศกุล, 2558)

การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ลงมือกระทำ และได้ใช้กระบวนการคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เขาได้กระทำลงไป (Bonwell and Eison, 1991) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ภายใต้สมมติฐานพื้นฐาน 2 ประการคือ 1) การเรียนรู้เป็นความพยายามโดยธรรมชาติของมนุษย์ และ 2) แต่ละบุคคลมีแนวทางในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน (Meyers and Jones, 1993) โดยผู้เรียนจะถูกเปลี่ยนบทบาทจากผู้รับความรู้ ไปสู่การมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ (Felder and Brent, 1996) โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีการเรียกชื่อได้หลากหลาย เช่น การจัดการเรียนรู้เชิงรุก การจัดการเรียนรู้เน้นประสบการณ์ การจัดการเรียนรู้แบบมีชีวิตชีวา เป็นต้น ซึ่งการนำการจัดการ

เรียนรู้เชิงรุก มาใช้ในการศึกษาอาจจะเริ่มตั้งแต่มีกำเนิดมนุษยชาติ เพราะเป็นวิธีแรกของการเรียนรู้ที่มนุษย์ใช้เพื่อความอยู่รอดและเรียนรู้เพื่อเข้าสังคม เช่น การล่าสัตว์ จากการศึกษาทางประวัติศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาพบว่ามีกรณีบันทึกเกี่ยวกับการนำการเรียนรู้เชิงรุก มาใช้ในการเรียนการสอนเป็นหลักฐานครั้งแรกในสมัยกรีกโบราณ โดยโซเครตีส (Socrates) ที่ใช้หลักการสอนแบบซักถามเพื่อชี้แนะให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง จากกรณีปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวผู้เรียนด้วยกันเองและมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน ต่อมา มีนักการศึกษาเป็นจำนวนมากให้ความสำคัญและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยที่ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ ยกตัวอย่างเช่น ทฤษฎีของจอห์น ดิวอี้ (John Dewey) กล่าวว่าผู้เรียนจะต้องมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้เพื่อเกิดแนวความคิดใหม่ ๆ ประสบการณ์จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาที่จำเป็น ส่งเสริมทักษะการคิดที่เป็นนามธรรมและพัฒนาโครงสร้างปัญญาที่ซับซ้อน

ความหมายของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

การจัดการเรียนรู้เชิงรุก คือ การจัดการเรียนรู้จากที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ (Experiential Learning) และเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ (Hands-on Learning) ซึ่งทั้งสองคำนี้มักเป็นคำที่ถูกนำมาใช้แทนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Bonwell and Eison, 1991) จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

บอนเวลล์ และไอสัน (Bonwell and Eison, 1991, p. 2) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก คือ การจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนได้กระทำ22บางสิ่งบางอย่างและการคิดเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างที่พวกเขากำลังลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่

ศูนย์การสอนและการเรียนรู้ (Center for teaching and learning, 1993) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก คือ การจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ โดยผู้เรียนจะไม่ได้นั่งฟังการบรรยายเพียงอย่างเดียวแต่จะต้องมีการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้เกิดทักษะในด้านต่าง ๆ ซึ่งผู้เรียนจะมีการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์และสร้างองค์ความรู้ขึ้นจากการที่ได้อภิปรายหรือการจดบันทึก

เมเยอร์ส และโจนส์ (Meyers and Jones, 1993, p. 6) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกเกี่ยวกับการพูด ฟัง อ่าน เขียน และการไตร่ตรองแนวคิด และความรู้ที่ได้รับเป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

เชงเคอร์ (Shenker, Goss and Bernstein, 1996) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุกเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในบทบาทการเรียนรู้ของตนเองมากกว่าการรับความรู้หรือทักษะใหม่ ๆ จากผู้สอนมาใช้โดยที่ผู้เรียนเป็นผู้รับฝ่ายเดียว

ลอเรนเซน (Lorenzen, 2001) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน นักเรียนจะมีบทบาทในฐานะผู้ฟังและมีการจดบันทึกโดยบทบาทของผู้สอนต้องช่วยให้ผู้เรียนเกิดการค้นพบในระหว่างการทำงานของนักเรียน เพื่อให้เข้าใจในเนื้อหาที่สอน

จอห์นสัน (Johnson, 1991) กล่าวว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับการเรียนการสอน กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดขั้นสูง (Higher-Order Thinking) ซึ่งผู้เรียนต้องอ่าน เขียน ตั้งคำถาม และอภิปรายร่วมกัน ซึ่งผู้เรียนลงมือต้องลงปฏิบัติจริงในระหว่างการเรียนการสอน โดยต้องคำนึงถึงความรู้เดิมและความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญ ทั้งนี้ผู้เรียนจะถูกเปลี่ยนบทบาทจากผู้รับความรู้ไปสู่การมีส่วนร่วมในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

จุฑาภัทร์ รินทร์ศรี (2547, หน้า 73) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก คือ กระบวนการสร้างความรู้ที่ต้องอาศัยประสบการณ์ของผู้เรียนมาแลกเปลี่ยนกันทำ23ให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ อย่างต่อเนื่อง ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันเองและระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ทำ23ให้เกิดการขยายเครือข่ายการเรียนรู้ออกไปอย่างกว้างขวาง โดยอาศัยการแสดงออกโดยการพูดหรือการเขียน

ศักดิ์ ไซกิกิโย (2548, หน้า 12) กล่าวว่า การเรียนรู้เชิงรุก คือ การเรียนที่ผู้เรียนหาความหมายและทำความเข้าใจด้วยตนเองหรือร่วมกันกับเพื่อน เช่น ร่วมกันสืบ ค้นหาคำตอบ ร่วมอภิปราย ร่วมนำเสนอ และสรุปความคิดรวบยอดร่วมกัน หรืออีกนัยหนึ่งคือ การเปลี่ยนผู้เรียนจากการเป็นผู้นั่งฟังอย่างเดียวมาเป็นผู้เรียนที่ร่วมกิจกรรมการแสวงหาความรู้ที่ผู้สอนกำหนด

สมศรี ตั้งมงคลเลิศ (2548, หน้า 61) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้เชิงรุก คือ การที่ครูต้องส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเอง เปิดโอกาสให้เรียนรู้จากกิจกรรมที่หลากหลายและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ เช่น ให้ได้ออกแบบ วางแผนการสำรวจ ตรวจสอบและแก้ปัญหาด้วยตนเอง วางแผนในการประเมินผลงาน ทำงานเป็นกลุ่ม ร่วมอภิปราย ตลอดจนการพิจารณาไตร่ตรองผลงานของตนเองหรือของคนอื่นแล้วสะท้อนความคิดออกมา

พรเทพ รุ่งแผน (2549, หน้า 5) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้คิดและลงมือกระทำ (learning by thinking and doing) เพื่อแสวงหาความรู้ในสิ่งที่สนใจหรือมีข้อสงสัย จนกระทั่งได้คำตอบซึ่งถือว่าเป็นความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นด้วยตนเอง การจัดการเรียนรู้แบบนี้จึงช่วยสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ทำนายผู้เรียน สร้างความกระตือรือร้น และควมมีชีวิตชีวาให้กับผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2549, หน้า 3) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นการเรียนการสอนที่ผู้เรียนจะต้องทำการค้นหาเนื้อเรื่องเพื่อก่อให้เกิดองค์ความรู้โดยการพูด เขียน อ่าน ตั้งคำถาม หรือการเรียนการสอนที่ผู้เรียนได้ลงมือกระทำ อาจให้ผู้เรียนทำงานคนเดียวหรือทำงานเป็นกลุ่มก็ได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นบทบาทและการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของผู้เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบนี้จะช่วยสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน รวมทั้งส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนและผู้เรียนกับผู้สอน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นพัฒนากระบวนการเรียนรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะในด้านต่าง ๆ ซึ่งผู้เรียนจะมีการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์และสร้างองค์ความรู้ขึ้นจากการลงมือปฏิบัติ

หลักการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

เชงเคอร์ (Shenker, 1996) กล่าวถึง หลักการของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้

1. เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ลดบทบาทผู้สอนในการถ่ายทอดความรู้จากผู้สอนสู่ผู้เรียนให้น้อยลง และพัฒนาทักษะให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนมากขึ้น
2. ผู้เรียนต้องมีส่วนร่วมในชั้นเรียนโดยลงมือกระทำมากกว่านั่งฟังเพียงอย่างเดียว
3. ผู้เรียนต้องมีส่วนในกิจกรรม เช่น พูด อ่าน อภิปราย และเขียน
4. เน้นการสำรวจเจตคติและคุณค่าที่มีอยู่ในผู้เรียน
5. ผู้เรียนต้องได้พัฒนาการคิดขั้นสูง คือ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า และนำไปใช้
6. ผู้เรียนและผู้สอนรับข้อมูลป้อนกลับจากการสะท้อนความคิดได้อย่างรวดเร็ว

ซิลเบอร์แมน (Silberman, 1996, p. 4) กล่าวถึง ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนต้องมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนและผู้เรียนกับผู้สอน
2. ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ของตัวผู้เรียนเอง
3. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงสรุปได้ว่าหลักการของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก คือ การจัดการเรียนการสอนจะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน โดยลดบทบาทผู้สอนในการถ่ายทอดความรู้จากผู้สอนสู่ผู้เรียนให้น้อยลง และพัฒนาทักษะให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนมากขึ้น อีกทั้งยังเน้นการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนและผู้เรียนกับผู้สอน โดยการจัดการเรียนการสอนจะเน้นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ลงมือกระทำและจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ (2557) กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ไว้ดังนี้

1. ความรู้เกิดจากประสบการณ์ การสร้างองค์ความรู้ และการสรุปทบทวนของผู้เรียน
2. เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาศักยภาพทางสมอง ได้แก่ การคิด การแก้ปัญหา การนำความรู้ ไปประยุกต์ใช้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้
3. เป็นกระบวนการสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนอ่าน พูด ฟัง คิด

4. เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการคิดขั้นสูง
5. เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนบูรณาการข้อมูล ข่าวสาร สารสนเทศ และหลักการสู่การสร้างความคิดรวบยอด
6. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ มีการสร้างองค์ความรู้ การสร้างปฏิสัมพันธ์ ร่วมกัน และร่วมมือกันมากกว่าการแข่งขัน
7. ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้และจัดระบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง
8. ผู้เรียนได้เรียนรู้ความรับผิดชอบร่วมกัน การมีวินัยในการทำงาน และการแบ่งหน้าที่ ความรับผิดชอบ
9. ผู้สอนเป็นผู้อำนวยการความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเอง

ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

มัวร์ (Moore, 1992, pp. 22-23) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้

1. ขั้นนำ เป็นการนำผู้เรียนเข้าสู่บทเรียนด้วยสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เพื่อสร้างแรงจูงใจและสร้างแรงกระตุ้นให้กับผู้เรียน
2. ขั้นปฏิบัติ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนค้นหาแนวคิดของเนื้อหาในแต่ละหน่วยโดยใช้กระบวนการกลุ่มและให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดที่ค้นพบ
3. ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันสรุปบทเรียนในแต่ละเนื้อหา
4. ขั้นประเมินผล เป็นขั้นที่ผู้สอนให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด และประเมินผลจากแบบสังเกตพฤติกรรม ใบกิจกรรม และบันทึกการเรียนรู้

จอห์นสัน (Johnson, 1991) กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ไว้ 3 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นนำ (Advance Organizer) เป็นขั้นที่ผู้สอนแสดงให้ผู้เรียนเห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาที่จะสอนกับพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน โดยผู้สอนอาจใช้คำถาม หรือสร้างสถานการณ์ ให้ผู้เรียนเห็นโครงสร้างหรือแนวคิดหลักในเนื้อหา เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญและเกิดความรู้สึกที่อยากเรียนรู้เพิ่มขึ้น
2. ขั้นสอน (Collaborative activities) เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ อาจใช้กระบวนการกลุ่มเข้ามาร่วมเพื่อให้ผู้เรียนสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันเองและกับผู้สอน
3. ขั้นสรุป (Individual Summaries) เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียน สรุปเนื้อหาการเรียนรู้ตามความเข้าใจของตนเอง โดยการเขียนใจความสำคัญแล้วแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในชั้นเรียน อีกทั้งในขั้นตอนนี้ผู้สอนอาจประเมินผู้เรียนโดยการให้ทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม

บัญญัติ ขำนาญกิจ (2549, หน้า 4-5) กล่าวว่า สำนักงานสภาพัฒนาการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กระทรวงศึกษาธิการได้วิเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนดึงความรู้เดิมของตนมาเชื่อมโยงหรืออธิบายประสบการณ์ นำไปสู่การคิดเพื่อเกิดองค์ความรู้ใหม่ และแบ่งปันประสบการณ์ของตนกับผู้อื่น เป็นการรวบรวมมวลประสบการณ์ที่หลากหลายจากแต่ละคน เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้สิ่งใหม่ร่วมกัน ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกว่าตนมีความสำคัญเพราะได้มีส่วนร่วมในชั้นเรียนและได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์ ซึ่งการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ยังทำให้สัมพันธ์ภาพในกลุ่มผู้เรียนเป็นไปด้วยดี ผู้สอนไม่เสียเวลาในการอธิบายหรือยกตัวอย่าง เพียงแต่ใช้เวลาในการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เกิดการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ซึ่งกันและกัน และยังช่วยให้ผู้สอนได้ทราบถึงความรู้เดิมของผู้เรียน ซึ่งเป็นประโยชน์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป

2. ขั้นสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน ขั้นนี้ทำให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างสรรค์ มวลประสบการณ์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถ่องแท้ชัดเจนหรือเกิดองค์ความรู้ใหม่ ซึ่งกิจกรรมในขั้นนี้เป็นกิจกรรมกลุ่มที่เน้นการตั้งประเด็นให้ผู้เรียนได้คิดและได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกันอย่างลึกซึ้งจนเกิดความเข้าใจที่ชัดเจนและได้ข้อสรุปหรือองค์ความรู้ใหม่

3. ขั้นนำเสนอความรู้ เป็นขั้นที่ทำให้ผู้เรียนได้รับข้อมูลความรู้หรือข้อสรุปต่าง ๆ โดยครูเป็นผู้ให้ เพื่อใช้เป็นต้นทุนในการสร้างองค์ความรู้ใหม่หรือช่วยให้การเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้ทำได้โดยการให้แนวคิด ทฤษฎี หลักการ ข้อมูล ความรู้ ขั้นตอนนี้ทักษะ ซึ่งทำได้โดยการบรรยาย หรือการรวบรวมประสบการณ์ของผู้เรียนที่เป็นผลให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาสาระเพิ่มขึ้น หรือการรวบรวมข้อสรุปของการสะท้อนความคิดและอภิปรายประเด็นที่มอบหมายให้

4. ขั้นประยุกต์ใช้หรือลงมือปฏิบัติ เป็นขั้นที่ทำให้ผู้เรียนได้นำความคิดรวบยอดหรือข้อสรุป หรือองค์ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นไปประยุกต์ใช้หรือทดลองใช้ หรือเป็นการแสดงผลสำเร็จของการเรียนรู้ในองค์ประกอบอื่น ๆ ซึ่งผู้สอนใช้กิจกรรมในองค์ประกอบนี้ในการประเมินผลการเรียนรู้ได้และยังเป็นองค์ประกอบสำคัญที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รู้จักการนำไปใช้ในชีวิตจริง

บาลด์วิน และวิลเลียม (Baldwill and Williams, 1988, p. 187) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ไว้ 4 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นเตรียมความพร้อม เป็นขั้นนำผู้เรียนเข้าสู่เนื้อหา โดยการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการอยากที่จะเรียนรู้ต่อไป

2. ขั้นปฏิบัติงานกลุ่ม เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนเข้ากลุ่มย่อยเพื่อทำงานร่วมกัน และสรุปความคิดเห็นของกลุ่มอีกทั้งต้องแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันระหว่างกลุ่มอื่น ๆ โดยผู้สอนต้องเสริมข้อมูลให้สมบูรณ์

3. ชั้นประยุกต์ใช้ เป็นชั้นที่ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดหรือทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อเป็นการประเมินผลการเรียนรู้

4. ชั้นติดตามผล เป็นชั้นที่ผู้เรียนได้ค้นคว้าอิสระเพิ่มเติมโดยจัดทำเป็นรายงานหรือให้ผู้เรียนเขียนบันทึกประจำวัน รวมถึงให้ผู้เรียนเขียนสรุปความรู้ที่ได้รับในคาบเรียนนั้น ๆ

จากแนวคิดดังกล่าวของนักการศึกษาข้างต้นผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ของนักการศึกษา				
มัวร์ (Moore, 1992, pp. 22-23)	จอห์นสัน (Johnson, 1991)	บัญญัติ ชำนาญ กิจ (2549, หน้า 4-5)	บาลด์วิน และ วิลเลียม (Baldwill and Williams, 1988, p. 187)	ขั้นตอนของการจัดการ เรียนรู้เชิงรุก ตามแนวคิด ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น
1. ชี้นำ	1. ชี้นำ	1. ชี้นำ แลกเปลี่ยน ประสบการณ์	1. ชี้นำเตรียมความ พร้อม	1. ชี้นำสร้างความสนใจ
2. ชี้นำ ปฏิบัติ	2. ชี้นำสอน	2. ชี้นำสร้างองค์ ความรู้ร่วมกัน	2. ชี้นำปฏิบัติงาน กลุ่ม	2. ชี้นำจัดกิจกรรมการ เรียนรู้
3. ชี้นำสรุป	3. ชี้นำสรุป	3. ชี้นำเสนอ ความรู้ 4. ชี้นำประยุกต์ใช้ หรือลงมือปฏิบัติ		3. ชี้นำสรุปและ ประยุกต์ใช้
4. ชี้นำ ประเมินผล			3. ชี้นำประยุกต์ใช้ 4. ชี้นำติดตามผล	4. ชี้นำประเมินผล

จากการวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก จากแนวคิดของนักศึกษาดัง
ตารางที่ 3 ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกออกเป็น 4 ขั้นตอน โดยแต่ละขั้นตอน

ของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกจะมีการส่งเสริมและพัฒนาคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของ Anderson 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การจำแนกแยกแยะหรือแยกย่อย การจัดระบบ และการให้เหตุผล โดยแต่ละชั้น มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. **ชั้นสร้างความสนใจ** เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้และสนใจในเนื้อหาที่จะสอน ผู้สอนอาจใช้คำถามปลายเปิด หรือมีการจัดกิจกรรมสร้างแรงจูงใจ โดยผู้เรียนจะต้องแยกแยะความเกี่ยวข้องและความสำคัญ เพื่อดึงความรู้เดิมของตนมาเชื่อมโยงหรืออธิบายเหตุการณ์นั้น ๆ และยังช่วยให้ผู้สอนได้ทราบถึงความรู้เดิมของผู้เรียนว่าเป็นอย่างไร ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้พัฒนาคิดวิเคราะห์ด้านการจำแนกแยกแยะหรือแยกย่อย

2. **ชั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้** เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนทำการวางแผน กำหนดแนวทางในการหาคำตอบ สืบค้น สำรวจ ตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ และเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้กระบวนการกลุ่ม โดยผู้สอนให้ผู้เรียนเข้ากลุ่มย่อยเพื่อทำงานร่วมกัน อีกทั้งต้องแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันระหว่างกลุ่มอื่น ๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนหรือเกิดองค์ความรู้ใหม่ ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้พัฒนาคิดวิเคราะห์ด้านการจัดระบบ

3. **ชั้นสรุปและประยุกต์ใช้** เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนสรุปความรู้และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ โดยผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาแล้ว มาวิเคราะห์ สรุปผล อภิปรายผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยอ้างอิงหลักการและทฤษฎีประกอบ ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้พัฒนาคิดวิเคราะห์ด้านการให้เหตุผล

4. **ชั้นประเมินผล** เป็นขั้นที่ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ประเมินผลจากแบบสังเกตพฤติกรรม ใบกิจกรรม และบันทึกการเรียนรู้ โดยผู้สอนจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รู้จักการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตจริง หรือเป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้ค้นคว้าอิสระเพิ่มเติม ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้พัฒนาคิดวิเคราะห์ด้านการให้เหตุผล

บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

ณชนัน แก้วชัยเจริญกิจ (2550, หน้า 63) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้

1. จัดให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน กิจกรรมต้องสะท้อนความต้องการในการพัฒนาผู้เรียนและเน้นการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงของผู้เรียน
2. สร้างบรรยากาศของการมีส่วนร่วม และการเจรจาโต้ตอบที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียน
3. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นพลวัต ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในทุกกิจกรรม รวมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้
4. จัดสภาพการเรียนรู้แบบร่วมมือ ส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือในกลุ่มผู้เรียน

5. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ท้าทาย และให้โอกาสผู้เรียนได้รับวิธีการสอนที่หลากหลาย

6. วางแผนเวลาในการจัดการเรียนการสอนอย่างชัดเจนทั้งในส่วนของเนื้อหาและกิจกรรม

7. ครูผู้สอนต้องใจกว้าง ยอมรับในความสามารถในการแสดงออก และความคิดของผู้เรียน

ยัง (Yong, 2012) ได้แสดงทรรศนะบทบาทครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ว่าควรมีการจัดการเรียนการสอนที่มีลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. เน้นการสร้างจิตวิญญาณและทักษะในการสร้างปฏิสัมพันธ์ให้ความสำคัญกับผลงานที่ผู้เรียนสร้างขึ้น

2. สามารถสอนให้ผู้เรียนควบคุมโครงงานเองได้รู้จักวางแผนงานและกลยุทธ์ต่าง ๆ

3. ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ สนับสนุนและแนะแนว

4. เชื่อมโยงกับชุมชน เพื่อส่งเสริมกิจกรรมเข้าสู่ชุมชน

5. จัดสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน

6. สอนให้นำความรู้มาจากที่ต่าง ๆ

7. สอนให้ผู้เรียนรู้จักวิเคราะห์และใช้ทักษะในการแก้ปัญหาเป็น

ฟิงค์ (Fink, 1999) จำแนกบทบาทของผู้สอน ไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์เป้าหมายของการเรียนรู้และเลือกเทคนิคการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนรู้ตามแนวการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 1-2 วิธี ที่เหมาะสมกับเนื้อหาและสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนปฏิบัติ

2. เลือกใช้เทคนิคการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ง่ายและใช้เวลาไม่มากสำหรับการเริ่มต้น เช่น one minute paper หรือ Think-pair-share หรือให้ผู้เรียนแข่งขันกันตอบคำถามที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียนต่อไป เป็นต้น

3. มีการมอบหมายงานให้ผู้เรียนเพื่อการเตรียมตัวหรือเตรียมความรู้ก่อนการเข้าเรียน เช่น มีการมอบหมายให้อ่านเนื้อหาสาระที่จะเรียนหรือเรื่องที่เกี่ยวข้องในสิ่งที่เรียนล่วงหน้า

4. บอกถึงกิจกรรมและประโยชน์ที่จะได้รับจากการร่วมกิจกรรม

5. กระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง มีความเข้าใจและสร้างมนต์เสน่ห์ที่ได้จากการเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ เช่น มอบหมายให้ผู้เรียนศึกษาสื่อวิดีโอ โดยมีการตั้งคำถามและให้ผู้เรียนหาคำตอบ

6. การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ควรจัดเป็นกลุ่ม เพื่อการเรียนรู้ร่วมกันและกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา

7. สร้างสรรค์กิจกรรมอย่างหลากหลาย มีความยืดหยุ่นเพื่อขยายประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยการลงมือปฏิบัติ

8. ให้ความสำคัญและกระตุ้นให้เกิดการสร้างปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน โดยใช้ทักษะการสื่อสารแลกเปลี่ยนเรียนรู้

9. กิจกรรมการเรียนรู้ยึดปัญหาเป็นสำคัญ และกระตุ้นให้ผู้เรียนเลือกใช้วิธีแก้ปัญหาอย่างหลากหลายและเป็นระบบ

10. กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดขั้นสูง

11. ให้ผู้เรียนรับผิดชอบในผลงาน โดยกำหนดเวลาและงบประมาณที่ใช้

12. มีการสรุปแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันก่อนเริ่มเนื้อหาใหม่

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า บทบาทของครู คือ ผู้สร้างบรรยากาศการเรียนการสอน โดยเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้มีส่วนร่วมและส่งเสริมให้มีปฏิสัมพันธ์ที่ระหว่างผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียน สร้างความสนใจให้แก่ผู้เรียนจากการตั้งประเด็นปัญหาให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นที่แตกต่างกันอย่างอิสระ ผู้สอนจะเป็นผู้ที่ทำหน้าที่รับฟังที่ได้อาจใช้เทคนิคการแสดงความคิดเห็นในเชิงขัดแย้งเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดต่อและหาเหตุผลมาสนับสนุนความคิดเพิ่มเติม หรือการที่ผู้สอนแสดงความคิดเห็นคล้อยตามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนแต่ละคนได้มีส่วนร่วม ตลอดจนผู้สอนให้ข้อเสนอแนะคำอธิบายตามหลักการทฤษฎีที่กำหนดไว้เพิ่มเติม อีกทั้งผู้สอนควรจัดกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอนโดยเป็นกิจกรรมที่สะท้อนให้ผู้เรียนได้นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในทุกกิจกรรม การร่วมมือในกลุ่มผู้เรียนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ท้าทายความสามารถของผู้เรียนโดยการใช้วิธีการสอนที่หลากหลาย ตลอดจนเป็นกิจกรรมที่สนับสนุนให้ผู้เรียนประสบการณ์ความสำเร็จในการเรียนรู้

บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

ณัชนัน แก้วชัยเจริญกิจ (2550, หน้า 63) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้

1. ผู้เรียนต้องสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอน
2. ผู้เรียนต้องรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
3. ผู้เรียนต้องกระตือรือร้นและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม
4. ผู้เรียนต้องให้ความร่วมมือกับครูผู้สอนในการทำกิจกรรม

เชงเกอร์ (Shenker, 1996) สามารถจำแนกบทบาทของผู้เรียนได้ดังนี้

1. สามารถแสดงออกถึงพฤติกรรมมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง
2. สามารถแสดงออกถึงการทำงานแบบร่วมกันในการเรียนรู้ และการรับผิดชอบต่อ

บทบาทหน้าที่ของตน

3. มีความสามารถในการสื่อสาร ถ่ายทอดความคิดผ่านการเขียนอภิปรายโต้แย้ง ให้เหตุผลสามารถแสดงความคิดเห็นและแสดงทัศนคติ

4. มีปฏิสัมพันธ์ที่แสดงออกถึงการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง และระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน

5. สามารถแสดงความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วให้เข้ากับสถานการณ์ปัญหาใหม่ได้

6. สามารถแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลาย

7. สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและนำองค์ความรู้นั้นไปสร้างผลงาน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก คือ ผู้เรียนต้องมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม และรับผิดชอบต่อบทบาทหน้าที่ของตน อีกทั้งยังต้องสามารถถ่ายทอดความคิดผ่านการเขียน อภิปรายให้เหตุผล และสามารถแสดงความคิดเห็น ทัศนคติต่อเนื้อหาหรือกิจกรรมที่ได้ลงมือทำ รวมถึงการมีปฏิสัมพันธ์ที่แสดงออกถึงการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง และระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน โดยเมื่อเสร็จสิ้นการเรียนการสอน ผู้เรียนจะต้องสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและนำองค์ความรู้นั้นไปสร้างผลงานหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีผู้ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวไว้ดังนี้

กระทรวงศึกษาธิการ (2542) ได้ระบุว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่ต้องอาศัยทักษะหรือต้องอาศัยความรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่ง โดยเฉพาะ

อารีย์ วชิรวรการ (2542) ได้สรุปว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ผลที่เกิดจากการเรียนการสอน การฝึกประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งในโรงเรียน นอกโรงเรียน รวมถึงสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ความรู้สึกล่าม้าย ซึ่งเป็ผลมาจากการฝึกการสอนและอบรมก็นับเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้เช่นกัน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ผลการทดสอบความรู้ ทักษะ สมรรถภาพของสมองในด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนหลังจากการเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ ว่ามีความสามารถในวิชาที่เรียนมากน้อยเพียงใด

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ความรู้ความสามารถที่ผู้เรียนได้รับหลังการเรียน ซึ่งจะทราบว่ามีปริมาณมากน้อยเพียงใด โดยสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ผลที่เกิดจากกระบวนการเรียนการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งพิจารณาจากคะแนนสอบโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรูปแบบต่าง ๆ

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องพิจารณาให้ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาในการเรียนรู้ ซึ่งสามารถวัดได้หลากหลายแนวทาง โดยแนวคิดของบลูม (Bloom, 1956) Bloom's Taxonomy ได้จำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้เป็น 3 ด้าน คือ พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) พฤติกรรมด้านจิตพิสัย (Affective domain) และ พฤติกรรมด้านทักษะพิสัย (Psychomotor domain) ซึ่งบลูมได้จำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยเป็น 6 ชั้น ดังนี้

1. ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกเรื่องราวหรือสิ่งที่เคยเรียน
2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการแปลความ ตีความ และขยายความ สื่อความหมายต่าง ๆ ที่ได้พบเห็นเป็นพฤติกรรมที่สามารถดัดแปลงแก้ไขสิ่งที่ยากเป็นสิ่งที่ง่าย
3. การนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถที่สำคัญ 3 ประการ คือ นำหลักวิชาไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ และสามารถยกตัวอย่างและสาธิต สิ่งที่ยาเรียนรู้มาแล้วได้ในรูปแบบใหม่
4. การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง คำถามที่สามารถแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ และมองถึงส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญแต่ละเหตุการณ์ว่าเกี่ยวข้องอย่างไรและอาศัยหลักการใด
5. การสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง ความสามารถในการรวมสิ่งต่าง ๆ ตั้งแต่สองสิ่งขึ้นไปเข้าด้วยกัน เพื่อให้เป็นสิ่งใหม่ในอีกรูปหนึ่งมีคุณลักษณะ โครงสร้างหรือหน้าที่ใหม่ แปลกแตกต่างไปจากเดิมก่อนนำมารวมกัน
6. การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าของความคิดทุกชนิด เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้การพิจารณาตัดสินอาจเป็นในรูปของปริมาณหรือคุณภาพก็ได้

นอกจากนี้แอนเดอร์สัน (Anderson and Krathwohl, 2001) ได้นำเสนอแนวคิดที่ได้ทำการปรับปรุงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของ Bloom's Taxonomy ซึ่ง Anderson & Krathwohl ทำการจำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยได้ 6 ชั้น ดังนี้

1. การจำ (Remembering) เป็นระดับพื้นฐานของการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการดึงเอาความรู้จากการเตือนความจำได้จากความจำระยะยาวของคนออกมา เพื่อกำหนดการเรียนรู้ให้พัฒนาต่อไปในระดับที่สูงขึ้นที่ได้จากความรู้เดิมของคนจำ เรียกความรู้ที่เกี่ยวข้องจากหน่วยความจำระยะยาว เช่น การจำได้ หรือการระลึกได้ เป็นต้น

2. การเข้าใจ (Understanding) เป็นกระบวนการสร้างความรู้อย่างมีความหมาย จากสื่อ จากการอธิบาย การพูด การเขียน การแยกแยะ การเปรียบเทียบ การจัดหมวดหมู่ หรือการอธิบายที่จะนำไปสู่ความเข้าใจในสิ่งที่กำลังเรียนรู้เข้าใจ กำหนดความหมายของสิ่งที่เรียนจากการเขียนหรือสื่อ เช่น การตีความหรือแปลความหมาย การให้ตัวอย่าง การจำแนกจัดกลุ่ม การสรุปอ้างอิง การเปรียบเทียบ หรือการอธิบาย เป็นต้น

3. การประยุกต์ใช้ (Applying) เป็นการนำความรู้ ความเข้าใจไปประยุกต์ใช้หรือนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ด้วยกระบวนการหรือวิธีการดำเนินการอย่างเป็นขั้นเป็นตอน เช่น การดำเนินการ การกระทำหรือการใช้ประโยชน์ เป็นต้น

4. การวิเคราะห์ (Analyzing) เป็นกระบวนการนำส่วนต่าง ๆ ของการเรียนรู้มาประกอบเป็นโครงสร้างใหม่ ด้วยการพิจารณาว่ามีส่วนใดสัมพันธ์กับส่วนอื่นอย่างไร โดยพิจารณาโครงสร้างโดยรวมของสิ่งที่เรียนรู้ แยกแยะวัตถุประสงค์ที่แตกต่างผ่านกระบวนการอย่างเป็นระบบ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่

4.1 การจำแนกแยกแยะหรือแยกย่อย (Differentiating) เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยต่าง ๆ ทั้งเหตุการณ์เรื่องราว สิ่งของออกเป็นส่วนย่อย ๆ ให้เข้าใจง่ายอย่างมีหลักเกณฑ์สามารถบอกรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ และสามารถแยกแยะความสำคัญ เมื่อต้องการเลือกเอาเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องหรือสำคัญ ซึ่งแตกต่างกับความเข้าใจตรงที่ต้องสามารถบอกได้ว่าข้อมูลส่วนน้อยนี้สัมพันธ์กับข้อมูลส่วนที่เหลืออย่างไร

4.2 การจัดระบบ (Organizing) เป็นความสามารถในการจัดประเภทจัดลำดับจัดกลุ่มของสิ่งที่มีลักษณะ คล้ายคลึงกันเข้าด้วยกันโดยยึดโครงสร้างลักษณะหรือคุณสมบัติที่เป็นประเภทเดียวกัน และสามารถที่จะรวมทุกอย่าง ไม่ว่าจะเป็นการสื่อสาร สถานการณ์ หรือการระลึกได้ มาไว้ในโครงสร้างเดียวกัน โดยเมื่อต้องเผชิญกับปัญหาใดปัญหาหนึ่ง และสามารถที่จะระบุความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่าง ๆ ได้

4.3 การให้เหตุผล (Attributing) เป็นความสามารถในการจับประเด็นและสรุปผลจากสิ่งที่กำหนดให้ และสามารถแสดงให้เห็นถึงความคิดเห็นหรือจุดประสงค์ที่มาจากการสื่อสารต่าง ๆ ได้

5. การประเมินผล (Evaluating) เป็นการตัดสินใจตรวจสอบสิ่งที่ได้ จากการเรียนรู้สู่ บริบทของตนเองที่สามารถวัดได้ และตัดสินใจได้ว่าอะไรถูกหรือผิดบนเงื่อนไข และมาตรฐานที่สามารถ ตรวจสอบได้บนพื้นฐานของเหตุผลและเกณฑ์ที่ชัดเจน

6. การสร้างสรรค์ (Creating) เป็นการเรียนรู้ในระดับสูงเพื่อให้ได้องค์ประกอบของสิ่งที่ เรียนรู้ร่วมกันด้วยการสังเคราะห์ เพื่อเชื่อมโยงรูปแบบใหม่ของสิ่งที่เรียนรู้หรือโครงสร้างของความรู้ที่ ผ่านการวางแผนและการสร้างหรือการผลิตอย่างเหมาะสม เช่น การสร้าง การวางแผน หรือการผลิต เป็นต้น

ส่วนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของคอปเฟอร์ (Klopper, 1971) นั้น สามารถจำแนกได้เป็น 4 ชั้น ดังนี้

1. ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับ ข้อเท็จจริง นิยาม มโนคติ ข้อตกลง วิธีการ หลักการ กฎ ทฤษฎี และแนวคิดที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะแสดงออกโดยสามารถให้คำจำกัดความ หรือจัดบันทึก อ่านสัญลักษณ์ และให้ข้อสรุปได้

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความ นักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออกโดยสามารถเปรียบเทียบแสดง ความสัมพันธ์ อธิบาย ชี้แจง จำแนก จัดเข้าหมวดหมู่ ยกตัวอย่าง ให้เหตุผล จับใจความ เขียน ตัดสินใจเลือก แสดงความคิดเห็น จัดเรียงลำดับ อ่านกราฟแผนภูมิและแผนภาพได้ การวัดพฤติกรรม ความเข้าใจ ลักษณะข้อสอบจะถามให้นักเรียนอธิบายหรือบรรยายความรู้ต่าง ๆ ด้วยคำพูดของ ตนเองหรือระบุข้อเท็จจริง หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง กับสถานการณ์ที่กำหนดให้ หรือให้ แปลความหมายสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของข้อความ สัญลักษณ์ รูปภาพหรือ แผนภาพ เป็นต้น

3. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกในการ แสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการดำเนินการจะต้องอาศัย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)

4. การนำความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการ ผสมผสานความรู้ และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ข้อสอบวัด พฤติกรรมด้านการนำไปใช้ส่วนใหญ่จะมีลักษณะแบบยกสถานการณ์ใหม่ ๆ มาให้นักเรียนแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนต้องมีความเข้าใจในแนวคิดหลักที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือสถานการณ์ รวมทั้งต้องใช้ ความสามารถระดับสูง ประกอบด้วยการวิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินค่า ตลอดจนยุทธวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหานั้น

จากการศึกษาการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทำให้ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การวัดพฤติกรรมการเรียนรู้สามารถแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย โดยผู้วิจัยเลือกใช้หลักการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยของ Anderson & Krathwohl ซึ่งเป็นการปรับปรุงมาจาก Bloom's Taxonomy โดยจำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยได้ 6 ชั้น ได้แก่ การจำ การเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินผล และการสร้างสรรค์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญชม ศรีสะอาด (2545) ได้ให้ความหมายว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึงแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอบ

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2548) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ แบบทดสอบที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ด้านเนื้อหาวิชาและทักษะต่าง ๆ ของแต่ละสาขาวิชาที่ผู้เรียนได้เรียนมาแล้วหรือกำลังเรียนอยู่ว่ารับรู้ได้มากน้อยเพียงใด แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้นมักมีความมุ่งหมายที่สำคัญ คือ ใช้วัดผลการเรียนรู้ด้านเนื้อหาวิชา ทักษะของแต่ละวิชา โดยเฉพาะสาขาทั้งหลายที่ได้จัดการเรียนการสอนในระดับชั้นเรียนต่าง ๆ ลักษณะแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์มีลักษณะ ดังนี้

1. เนื้อหาหรือทักษะในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์นั้นต้องอยู่ในรูปของพฤติกรรมที่จะสื่อสารไปยังบุคคลอื่นได้ ถ้าเป้าหมายไม่อยู่ในเชิงพฤติกรรมแล้วย่อมไม่สามารถวัดผลสัมฤทธิ์ได้ชัดเจน
2. ผลผลิตที่แบบทดสอบวัดนั้นจะต้องเป็นผลผลิตเฉพาะที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอนตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการเท่านั้น
3. ผลสัมฤทธิ์หรือความรู้ต่าง ๆ ที่แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วัดได้นั้น ถ้านำไปเปรียบเทียบกันแล้วผู้เข้าสอบทุกคนต้องมีโอกาสได้เรียนรู้อย่างเท่าเทียมกัน

สมบูรณ์ ดันยะ (2545) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนแต่ละคนได้เรียนรู้อแล้วเป็นการวัดเพื่อให้นักเรียนทราบว่านักเรียนเรียนรู้อะไรในอดีตมากน้อยเพียงใด และสามารถนำความรู้มาใช้ได้เพียงใด ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบแบบอัตนัยหรือแบบความเรียง (Essay or subjective test)
2. แบบทดสอบถูกผิด (True-false test)
3. แบบทดสอบแบบเติมคำ (Completion test)
4. แบบทดสอบแบบจับคู่ (Matching test)
5. แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice test)

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ได้แบ่งเครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งเป็นข้อบกพร่อง ตรงไหนจะได้ซ่อมเสริม หรือวัดดูความพร้อมก่อนที่จะสอนเรื่องใหม่

2. แบบทดสอบมาตรฐาน สร้างจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา หรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอ จึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้น ซึ่งสามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผล เพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้เพื่อใช้วัดอัตราการพัฒนาการของเด็กแต่ละวัยในแต่ละกลุ่มแต่ละภาคก็ได้ จะใช้สำหรับให้ครูวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างวิชาการต่าง ๆ ในเด็กแต่ละคนก็ได้ ข้อสอบมาตรฐานนั้น นอกจากจะมีคุณภาพของแบบทดสอบสูงแล้วยังมีมาตรฐานในด้านวิธีการสอบ คือไม่ว่าโรงเรียนใดหรือส่วนราชการใดจะนำไปใช้ต้องดำเนินการสอบแบบเดียวกัน แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือการสอบบอกถึงวิธีการสอบว่าทำอย่างไรและยังมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนนอีกด้วย ทั้งแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐาน วิธีการสร้าง ข้อคำถามที่เหมือนกันคือเป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ได้สอนนักเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ แบบทดสอบหรือชุดข้อสอบที่ใช้วัดความสำเร็จ หรือความสามารถในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่เป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูผู้สอน ว่าผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้เพียงใด โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบอัตนัย (Subjective test) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถามแล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้และเขียนข้อคิดเห็นของแต่ละคน

2. ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด (True-false test) คือข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดั้งกล่าวเป็นแบบคงที่ และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยค หรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ แล้วให้ตอบเติมคำหรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้น เพื่อให้มีความสมบูรณ์และถูกต้อง

4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ (Short answer test) เป็นข้อสอบที่คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำแต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ แล้วให้ผู้ตอบเขียนคำตอบที่ตรงการจะตอบให้สั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิดหนึ่งโดยมีค่าหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ด้าน แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่งจะคู่กับค่าหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่งซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรโดยวิธีใดอย่างหนึ่ง ตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice test) คำถามแบบเลือกตอบโดยทั่วไป จะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนั้นจะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้พิจารณาแล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่ดี นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกันจากประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถของผู้เรียนด้านพุทธิพิสัย แบบทดสอบประเภทนี้ต้องมีความตรงตามเนื้อหา แนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีรายละเอียด ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2545) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอิงกลุ่ม ไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหาวิชาและทำตารางกำหนดลักษณะข้อสอบ
2. กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ หลักในการเขียนข้อคำถามศึกษาเทคโนโลยีในการเขียนข้อสอบเพื่อนำมาใช้ในการเขียนข้อสอบ
3. เขียนข้อสอบ โดยใช้ตารางกำหนดลักษณะของข้อสอบที่จัดทำไว้ในขั้นที่ 1 เป็นกรอบซึ่งจะทำให้สามารถออกข้อสอบวัดได้ครอบคลุมทุกหัวข้อเนื้อหาและทุกสมรรถภาพ
4. ตรวจสอบข้อสอบ โดยพิจารณาถึงความถูกต้องตามหลักวิชา
5. พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง
6. ทดลองใช้วิเคราะห์คุณภาพและปรับปรุง
7. พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง

ส่วนขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์ มีดังนี้

1. วิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหาวิชา
2. กำหนดพฤติกรรมย่อยที่จะออกข้อสอบ
3. กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ
4. เขียนข้อสอบ ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
5. ตรวจสอบข้อสอบ
6. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา
7. พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง

8. ทดลองใช้วิเคราะห์คุณภาพและปรับปรุง

9. พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545) กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้
ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร
2. กำหนดจุดประสงค์เรียนรู้ ตารางวิเคราะห์เครื่องมือ ลักษณะการสร้าง
3. กำหนดชนิดของข้อทดสอบและศึกษาวิธีการสร้าง
4. เขียนข้อทดสอบ
5. ตรวจสอบคำตอบ
6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง
7. ทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ
8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง

จากการศึกษาขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถสรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีขั้นตอนการสร้างดังนี้ 1) ศึกษาหลักสูตร วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร 2) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ 3) กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ 4) สร้างแบบทดสอบ 5) ตรวจสอบข้อสอบ 6) พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง 7) ทดลองใช้วิเคราะห์คุณภาพและปรับปรุง 8) จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง เพื่อเตรียมนำไปใช้ ซึ่งในงานวิจัยนี้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีการวัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามวัตถุประสงค์ของการวัดผลการเรียนรู้ และความสอดคล้องของเนื้อหาของบทเรียน โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้หลักการวัดผลในด้านพุทธิพิสัยตามหลักของ Anderson & Krathwohl ซึ่งเป็นการปรับปรุงมาจาก Bloom's Taxonomy ที่วัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน ได้แก่ การจำ การเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินผล และการสร้างสรรค์ โดยเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยมีความเหมาะสมในการนำมาใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเนื้อหาวิชาของนักเรียน เนื่องจากแบบทดสอบแบบปรนัยทำให้แบบทดสอบมีความตรงเชิงเนื้อหาที่ดี เพราะสามารถออกข้อสอบให้ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ได้หลากหลาย

การคิดวิเคราะห์

ความหมายของการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถในด้านการคิดวิเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วยทักษะสำคัญหลายประการ เช่น ทักษะการจำแนกแยกแยะ ทักษะการคาดคะเน รวมถึงทักษะการสรุปหลักการ

เพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจด้วยเหตุผล เป็นต้น ดังนั้นการคิดวิเคราะห์จึงเป็นทักษะการคิดระดับสูงที่มี นักการศึกษา และนักวิชาการ ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้มากมาย ดังนี้

ราชบัณฑิตยสถาน (2546, หน้า 1071) กล่าวว่าไว้ว่าการคิดวิเคราะห์ หมายถึงความชำนาญในการคิดใคร่ครวญอย่างละเอียดรอบคอบในเรื่องราวต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยหาส่วนดี ส่วนบกพร่อง หรือ จุดเด่นจุดด้อยของเรื่องนั้น ๆ แล้ว เสนอแนะสิ่งที่ดีสิ่งที่เหมาะสมนั้นอย่างยุติธรรม

สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2548, หน้า 5) ได้ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ คือ การระบุเรื่องหรือปัญหา การจำแนกแยกแยะ การเปรียบเทียบข้อมูลอื่น ๆ และตรวจสอบข้อมูลอย่างชำนาญหรือหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้และแม่นยำเพียงพอแก่การตัดสินใจ

วีชรา เล่าเรียนดี (2547, หน้า 7) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์หมายถึง ความสามารถในการแยกย่อย แนวคิด ข้อโต้แย้ง ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ให้เป็นส่วนย่อย โดยใช้คำถามเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์

จุฑามาศ เจริญธรรม (2549, หน้า 35) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราวหรือเหตุการณ์ และการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบ เหล่านั้น เพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริงหรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้

จากการศึกษาความหมายของการคิดวิเคราะห์ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ คือ ความสามารถในการพิจารณาไตร่ตรองแก้ปัญหาที่แม่นยำมีความละเอียดในการจำแนกแยกแยะ เปรียบเทียบข้อมูลเรื่องราวเหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างชำนาญ โดยการหาหลักฐานที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงหรือข้อมูลที่นำเชื่อถือมาสนับสนุนหรือยืนยันเพื่อพิจารณาอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจเชื่อหรือสรุป

องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์เป็นทักษะที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อการดำรงชีวิต เพื่อให้การคิดวิเคราะห์นั้นมีประสิทธิภาพใกล้เคียงและถูกต้องมากที่สุดจะต้องอาศัยองค์ประกอบหลายอย่าง โดยมี นักการศึกษา และนักวิชาการได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ไว้ ดังนี้

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 53) กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า การคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่

1. การวิเคราะห์ส่วนประกอบ เป็นความสามารถในการแยกแยะ ค้นหาส่วนประกอบ ที่สำคัญของสิ่งของหรือเรื่องราวต่าง ๆ เช่น การวิเคราะห์ส่วนประกอบของพืช หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่าง ๆ โดยระบุความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผล หรือความแตกต่าง ระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาหลักความสัมพันธ์ ส่วนสำคัญในเรื่องนั้น ๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด

บลูม (Bloom, 1956) กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า การคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่

1. การคิดวิเคราะห์ความสำคัญหรือเนื้อหาของสิ่งต่าง ๆ (Analysis of Element) เป็นความสามารถในการแยกแยะได้ว่า สิ่งใดจำเป็น สิ่งใดสำคัญ สิ่งใดมีบทบาทมากที่สุด ซึ่งประกอบด้วย

1.1 วิเคราะห์ชนิด เป็นการให้นักเรียนวินิจฉัยว่าสิ่งนั้น เหตุการณ์นั้น จัดเป็นชนิดใด ลักษณะใด เพราะเหตุใด

1.2 วิเคราะห์สิ่งสำคัญ เป็นการวินิจฉัยว่าสิ่งใดสำคัญ สิ่งใดไม่สำคัญ การหาสาระสำคัญ ข้อความหลัก ข้อสรุป จุดเด่น จุดด้อยของสิ่งต่าง ๆ

1.3 วิเคราะห์เลศนัย เป็นการมุ่งเน้นสิ่งที่แอบแฝงซ่อนเร้น หรืออยู่เบื้องหลังจากสิ่งที่เห็น ซึ่งมีได้บ่งบอกตรง ๆ แต่มีร่องรอยของความเป็นจริงซ่อนเร้นอยู่

2. การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationship) เป็นการค้นหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ว่ามีอะไรสัมพันธ์กัน สัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างไร สัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด สอดคล้องหรือขัดแย้งกัน ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ด้าน ได้แก่

2.1 วิเคราะห์ชนิดของความสัมพันธ์ เช่น มุ่งให้คิดว่าเป็นความสัมพันธ์แบบใด มีสิ่งใดสอดคล้องกันหรือไม่สอดคล้องกัน มีสิ่งใดเกี่ยวข้องกับเรื่องนี้

2.2 วิเคราะห์ขนาดของความสัมพันธ์ เช่น สิ่งใดเกี่ยวข้องมากที่สุด สิ่งใดเกี่ยวข้องน้อยที่สุด เรียงลำดับมากน้อยของสิ่งของต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกัน

2.3 วิเคราะห์ขั้นตอนความสัมพันธ์ เช่น เมื่อเกิดสิ่งนี้แล้ว เกิดผลลัพธ์อะไรตามมาบ้าง ตามลำดับ การเรียงลำดับขั้นตอนของเหตุการณ์

2.4 วิเคราะห์จุดประสงค์และวิธีการ เช่น การกระทำแบบนี้เพื่ออะไร เมื่อทำอย่างนี้แล้วจะเกิดผลสัมฤทธิ์อะไร มีเป้าหมายอะไร มีจุดมุ่งหมายอะไร

2.5 วิเคราะห์สาเหตุและผล เช่น สิ่งใดเป็นสาเหตุของเรื่องนี้ หากไม่ทำอย่างนี้ ผลจะเป็นอย่างไร ข้อความใดเป็นเหตุเป็นผลแก่กัน หรือขัดแย้งกัน

2.6 วิเคราะห์แบบความสัมพันธ์ในรูปอุปมาอุปไมย เช่น บินเร็วเหมือนนก ซ้อนคู่กับล้อ ตะปูจะคู่กับอะไร

3. การคิดวิเคราะห์เชิงหลักการ (Analysis of Organizational Principles) หมายถึง การค้นหา โครงสร้างระบบ เรื่องราว สิ่งของและการทำงานต่าง ๆ ว่าสิ่งเหล่านั้น ดำรงอยู่ได้ในสภาพเช่นนี้เนื่องจากอะไร มีอะไรเป็นแกนหลัก มีหลักการอย่างไร มีเทคนิคอะไรหรือยึดถือคติใด มีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยง ซึ่งการคิดวิเคราะห์หลักการ เป็นการวิเคราะห์ที่ถือว่ามีความสำคัญที่สุด แต่การจะ

วิเคราะห์เชิงหลักการได้ดีจะต้องมีความรู้ความสามารถในการวิเคราะห์องค์ประกอบ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้ดีเสียก่อน เพราะผลจากความสามารถในการวิเคราะห์องค์ประกอบและวิเคราะห์ความสัมพันธ์จะทำให้สามารถสรุปเป็นหลักการได้

แอนเดอร์สัน (Anderson and Krathwohl, 2001) ได้ทำการปรับปรุงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของ Bloom's Taxonomy ซึ่ง Anderson & Krathwohl ทำทำการปรับปรุง Bloom's Taxonomy และกล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่าการคิดวิเคราะห์ เป็นกระบวนการนำส่วนต่าง ๆ ของการเรียนรู้มาประกอบเป็นโครงสร้างใหม่ ด้วยการพิจารณาว่ามีส่วนใดสัมพันธ์กับส่วนอื่นอย่างไร โดยพิจารณาโครงสร้างโดยรวมของสิ่งที่เรียนรู้ แยกแยะวัตถุประสงค์ที่แตกต่างผ่านกระบวนการอย่างเป็นระบบ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1. การจำแนกแยกแยะหรือแยกย่อย (Differentiating) เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยต่าง ๆ ทั้งเหตุการณ์เรื่องราว สิ่งของออกเป็นส่วนย่อย ๆ ให้เข้าใจง่ายอย่างมีหลักเกณฑ์สามารถบอกรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ และสามารถแยกแยะความสำคัญ เมื่อต้องการเลือกเอาเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องหรือสำคัญ ซึ่งแตกต่างกับความเข้าใจตรงที่ต้องสามารถบอกได้ว่าข้อมูลส่วนน้อยนี้สัมพันธ์กับข้อมูลส่วนที่เหลืออย่างไร

2. การจัดระบบ (Organizing) เป็นความสามารถในการจัดประเภทจัดลำดับจัดกลุ่มของสิ่งที่มีลักษณะ คล้ายคลึงกันเข้าด้วยกันโดยยึดโครงสร้างลักษณะหรือคุณสมบัติที่เป็นประเภทเดียวกัน และสามารถที่จะรวมทุกอย่าง ไม่ว่าจะเป็นการสื่อสาร สถานการณ์ หรือการระลึกได้ มาไว้อยู่ในโครงสร้างเดียวกัน โดยเมื่อต้องเผชิญกับปัญหาใดปัญหาหนึ่ง และสามารถที่จะระบุความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่าง ๆ ได้

3. การให้เหตุผล (Attributing) เป็นความสามารถในการจับประเด็นและสรุปผลจากสิ่งที่กำหนดให้ และสามารถแสดงให้เห็นถึงความคิดเห็นหรือจุดประสงค์ที่มากับการสื่อสารต่าง ๆ ได้

คลาร์ก (Clark, 1970) กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ว่า ประกอบด้วย 3 ด้าน ดังนี้

1. การวิเคราะห์เนื้อหา ประกอบด้วย

- 1.1 ความสามารถในการจำแนกและสรุปความรู้
- 1.2 ความสามารถในการบอกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและข้อสมมุติฐาน
- 1.3 ความสามารถในการระบุข้อมูลสำคัญ
- 1.4 ความสามารถอธิบายปัจจัยที่ทำให้บุคคลและกลุ่มต่าง ๆ มีความแตกต่างกัน
- 1.5 ความสามารถในการสรุปข้อความได้

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ประกอบด้วยความสามารถในด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ 5 ส่วน ได้แก่

- 2.1 ความสามารถเชื่อมโยงความคิดต่างๆ
 - 2.2 ความสามารถตัดสินใจว่าข้อมูลนั้น ๆ สมเหตุสมผลหรือไม่
 - 2.3 ความสามารถตรวจสอบความถูกต้องของสมมุติฐานที่อ่าน
 - 2.4 ความสามารถเชื่อมโยงเหตุผลในแต่ละสถานการณ์
 - 2.5 ความสามารถวิเคราะห์ข้อความที่ขัดแย้งที่ปรากฏในเนื้อเรื่อง
3. การวิเคราะห์หลักการ ประกอบด้วย
 - 3.1 ความสามารถวิเคราะห์รูปแบบและโครงสร้างของข้อมูล
 - 3.2 ความสามารถวิเคราะห์วัตถุประสงค์ของผู้เขียน
 - 3.3 ความสามารถในการเชื่อมโยงความคิดรวบยอดเป็นหลักการ
 - 3.4 ความสามารถในการเรียนรู้เทคนิควิธีการที่ปรากฏในเนื้อเรื่อง
 - 3.5 ความสามารถแยกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและอคติที่มีอยู่ได้

จากการศึกษาองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ พบว่ามีนักวิชาการได้ทำการจำแนกองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ไว้หลากหลายด้าน เช่น การวิเคราะห์หลักการ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นต้น โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการเลือกใช้องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ ตามแนวคิดของ Anderson & Krathwohl ซึ่งมีการจำแนกองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ ไว้ 3 ด้าน ดังนี้ 1) การจำแนกแยกแยะหรือแยกย่อย (Differentiating) เป็นความสามารถในการแยกแยะคุณสมบัติทางกายภาพของสิ่งต่าง ๆ ที่รับรู้เข้ามาว่ามีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร รวมถึงการจำแนกส่วนต่าง ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือสิ่งของออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้ 2) การจัดระบบ (Organizing) เป็นความสามารถในการจัดประเภท จัดลำดับ หรือจัดกลุ่มของสิ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันเข้าด้วยกันโดยระบุคุณสมบัติร่วมกันของวัตถุนั้น ๆ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ทำให้สิ่งเหล่านั้นต่างจากกลุ่มอื่น ๆ รวมถึงสามารถระบุความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่าง ๆ ได้ และ 3) การให้เหตุผล (Attributing) เป็นความสามารถในการจับประเด็นและสรุปผลจากสิ่งที่กำหนดให้เพื่อยืนยันว่าข้อสรุปที่ได้มานั้นเป็นความจริง รวมถึงสามารถบอกถึงจุดประสงค์ที่มากับการสื่อสารต่าง ๆ ได้

การวัดและการประเมินการคิดวิเคราะห์

ทิสนา แคมมณีและคณะ (2536) กล่าวว่า การประเมินการคิดวิเคราะห์นั้นต้องประเมินตามองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ทั้ง 3 ด้าน ดังนี้

1. การวิเคราะห์หลักการ คือ ความสามารถในการกำหนดเกณฑ์ในการจำแนกข้อมูล
2. การวิเคราะห์เนื้อหา คือ ความสามารถในการแยกข้อมูลเนื้อเรื่องได้ตามหลักเกณฑ์
3. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ คือ ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลในแต่ละองค์ประกอบ

ละองค์ประกอบ

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 157) กล่าวว่า การประเมินผลการคิดวิเคราะห์เป็นสิ่งจำเป็นในการจัดกระบวนการเรียนรู้ เพราะผลการประเมินจะทำให้ผู้สอนทราบถึงความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดเตรียมกิจกรรมสภาพแวดล้อมให้สอดคล้องกับความสามารถ ความต้องการ และความสนใจของผู้เรียน แนวทางในการประเมินผลการคิดวิเคราะห์ สามารถจำแนกได้เป็น 2 แนวทางใหญ่ ๆ ดังนี้

1. การประเมินผลด้วยการใช้แบบทดสอบ

1.1 การใช้แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นลักษณะแบบทดสอบมาตรฐานที่มีผู้สร้างไว้แล้ว สำหรับใช้วัดความสามารถในการคิด สามารถจัดกลุ่มได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ แบบทดสอบการคิดทั่วไป และแบบทดสอบการคิดเฉพาะด้าน

1.2 การสร้างแบบวัดการคิดขึ้นใช้เอง แบบทดสอบมาตรฐานสำหรับการคิดที่นิยมใช้กันทั่วไปนั้น บางครั้งอาจไม่สอดคล้องกับเป้าหมายในการวัดของท่าน ซึ่งท่านเองก็สามารถสร้างแบบทดสอบการคิดขึ้นใช้เอง เพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการในการวัดของท่าน

2. การประเมินผลตามสภาพจริง การประเมินผลและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิดนั้นมี ความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกันอย่างแยกกันไม่ได้ เพราะผู้สอนจะต้องทำหน้าที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ และประเมินผลควบคู่กันไปด้วย

ลักษณะ สรวิวัฒน์ (2549, หน้า 85) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นการศึกษาหาระดับความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่ามีจุดมุ่งหมายอะไร แต่ละเหตุการณ์เกี่ยวข้องกันอย่างไร โดยแบ่งออกตามประเภทเนื้อหาที่วัด ได้แก่ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

จากแนวคิดของนักการศึกษาดังกล่าว ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การวัดและประเมินผลการคิดวิเคราะห์สามารถทำได้ด้วยการใช้แบบทดสอบและการประเมินผลตามสภาพจริง ซึ่งการประเมินผลการคิดวิเคราะห์นั้นจะต้องประเมินให้ครอบคลุมองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ทั้ง 3 ด้าน คือ 1) การจำแนกแยกแยะหรือแยกย่อย 2) การจัดระบบ (organizing) และ 3) การให้เหตุผล (attributing) ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้การวัดและประเมินผลการคิดวิเคราะห์ด้วยการใช้แบบทดสอบ โดยแบบทดสอบนี้เป็นแบบวัดการคิดขึ้นใช้เอง ซึ่งแบบวัดนี้มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ ให้ครอบคลุมองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ 3 ด้าน ได้แก่ การจำแนกแยกแยะหรือแยกย่อย 5 ข้อ การจัดระบบ 5 ข้อ และการให้เหตุผล 5 ข้อ

เจตคติต่อวิชาเคมี

ความหมายของเจตคติ

วารินทร์ สายโอบเอื้อและ สุนีย์ ชีรดากร (2522) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกและท่าทีของคนที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นความรู้สึกในทางชอบหรือไม่ชอบและมีผลทำให้เกิดการตอบสนองต่อสิ่งนั้นตามความรู้สึก เจตคติที่บุคคลแสดงออกมี 2 ด้าน ได้แก่

1. เจตคติทางบวก (Positive attitude) หมายถึง เจตคติที่บุคคลมีต่อสิ่งต่าง ๆ ในลักษณะที่ดีเป็นไปในทางบวก คือ การยอมรับโดยการสังเกตจากพฤติกรรมที่แสดงออกในทางชอบพอใจ หรือถูกใจ

2. เจตคติทางลบ (Negative attitude) หมายถึง เจตคติที่บุคคลมีต่อสิ่งต่าง ๆ ในลักษณะที่ไม่ดีเป็นไปในทางลบ คือ การไม่ยอมรับโดยสังเกตจากพฤติกรรมที่แสดงออกในทางไม่ชอบไม่พอใจ หรือไม่ถูกใจ

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2527) ได้ให้ความหมายว่า เจตคติ เป็นกิริยาท่าทีของบุคคลที่เกิดจากความพร้อมของจิตใจ ซึ่งแสดงออกต่อสิ่งเร้าสิ่งหนึ่ง เช่น วัตถุ และสถานการณ์ต่าง ๆ ในสังคมโดยแสดงออกมาในทางสนับสนุน ซึ่งมีความรู้สึกเห็นดีเห็นชอบต่อสิ่งนั้นหรือในทางต่อต้าน ซึ่งมีความรู้สึกที่ไม่เห็นดีเห็นชอบต่อสิ่งเร้านั้น

สุชาติ ประเสริฐรัฐสินธุ์ และคณะ (2551) ได้ให้ความหมายว่า เจตคติ เป็นความรู้สึกนึกคิดของบุคคลในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งแสดงออกให้เห็นจากคำพูดหรือพฤติกรรมของแต่ละคนว่ามีเจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งมากน้อยแตกต่างกัน เจตคติแม้จะเป็นนามธรรมแต่ก็เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับบุคคลที่มีเจตคตินั้น ๆ

จากการศึกษาความหมายของเจตคติสามารถสรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกและท่าทีของคนที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นความรู้สึกในทางชอบหรือไม่ชอบและมีผลทำให้เกิดการตอบสนองต่อสิ่งนั้นตามความรู้สึก หรือเป็นกิริยาท่าทีของบุคคลที่เกิดจากความพร้อมของจิตใจ ซึ่งแสดงออกให้เห็นจากคำพูดหรือพฤติกรรมของแต่ละคนว่ามีเจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งมากน้อยแตกต่างกัน โดยเจตคติที่บุคคลแสดงออกมี 2 ด้าน ได้แก่ เจตคติทางบวก หมายถึง เจตคติที่บุคคลมีต่อสิ่งต่าง ๆ ในลักษณะที่ดีเป็นไปในทางบวก และเจตคติทางลบ หมายถึง เจตคติที่บุคคลมีต่อสิ่งต่าง ๆ ในลักษณะที่ไม่ดีเป็นไปในทางลบ

ความหมายของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

การ์ดเนอร์ (Gardner, 1975) ได้อธิบายว่า เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบของบุคคลที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ หรือความรู้สึกและความคิดเห็นของบุคคลที่มีต่อ

วิชาวิทยาศาสตร์ เนื่องมาจากการเรียนรู้และประสบการณ์เป็นตัวกระตุ้นให้แสดงพฤติกรรมไปในทางสนับสนุนหรือต่อต้าน

ซัลต้า และซูการ์คิ (Salta and Tzougraki, 2004) กล่าวว่า เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชอบและความเชื่อของบุคคลเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ส่งผลต่อความคิด ความรู้สึก และการกระทำต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจจะเป็นด้านที่เป็นบวกหรือลบก็ได้

เชน และฮอวาร์ด (Chen and Howard, 2010) กล่าวว่า เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงเชิงบวกหรือเชิงลบเกี่ยวกับทัศนคติและการรับรู้ของบุคคลที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

ไคน์ และคณะ (Kind, Jones and Barmby, 2007) กล่าวว่า เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกทางด้านบวกและด้านลบที่บุคคลมีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ตามความเชื่อของบุคคลนั้น ๆ

แซ็ค (Sax, 1997) กล่าวว่า เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชอบหรือความไม่ชอบของบุคคลที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีแนวโน้มที่จะคิด รู้สึกหรือแสดงออกต่อผู้คนรอบข้าง ซึ่งอาจเป็นบวกหรือลบก็ได้

จากการศึกษาความหมายของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึก ความเชื่อ และความคิดเห็นของบุคคลที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ส่งผลต่อความคิด ความรู้สึก และการกระทำต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เนื่องมาจากการเรียนรู้และประสบการณ์เป็นตัวกระตุ้นให้แสดงพฤติกรรมไปในทางสนับสนุนหรือต่อต้าน ซึ่งวิชาเคมีจัดอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังนั้นโดยผู้วิจัยได้นำความหมายของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ มาปรับเป็นเจตคติต่อวิชาเคมี คือ เจตคติต่อวิชาเคมี หมายถึง ความรู้สึก ความเชื่อ และความคิดเห็นของบุคคลที่มีต่อวิชาเคมี ที่ส่งผลต่อความคิด ความรู้สึก และการกระทำต่อวิชาเคมี เนื่องมาจากการเรียนรู้และประสบการณ์เป็นตัวกระตุ้นให้แสดงพฤติกรรมไปในทางสนับสนุนหรือต่อต้าน

องค์ประกอบของเจตคติ

ลัวิน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) กล่าวว่า นักจิตวิทยายังไม่สามารถระบุแน่นอนได้ว่าเจตคติมองค์ประกอบอะไรบ้าง จำนวนเท่าไร เพราะแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มยังคงพยายาม ศึกษา ค้นคว้าไปเรื่อย ๆ โดยปัจจุบันมีแนวความคิดเห็นแตกต่างกันอยู่ 3 กลุ่ม ดังนี้

1. เจตคติแบบมีองค์ประกอบเดียว ตามแนวคิดนี้มองเจตคติประกอบด้วยองค์ประกอบด้านความรู้สึก (Affective) เพียงด้านเดียว ซึ่งจะเป็นการประเมินเป้าของเจตคติแค่เพียงว่ารู้สึกชอบหรือไม่ชอบเท่านั้น นักจิตวิทยากลุ่มนี้ ได้แก่ เทอร์สโตน (Thurstone) แอลพอร์ต (Allport) และคนอื่น ๆ อีกหลายคน

2. เจตคติแบบมีสององค์ประกอบ ตามแนวคิดนี้มองเจตคติประกอบด้วยองค์ประกอบด้านสติปัญญา (Cognitive) และความรู้สึก (Affective) นักจิตวิทยาที่สนับสนุนการแบ่งเจตคติเป็น 2 องค์ประกอบ ได้แก่ แคทซ์ (Katz)

3. เจตคติแบบมีสามองค์ประกอบ ตามแนวความคิดนี้เชื่อว่าเจตคติมี 3 องค์ประกอบ หรือสามส่วน (Three components) ได้แก่

3.1 ด้านสติปัญญา (Cognitive component) หมายถึง ความรู้ ความคิด และ ความเชื่อที่ผู้นั้นมีต่อเป้าเจตคติ

3.2 ด้านความรู้สึก (Affective component) หมายถึง ความรู้สึกหรืออารมณ์ของคนใดคนหนึ่งที่มีต่อเป้าเจตคติ ว่ารู้สึกชอบหรือไม่ชอบสิ่งนั้น พอใจหรือไม่พอใจ หลังจากการสัมผัสหรือรับรู้เป้าเจตคติแล้ว สามารถแสดงความรู้สึกโดยการประเมินสิ่งนั้นว่าดีหรือไม่ดี

3.3 ด้านพฤติกรรม (Behavioral component) เป็นด้านแนวโน้มของการจะกระทำหรือแนวโน้มที่จะแสดงพฤติกรรม เจตคติเป็นพฤติกรรมซ่อนเร้นในขั้นนี้เป็นการแสดงแนวโน้มของการกระทำต่อเป้าเจตคติเท่านั้นยังไม่แสดงออกจริง

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2548) กล่าวว่า เจตคติมีองค์ประกอบที่มีความสำคัญ 3 ส่วน คือ

1. องค์ประกอบด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognitive component) เป็นองค์ประกอบด้านความรู้ความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้านั้น ๆ เพื่อเป็นเหตุผลที่จะสรุปความและรวมเป็นความเชื่อหรือช่วยในการประเมินสิ่งเร้านั้น ๆ

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึกหรืออารมณ์ (Affective component) เป็นองค์ประกอบด้านความรู้สึกหรืออารมณ์ของบุคคลที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเร้า เป็นผลเนื่องมาจากการที่บุคคลประเมินผลสิ่งเร้านั้นพอใจหรือไม่พอใจ ต้องการหรือไม่ต้องการ ดีหรือไม่ดี

3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavior component) คือความพร้อมหรือความโน้มเอียงที่บุคคลจะประพฤติปฏิบัติหรือตอบสนองต่อสิ่งเร้าในทิศทางที่สนับสนุนหรือต่อต้าน

จากการศึกษาองค์ประกอบของเจตคติ สามารถสรุปได้ว่าเจตคติมีองค์ประกอบที่มีความสำคัญ 3 ส่วน คือ 1) องค์ประกอบด้านความรู้ความเข้าใจ 2) องค์ประกอบด้านความรู้สึกหรืออารมณ์ และ 3) องค์ประกอบด้านพฤติกรรม

องค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

คอฟเฟอร์ (Klopper, 1971) ทำการศึกษาเกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ โดยได้มีการจำแนกองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ 6 ข้อ ดังนี้

1. การมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ที่เกิดกับนักวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ชื่นชอบ
2. การชื่นชอบและยอมรับในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3. การยอมรับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

4. มีความนิยมชมชอบในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
5. มีความความสนใจในวิทยาศาสตร์และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
6. มีความสนใจในการประกอบอาชีพด้านวิทยาศาสตร์หรืองานที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

เฟรเซอร์ (Fraser, 1981) ทำการศึกษาเกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ โดยได้มีการจำแนกองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ 7 ข้อ ดังนี้

1. ตระหนักและเข้าใจถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคม
2. มีความสนใจใน ทฤษฎี หรือกฎเกณฑ์ของนักวิทยาศาสตร์
3. มีทัศนคติที่ดีต่อการสอบถามทางวิทยาศาสตร์
4. ยอมรับทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
5. มีความเพลิดเพลินในบทเรียนวิทยาศาสตร์
6. มีความสนใจด้านวิทยาศาสตร์
7. มีความสนใจในอาชีพวิทยาศาสตร์

ไคน์ และคณะ (Kind, 2007) ได้มีการแบ่งองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ 7 ข้อ ดังนี้

1. มีทัศนคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในห้องเรียน
2. มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในห้องเรียนภาคปฏิบัติ
3. มีทัศนคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นอกห้องเรียน
4. เห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ และคุณค่าของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อบริบททางสังคม
5. มีแนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีพื้นฐานมาจากความเชื่อเกี่ยวกับความสามารถของตนเองในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียน
6. มีส่วนร่วมเกี่ยวกับกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์
7. มีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้งการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียน นอกโรงเรียน และการมีส่วนร่วมทางวิทยาศาสตร์ในอนาคต

แซ็ค (Sax, 1997) ทำการศึกษาเกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ โดยได้มีการจำแนกองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ข้อ ดังนี้

1. ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาวิทยาศาสตร์
2. ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์
3. การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์
4. การเห็นความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์
5. การนิยมชมชอบในวิชาวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่ามีนักวิชาการได้ทำการจำแนกองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ไว้หลากหลายข้อ เช่น มีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ การมีทัศนคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในห้องเรียน หรือการเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ และคุณค่าของวิทยาศาสตร์ โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการเลือกใช้องค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ตามแบบของ Sax ซึ่งมีการจำแนกองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ข้อ ดังนี้ 1) ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาวิทยาศาสตร์ 2) ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ 3) การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ 4) การเห็นความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ และ 5) การนิยมชมชอบในวิชาวิทยาศาสตร์ แต่ในงานวิจัยนี้ได้ทำการวัดเจตคติต่อวิชาเคมีโดยทำการดัดแปลงองค์ประกอบเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ตามแบบของ Sax มาเป็นเจตคติต่อวิชาเคมี ซึ่งสามารถแบ่งองค์ประกอบเจตคติต่อวิชาเคมีได้เป็น 5 ข้อ ดังนี้ 1) ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี 2) ความสนใจในวิชาเคมี 2) การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี 3) การเห็นความสำคัญของวิชาเคมี และ 4) การนิยมชมชอบในวิชาเคมี

เครื่องมือวัดเจตคติ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) กล่าวว่า เจตคติเป็นมโนภาพ (Concept) ที่สามารถวัดได้ยาก โดยเครื่องมือการวัดมีได้หลายรูปแบบแล้วแต่สถานการณ์ที่ต้องการวัด ซึ่งเครื่องมือที่นิยมใช้กันมีอยู่ 5 ชนิด ดังนี้

1. สัมภาษณ์ (Interview) การสัมภาษณ์ หมายถึง การพูดคุยกันอย่างมีจุดมุ่งหมายผู้สัมภาษณ์ที่ดีต้องฟังมากกว่าพูด ต้องไม่หุบปากจะยึดตามแนววัตถุประสงค์ที่จะวัด และบันทึกไว้อย่างถูกต้อง การสัมภาษณ์ใช้ปากเป็นเครื่องมือสำคัญได้ผลอย่างไรบันทึกเอาไว้ การวัดเจตคติโดยการสัมภาษณ์จะต้องสร้างข้อคำถามในการสัมภาษณ์ให้ดีเป็นมาตรฐาน ก่อนข้อคำถามแต่ละข้อจะต้องกระตุ้นให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบความรู้สึกต่อเป้าเจตคติที่ผู้ทำการสัมภาษณ์ต้องการได้ โดยข้อคำถามหรือข้อรายการนั้นต้องเขียนเน้นความรู้สึกที่สามารถวัดเจตคติได้ตรงเป้าหมาย การเตรียมคนและเตรียมเครื่องมือการวัดเป็นสิ่งสำคัญ การวางแผนสร้างข้อคำถามจะต้องคิดถึงระยะเวลา ลักษณะของผู้ถูกสัมภาษณ์ด้วยข้อคำถามควรถามคลุมทั้งทางบวกและทางลบ เพื่อจะได้ใช้ประเมินเปรียบเทียบความรู้สึกที่แท้จริง

2. การสังเกต (Observation) คือ การเฝ้ามองดูสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างมีจุดมุ่งหมาย เครื่องมือสำคัญของการสังเกต คือ ตาและหู การเฝ้าดูโดยการบันทึกในสมองจะทำให้ลืมเลือนง่าย ข้อรายการที่จะใช้ในการสังเกตจึงควรเตรียมไว้ให้พร้อม การสังเกตที่ดีจะต้องฝึกจึงจะทำหน้าที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์ ผู้สังเกตควรจะเป็นที่รับรู้และมีประสาทตาดี มิฉะนั้นแล้วจะทำให้ข้อมูลคลาดเคลื่อน

3. การรายงานตนเอง (Self-report) เครื่องมือแบบนี้ต้องการให้ผู้ถูกสอบถามแสดงความรู้สึกของตนเองตามสิ่งเร้าที่เขาได้สัมผัส นั่นคือสิ่งเร้าที่เป็นข้อความ ข้อคำถาม หรือเป็นภาพ

เพื่อให้ผู้สอบแสดงความรู้สึกออกมาอย่างตรงไปตรงมา โดยแบบทดสอบหรือมาตรวัดที่ถือว่าเป็นแบบมาตรฐาน (Standard form) เป็นแนวการสร้าง ได้แก่ เทอร์สโตน (Thurstone) กัทแมน (Guttman) ลิเคิร์ต (Likert) และออสกู๊ด (Osgood) ซึ่งสร้างแล้วแต่จุดมุ่งหมายของการสร้าง

4. เทคนิคการจินตนาการ (Projective Techniques) แบบนี้อาศัยสถานการณ์หลายอย่างไปเร้าผู้สอบสถานการณ์ที่กำหนดให้ จะไม่มีโครงสร้างที่แน่นอนทำให้ผู้สอบจะต้องจินตนาการออกมาตามแต่ประสบการณ์เดิมของตน ซึ่งแต่ละคนจะแสดงออกมาไม่เหมือนกัน เช่น ประเภทให้เติมประโยคให้สมบูรณ์ ภาพนามธรรมเติมเรื่องราวสั้น ๆ เล่านิทานจากภาพ ฯลฯ การแปลความหมายอาศัยผลจากการตอบสิ่งที่กล่าวมาแล้วก็พอจะรู้ว่าผู้นั้นมีเจตคติอย่างไรต่อเป้าหมายเจตคตินั้น ๆ

5. การวัดทางสรีระภาพ (Physiological Measurement) การวัดด้านนี้อาศัยเครื่องมือไฟฟ้าหรือเครื่องมืออื่น ๆ ในการสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงสภาพร่างกาย เช่น การใช้เครื่องกัลวานอมิเตอร์ชนิดหนึ่ง เพื่อวัดความต้านทานกระแสไฟฟ้าในผิวหนัง เมื่อคนเกิดการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ ส่วนผสมของสารเคมีต่าง ๆ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพปกติ เรียกว่า มีกระแสไฟฟ้าไหลซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงขนาดได้ เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าก็จะสามารถวัดตรวจสอบเปรียบเทียบกับขณะที่ร่างกายอยู่ในสภาพปกติได้ เครื่องมือจับที่จอตายหลักการนี้ใน ข้อมูลที่ได้จะเชื่อถือได้ขนาดไหนต้องศึกษาให้รอบคอบ โดยอาจศึกษาได้จากการเปลี่ยนแปลงของลูกตาดำ ปริมาณของฮอโมนบางอย่างก็สามารถบอกอารมณ์ความพอใจหรือไม่พอใจของคนได้

ทวิทชัย สุธาภา (2549, หน้า 3) ได้เสนอวิธีการที่จะสามารถวัดเจตคติ สรุปได้ 3 รูปแบบดังต่อไปนี้

1. การสัมภาษณ์หรือการซักถามโดยตรง เป็นวิธีที่ผู้ถามจะสามารถทราบความรู้สึกหรือความคิดเห็นของผู้ตอบได้ตรงที่สุด ถ้าผู้ตอบตอบอย่างจริงจังและเปิดเผยซึ่งเป็นไปได้ยาก ดังนั้นการที่จะได้คำตอบที่แสดงออกถึงลักษณะนิสัยจริง ๆ ของบุคคลเป็นเรื่องที่ทำได้ยาก

2. การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออก เนื่องจากผู้สอนไม่สามารถบอกเจตคติของผู้เรียนได้ แต่สามารถสังเกตเห็นได้จากพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกมาขณะที่เรียน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่บ่งบอกว่าผู้เรียนมีคุณลักษณะของผู้มีเจตคติมากหรือน้อย แม้ว่าการวัดเจตคติโดยการสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออกจะได้ผลค่อนข้างตรงพอสมควร แต่ก็ไม่สะดวกเนื่องจากต้องใช้เวลาและอาจมีอคติของผู้สังเกตเข้ามาเกี่ยวข้องอันอาจทำให้ได้ผลที่คลาดเคลื่อน

3. การวัดในรูปข้อเขียน การวัดเจตคติในรูปแบบนี้ทำโดยการสร้างข้อความ ขึ้นมาแล้วให้ผู้ตอบพิจารณาว่า เห็นด้วยหรือไม่ ระดับใด เครื่องมือวัดเจตคติแบบข้อเขียนที่นิยมสร้างกัน มักเป็นแบบของ Likert และแบบของ Thurstone การวัดเจตคติโดยวัดในรูปข้อเขียนนี้ เป็นที่นิยมมากที่สุด เพราะวัดได้สะดวกและประหยัดเวลา

จากการศึกษาการวัดเจตคติ สรุปได้ว่า การวัดเจตคติสามารถวัดได้หลายรูปแบบโดยผ่านสถานการณ์ ได้แก่ การสัมภาษณ์ การสังเกต การรายงานตนเอง เทคนิคการ จินตนาการ การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออก เป็นต้น โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้การวัดเจตคติต่อวิชาเคมีเป็นการรายงานตนเองเพื่อทราบถึงความรู้สึกหรือความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรายวิชาเคมี โดยวัดองค์ประกอบ 5 ข้อ ได้แก่ ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี ความสนใจในวิชาเคมี การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี การเห็นความสำคัญของวิชาเคมี และการนิยมชมชอบในวิชาเคมี ซึ่งวัดได้จากแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี ที่ประกอบด้วยข้อคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ตามวิธีการของลิเคิร์ต (Likert) ประกอบด้วยข้อคำถามเชิงบวก (Positive) 10 ข้อ และข้อคำถามเชิงลบ (Negative) 10 ข้อ จำนวนทั้งหมด 20 ข้อ

วิธีการวัดเจตคติ

บุณธรรม กิจปรีดาภิรุทธิ์ (2527) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการวัดเจตคติไว้ดังนี้

1. การศึกษาเจตคติ เป็นการศึกษาความคิดเห็น ความรู้สึกของบุคคลที่มีลักษณะคงเส้นคงวา หรืออย่างน้อย เป็นความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่จะไม่เปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาหนึ่ง ดังนั้นเนื้อหาหรือสิ่งเร้าให้แสดงกิริยาท่าทีออกมาต้องมีโครงสร้างแน่นอน
2. เจตคติเป็นสิ่งที่ไม่สามารถวัดหรือสังเกตได้โดยตรง ฉะนั้นการวัดเจตคติจึงเป็นการวัดทางอ้อมจากแนวโน้มที่บุคคลจะแสดงออกหรือประพฤติอย่างมีระเบียบแบบแผนคงที่ ไม่ใช่พฤติกรรมโดยตรงของมนุษย์
3. การศึกษาเจตคติของบุคคลเหล่านั้น ไม่ใช่เป็นการศึกษาแต่เฉพาะทิศทางเจตคติ ของบุคคลเหล่านั้นแต่ต้องศึกษาถึงระดับความมากน้อยหรือความเข้มของเจตคตินั้นด้วย โดยทั่วไปกำหนดให้เจตคติมีทิศทางเป็นเส้นตรงและต่อเนื่องกัน การวัดเจตคติสามารถทำได้หลายวิธี คือ บางวิธีเน้นความเป็นมิติเดียวกันมากกว่าวิธีอื่น ๆ บางวิธีเน้นทางการกำหนดช่วงคะแนนเท่ากัน บางวิธีเน้นความสามารถในการสร้างทฤษฎีใหม่ได้ซึ่งแต่ละวิธีมีทั้งข้อดีและข้อเสียแต่ที่นิยมกันได้แก่ การวัดของลิเคิร์ต (Likert) เพราะมาตราการวัดเจตคติแบบลิเคิร์ต (Likert scale) สามารถวัดโดยใช้ข้อความเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งสอบถามความคิดเห็นของบุคคลที่มีต่อเรื่องนั้นแล้วให้บุคคลนั้นแสดงความรู้สึกต่อข้อความดังกล่าวมีวิธีการสร้างข้อความ โดยเขียนข้อความเกี่ยวกับคุณลักษณะของเรื่องที่จะสอบถามให้ครอบคลุมลักษณะที่สำคัญให้ครบถ้วนทุกแง่มุม โดยให้มีข้อความที่แสดงคุณค่าทั้งทางด้านบวกและด้านลบ กำหนดระดับ (Scale) ของการตอบสนอง ในแต่ละข้อความที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ

1. เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly agree)
2. เห็นด้วย (Agree)
3. ไม่แน่ใจ (Uncertain)

4. ไม่เห็นด้วย (Disagree)
5. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly disagree)

ให้ผู้ตอบอ่านข้อความที่กำหนดขึ้นในแต่ละข้อ แล้วแสดงความรู้สึกว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับ ข้อนั้นมากน้อยเพียงใด ในการให้น้ำหนักคะแนนเพื่อแทนระดับเจตคติตามวิธีการของลิเคิร์ท สามารถให้ได้ 3 วิธี คือ วิธีใช้หลักคะแนนมาตรฐาน วิธีกำหนดค่าน้ำหนัก และวิธีหาการผลรวมน้ำหนัก ความเบี่ยงเบนทั้งสามวิธีจะได้น้ำหนักของความเห็นส่วนบุคคลได้สอดคล้องสัมพันธ์กัน ในเชิงปฏิบัตินิยมกำหนดค่าน้ำหนักเป็นค่าประจำระดับของแต่ละระดับความเห็น คือ กำหนด 5-4-3-2-1 หรือแบบ 4-3-2-1-0 แต่ถ้าข้อความใดกล่าวลบการให้น้ำหนักความเห็นของข้อความนั้นจะกลับเป็น 1-2-3-4-5 หรือ 0-1-2-3-4 เมื่อแต่ละระดับความเห็นของแต่ละข้อความวัดเจตคติที่มีค่าประจำตายตัว การที่จะหาว่าบุคคลใดมีเจตคติอย่างไร ก็ใช้วิธีรวมน้ำหนักหรือคะแนนจากการตอบทุกข้อความของแต่ละคน ถ้าน้ำหนักรวมจากการตอบข้อความทั้งหมดมีค่าสูง แสดงว่าระดับเจตคติของบุคคลนั้นต่อสิ่งนั้นเป็นไปในลักษณะพอใจหรือคล้อยตาม แต่ถ้าได้คะแนนหรือน้ำหนักรวมต่ำ แสดงว่าบุคคลนั้นมีเจตคติที่ไม่ดีต่อสิ่งนั้นหรือมีความรู้สึกไม่พอใจหรือต่อต้าน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาเคมีสรุปได้ว่า เจตคติต่อวิชาเคมีซึ่งหมายถึง ความรู้สึก ความเชื่อ และความคิดเห็นของบุคคลที่มีต่อวิชาเคมี ที่ส่งผลต่อความคิด ความรู้สึก และการกระทำต่อวิชาเคมี เนื่องมาจากการเรียนรู้และประสบการณ์เป็นตัวกระตุ้นให้แสดงพฤติกรรมไปในทางสนับสนุนหรือต่อต้าน ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้การวัดเจตคติต่อวิชาเคมีเป็นการรายงานตนเอง เพื่อทราบถึงความรู้สึกหรือความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรายวิชาเคมี โดยวัดครอบคลุมองค์ประกอบ 5 ด้าน ได้แก่ ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี ความสนใจในวิชาเคมี การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี การเห็นความสำคัญของวิชาเคมี และการนิยมชมชอบในวิชาเคมี ซึ่งวัดได้จากแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี ที่ประกอบด้วยข้อคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ตามวิธีการของลิเคิร์ท (Likert) ประกอบด้วยข้อคำถามเชิงบวก (Positive) 10 ข้อ และข้อคำถามเชิงลบ (Negative) 10 ข้อ ทั้งหมด 20 ข้อ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

ธัญลักษณ์ มณีวรรณ (2562) ได้ทำการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง จากการผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมดังกล่าวช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนในการทำกิจกรรม ทำให้ผู้เรียนเกิดความตั้งใจ เกิดการเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่ม ซึ่งผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของ

นักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลของกระบวนการทำงานกลุ่มของนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ รวมถึงเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.76 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.53 ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับสูงมาก

ชุมสุข สุขหิน (2560) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เพื่อเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จากการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชลาธร วิเชียรรัตน์ (2559) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ในรายวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยกล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้เชิงรุกสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รวมถึงเจตคติต่อวิชาเคมีหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกอยู่ในระดับดี เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

วทันัญญ วุฒิวรรณ (2553) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบ เชิงรุก เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนเรียนสูงกว่าหลังเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรรณนิภา กิจเอก (2550) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดปทุมธานี จากผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนที่ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ และนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีเจตคติดีกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

Robert (2013) ได้ทำการศึกษาวิธีสำหรับการนำการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มาใช้ในวิชาเคมีเชิงฟิสิกส์ โดยเกี่ยวข้องกับการเสริมหลักสูตรการบรรยายแบบดั้งเดิมที่มีแบบฝึกหัดการเรียนรู้ด้วย

คอมพิวเตอร์ที่ใช้งานหนักดำเนินการโดยกลุ่มสหกรณ์ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์แผน และใช้การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมมาเสริมการเรียนการสอนแบบบรรยายเป็นครั้งคราว ทั้งสองวิธีส่งผลให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้นและมีทัศนคติที่ดีต่อวิชานี้ บนพื้นฐานของประสบการณ์ของเราโดยใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งพบว่าการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ในการสอนวิชาเคมีเชิงฟิสิกส์ส่งผลให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ที่เพิ่มมากขึ้นและทำให้ทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาเคมีเชิงฟิสิกส์เพิ่มขึ้นด้วย

Orhan (2007) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติที่มีต่อหลักสูตรวิทยาศาสตร์ และแนวคิดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในปีการศึกษา 2547-2548 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่เน้นปัญหาเป็นฐาน ในการวิจัยใช้เครื่องมือวัดผล 3 แบบ ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คำถามปลายเปิด และแบบวัดเจตคติ จากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำนวณได้ว่า $KR_{20} = 0.78$ และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติที่มีต่อหลักสูตรวิทยาศาสตร์มีทั้งฉบับ ด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบาค มีค่าเท่ากับ 0.89 ในขณะที่เนื้อหาวิชาที่ใช้แบ่งออกเป็นสองกลุ่ม โดยกลุ่มตัวอย่างได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน และกลุ่มควบคุมใช้วิธีการสอนแบบดั้งเดิม จากข้อมูลที่รวบรวมและการประเมินผลในการวิจัยพบว่า การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่เน้นปัญหาเป็นฐาน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และเจตคติที่มีต่อหลักสูตรวิทยาศาสตร์มีค่าที่สูงขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าการประยุกต์ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่เน้นปัญหาเป็นฐาน มีผลต่อพัฒนาการทางความคิดของนักเรียนในเชิงบวกและทำให้ความเข้าใจผิดอยู่ในระดับต่ำที่สุด

Roman (2007) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติ และพฤติกรรมในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากการศึกษาพบว่า นักเรียนได้รับความรู้ด้านเนื้อหาและความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการโดยใช้ห้องปฏิบัติการของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการเรียนการสอนแบบเดิม ข้อมูลแบบสอบถามพบว่านักเรียนมีผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นหลังจากทำห้องปฏิบัติการเสร็จสิ้น เมื่อเทียบกับการครอบคลุมเนื้อหาเดียวกันด้วยวิธีการแบบเดิม แบบสอบถามอิสระพบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของพวกเขาเป็นไปตามที่กำหนดโดยหลักการของห้องปฏิบัติการที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

Kyoungna (2013) ได้ทำการศึกษาเพื่อเพิ่มความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับปริญญาตรีโดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบผลการวิจัยพบว่าระดับการคิดเชิงวิเคราะห์โดยเฉลี่ยของนักศึกษาลดลงในหมวดหมู่ "กำลังพัฒนา" แต่

คะแนนของนักเรียนในรายงานแต่ละฉบับพบว่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การศึกษาชี้ให้เห็นว่ากลยุทธ์การเรียนรู้เชิงรุกที่ใช้ในการศึกษามีประโยชน์ในการส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้เห็นถึงการนำการจัดการเรียนรู้เชิงรุกเข้ามามีบทบาทในกระบวนการเรียนรู้ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีการเพิ่มกิจกรรมที่มีความน่าสนใจ และมีความหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนไม่เกิดความเบื่อหน่าย และการที่นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งการจัดการเรียนรู้เชิงรุก สามารถพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติ การคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นต้น ซึ่งผลจากงานวิจัยพบว่าความสามารถของผู้เรียนในด้านดังกล่าวมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นพัฒนาทักษะความสามารถที่ตรงกับพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียนและเป็นการให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านกิจกรรม ซึ่งผู้เรียนจะได้รับความรู้ในระหว่างทำกิจกรรม ทำให้ผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้มากกว่าการจัดการเรียนการสอนแบบเดิม ซึ่งผู้วิจัยเล็งเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนดังกล่าว จะสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนให้สูงขึ้นได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาเคมีโดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในวิชาเคมี ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 5 ห้องเรียน รวม 185 คน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 42 คน โดยการสุ่มห้องเรียนด้วย วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi experimental research) ซึ่งศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในวิชาเคมี โดยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบการทดสอบก่อน และหลังการทดลอง (One-group pretest posttest design) (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 49) ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest-Posttest Design

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	O ₁	X ₁	O ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E	แทน	กลุ่มทดลอง
O ₁	แทน	การทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
O ₂	แทน	การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
X ₁	แทน	การจัดการเรียนรู้เชิงรุก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. แบบวัดการคิดวิเคราะห์
4. แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาสาระและผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2 ศึกษาวิธีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้ววิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ จากหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี และวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้วิชาเคมี จากหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” ได้แผนการจัดการเรียนรู้ 5 แผน ใช้เวลาทั้งสิ้น 15 คาบ ดังรายละเอียดในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สารการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี

แผนการ จัดการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สารการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	น้ำหนัก คะแนน	เวลา เรียน (คาบ)
1	1. ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า และเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทด และปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์	- เซลล์เคมีไฟฟ้าประกอบด้วย แอโนด แคโทด และสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งอาจเชื่อมต่อกันด้วยสะพานเกลือ โดยที่แอโนดเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและแคโทดเกิดปฏิกิริยารีดักชัน ทำให้ไอเล็กตรอนเคลื่อนที่จากแอโนดไปแคโทด เซลล์เคมีไฟฟ้าสามารถเขียนแสดงได้ด้วยแผนภาพเซลล์	1. นักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้า และเขียนปฏิกิริยาออกซิเดชันปฏิกิริยารีดักชัน และปฏิกิริยารีดอกซ์ได้	20	3
	2. คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้า และปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น	- ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์คำนวณได้จากค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ ถ้าค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เป็นบวก แสดงว่าปฏิกิริยารีดอกซ์เกิดขึ้นได้เอง ซึ่งทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเรียกเซลล์ชนิดนี้ว่า เซลล์กัลวานิก	2. นักเรียนสามารถเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนด แคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพครึ่งเซลล์และแผนภาพเซลล์ได้		

ตารางที่ 5 (ต่อ)

แผนการ จัดการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	น้ำหนัก คะแนน	เวลา เรียน (คาบ)
			3. นักเรียน สามารถทดลอง หาค่าศักย์ไฟฟ้า ของเซลล์ไดเซลล์ รีดักชันได้		
			4. นักเรียน สามารถ เปรียบเทียบ ความสามารถใน การเป็นตัวออกซิ ไดส์และตัวรีดิวซ์ โดยพิจารณาจาก ค่าศักย์ไฟฟ้า มาตรฐานของ ครึ่งเซลล์รีดักชัน ได้		
			5. นักเรียน สามารถคำนวณ ค่าศักย์ไฟฟ้า มาตรฐานของ เซลล์และระบุ ประเภทของ เซลล์เคมีไฟฟ้าได้		

ตารางที่ 5 (ต่อ)

แผนการ จัดการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	น้ำหนัก คะแนน	เวลา เรียน (คาบ)
1.	ทดลองชุบ โลหะและแยก สารเคมีด้วย กระแสไฟฟ้า และอธิบาย หลักการทาง เคมีไฟฟ้าที่ใช้ ในการชุบโลหะ	- ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของ เซลล์คำนวณได้จากค่า ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่ง เซลล์ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เป็น ลบ แสดงว่าปฏิกิริยารีดอกซ์ ไม่สามารถเกิดได้เอง ต้องมี การให้กระแสไฟฟ้าจึงจะ เกิดปฏิกิริยาได้เซลล์ชนิดนี้	1. นักเรียน สามารถอธิบาย หลักการแยก สารละลายด้วย กระแสไฟฟ้า การ ชุบด้วยไฟฟ้า การทำโลหะให้ บริสุทธิ์โดยใช้ เซลล์อิเล็กโทรไล	20	3
2	การแยก สารเคมีด้วย กระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้ บริสุทธิ์ และ การป้องกัน การกัดกร่อน ของโลหะ	เรียกว่า เซลล์อิเล็กโทรลิติก - เซลล์อิเล็กโทรลิติกสามารถ นำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งใน ชีวิตประจำวัน และใน อุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น การชุบโลหะ การแยก สารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การ ทำโลหะให้บริสุทธิ์ และการ ป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ	2. นักเรียน สามารถทดลอง การชุบโลหะโดย ใช้เซลล์อิเล็กโทร ลิติกได้		

ตารางที่ 5 (ต่อ)

แผนการ จัดการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	น้ำหนัก คะแนน	เวลา เรียน (คาบ)
3	1. ทดลองชุบ โลหะและแยก สารเคมีด้วย กระแสไฟฟ้า และอธิบาย หลักการทาง เคมีไฟฟ้าที่ใช้ ในการชุบโลหะ การแยก สารเคมีด้วย กระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้ บริสุทธิ์ และ การป้องกัน การกัดกร่อน ของโลหะ	- เซลล์อิเล็กโทรลิติกสามารถ นำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งใน ชีวิตประจำวัน และใน อุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น การชุบโลหะ การแยก สารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การ ทำโลหะให้บริสุทธิ์ และการ ป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ	1. นักเรียน สามารถทดลอง ชุบโลหะด้วย ทองแดงโดยใช้ หลักการของ เซลล์อิเล็กโทรลิ ติกได้ 2. นักเรียน สามารถอธิบาย หลักการชุบโลหะ ด้วยไฟฟ้าได้ 3. นักเรียน สามารถอธิบาย หลักการทำโลหะ ให้บริสุทธิ์ได้	20	3

ตารางที่ 5 (ต่อ)

แผนการ จัดการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	น้ำหนัก คะแนน	เวลา เรียน (คาบ)
4	1. ทดลองชุบ โลหะและแยก สารเคมีด้วย กระแสไฟฟ้า และอธิบาย หลักการทาง เคมีไฟฟ้าที่ใช้ ในการชุบโลหะ การแยก สารเคมีด้วย กระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้ บริสุทธิ์ และ การป้องกัน การกัดกร่อน ของโลหะ	- เซลล์อิเล็กโทรลิติก สามารถ นำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งใน ชีวิตประจำวัน และใน อุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น การชุบโลหะ การแยก สารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การ ทำโลหะให้บริสุทธิ์ และการ ป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ	1. นักเรียน สามารถอธิบาย สาเหตุหรือภาวะ ที่ทำให้โลหะเกิด การผุกร่อนจาก สมการแสดง ปฏิกิริยาเคมีที่ เกี่ยวข้อง และ วิธีการป้องกัน การกัดกร่อนของ โลหะได้ 2. นักเรียน สามารถทดลอง การแยกสลาย สารเคมีด้วย ไฟฟ้าได้ 3. นักเรียน สามารถอธิบาย หลักการ แยกสลาย สารเคมีด้วย ไฟฟ้าได้	20	3

ตารางที่ 5 (ต่อ)

แผนการ จัดการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	น้ำหนัก คะแนน	เวลา เรียน (คาบ)
5	1. สืบค้น ข้อมูล และ นำเสนอ ตัวอย่าง ความก้าวหน้า ทางเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องกับ เซลล์เคมีไฟฟ้า ใน ชีวิตประจำวัน	- ปฏิบัติเคมีหลายปฏิกิริยา ที่พบในชีวิตประจำวันเป็น ปฏิกิริยารีดอกซ์ เช่น ปฏิกิริยาการเผาไหม้ปฏิกิริยา ในเซลล์เคมีไฟฟ้า ซึ่งความรู้ เรื่องเซลล์เคมีไฟฟ้าและ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้า นำไปสู่นวัตกรรมด้านพลังงาน ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	1. นักเรียน สามารถบอก ส่วนประกอบ และหลักการ ทำงานของ แบตเตอรี่เล็ก โทรไลต์ของแข็ง แบตเตอรี่อากาศ และการทำอิเล็ก โทรไดอะลิซิส น้ำ ทะเลได้ 2. นักเรียน สามารถสืบค้น ข้อมูลและ นำเสนอตัวอย่าง ความก้าวหน้า ทางเทคโนโลยีที่ เกี่ยวข้องกับเซลล์ เคมีไฟฟ้าได้	20	3
		รวม		100	15

1.3 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 แผน ซึ่งรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนประกอบด้วย

- 1.3.1 มาตรฐานการเรียนรู้
- 1.3.2 สารสำคัญ
- 1.3.3 ผลการเรียนรู้
- 1.3.4 จุดประสงค์การเรียนรู้
- 1.3.5 สารการเรียนรู้
- 1.3.6 กิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ การเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)
- 1.3.7 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้
- 1.3.8 การวัดและประเมินผล
- 1.3.9 บันทึกหลังการสอน

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสมและรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ มาตรฐานการเรียนรู้ สารสำคัญ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการตรวจสอบความเหมาะสมและรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้แล้วไปปรับปรุงแก้ไข

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้วเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และด้านการวัดและประเมินผล เพื่อประเมินค่าความเหมาะสมของเนื้อหาและกิจกรรม โดยมีรายละเอียดเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้ การประเมินความเหมาะสมโดยเปรียบเทียบกับมาตราในแบบประเมิน โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

ให้คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ให้คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

ให้คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ให้คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ให้คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

และมีเกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 102-103)

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

กำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมคือ ค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) จึงถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมตั้งแต่ 4.40-4.80 (ภาคผนวก ข หน้า 95-111) ซึ่งอยู่ในระดับเหมาะสมมาก-มากที่สุด

1.6 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ (ภาคผนวก ข หน้า 123)

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ทดลองใช้กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/12 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” จังหวัดชลบุรี ซึ่งเป็นห้องที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำกลับมาแก้ไขปรับปรุง

1.8 พิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” จังหวัดชลบุรี

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีลักษณะเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 ศึกษาผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ แบ่งพฤติกรรมเป็น 6 ด้าน ได้แก่ ด้านความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่าและการสร้างสรรค์ ดังตารางที่ 6

2.3 เขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (multiple choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ ต้องการใช้จริงจำนวน 40 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหา และผลการเรียนรู้ โดยให้มีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ตรงตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ตารางแสดงการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)						รวม
	ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การสร้างสรรค์	
1. นักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบของ เซลล์เคมีไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้า และเขียนปฏิกิริยา ออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดักชัน และปฏิกิริยารีดอกซ์ได้	2 (1)	-	-	4 (2)	-	-	6 (3)
2. นักเรียนสามารถเขียนสมการเคมีของ ปฏิกิริยาที่แอโนด แคโทด ปฏิกิริยารวม และ แผนภาพครึ่งเซลล์และแผนภาพเซลล์ได้	-	4 (2)	-	-	-	2 (1)	6 (3)
3. นักเรียนสามารถทดลองหาค่าศักย์ไฟฟ้า ของเซลล์ได้เซลล์รีดักชันได้	-	4 (2)	-	2 (1)	-	-	6 (3)
4. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบ ความสามารถในการเป็นตัวออกซิไดส์และตัวรีดิวซ์โดยพิจารณาจากค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐาน ของครึ่งเซลล์รีดักชันได้	-	-	-	4 (2)	2 (1)	-	6 (3)
5. นักเรียนสามารถคำนวณค่าศักย์ไฟฟ้า มาตรฐานของเซลล์และระบุประเภทของ เซลล์เคมีไฟฟ้าได้	2 (1)	4 (2)	2 (1)	-	-	-	8 (4)
6. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการแยก สารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า การชุบด้วย ไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์โดยใช้เซลล์อิเล็กโทรไลติกได้	-	4 (2)	2 (1)	-	-	-	6 (3)

ตารางที่ 6 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)						รวม
	ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การสร้างสรรค์	
7. นักเรียนสามารถทดลองการชุบโลหะโดยใช้เซลล์อิเล็กโทรลิติกได้	-	-	2 (1)	-	-	4 (2)	6 (3)
8. นักเรียนสามารถทดลองชุบโลหะด้วยทองแดงโดยใช้หลักการของเซลล์อิเล็กโทรลิติกได้	-	-	4 (2)	-	-	-	4 (2)
9. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าได้	-	4 (2)	-	-	-	-	4 (2)
10. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการทำโลหะให้บริสุทธิ์ได้	2 (1)	2 (1)	-	-	-	-	4 (2)
11. นักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุหรือภาวะที่ทำให้โลหะเกิดการผุกร่อนจากสมการแสดงปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้อง และวิธีการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะได้	2 (1)	2 (1)	-	-	-	-	4 (2)
12. นักเรียนสามารถทดลองการแยกสลายสารเคมีด้วยไฟฟ้าได้	-	-	4 (2)	-	-	-	4 (2)
13. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการแยกสลายสารเคมีด้วยไฟฟ้าได้	2 (1)	-	-	-	-	2 (1)	4 (2)
14. นักเรียนสามารถบอกส่วนประกอบและหลักการทำงานของแบตเตอรี่อิเล็กโทรไลต์ของแข็ง แบตเตอรี่อากาศ และการทำอิเล็กโทรไดอะลิซิสน้ำทะเลได้	2 (1)	-	-	-	-	4 (2)	6 (3)

ตารางที่ 6 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)						รวม
	ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การสร้างสรรค์	
15. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าได้	-	-	2 (1)	-	2 (1)	2 (1)	6 (3)
รวม	12 (6)	24 (12)	16 (8)	10 (5)	4 (2)	14 (7)	80 (40)
หมายเหตุ	เลขที่อยู่ใน () หมายถึง จำนวนข้อสอบที่ต้องการจริง เลขที่ไม่ได้อยู่ใน () หมายถึง จำนวนข้อสอบทั้งหมดที่ออก						
	2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัดของข้อคำถามในแต่ละข้อ รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วจึงนำข้อเสนอแนะไปทำการปรับปรุงแก้ไข						
	2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ และด้านการวัดและประเมินผล โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้						
วัด	+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการ						
วัด	0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการ						
วัด	-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการ						

2.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและพิจารณาเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป จึงจะถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (พงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543) ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.80-1.00 (ภาคผนวก ข หน้า 115) จากนั้นดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ (ภาคผนวก ข หน้า 123)

2.7 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแล้ว เพื่อนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” จังหวัดชลบุรี ที่ผ่านการเรียน เรื่อง ไฟฟ้าเคมี มาแล้วและไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง

2.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาตรวจให้คะแนน โดยให้ 1 คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูก และให้ 0 สำหรับข้อที่ตอบผิด หรือตอบเกิน 1 คำตอบในข้อเดียวกัน แล้ววิเคราะห์คะแนนรายข้อ เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ

2.9 ดำเนินการคัดเลือกข้อสอบจำนวน 40 ข้อ ที่มีค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งค่าความยากจะต้องอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกต้องมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 199-201) โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดมุ่งหมายการเรียนรู้และโครงสร้างข้อสอบที่กำหนด จากการวิเคราะห์ พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.33-0.77 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.21-0.44 (ภาคผนวก ข หน้า 130)

2.10 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของโลเวท (Lovett) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 239-240) โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.96 (ภาคผนวก ข หน้า 132)

2.11 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้าเคมี จำนวน 40 ข้อ เพื่อนำไปเก็บข้อมูลกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามแผนการวิจัย

3. แบบวัดการคิดวิเคราะห์

แบบวัดการคิดวิเคราะห์มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (multiple choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ต้องการใช้จริงจำนวน 15 ข้อ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์ตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 เขียนแบบวัดการคิดวิเคราะห์ มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (multiple choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ต้องการใช้จริงจำนวน 15 ข้อ ให้ครอบคลุมองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ 3 ด้าน ได้แก่ การจำแนกแยกแยะหรือแยกย่อย 5 ข้อ การจัดระบบ 5 ข้อ และการให้เหตุผล 5 ข้อ รวมทั้งฉบับคะแนน 15 คะแนน

3.3 นำแบบวัดการคิดวิเคราะห์ เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง และให้ข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

3.4 นำแบบวัดการคิดวิเคราะห์ ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อ ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการจัดการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ และด้านการวัดและประเมินผล โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อความสอดคล้องกับองค์ประกอบการคิดวิเคราะห์ที่ต้องการวัด

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อความสอดคล้องกับองค์ประกอบการคิดวิเคราะห์ที่ต้องการวัด

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อความไม่สอดคล้องกับองค์ประกอบการคิดวิเคราะห์ที่ต้องการวัด

3.5 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและพิจารณาเลือกข้อความที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543) ซึ่งแบบวัดการคิดวิเคราะห์ มีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.80-1.00 (ภาคผนวก ข หน้า 119) จากนั้นดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ (ภาคผนวก ข หน้า 124)

3.6 จัดพิมพ์แบบวัดการคิดวิเคราะห์ ที่ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแล้ว เพื่อนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/12 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” จังหวัดชลบุรี และไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

3.7 นำแบบวัดการคิดวิเคราะห์ มาตรวจสอบให้คะแนน โดยให้ 1 คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูก และให้ 0 สำหรับข้อที่ตอบผิด หรือตอบเกิน 1 คำตอบในข้อเดียวกัน แล้ววิเคราะห์คะแนนรายข้อ เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ

3.8 ดำเนินการคัดเลือกข้อสอบจำนวน 15 ข้อ ที่มีค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งค่าความยากจะต้องอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกต้องมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 199-201) โดยคำนึงถึงความครอบคลุมการคิดวิเคราะห์ 3 ด้าน ได้แก่ การจำแนกแยกแยะหรือแยกย่อย การจัดระบบ และ

การให้เหตุผล ตามแนวคิดของ Anderson & Krathwohl จากการวิเคราะห์พบว่า แบบวัดการคิดวิเคราะห์ มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.49-0.77 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.21-0.40 (ภาคผนวก ข หน้า 133)

3.9 นำแบบวัดการคิดวิเคราะห์ ที่คัดเลือกไว้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kr-20) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543) โดยแบบวัดการคิดวิเคราะห์มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.60 (ภาคผนวก ข หน้า 134)

3.10 จัดพิมพ์แบบวัดการคิดวิเคราะห์ จำนวน 15 ข้อ เพื่อนำไปเก็บข้อมูลกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามแผนการวิจัย

4. แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมีมีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ตามวิธีการของลิเคิร์ท ประกอบด้วยข้อคำถามเชิงบวก (Positive) 20 ข้อ และข้อคำถามเชิงลบ (Negative) 20 ข้อ รวม 40 ข้อ ต้องการใช้จริงข้อคำถามเชิงบวก (Positive) 10 ข้อ และข้อคำถามเชิงลบ (Negative) 10 ข้อ รวม 20 ข้อ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมีตามขั้นตอนดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดเจตคติ

4.2 สร้างตารางวิเคราะห์องค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาเคมี ในแบบวัดโดยมีเนื้อหาครอบคลุมองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาเคมีดังนี้

4.2.1 ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี

4.2.2 การเห็นความสำคัญของวิชาเคมี

4.2.3 ความสนใจในวิชาเคมี

4.2.4 ความนิยมชมชอบต่อวิชาเคมี

4.2.5 การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี

4.3 วิเคราะห์เนื้อหาขององค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาเคมีและนำหน้าในการวัดเจตคติต่อวิชาเคมี ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ตารางแสดงการวิเคราะห์องค์ประกอบของเจตคติในการวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

เนื้อหาของแบบสอบถาม วัดเจตคติต่อวิชาเคมี	จำนวนข้อคำถามเชิงบวก (ข้อ)		จำนวนข้อคำถามเชิงลบ (ข้อ)	
	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
1. ความคิดเห็นทั่วไปต่อ วิชาเคมี	4	2	4	2
2. การเห็นความสำคัญของ วิชาเคมี	4	2	4	2
3. ความสนใจในวิชาเคมี	4	2	4	2
4. ความนิยมชมชอบต่อวิชา เคมี	4	2	4	2
5. การแสดงออกหรือมีส่วนร่วม ในกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง กับวิชาเคมี	4	2	4	2
รวม	20	10	20	10

4.4 สร้างแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี ตามวิธีการวัดของลิเคิร์ท ซึ่งเป็นข้อคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ประกอบด้วย ข้อคำถามเชิงบวก (Positive) 20 ข้อ และข้อคำถามเชิงลบ (Negative) 20 ข้อ รวม 40 ข้อ การให้คะแนนแต่ละข้อมีเกณฑ์ให้คะแนนโดยกำหนดดังนี้

ข้อคำถามเชิงบวก

5 คะแนน เมื่อตอบว่าเห็นด้วยอย่างยิ่ง

4 คะแนน เมื่อตอบว่าเห็นด้วย

3 คะแนน เมื่อตอบว่าไม่แน่ใจ

2 คะแนน เมื่อตอบว่าไม่เห็นด้วย

1 คะแนน เมื่อตอบว่าไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ข้อคำถามเชิงลบ

5 คะแนน เมื่อตอบว่าไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4 คะแนน เมื่อตอบว่าไม่เห็นด้วย

3 คะแนน เมื่อตอบว่าไม่แน่ใจ

2 คะแนน เมื่อตอบว่าเห็นด้วย

1 คะแนน เมื่อตอบว่าเห็นด้วยอย่างยิ่ง

4.5 นำแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมีเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง และให้ข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

4.6 นำแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมีที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ และด้านการวัดและประเมินผล โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อความสอดคล้องกับองค์ประกอบเจตคติต่อวิชาเคมีที่ต้องการวัด

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อความสอดคล้องกับองค์ประกอบเจตคติต่อวิชาเคมีที่ต้องการวัด

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อความไม่สอดคล้องกับองค์ประกอบเจตคติต่อวิชาเคมีที่ต้องการวัด

4.7 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและพิจารณาเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543) ซึ่งแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมีมีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.80-1.00 (ภาคผนวก ข หน้า 121) จากนั้นดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ (ภาคผนวก ข หน้า 129)

4.8 จัดพิมพ์แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมีที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/12 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” จังหวัดชลบุรี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ โดยการหาค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สันระหว่างคะแนนแต่ละข้อคำถามกับคะแนนรวมแต่ละด้าน เพื่อเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543) จากการวิเคราะห์พบว่า แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมีมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.21-0.66 (ภาคผนวก ข หน้า 135)

4.9 ดำเนินการเลือกแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี โดยมีข้อคำถามเชิงบวก (Positive) 10 ข้อ และข้อคำถามเชิงลบ (Negative) 10 ข้อ รวม 20 ข้อ ที่มีค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดมุ่งหมายการเรียนและโครงสร้างของแบบวัดที่กำหนดไว้ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี ทั้งฉบับด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach) โดยแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมีมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.69 (ภาคผนวก ข หน้า 146)

4.10 จัดพิมพ์แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” จังหวัดชลบุรี

วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดการคิดวิเคราะห์ ใช้เวลา 2 คาบเรียน
2. ดำเนินการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกจำนวน 5 แผน โดยใช้เวลาทั้งสิ้น 15 คาบ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง
3. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้ว ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดการคิดวิเคราะห์ (ฉบับเดิม) และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี ใช้เวลา 2 คาบเรียน
4. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดการคิดวิเคราะห์ และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (*t*-test for Dependent samples) (ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1)
2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มเดียว (*t*-test for One Sample) (ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2)
3. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (*t*-test for Dependent sample) (ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3)
4. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1.1 สถิติพื้นฐาน

1.1.1 หาค่าเฉลี่ย (mean) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ \bar{x} แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.1.2 หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum x^2 - (\sum x)^2}{(n - 1)}}$$

เมื่อ SD แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละด้านยกกำลังสอง

$(\sum x)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

1.2.1 ใช้สถิติการทดสอบที่แบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent sample t-test) เพื่อทดสอบสมมติฐานที่เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดวิเคราะห์ ก่อนเรียน และหลังเรียน (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n - 1}}}$$

โดย df = n-1

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาแจกแจงแบบที่

D แทน ค่าความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

$\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนและหลังเรียน

$\sum D^2$ แทน ผลรวมยกกำลังสองความแตกต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนและหลังเรียน

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนนที่นำมาเปรียบเทียบ

1.2.2 ใช้สถิติการทดสอบที่แบบกลุ่มเดียว (One sample t-test) เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ เปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

โดย $df = n-1$

เมื่อ \bar{x}	แทน ค่าเฉลี่ยที่หาได้จากกลุ่มตัวอย่าง
μ	แทน ค่าเฉลี่ยหรือค่าคงที่ของประชากร
S	แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน จำนวนตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดการคิดวิเคราะห์ และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี โดยใช้ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ใช้สูตร ดังนี้ (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559)

$$IOC = \frac{\sum R}{n}$$

เมื่อ IOC	แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
$\sum R$	แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
n	แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (Difficulty: P) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination: D) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดการคิดวิเคราะห์ โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543)

2.2.1 หาค่าความยากง่ายเป็นรายชื่อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดการคิดวิเคราะห์ โดยนำไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยใช้สูตร

$$P = \frac{N_R}{N_T}$$

เมื่อ P	แทน ความยากของข้อสอบแต่ละข้อ
N_R	แทน จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูก
N_T	แทน จำนวนคนที่เข้าสอบทั้งหมด

2.2.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดการคิดวิเคราะห์

$$r = \frac{R_H - R_L}{N/2}$$

เมื่อ r	แทน ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ
R_H	แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
R_L	แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
N	แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.2.3 หาค่าอำนาจจำแนกเป็นของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน โดยใช้สูตร

$$r = \frac{N \Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{\sqrt{[\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}}$$

เมื่อ r	แทน ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี
X	แทน คะแนนรวม
Y	แทน คะแนนรายข้อ
N	แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรของโลเวท (Lovett) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

$$r_{cc} = 1 - \frac{MS_E}{MS_P}$$

เมื่อ r_{cc}	แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
MS_E	แทน คะแนนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Error)
MS_P	แทน คะแนนความแปรปรวนระหว่างคน (Between people)

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดการคิดวิเคราะห์ โดยใช้วิธีของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kr-20) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\Sigma pq}{S_{tt}^2} \right)$$

เมื่อ r_{tt}	แทน ความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดวิเคราะห์
S_{tt}^2	แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบวัดการคิดวิเคราะห์ทั้งฉบับ
n	แทน จำนวนข้อของแบบวัดการคิดวิเคราะห์

- p แทน สัดส่วนของคนที่ทำถูกในแต่ละข้อ
 q แทน สัดส่วนคนที่ทำผิดในแต่ละข้อ

2.5 หาความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อเคมีที่ฉบับนี้ด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

- เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา
 K แทน จำนวนข้อคำถามหรือข้อสอบ
 S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i
 S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม t

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2) เปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) เปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) ศึกษาเจตคติต่อวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ผู้วิจัยจึงขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยกำหนดสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเสนอผลการวิจัยดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{x}	แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ย
SD	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติในการแจกแจงแบบ t
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน
*	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
df	แทน	ขั้นแห่งความอิสระ

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ก่อนเรียนและหลังเรียน

4. ผลการศึกษาเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	n	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		df	t	p (1-tailed)
			\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
ความจำ	42	6	3.35	1.89	4.55	1.28	41	4.42*	.000
ความเข้าใจ	42	12	3.54	3.68	11.76	0.90	41	8.95*	.000
การประยุกต์ใช้	42	8	3.04	2.49	5.83	1.77	41	6.43*	.000
การวิเคราะห์	42	5	1.24	1.66	4.40	0.82	41	5.21*	.000
การประเมินค่า	42	2	0.15	0.75	1.50	1.50	41	4.63*	.000
การสร้างสรรค์	42	7	2.09	2.57	5.69	2.37	41	4.51*	.000
ภาพรวม	42	40	13.41	4.65	33.74	3.20	41	34.47*	.000

* $p < .05$

จากตารางที่ 8 พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนเท่ากับ 13.41 และหลังเรียนเท่ากับ 33.74 เมื่อเปรียบเทียบพบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และเมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละด้าน พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนทุกด้านสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยเช่นกัน (ภาคผนวก ข หน้า 138)

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เกณฑ์ร้อยละ 70 แสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เกณฑ์ร้อยละ 70 (28 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน)

ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	คะแนน เต็ม	เกณฑ์	หลังเรียน		df	t	p (1-tailed)
			\bar{x}	SD			
ความจำ	6	4.2	4.55	1.28	41	1.77*	0.042
ความเข้าใจ	12	8.4	11.76	0.90	41	9.12*	0.000
การประยุกต์ใช้	8	5.6	5.83	1.77	41	3.46*	0.000
การวิเคราะห์	5	3.5	4.40	0.82	41	0.23	0.410
การประเมินค่า	2	1.4	1.50	1.50	41	0.85	0.211
การสร้างสรรค์	7	4.9	5.69	2.37	41	0.19	0.425
ภาพรวม	40	28	33.74	3.20	41	11.62*	0.000

* $p < .05$

จากตารางที่ 9 พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 33.74 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละด้าน พบว่าด้านความจำ ความเข้าใจ และการประยุกต์ใช้ มีค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนด้านการวิเคราะห์ การประเมินค่า และการสร้างสรรค์ พบว่ามีค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ภาคผนวก ข หน้า 140)

3. ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกก่อนเรียนและหลังเรียน

การคิดวิเคราะห์	n	คะแนน เต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		df	t	p (1-tailed)
			\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
การจำแนกแยกแยะหรือ แยกย่อย	42	5	2.24	0.95	4.83	0.37	41	17.44*	.000
การจัดระบบ	42	5	2.05	0.79	4.67	0.52	41	20.57*	.000
การให้เหตุผล	42	5	2.62	1.07	4.64	0.53	41	11.13*	.000
ภาพรวม	42	15	6.91	2.82	14.14	1.42	41	49.14*	.000

* $p < .05$

จากตารางที่ 10 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีค่าเฉลี่ยคะแนนการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนเท่ากับ 6.91 และหลังเรียนเท่ากับ 14.14 เมื่อเปรียบเทียบ พบว่าการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 เมื่อพิจารณาการคิดวิเคราะห์แต่ละด้าน พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการคิดวิเคราะห์ทุกด้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยเช่นกัน (ภาคผนวก ข หน้า 141)

4. ผลการศึกษาเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก แสดงดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การศึกษาเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

องค์ประกอบเจตคติต่อวิชาเคมี	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับเจตคติต่อวิชาเคมี
ด้านที่ 1 ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี	4.15	1.02	มาก
ด้านที่ 2 การเห็นความสำคัญของวิชาเคมี	4.54	1.52	มากที่สุด
ด้านที่ 3 ความสนใจในวิชาเคมี	4.34	1.25	มาก
ด้านที่ 4 ความนิยมชมชอบต่อวิชาเคมี	4.43	1.17	มาก
ด้านที่ 5 การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี	4.33	1.14	มาก
เฉลี่ยรวม	4.36	1.22	มาก

จากตารางที่ 11 พบว่าผลการวิเคราะห์เจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 ซึ่งอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาเคมีด้านการเห็นความสำคัญของวิชาเคมีอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 ส่วนด้านอื่นมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก โดยด้านความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.15 ด้านความสนใจในวิชาเคมี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 ด้านการนิยมชมชอบต่อวิชาเคมี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 และด้านการแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมเกี่ยวกับวิชาเคมี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2) เปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) เปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) ศึกษาเจตคติต่อวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

สรุปผลการวิจัย

1. คะแนนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1
2. คะแนนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2
3. การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3
4. เจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 ซึ่งอยู่ในระดับมาก

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาเคมีโดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. คะแนนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้มีการลงมือปฏิบัติ และสร้างองค์ความรู้จากสิ่งที่ได้ลงมือปฏิบัติในระหว่างการเรียนการสอน โดยเน้นการพัฒนาทักษะความสามารถที่ตรงกับพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มาจากการปฏิบัติและความต้องการของนักเรียนเป็นสำคัญ (ทวิวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ, 2557) โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุกมีขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาที่สอน โดยครูถามคำถามปลายเปิด จัดกิจกรรมสร้างแรงจูงใจ หรือยกตัวอย่างสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและดึงความรู้เดิมของตนเองออกมา เกิดการเชื่อมโยงความรู้เพื่อนำมาตอบคำถาม

อธิบายกิจกรรมหรือสถานการณ์นั้น ๆ ตัวอย่างเช่น ครูถามคำถามนักเรียนว่า “จากที่ทราบแล้วว่า กระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน นักเรียนคิดว่า การถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่างสาร ในปฏิกิริยารีดอกซ์เกี่ยวข้องกับกระแสไฟฟ้าหรือไม่” จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม เป็นต้น

2) **ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้** เป็นขั้นที่นักเรียนวางแผน กำหนดแนวทางในการหาคำตอบ สืบค้น สํารวจ ตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ และเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้กระบวนการกลุ่ม โดยผู้สอนให้นักเรียน เข้ากลุ่มย่อยโดยการคละความสามารถอ่อน กลาง และเก่ง เพื่อให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นทีม อีกทั้งต้องแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันระหว่างกลุ่มอื่น ๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนหรือเกิดองค์ความรู้ใหม่ โดยมีครูเป็นผู้คอยกระตุ้นและให้การช่วยเหลือ ตัวอย่างเช่น นักเรียนแต่ละคนศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับ องค์ประกอบของเซลล์ไฟฟ้าเคมี การเขียนแผนภาพเซลล์แสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเซลล์ไฟฟ้าเคมี ค่า ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ และการนำค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์รีดักชัน จากใบ ความรู้ เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดกลุ่มและจัดลำดับในการเป็นตัว ออกซิไดซ์และตัวรีดิวซ์ของสารประกอบในสมการรีดอกซ์นั้น เพื่อให้นักเรียนสามารถจัดประเภทของ เซลล์ไฟฟ้าเคมีในแต่ละสมการได้ เป็นต้น

3) **ขั้นสรุปและประยุกต์ใช้** เป็นขั้นที่ให้นักเรียนสรุปความรู้ และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ โดยผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้ มาวิเคราะห์ สรุปผล อภิปรายผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยอ้างอิงหลักการ ทฤษฎีประกอบ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น ครูให้นักเรียนยกตัวอย่าง เพิ่มเติมเกี่ยวเซลล์ไฟฟ้าเคมี แล้วให้นักเรียนร่วมกันฝึกเขียนสมการเคมีที่แสดงปฏิกิริยาที่แอโนด แคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์ที่แสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น จากนั้นตรวจสอบความถูกต้อง และอธิบายเพิ่มเติมในกรณีที่นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน จนนักเรียนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน และนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของเซลล์ไฟฟ้าเคมี การเขียนสมการเคมีแสดง ปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพ เป็นต้น

และ 4) **ขั้นประเมินผล** เป็นขั้นที่ครู ประเมินผลการเรียนรู้โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด สังเกตพฤติกรรม ใบกิจกรรม และบันทึกการ เรียนรู้ โดยผู้สอนจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รู้จักการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตจริง หรือเป็นขั้นตอนที่ ผู้เรียนได้ค้นคว้าอิสระเพิ่มเติม ตัวอย่างเช่น นักเรียนค้นคว้าเพิ่มเติมเกี่ยวกับเซลล์ความเข้มข้น โดย จัดทำเป็นรายงานและนำเสนอหน้าชั้นเรียน สุ่มนักเรียนออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างใน แบบฝึกหัด และนักเรียนร่วมกันจับประเด็นและสรุปผล เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าเซลล์ เคมีไฟฟ้ามีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันอย่างไร เป็นต้น จากเหตุผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการ จัดการเรียนรู้อิงรุกจะสามารถกระตุ้นให้นักเรียนมีความรู้สึกรักที่จะเรียน เพราะในการจัดการ เรียนการสอนจะเปิดโอกาสให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมที่นำไปสู่การเรียนการสอนที่นักเรียนได้ลงมือ ปฏิบัติด้วยตนเองทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์ในการเรียน (ณัฐพงษ์ สกกุลเสียว, 2553, หน้า 1-10) อีกทั้งยังทำให้นักเรียนมีความเบื่อหน่ายในการเรียนน้อยกว่าการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายและ

ห้องจำ จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุกจะช่วยทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ พรรณนิภา กิจเอก (2550) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดปทุมธานี ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งยังพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกมีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละด้าน พบว่าด้านการวิเคราะห์ การประเมินค่า และการสร้างสรรค์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากข้อคำถามในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 3 ด้าน มีลักษณะเป็นข้อคำถามยาว จึงส่งผลให้ผู้เรียนต้องใช้เวลาในการวิเคราะห์โจทย์และตัวเลือก อีกทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 3 ด้าน เป็นการคิดขั้นสูงอาจต้องใช้เวลาในการพัฒนานานกว่าด้าน ความจำ ความเข้าใจ และการประยุกต์ใช้

2. การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุกเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ (สุทัศน์ เอกา, 2559) เนื่องจากนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อค้นหาคำตอบด้วยตนเองอย่างอิสระตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นที่ครูจะยกตัวอย่างสถานการณ์ คำถามปลายเปิด หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ เพื่อนักเรียนจะร่วมกันตอบคำถาม แยกแยะความเกี่ยวข้อง ความสำคัญของสถานการณ์หรือตัวอย่างตามความรู้เดิมของตนเอง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้และสนใจในเนื้อหาที่ผู้สอนต้องการสอน เช่น ครูนำตัวอย่างของ ถ่านไฟฉายแบบชาร์จได้ ถ่านไฟฉายแบบชาร์จไม่ได้ ถ่านนาฬิกา แบตเตอรี่มือถือ และแบตเตอรี่รถยนต์ มาให้นักเรียนร่วมกันจำแนก เพื่อให้นักเรียนร่วมกันแยกแยะคุณสมบัติและการใช้ประโยชน์ของถ่านและแบตเตอรี่แต่ละชนิด เป็นต้น ซึ่งขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์ด้านการจำแนกแยกแยะหรือแยกย่อย 2) ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนกำหนดแนวทางหาคำตอบ สืบค้นข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูล จัดกลุ่ม จัดลำดับ และจัดประเภทของข้อมูล เช่น นักเรียนแต่ละคนศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบของเซลล์ไฟฟ้าเคมี การเขียนแผนภาพเซลล์แสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเซลล์ไฟฟ้าเคมี ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ และการนำค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์รีดักชัน จากใบความรู้ เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดกลุ่มและจัดลำดับในการเป็นตัวออกซิไดซ์และตัวรีดิวซ์ของสารประกอบในสมการรีดอกซ์นั้น เพื่อให้นักเรียน

สามารถจัดประเภทของเซลล์ไฟฟ้าเคมีในแต่ละสมการได้ เป็นต้น ซึ่งนักเรียนยังต้องร่วมมือกันระบุความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่าง ๆ ของข้อมูลที่รับมาเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนหรือเกิดองค์ความรู้ใหม่ ซึ่งครูจะจับกลุ่มให้นักเรียนโดยคละความสามารถเป็นอ่อน กลาง และเก่ง เพื่อให้นักเรียนทำงานร่วมกัน และแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันระหว่างกลุ่ม ซึ่งขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์ด้านการจัดระบบ 3) ขั้นสรุปและประยุกต์ใช้ เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนจับประเด็นและสรุปผลจากสิ่งที่ได้จากการทำกิจกรรมเพื่อยืนยันว่าข้อสรุปที่ได้มานั้นเป็นความจริงตามทฤษฎี ซึ่งนักเรียนต้องสรุปความรู้และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ เช่น นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของเซลล์ไฟฟ้าเคมี การเขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์ เป็นต้น อีกทั้งนักเรียนต้องนำข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรมมาวิเคราะห์สรุปผล อภิปรายผล และนำเสนอเพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยอ้างอิงหลักการและทฤษฎี และ 4) ขั้นประเมินผล เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ใบกิจกรรม และบันทึกการเรียนรู้ โดยครูจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นคว้าอิสระเพิ่มเติม เช่น นักเรียนค้นคว้าเพิ่มเติมเกี่ยวกับเซลล์ความเข้มข้น โดยจัดทำเป็นรายงานและนำเสนอหน้าชั้นเรียน เป็นต้น ซึ่งในขั้นที่ 3 และขั้นที่ 4 นักเรียนจะได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์ด้านการให้เหตุผล จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุกจะช่วยทำให้นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชุมสุข สุขหิ้น (2560) ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เพื่อเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. เจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 ซึ่งอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุกเป็นการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ และสร้างองค์ความรู้จากสิ่งที่ลงมือปฏิบัติในระหว่างการเรียนการสอน โดยเน้นการพัฒนาทักษะความสามารถที่ตรงกับพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มาจากการปฏิบัติและความต้องการของนักเรียนเป็นสำคัญ (ทวิวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ, 2557) ซึ่งจะกระตุ้นให้นักเรียนมีความรู้สึกอยากที่จะเรียน ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าความสำคัญของเนื้อหาที่เรียน นักเรียนจึงมีเจตคติที่ดีต่อเนื้อหาที่เรียน ส่งผลให้เจตคติต่อวิชาเคมีสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชลาธร วิเชียรรัตน์ (2559) ได้ทำศึกษาเจตคติต่อวิชาเคมีหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกพบว่า เจตคติต่อวิชาเคมีหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.53 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.77 ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการการเรียนรู้หรือ การศึกษาวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้เชิงรุกในชั้นที่ 1 ชั้นสร้างความสนใจ ครูผู้สอนอาจยกตัวอย่างคำถาม โดยอ้างอิงจากรายวิชาอื่น ๆ หรืออาจยกสถานการณ์ ปัญหา คำถามที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน ที่ใกล้ตัวของนักเรียน จากการทำกิจกรรมพบว่าถ้าครูยกตัวอย่างเป็นสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน นักเรียนจะสามารถคาดเดาคำตอบที่อ้างอิงไปถึงเนื้อหาในบทเรียนได้อย่างรวดเร็วและมั่นใจ แต่ถ้าครู ยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ไกลตัว ครูอาจจะต้องใช้เวลาในการอธิบายให้นักเรียนเข้าใจใน สถานการณ์นั้น ๆ การยกตัวอย่างเหตุการณ์หรือคำถามนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหาใน รายวิชา

1.2 การจัดการเรียนรู้เชิงรุกในชั้นที่ 2 ชั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจะต้องจัดกลุ่ม ปฏิบัติการทดลอง หรือมีการทำกิจกรรมกลุ่ม ทำให้นักเรียนสนุกสนานกับการทำกิจกรรมจนเลยเวลา ที่กำหนดในการทำกิจกรรม ดังนั้นครูควรเน้นย้ำเรื่องเวลากับนักเรียน หรือทำการจับเวลาให้นักเรียน เห็น เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันบริหารจัดการกับเวลาในการทำกิจกรรมให้เสร็จเรียบร้อย ตามเวลาที่ครูกำหนด

1.3 จากการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการวิเคราะห์ การประเมินค่า และการ สร้างสรรค์ มีค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อวิเคราะห์พบว่า ข้อคำถามในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 3 ด้าน มีลักษณะเป็น ข้อคำถามยาว จึงส่งผลให้ผู้เรียนต้องใช้เวลาในการวิเคราะห์โจทย์และตัวเลือก อีกทั้งผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนทั้ง 3 ด้าน เป็นการคิดขั้นสูงอาจต้องใช้เวลาในการพัฒนานานกว่าด้านความจำ ความ เข้าใจ และการประยุกต์ใช้ ดังนั้นอาจเพิ่มเวลาในการทำแบบทดสอบให้มากขึ้นเพื่อผู้เรียนจะได้มีเวลา อ่านและวิเคราะห์ข้อคำถามเพิ่มมากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เนื่องจาก นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองอย่างอิสระ ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น โดยระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติการทดลอง มีการ ชักถามเหตุและผลที่ส่งผลให้การทดลองเกิดความคลาดเคลื่อนไปจากทฤษฎี รวมถึงนักเรียนสามารถ อภิปรายและสรุปผลการทดลองที่สอดคล้องกับทฤษฎีที่เรียนมาได้อย่างแม่นยำ อีกทั้งยังมีแลกเปลี่ยน ความคิดเห็นและโต้แย้งข้อเท็จจริงทางทฤษฎีที่เกิดขึ้นจากการทดลองกับเพื่อนในห้องเรียน ทำให้

นักเรียนมีความสนุกสนานกับการเรียน ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่มีต่อทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผล

2.2 การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนมีการลงมือปฏิบัติงานเป็นกลุ่มย่อยที่คละความสามารถเก่ง กลาง อ่อน ซึ่งระหว่างทำกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกในชั้นที่ 2 ชั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และชั้นที่ 3 ชั้นสรุปและประยุกต์ใช้ พบว่านักเรียนมีการปรึกษาและแลกเปลี่ยนความรู้กันภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม ดังนั้นควรทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบอื่น เช่น การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative learning) ซึ่งน่าจะช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาเคมีที่เพิ่มสูงขึ้นได้

2.3 การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนเพิ่มมากขึ้น ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนน้อยลง อีกทั้งส่งผลให้ผู้เรียนมีทัศนคติและเจตคติที่ดีต่อรายวิชาเคมีเพิ่มขึ้น ซึ่งจากเหตุผลอาจทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนดีขึ้นด้วย ดังนั้นควรทำการศึกษาผลของเจตคติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

2.4 จากผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการวิเคราะห์ การประเมินค่า และการสร้างสรรค์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องมาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 3 ด้าน เป็นการคิดขั้นสูงจึงยากต่อการพัฒนา ดังนั้นควรศึกษาการจัดการเรียนรู้ที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อื่นที่พัฒนาด้านการวิเคราะห์ การประเมินค่า และการสร้างสรรค์ ซึ่งน่าจะช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 3 ด้าน ให้สูงขึ้น

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). *แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์ การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- จรรยาภักษ์ กุลพวง. (2559). *ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุกสำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- จุฑาภักดิ์ รินทร์ศรี. (2547). Active Learning. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์*, 1(1), 73-84.
- จุฑามาศ เจริญธรรม. (2549). *การจัดการเรียนรู้กระบวนการคิด*. นนทบุรี: สุรัตน์การพิมพ์.
- ชลลธร วิเชียรรัตน์. (2559). *การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของ สารประกอบไฮโดรคาร์บอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ชุมสุข สุขหิน. (2560). *รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ เพื่อเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. *วารสารวิจัยและพัฒนาหลักสูตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 7(2), 152-172.
- ณชนัน แก้วชัยเจริญกิจ. (2550). *บทบาทของครูผู้สอนในการจัดกิจกรรมและวิธีการปฏิบัติตามแนวทางของ Active Learning*. *วารสารสำนักงานวิชาศึกษาทั่วไป มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 1(2), 63-77. Retrieved from <http://www.itie.org>.
- ณัฐพงษ์ สกุกเลียว. (2553). *การเรียนการสอนเชิงรุก (Active Learning)*. *วารสารมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต*, 1(1), 1-10. Retrieved from <http://www.moe.go.th/moe/th/news/detail.php?NewsID=19330&Key=hotnews>

- ทวิทชัย สุตชาภา. (2549). การพัฒนาแบบวัตจิตวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี*, 1(1), 3-10.
- ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ. (2557). *เทคโนโลยีการสอน (Instruction Technology)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมิกราช มสธ..
- ทิตนา แคมมณี. (2554). *ศาสตร์การสอน*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แคมมณี และคณะ. (2536). *กลุ่มสัมพันธ์เพื่อการทำงานและการจัดการเรียนการสอน*. กรุงเทพมหานคร: นิซินแอดเวอร์ไทซิงกรุ๊ป.
- ธัญลักษณ์ มณีวรรณ. (2562). การศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง. *Social Sciences and arts*, 12(5), 507-524.
- นิรมล ศตวฒ. (2548). *การพัฒนาหลักสูตร*. กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- บัญญัติ ชำนาญกิจ. (2549). ทำไมจึงจำเป็นต้องจัดการเรียนรู้แบบใฝ่รู้ในระดับอุดมศึกษา. *วารสารการจัดการความรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์*, 1(1), 1-7.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น ฉบับปรับปรุงใหม่ (พิมพ์ครั้งที่ 7)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สุวีริยาสาส์น.
- บุญธรรม กิจปริดาภิสิทธิ์. (2527). *การประเมินประสิทธิภาพการสอนของอาจารย์*. กรุงเทพฯ: สภาคณาจารย์มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2548). *จิตวิทยาอุตสาหกรรม*. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพฯ.
- พรเทพ ฐิแผน. (2549). KM กับ Active Learning : ประสบการณ์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. *วารสารการจัดการความรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์*, 1(1), 5.
- พรรณนิภา กิจเอก. (2550). ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้นต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดปทุมธานี. *วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิชาชีพครู, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม*.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 8)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พัชรี รมพยอม. (2558). ธรรมชาติของวิชาเคมี และการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา. *วารสารคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี*, 31(2), 188-197.
- พิชิต ฤทธิจรูญ. (2545). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: บริษัท แฮ้าส์ออฟ เคอร์มีส์ จำกัด.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *พฤติกรรมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาคุณภาพ

วิชาการ.

เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2548). *การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ:

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์

พับลิเคชั่นส์.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ:

สำนักพิมพ์สุวีริยาสาส์น.

ลักขณา สริวัฒน์. (2549). *การคิด*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

วทัญญู วุฒิวรรณ. (2553). *ผลการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์*

ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่

1. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์,
มหาวิทยาลัยบูรพา.

วัชรรา เล่าเรียนดี. (2547). *เทคนิคการจัดการเรียนรู้สำหรับครูมืออาชีพ*. นครปฐม: มหาวิทยาลัย

ศิลปากร.

วารินทร์ สายโอบเอื้อ และ สุนีย์ อีรดากร. (2522). *จิตวิทยาการศึกษา*. พระนครศรีอยุธยา: วิทยาลัยครู

พระนคร.

ศักดิ์ดา ไชกิจภิญโญ. (2548). *สอนอย่างไรให้ Active Learning*. *วารสารนวัตกรรมการเรียนการสอน*,

2(2), 12-15.

ศิริพร มโนพิเชฐวัฒนา. (2547). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการ*

ที่เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น เรื่อง ร่างกายมนุษย์. *วารสารวิชาการ มศว.*,

1(1), 136-137.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2565). *กรอบการประเมินคุณภาพภายนอกระดับการศึกษาขั้น*

พื้นฐาน.

<http://www.onesqa.or.th/onesqa/th/download/index.php?DownloadGroupID=12>

1

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานเทคโนโลยี*

สารสนเทศ ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาพร พฤษพิทกุล. (2558). *คุณภาพผู้เรียนเกิดจากกระบวนการเรียนรู้*. สระแก้ว: คณะ

เทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว.

สมบูรณ์ ต้นยะ. (2545). *การประเมินทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สุวีริยาสาส์น.

สมโภชน์ อเนกสุข. (2559). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 8). ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยบูรพา.

สมศรี ตังมงคลเลิศ. (2548). การอ่านแบบมีส่วนร่วม (Active Reading). *วารสาร สสวท.*, 35(18), 61.

สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2548). *แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เดี๋ยสแควร์.

สุชาติ ประเสริฐรัฐสินธุ์ และคณะ. (2551). *เทคนิคการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ หลักการวิธีการและการประยุกต์* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สามลดา.

สุทัศน์ เอกา. (2559). *ครูแห่งศตวรรษที่ 21* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: บริษัท ก.พล (1996) จำกัด.

สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์*. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนภาพการพิมพ์.

อารีย์ วชิรวรการ. (2542). *การวัดและประเมินผลการเรียน*. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏธนบุรี.

Anderson, L. W. and Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Addison Wesley Longman.

Baldwill, J. and Williams, H. (1988). *Active Learning: a Trainer's Guide*. England: Black well Education.

Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals*. New York: Longmans.

Bonwell, C. and Eison, A. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. Washington D.C.: George Washington University.

Center for teaching and learning. (1993). *Active Learning : Getting Students to Work and Think in the Classroom. Speaking of Teaching*. United States: University of Stanford.

Chen, C. H. and Howard, B. (2010). Effect of live simulation on middle school students' attitudes and learning toward science. *Educational Technology & Society*, 3(1), 133-139.

Clark, L. H. (1970). *Strategies and tactics in secondary school teaching*. London, UK: Collier-Macmillan.

Felder, R. and Brent, R. (1996). Navigating the Bumpy Road to Student-Centered Instruction. *Journal of College Teaching*, 44(1), 56-87.

Fink, L. D. (1999). *Active learning*. United States of America: American Psychological Association.

- Fraser, B. J. (1981). *Test of Science-Related Attitudes Handbook (TOSRA)*. Melbourne: Australia: The Australian Council for Educational Research.
- Gardner, P. L. (1975). Attitudes to Science. *Creative Education*, 5(2), 1-41.
- Kind, P. M., Jones, K. and Barmby, P. (2007). Developing attitudes towards science measures. *International Journal of Science Education*, 29(7), 871-893.
- Klopfer, L. E. (1971). "Evaluation of learning in science", *Handbook on formative and summative evaluation of student learning*. New York: McGraw-Hill hook company.
- Kyoungna, K., Priya, S., Susan, M.L., and Kevin, P.F.,. (2013). Effects of Active Learning on Enhancing Student Critical Thinking in an Undergraduate General Science Course. *Innovative Higher Education*, 38(12), 223-235.
- Lorenzen, M. (2001). *Active Learning and Library and Library Instruction*. Washington D.C.: George Washington University.
- McIntyre, G. A. (2005). *A Method for Unbiased Selective Sampling, Using Ranked Sets*. Australia: The American Statistician.
- Meyers, C. and Jones, T. (1993). *Promoting Active Learning: Strategies for the College Classroom*. San Francisco: Jossey-Bass Inc.
- Moore, K. D. (1992). *Classroom Teaching Skill* (2nd). New York: McGraw-Hill hook company.
- Orhan, A., and Ruhan, O.T.,. (2007). The effects of problem-base active learning in science education on students' academic achievement, attitude and concept learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(1), 71-81.
- Robert, J., Hinde, K., and Jeffrey, K.,. (2013). Student Active Learning Methods in Physical Chemistry. *Science and Education Research*, 78(1), 93-98.
- Roman, T., Cathy, B., Russell, M., Robin, P., and Craig, W.B.,. (2007). Effects of active-learning experiences on achievement, attitudes, and behaviors in high school biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 1(17).
- Salta, K. and Tzougraki, C. (2004). Attitudes towards chemistry among 11th grade students in high schools in greece. *Science Education*, 88(1), 535-547.

- Sax, G. (1997). *Principles of Educational and Psychological Measurement and Evaluation*. United States of America: Wadsworth Publishing Company.
- Shenker, J. I., Goss, S. A. and Bernstein, D. A. (1996). *Instructor's Resource Manual for Psychology : Implementing Active Learning in the Classroom*. United States: California University
- Silberman, M. (1996). *Active Learning*. Boston: Allyn & Bacon.
- Yong, Z. (2012). *World Class Learners: Educating Creative and Entrepreneurial Students*. California: The SAGA.





ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญ
- แบบรายงานผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน หัวหน้าภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีพร อนุศาสนนันท์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. อาจารย์ ดร.ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
4. อาจารย์ ดร.สมศิริ สิงห์ลพ อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
5. นางสาวศิริวรรณ ตันหยง คุณครูผู้สอนประจำโรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี



เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาโครงการวิจัย

รหัสโครงการวิจัย : G-HU327/2566

โครงการวิจัยเรื่อง : การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์
และเจตคติต่อวิชาเคมีโดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หัวหน้าโครงการวิจัย : นายณรงค์ศักดิ์ ผาสุขเจริญไพบุลย์

หน่วยงานที่สังกัด : คณะศึกษาศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการหลัก (สารนิพนธ์/ งานนิพนธ์/ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา
วิทยานิพนธ์/ คุชฎีนิพนธ์)

หน่วยงานที่สังกัด : คณะศึกษาศาสตร์

วิธีพิจารณา : Exemption Determination Expedited Reviews Full Board

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า โครงการวิจัยดังกล่าวเป็นไปตามหลักการของจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยที่ผู้วิจัยเคารพสิทธิและศักดิ์ศรีในความเป็นมนุษย์ไม่มีการล่วงละเมิดสิทธิ สวัสดิภาพ และไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ตัวอย่างการวิจัยและผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยในขอบข่ายของโครงการวิจัยที่เสนอได้ (ดูตามเอกสารตรวจสอบ)

1. แบบเสนอเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ฉบับที่ 2 วันที่ 25 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567
2. โครงการวิจัยฉบับภาษาไทย ฉบับที่ 1 วันที่ 14 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2566
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ฉบับที่ 2 วันที่ 25 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567
4. เอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ฉบับที่ 1 วันที่ 14 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2566
5. แบบเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น แบบบันทึกข้อมูล (Data Collection Form)
แบบสอบถาม หรือสัมภาษณ์ หรืออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ฉบับที่ 1 วันที่ 14 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2566
6. เอกสารอื่น ๆ (ถ้ามี) ฉบับที่ - วันที่ - เดือน - พ.ศ. -

วันที่รับรอง : วันที่ 1 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2567

วันที่หมดอายุ : วันที่ 1 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2568

ลงนาม นางสาวทิมลพรรณ เลิศล้ำ

(นางสาวทิมลพรรณ เลิศล้ำ)

ภาคผนวก ข

- ตารางแสดงค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้
- ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องแบบวัดการคิดวิเคราะห์
- ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี
- ตารางแสดงการปรับแก้เครื่องมือตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
- ตารางแสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)
- ตารางแสดงผลคะแนนจากการทดสอบการเรียนรู้และหลังเรียน
- ตารางแสดงผลการคำนวณหาค่า t -test

ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 ตารางที่ 12 การประเมินระดับค่าความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง
 เซลล์กัลวานิก

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. สาระสำคัญ							
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
1.2 มีประโยชน์ต่อ ชีวิตประจำวัน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
1.3 เหมาะสมกับวัยของ ผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
1.4 มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 สอดคล้องกับสาระการ เรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
2.2 ภาษามีความเหมาะสม ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
2.3 เหมาะสมกับวัยของ ผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
2.4 ระบุพฤติกรรมที่สามารถ วัดและประเมินได้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้							
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.6	มากที่สุด
3.2 มีความเหมาะสม ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด

ตารางที่ 12 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
3.3 มีความยากง่ายเหมาะสมกับชั้นเรียน	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
3.4 น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้							
4.1 ชั้นสร้างความสนใจ							
4.1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.1.2 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้จัดกิจกรรม	5	4	4	4	5	4.4	มาก
4.1.3 ได้รับความสนใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้น	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.1.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.1.5 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.2 ชั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้							
4.2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.2.2 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้จัดกิจกรรม	5	4	4	4	5	4.4	มาก
4.2.3 ได้รับความสนใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้น	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.2.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด

ตารางที่ 12 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
4.2.5 เหมาะสมกับวัย ของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.3 ชั้นสรุปและประยุกต์ใช้							
4.3.1 สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.6	มากที่สุด
4.3.2 เหมาะสมกับเวลาที่ ใช้จัดกิจกรรม	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.3.3 ได้รับความสนใจให้ ผู้เรียนกระตือรือร้น	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.3.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน กิจกรรม	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.3.5 เหมาะสมกับวัย ของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.4 ชั้นประเมินผล							
4.4.1 สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.4.2 เหมาะสมกับเวลาที่ ใช้จัดกิจกรรม	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.4.3 ได้รับความสนใจให้ ผู้เรียนกระตือรือร้น	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.4.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน กิจกรรม	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.4.5 เหมาะสมกับวัย ของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด

ตารางที่ 12 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
5. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้							
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
5.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และกิจกรรม	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
5.3 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
5.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
5.5 เหมาะสมกับวัยและความสนใจของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
6. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้							
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
6.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
6.3 การวัดและประเมินผลที่ระบุไว้สามารถประเมินได้	4	5	5	4	5	4.6	มากที่สุด
6.4 ใช้เครื่องมือวัดและประเมินผลได้เหมาะสม	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด

ตารางที่ 13 การประเมินระดับค่าความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลติก

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. สารสำคัญ							
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
1.2 มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
1.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
1.4 มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
2.2 ภาษามีความเหมาะสมชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
2.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
2.4 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้							
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.6	มากที่สุด
3.2 มีความเหมาะสม ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด

ตารางที่ 13 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
3.3 มีความยากง่ายเหมาะสมกับชั้นเรียน	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
3.4 น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้							
4.1 ชั้นสร้างความสนใจ							
4.1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.1.2 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้จัดกิจกรรม	5	4	4	4	5	4.4	มาก
4.1.3 ได้รับความสนใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้น	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.1.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.1.5 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.2 ชั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้							
4.2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.2.2 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้จัดกิจกรรม	5	4	4	4	5	4.4	มาก
4.2.3 ได้รับความสนใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้น	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.2.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด

ตารางที่ 13 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
4.2.5 เหมาะสมกับวัย ของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.3 ชั้นสรุปและประยุกต์ใช้							
4.3.1 สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.6	มากที่สุด
4.3.2 เหมาะสมกับเวลาที่ ใช้จัดกิจกรรม	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.3.3 ได้รับความสนใจให้ ผู้เรียนกระตือรือร้น	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.3.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน กิจกรรม	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.3.5 เหมาะสมกับวัย ของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.4 ชั้นประเมินผล							
4.4.1 สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.4.2 เหมาะสมกับเวลาที่ ใช้จัดกิจกรรม	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.4.3 ได้รับความสนใจให้ ผู้เรียนกระตือรือร้น	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.4.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน กิจกรรม	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.4.5 เหมาะสมกับวัย ของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด

ตารางที่ 13 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
5. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้							
5.1 สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
5.2 สอดคล้องกับสาระ การเรียนรู้และกิจกรรม	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
5.3 ได้รับความสนใจของ ผู้เรียน	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
5.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน การใช้	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
5.5 เหมาะสมกับวัยและ ความสนใจของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
6. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้							
6.1 สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
6.2 สอดคล้องกับสาระ การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
6.3 การวัดและ ประเมินผลที่ระบุไว้สามารถ ประเมินได้	4	5	5	4	5	4.6	มากที่สุด
6.4 ใช้เครื่องมือวัดและ ประเมินผลได้เหมาะสม	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด

ตารางที่ 14 การประเมินระดับค่าความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การทำโลหะให้บริสุทธิ์

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. สารสำคัญ							
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
1.2 มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
1.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
1.4 มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
2.2 ภาษามีความเหมาะสม ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
2.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
2.4 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้							
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.6	มากที่สุด
3.2 มีความเหมาะสม ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด

ตารางที่ 14 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
3.3 มีความยากง่ายเหมาะสมกับชั้นเรียน	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
3.4 น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้							
4.1 ชั้นสร้างความสนใจ							
4.1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.1.2 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้จัดกิจกรรม	5	4	4	4	5	4.4	มาก
4.1.3 ได้รับความสนใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้น	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.1.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.1.5 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.2 ชั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้							
4.2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.2.2 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้จัดกิจกรรม	5	4	4	4	5	4.4	มาก
4.2.3 ได้รับความสนใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้น	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.2.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด

ตารางที่ 14 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
4.2.5 เหมาะสมกับวัย ของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.3 ชั้นสรุปและประยุกต์ใช้							
4.3.1 สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.6	มากที่สุด
4.3.2 เหมาะสมกับเวลาที่ ใช้จัดกิจกรรม	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.3.3 ได้รับความสนใจให้ ผู้เรียนกระตือรือร้น	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.3.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน กิจกรรม	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.3.5 เหมาะสมกับวัย ของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.4 ชั้นประเมินผล							
4.4.1 สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.4.2 เหมาะสมกับเวลาที่ ใช้จัดกิจกรรม	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.4.3 ได้รับความสนใจให้ ผู้เรียนกระตือรือร้น	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.4.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน กิจกรรม	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.4.5 เหมาะสมกับวัย ของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด

ตารางที่ 14 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
5. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้							
5.1 สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
5.2 สอดคล้องกับสาระ การเรียนรู้และกิจกรรม	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
5.3 ได้รับความสนใจของ ผู้เรียน	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
5.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน การใช้	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
5.5 เหมาะสมกับวัยและ ความสนใจของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
6. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้							
6.1 สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
6.2 สอดคล้องกับสาระ การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
6.3 การวัดและ ประเมินผลที่ระบุไว้สามารถ ประเมินได้	4	5	5	4	5	4.6	มากที่สุด
6.4 ใช้เครื่องมือวัดและ ประเมินผลได้เหมาะสม	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด

ตารางที่ 15 การประเมินระดับค่าความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การแยกสลายสารเคมีด้วยไฟฟ้า

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. สารสำคัญ							
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
1.2 มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
1.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
1.4 มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
2.2 ภาษามีความเหมาะสม ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
2.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
2.4 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้							
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.6	มากที่สุด
3.2 มีความเหมาะสม ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด

ตารางที่ 15 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
3.3 มีความยากง่ายเหมาะสมกับชั้นเรียน	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
3.4 น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้							
4.1 ชั้นสร้างความสนใจ							
4.1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.1.2 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้อยู่จัดกิจกรรม	5	4	4	4	5	4.4	มาก
4.1.3 ได้รับความสนใจจากผู้เรียนกระตือรือร้น	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.1.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.1.5 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.2 ชั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้							
4.2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.2.2 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้อยู่จัดกิจกรรม	5	4	4	4	5	4.4	มาก
4.2.3 ได้รับความสนใจจากผู้เรียนกระตือรือร้น	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.2.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด

ตารางที่ 15 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
4.2.5 เหมาะสมกับวัย ของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.3 ชั้นสรุปและประยุกต์ใช้							
4.3.1 สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.6	มากที่สุด
4.3.2 เหมาะสมกับเวลาที่ ใช้จัดกิจกรรม	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.3.3 ได้รับความสนใจให้ ผู้เรียนกระตือรือร้น	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.3.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน กิจกรรม	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.3.5 เหมาะสมกับวัย ของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.4 ชั้นประเมินผล							
4.4.1 สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.4.2 เหมาะสมกับเวลาที่ ใช้จัดกิจกรรม	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.4.3 ได้รับความสนใจให้ ผู้เรียนกระตือรือร้น	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.4.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน กิจกรรม	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.4.5 เหมาะสมกับวัย ของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด

ตารางที่ 15 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
5. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้							
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
5.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และกิจกรรม	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
5.3 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
5.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
5.5 เหมาะสมกับวัยและความสนใจของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
6. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้							
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
6.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
6.3 การวัดและประเมินผลที่ระบุไว้สามารถประเมินได้	4	5	5	4	5	4.6	มากที่สุด
6.4 ใช้เครื่องมือวัดและประเมินผลได้เหมาะสม	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด

ตารางที่ 16 การประเมินระดับค่าความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้า

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. สารสำคัญ							
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
1.2 มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
1.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
1.4 มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
2.2 ภาษามีความเหมาะสม ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
2.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
2.4 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้							
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.6	มากที่สุด
3.2 มีความเหมาะสม ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด

ตารางที่ 16 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
3.3 มีความยากง่ายเหมาะสมกับชั้นเรียน	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
3.4 น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้							
4.1 ชั้นสร้างความสนใจ							
4.1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.1.2 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้จัดกิจกรรม	5	4	4	4	5	4.4	มาก
4.1.3 ได้รับความสนใจจากผู้เรียนกระตือรือร้น	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.1.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.1.5 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.2 ชั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้							
4.2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.2.2 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้จัดกิจกรรม	5	4	4	4	5	4.4	มาก
4.2.3 ได้รับความสนใจจากผู้เรียนกระตือรือร้น	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.2.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด

ตารางที่ 16 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
4.2.5 เหมาะสมกับวัย ของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.3 ชั้นสรุปและประยุกต์ใช้							
4.3.1 สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.6	มากที่สุด
4.3.2 เหมาะสมกับเวลาที่ ใช้จัดกิจกรรม	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.3.3 ได้รับความสนใจให้ ผู้เรียนกระตือรือร้น	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.3.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน กิจกรรม	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.3.5 เหมาะสมกับวัย ของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.4 ชั้นประเมินผล							
4.4.1 สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.4.2 เหมาะสมกับเวลาที่ ใช้จัดกิจกรรม	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.4.3 ได้รับความสนใจให้ ผู้เรียนกระตือรือร้น	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
4.4.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน กิจกรรม	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
4.4.5 เหมาะสมกับวัย ของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด

ตารางที่ 16 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
5. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้							
5.1 สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
5.2 สอดคล้องกับสาระ การเรียนรู้และกิจกรรม	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
5.3 ได้รับความสนใจของ ผู้เรียน	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
5.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน การใช้	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด
5.5 เหมาะสมกับวัยและ ความสนใจของผู้เรียน	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
6. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้							
6.1 สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
6.2 สอดคล้องกับสาระ การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
6.3 การวัดและ ประเมินผลที่ระบุไว้สามารถ ประเมินได้	4	5	5	4	5	4.6	มากที่สุด
6.4 ใช้เครื่องมือวัดและ ประเมินผลได้เหมาะสม	5	5	4	4	5	4.6	มากที่สุด

ค่าความสอดคล้องแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ 17 ค่าการประเมินระดับความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการ ประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	2	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	3	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	4	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	5	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	6	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2	7	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	8	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3	9	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	10	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	11	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	12	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4	13	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	14	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5	15	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	16	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	17	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	18	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	19	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	20	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 17 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
6	21	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	22	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	23	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	24	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7	25	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	26	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7	27	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	28	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	29	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	30	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	31	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	32	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8	33	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	34	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	35	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	36	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9	37	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	38	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
10	39	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	40	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	41	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	42	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	43	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 17 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
	44	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
11	45	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	46	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	47	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	48	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
12	49	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	50	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	51	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	52	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
13	53	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	54	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	55	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	56	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
14	57	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	58	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	59	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	60	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
15	61	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	62	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	63	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	64	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
16	65	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	66	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 17 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
17	67	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	68	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
18	69	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	70	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	71	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	72	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
19	73	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	74	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
20	75	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	76	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	77	0	1	1	1	1	0.80	ใช้ได้
	78	0	1	1	1	1	0.80	ใช้ได้
	79	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	80	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ค่าความสอดคล้องของแบบวัดการคิดวิเคราะห์

ตารางที่ 18 ค่าการประเมินระดับความสอดคล้องของแบบวัดการคิดวิเคราะห์

องค์ประกอบของ การคิดวิเคราะห์	ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการ ประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. การจำแนก แยกแยะหรือแยก ย่อย	1	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	2	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	3	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	4	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	5	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	6	1	1	0	1	1	0.80	ใช้ได้
	7	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	8	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	9	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	10	1	1	0	1	1	0.80	ใช้ได้
2. การจัดระบบ	11	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	12	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	13	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	14	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	15	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	16	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	17	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	18	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	19	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	20	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 18 (ต่อ)

องค์ประกอบของ การคิดวิเคราะห์	ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการ ประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
3. การให้เหตุผล	21	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	22	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	23	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	24	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	25	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	26	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	27	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	28	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	29	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	30	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ค่าความสอดคล้องแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

ตารางที่ 19 ค่าการประเมินระดับความสอดคล้องของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

องค์ประกอบ ของเจตคติ	ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการ ประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ความ คิดเห็นทั่วไป ต่อวิชาเคมี	1	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	2	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	3	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	4	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	5	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	6	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	7	1	1	0	1	1	0.80	ใช้ได้
	8	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. การเห็น ความสำคัญ ของวิชาเคมี	9	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	10	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	11	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	12	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	13	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	14	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	15	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	16	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3. ความ สนใจในวิชา เคมี	17	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	18	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	19	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	20	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	21	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	22	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 19 (ต่อ)

องค์ประกอบ ของเจตคติ	ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการ ประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
	23	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	24	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4. ความนิยม ชมชอบต่อ วิชาเคมี	25	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	26	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	27	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	28	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	29	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	30	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	31	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	32	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5. การ แสดงออก หรือมีส่วน ร่วมใน กิจกรรมที่ เกี่ยวข้องกับ วิชาเคมี	33	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	34	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	35	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	36	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	37	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	38	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	39	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	40	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้

สรุปการปรับแก้เครื่องมือตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ 20 การปรับแก้แผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
1. ปรับสาระการเรียนรู้ ให้มีการกำหนดประเด็นให้ครบถ้วนครอบคลุมจุดประสงค์ทั้งหมด	-	-
2. เพิ่มแนวคำตอบในส่วนของใบบันทึกการทดลอง	-	-
3. การสรุปควรกำหนดประเด็นให้ครบถ้วน	-	-

ตารางที่ 21 การปรับแก้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
1. แก้ไขคำที่เป็นนิเสธ ให้ชัดเจนได้ทุกคำ	-	-
2. ปรับประโยคของโจทย์ให้เป็นประโยคทางการมากขึ้น ปรับคำให้มีความหมายชัดเจน และตัดคำฟุ่มเฟือย	-	-

ตารางที่ 22 การปรับแก้แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
1. แก้ไขคำที่เป็นนิเสธ ให้ชัดเจนได้ทุกคำ	-	-
2. ปรับภาษาของโจทย์ให้เป็นภาษาเขียน	ข้อที่ 24 จากการทดลองทดสอบปริมาณแป้งในใบของพืช ผลการทดลองพบว่าพืชที่ได้รับแสงอาทิตย์มีแป้ง แต่พืชที่เก็บไว้ในบ้านไม่พบแป้ง ผู้ทดลองจึงสรุปว่า แสงไฟในบ้านไม่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ผลการทดลองนี้ถูกหรือผิด เพราะเหตุใด	ข้อ 24 จากการทดลองทดสอบปริมาณแป้งในใบของพืชเมื่อได้รับแสงต่างชนิดกัน ผลการทดลองพบว่าพืชที่ได้รับแสงอาทิตย์มีแป้ง แต่พืชที่ได้รับแสงไฟไม่พบแป้ง ผู้ทดลองจึงสรุปว่า แสงไฟไม่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ผลการทดลองนี้ถูกหรือผิด เพราะเหตุใด

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
<p>3. ปรับภาษาและความยาวประโยคของตัวเลือกสั้นลง</p>	<p>ข้อที่ 26 ถ้านักเรียนต้องการทราบว่าในมะนาวมีวิตามินซีอยู่หรือไม่ นักเรียนควรเลือกการทดสอบตามข้อใด</p> <p>ก. นำน้ำมะนาวมาหยดด้วยน้ำแป้งผสมวิตามินซี เนื่องจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำมะนาวที่หยดลงในน้ำแป้งผสมวิตามินซี ทำให้สีของน้ำแป้งผสมวิตามินซีกลายเป็นใสไม่มีสี</p> <p>ข. นำน้ำมะนาวมาหยดด้วยสารละลายเบเนดิกซ์แล้วนำไปต้ม เนื่องจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำมะนาวที่หยดลงในสารละลายเบเนดิกซ์ ทำให้สารละลายเปลี่ยนจากสีฟ้าไปเป็นน้ำตะกอนสีส้มอิฐ</p> <p>ค. นำน้ำมะนาวมาหยดด้วยน้ำปูนผสมสารละลายไอโอดีน เนื่องจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำมะนาวที่หยดลงในน้ำปูนผสมสารละลายไอโอดีน ทำให้สีน้ำเงินของน้ำแป้งผสมสารละลายไอโอดีนจางหายไป</p> <p>ง. นำน้ำมะนาวมาหยดด้วยสารละลายไอโอดีน เนื่องจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำมะนาวที่หยดลงในสารละลายไอโอดีน ทำให้สีของสารละลายไอโอดีนจางหายไป</p>	<p>ข้อที่ 26 ถ้านักเรียนต้องการทราบว่าในมะนาวมีวิตามินซีอยู่หรือไม่ นักเรียนควรเลือกการทดสอบตามข้อใด</p> <p>ก. นำน้ำมะนาวมาหยดด้วยน้ำแป้งผสมวิตามินซี เมื่อเกิดปฏิกิริยาจะทำให้สีของน้ำแป้งกลายเป็นใสไม่มีสี</p> <p>ข. นำน้ำมะนาวมาหยดด้วยสารละลายเบเนดิกซ์แล้วนำไปต้ม เมื่อเกิดปฏิกิริยาสารละลายเกิดตะกอนสีส้มอิฐ</p> <p>ค. นำน้ำมะนาวมาหยดด้วยน้ำปูนผสมสารละลายไอโอดีน เมื่อเกิดปฏิกิริยาสีน้ำเงินสารละลายจางหายไป</p> <p>ง. นำน้ำมะนาวมาหยดด้วยสารละลายไอโอดีน เมื่อเกิดปฏิกิริยาสีของสารละลายไอโอดีนจางหายไป</p>

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ข้อเสนอแนะของ ผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
	<p>ข้อที่ 27 เมื่อต้องการทดสอบว่า น้ำส้มสายชูที่รับประทานทำมาจาก กรดแอสซิติคหรือไม่ จะใช้สารในข้อใด ทดสอบ เพราะเหตุใด</p> <p>ก. กระดาษลิตมัสสีแดง เนื่องจากเมื่อ ทดสอบน้ำส้มสายชูด้วยกระดาษลิตมัส พบว่าเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน จึง ทำให้ทราบว่าน้ำส้มสายชูเป็นกรดอะซิ ดิก</p> <p>ข. ผงแคลเซียมคาร์บอเนต เนื่องจาก เมื่อทดสอบน้ำส้มสายชูด้วยผง แคลเซียมคาร์บอเนต พบว่าเกิดฟอง แก๊สขึ้น จึงทำให้ทราบว่าน้ำส้มสายชู เป็นกรดอะซิติก</p> <p>ค. ยูนิเวอร์เซลอินดิเคเตอร์ เนื่องจาก เมื่อทดสอบน้ำส้มสายชูด้วยยูนิเวอร์ เซลอินดิเคเตอร์ พบว่ายูนิเวอร์เซล อินดิเคเตอร์เปลี่ยนจากสีไม่มีสีไปเป็น สีแดง จึงทำให้ทราบว่าน้ำส้มสายชูเป็น กรดอะซิติก</p> <p>ง. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เนื่องจากเมื่อทดสอบน้ำส้มสายชูด้วย สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ พบว่า เกิดผลิตภัณฑ์เป็นเกลือที่มีคุณสมบัติ เป็นเบส จึงทำให้ทราบว่าน้ำส้มสายชู เป็นกรดอะซิติก</p>	<p>ข้อที่ 27 เมื่อต้องการทดสอบว่า น้ำส้มสายชูที่รับประทานทำมาจาก กรดแอสซิติคหรือไม่ จะใช้สารในข้อใด ทดสอบ เพราะเหตุใด</p> <p>ก. กระดาษลิตมัสสีแดง เนื่องจาก กระดาษลิตมัสเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสี น้ำเงิน จึงทำให้ทราบว่าน้ำส้มสายชู เป็นกรดอะซิติก</p> <p>ข. ผงแคลเซียมคาร์บอเนต เนื่องจาก เมื่อทดสอบน้ำส้มสายชูด้วยผง แคลเซียมคาร์บอเนต พบว่าเกิดฟอง แก๊สขึ้น จึงทำให้ทราบว่าน้ำส้มสายชู เป็นกรดอะซิติก</p> <p>ค. ยูนิเวอร์เซลอินดิเคเตอร์ เนื่องจาก ยูนิเวอร์เซลอินดิเคเตอร์เปลี่ยนจาก สีไม่มีสีไปเป็นสีแดง จึงทำให้ทราบว่า น้ำส้มสายชูเป็นกรดอะซิติก</p> <p>ง. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เนื่องจากเกิดผลิตภัณฑ์เป็นเกลือที่มี คุณสมบัติเป็นเบส จึงทำให้ทราบว่า น้ำส้มสายชูเป็นกรดอะซิติก</p>

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ข้อเสนอแนะของ ผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
	<p>ข้อที่ 29 A เป็นธาตุมีสมบัตินำไฟฟ้าได้ ทั้งซัลไฟด์และคลอไรด์ของ A เป็นของแข็งที่ไม่ละลายในน้ำ สาร A ควรเป็นธาตุใด เพราะเหตุใด</p> <p>ก. Ca เนื่องจาก Ca เป็นโลหะหมู่ IIA ทำให้มีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้า และสารประกอบซัลไฟด์และคลอไรด์ของ Ca คือ CaS และ CaCl_2</p> <p>ข. N เนื่องจาก N เป็นอโลหะทำให้สารประกอบส่วนใหญ่จึงไม่ละลายน้ำ และสารประกอบซัลไฟด์และคลอไรด์ของ N คือ N_2S_3 และ NCl_3</p> <p>ค. C เนื่องจาก C เป็นอโลหะทำให้สารประกอบส่วนใหญ่จึงไม่ละลายน้ำ และสารประกอบซัลไฟด์และคลอไรด์ของ C คือ CS_2 และ CCl_4</p> <p>ง. Na เนื่องจาก Na เป็นโลหะหมู่ IA ทำให้มีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้า และสารประกอบซัลไฟด์และคลอไรด์ของ Na คือ Na_2S และ NaCl</p>	<p>ข้อที่ 29 A เป็นธาตุมีสมบัตินำไฟฟ้าได้ ทั้งซัลไฟด์และคลอไรด์ของ A เป็นของแข็งที่ไม่ละลายในน้ำ สาร A ควรเป็นธาตุใด เพราะเหตุใด</p> <p>ก. Ca เนื่องจาก Ca เป็นโลหะหมู่ IIA ทำให้มีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้า และสารประกอบซัลไฟด์และคลอไรด์ของ Ca คือ CaS และ CaCl_2</p> <p>ข. N เนื่องจาก N เป็นอโลหะทำให้สารประกอบส่วนใหญ่จึงไม่ละลายน้ำ และสารประกอบซัลไฟด์และคลอไรด์ของ N คือ N_2S_3 และ NCl_3</p> <p>ค. C เนื่องจาก C เป็นอโลหะทำให้สารประกอบส่วนใหญ่จึงไม่ละลายน้ำ และสารประกอบซัลไฟด์และคลอไรด์ของ C คือ CS_2 และ CCl_4</p> <p>ง. Na เนื่องจาก Na เป็นโลหะหมู่ IA ทำให้มีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้า และสารประกอบซัลไฟด์และคลอไรด์ของ Na คือ Na_2S และ NaCl</p>

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
	<p>ข้อที่ 30 ถ้าต้องการแยกปรอทออกจากของผสมระหว่างปรอทกับเหล็ก ควรเลือกใช้วิธีใด เพราะเหตุใด</p> <p>ก. การให้ความร้อนเพื่อให้ปรอทกลายเป็นไอ เนื่องจากปรอทเป็นโลหะที่มีจุดเดือดต่ำ ดังนั้นการทำให้ปรอทกลายเป็นไอจะสามารถแยกเหล็กที่เป็นของแข็งออกได้ง่าย</p> <p>ข. การลดอุณหภูมิเพื่อให้ปรอทกลายเป็นของแข็งเพื่อให้หยิบปรอทออกง่าย เนื่องจากปรอทเป็นโลหะที่มีจุดหลอมเหลวต่ำมากจึงทำให้กลายเป็นของแข็งได้ง่าย</p> <p>ค. ใช้วิธีทางกายภาพ เนื่องจากปรอทมีสถานะเป็นของเหลวจึงสามารถแยกปรอทออกจากเหล็กซึ่งเป็นของแข็งได้ง่าย</p> <p>ง. ใช้วิธีกลั่นอย่างง่ายแยกปรอทออกจากเหล็ก เนื่องจากจุดเดือดของปรอทและเหล็กมีความแตกต่างกันมาก ดังนั้นการกลั่นจึงสามารถแยกปรอทที่มีจุดเดือดต่ำได้ง่าย</p>	<p>ข้อที่ 30 ถ้าต้องการแยกปรอทออกจากของผสมระหว่างปรอทกับเหล็ก ควรเลือกใช้วิธีใด เพราะเหตุใด</p> <p>ก. การให้ความร้อนเพื่อให้ปรอทกลายเป็นไอ เนื่องจากปรอทมีจุดเดือดต่ำ ดังนั้นการทำให้ปรอทกลายเป็นไอจะสามารถแยกเหล็กที่เป็นของแข็งออกได้ง่าย</p> <p>ข. การลดอุณหภูมิเพื่อให้ปรอทกลายเป็นของแข็งเพื่อให้หยิบปรอทออกง่าย เนื่องจากปรอทมีจุดหลอมเหลวต่ำมากจึงทำให้กลายเป็นของแข็งได้ง่าย</p> <p>ค. ใช้วิธีทางกายภาพ เนื่องจากปรอทมีสถานะเป็นของเหลวจึงสามารถแยกปรอทออกจากเหล็กซึ่งเป็นของแข็งได้ง่าย</p> <p>ง. ใช้วิธีกลั่นอย่างง่ายแยกปรอทออกจากเหล็ก เนื่องจากจุดเดือดของปรอทและเหล็กมีความแตกต่างกันมาก ดังนั้นการกลั่นจึงสามารถแยกปรอทที่มีจุดเดือดต่ำได้ง่าย</p>

ตารางที่ 23 การปรับแก้แบบสอบถามวัดเจตคติตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
ปรับด้านภาษาให้ชัดเจน	ข้อที่ 28 ข้าพเจ้าสนใจอาชีพ นักวิจัยเคมี	ข้อที่ 28 ข้าพเจ้าอยากประกอบ อาชีพนักวิจัยเคมี
	ข้อที่ 39 ถ้าข้าพเจ้าได้รับ มอบหมายให้ค้นคว้าเรื่อง เกี่ยวกับวิชาเคมี ข้าพเจ้าจะ พยายามหลีกเลี่ยง	ข้อที่ 39 เมื่อข้าพเจ้าได้รับ มอบหมายให้ค้นคว้าเรื่อง เกี่ยวกับวิชาเคมี ข้าพเจ้าจะ พยายามหลีกเลี่ยง

ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ 24 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 80 ข้อ

ข้อที่	ค่า p	ค่า r	ผลการ ประเมิน	ใช้เป็น ข้อที่	ข้อที่	ค่า p	ค่า r	ผลการ ประเมิน	ใช้เป็น ข้อที่
1	0.74	0.23	ผ่าน	1	21	0.60	0.09	ไม่ผ่าน	-
2	0.77	0.21	ผ่าน	2	22	0.56	0.23	ผ่าน	-
3	0.53	0.21	ผ่าน	3	23	0.53	0.26	ผ่าน	12
4	0.53	0.07	ไม่ผ่าน	-	24	0.58	0.21	ผ่าน	-
5	0.70	0.23	ผ่าน	4	25	0.56	0.23	ผ่าน	13
6	0.81	0.16	ไม่ผ่าน	-	26	0.81	0.07	ไม่ผ่าน	-
7	0.49	0.12	ไม่ผ่าน	-	27	0.58	0.16	ไม่ผ่าน	-
8	0.63	0.21	ผ่าน	5	28	0.47	0.09	ไม่ผ่าน	-
9	0.33	0.19	ไม่ผ่าน	-	29	0.58	0.40	ผ่าน	14
10	0.77	0.21	ผ่าน	-	30	0.84	0.00	ไม่ผ่าน	-
11	0.53	0.21	ผ่าน	6	31	0.60	0.23	ผ่าน	15
12	0.58	0.21	ผ่าน	7	32	0.42	0.23	ผ่าน	16
13	0.53	0.26	ผ่าน	8	33	0.67	-0.07	ไม่ผ่าน	-
14	0.30	0.12	ไม่ผ่าน	-	34	0.53	0.30	ผ่าน	17
15	0.70	0.00	ไม่ผ่าน	-	35	0.67	0.26	ผ่าน	18
16	0.81	0.12	ไม่ผ่าน	-	36	0.74	0.14	ไม่ผ่าน	-
17	0.60	0.33	ผ่าน	9	37	0.49	0.02	ไม่ผ่าน	-
18	0.67	0.21	ผ่าน	10	38	0.44	0.44	ผ่าน	19
19	0.63	0.30	ผ่าน	11	39	0.30	-0.07	ไม่ผ่าน	-
20	0.44	0.07	ไม่ผ่าน	-	40	0.56	0.33	ผ่าน	20

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ข้อที่	ค่า p	ค่า r	ผลการ ประเมิน	ใช้เป็น ข้อที่	ข้อที่	ค่า p	ค่า r	ผลการ ประเมิน	ใช้เป็น ข้อที่
41	0.60	0.37	ผ่าน	21	61	0.63	0.30	ผ่าน	31
42	0.74	0.23	ผ่าน	22	62	0.53	0.26	ผ่าน	32
43	0.93	0.05	ไม่ผ่าน	-	63	0.56	0.23	ผ่าน	33
44	0.30	-0.12	ไม่ผ่าน	-	64	0.58	0.21	ผ่าน	-
45	0.77	0.16	ไม่ผ่าน	-	65	0.56	0.23	ผ่าน	-
46	0.93	0.05	ไม่ผ่าน	-	66	0.81	0.07	ไม่ผ่าน	-
47	0.33	0.28	ผ่าน	23	67	0.58	0.16	ไม่ผ่าน	-
48	0.58	0.21	ผ่าน	24	68	0.67	0.30	ผ่าน	34
49	0.33	0.19	ไม่ผ่าน	-	69	0.44	0.07	ไม่ผ่าน	-
50	0.84	0.14	ไม่ผ่าน	-	70	0.84	0.00	ไม่ผ่าน	-
51	0.44	0.21	ผ่าน	25	71	0.77	0.21	ผ่าน	35
52	0.53	0.26	ผ่าน	26	72	0.58	-0.07	ไม่ผ่าน	-
53	0.37	0.05	ไม่ผ่าน	-	73	0.60	0.37	ผ่าน	36
54	0.56	0.37	ผ่าน	27	74	0.74	0.23	ผ่าน	37
55	0.72	-0.02	ไม่ผ่าน	-	75	0.58	-0.21	ไม่ผ่าน	-
56	0.67	0.26	ผ่าน	28	76	0.67	0.21	ผ่าน	38
57	0.81	0.12	ไม่ผ่าน	-	77	0.58	0.30	ผ่าน	39
58	0.67	0.21	ผ่าน	29	78	0.33	0.09	ไม่ผ่าน	-
59	0.42	0.05	ไม่ผ่าน	-	79	0.30	-0.07	ไม่ผ่าน	-
60	0.56	0.33	ผ่าน	30	80	0.47	0.42	ผ่าน	40

ตารางที่ 25 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 40 ข้อ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.74	0.23	21	0.60	0.37
2	0.77	0.21	22	0.74	0.23
3	0.53	0.21	23	0.33	0.28
4	0.70	0.23	24	0.58	0.21
5	0.63	0.21	25	0.44	0.21
6	0.53	0.21	26	0.53	0.26
7	0.58	0.21	27	0.56	0.37
8	0.53	0.26	28	0.67	0.26
9	0.60	0.33	29	0.67	0.21
10	0.67	0.21	30	0.56	0.33
11	0.63	0.30	31	0.63	0.30
12	0.53	0.26	32	0.53	0.26
13	0.56	0.23	33	0.56	0.23
14	0.58	0.40	34	0.67	0.30
15	0.60	0.23	35	0.77	0.21
16	0.42	0.23	36	0.60	0.37
17	0.53	0.30	37	0.74	0.23
18	0.67	0.26	38	0.67	0.21
19	0.44	0.44	39	0.58	0.30
20	0.56	0.33	40	0.47	0.42

หมายเหตุ ข้อสอบที่เลือกใช้จำนวน 40 ข้อ มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ค่าความยากง่าย (p) มีค่าตั้งแต่ 0.33-0.77
2. ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ 0.21-0.44
3. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.96

ตารางที่ 26 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 40 ข้อ

ข้อที่	ค่า p	ค่า r	ผลการ ประเมิน	ใช้เป็น ข้อที่	ข้อที่	ค่า p	ค่า r	ผลการ ประเมิน	ใช้เป็น ข้อที่
1	0.58	0.40	ผ่าน	-	16	0.72	0.26	ผ่าน	10
2	0.67	0.30	ผ่าน	1	17	0.70	0.28	ผ่าน	-
3	0.63	0.30	ผ่าน	2	18	0.67	0.26	ผ่าน	-
4	0.74	0.23	ผ่าน	3	19	0.70	0.28	ผ่าน	-
5	0.72	0.21	ผ่าน	4	20	0.72	0.21	ผ่าน	11
6	0.53	0.21	ผ่าน	-	21	0.63	0.26	ผ่าน	12
7	0.67	0.21	ผ่าน	5	22	0.60	0.28	ผ่าน	13
8	0.65	0.23	ผ่าน	-	23	0.56	0.33	ผ่าน	14
9	0.60	0.28	ผ่าน	-	24	0.63	0.26	ผ่าน	15
10	0.53	0.21	ผ่าน	-	25	0.44	0.21	ผ่าน	-
11	0.77	0.21	ผ่าน	6	26	0.65	0.33	ผ่าน	-
12	0.70	0.23	ผ่าน	-	27	0.60	0.33	ผ่าน	-
13	0.63	0.21	ผ่าน	7	28	0.63	0.21	ผ่าน	-
14	0.63	0.30	ผ่าน	8	29	0.51	0.37	ผ่าน	-
15	0.49	0.40	ผ่าน	9	30	0.58	0.30	ผ่าน	-

ตารางที่ 27 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 ข้อ

ข้อที่	ความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.67	0.30
2	0.63	0.30
3	0.74	0.23
4	0.72	0.21
5	0.67	0.21
6	0.77	0.21
7	0.63	0.21
8	0.63	0.30
9	0.49	0.40
10	0.72	0.26
11	0.72	0.21
12	0.63	0.26
13	0.60	0.28
14	0.56	0.33
15	0.63	0.26

หมายเหตุ ข้อสอบที่เลือกใช้จำนวน 20 ข้อ มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ค่าความยากง่าย (p) มีค่าตั้งแต่ 0.49-0.77
2. ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ 0.21-0.40
3. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.60

ตารางที่ 28 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 40 ข้อ

ข้อที่	ค่า r	ผลการประเมิน	ใช้เป็นข้อที่	ข้อที่	ค่า r	ผลการประเมิน	ใช้เป็นข้อที่
1	-0.34	ไม่ผ่าน	-	21	0.54	ผ่าน	-
2	0.26	ผ่าน	1	22	0.02	ไม่ผ่าน	-
3	0.47	ผ่าน	2	23	0.64	ผ่าน	11
4	-0.04	ไม่ผ่าน	-	24	0.66	ผ่าน	12
5	0.53	ผ่าน	3	25	0.14	ไม่ผ่าน	-
6	0.52	ผ่าน	4	26	0.12	ไม่ผ่าน	-
7	-0.07	ไม่ผ่าน	-	27	0.52	ผ่าน	13
8	-0.05	ไม่ผ่าน	-	28	0.20	ผ่าน	14
9	0.64	ผ่าน	5	29	0.34	ผ่าน	15
10	-0.01	ไม่ผ่าน	-	30	0.51	ผ่าน	16
11	0.11	ไม่ผ่าน	-	31	0.48	ผ่าน	-
12	0.20	ผ่าน	6	32	0.27	ผ่าน	-
13	0.14	ไม่ผ่าน	-	33	0.22	ผ่าน	17
14	-0.21	ไม่ผ่าน	-	34	0.55	ผ่าน	18
15	0.56	ผ่าน	7	35	0.11	ไม่ผ่าน	-
16	0.29	ผ่าน	8	36	0.07	ไม่ผ่าน	-
17	0.09	ไม่ผ่าน	-	37	0.25	ผ่าน	19
18	0.06	ไม่ผ่าน	-	38	0.59	ผ่าน	20
19	0.23	ผ่าน	9	39	0.12	ไม่ผ่าน	-
20	0.52	ผ่าน	10	40	0.62	ผ่าน	-

ตารางที่ 29 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 ข้อ

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.26	11	0.64
2	0.47	12	0.66
3	0.53	13	0.52
4	0.52	14	0.20
5	0.64	15	0.34
6	0.20	16	0.51
7	0.56	17	0.22
8	0.29	18	0.55
9	0.23	19	0.25
10	0.52	20	0.59

หมายเหตุ ข้อสอบที่เลือกใช้จำนวน 20 ข้อ มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ 0.20-0.66
2. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.69

ตารางที่ 30 คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า สำหรับนักเรียน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 40 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
1	10	34	22	12	32
2	10	36	23	14	34
3	20	39	24	12	32
4	10	32	25	10	30
5	12	32	26	18	38
6	2	30	27	8	34
7	12	32	28	10	32
8	4	30	29	20	38
9	14	34	30	20	36
10	18	38	31	14	34
11	12	32	32	14	34
12	6	30	33	16	38
13	12	36	34	10	32
14	20	38	35	8	30
15	16	36	36	10	28
16	20	38	37	20	36
17	12	32	38	10	40
18	22	34	39	12	27
19	14	34	40	19	28
20	12	32	41	16	34
21	16	36	42	16	35
			\bar{x}	13.4048	33.7381
			SD	4.649	3.201

ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยวิเคราะห์ด้วยการทดสอบที่แบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent sample t-test)

Paired Samples Statistics					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
ความจำ	Pretest	3.35	42	1.890	0.294
	Posttest	4.55	42	1.282	0.199
ความเข้าใจ	Pretest	3.45	42	3.684	0.575
	Posttest	11.76	42	0.869	0.140
การประยุกต์ใช้	Pretest	3.04	42	2.494	0.389
	Posttest	5.83	42	1.773	0.277
การวิเคราะห์	Pretest	1.24	42	1.659	0.259
	Posttest	4.40	42	0.818	0.128
การประมาณค่า	Pretest	0.15	42	0.754	0.118
	Posttest	1.50	42	1.496	0.092
การสร้างสรรค์	Pretest	2.09	42	2.566	0.402
	Posttest	5.69	42	2.369	0.194

Paired Samples Correlations				
		N	Correlation	Significance
ความจำ	Pretest & Posttest	42	0.739	.000
ความเข้าใจ	Pretest & Posttest	42	0.196	.213
การประยุกต์ใช้	Pretest & Posttest	42	0.738	.000
การวิเคราะห์	Pretest & Posttest	42	0.305	.050
การประมาณค่า	Pretest & Posttest	42	0.591	.000
การสร้างสรรค์	Pretest & Posttest	42	0.569	.000

ตาราง 31 (ต่อ)

Paired Samples Test				
		Paired Differences		
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ความจำ	Pretest & Posttest	-1.201	1.292	0.199
ความเข้าใจ	Pretest & Posttest	-8.218	3.656	0.564
การประยุกต์ใช้	Pretest & Posttest	-2.790	1.703	0.263
การวิเคราะห์	Pretest & Posttest	-3.160	1.630	0.252
การประมาณค่า	Pretest & Posttest	-1.352	0.633	0.098
การสร้างสรรค	Pretest & Posttest	-3.600	2.156	0.333

Paired Samples Test						
		Paired Differences				Sig. (2-tailed)
		95% Confidence Interval of the Difference		t	df	
		Lower	Upper			
ความจำ	Pretest & Posttest	-1.283	-0.478	4.420	41	.000
ความเข้าใจ	Pretest & Posttest	-6.187	-3.908	8.949	41	.000
การประยุกต์ใช้	Pretest & Posttest	-2.221	-1.160	6.431	41	.000
การวิเคราะห์	Pretest & Posttest	-1.818	-0.801	5.206	41	.000
การประมาณค่า	Pretest & Posttest	-0.649	-0.255	4.635	41	.000
การสร้างสรรค	Pretest & Posttest	-2.172	-0.828	4.510	41	.000

ตารางที่ 32 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยวิเคราะห์ด้วยการทดสอบที่แบบกลุ่มเดียว (One sample t-test)

One-Sample Statistics					
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ความจำ	Posttest	42	4.55	1.282	0.199
ความเข้าใจ	Posttest	42	11.76	2.960	0.140
การประยุกต์ใช้	Posttest	42	5.83	1.953	0.277
การวิเคราะห์	Posttest	42	4.40	1.408	0.128
การประมาณค่า	Posttest	42	1.50	0.595	0.092
การสร้างสรรค์	Posttest	42	5.69	2.369	0.194

One-Sample Test							
	Test Value	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
						Lower	Upper
ความจำ	4.2	1.774	41	.084	0.248	-0.05	0.75
ความเข้าใจ	8.4	9.116	41	.000	3.362	3.08	3.64
การประยุกต์ใช้	5.6	3.463	41	.000	0.233	-0.33	0.79
การวิเคราะห์	3.5	0.230	41	.820	0.905	0.65	1.16
การประมาณค่า	1.4	0.851	41	.422	0.100	-0.09	0.29
การสร้างสรรค์	4.9	0.194	41	.000	0.790	0.40	1.18

ตารางที่ 33 ผลการวิเคราะห์การคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยวิเคราะห์ด้วยการทดสอบทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent sample t-test)

Paired Samples Statistics					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
การจำแนก	Pretest	2.24	42	0.954	0.148
	แยกแยะหรือแยก	4.83	42	0.371	0.058
ย่อย	Pretest	2.05	42	0.795	0.123
	การจัดระบบ	4.67	42	0.521	0.081
การให้เหตุผล	Pretest	2.62	42	1.071	0.167
	Posttest	4.64	42	0.533	0.082

Paired Samples Correlations					
		N	Correlation	Significance	
การจำแนกแยกแยะหรือแยกย่อย	Pretest & Posttest	42	0.180	.254	
การจัดระบบ	Pretest & Posttest	42	0.272	.081	
การให้เหตุผล	Pretest & Posttest	42	0.054	.732	

Paired Samples Test					
		Paired Differences			
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	
การจำแนกแยกแยะหรือ	Pretest & Posttest	-2.595	0.964	0.149	
แยกย่อย					
การจัดระบบ	Pretest & Posttest	-2.619	0.825	0.127	
การให้เหตุผล	Pretest & Posttest	-2.-24	1.179	0.182	

ตาราง 33 (ต่อ)

Paired Samples Test						
		Paired Differences		<i>t</i>	<i>df</i>	Sig. (2-tailed)
		95% Confidence Interval of the Difference				
		Lower	Upper			
การจำแนกแยกแยะ หรือแยกย่อย	Pretest & Posttest	-2.896	-2.295	17.443	41	.000
การจัดระบบ	Pretest & Posttest	-2.876	-2.362	20.574	41	.000
การให้เหตุผล	Pretest & Posttest	-2.391	-1.656	11.126	41	.000



ภาคผนวก ค
- เครื่องที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

รายวิชา เคมี 4	ประเภทวิชา เพิ่มเติม
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ไฟฟ้าเคมี	ภาคเรียนที่ 2
เรื่อง เซลล์กัลวานิก	เวลา 3 ชั่วโมง
	นายณรงค์ศักดิ์ ผาสุขเจริญไพบูลย์

1. สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 5 : เคมี

มาตรฐาน ว 5.2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. สาระสำคัญ

เซลล์กัลวานิก หรือเซลล์โวลตาอิก เป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยครึ่งเซลล์ 2 ครึ่งเซลล์มาต่อกัน และเชื่อมแต่ละครึ่งเซลล์ด้วยสะพานเกลือ

ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ (E^0) เป็นค่าที่แสดงความสามารถในการรับอิเล็กตรอนของธาตุหรือไอออน เมื่อเปรียบเทียบกับครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐาน ค่า E^0 ที่มีเครื่องหมายเป็นบวก แสดงว่า ความสามารถในการรับอิเล็กตรอนสูงกว่า H^+ ถ้าค่า E^0 มีเครื่องหมายเป็นลบ แสดงว่า ความสามารถในการรับอิเล็กตรอนต่ำกว่า H^+

3. ผลการเรียนรู้

- ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า และเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์
- คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้า และปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้

4.1.1 นักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้า และเขียนปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดักชัน และปฏิกิริยารีดอกซ์ได้

4.1.2 นักเรียนสามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้าได้

4.2 ด้านทักษะกระบวนการ

4.2.1 นักเรียนสามารถเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนด แคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพครึ่งเซลล์และแผนภาพเซลล์ได้

4.2.2 นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองโดยใช้ความรู้เรื่องปฏิกิริยารวมได้

4.2.3 นักเรียนสามารถทดลองหาค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ได้เซลล์รีดักชันได้

4.2.4 นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวออกซิไดส์และตัวรีดิวซ์โดยพิจารณาจากค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์รีดักชันได้

4.2.5 นักเรียนสามารถคำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้าได้

4.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

4.3.1 มีวินัยและรับผิดชอบ

4.3.2 ใฝ่เรียนรู้

4.3.3 มุ่งมั่นในการทำงาน

5. สารการเรียนรู้ / เนื้อหา

เซลล์กัลวานิก (galvanic cell) คือ เซลล์ไฟฟ้าเคมีที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า ภายในเซลล์เกิดปฏิกิริยารีดอกซ์โดยที่สารตั้งต้นไม่ได้สัมผัสกันโดยตรง ทำให้การไหลของอิเล็กตรอนผ่านตัวนำอย่างต่อเนื่อง จึงเกิดกระแสไฟฟ้าในวงจร

องค์ประกอบของเซลล์กัลวานิก

เซลล์กัลวานิก ประกอบด้วย 2 ครึ่งเซลล์ แต่ละครึ่งเซลล์มักประกอบด้วยโลหะ ซึ่งเป็นขั้วไฟฟ้า จุ่มอยู่ในสารละลายของไอออนของโลหะนั้น ทำหน้าที่เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ โดนขั้วไฟฟ้าจะมี 3 ชนิด ได้แก่

1. ขั้วไฟฟ้าโลหะ (Metal Electrode) คือ แผ่นโลหะที่จุ่มในสารละลายของไอออนของโลหะนั้น ขั้วโลหะจะทำหน้าที่ เกิดปฏิกิริยาและนำอิเล็กตรอน
2. ขั้วไฟฟ้าก๊าซ (Gas Electrode) คือ ก๊าซที่พ่นลงไปนสารละลาย ก๊าซจะทำหน้าที่ในการเกิดปฏิกิริยา แต่นำอิเล็กตรอนไม่ได้ จึงต้องใช้ร่วมกับขั้วไฟฟ้าเฉื่อย
3. ขั้วไฟฟ้าเฉื่อย (Inert Electrode) เป็นขั้วไฟฟ้าที่ช่วยนำอิเล็กตรอน แต่ไม่มีส่วนร่วมในการเกิดปฏิกิริยาต้องใช้ร่วมกับขั้วไฟฟ้าก๊าซ ขั้วไฟฟ้าเฉื่อย
4. ครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation Half-Reaction) คือ ครึ่งปฏิกิริยาที่มีการให้อิเล็กตรอน ซึ่งสารที่ให้อิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น เรียกว่า เกิดออกซิเดชัน (Oxidation)

Zn เป็นสารที่ให้อิเล็กตรอน เกิดเป็น Zn^{2+} สารที่ให้อิเล็กตรอน เรียกว่า ตัวรีดิวซ์ (Reducing agent)

5. ครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน (Reduction Half-Reaction) คือ ครึ่งปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอน ซึ่งสารที่รับอิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันลดลง เรียกว่า เกิดรีดักชัน (Reaction)

เซลล์กัลวานิกแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด

1. **เซลล์ปฐมภูมิ (Primary Cell)** คือ เซลล์ที่ปฏิกิริยาเคมีภายในเกิดขึ้นแล้ว ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์และทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับไม่ได้ หรือนำมาอัดไฟใหม่ไม่ได้

2. **เซลล์ทุติยภูมิ (Secondary Cell)** คือ เซลล์กัลวานิกชนิดที่เมื่อปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์เกิดขึ้นและดำเนินไปแล้ว ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์และทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้ หรือนำมาอัดไฟใหม่ได้

แผนภาพเซลล์ (Cell Notation) คือ แผนภาพที่แสดงชนิดของโลหะที่ใช้เป็นขั้วไฟฟ้า ชนิดของไอออนในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ และแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้น โดยมีหลักการเขียนดังนี้

- เขียนครึ่งเซลล์แอโนดไว้ทางซ้าย ครึ่งเซลล์แคโทดไว้ทางขวา คั่นกลางด้วยสะพานอิออน ซึ่งใช้เครื่องหมาย || หรือ //
- สำหรับครึ่งเซลล์แอโนดและแคโทดเขียนอิเล็กโทรดไว้ซ้ายสุดและขวาสุด ภายในครึ่งเซลล์ถ้าต่างวัสดุภาคกันใช้เครื่องหมาย / คั่น
- สารละลายที่ทราบความเข้มข้นให้เขียนระบุไว้ในวงเล็บ
- ถ้าครึ่งเซลล์ที่เป็นก๊าซให้ระบุความดันลงในวงเล็บด้วย

แผนภาพของเซลล์ไฟฟ้าเคมี

ครึ่งเซลล์ออกซิเดชัน // ครึ่งเซลล์รีดักชัน

ขั้วแอโนด / ไอออนในสารละลาย // ไอออนในสารละลาย / ขั้วแคโทด

6. กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

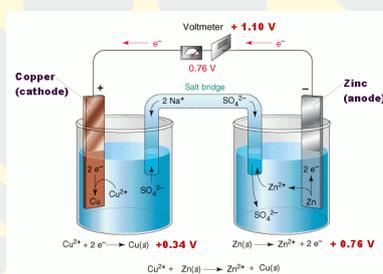
1.1 ครูถามคำถามนักเรียนว่า “จากที่ทราบแล้วว่ากระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน นักเรียนคิดว่าการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่างสารในปฏิกิริยารีดอกซ์เกี่ยวข้องกับกระแสไฟฟ้าหรือไม่”

1.2 ครูนำตัวอย่างถ่านและแบตเตอรี่ชนิดต่าง ๆ เช่น ถ่านนาฬิกา แบตเตอรี่มือถือ แบตเตอรี่รถยนต์ เป็นต้น จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความแตกต่าง ว่าถ่านชนิดใดบ้างที่สามารถชาร์จได้ และถ่านชนิดใดบ้างที่ไม่สามารถชาร์จได้ เพื่อให้นักเรียนร่วมกันแยกแยะคุณสมบัติและการใช้ประโยชน์ของถ่านและแบตเตอรี่แต่ละชนิด

1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับชนิดของแหล่งพลังงานและปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์เครื่องใช้ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน และรถยนต์ เปรียบเทียบกับปฏิกิริยาและแหล่งพลังงานที่ใช้ในการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า เพื่อนำไปสู่การศึกษาเรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมี ซึ่งจะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ เซลล์กัลวานิกและเซลล์อิเล็กโทรไลติก

1.4 ครูยกตัวอย่างปฏิกิริยารีดอกซ์ในชีวิตประจำวัน เช่น ปฏิกิริยาการเกิดสนิมของเหล็ก $2\text{Fe}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{OH}^-(\text{aq})$ เพื่อนำเข้าสู่ปฏิกิริยารีดอกซ์ในเซลล์เคมีไฟฟ้า

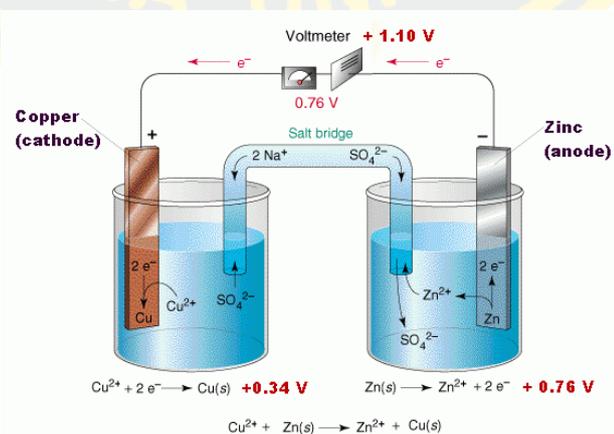
1.5 ครูใช้คำถามกระตุ้นเกี่ยวกับเซลล์เคมีไฟฟ้า โดยใช้รูปเซลล์เคมีไฟฟ้าที่สารทำปฏิกิริยากันแล้วให้พลังงานไฟฟ้า



รูปเซลล์เคมีไฟฟ้าที่สารทำปฏิกิริยากันแล้วให้พลังงานไฟฟ้า

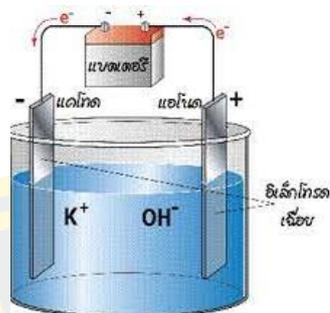
เพื่อให้ นักเรียนสามารถแยกแยะความแตกต่างองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าทั้งแอโนดและแคโทด ทิศทางการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน หน้าที่ของสะพานเกลือหรือเยื่อ และการรักษาสมดุลของไอออนบวก ไอออนลบในแต่ละครึ่งเซลล์

1.6 ครูถามคำถามนักเรียนว่า “สิ่งใดคือความแตกต่างของเซลล์ทั้งสองประเภท” โดยใช้รูปเซลล์เคมีไฟฟ้าที่สารทำปฏิกิริยากันแล้วให้พลังงานไฟฟ้า



รูปเซลล์เคมีไฟฟ้าที่สารทำปฏิกิริยากันแล้วให้พลังงานไฟฟ้า

และรูปตัวอย่างเซลล์อิเล็กโทรลิติกประกอบการอธิบาย



รูปตัวอย่างเซลล์อิเล็กโทรลิติก

จากนั้นให้นักเรียนแยกแยะความเหมือนและความแตกต่างของเซลล์ทั้งสองประเภท โดยพิจารณาจากศักย์ไฟฟ้าที่ต้องใช้ในการทำให้เกิดปฏิกิริยาในเซลล์ และการต่อขั้วไฟฟ้าในเซลล์

2. ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้

2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 5 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมีสมาชิก 4-5 คน โดยคละความสามารถเป็นอ่อน กลาง และเก่ง จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่ของสมาชิกแต่ละคน เพื่อทำการทดลอง เรื่อง การวัดค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้าเคมี

2.2 ครูอธิบายวิธีการทำกิจกรรมการทดลอง ข้อควรระวังและอันตรายในการใช้สารเคมี จากนั้นให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง เรื่อง การวัดค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้าเคมี

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบ เก็บรวบรวมข้อมูล และอภิปรายผลการทดลองของกลุ่มตนเองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

2.4 นักเรียนแต่ละคนศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบของเซลล์ไฟฟ้าเคมี การเขียนแผนภาพเซลล์แสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเซลล์ไฟฟ้าเคมี ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ และการนำค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์รีดักชัน จากใบความรู้ เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี

2.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดกลุ่มและจัดลำดับในการเป็นตัวออกซิไดซ์และตัวรีดิวซ์ของสารประกอบในสมการรีดอกซ์นั้น เพื่อให้นักเรียนสามารถจัดประเภทของเซลล์ไฟฟ้าเคมีในแต่ละสมการได้

2.6 ครูสุ่มนักเรียนในแต่ละกลุ่มออกมาอธิบายเกี่ยวกับการเขียนแผนภาพเซลล์จากสมการเคมี และการเขียนปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องจากแผนภาพเซลล์โดยใช้ตัวอย่างในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี 4 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (หน้า 114-115) พร้อมทั้งอธิบายความหมายของสัญลักษณ์ต่าง ๆ จัดกลุ่ม และจัดลำดับในการเป็นตัวออกซิไดซ์และตัวรีดิวซ์ของสารประกอบในสมการรีดอกซ์

2.7 ครุยกตัวอย่างแผนภาพเซลล์ ดังนี้

- 1) $\text{Zn(s)}/\text{Zn}^{2+}(\text{aq})//\text{Cu}^{2+}(\text{aq})/\text{Cu(s)}$
- 2) $\text{Pt(s)}/\text{H}_2(\text{g}, 1 \text{ atm})/\text{H}^+(1 \text{ mol/dm}^3)//\text{Cu}^{2+}(1 \text{ mol/dm}^3)/\text{Cu(s)}$
- 3) $\text{Fe(s)}/\text{Fe}^{2+}(\text{aq}), \text{Fe}^{3+}(\text{aq})//\text{Cu}^{2+}(\text{aq})/\text{Cu(s)}$

จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาจัดกลุ่ม จัดลำดับ และเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวออกซิไดซ์และตัวรีดิวซ์ของสารประกอบแต่ละชนิดในแผนภาพเซลล์

3. ขั้นสรุปและประยุกต์ใช้

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปผลการทดลอง ซึ่งควรได้ข้อสรุปดังนี้

เมื่อต่อครึ่งเซลล์ $\text{Zn(s)}|\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ กับครึ่งเซลล์ $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})|\text{Cu(s)}$ ให้ครบวงจร อิเล็กตรอนเคลื่อนที่จาก Zn ไปยังขั้วโลหะ Cu และศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ที่วัดได้จะเป็นค่าที่บอกว่ครึ่งเซลล์ $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})|\text{Cu(s)}$ มีค่า ศักย์ไฟฟ้าสูงกว่า $\text{Zn(s)}|\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ อยู่เท่าใด

3.1 ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างเพิ่มเติมเกี่ยวเซลล์ไฟฟ้าเคมี แล้วให้นักเรียนร่วมกันฝึกเขียนสมการเคมีที่แสดงปฏิกิริยาที่แอโนด แคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์ที่แสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น จากนั้นตรวจสอบความถูกต้อง และอธิบายเพิ่มเติมในกรณีที่นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน จนนักเรียนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

3.2 นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของเซลล์ไฟฟ้าเคมี การเขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์

3.3 ครูวาดรูปเซลล์เคมีไฟฟ้าของ $\text{Zn(s)}|\text{Zn}^{2+}(\text{aq}, 1 \text{ M})||\text{Cu}^{2+}(\text{aq}, 1 \text{ M})|\text{Cu(s)}$ บนกระดาน จากนั้นให้อภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ ทิศทางการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนครึ่งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในขั้วแอโนด แคโทด ปฏิกิริยารีดอกซ์

3.4 นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์เกี่ยวกับวิธีวัดศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ และการคำนวณหาค่าศักย์ไฟฟ้าของครึ่งเซลล์เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐาน ซึ่งได้ข้อสรุป ดังนี้

- ครึ่งเซลล์ที่รับอิเล็กตรอนมีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าครึ่งเซลล์ที่ให้อิเล็กตรอน ดังนั้น ศักย์ไฟฟ้าที่ขั้วแคโทดจึงสูงกว่าศักย์ไฟฟ้าที่ขั้วแอโนด
- ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์เป็นผลต่างระหว่างศักย์ไฟฟ้าของครึ่งเซลล์ที่มีศักย์สูงกับศักย์ไฟฟ้าของครึ่งเซลล์ที่มีศักย์ต่ำ เขียนแสดงได้ ดังนี้

$$E^0_{\text{Cell}} = E^0_{\text{Cathod}} - E^0_{\text{Anode}}$$

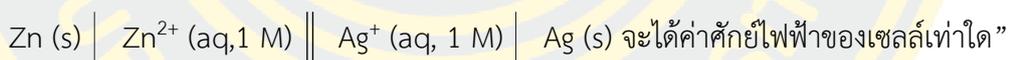
- ถ้าวัดศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ใด ๆ ได้เท่ากับศูนย์ แสดงว่า ครึ่งเซลล์ทั้งสองมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน

3.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนอภิปรายและนำเสนอเกี่ยวกับความหมายของค่า ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ (E^0) ซึ่งควรได้ข้อสรุปร่วมกัน ดังนี้

- ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ (E^0) เป็นค่าที่แสดงความสามารถในการรับ อิเล็กตรอนของธาตุหรือไอออน เมื่อเปรียบเทียบกับครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐานที่มีค่า E^0 เป็นศูนย์ ค่า E^0 ที่มีเครื่องหมายเป็นบวก แสดงว่า ธาตุหรือไอออนในครึ่งเซลล์นั้นมีความสามารถในการรับ อิเล็กตรอนสูงกว่า H^+ ในครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐาน ถ้าค่า E^0 มีเครื่องหมายเป็นลบ แสดงว่า ธาตุ หรือไอออนในครึ่งเซลล์นั้นมีความสามารถในการรับอิเล็กตรอนต่ำกว่า H^+ ในครึ่งเซลล์ไฮโดรเจน มาตรฐาน
- จากตารางค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์รีดักชัน พบว่า ธาตุหรือไอออนในปฏิกิริยา ครึ่งเซลล์ที่อยู่เหนือกว่าสามารถรับอิเล็กตรอนได้ดีกว่าธาตุหรือไอออนในปฏิกิริยาครึ่งเซลล์ที่อยู่ถัดลง มา แสดงว่า F_2 เป็นตัวออกซิไดซ์ที่ดีที่สุด ส่วนธาตุหรือไอออนในปฏิกิริยาครึ่งเซลล์ที่อยู่ต่ำกว่าจะให้ อิเล็กตรอนได้ง่ายกว่าธาตุหรือไอออนที่อยู่เหนือขึ้นไป แสดงว่า Li เป็นตัวรีดิวซ์ที่ดีที่สุด

3.6 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการนำค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์รีดักชัน ($E^0_{Reduction}$) ไปใช้เปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวออกซิไดซ์และตัวรีดิวซ์ของสาร ซึ่งได้ข้อ สรุปว่า “สารที่มีค่า $E^0_{Reduction}$ มากกว่า แสดงว่า เป็นตัวออกซิไดซ์ที่ดีกว่า และเมื่ออยู่ในรูปของตัว รีดิวซ์ ความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์จะน้อยกว่า”

3.7 นักเรียนร่วมกันทำนายว่า “ถ้าต่อเซลล์เคมีไฟฟ้าของ



3.8 นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับเซลล์ไฟฟ้าเคมีว่า

เซลล์กัลวานิก (galvanic cell) คือ เซลล์ไฟฟ้าเคมีที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า ภายในเซลล์เกิดปฏิกิริยารีดอกซ์โดยที่สารตั้งต้นไม่ได้สัมผัสกันโดยตรง ทำให้การไหลของอิเล็กตรอน ผ่านตัวนำอย่างต่อเนื่อง จึงเกิดกระแสไฟฟ้าในวงจร

องค์ประกอบของเซลล์กัลวานิก

เซลล์กัลวานิก ประกอบด้วย 2 ครึ่งเซลล์ แต่ละครึ่งเซลล์มักประกอบด้วยโลหะ ซึ่งเป็นขั้วไฟฟ้า จุ่มอยู่ในสารละลายของไอออนของโลหะนั้น ทำหน้าที่เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ โดนขั้วไฟฟ้าจะมี 3 ชนิด ได้แก่

1. ขั้วไฟฟ้าโลหะ (Metal Electrode) คือ แผ่นโลหะที่จุ่มในสารละลายของไอออนของ โลหะนั้น ขั้วโลหะจะทำหน้าที่ เกิดปฏิกิริยาและนำอิเล็กตรอน
2. ขั้วไฟฟ้าก๊าซ (Gas Electrode) คือ ก๊าซที่พ่นลงไปนสารละลาย ก๊าซจะทำหน้าที่ใน การเกิดปฏิกิริยา แต่นำอิเล็กตรอนไม่ได้ จึงต้องใช้ร่วมกับขั้วไฟฟ้าเฉื่อย

3. ขั้วไฟฟ้าเฉื่อย (Inert Electrode) เป็นขั้วไฟฟ้าที่ช่วยนำอิเล็กตรอน แต่ไม่มีส่วนร่วมในการเกิดปฏิกิริยาต้องใช้ร่วมกับขั้วไฟฟ้าก๊าซ ขั้วไฟฟ้าเฉื่อย

4. ครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation Half-Reaction) คือ ครึ่งปฏิกิริยาที่มีการให้อิเล็กตรอน ซึ่งสารที่ให้อิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น เรียกว่า เกิดออกซิเดชัน (Oxidation) Zn เป็นสารที่ให้อิเล็กตรอน เกิดเป็น Zn^{2+} สารที่ให้อิเล็กตรอน เรียกว่า ตัวรีดิวซ์ (Reducing agent)

5. ครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน (Reduction Half-Reaction) คือ ครึ่งปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอน ซึ่งสารที่รับอิเล็กตรอนจะมีเลขออกซิเดชันลดลง เรียกว่า เกิดรีดักชัน (Reaction)

เซลล์กัลวานิกแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด

1. เซลล์ปฐมภูมิ (Primary Cell) คือ เซลล์ที่ปฏิกิริยาเคมีภายในเกิดขึ้นแล้ว ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์และทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับไม่ได้ หรือนำมาอัดไฟใหม่ไม่ได้

2. เซลล์ทุติยภูมิ (Secondary Cell) คือ เซลล์กัลวานิกชนิดที่เมื่อปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์เกิดขึ้นและดำเนินไปแล้ว ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์และทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้ หรือนำมาอัดไฟใหม่ได้

แผนภาพเซลล์ (Cell Notation) คือ แผนภาพที่แสดงชนิดของโลหะที่ใช้เป็นขั้วไฟฟ้า ชนิดของไอออนในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ และแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้น โดยมีหลักการเขียนดังนี้

ครึ่งเซลล์ออกซิเดชัน // ครึ่งเซลล์รีดักชัน

ขั้วแอโนด / ไอออนในสารละลาย // ไอออนในสารละลาย / ขั้วแคโทด

ศักย์ไฟฟ้าของครึ่งเซลล์ (Half-Cell Potential) คือ ค่าศักย์ไฟฟ้าของครึ่งเซลล์ใด ซึ่งเมื่อวัดเซลล์นั้นอยู่ในสภาวะมาตรฐาน จะได้ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ (Standard Cell Potential) สำหรับศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานสามารถแบ่งได้เป็น 2 กรณี คือ

1. ศักย์ไฟฟ้าครึ่งเซลล์ออกซิเดชัน ($E^0_{\text{Oxidation}}$) คือ ค่าที่แสดงถึงความสามารถการให้อิเล็กตรอนของสาร

2. ศักย์ไฟฟ้าครึ่งเซลล์รีดักชัน ($E^0_{\text{Reduction}}$) คือ ค่าที่แสดงถึงความสามารถในการรับอิเล็กตรอนของสาร

คำนวณหาศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ได้จากสูตร

$$E^0_{\text{Cell}} = \text{ศักย์ไฟฟ้าสูง} - \text{ศักย์ไฟฟ้าต่ำ}$$

$$E^0_{\text{Cell}} = E^0_{\text{Cathode}} - E^0_{\text{Anode}}$$

เซลล์ไฟฟ้าเคมีที่มีค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เป็นบวก แสดงว่า ปฏิกิริยารีดอกซ์เกิดขึ้นได้เอง ซึ่งทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าได้ เรียกเซลล์ไฟฟ้าเคมีชนิดนี้ว่า เซลล์กัลวานิก แต่ถ้าเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่มีค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เป็นลบ แสดงว่า ปฏิกิริยารีดอกซ์ไม่สามารถเกิดขึ้นได้เอง

4. ชั้นประเมินผล

4.1 นักเรียนค้นคว้าเพิ่มเติมเกี่ยวกับเซลล์ความเข้มข้น โดยจัดทำเป็นรายงานและนำเสนอหน้าชั้นเรียน

4.2 ครูสุ่มนักเรียนออกมาแสดงวิธีการคำนวณตัวอย่างแต่ละข้อในแบบฝึกหัด เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี หน้าชั้นเรียน จากนั้นตรวจสอบความถูกต้อง และอธิบายเพิ่มเติมในกรณีที่นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน จนนักเรียนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

4.3 นักเรียนร่วมกันจับประเด็นและสรุปผล เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าเซลล์เคมีไฟฟ้ามีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันอย่างไร

4.4 นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมเกี่ยวกับเซลล์ไฟฟ้าเคมี ในแบบฝึกหัด เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี

7. สื่อการเรียนรู้/ แหล่งเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

- ใบกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การวัดค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้าเคมี
- ใบความรู้ออนไลน์ เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี

ลิงค์ : <https://drive.google.com/drive/u/2/folders/1LHFM0il3-WpdaXZizgd-BBnzoo2UKJgR>

- แบบฝึกหัด เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี
- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี 4 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

7.2 แหล่งการเรียนรู้

- อินเทอร์เน็ต และห้องสมุด

8. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

รายการ	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การให้คะแนน
<p>1.ด้านความรู้ (K)</p> <p>1. นักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้า และเขียนปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดักชัน และปฏิกิริยารีดอกซ์ได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้าได้</p>	<p>- ตรวจสอบกิจกรรมการทดลอง</p> <p>- ตรวจสอบแบบฝึกหัด</p>	<p>- ใบกิจกรรมการทดลอง</p> <p>- แบบฝึกหัด</p>	<p>- คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70</p> <p>- คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70</p>
<p>1. นักเรียนสามารถเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนด แคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพครึ่งเซลล์และแผนภาพเซลล์ได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองโดยใช้ความรู้เรื่องปฏิกิริยารวมได้</p> <p>3. นักเรียนสามารถทดลองหาค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ได้เซลล์รีดักชันได้</p>	<p>- ตรวจสอบกิจกรรมการทดลอง</p> <p>- ตรวจสอบแบบฝึกหัด</p>	<p>- ใบกิจกรรมการทดลอง</p> <p>- แบบฝึกหัด</p>	<p>- คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70</p> <p>- คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70</p>
<p>4. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวออกซิไดส์และตัวรีดิวซ์โดยพิจารณาจากค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์รีดักชันได้</p> <p>5. นักเรียนสามารถคำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้าได้</p>			

รายการ	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การให้คะแนน
3. ด้านจิตวิทยาศาสตร์ (A) 1. นักเรียนมีวินัยและรับผิดชอบ มีความใฝ่เรียนรู้และความมุ่งมั่นในการทำงาน	- ประเมิน คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- แบบประเมิน คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- คะแนนผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้น

ลงชื่อ

(นายณรงค์ศักดิ์ ผาสุขเจริญไพบุลย์)

ผู้สอน



บันทึกผลหลังการสอน

1. ผลการจัดการเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

นักเรียนทั้งหมด..... คน ได้ทำแบบฝึกหัด และใบกิจกรรมการทดลอง พบว่า

มีผลคะแนน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป คน คิดเป็นร้อยละ.....

มีผลคะแนน ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 คน คิดเป็นร้อยละ.....

ด้านทักษะและกระบวนการ (P)

นักเรียนทั้งหมด..... คน ได้ทำแบบฝึกหัด และใบกิจกรรมการทดลอง พบว่า

มีผลคะแนน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป คน คิดเป็นร้อยละ.....

มีผลคะแนน ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 คน คิดเป็นร้อยละ.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

นักเรียนทั้งหมด..... คน

มีผลการประเมินระดับคุณภาพดีขึ้นไป คน คิดเป็นร้อยละ.....

มีผลการประเมินต่ำกว่าระดับคุณภาพดี คน คิดเป็นร้อยละ.....

2. การดำเนินการแก้ไขนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน

ด้านความรู้ (K).....

ด้านทักษะและกระบวนการ (P).....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

3. ปัญหาต่าง ๆ ที่พบจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

4. ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

.....

.....

ลงชื่อ

(นายณรงค์ศักดิ์ ฝาสุขเจริญไพบูลย์)

ครูผู้สอน

ความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ทราบ

ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ความคิดเห็นของรองผู้อำนวยการโรงเรียนกลุ่มบริหารงานวิชาการ

ทราบ

ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ

(.....)

รองผู้อำนวยการโรงเรียนกลุ่มบริหารงานวิชาการ

ความคิดเห็นของผู้อำนวยการโรงเรียน

ทราบ

ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียน

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชา เคมี 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ไฟฟ้าเคมี

เรื่อง เซลล์กัลวานิก

คำชี้แจง กรุณาใส่คะแนนระดับคุณภาพลงในแต่ละช่องให้ตรงกับพฤติกรรมของนักเรียน

ประเภทวิชา เพิ่มเติม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 2

เวลา 3 ชั่วโมง

ที่	พฤติกรรม			รวมคะแนน (9)	สรุปผลการประเมิน	หมายเหตุ
	มีวินัยและรับผิดชอบ (3)	ใฝ่เรียนรู้ (3)	มุ่งมั่นในการทำงาน (3)			
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						

ที่	พฤติกรรม			รวมคะแนน (9)	สรุปผลการประเมิน	หมายเหตุ
	มีวินัยและรับผิดชอบ (3)	ใฝ่เรียนรู้ (3)	มุ่งมั่นในการทำงาน (3)			
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						

เกณฑ์การให้คะแนน

คุณลักษณะพึงประสงค์	ระดับคะแนน		
	3	2	1
มีวินัยและรับผิดชอบ	เข้าเรียนตรงเวลา แต่งกาย ถูกต้องตามระเบียบ ปฏิบัติกิจกรรมอย่างเหมาะสม	เข้าเรียนตรงเวลา แต่งกาย ถูกต้องตามระเบียบ แต่งกายถูกต้องตามระเบียบ	เข้าเรียนตรงเวลา
ใฝ่เรียนรู้	ตั้งใจเรียน สนใจที่จะเรียนรู้ มีการค้นคว้าหาข้อมูล บันทึกความรู้ลงสมุดบันทึก และแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนและครู	ตั้งใจเรียน สนใจที่จะเรียนรู้ มีการค้นคว้าหาข้อมูล บันทึกความรู้ลงสมุดบันทึก	ตั้งใจเรียน สนใจที่จะเรียนรู้ มีการค้นคว้าหาข้อมูล
มุ่งมั่นในการทำงาน	ตั้งใจ ทำงานเสร็จทันเวลา มีความใส่ใจในงานที่ทำ ส่งงานตามที่กำหนด	ตั้งใจทำงานเสร็จทันเวลา มีความใส่ใจในงานที่ทำ	ตั้งใจทำงาน

ผลการประเมิน มีระดับคะแนนและเกณฑ์ดังนี้

ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
7-9	ดีมาก
5-7	ดี
3-5	พอใช้
ต่ำกว่า 3 คะแนน	ปรับปรุง

ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

ใบกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การวัดค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้าเคมี

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. นักเรียนสามารถทดลองหาค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ได้เซลล์รีดักชัน
2. นักเรียนสามารถคำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

วัสดุอุปกรณ์	สารเคมี
บีกเกอร์ ขนาด 50 mL	สารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (CuSO_4) เข้มข้น 1 M
กระบอกตวง ขนาด 10 mL	สารละลายซิงค์ซัลเฟต (ZnSO_4) เข้มข้น 1 M
กระดาษกรอง ขนาด 1 cm x 10 cm	สารละลายอิมิตัวโพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3)
กระดาษทราย กระดาษเยื่อ	แผ่นทองแดง (Cu) ขนาด 1.5 cm x 5 cm
เครื่องมือวัดโวลต์มิเตอร์	แผ่นสังกะสี (Zn) ขนาด 1.5 cm x 5 cm

วิธีการทดลอง

1. ขัดแผ่นโลหะทองแดงและสังกะสีด้วยกระดาษทราย และใช้กระดาษเยื่อเช็ดเศษโลหะที่ติดอยู่กับแผ่นโลหะออกจนหมด
2. จุ่มแผ่นโลหะทองแดงลงในสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ที่มีปริมาตร 20 mL และจุ่มแผ่นโลหะสังกะสีลงในสารละลายซิงค์ซัลเฟต ที่มีปริมาตร 20 mL
3. นำบีกเกอร์ที่เตรียมไว้ในข้อ 2 มาวางติดกัน จากนั้นใช้กระดาษกรองชุบสารละลายอิมิตัวโพแทสเซียมไนเตรต เพื่อใช้เป็นสะพานเกลือ โดยวางพาดบีกเกอร์ทั้งสองให้ปลายกระดาษจุ่มที่สารละลายของบีกเกอร์
4. ต่อแผ่นโลหะทั้งสองเข้ากับเครื่องมือวัดโวลต์มิเตอร์ที่ใช้โหมดวัดความต่างศักย์ สังเกตทิศทางของเข็มและอ่านค่าความต่างศักย์
5. สลับขั้วของมิเตอร์ สังเกตทิศทางของเข็มและอ่านค่าความต่างศักย์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

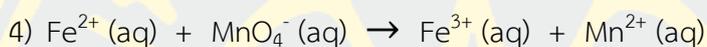
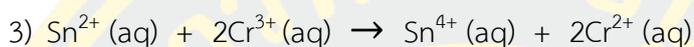
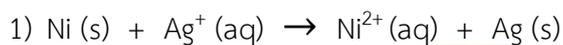
การทดลอง	การต่อขั้วไฟฟ้า		ทิศทางของเข็ม	ค่าความต่างศักย์
	สีแดงต่อกับแผ่น	สีดำต่อกับแผ่น		
1				
2				

อภิปรายและสรุป ผลการทดลอง

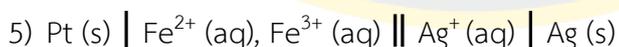
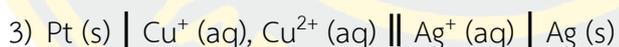
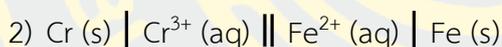
แบบฝึกหัด เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี

แบบฝึกหัด เรื่อง การเขียนแผนภาพเซลล์กัลวานิก

1. เขียนแผนภาพเซลล์กัลวานิกจากสมการแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์ที่กำหนดให้

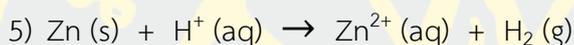
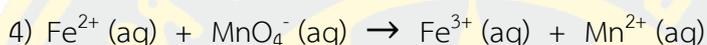
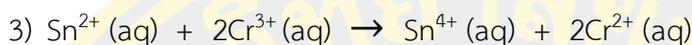
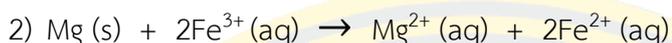
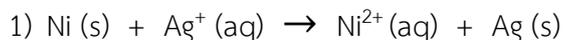


2. เขียนสมการแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์จากแผนภาพเซลล์กัลวานิกที่กำหนดให้

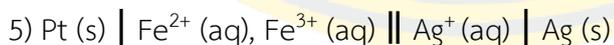
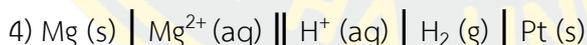
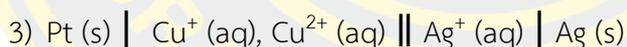
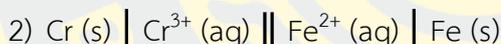


เฉลยแบบฝึกหัด เรื่อง การเขียนแผนภาพเซลล์กัลวานิก

1. เขียนแผนภาพเซลล์กัลวานิกจากสมการแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์ที่กำหนดให้



2. เขียนสมการแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์จากแผนภาพเซลล์กัลวานิกที่กำหนดให้



แบบฝึกหัด เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์กัลวานิก

1. เรียงลำดับความสามารถในการรับและเสียอิเล็กตรอนของตัวออกซิไดซ์และตัวรีดิวซ์จากน้อยไปมาก

1) กำหนดค่า E^0 ของครึ่งเซลล์รีดักชันให้ ดังนี้



ความสามารถในการรับอิเล็กตรอนของตัวออกซิไดซ์

ความสามารถในการเสียอิเล็กตรอนของตัวรีดิวซ์

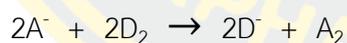
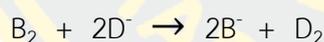
2) กำหนดแผนภาพเซลล์กัลวานิกให้ ดังนี้



ความสามารถในการรับอิเล็กตรอนของตัวออกซิไดซ์

ความสามารถในการเสียอิเล็กตรอนของตัวรีดิวซ์

3) กำหนดปฏิกิริยารีดอกซ์ให้ ดังนี้



ความสามารถในการรับอิเล็กตรอนของตัวออกซิไดซ์

ความสามารถในการเสียอิเล็กตรอนของตัวรีดิวซ์

4) แผ่นโลหะ Pt ที่เคลือบผิวด้วยโลหะ Ni เป็นชั้นบาง ๆ เมื่อนำไปจุ่มในสารละลาย HNO_3 โลหะ Ni จะละลายออกหมด เหลือแต่แผ่นโลหะ Pt

ความสามารถในการรับอิเล็กตรอนของตัวออกซิไดซ์

ความสามารถในการเสียอิเล็กตรอนของตัวรีดิวซ์

5) ในการศึกษาเรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมี เมื่อนำโลหะ Al มาพันกับ Sn ปรากฏว่าโลหะ Al เกิดการผุกร่อน

ความสามารถในการรับอิเล็กตรอนของตัวออกซิไดซ์

ความสามารถในการเสียอิเล็กตรอนของตัวรีดิวซ์

2. ใช้ตารางค่าความต่างศักย์ของเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่กำหนดให้ ตอบคำถามข้อ 1) – 5)

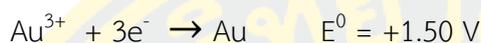
เซลล์ไฟฟ้าเคมี	ความต่างศักย์ที่ 25°C
Pt H ₂ (1 atm) H ⁺ (1 M) Pb ²⁺ (1 M) Pb(s)	-0.13
Pt H ₂ (1 atm) H ⁺ (1 M) Cd ²⁺ (1 M) Cd(s)	-0.40
Pt H ₂ (1 atm) H ⁺ (1 M) Mn ²⁺ (1 M) Mn(s)	-1.18
Pt H ₂ (1 atm) H ⁺ (1 M) Mg ²⁺ (1 M) Mg(s)	-2.37

- เมื่อต่อเซลล์ไฟฟ้าเคมี ดังนี้ Mg(s) | Mg²⁺(aq) || Cd²⁺(aq) | Cd(s) ความต่างศักย์ของเซลล์จะมีค่าเท่าใด
- เมื่อต่อเซลล์ไฟฟ้าเคมี ดังนี้ Mn(s) | Mn²⁺(aq) || Pb²⁺(aq) | Pb(s) ความต่างศักย์ของเซลล์จะมีค่าเท่าใด
- เมื่อต่อเซลล์ไฟฟ้าเคมี ดังนี้ Mn(s) | Mn²⁺(aq) || Cd²⁺(aq) | Cd(s) ความต่างศักย์ของเซลล์จะมีค่าเท่าใด
- เมื่อต่อเซลล์ไฟฟ้าเคมี ดังนี้ Cd(s) | Cd²⁺(aq) || Pb²⁺(aq) | Pb(s) ความต่างศักย์ของเซลล์จะมีค่าเท่าใด
- เมื่อต่อเซลล์ไฟฟ้าเคมี ดังนี้ Mg(s) | Mg²⁺(aq) || Mn²⁺(aq) | Mn(s) ความต่างศักย์ของเซลล์จะมีค่าเท่าใด

เฉลยแบบฝึกหัด เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์กัลวานิก

1. เรียงลำดับความสามารถในการรับและเสียอิเล็กตรอนของตัวออกซิไดซ์และตัวรีดิวซ์จากน้อยไปมาก

1) กำหนดค่า E^0 ของครึ่งเซลล์รีดักชันให้ ดังนี้



ความสามารถในการรับอิเล็กตรอนของตัวออกซิไดซ์ $\text{Mn}^{2+} < \text{Fe}^{2+} < \text{Ag}^+ < \text{Au}^{3+}$

ความสามารถในการเสียอิเล็กตรอนของตัวรีดิวซ์ $\text{Au} < \text{Ag} < \text{Fe} < \text{Mn}$

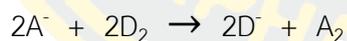
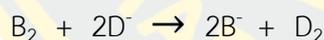
2) กำหนดแผนภาพเซลล์กัลวานิกให้ ดังนี้



ความสามารถในการรับอิเล็กตรอนของตัวออกซิไดซ์ $\text{Y}^{2+} < \text{W}^{2+} < \text{X}^{2+} < \text{Z}^{2+}$

ความสามารถในการเสียอิเล็กตรอนของตัวรีดิวซ์ $\text{Z} < \text{X} < \text{W} < \text{Y}$

3) กำหนดปฏิกิริยารีดอกซ์ให้ ดังนี้



ความสามารถในการรับอิเล็กตรอนของตัวออกซิไดซ์ $\text{C}_2 < \text{B}_2 < \text{D}_2 < \text{A}_2$

ความสามารถในการเสียอิเล็กตรอนของตัวรีดิวซ์ $\text{A}^- < \text{D}^- < \text{B}^- < \text{C}^-$

4) แผ่นโลหะ Pt ที่เคลือบผิวด้วยโลหะ Ni เป็นชั้นบาง ๆ เมื่อนำไปจุ่มในสารละลาย HNO_3 โลหะ Ni จะละลายออกหมด เหลือแต่แผ่นโลหะ Pt

ความสามารถในการรับอิเล็กตรอนของตัวออกซิไดซ์ $\text{Ni}^{2+} < \text{H}^+ < \text{Pt}$

ความสามารถในการเสียอิเล็กตรอนของตัวรีดิวซ์ $\text{Pt} < \text{H}_2 < \text{Ni}$

5) ในการศึกษาเรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมี เมื่อนำโลหะ Al มาพันกับ Sn ปรากฏว่าโลหะ Al เกิดการผุกร่อน

ความสามารถในการรับอิเล็กตรอนของตัวออกซิไดซ์ $\text{Al}^{3+} < \text{Sn}^{2+}$

ความสามารถในการเสียอิเล็กตรอนของตัวรีดิวซ์ $\text{Sn} < \text{Al}$

2. ใช้ตารางค่าความต่างศักย์ของเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่กำหนดให้ ตอบคำถามข้อ 1) – 5)

เซลล์ไฟฟ้าเคมี	ความต่างศักย์ที่ 25°C
Pt H ₂ (1 atm) H ⁺ (1 M) Pb ²⁺ (1 M) Pb(s)	-0.13
Pt H ₂ (1 atm) H ⁺ (1 M) Cd ²⁺ (1 M) Cd(s)	-0.40
Pt H ₂ (1 atm) H ⁺ (1 M) Mn ²⁺ (1 M) Mn(s)	-1.18
Pt H ₂ (1 atm) H ⁺ (1 M) Mg ²⁺ (1 M) Mg(s)	-2.37

1) เมื่อต่อเซลล์ไฟฟ้าเคมี ดังนี้ Mg(s) | Mg²⁺(aq) || Cd²⁺(aq) | Cd(s) ความต่างศักย์ของเซลล์จะมีค่าเท่าใด

$$\text{ความต่างศักย์ของเซลล์} = -0.40 - (-2.37) = 1.97 \text{ V}$$

ดังนั้น ความต่างศักย์ของเซลล์ Mg(s) | Mg²⁺(aq) || Cd²⁺(aq) | Cd(s) มีค่าเท่ากับ 1.97 V

2) เมื่อต่อเซลล์ไฟฟ้าเคมี ดังนี้ Mn(s) | Mn²⁺(aq) || Pb²⁺(aq) | Pb(s) ความต่างศักย์ของเซลล์จะมีค่าเท่าใด

$$\text{ความต่างศักย์ของเซลล์} = -0.13 - (-1.18) = 1.05 \text{ V}$$

ดังนั้น ความต่างศักย์ของเซลล์ Mn(s) | Mn²⁺(aq) || Pb²⁺(aq) | Pb(s) มีค่าเท่ากับ 1.05 V

3) เมื่อต่อเซลล์ไฟฟ้าเคมี ดังนี้ Mn(s) | Mn²⁺(aq) || Cd²⁺(aq) | Cd(s) ความต่างศักย์ของเซลล์จะมีค่าเท่าใด

$$\text{ความต่างศักย์ของเซลล์} = -0.40 - (-1.18) = 0.78 \text{ V}$$

ดังนั้น ความต่างศักย์ของเซลล์ Mn(s) | Mn²⁺(aq) || Cd²⁺(aq) | Cd(s) มีค่าเท่ากับ 0.78 V

4) เมื่อต่อเซลล์ไฟฟ้าเคมี ดังนี้ Cd(s) | Cd²⁺(aq) || Pb²⁺(aq) | Pb(s) ความต่างศักย์ของเซลล์จะมีค่าเท่าใด

$$\text{ความต่างศักย์ของเซลล์} = -0.13 - (-0.40) = 0.27 \text{ V}$$

ดังนั้น ความต่างศักย์ของเซลล์ Cd(s) | Cd²⁺(aq) || Pb²⁺(aq) | Pb(s) มีค่าเท่ากับ 0.27 V

5) เมื่อต่อเซลล์ไฟฟ้าเคมี ดังนี้ Mg(s) | Mg²⁺(aq) || Mn²⁺(aq) | Mn(s) ความต่างศักย์ของเซลล์จะมีค่าเท่าใด

$$\text{ความต่างศักย์ของเซลล์} = -1.18 - (-2.37) = 1.19 \text{ V}$$

ดังนั้น ความต่างศักย์ของเซลล์ Mg(s) | Mg²⁺(aq) || Mn²⁺(aq) | Mn(s) มีค่าเท่ากับ 1.19 V

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง เคมีไฟฟ้า
สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ โดยให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

กำหนดศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์รีดักชัน ดังตาราง

ครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน	ค่า E^0_{cell}
$\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+1.51
$\text{Au}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Au}(\text{s})$	+1.50
$\text{Hg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Hg}(\text{l})$	+0.85
$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}(\text{s})$	+0.80
$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$	+0.77
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$	+0.34
$\text{Sn}^{4+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}^{2+}(\text{aq})$	+0.15
$2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$	0.00
$\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}(\text{s})$	-0.13
$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}(\text{s})$	-0.14
$\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}(\text{s})$	-0.26
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{s})$	-0.45
$\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Cr}(\text{s})$	-0.74
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{s})$	-0.76
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}(\text{s})$	-1.66
$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}(\text{s})$	-2.37

1. จากปฏิกิริยา $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}(\text{s})$ และปฏิกิริยา $\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}(\text{s})$ จงเขียนปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดจากการรวมกันของทั้ง 2 ปฏิกิริยานี้

- ก. $3\text{Ag}(\text{aq}) + \text{Al}^{3+}(\text{aq}) \rightarrow 3\text{Ag}(\text{s}) + \text{Al}(\text{s})$ ข. $3\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Al}(\text{s}) \rightarrow 3\text{Ag}(\text{aq}) + \text{Al}^{3+}(\text{aq})$
 ค. $\text{Au}(\text{s}) + 3\text{Ag}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Au}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{Ag}(\text{aq})$ ง. $\text{Au}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{Ag}(\text{aq}) \rightarrow \text{Au}(\text{s}) + 3\text{Ag}^+(\text{aq})$

2. จากปฏิกิริยารีดอกซ์ต่อไปนี้ $\text{Zn}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s})$ จงเขียนครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยานี้

- ก. ปฏิกิริยารีดักชันคือ $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{s})$
 ข. ปฏิกิริยารีดักชันคือ $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$
 ค. ปฏิกิริยารีดักชันคือ $\text{Zn}(\text{s}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$
 ง. ปฏิกิริยารีดักชันคือ $\text{Cu}(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$

3. จากปฏิกิริยารีดอกซ์ต่อไปนี้ $\text{Zn}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s})$ จงเขียนครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของปฏิกิริยานี้

- ก. ปฏิกิริยาออกซิเดชันคือ $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{s})$
 ข. ปฏิกิริยาออกซิเดชันคือ $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$
 ค. ปฏิกิริยาออกซิเดชันคือ $\text{Zn}(\text{s}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$
 ง. ปฏิกิริยาออกซิเดชันคือ $\text{Cu}(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$

4. ข้อใดต่อไปนี้ ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้าประเภทเซลล์กัลวานิกได้ถูกต้องที่สุด

- ก. ขั้วแคโทด ขั้วแอโนด สารละลายอิเล็กโทรไลต์และสะพานเกลือ
 ข. ขั้วแคโทด ขั้วแอโนด และสารละลายอิเล็กโทรไลต์
 ค. ขั้วแคโทด ขั้วแอโนด และสะพานเกลือ
 ง. ขั้วแคโทด ขั้วแอโนด สารละลายอิเล็กโทรไลต์ และแหล่งกำเนิดไฟฟ้า

5. นักวิทยาศาสตร์กล่าวไว้ว่า "เซลล์เคมีไฟฟ้าประกอบด้วยสองครึ่งเซลล์ แต่ละครึ่งเซลล์ประกอบด้วยขั้วไฟฟ้า และสารละลายอิเล็กโทรไลต์ สารละลายในหนึ่งครึ่งเซลล์จะสูญเสียอิเล็กตรอน ในขณะที่สารละลายในอีกครึ่งเซลล์จะได้อิเล็กตรอนเพิ่ม" จากสถานการณ์ข้างต้น จงวิเคราะห์สถานการณ์ว่าสามารถแยกองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้าได้ที่องค์ประกอบ

ก. 2

ข. 3

ค. 4

ง. 5

6. จากนิยามแผนภาพเซลล์ ข้อใดต่อไปนี้เป็นแผนภาพเซลล์ของปฏิกิริยา $\text{Zn(s)} + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu(s)}$

ก. $\text{Zn(s)} \mid \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \parallel \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) \mid \text{Cu(s)}$ ข. $\text{Zn(s)} \mid \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) \parallel \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \mid \text{Cu(s)}$ ค. $\text{Cu(s)} \mid \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \parallel \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) \mid \text{Zn(s)}$ ง. $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) \mid \text{Zn(s)} \parallel \text{Cu(s)} \mid \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$

7. เมื่อดุลสมการของปฏิกิริยาต่อไปนี้ $\text{Zn} + \text{MnO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{MnO}_2 + \text{OH}^-$ สมการรวมที่สมบูรณ์ของปฏิกิริยานี้คือข้อใด

ก. $3\text{Zn} + 2\text{MnO}_4^- + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{Zn}^{2+} + 2\text{MnO}_2 + 8\text{H}^+$ ข. $\text{MnO}_4^- + 3\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$ ค. $2\text{MnO}_4^- + 6\text{e}^- + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{MnO}_2 + 8\text{OH}^-$ ง. $3\text{Zn} + 2\text{MnO}_4^- + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{Zn}^{2+} + 2\text{MnO}_2 + 8\text{OH}^-$

8. หากท่าน ได้รับมอบหมายให้ออกแบบการทดลองเซลล์กัลวานิก โดยใช้โลหะ Mg และโลหะ Pb เป็นขั้วไฟฟ้า ท่านจะออกแบบการทดลองโดยใช้โลหะใดเป็นขั้วแอโนด ขั้วแคโทด และใช้สารใดเป็นสะพานเกลือ ตามลำดับ

ก. ใช้โลหะ Mg เป็นขั้วแอโนด โลหะ Pb เป็นขั้วแคโทด และใช้สารละลาย MgSO_4 อิ่มตัว เป็นสะพานเกลือ

ข. ใช้โลหะ Pb เป็นขั้วแอโนด โลหะ Mg เป็นขั้วแคโทด และใช้สารละลาย PbSO_4 อิ่มตัว เป็นสะพานเกลือ

ค. ใช้โลหะ Mg เป็นขั้วแอโนด โลหะ Pb เป็นขั้วแคโทด และใช้สารละลาย KI อิ่มตัว เป็นสะพานเกลือ

ง. ใช้โลหะ Pb เป็นขั้วแอโนด โลหะ Mg เป็นขั้วแคโทด และใช้สารละลาย KI อิ่มตัว เป็นสะพานเกลือ

9. จากสมการ $\text{Mn(s)} + \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Pb(s)}$ พบว่ามีค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เท่ากับ +1.05 โวลต์ ถ้าต้องการลดค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ ขั้นตอนในข้อใดถูกต้องที่สุด

- ก. ในการทดลองควรใช้โลหะ Al แทน Mn ข. ในการทดลองควรใช้โลหะ Mg แทน Mn
ค. ในการทดลองควรใช้โลหะ Ni แทน Mn ง. ในการทดลองควรใช้โลหะ Ca แทน Mn

10. ปฏิกิริยาในข้อใดต่อไปนี้มีค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ที่ไม่เหมาะสมจะเป็นเซลล์กัลวานิก

- ก. $\text{Mn(s)} + \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Pb(s)}$ ข. $\text{Zn(s)} + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu(s)}$
ค. $\text{Mg(s)} + \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + \text{Zn(s)}$ ง. $\text{Cu(s)} + \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{Ba(s)}$

11. กำหนดให้ $\text{X(s)} + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{X}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu(s)}$ มีค่า E°_{Cell} เท่ากับ +0.47 โวลต์ ค่า E°_{Cell} ของปฏิกิริยา

$\text{X}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{X(s)}$ มีค่าเท่าใด โดยเทียบจากปฏิกิริยา $\text{Pt} | \text{H}_2 (1 \text{ atm}) | \text{H}^+ (1 \text{ M}) || \text{Cu}^{2+} (1 \text{ M}) | \text{Cu (s)}$ ที่มีค่า E°_{Cell} เท่ากับ +0.34 โวลต์

- ก. -0.13 โวลต์ ข. +0.13 โวลต์ ค. -0.43 โวลต์ ง. +0.43 โวลต์

12. "ในการศึกษาเรื่องเซลล์เคมีไฟฟ้า เมื่อนำโลหะ Al มาพันกับ Sn ปรากฏว่าโลหะ Al เกิดการผุกร่อน" จากข้อความดังกล่าว จงเรียงลำดับความสามารถในการเสียอิเล็กตรอนของ Al และ Sn โดยพิจารณาจากค่า $E^\circ_{\text{รีดักชัน}}$ ที่กำหนดให้ในตารางข้างต้น

- ก. $\text{Al}^{3+} < \text{Sn}^{2+}$ ข. $\text{Sn} = \text{Al}$
ค. $\text{Sn} < \text{Al}$ ง. ไม่สามารถสรุปได้ เนื่องจากไม่ทราบค่า $E^\circ_{\text{ออกซิเดชัน}}$

13. "เมื่อนำเหล็กมาพันกับลวด Mg ปรากฏว่าลวด Mg เกิดการเสื่อมสภาพลง" จากข้อความดังกล่าว จงเรียงลำดับความสามารถในการรับอิเล็กตรอนของ Fe และ Mg โดยพิจารณาจากค่า $E^\circ_{\text{รีดักชัน}}$ ที่กำหนดให้ในตารางข้างต้น

- ก. $\text{Fe} > \text{Mg}$ ข. $\text{Fe}^{2+} = \text{Mg}^{2+}$ ค. $\text{Fe}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$ ง. $\text{Fe} < \text{Mg}$

14. ถ้าต้องการลดประสิทธิภาพการเป็นตัวรีดิวซ์ของแท่งเหล็กโดยพิจารณาจากค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์รีดักชัน การปฏิบัติตามข้อใดคุ้มค่าที่สุด

- ก. ใช้ลวดแมกนีเซียมพันรอบ ๆ แท่งเหล็ก ข. ใช้ลวดทองแดงพันรอบ ๆ แท่งเหล็ก
ค. ทำการเคลือบแท่งเหล็กด้วยโบรมีน ง. ทำการจ่ายแหล่งกำเนิดไฟฟ้าให้กับแท่งเหล็ก

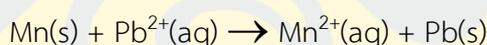
15. ข้อใดต่อไปนี้อธิบายลักษณะของเซลล์กัลวานิกได้ไม่ถูกต้อง

- ก. ที่ขั้วแคโทดเกิดปฏิกิริยารีดักชันเสมอ
- ข. ขั้วแอโนดของปฏิกิริยาทำหน้าที่เป็นขั้วลบ
- ค. เป็นเซลล์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเคมี
- ง. อิเล็กตรอนจะไหลผ่านจากขั้วลบไปยังขั้วบวกเสมอ

16. ข้อใดต่อไปนี้อธิบายหลักการของการแยกสารไอออนิกขณะหลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้าได้ไม่ถูกต้อง

- ก. เป็นกระบวนการที่ทำให้เกลือไอออนิกแตกตัวออกเป็นไอออนบวกกับไอออนลบ
- ข. การแยกสารไอออนิกขณะหลอมเหลวจะใช้ขั้วไฟฟ้าที่ทำด้วยวัตถุเฉื่อย
- ค. ที่ขั้วแคโทดจะรับอิเล็กตรอน ส่วนขั้วแอโนดจะให้อิเล็กตรอน
- ง. การแยกสารไอออนิกขณะหลอมเหลวจะต้องทำการละลายเกลือไอออนิกในน้ำเสียก่อน

17. เซลล์ Mn/Pb มีสมการดังนี้



ค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์เท่ากับ +1.05 โวลต์ ถ้าต้องการเพิ่มค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์จะต้องเปลี่ยนแปลงสิ่งใด เพราะอะไร

- ก. เปลี่ยนโลหะ Mn เป็น โลหะ Ni เนื่องจากโลหะ Ni มีค่า E° รีดักชัน สูงกว่าโลหะ Mn
- ข. เปลี่ยนโลหะ Mn เป็น โลหะ Na เนื่องจากโลหะ Na มีค่า E° รีดักชัน สูงกว่าโลหะ Mn
- ค. เปลี่ยนโลหะ Mn เป็น โลหะ Al เนื่องจากโลหะ Al มีค่า E° รีดักชัน สูงกว่าโลหะ Mn
- ง. เปลี่ยนโลหะ Mn เป็น โลหะ Mg เนื่องจากโลหะ Mg มีค่า E° รีดักชัน สูงกว่าโลหะ Mn

18. ข้อใดต่อไปนี้อธิบายหลักการแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้าได้ถูกต้องที่สุด

- ก. เมื่อเกิดปฏิกิริยาไอออนลบของโลหะ จะเคลื่อนที่ไปเกาะที่ขั้วแคโทดแล้วเกิดเป็นโลหะของแข็งขึ้น
- ข. เมื่อเกิดปฏิกิริยาไอออนบวกของโลหะ จะเคลื่อนที่ไปเกาะที่ขั้วแอโนดแล้วเกิดเป็นโลหะของแข็งขึ้น
- ค. เมื่อเกิดปฏิกิริยาไอออนลบของโลหะ จะเคลื่อนที่ไปเกาะที่ขั้วแอโนดแล้วเกิดเป็นโลหะของแข็งขึ้น
- ง. เมื่อเกิดปฏิกิริยาไอออนบวกของโลหะ จะเคลื่อนที่ไปเกาะที่ขั้วแคโทดแล้วเกิดเป็นโลหะของแข็งขึ้น

19. ข้อใดต่อไปนี้ อธิบายหลักการทำให้โลหะให้บริสุทธิ์ได้ถูกต้องที่สุด

- ก. โลหะที่จะทำให้บริสุทธิ์จะต้องต่อเข้ากับขั้วลบ
- ข. โลหะที่บริสุทธิ์จะต้องต่อเข้ากับขั้วบวก
- ค. แหล่งจ่ายไฟต้องเป็นไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น
- ง. สารละลายที่เป็นอิเล็กโทรไลต์สามารถใช้สารละลายที่มีไอออนบวกตัวใดก็ได้

20. เมื่อทำการถลุงโลหะทองแดงโดยใช้หลักการทำให้บริสุทธิ์โดยใช้หลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ ผลการทดลองพบว่าไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง นักเรียนคิดว่าใครต่อไปนี้แก้ปัญหาได้ดีที่สุด

- ก. นายเอทำการลดค่าศักย์ไฟฟ้าของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า
- ข. นายบีทำการลดความเข้มข้นของสารละลายอิเล็กโทรไลต์
- ค. นายซีทำการถอดโลหะที่ขั้วลบมาขัดทำความสะอาดอีกครั้ง
- ง. นายดีทำการเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายอิเล็กโทรไลต์

21. ในทดลองการชุบชั้นโลหะด้วยทองแดงกรณีที่จะไม่ใช้ CuSO_4 เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์สามารถใช้สารในข้อใดต่อไปนี้แทน CuSO_4 ได้

- ก. สารละลาย Cu_2S
- ข. สารละลาย Cu_2
- ค. สารละลาย CuCl_2
- ง. สารละลาย CuCO_3

22. หากนักเรียนต้องการให้ช้อนกลายเป็นช้อนเงิน และให้มีความมันวาว โดยใช้หลักการชุบชั้นโลหะด้วยเงิน นักเรียนจะจัดรูปแบบการทดลองตามข้อใด

- ก. ใช้เงินเป็นขั้วแอโนด ช้อนโลหะเป็นขั้วแคโทด และใช้สารละลายซิลเวอร์ไนเตรตเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์
- ข. ใช้เงินเป็นขั้วแคโทด ช้อนโลหะเป็นขั้วแอโนด และใช้สารละลายซิลเวอร์ไนเตรตเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์
- ค. ใช้เงินเป็นขั้วแอโนด ช้อนโลหะเป็นขั้วแคโทด และใช้สารละลายซิลเวอร์คลอไรด์เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์
- ง. ใช้เงินเป็นขั้วแคโทด ช้อนโลหะเป็นขั้วแอโนด และใช้สารละลายซิลเวอร์คลอไรด์เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

23. หากนักเรียนได้รับมอบหมายให้ออกแบบฉากหลังเวทีประชุมสัมมนาเกี่ยวกับการเปลี่ยนโซ่เหล็ก ให้กลายเป็นทองคำโดยใช้หลักการเซลล์อิเล็กโทรไลต์ นักเรียนจะเขียนภาพหลังเวทีตามข้อใด

- ก. หลักการชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้า
- ข. หลักการแยกสลายไอออนิกหลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า
- ค. หลักการแยกสลายสารละลายไอออนิกด้วยกระแสไฟฟ้า
- ง. หลักการทำให้โลหะบริสุทธิ์ด้วยกระแสไฟฟ้า

24. เมื่อนักเรียนทำการทดลองชุบตะปูเหล็กด้วยทองแดงแล้วพบว่า สารละลายเปลี่ยนจากสีฟ้าไปเป็น สีเขียว นักเรียนควรตัดสินใจเลือกแก้ปัญหาที่เกิดจากการทดลองตามข้อใด

- ก. ทำการหยุดปฏิกิริยา และเปลี่ยนสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ความเข้มข้นเท่าเดิม
- ข. ทำการหยุดปฏิกิริยา และเปลี่ยนสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ความเข้มข้นที่สูงขึ้น
- ค. ทำการหยุดปฏิกิริยา และเปลี่ยนสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ความเข้มข้นที่ต่ำลง
- ง. ทำการเพิ่มค่าศักย์ไฟฟ้าให้สูงขึ้น และดำเนินปฏิกิริยาต่อเนือง

25. ข้อใดต่อไปนี้เป็นยุคที่ใช้หลักการชุบโลหะด้วยทองแดงได้เหมาะสมที่สุด

- ก. นำลวดอะลูมิเนียมมาทำการชุบด้วยโลหะทองแดง เพื่อลดต้นทุนในการประดิษฐ์มอเตอร์พัดลม
- ข. นำแผ่นโลหะแคดเมียมมาชุบเคลือบด้วยทองแดง เพื่อป้องกันการออกซิเดชันพื้นผิวของแผ่นโลหะ แคดเมียม
- ค. นำเหล็กมาทำการชุบด้วยโลหะทองแดง เพื่อเป็นการเพิ่มกำไรในการขายทองแดง
- ง. นำลวดแมกนีเซียมมาทำการชุบด้วยโลหะทองแดง เพื่อใช้แทนสายไฟทองแดงตามบ้านเรือน

26. หลักจากนำชิ้นงานมาทำการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า เหตุการณ์ใดต่อไปนี้จะไม่เกิดขึ้นกับชิ้นงาน

- ก. ชิ้นงานที่ผ่านการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าจะทนทานต่อแรงบิด
- ข. ความสามารถในการสะท้อนแสงของชิ้นงานจะเพิ่มขึ้น
- ค. ชิ้นงานที่ผ่านการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าจะทนทานต่อสารเคมี
- ง. ความสามารถในการนำไฟฟ้าของชิ้นงานจะลดลง

27. วิธีการทดลองชุบเหล็กด้วยสังกะสีมีดังนี้

1. ใช้กระดาษทรายขัดตะปูและแผ่นสังกะสี และใช้ทิชชูเช็ดให้สะอาด
2. นำตะปูและแผ่นสังกะสีออกมาจากสารละลายวางบนกระจกนาฬิกา
3. เติมสารละลายซิงค์ซัลเฟตลงในบีกเกอร์ จากนั้นต่อแผ่นสังกะสีเข้ากับขั้วบวกและต่อตะปูเข้ากับขั้วลบ แล้วจุ่มโลหะทั้งสองลงในสารละลาย

ข้อใดต่อไปนี้เรียงลำดับวิธีการทดลองชุบเหล็กด้วยสังกะสีได้อย่างถูกต้องตามหลักการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า

- ก. 1, 2, 3 ข. 2, 1, 3 ค. 3, 2, 1 ง. 1, 3, 2

28. การทำโลหะให้บริสุทธิ์ ความบริสุทธิ์ของโลหะที่จะนำมาใช้ที่ขั้วแคโทด ควรมีความบริสุทธิ์อย่างน้อยกี่เปอร์เซ็นต์

- ก. 99.5% ข. 99.0% ค. 98.5% ง. 98.0%

29. จงบอกผลกระทบที่เกิดขึ้น เมื่อทำการทดลองการทำโลหะให้บริสุทธิ์แต่ไม่มีการจ่ายกระแสไฟฟ้า

- ก. ปริมาณโลหะที่ขั้วแอโนดจะลดลง แต่ปริมาณโลหะที่ขั้วแคโทดเพิ่มขึ้น
- ข. ปริมาณโลหะที่ขั้วแคโทดลดลง แต่ปริมาณโลหะที่ขั้วแอโนดเพิ่มขึ้น
- ค. ไม่เกิดปฏิกิริยา เนื่องจากในการทดลองเป็นเซลล์กัลวานิก
- ง. ไม่เกิดปฏิกิริยา เนื่องจากในการทดลองเป็นเซลล์

อิเล็กโทรไลต์

30. การทำอะโนดชนิดนิยมนำกับโลหะชนิดใด

- ก. ดีบุก ตะกั่ว และโครเมียม ข. อะลูมิเนียม และดีบุก
ค. โครเมียม และสังกะสี ง. โลหะทุกชนิด

31. จงทำนายปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้น เมื่อนำโลหะ Fe มาวางใกล้กับโลหะ Pb พร้อมทั้งระบุว่าโลหะชนิดใดเกิดการผุกร่อน

- ก. $\text{Fe(s)} + \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{Pb(s)}$ โลหะ Fe เกิดการผุกร่อน
- ข. $\text{Pb(s)} + \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + \text{Fe(s)}$ โลหะ Pb เกิดการผุกร่อน
- ค. $\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Pb(s)} + \text{Fe(s)}$ โลหะ Pb เกิดการผุกร่อน
- ง. $\text{Pb(s)} + \text{Fe(s)} \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{Pb}^{2+}(\text{aq})$ โลหะ Fe เกิดการผุกร่อน

32. เมื่อนาย A ต้องการผลิตแก๊สไฮโดรเจนโดยใช้การแยกน้ำด้วยไฟฟ้าที่ภาวะมาตรฐาน ถ้านาย A ต้องการให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น ควรตัดสินใจทำตามข้อใด

- ก. นาย A ควรเติมสารละลายเบสแก่ เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายอิเล็กโทรไลต์
- ข. นาย A ควรเติมสารละลายเกลือ เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายอิเล็กโทรไลต์
- ค. นาย A ควรใช้แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่มีค่า EMF สูงขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแตกตัวของน้ำ
- ง. นาย A ควรใช้แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่มีค่า EMF ต่ำลง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแตกตัวของน้ำ

33. เมื่อนักเรียนต้องการผลิตเชื้อเพลิงในรถจักรยานยนต์เพื่อใช้แทนเชื้อเพลิงน้ำมัน โดยใช้การแยกน้ำด้วยไฟฟ้า ถ้านักเรียนต้องการให้พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาลดลง แต่ใช้แหล่งกำเนิดไฟฟ้าเครื่องเดิมควรตัดสินใจทำตามข้อใด

- ก. นักเรียนควรเติมสารละลายเบส เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของเชื้อเพลิง
- ข. นักเรียนควรเติมสารละลายเกลือ เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของเชื้อเพลิง
- ค. นักเรียนควรเติมสารละลายกรด เพื่อเพิ่มอัตราการเกิดปฏิกิริยา
- ง. นักเรียนควรเติมผงถ่านกัมมันต์ เพื่อเพิ่มอัตราการเกิดปฏิกิริยา

34. เมื่อทำการแยกสลายสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ด้วยไฟฟ้า พบว่าที่ขั้วบวกสารละลายเปลี่ยนจากสีใสเป็นสีน้ำตาล ข้อใดต่อไปนี้ที่อธิบายหลักการเปลี่ยนสีสารละลายได้ถูกต้องที่สุด

- ก. โพแทสเซียมไอโอไดด์สามารถแตกตัวให้ไอโอดีนได้ จึงทำให้เกิดสารละลายสีน้ำตาลที่ขั้วบวก
- ข. โพแทสเซียมไอโอไดด์สามารถแตกตัวให้ไอโอไดต์ไอออนได้ จึงทำให้เกิดสารละลายสีน้ำตาลที่ขั้วบวก
- ค. โพแทสเซียมไอโอไดด์สามารถแตกตัวให้โลหะโพแทสเซียมได้ จึงทำให้เกิดสารละลายสีน้ำตาลที่ขั้วบวก
- ง. โพแทสเซียมไอโอไดด์สามารถแตกตัวให้โพแทสเซียมไอออนได้ จึงทำให้เกิดสารละลายสีน้ำตาลที่ขั้วบวก

35. ถ้านักเรียนได้รับมอบหมายให้ออกแบบการทดลองการแยกโลหะ Cu ออกจากสารละลายเกลือ CuSO_4 นักเรียนจะเลือกหลักการแยกสลายสารเคมีด้วยไฟฟ้าในข้อใดมาเป็นรูปแบบการทดลอง เพื่อให้รูปแบบการทดลองที่สะดวกที่สุด

- ก. การแยกสารละลายสารไอออนิกด้วยการแตกตัวในน้ำ
- ข. การแยกสารละลายของสารไอออนิกในน้ำ
- ค. การแยกสารไอออนิกขณะหลอมเหลว
- ง. การแยกสลายสารไอออนิกด้วยการแตกตัวในกรด

36. แบตเตอรี่อากาศใช้สารชนิดใดเป็นตัวรีดิวซ์ และใช้สารละลายใดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

- ก. Zn เป็นตัวรีดิวซ์ และใช้สารละลาย NaOH เข้มข้นเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์
- ข. Au เป็นตัวรีดิวซ์ และใช้สารละลาย NaOH เข้มข้นเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์
- ค. O_2 เป็นตัวรีดิวซ์ และใช้สารละลาย KOH เข้มข้นเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์
- ง. H_2 เป็นตัวรีดิวซ์ และใช้สารละลาย KOH เข้มข้นเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

37. หากนักเรียนได้รับมอบหมายให้ออกแบบแบตเตอรี่รถยนต์ที่มีน้ำหนักเบา ต้นทุนต่ำ และไม่มีปัญหาขีดจำกัดการทำงานของแบตเตอรี่ นักเรียนจะออกแบบแบตเตอรี่โดยใช้หลักการใดเพื่อลดปัญหาดังกล่าว

- ก. ออกแบบให้ใช้ฮีเลียมในอากาศเป็นตัวออกซิไดซ์ ใช้อะลูมิเนียมเป็นตัวรีดิวซ์ และใช้สารละลาย HCl เข้มข้นเป็นอิเล็กโทรไลต์
- ข. ออกแบบให้ใช้ไฮโดรเจนในอากาศเป็นตัวออกซิไดซ์ ใช้ตะกั่วเป็นตัวรีดิวซ์ และใช้สารละลาย NaOH เข้มข้นเป็นอิเล็กโทรไลต์
- ค. ออกแบบให้ใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศเป็นตัวออกซิไดซ์ ใช้ทองแดงเป็นตัวรีดิวซ์ และใช้สารละลาย HCl เข้มข้นเป็นอิเล็กโทรไลต์
- ง. ออกแบบให้ใช้ออกซิเจนในอากาศเป็นตัวออกซิไดซ์ ใช้อะลูมิเนียมเป็นตัวรีดิวซ์ และใช้สารละลาย NaOH เข้มข้นเป็นอิเล็กโทรไลต์

38. หากนักเรียนได้รับมอบหมายให้ออกแบบแบตเตอรี่ลิเทียมที่สามารถมีอายุการใช้งานได้ยาวนานกว่าแบบเดิม นักเรียนจะออกแบบแบตเตอรี่ให้มีลักษณะอย่างไรเพื่อลดปัญหาดังกล่าว

- ก. ออกแบบแบตเตอรี่โดยใช้ LiCoO_2 มาเป็นขั้วไฟฟ้า
- ข. ออกแบบแบตเตอรี่โดยใช้ TiO_2 มาเป็นขั้วไฟฟ้าแทนโลหะลิเทียม
- ค. ออกแบบแบตเตอรี่โดยใช้ LiFePO_4 มาเป็นขั้วไฟฟ้า
- ง. ออกแบบแบตเตอรี่โดยทำให้สารละลายอิเล็กโทรไลต์มีลักษณะเป็นผลึกของเกลือลิเทียม

39. ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้า หลักการใดที่นำมาใช้ในการเพิ่มสมบัติการนำไฟฟ้าของขั้วไฟฟ้าได้เหมาะสมที่สุด

- ก. การเพิ่มพื้นที่ผิวของขั้วไฟฟ้า เพื่อเพิ่มอัตราการให้และรับอิเล็กตรอนของปฏิกิริยารีดอกซ์
- ข. การเพิ่มอุณหภูมิในขณะที่ทำการทดลองให้สูงขึ้น เพื่อเพิ่มอัตราการชนกันของอิเล็กตรอนในเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์
- ค. การเพิ่มความเข้มข้นของสะพานเกลือ เพื่อเพิ่มอัตราการถ่ายโอนประจุในปฏิกิริยารีดอกซ์
- ง. การเติมตัวเร่งปฏิกิริยาในขณะที่ทำการทดลอง เพื่อเพิ่มอัตราการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์

40. ข้อใดต่อไปนี้ประยุกต์ใช้หลักการของเซลล์เคมีไฟฟ้ามาใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ได้เหมาะสมที่สุด

- ก. การแยกไอออนของเกลือออกจากน้ำทะเลด้วยไฟฟ้ากระแสตรง
- ข. การกลั่นน้ำคลองด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
- ค. การให้โมเลกุลของน้ำผ่านเยื่อบาง ๆ ไปมาด้วยแรงดันออสโมซิส
- ง. การกลั่นน้ำด้วยการใช้หม้อแรงดันสูง

แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์

คำชี้แจง

แบบวัดการคิดวิเคราะห์ฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ โดยให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

1. เมื่อนำเกลือ 4 ชนิด ต่อไปนี้มาละลายน้ำ

- 1) NH_4NO_3 2) CH_3COONa 3) CH_3COOK 4) KCl

สารละลายของเกลือชนิดใดบ้างที่สามารถเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นน้ำเงิน

- ก. 1 และ 2 ข. 1 และ 3 ค. 2 และ 3 ง. 2 และ 4

2. คุณสมบัติของสารใดที่แสดงว่าผลึกโซเดียมคลอไรด์เป็นสารประกอบไอออนิก

- ก. ผลึกโซเดียมคลอไรด์ละลายน้ำ สารละลายที่ได้จะมีจุดเยือกแข็งลดลง
 ข. โซเดียมคลอไรด์ที่หลอมเหลวไม่สามารถนำไฟฟ้าได้
 ค. โซเดียมคลอไรด์ละลายน้ำแล้วคายพลังงาน
 ง. โซเดียมคลอไรด์เมื่อละลายน้ำนำไฟฟ้าได้

3. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับสมบัติของสารประกอบไอออนิก

- ก. นำไฟฟ้าได้ทุกสถานะ ข. เกิดจากการรวมตัวของไอออนบวกกับไอออนลบ
 ค. มีการจัดเรียงตัวเป็นผลึก ง. ผลรวมของประจุสุทธิมีค่าเป็นศูนย์

4. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสาร

- ก. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ คือการเปลี่ยนแปลงที่ไม่มีการเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมี
 ข. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี สารจะสามารถเปลี่ยนกลับมาเป็นสารเดิมได้
 ค. สมบัติทางกายภาพคือสมบัติที่สามารถทดสอบโดยใช้เครื่องมือทดสอบอย่างง่ายได้
 ง. ตัวอย่างสมบัติทางกายภาพ เช่น จุดหลอมเหลว ผลึกของสาร

5. ข้อใดต่อไปนี้ กล่าวถูกต้องเกี่ยวกับธาตุ

- ก. ธาตุสองชนิดขึ้นไปมาผสมกันต้องได้สารประกอบเสมอ
 ข. ธาตุอาจเป็นสารเนื้อเดียวกันหรือสารเนื้อผสมก็ได้
 ค. ธาตุสามารถแยกเป็นองค์ประกอบย่อยได้อีก
 ง. ในสภาวะปกติ ธาตุมีได้ทั้ง 3 สถานะ

6. ในการทดสอบหาสารอาหารในเนื้อปลาโดยเติมสารละลายไบยูเรต พบว่าสารละลายเปลี่ยนจากสีฟ้าไปเป็น

สีม่วง ถ้าต้องการเปลี่ยนชนิดของโปรตีนที่นำมาทดสอบแต่ต้องการให้ผลการทดสอบเป็นเช่นเดิม ควรใช้สารในข้อใดต่อไปนี้เป็นมาทดสอบแทนเนื้อปลา

- ก. น้ำกะทิสด ข. ฟักทองต้มสุก ค. ข้าวสุก ง. น้ำเต้าหู้

7. ธาตุในข้อใดต่อไปนี้เป็นเมื่อเกิดเป็นสารประกอบ จะได้เป็นสารประกอบโคเวเลนต์ทั้งหมด

- ก. P, Cl, Na และ Xe ข. C, N, B, และ Si
ค. In, Se, Po, และ I ง. Ge, Ni, Fe, และ Hg

8. แก๊สที่เป็นสารผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยาเคมีในข้อใดต่อไปนี้เป็นแก๊สที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดฝนกรดทั้งหมด

- ก. SO_2 , CO_2 , NO_2 , NH_3 ข. SO_2 , SO_3 , NO_2 , NO_3
ค. NH_3 , SO_2 , SO_3 , CO_2 ง. NO_2 , NO_3 , CO_2 , NH_3

9. สารประกอบใดต่อไปนี้จะนำไฟฟ้าเมื่ออยู่ในสถานะของเหลวเท่านั้น

- ก. CH_3OH , CH_4 , C_6H_6 และ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ข. O_2 , S_8 , P_5 , และ C_{60}
ค. NaCl , KCl , RbI และ MgSO_4 ง. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, HBr , H_2CO_3 , C_8H_{20}

10. สารประกอบในข้อใดต่อไปนี้จะจัดเป็นสารประกอบไอออนิกทั้งหมด

- ก. NaCl , KI , NaCN , CuSO_4 , NaBr ข. NaCl , HI , NaCN , CuSO_4 , HCl
ค. HCl , HI , NaOH , CuSO_4 , NaBr ง. NaCl , KI , NaCN , H_2SO_4 , HBr

11. การเปลี่ยนแปลงในข้อใดต่อไปนี้ ไม่ใช่ปฏิกิริยาประเภทดูดพลังงานความร้อน เพราะเหตุใด

- ก. การจุดเทียนไข เพราะอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมสูงขึ้น เมื่อสัมผัสจะรู้สึกร้อน
ข. การเผาผลาญอาหารในร่างกาย เพราะอุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้น เมื่อสัมผัสจะรู้สึกอุ่น
ค. การละลายของน้ำแข็ง เพราะอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมต่ำลง เมื่อสัมผัสจะรู้สึกเย็น
ง. การละลายของเกลือในน้ำ เพราะอุณหภูมิของภาชนะต่ำลง เมื่อสัมผัสจะรู้สึกเย็น

12. ข้อความในข้อใดต่อไปนี แสดงข้อเท็จจริงของข้อความที่ว่า "กรดแอสติคเป็นกรดอ่อนและกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เป็นกรดแก่" ได้ถูกต้องที่สุด

- ก. ค่า pH ของ 0.1 mol/dm^3 HCl จะมีค่ามากกว่าค่า pH ของ 0.1 mol/dm^3 กรดแอสติค
- ข. ค่าคงที่การแตกตัวของกรดแอสติคจะน้อยกว่าค่าคงที่การแตกตัวของ HCl
- ค. จะต้องใช้ปริมาตรของ 0.1 mol/dm^3 NaOH ในการสะเทิน 0.1 mol/dm^3 HCl น้อยกว่าการสะเทิน 0.1 mol/dm^3 กรดแอสติค
- ง. ค่า pH ของการสะเทิน 0.1 mol/dm^3 NaOH กับ 0.1 mol/dm^3 HCl มีค่ามากกว่าการสะเทิน 0.1 mol/dm^3 กรดแอสติค

13. นายเบสมีอาการตามัว มองเห็นไม่ชัดเจนในเวลากลางคืน นายเบสควรได้รับวิตามินในข้อใดเพิ่มเติม เพราะเหตุใด

- ก. วิตามินเอ เนื่องจากเป็นวิตามินที่มีส่วนช่วยในการปกป้องกระจกตา ช่วยเรื่องการมองเห็นในที่ที่มีแสงน้อยหรือที่มืด
- ข. วิตามินซี เนื่องจากเป็นวิตามินที่มีส่วนช่วยในการป้องกันการเสื่อมของเซลล์
- ค. วิตามินบี 12 เนื่องจากเป็นวิตามินที่มีส่วนช่วยเสริมสร้าง บำรุงประสาท และเซลล์สมอง
- ง. วิตามินอี เนื่องจากเป็นวิตามินที่มีส่วนช่วยให้เลือดไหลเวียนดี และเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

14. จากการทดลองทดสอบปริมาณแป้งในใบของพืช ผลการทดลองพบว่าพืชที่ได้รับแสงอาทิตย์มีแป้ง แต่พืชที่เก็บไว้ในบ้านไม่พบแป้ง ผู้ทดลองจึงสรุปว่า แสงไฟในบ้านไม่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ผลการทดลองนี้ถูกหรือผิด เพราะเหตุใด

- ก. ถูก เพราะได้รายงานได้อย่างถูกต้องกับผลการทดลอง
- ข. ถูก เพราะการทดลองมีการเปรียบเทียบผลของตัวแปรกับกลุ่มควบคุมได้อย่างถูกต้อง
- ค. ผิด เพราะการทดลองที่ได้ผิดพลาดไปจากรายงานอื่นในเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง
- ง. ผิด เพราะผลของการสังเคราะห์ด้วยแสงไม่จำเป็นต้องได้แป้งเสมอไป

15. การเติมตัวเร่งปฏิกิริยาจะทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดได้รวดเร็วยิ่งขึ้น เพราะเหตุผลใด

- ก. เพราะการเติมตัวเร่งปฏิกิริยาจะเพิ่มพลังงานให้กับโมเลกุลของสารตั้งต้น
- ข. เพราะการเติมตัวเร่งปฏิกิริยาลดความแตกต่างระหว่างพลังงานของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์
- ค. เพราะการเติมตัวเร่งปฏิกิริยาลดค่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา
- ง. เพราะการเติมตัวเร่งปฏิกิริยาเพิ่มความเข้มข้นของโมเลกุลสารตั้งต้น

แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

คำชี้แจง

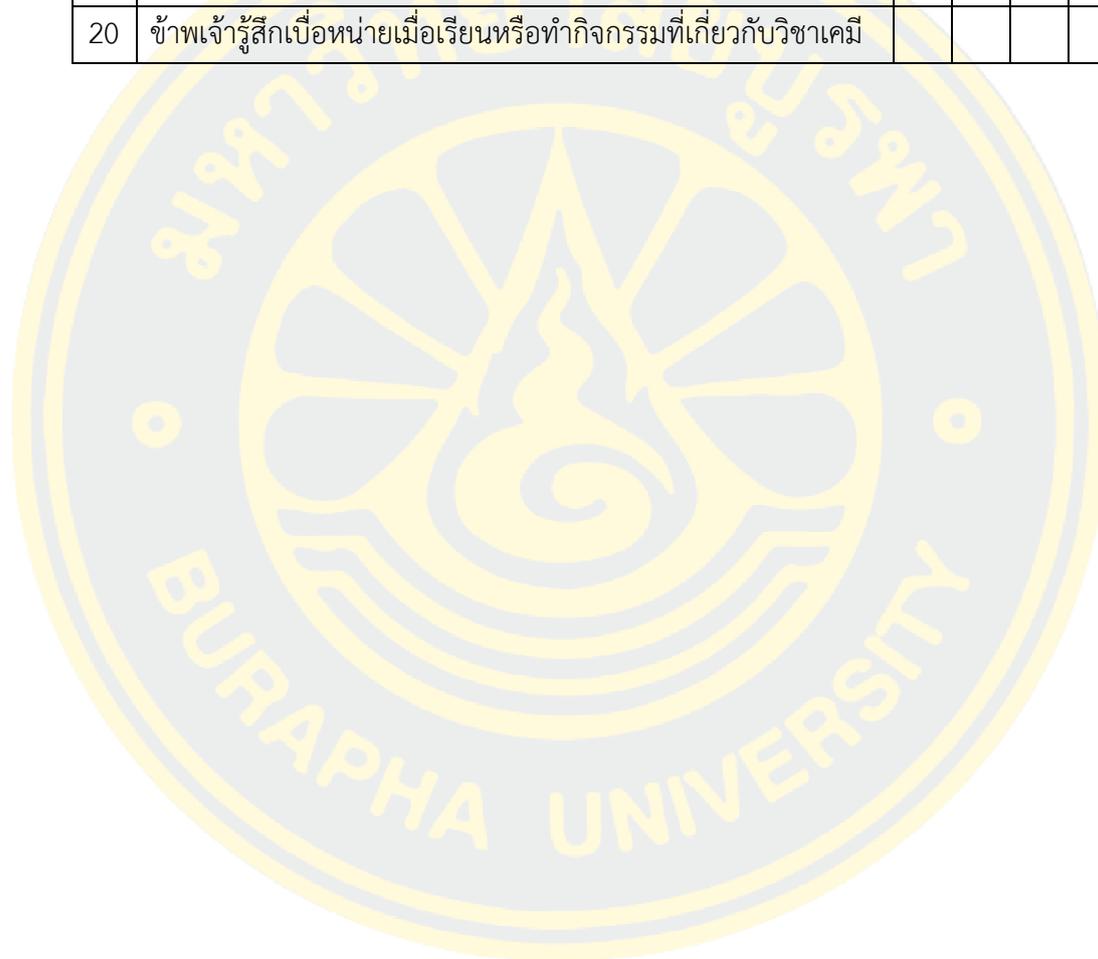
1. แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมีนี้มีทั้งหมด 20 ข้อ โดยแต่ละข้อจะประกอบด้วยข้อความเกี่ยวกับวิชาเคมีอยู่ทางด้านซ้ายมือ ส่วนด้านขวามือเป็นระดับความคิดเห็น 5 ระดับ คือ

- 5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง 4 หมายถึง เห็นด้วย 3 หมายถึง ไม่แน่ใจ
2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

2. ให้นักเรียนพิจารณาข้อความในแต่ละข้อแล้วทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด และการตอบแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมีฉบับนี้ไม่มีความคิดเห็นที่ถูกหรือผิดเพราะเกิดจากความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนและคำตอบของนักเรียนจะไม่มีผลต่อคะแนน

ข้อ	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	ข้าพเจ้าคิดว่าวิชาเคมีเป็นวิชาที่น่าศึกษา ค้นคว้า ทดลอง					
2	วิชาเคมีเป็นวิชาที่สนุก ข้าพเจ้ามีความสุขเมื่อได้เรียนวิชาเคมี					
3	ข้าพเจ้าคิดว่าวิชาเคมีเป็นวิชาที่เครียดและน่าเบื่อ					
4	วิชาเคมีเป็นวิชาที่ทำให้ข้าพเจ้าวิตกกังวลใจ					
5	ข้าพเจ้าคิดว่าวิชาเคมีเป็นวิชาที่มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน					
6	ข้าพเจ้าต้องการศึกษาหาความรู้ด้านเคมีเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาประเทศ					
7	ข้าพเจ้าคิดว่าการศึกษาวิชาเคมีเป็นสิ่งที่ไม่จำเป็น					
8	ข้าพเจ้าคิดว่าควรลดเวลาในการเรียนวิชาเคมีให้น้อยลง และเพิ่มเวลาเรียนวิชาอื่นแทน					
9	ข้าพเจ้าสนใจดูรายการโทรทัศน์เกี่ยวกับการทดลองทางเคมี					
10	ข้าพเจ้ามักสนใจทำการทดลองทางเคมี					
11	ข้าพเจ้าคิดว่าความรู้ทางเคมีส่วนใหญ่เป็นเรื่องไม่น่าสนใจ					
12	ข้าพเจ้าไม่เคยสนใจเกี่ยวกับการทดลองทางเคมี					
13	ข้าพเจ้าสนุกและชอบเรียนวิชาเคมีมากกว่าวิชาอื่น ๆ					
14	ข้าพเจ้าอยากประกอบอาชีพนักวิจัยเคมี					
15	ข้าพเจ้าไม่ชอบเรียนหรืออ่านเรื่องเกี่ยวกับวิชาเคมี					
16	ข้าพเจ้าจะรู้สึกดีมากถ้าไม่ต้องเรียนวิชาเคมี					

ข้อ	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
17	ข้าพเจ้าทำการบ้านวิชาเคมีด้วยตนเอง					
18	ข้าพเจ้าชอบเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับเคมีอยู่เสมอ					
19	เมื่อได้รับมอบหมายให้ค้นคว้าเกี่ยวกับวิชาเคมี ข้าพเจ้าจะพยายามหลีกเลี่ยง					
20	ข้าพเจ้ารู้สึกเบื่อหน่ายเมื่อเรียนหรือทำกิจกรรมที่เกี่ยวกับวิชาเคมี					



ประวัติย่อของผู้วิจัย

- ชื่อ-สกุล** นายณรงค์ศักดิ์ ผาสุขเจริญไพบูลย์
- วัน เดือน ปี เกิด** วันที่ 27 มกราคม พ.ศ. 2540
- ตำแหน่งและประวัติการทำงาน** 1) ปีพ.ศ. 2561 ฝึกงานที่ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 6 ชลบุรี
2) มีนาคม - มิถุนายน พ.ศ. 2562 ทำงานที่บริษัท ไอซีพี อินเทอร์เน็ตชั้นนำ จำกัด ตำแหน่ง นักวิเคราะห์
- ประวัติการศึกษา** มัธยมศึกษาตอนต้น ศึกษาที่โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย ฉะเชิงเทรา
มัธยมศึกษาตอนปลาย ศึกษาที่โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย ฉะเชิงเทรา
ปริญญาตรี ศึกษาที่คณะวิทยาศาสตร์ สาขาเคมี มหาวิทยาลัยบูรพา